UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO

PRESENTADO POR:

Br. HECTOR CAHUANA GUILLEN
Br. AJMER GAMARRA HUALLPA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ASESOR:

Mgt. Ing. GORKI FEDERICO ASCUE SALAS

CUSCO –PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: "DISEÑO DE INGENIERIA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO"

presentado por: HECTOR CAHUANA GUILLEN con DNI Nro.: 48074587

presentado por: AJMER GAMARRA HUALLPA con DNI Nro.: 44282983

para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO CIVIL

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del ***Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC*** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 10 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 14 de MAYO de 20 24

Mg. Gorki Federico Ascue Salas
INGENIERO CIVIL - CIP: 69450

Firma

Post firma GORKI FEDERICO ASCUE SALAS

Nro. de DNI 24484766

ORCID del Asesor 0000-0002-4477-7132

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: https://unsaac.turnitin.com/viewer/submissions/oid:27259:354789752?locale=es-MX

turnitin

Identificación de reporte de similitud: oid:27259:354789752

NOMBRE DEL TRABAJO

PRESENTAR BIBLIO TESIS_TURNITIN2.pdf

AUTOR

HECTOR CAHUANA AJMER GAMARRA

RECUENTO DE PALABRAS

88804 Words

RECUENTO DE CARACTERES

364721 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

364 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

19.0MB

FECHA DE ENTREGA

May 14, 2024 11:00 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 14, 2024 11:05 AM GMT-5

10% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 9% Base de datos de Internet
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados

Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 25 palabras)

Mg. Gorki Federico Ascue Salas
INGENIERO CIVIL - CIP: 83460

Mg. Ing. GORKI FEDERICO ASCUE SALAS

Resumen

DEDICATORIA

La presente tesis va dedicada al esfuerzo de mi familia: mis padres Héctor Cahuana Herrera y Elizabeth Guillen Valdez, a mis hermanos Yanilda Cahuana Guillen, Javier Cahuana Guillen y Alexandro Joe Cahuana Guillen, quiénes siempre me están apoyando y en quiénes siempre podré confiar.

Héctor Cahuana Guillen.

La presente tesis va dedicada para mis padres Máximo Gamarra Vera y Elena Huallpa Espinoza, a mis hermanos Rajna, Kleber, Ruskin, Yadira Julisa y Jean Paul, a mis dos hijos Yihian Gareth y Nuria Kalesy, por brindarme su amor incondicional, confiar siempre en mi y por estar a mi lado y brindarme su apoyo.

Ajmer Gamarra Hualla.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco y a la escuela profesional de Ingeniería Civil por brindarnos una educación de calidad formándonos como buenos profesionales y sobre todo como buenos Ingenieros Civiles.

Agradecemos a todos nuestros docentes, los cuales nos brindaron su conocimiento, enseñanzas, valores y experiencias para ser excelentes profesionales.

Agradecemos a nuestros jurados, M.Sc. Ing. Sandro Gutiérrez Samanez, Mgt. Ing. Carlos Fernández Baca Vidal e Dr. Ing. Edwin Astete Samanez, por el tiempo y los conocimientos brindados para culminar un buen trabajo de investigación y a nuestro asesor Ing. Gorki Federico Ascue Salas, por su apoyo constante en el desarrollo de la presente Tesis.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA……I
AGRADECIMIENTOS……II
ÍNDICE GENERAL……III
ÍNDICE DE FIGURAS……VI
ÍNDICE DE TABLAS……XI
RESUMEN……XVI
CAPÍTULO I: ANTECEDENTES DEL PROYECTO 1
1.1 Antecedentes 1
CAPÍTULO II: MEMORIA DESCRIPTIVA 3
2.1 Introducción 3
2.2 Objetivos Generales 4
2.3 Objetivos Específicos 4
2.4 Descripción del proyecto 4
2.4.1 Descripción de las Características de la Presa Laguna de Muchillay 5
2.4.2 Descripción del Aliviadero de Demasías 7
2.4.3 Descripción de las obras de Descarga 8
2.4.4 Instrumentación de la Presa 10
2.4.5 Resumen del Dimensionamiento de la Presa y Obras Conexas 11
2.5 Ubicación del proyecto 12
2.6 Resumen del costo del proyecto 17
2.7 Plazo de ejecución 17
2.8 Modalidad de ejecución 17
CAPÍTULO III: SITUACIÓN ACTUAL 18
3.1 Situación actual de la infraestructura 18
3.2 Características Socio Económicas 18
3.2.1 Población beneficiada 18
3.2.2 Actividad principal de la población y nivel de vida 18
3.2.3 Servicios básicos de la población 22
3.2.4 Vías de acceso y medios de transporte 22
CAPÍTULO IV: ESTUDIOS BÁSICOS 23
4.1 Estudio topográfico 23
4.1.2 Nivelación del eje de la cortina de la presa 33
4.2 Estudio Hidrológico e Hidráulico 34
4.2.1 Caracterización de la cuenca 34
4.2.2 Análisis de datos meteorológicos 43
4.2.3 Determinación de la oferta agua superficial 83
4.2.4 Determinación de la demanda 110
4.2.5 Análisis y evaluación del balance hídrico del proyecto 118

4.2.6 Simulación de la operación del embalse 119
4.2.7 Simulación del tránsito de avenidas 124
4.2.8 Diseño hidráulico del aliviadero de demasías 159
4.2.9 Diseño hidráulico del sistema de descarga y obras de desvió 171
4.3 Estudios Geológico, Geotécnico y Geofísico 181
4.3.1 Geomorfología de la zona del proyecto 181
4.3.2 Geología de la zona del proyecto 184
4.3.3 Geodinámica de la zona de embalse 193
4.3.4 Geofísica en la zona de emplazamiento de la presa 197
4.3.5 Geotecnia de la zona del embalse y obras conexas 215
4.3.6 Evaluación geomecánica en la zona de emplazamiento de la presa 227
4.3.7 Canteras y materiales de construcción 232
CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO 241
5.1 Diseño de la presa 241
5.1.1 Análisis de alteratívas 241
5.1.2 Selección y/o comprobación de la tipología de la presa 243
5.1.3 Diseño de la altura, taludes, ancho y longitud de coronación. 251
5.1.4 Diseño de cimentaciones de la presa 259
5.1.5 Evaluación de sedimentos del embalse 260
5.2 Análisis y diseño hidrogeológico 268
5.2.1 Simulación de infiltración en régimen permanente 268
5.2.2 Balance de masa de agua 271
5.2.3 Diseño del sistema de impermeabilización 272
5.3 Análisis estructural 273
5.3.1 Relación Esfuerzo-Deformación 273
5.3.2 Análisis de estabilidad estructural de la presa 275
5.3.3 Análisis estático 278
5.3.4 Análisis pseudo-estático 282
5.3.5 Resumen y comentarios de las modelaciones 284
5.3.6 Diseño estructural del vertedero de demasías y sistema de descarga 285
CAPÍTULO VI: GESTIÓN DE RIESGOS Y ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 302
6.4 Gestión de riesgos 302
6.4.1 Riesgo Geológico 304
6.4.2 Riesgo Geotécnico 305
6.4.3 Riesgo Sísmico 305
6.4.4 Sismicidad regional 307
6.4.5 Riesgo sísmico local 308
6.4.6 Riesgo Hidráulico 308

6.4.7 Reacción ante los desastres naturales 309
6.5 Estudio de impacto ambiental 312
6.5.1 Marco legal 313
6.5.2 Diagnóstico y Análisis Ambiental 316
6.5.3 Estrategia de manejo ambiental 329
CAPÍTULO VII: COSTOS Y PRESUPUESTO 354
7.1 Planilla de metrados 354
7.2 Análisis de costos unitarios 354
7.3 Presupuesto general de la obra 354
7.4 Presupuesto analítico de obra 355
7.4.1 Requerimiento y desagregado de Recursos 355
7.5 Insumos 355
7.6 Fórmula polinómica 356
CAPÍTULO VIII: PROGRAMACIÓN DE OBRA 357
8.1 Diagrama de flechas. 357
8.2 Diagrama de Gantt con el método Pert-CPM. 357
CAPÍTULO IX: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS 358
10.1 Especificaciones técnicas Generales 358
10.2 Especificaciones técnicas Especificas 359
CAPÍTULO X: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 360
11.1 Conclusiones 360
11.2 Recomendaciones 361

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Ubicación del proyecto 12
Figura 2. Mapa de localización del proyecto 13
Figura 3. Reconocimiento de campo 13
Figura 4. Mapa de características climáticas 14
Figura 5. Temperaturas medias de la laguna Muchillay 15
Figura 6. Mapa de temperaturas máximas de la zona del proyecto 15
Figura 7. Mapa de temperaturas mínimas de la zona del proyecto 16
Figura 8. Mapa de precipitación en el área de estudio 16
Figura 9. Áreas de cultivo 19
Figura 10. Control fijo y móvil, Estilo de levantamiento RTK 25
Figura 11. Monumentación de BMs 26
Figura 12. Ubicación de dianas 26
Figura 13. Fotografías plan de vuelo 28
Figura 14. Posiciones de cámaras y solapamiento de imágenes. 29
Figura 15. Gráfico de residuales para FC6310S (8.8mm). 30
Figura 16. Ortomosaico y posiciones de puntos de apoyo 31
Figura 17. Modelo digital de elevaciones. 32
Figura 18. Curvas de nivel, puntos de control y BMs. 32
Figura 19. Delimitación de la micro cuenca de la laguna de muchillay 36
Figura 20. Curvas hipsométricas evolutivas 40
Figura 21. Representación de un histograma de frecuencias de altitudes 40
Figura 22. Curva Hipsométrica y Frecuencia. de altitudes 42
Figura 23. Estaciones meteorológicas cercanas a la cuenca Muchillay 44
Figura 24. Ajuste función de densidad de probabilidades 45
Figura 25. Histrograma de precipitacion total mensual calca (mm) 48
Figura 26. Histograma de precipitación total mensual Perayoc (mm) 50
Figura 27. Histograma de precipitación total mensual Pisac 55
Figura 28. Análisis de datos atipicos Estación meteorológica Pisac 58
Figura 29. Histograma de temperatura media mensual Calca 59
Figura 30. Histograma de temperatura media mensual Perayoc 61
Figura 31. Histograma de temperatura media mensual Kayra 63
Figura 32. Histograma de temperatura media mensual Pisac 65
Figura 33. Histograma de temperatura media mensual Urubamba 67
Figura 34. Analisis de doble masa para la precipitación media 71
Figura 35. Inverso de la distancia de estaciones meteorológicas 72

Figura 36. Modelos más comunes para la generación de escorrentía 83
Figura 37. Aforo de caudales método volumétrico 84
Figura 38. Distribución de las curvas de precipitación 94
Figura 39. Descarga de caudales medios mensuales (m3/s) 109
Figura 40. Análisis de persistencia de caudales de la microcuenca de Muchillay 109
Figura 41. Encuesta realizada a los pobladores de la comunidad campesina de Chumpe 113
Figura 42. Cálculo de Ensayo INSITU Lefranc con nivel variable 117
Figura 43. Balance hídrico de la presa Muchillay sin represa 119
Figura 44. Balance hídrico de la presa Muchillay con represa 119
Figura 45. Función cota, área, volumen de la presa Muchillay 121
Figura 46. Curva de regulacion de la presa muchillay 123
Figura 47. Hidrograma de entra, salida y laminación 124
Figura 48. Tipo de cobertura vegetal en la zona del proyecto 128
Figura 49. Área, pendiente de la microcuenca Muchillay 131
Figura 50. Riesgo de excedencia del evento de diseño durante la vida útil. 136
Figura 51. Probabilidad de Excedencia (%), en escala de Distribución Normal 139
Figura 52. Funciones de probabilidad del histograma de precipitaciones máximas 139
Figura 53. Curvas IDF - método coeficientes de Campos Aranda 143
Figura 54. Hietograma de precipitación de diseño - método coeficientes de Campos Aranda 144
Figura 55. Curvas IDF - método Frederich c. Bell - Yance Tueros 147
Figura 56. Hietograma de precipitación de diseño - método Frederich c. Bell - Yance Tueros 148
Figura 57. Caudal pico - método coeficientes de Campos Aranda 148
Figura 58. Hidrograma de caudales - método coeficientes de Campos Aranda 149
Figura 59. Caudal pico - método Frederich c. Bell - Yance Tueros 149
Figura 60. Hidrograma de caudales - método Frederich c. Bell - Yance Tueros 150
Figura 61. Hietograma - método patrones de tormenta de la estación Kayra 150
Figura 62. Caudal pico – método patrones de tormenta de la estación Kayra 151
Figura 63. Hidrograma de caudales - método patrones de tormenta de la Estación Kayra 151
Figura 64. Efecto de retardo y atenuación en un hidrograma entre la entrada y la salida 153
Figura 65. Variación en el caudal entre dos tiempos consecutivos ti-1 y ti 155
Figura 66. Relación Caudal de salida para los patrones de tormenta de kayra 156
Figura 67. Hidrograma laminado método patrones de tormenta de la estación Kayra 157
Figura 68. Caudales pico laminado método patrones de tormenta de la estación Kayra 157
Figura 69. Hidrograma laminado método patrones de tormenta de la estación Kayra 158
Figura 70. Diseño del vertedero tipo Creager USBR 160
Figura 71. Coeficiente de descarga 160

Figura 72. Coeficiente iterado para el diseño del vertedero tipo Creager USBR 161
Figura 73. Coordenadas para el diseño del vertedero tipo Creager USBR 161
Figura 74. Cálculo del radio de la curva inferior del vertedero tipo Creager USBR 162
Figura 75. Cálculo de la altura de diente para el vertedero tipo Creager USBR 162
Figura 76. Cálculo de la longitud de desarrollo para el vertedero tipo Creager USBR .. 163
Figura 77. Canal vertedor al inicio del canal de transición 166
Figura 78. Sección al final del canal de transición 166
Figura 79. Longitud de transición del canal 167
Figura 80. Diseño canal de rápida 167
Figura 81. Perfil canal de rápida 168
Figura 82. Secciones canal de la rápida aguas arriba 168
Figura 83. Secciones canal de la rápida Sección de control 169
Figura 84. Secciones canal de la rápida 169
Figura 85. Secciones canal de la rápida aguas abajo poza de disipación 170
Figura 86. Secciones canal de la rápida, aguas abajo 170
Figura 87. Verificación del funcionamiento de la poza de disipación 171
Figura 88. Línea piezométrica del sistema de descarga 174
Figura 89. Calculo hidráulicos de la tubería de descarga 176
Figura 90. Espaciado de pantalla interceptora 177
Figura 91. Diseño de cuenco disipador 179
Figura 92. Secciones del cuenco disipador 180
Figura 93. Zona de estudio para la presa 181
FIGURA 94. Unidades geomorfológicas en la zona de estudio 182
Figura 95. Laderas con pendientes suaves alrededores de la laguna. 183
Figura 96. Laderas con pendientes escarpadas rocosas en partes altas de la laguna. 183
Figura 97. Mapa geológico local de la zona de estudió de Estudio. 185
Figura 98. Depósitos glaciares 186
Figura 99. Depósitos coluviales 186
Figura 100. Depósito cuaternario aluvial 187
Figura 101. Mapa Geología Estructural Regional 188
Figura 102. Sistemas de diaclasas en los macizos rocosos de la zona de estudio 189
Figura 103. Diagrama de concentración de polos y planos de dirección de buzamiento – Estación 1 190
Figura 104. Diagrama de rosetas. 191
Figura 105. Diagrama de concentración de polos y planos de dirección de buzamiento – Estación 2 192
Figura 106. Diagrama de rosetas. 192
Figura 107. Ubicación de la zona de estudio en las zonas sísmicas del Perú 193
Figura 108. Caída de rocas antiguas ubicadas hacia el fondo de la cuenca de la zona de estudio. 195

Figura 109. Volcamiento antiguo de rocas antiguas ubicadas hacia el fondo de la cuenca. 196
FIGURA 110. Deposito coluvial en el flanco izquierdo de la presa. 197
Figura 111. Sismógrafo Dolang 198
Figura 112. Esquema conceptual de adquisición de datos sísmicos 199
Figura 113. Esquema representativo del método de MASW 1D y MASW 2D 200
Figura 114. Ejecución del ensayo de RS 205
Figura 115. Ejecución del ensayo de MASW 206
Figura 116. Sección Sísmica LS-01 208
Figura 117. Curva de dispersión e inversión del modelo de velocidad 1D de corte obtenidos. 209
Figura 118. Modelo de velocidad ondas “s” de corte obtenidos a partir de MASW 2D. .. 210
Figura 119. Sección obtenida por refracción sísmica (Vp). 211
Figura 120. Sección sísmica interpretada a partir de ondas P obtenidos. 211
Figura 121. Modelo de inversión del modelo de velocidad de ondas S. 213
Figura 122. Sección sísmica MASW2D interpretada a partir de ondas S obtenidos. 214
Figura 123. Exploración a la zona donde se emplazará la cortina de la represa 216
Figura 124. Ubicación de calicatas en el eje de la presa 217
Figura 125. Perfil geológico del eje de la presa 217
Figura 126. Ensayos de laboratorio 221
Figura 127. Ensayo de corte directo 222
Figura 128. Extracción de muestras testigos de roca 228
Figura 129. Muestra EG-01 228
Figura 130. Muestra EG-02 228
Figura 131. Flujo en macizo rocoso con direcciones preferentes 231
Figura 132. Influencia de discontinuidades en la conductividad hidráulica. 232
Figura 133. Imagen ubicación de las canteras C-1, C-2 233
Figura 134. Muestra de material de cantera C-1, C-2 233
Figura 135. Relación humedad vs densidad. 235
Figura 136. Ensayo de permeabilidad en laboratorio en muestra compactada 235
Figura 137. Ensayo de corte directo 236
Figura 138. Ensayos de laboratorio de las canteras 238
Figura 139. Presas en el Mundo según su tipo 242
Figura 140. Clasificación de presa según su material 242
Figura 141. Presa en Arco - Presa Gravedad 245
Figura 142. Presa de Contrafuerte - Presa Mixta 246
Figura 143. Presas de tierra **-** Presas de roca-tierra 246
Figura 144. Presas de concreto 246
Figura 145. Asentamiento de presa de tierra 254
Figura 146. Control de filtraciones por la cimentación de la presa. 255
Figura 147. Flujo de agua, superficies equipotenciales y filtraciones. 270

Figura 148. Presiones de poro en situación de embalse lleno estacionario. 271
Figura 149. Esfuerzos en el eje Y de la presa..... 274
Figura 150. Esfuerzos en el eje X de la presa..... 274
Figura 151. Desplazamientos verticales de la presa. 274
Figura 152. Asentamiento en la Presa de Totoracocha. 275
Figura 153. Círculo de falla “Operación” (sin sismo) método Bishop..... 279
Figura 154. Círculo de falla “Operación” (sin sismo) método Morgensrtern-price 279
Figura 155. Círculo de falla “Operación” (sin sismo) método Spencer 280
Figura 156. Círculo de falla “Desembalse rápido” (sin sismo) método Bishop 280
Figura 157. Círculo de falla “Desembalse rápido” (sin sismo) método Morgensrtern-price 281
Figura 158. Círculo de falla “Desembalse rápido” (sin sismo) método Spencer..... 281
Figura 159. Círculo de falla “Operación” (con sismo) método Bishop..... 282
Figura 160. Círculo de falla “Operación” (con sismo) método Morgensrtern-price 282
Figura 161. Círculo de falla “Operación” (con sismo) método Spencer 283
Figura 162. Círculo de falla “Desembalse rápido” (con sismo) método Bishop 283
Figura 163. Círculo de falla “Desembalse rápido” (con sismo) método Morgensrtern-price 284
Figura 164. Círculo de falla “Desembalse rápido” (sin sismo) método Spencer..... 284
Figura 165. Sección transversal del canal de la rápida agua arriba 285
Figura 166. Sección canal de la rápida, aguas arriba – sección de control..... 286
Figura 167. Sección transversal del canal de la rápida..... 291
Figura 168. Sección trasversal de la posa disipadora de la rápida..... 296
Figura 169. Mapa de peligros de sismos de la región cusco por provincias..... 307

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Temperaturas medias de la laguna Muchillay 14
Tabla 2. Resumen del costo del proyecto 17
Tabla 3. Población del área de influencia directa 18
Tabla 4. Población del área de influencia por centros poblados 18
Tabla 5. Intenciones de siembra distrito de Lamay 19
Tabla 6. Indicador de los índices de desarrollo humano 21
Tabla 7. Índices de seguridad alimentaria 21
Tabla 8. Indicadores de los servicios básicos 22
Tabla 9. Vías de acceso al proyecto 22
Tabla 10. Coordenadas de los puntos de control 27
Tabla 11. Calibración de cámaras. 30
Tabla 12. Coeficientes de calibración y matriz de correlación. 30
Tabla 13. Puntos de apoyo. 31
Tabla 14. Ubicación de estaciones meteorológicas 35
Tabla 15. Forma de la cuenca de acuerdo al índice de compacidad 37
Tabla 16. Altitud y superficie de la cuenca 41
Tabla 17. Parámetros geomorfológicos de la cuenca 43
Tabla 18. Precipitación media - Estación meteorológica Calca 45
Tabla 19. Análisis de consistencia de precipitación media estación de Calca 47
Tabla 20. Análisis de consistencia de precipitación media estación de Perayoc 50
Tabla 21. Precipitación media - Estación meteorológica Paucartambo 51
Tabla 22. Análisis de consistencia de precipitación media estación de Paucartambo 52
Tabla 23. Histograma de precipitación total mensual Paucartambo 53
Tabla 24. Precipitación media - Estación meteorológica Pisac 53
Tabla 25. Análisis de consistencia de precipitación media estación de Pisac 55
Tabla 26. Precipitación máxima 24h - Estación meteorológica Calca 56
Tabla 27. Temperatura media mensual - Estación meteorológica Calca 58
Tabla 28. Análisis de consistencia de temperatura media estación de Calca 60
Tabla 29. Temperatura media mensual Perayoc 60
Tabla 30. Análisis de consistencia de temperatura media estación de Perayoc 62
Tabla 31. Temperatura media mensual estación Kayra 62
Tabla 32. Análisis de consistencia de temperatura media estación de Kayra 64
Tabla 33. Temperatura media mensual estación Pisac 64
Tabla 34. Temperatura media mensual estación Urubamba 66
Tabla 35. Análisis de consistencia de temperatura media estación de Urubamba 67
Tabla 36. Evaporación - E.P.S. SEDACUSCO 68
Tabla 37. Horas de sol estación meteorológica Kayra 68
Tabla 38. Análisis de doble masa para la precipitación media 70

Tabla 39. Precipitación media anual de estaciones 72
Tabla 40. Regionalizacion de la precipitacion media anual 73
Tabla 41. Precipitación media anual regionalizada 73
Tabla 42. Regionalización de la precipitación máxima de 24 horas 74
Tabla 43. Precipitación máxima de 24 horas regionalizada 75
Tabla 44. Temperatura media anual de estaciones 76
Tabla 45. Temperatura media anual regionalizada para la zona de estudio 78
Tabla 46. Temperatura media anual regionalizada 78
Tabla 47. Temperatura máxima promedio de estaciones 79
Tabla 48. Temperatura máxima regionalizada para la zona de estudio 80
Tabla 49. Temperatura maxima anual regionalizada 80
Tabla 50. Gráfico temperatura mínima 81
Tabla 51. Regionalización de la temperatura mínima promedio para la zona de estudio 82
Tabla 52. Temperatura mínima anual regionalizada 82
Tabla 53. Cuadro de cálculo de caudales del mes de mayo del 2022 85
Tabla 54. Cálculo de caudales aforados 85
Tabla 55. Horas del sol mensuales -n 87
Tabla 56. Interpolación de las estaciones a la cuenca Muchillay 87
Tabla 57. Horas de sol diarias 88
Tabla 58. Horas máximas de sol por dia 88
Tabla 59. Relación n/N para la cuenca 89
Tabla 60. Radiación extraterrestre media diaria 89
Tabla 61. Interpolación de radiación extraterrestre diaria 90
Tabla 62. Radiación extraterrestre de la cuenca 90
Tabla 63. Cálculo de la evapotranspiración – Hargreaves III 90
Tabla 64. Condicionales para determinar la precipitación efectiva 92
Tabla 65. Coeficientes para el Cálculo de la Precipitación Efectiva 93
Tabla 66. Coeficientes de precipitación efectiva 93
Tabla 67. Cálculo de las curvas de precipitación 94
Tabla 68. Datos para el cálculo de la retención de la cuenca 95
Tabla 69. Lámina de agua acumulada en tres tipos de almacén hídrico 96
Tabla 70. Panoramas para el cálculo de agotamiento 97
Tabla 71. Gasto y abastecimiento de la microcuenca 99
Tabla 72. Caudales medios mensuales generados 100
Tabla 73. Tabla de eficiencia de Nash-Sutcliffe. 102
Tabla 74. Caudales generados escenario 01 103
Tabla 75. Caudales generados y aforados – Calibración escenario 01 103
Tabla 76. Prueba t para medias de dos muestras emparejadas escenario 01 104
Tabla 77. Caudales generados escenario 02 104

Tabla 78. Caudales generados y aforados – Calibración escenario 02 105
Tabla 79. Prueba t para medias de dos muestras emparejadas escenario 02..... 105
Tabla 80. Caudales generados escenario 03..... 106
Tabla 81. Caudales generados y aforados – Calibración escenario 03 106
Tabla 82. Prueba t para medias de dos muestras emparejadas escenario 03..... 107
Tabla 83. Generación de caudales medios mensuales 108
Tabla 84. Oferta hídrica superficial total de la cuenca. 110
Tabla 85. Precipitación efectiva al 75% de persistencia para los terrenos de cultivo... 112
Tabla 86. Encuesta sobre los cultivos más comunes en Chumpe..... 113
Tabla 87. Coeficiente de cultivos..... 114
Tabla 88. Eficiencia de riego para distintos métodos..... 114
Tabla 89. Cálculo de la demanda por mes..... 115
Tabla 90. Caudal ecológico medio mensual 116
Tabla 91. Caudal ecológico medio mensual 116
Tabla 92. Balance hídrico de la presa Muchillay..... 118
Tabla 93. Área calculada por curva de nivel cada 0.5m 120
Tabla 94. Cálculo de volumen de almacenamiento de la presa por curva de nivel cada 0.5m 120
Tabla 95. Operación anual de la presa Muchillay en función a sus volúmenes y cotas122
Tabla 96. Cálculo de tiempo de concentración método California Culvert Practice 125
Tabla 97. Cálculo de tiempo de concentración método Kirpich 126
Tabla 98. Cálculo de tiempo de concentración método Giandotti..... 126
Tabla 99. Número de curva para distintos usos de tierra y grupo Hidrológico 129
Tabla 100. Coeficiente de escorrentía 130
Tabla 101. Cálculo del coeficiente de escorrentía ponderado 131
Tabla 102. Periodo de retorno para diferentes zonas..... 134
Tabla 103. Precipitación máxima mensual por año en 24H (mm) 137
Tabla 104. Corrección por intervalo fijo precipitación máxima mensual por año en 24H (mm) 138
Tabla 105. Prueba de bondad y ajuste de Kolmogorov-Smirnov..... 140
Tabla 106. Precipitación máxima de 24 h para diferentes periodos de retorno..... 140
Tabla 107. Coeficientes para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas''..... 141
Tabla 108. Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias' ... 141
Tabla 109. Intensidades de lluvia según periodo de retorno. 142
Tabla 110. Valores tabulados para graficar curvas IDF. 143
Tabla 111. Precipitación acumulada alternada 144
Tabla 112. Precipitaciones máximas por tiempo de duración..... 145
Tabla 113. Intensidades de lluvia. 145
Tabla 114. Valores tabulados para graficar curvas IDF. 146
Tabla 115. Precipitación acumulada alternada 147
Tabla 116. Comparación de los caudales para un periodo de 500 años. 153

Tabla 117. Relación “Caudal de salida vs Altura para los patrones de tormenta de kayra 155
Tabla 118. Volumen laminado método patrones de tormenta de kayra 156
Tabla 119. Caudales laminados para cada método 158
Tabla 120. Caudal de diseño de operación de la tubería del sistema de descarga 172
Tabla 121. Coeficientes de rugosidad Hazen-Williams en función del material 173
Tabla 122. Diámetros comerciales NTP ISO 1452-2:2011 (Revisada el 2019) 175
Tabla 123. Dimensiones de las pantallas interceptora 176
Tabla 124. Cálculo de dimensiones de la rejilla de la tubería de entrada del sistema de descarga 178
Tabla 125. Dimensiones finales de la estructura de salida 181
Tabla 126. Datos de buzamiento y dirección de buzamiento de las diaclasas 190
Tabla 127. Datos de buzamiento y dirección de buzamiento de las diaclasas 191
Tabla 128. Factores sísmicos de suelo según RNE E.030 194
Tabla 129. Punto MASW 198
Tabla 130. Línea Sísmica 198
Tabla 131. Correlaciones de velocidades de onda P, Martínez Vargas 202
Tabla 132. Correlaciones de velocidades de onda P, ASTM D5777 202
Tabla 133. Clasificación del Sitio 203
Tabla 134. Parámetros de suelo según la norma E30 2009 203
Tabla 135. Parámetros de adquisición de LS 204
Tabla 136. Parámetros de adquisición de MASW 204
Tabla 137. Coordenadas de la LS. 205
Tabla 138. Coordenadas del punto MASW 206
Tabla 139. Resultados del ensayo de RS (según ASTM) 212
Tabla 140. Resultados del ensayo de MASW (según NTP E30) 214
Tabla 141. Módulos de deformación del terreno, ensayo MASW 01 & RS 01 215
Tabla 142. Estratigrafía de la calicata C-01 218
Tabla 143. Estratigrafía de la calicata C-02 219
Tabla 144. Estratigrafía de la calicata C-03 220
TABLA 145. Resumen de ensayos básicos de laboratorio 221
TABLA 146. Valores de humedad (%) 221
Tabla 147. Registro de campo de calicatas del dique de la presa 221
Tabla 148. Corrección por sobredimensionamiento de partículas - cimentación 223
Tabla 149. Valores de ensayos de campo y laboratorio - cimentación. 224
Tabla 150. Parametros para el calculo de capacidad de carga del suelo 226
TABLA 151. Capacidad de carga para calicata C-01 226
TABLA 152. Capacidad de carga para calicata C-02 227
TABLA 153. Capacidad de carga para calicata C-03 227
TABLA 154. Capacidad de carga del suelo de fundación. 227
TABLA 155. Resistencia a la compresión simple de testigos de roca 228

TABLA 156. Clasificación RMR estación geomecánica EG-01 230
Tabla 157. Clasificación RMR estación geomecánica EG-02 230
Tabla 158. Resumen de cohesión y ángulo de fricción de rocas 231
Tabla 159. Permeabilidad del basamento rocoso 232
TABLA 160. Ensayos básicos de laboratorio 234
TABLA 161. Resumen de datos de la muestra compactada 236
Tabla 162. Corrección por sobredimensionamiento de partículas - cantera 237
TABLA 163. Datos obtenidos con el ensayo de corte directo 237
TABLA 164. Datos del material compactado 238
Tabla 165. Taludes para presas homogéneas típicas 254
Tabla 166. Predimensionamiento de taludes en presas de tierra 254
Tabla 167. Peso Específico de los sedimentos aireados y sumergidos US SCS 262
Tabla 168. Rangos de la constante Z del método de Djorovic. 263
Tabla 169. Cantidad de sedimentos producido por el método Djorovic 265
Tabla 170. Cantidad de sedimentos producido por el método Fournier 267
Tabla 171. Promedio ponderado del volumen de sedimentos producidos. 267
Tabla 172. Volumen muerto en la presa Muchillay 267
Tabla 173. Propiedades hidráulicas del cuerpo de la presa. 268
Tabla 174. Propiedades hidráulicas de la cimentación de la presa. 269
Tabla 175. Parámetros para la modelación de la deformación de la presa 273
Tabla 176. Parámetros aplicados para el diseño 278
Tabla 177. Factores de seguridad mínimos para las diferentes variantes 285
Tabla 178. Datos canal aguas arriba y sección de control canal de rápida 286
Tabla 179. Datos para el diseño estructural del canal de la rápida 291
Tabla 180. Datos para el diseño estructural de la posa disipadora de la rápida 296
Tabla 181. Valores de equivalencia entre las escalas de Mercalli y Richter 306
Tabla 182. Rango de valores de los impactos ambientales 322
Tabla 183. Componentes ambientales susceptible de ser impactados 322
Tabla 184. Actividades potencialmente impactantes 322
Tabla 185. Matriz de identificación de impactos ambientales 324
Tabla 186. Evaluación de impactos ambientales 326
Tabla 187. Valores de interacciones 327
Tabla 188. Valores en función a su magnitud e importancia 327
Tabla 189. Resumen de valores de impactos ambientales. 328
Tabla 190. Calificación de impactos ambientales 328
Tabla 191. Cargos y responsabilidades en los equipos de contingencias. 340
Tabla 192. Acciones a implementarse durante y después de las contingencias 341
Tabla 193. Actividades de cierre. 350
Tabla 194. Cronograma anual de mitigación ambiental 351
Tabla 195. Cronograma mensualizado de mitigación ambiental 351

RESUMEN

El presente proyecto titulado “DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO” consiste en la elaboración del expediente técnico de la presa laguna de Muchillay, evaluación técnica de todos los estudios básicos realizados (Topografía, Hidrológia, Hidráulica, Geológia, Geotécnia, Geofísica Gestión de riesgos, Características Agronómicas, Estudios de impacto ambiental y otros). Así como el planteamiento hidráulico y cálculos de ingeniería para el dimensionamiento definitivo, se ha definido el tipo de presa, obras conexas, y demás características hidráulicas y estructurales de la presa Laguna de Muchillay, con el fin mejorar principalmente actividades de riego, forestación, piscicultura, actividades turísticas, recreativas entre otros, lo cual contribuirá al desarrollo económico, social y cultural de los pobladores de la comunidad campesina de Chumpe.

Los fundamentos técnicos y los criterios utilizados para la definición final del tipo de presa y las características de las obras conexas fueron tomados en base los textos Bureau of Reclamation, 2012. Design of Small Dams. United States Department of the Interior y Autoridad Nacional del Agua, 2017. Normas y reglamento de seguridad depresas en el Perú.

La oferta hídrica total de la laguna de Muchillay es de 210,508.80 m3 anuales, frente a una demanda total de 197,354.16 m3, lo cual cubrirá satisfactoriamente las demandas agrícolas de la comunidad campesina de Chumpe. La presa contara con una tubería PVC UF PN 5 de descarga con un gasto diario de 12.37 l/s, caja de válvulas y con un vertedero de demasías de concreto en el flanco izquierdo de la presa que evacuara un caudal laminado de 0.38 m en épocas de avenidas máximas, el talud de la Presa Laguna de Muchillay estará conformado de tierra homogénea con una altura de 6.20 m y una sección trapezoidal de base menor de 4.5m de ancho de corona, base mayor con 24.8m y longitud de 58.0 m, el costo del proyecto asciende a S/ 974,677.51, en un plazo de ejecución de 120 días calendarios.

Palabras clave: represa, riego, caudal, precipitacion, hidrologia, hidraulica.

CAPÍTULO I: ANTECEDENTES DEL PROYECTO

1.1 Antecedentes

La siembra y cosecha de agua son procesos basados en el conocimiento ancestral, local y científico que permite la interceptación, almacenamiento y regulación del agua de lluvia y su aprovechamiento en épocas de estiaje, muchas de estas prácticas han pasado de generaciones desde la época prehispánicas, ahora alternado con el conocimiento moderno permite el almacenamiento de recursos hídricos a través de distintas técnicas como infraestructuras naturales, zanjas de infiltración, zanjas de derivación, construcción de diques para el almacenamiento de aguas superficiales, el establecimiento de plantaciones en las cabeceras de cuencas hidrográficas, etc.

En la actualidad en nuestro país existen diversos proyectos que impulsan esta actividad como medida de adaptación al cambio climático y además como alternativa de empleo sostenible para las comunidades altoandinas. Entre ellas se encuentra el Fondo Sierra Azul del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) cuyo objetivo es incrementar la seguridad hídrica agraria contribuyendo a la prosperidad del agro peruano a través de la siembra y cosecha de agua, así como organismos desconcentrados regionales como el Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente (IMA), PLAN MERISS, gobiernos locales entre otros. Debido a su importancia, en julio del 2019 se promulgo la Ley 30989, que declaro de interés nacional y de necesidad publica la implementación de la siembra y cosecha de agua en partes altas y medias de las cuencas como obras públicas y comunales. Para tal fin, el gobierno realiza diferentes acciones que se promueven en la normativa existente en la Ley de Recursos Hídricos, el Plan Nacional de Recursos Hídricos, la Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos, la Política Nacional del Ambiente, la Política Nacional Agraria, los Lineamientos de Política y Estrategia Nacional de Riego 2015-2025, y la Ley de mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos, con el propósito de impulsar la recarga hídrica en las cabeceras

de cuenca y microcuenca e incrementar la disponibilidad de agua en el marco de una gestión integral de recursos hídricos.

El sector de Muchillay donde está ubicada la laguna pertenece a la comunidad campesina de Chumpe, distrito de Lamay. La Comunidad de Chumpe tiene como principal actividad la agricultura siendo fuertemente afectada por la disponibilidad de agua principalmente en los periodos de sequias en los meses de Julio, Agosto, Septiembre, Octubre por lo que la población de Chumpe en la necesidad de riego de sus cultivos llevan mucho tiempo solicitando a los gobiernos locales y regionales la intervención de la zona y realicen el proyecto de represamiento indicado para la laguna para así satisfacer sus necesidades.

CAPÍTULO II: MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1 Introducción

El cambio de climático por causas de los gases de efecto invernadero y calentamiento global vienen afectando las condiciones hidrológicas de las zonas andinas, las precipitaciones vienen sufriendo alteraciones en su cantidad y distribución en el tiempo y el espacio, estas al parecer son menores e inoportunas, con presencia de intensa precipitaciones y prolongados veranillos todo lo cual afecta las reservas hídricas como nevados, lagunas y acuíferos que mantienen manantes, riachuelos y ríos, los cuales cada vez presentan una menor disponibilidad hídrica que afecta las actividades domésticas y productivas como la agrícola fundamentalmente.

El cambio climático es una situación de connotación mundial y de naturaleza permanente a largo plazo con el cual se tiene que convivir y adecuar para mitigar cada vez mayor escasez de agua en época de estiaje.

Este proyecto de naturaleza ambiental trata de potenciar y conservar el recurso hídrico en la laguna de Muchillay pertenecientes a los ecosistemas lacustres altoandino en la cuenca Vilcanota con el mayor almacenamiento de agua superficial a través del mejoramiento de la retención hídrica de los almacenamientos naturales: principalmente de las precipitaciones pluviales, nevados y arroyos.

El proyecto se orienta al incremento de la oferta hídrica disminuyendo la escasez frente a la demanda de las actividades productivas principalmente de riego y la restauración de los ecosistemas acuáticos, mejorando los niveles de producción y productividad en la agricultura y las condiciones ambientales de la comunidad campesina de Chumpe, Un beneficio adicional de este proyecto son las mejoras ambientales y su acción positiva sobre la biodiversidad.

2.2 Objetivos Generales

- Elaborar el proyecto “DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO”, para poner bajo riego las áreas agrícolas de la comunidad campesina de Chumpe.

2.3 Objetivos Específicos

- Realizar el estudio básico de topografía de la lagua de Muchillay.
- Realizar el estudio básico de hidrología de la cuenca de Muchillay.
- Realizar el estudio básico de hidráulica de la presa de Muchillay.
- Realizar el estudio geológico y geotécnico de la zona de emplazamiento Muchillay.
- Diseño e instrumentación de la presa Muchillay
- Elaboración de los costos, presupuesto y programación de obra del proyecto.

2.4 Descripción del proyecto

El proyecto denominado “DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO”, consiste en la elaboración del expediente técnico de la presa laguna de Muchillay, evaluación técnica de todos los estudios básicos realizados (Topografía, Hidrológia, Hidráulica, Geológia, Geotécnia, Geofísica Gestión de riesgos, Características Agronómicas, Estudios de impacto ambiental y otros). Así como el planteamiento hidráulico y cálculos de ingeniería para el dimensionamiento definitivo, se ha definido el tipo de presa, obras conexas, y demás características hidráulicas y estructurales de la presa Laguna de Muchillay.

Los fundamentos técnicos y los criterios utilizados para la definición final del tipo de presa y las características de las obras conexas, se describen en los siguientes capítulos, a medida que se desarrollan, por lo que a continuación se

describe todos los componentes de la presa como resultado de los cálculos de diseño realizado.

2.4.1 Descripción de las Características de la Presa Laguna de Muchillay

- La cortina de la presa está conformada por tierra homogénea con una sección trapezoidal de base menor de 4.5m de ancho de corona, y la base mayor con 24.8m.
- La altura de la cortina medida desde la cota de la cimentación (4,299.00 msnm) hasta la cota de la corona (4,305.20 msnm) es de de 6.20 m.
- El volumen útil para atender las demandas agrícolas es de 147,101.98 m^3, sin embargo, el volumen de operación de la Presa es de 196,000.00 m^3 (Volumen embalsado) de acuerdo al rendimiento hídrico (escorrentía).
- La longitud total de la presa es de 58.00 m.
- El ancho de la corona es de 4.5 m.
- Los taludes internos de la cortina de la presa de tierra homogénea, tanto el de aguas arriba como el de aguas abajo, son de pendiente uniforme de 1.0 Vertical por 2.0 Horizontal (1V : 2.H), y los taludes exteriores de los enrocados de protección tanto aguas arriba como aguas abajo deberán tener un talud uniforme de 1 Vertical por 2.5 Horizontal (1V : 2.5H).
- Para la conformación de la cortina de la presa, se ha ubicado y evaluado dos canteras en las laderas de la lomada lateral una ubicadas a 0.1 km y 0.46 km de la ruta que dirige a la laguna Muchillay con características físicas mecánicas aptas para ser usadas en el terraplén del dique de presa. Se recomienda explotar esta cantera en banquetas con un ángulo de talud que no supere los 30º a fin de no desestabilizar el talud natural de ladera.
- El volumen requerido para la conformación total del cuerpo de la presa asciende a los 4,015.06 m^3.
- El talud aguas arriba de la cortina de la presa, está constituido por un enrocado de protección con espesores de 0.20 en la corona y de 1.00 m

en el pie del talud.

- Los materiales rocosos para los espaldones de la presa se encuentran en la cabecera de la laguna canteras de piedras, los cuales se pueden obtener sin necesidad de explosivos, son de buena calidad, para la construcción, se trata de rocas volcánicas del grupo Mitu, que han sido ensayadas para otras lagunas de este proyecto con buenos resultados.
- El volumen de roca riprap (aristas promedio de 0.15 m – 0.20 m), requerido para los espaldones asciende a los 522.15 m^3.
- El Bordo Libre calculado es de 1.20 m, contados a partir de la cota del NAMO hasta la corona de la presa, (incluye el pelo de agua del vertedor).
- La presa lleva un filtro tipo colchón horizontal de forma trapezoidal, ubicado en la base del terraplén, en el contacto del cuerpo con el terreno de fundación, con dimensiones de 20x9 m, con un espesor promedio de 0.50 m, el mismo que se encargará de deprimir la línea superior de saturación del cuerpo de la presa captando las aguas de filtración.
- El talud aguas arriba de la presa, esta impermeabilizado en su totalidad con la instalación de capas de geotextil+ geomembrana (sobre todo lo cual irá emplazado el enrocado de protección). En los planos se indica los detalles de su colocación y el proceso se puede observar en las especificaciones técnicas.
- La profundidad de exploración de la zona donde se emplazara la cortina de la presa es de 0.80m hasta 2.50 metros mediante excavación de calicatas en todos los casos hasta llegar al basamento rocoso lugar de interés donde se apoyara directamente la cimentación de la presa, de acuerdo a la prospección geofísica los estratos siguientes corresponden a rocas o suelo muy rígidos, sin embargo se realizó la evaluación geomecánica de rocas en muestras del basamento rocoso donde se llegó y en afloramientos de macizos rocosos representativos en el vaso de la presa, donde se obtuvo la toma de datos para luego ser procesados y evaluados en gabinete.

De la evaluación del macizo rocoso, se llegó a una clasificación R.M.R

tipo II (BUENO), esto nos indica que es un basamento de buena calidad sin riesgo a infiltraciones ni colapsos.

- En el cuerpo de la presa se incluye la construcción de un dentellón, de forma trapezoidal, con base menor de 2.50 m de ancho, base mayor de 5.00 m y altura de 1.50, penetrando el basamento rocoso hasta una altura máxima de 1 m en la zona critica de la presa
- Los materiales producto de la excavación de la cimentación acumulados aguas abajo de la presa serán eliminados en resguardo de los aspectos ecológicos de la zona, dichos trabajos se encuentran considerados en el presupuesto de la obra.

2.4.2 Descripción del Aliviadero de Demasías

El aliviadero es un vertedero tipo Creager de albañilería de piedra, ubicada en el flanco izquierdo de la presa aguas arriba del terraplén, en la cota 4,304.0 msnm. Su función será evacuar las aguas en exceso que ingresa al embalse, en estado de máximo almacenamiento, en época de avenidas procedentes de las precipitaciones pluviales, nevadas, u otros fenómenos como deslizamientos de taludes, aguas arriba del embalse.

El caudal de máximas Avenidas para un periodo de retorno de 500 años, calculado es de 4.06 m^3/s, y el caudal de laminación en la laguna es de 0.38 m^3/s, dato que se ha utilizado para el dimensionamiento de esta estructura.

El aliviadero de demasías está conformado por tres estructuras hidráulicas como son: el vertedor lateral, el canal de evacuación, y la poza de amortiguación, las mismas que se detallan en el presente estudio.

- **El Vertedero Lateral**

  El vertedor lateral, es de concreto ciclópeo f´c=175 kg/cm^2 con un ancho interior de 2.0 m es de albañilería de piedra y se ubica en el flanco izquierdo aguas arriba, a la cota de 4,304.0 msnm, que es el nivel de aguas

máximas de operación (NAMO). Su función consiste en captar las aguas de excedencias del embalse lleno y conducirlas hacia el canal de evacuación. Al final del vertedor continúa el canal de evacuación hasta la transición hacia el cauce natural.

La altura del pelo de agua calculado para el caudal de avenida máxima laminado de diseño de 0.38 m^3/s es de 0.20 m.

- **El Canal de Evacuación**

  Es un canal rectangular que nace al final del vertedor, y termina en la progresiva 0 + 47 de concreto armado con un ancho interior de 0.6m.

  La función de este canal es la de conducir las aguas excedentes de la presa desde el rebosadero hasta el cauce natural aguas abajo de la presa en una distancia de 90 m.

- **Poza de Amortiguación y Entrega al cauce natural**

  Este tramo es la parte final del Aliviadero y está constituido por una zona de canal empinado y otra del pozo de amortiguación, que abarca desde la progresiva 0 + 47, cuenta con 4.0 m de longitud con un ancho interno de 0.6.

2.4.3 Descripción de las obras de Descarga

Las obras de descarga de operación de la Presa Laguna Muchillay, están constituidas por tres componentes hidráulicos que son: Estructura de Ingreso, tubería de Conducción o Descarga y la Estructura de Salida o Cámara de Válvulas y servirán para captar un caudal de hasta 60.0lts/s en su nivel máximo de agua.

- **Estructura de Ingreso**

  Estará constituida por un solado de concreto que termina en una cámara

cuadrada de ingreso a la tubería, la cámara empotra a una rejilla acero de 0.70x0.70m de protección contra el ingreso de restos orgánicos u otros elementos.

Dicha estructura tiene la finalidad de proteger la tubería de conducción en su zona de ingreso, y de esta manera mantener limpio el conducto de descarga de operación. Así mismo tiene la finalidad de mantener estable toda la zona de la estructura de ingreso. La rejilla debe tener sus cocos de 5 cm de lado, que permita retener los elementos obstructivos.

- **Tubería de Conducción**

La presa cuenta con una tubería PVC UF PN 5 de 160 mm de diámetro con un gasto diario de 12.37 l/s, instalado a la cota 4,300.00 msnm en la estructura de ingreso y a la cota de 4,299.50 en la estructura de salida, con una longitud total de 28.50 m, empotrada tanto en la estructura de ingreso como en la de salida. La tubería lleva una estructura de protección de concreto armado de sección cuadrada de 0.30 m de lado, así mismo la tubería de descarga, además de la estructura de refuerzo de concreto armado ya descrito llevará pantallas interceptoras de collar cada 1.40 m de distancia entre sí. La sección de las pantallas interceptoras será de 0.90 m de lado x 0.20 m de espesor.

- **Estructura de salida**

Está constituida por una cámara de válvula de concreto armado f´c =210 kg/cm2, de 1.60 x1.50 m de lado por 1.50 m de altura con una compuerta en el techo de 0.60 m y escaleras cada 0.20 m que permitirá el ingreso a la cámara para operar la válvula de compuerta tipo Mazza de 6 pulgadas de diámetro, que servirá para controlar los caudales de salida de la tubería de descarga. Fuera de la cámara se construirá una pantalla deflectora con la finalidad de atenuar la presión del agua que sale de la tubería de descarga, además se construirá más abajo un solado de concreto armado de 0.25 m de espesor donde caerán las aguas de descarga de la tubería, tal como se

indica en los planos. La forma y características de su ejecución se encuentran descritas en las especificaciones técnicas que por cada partida se ha redactado, en concordancia con las partidas del presupuesto y sus respectivos costos unitarios.

2.4.4 Instrumentación de la Presa

La presa deberá ser instrumentada, con la colocación de los siguientes elementos de control y monitoreo:

- **Puntos de Nivelación**

  La corona cuenta con 3 puntos de control y referencia, (BMs) en cada uno de los estribos y en la parte central, en la parte media del talud tanto de aguas arriba como aguas abajo, llevan puntos de control en el enrocado de pie de talud, monumentados con concreto, con un pivote central de fierro en cada uno, con la finalidad de que periódicamente se efectúe el control de la nivelación de los puntos del coronamiento de la presa y taludes, para observar y controlar los asentamientos verticales de la presa. Las lecturas de campo pueden realizarse cada mes, y se llevará un registro de datos. Para cuyo efecto la primera medición servirá como lectura base a partir de la cual se efectuarán los controles. Durante los meses de precipitaciones se llevarán a efecto las lecturas de nivelación cada 15 días con la finalidad de analizar el comportamiento de la presa durante el llenado del embalse, especialmente durante los primeros años de funcionamiento.

- **Limnímetro**

  La presa cuenta con una regla limnimétrica en el talud aguas arriba de la presa ubicada estratégicamente y con su acceso respectivo, con la finalidad de poder efectuar la lectura del nivel del embalse, debiendo leerse periódicamente, de acuerdo al requerimiento, este aspecto también ira establecido en el Manual de Operación indicado. Durante los meses de precipitaciones pluviales deberá intensificarse estas mediciones con la

finalidad de determinar el ritmo de llenado según la intensidad de las precipitaciones pluviales. Dicha rejilla estará en el sistema métrico al centímetro de precisión y a colores para su inmediata identificación y precisión en las lecturas.

2.4.5 Resumen del Dimensionamiento de la Presa y Obras Conexas

Descripción	Dimensiones
Bordo Libre	1.20 m
Ancho de corona	4.50 m
Longitud total de la corona	58.00 m
Talud Interior cuerpo de la presa aguas arriba y abajo	1.0 vertical 2.0 horizontal
Talud Exterior enrocado aguas arriba y abajo	1.0 vertical 2.50 horizontal
Cota de corona	4,305.20 msnm
Cota del vertedor (NAMO)	4,304.00 msnm
Nivel máximo de aguas extraordinarias (NAME)	4,304.20 msnm
Nivel Mínimo de Operación (NAMINO)	4,301.00 msnm
Nivel de Aguas Mínimas (NAMIN)	4,300.00 msnm
Volumen total de operación del embalse	196,000.00 m^3
Cota de fundación (terreno desbrozado)	4,299.00 msnm
Altura de la presa	6.20 m
Altura efectiva de operación de la presa	3.00 m
Ancho de la base mayor	24.80 m
Caudal regulado	12.37 l/s
Material del cuerpo de la presa	GC (SUCS)
Impermeabilización aguas arriba	Manta asfáltica + Geotextil
Capacidad máxima del aliviadero	0.38 m^3/s
Tubería de descarga y/o operación principal	01 línea de 6pulg
Válvula de control principal	01 Und de 6pulg
Tratamiento talud Aguas Arriba	Pedraplén + enrocado
Tratamiento talud Aguas Abajo	Champeo

Elaboración propia

2.5 Ubicación del proyecto

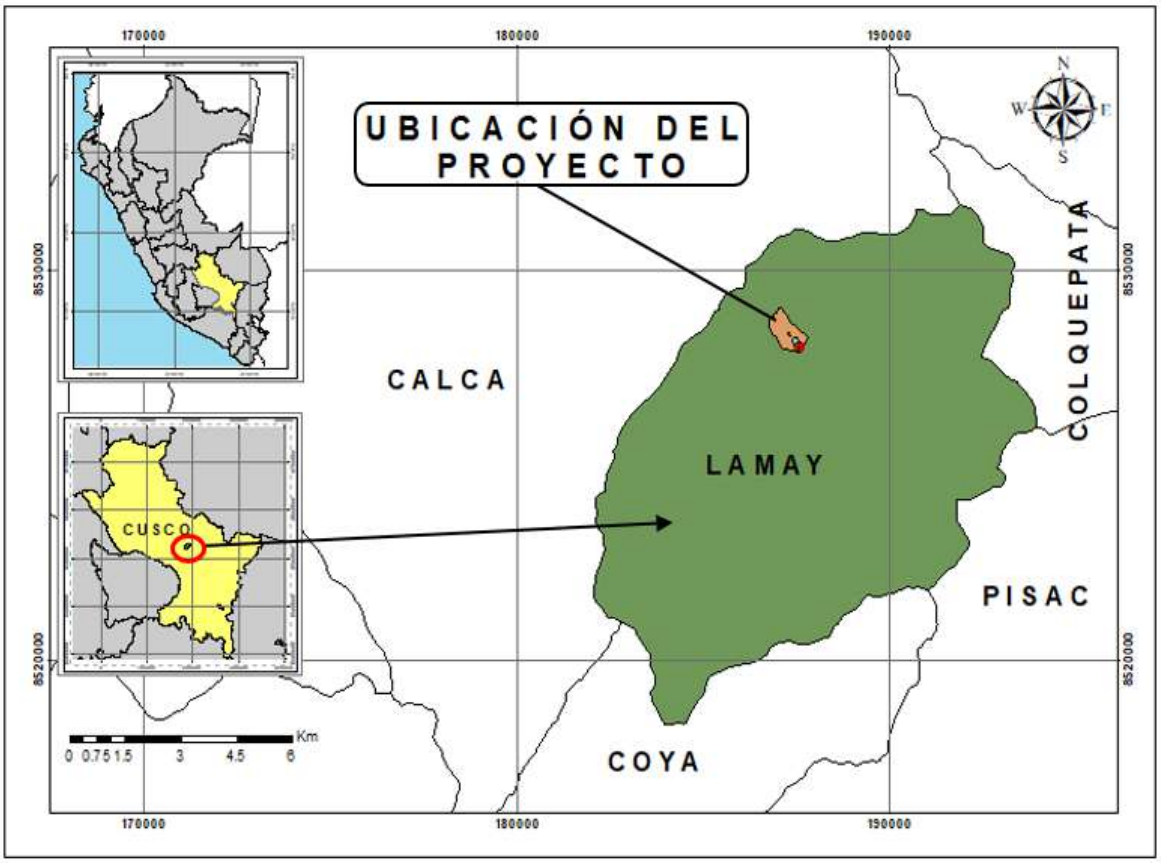
Ubicación Política

- REGIÓN : Cusco.
- PROVINCIA : Calca.
- DISTRITO : Lamay.
- COMUNIDAD : Chumpe.
- SECTOR : Laguna Muchillay – Chumpe.
- ALTITUD : 4300.00 m.s.n.m.

Ubicación Geográfica

Se encuentra Ubicada en las coordenadas: 13° 17’ 54.07” latitud sur y 71° 53’ 0.82” longitud oeste, con una altitud promedio de 4300 m.s.n.m., en la zona alta de la comunidad de Chumpe.

Figura 1. Mapa de Ubicación del proyecto



Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Mapa de localización del proyecto

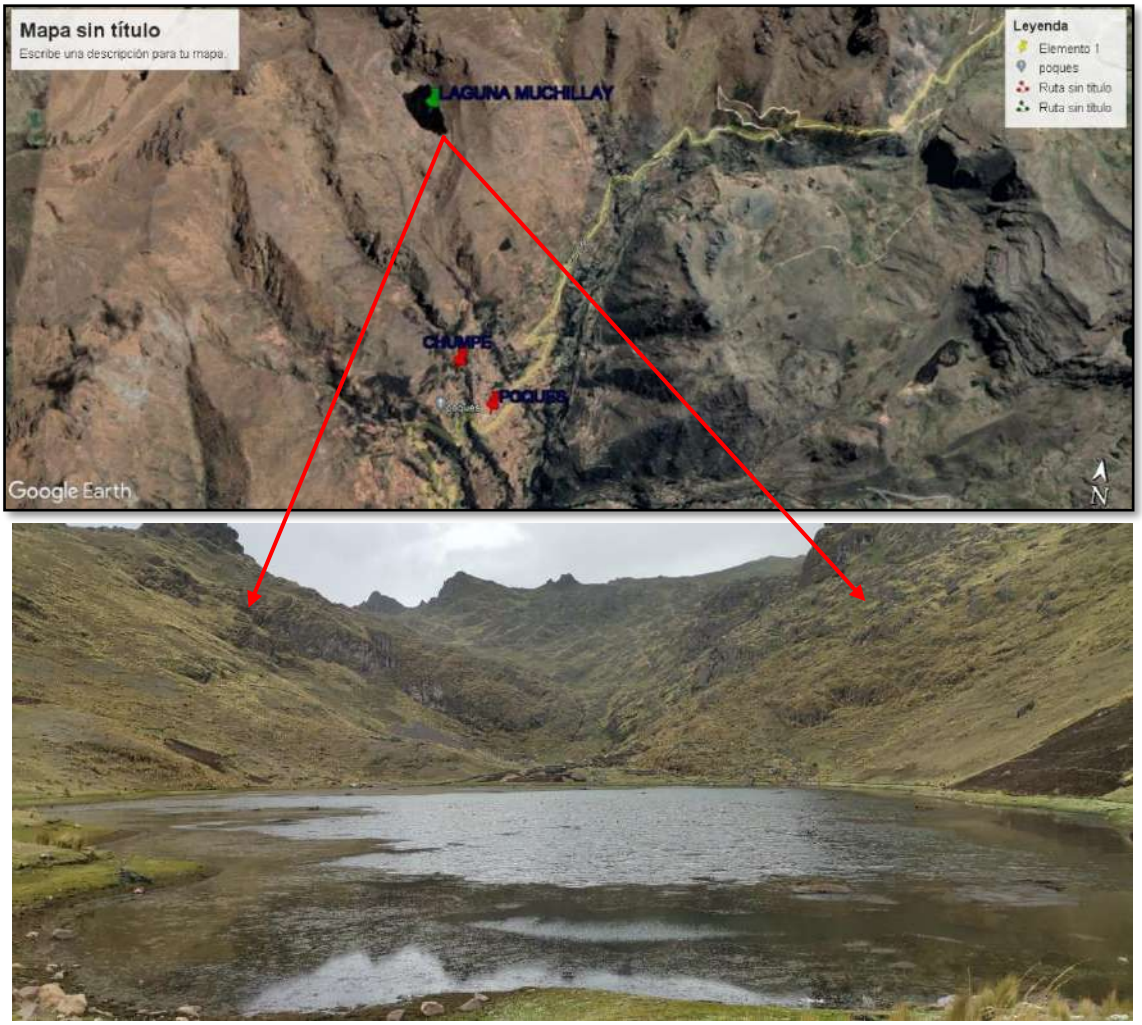


Figura 3. Reconocimiento de campo

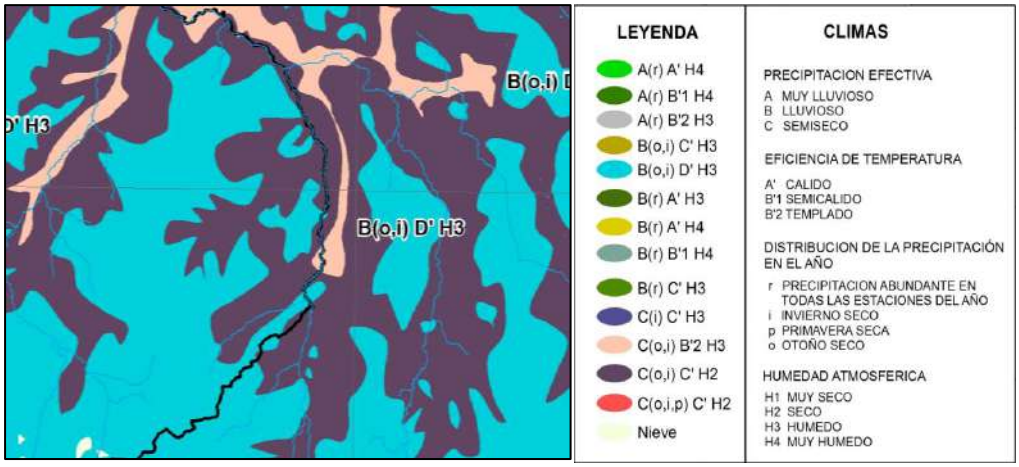


Características climáticas

En el área de estudio el clima es lluvioso en otoño e invierno seco con

humedad atmosférica, cuyo clima es frígido por el nivel de altura que se ubica las localidades de Chumpe a Muchillay.

Figura 4. Mapa de características climáticas



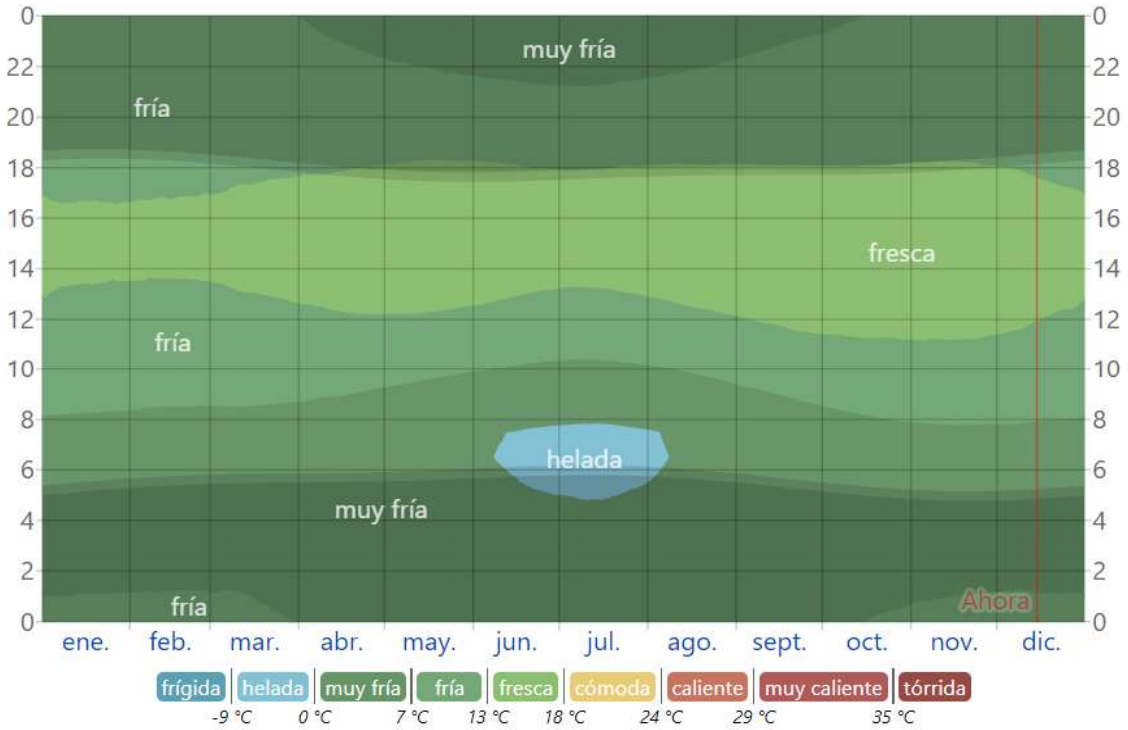
Temperatura

La temporada templada dura 2,7 meses, del 5 de septiembre al 28 de noviembre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 16 °C. El día más caluroso del año es el 3 de noviembre, con una temperatura máxima promedio de 16 °C y una temperatura mínima promedio de 5 °C. La temporada fría dura 2,6 meses, del 1 de enero al 19 de marzo, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 15 °C. El día más frío del año es el 9 de julio, con una temperatura mínima promedio de -1 °C y máxima promedio de 15 °C.

Tabla 1. Temperaturas medias de la laguna Muchillay

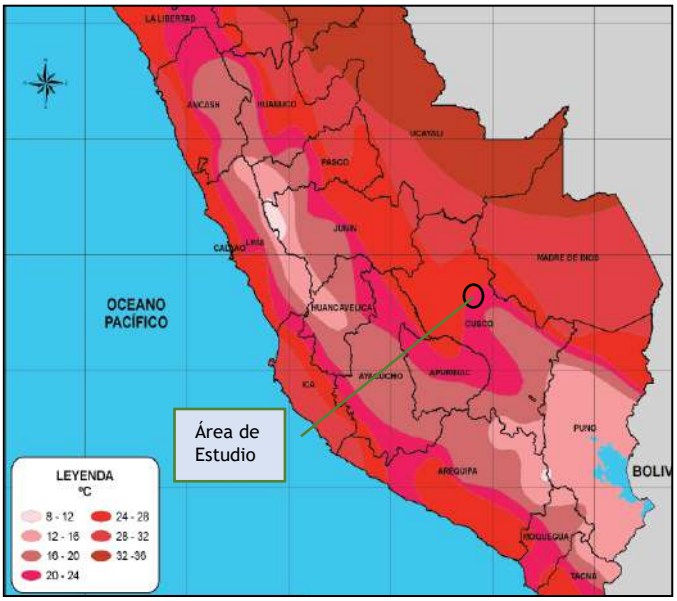
Promedio	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sept.	oct.	nov.	dic.
Máxima	14 °C	14 °C	15 °C	15 °C	15 °C	15 °C	15 °C	15 °C	16 °C	16 °C	16 °C	15 °C
Temp.	9 °C	9 °C	9 °C	9 °C	8 °C	7 °C	7 °C	8 °C	9 °C	10 °C	10 °C	10 °C
Mínima	5 °C	5 °C	5 °C	4 °C	1 °C	-1 °C	-1 °C	0 °C	3 °C	4 °C	5 °C	5 °C

Figura 5. Temperaturas medias de la laguna Muchillay



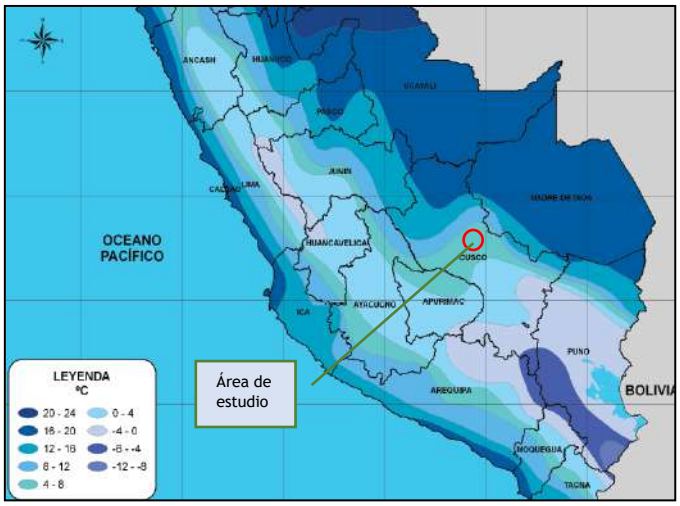
Fuente: weatherspark.com

Figura 6. Mapa de temperaturas máximas de la zona del proyecto



Fuente: Dirección General de Meteorología – SENAMHI

Figura 7. Mapa de temperaturas mínimas de la zona del proyecto

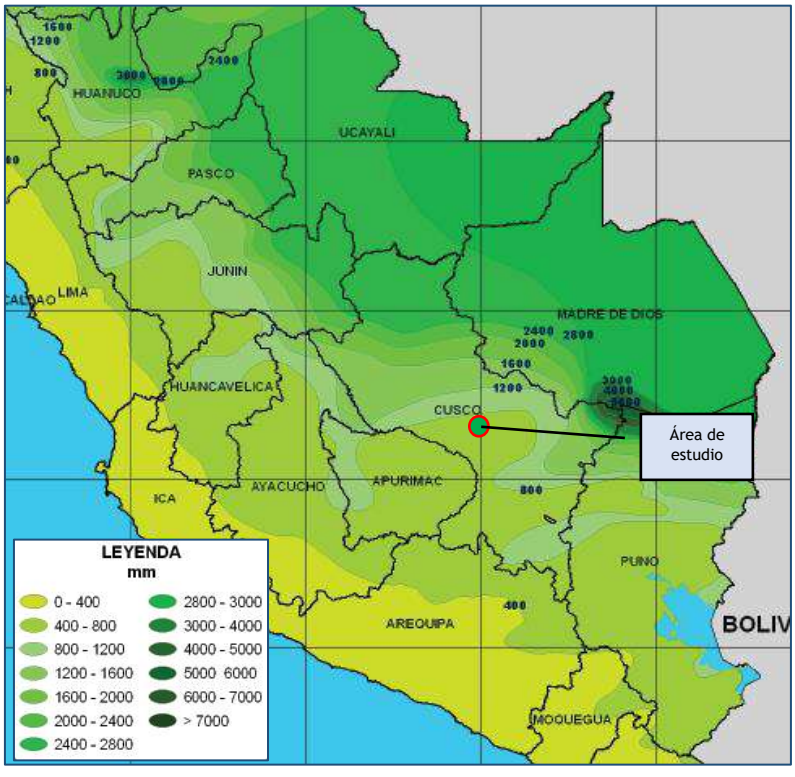


Fuente: Dirección General de Meteorología – SENAMHI

Precipitación

La zona de estudio presenta una precipitación de 800 a 1200 mm anuales en promedio, se caracteriza por ser zonas de sequedad en periodos de abril a diciembre típico de las áreas de la sierra con precipitaciones ascendentes hacia el este y la vertiente oriental muy húmeda, tal como se aprecia en el mapa de la localización del área de estudio.

Figura 8. Mapa de precipitación en el área de estudio



Fuente: Dirección General de Meteorología – SENAMHI

2.6 Resumen del costo del proyecto

Tabla 2. Resumen del costo del proyecto

Costo Directo		771,384.45
Gastos Generales	15.848209%	122,250.62
Gastos de Supervisión	9.209732%	71,042.44
Liquidación	1.29637%	10,000.00
Presupuesto Total		**974,677.51**

Fuente: Elaboración propia

[Son: novecientos setenta y cuatro mil seiscientos setenta y siete Soles con cincuenta y un céntimos]

2.7 Plazo de ejecución

120 días calendarios

2.8 Modalidad de ejecución

El tipo de ejecución será por Administración directa

CAPÍTULO III: SITUACIÓN ACTUAL

3.1 Situación actual de la infraestructura

Actualmente en la zona en estudio no existe infraestructura hidráulica, se trata de un nuevo sistema de embalse.

3.2 Características Socio Económicas

3.2.1 Población beneficiada

El área de influencia directa del presente estudio cuenta con 409 habitantes, determinado por la comunidad de Chumpe, integrado por 102 familias con una densidad poblacional de 4 miembros por hogar.

Tabla 3. Población del área de influencia directa

P: Sexo	Casos	%	Acumulado %
Hombre	208	50.86%	50.86%
Mujer	201	49.14%	100.00%
Total	409	100.00%	100.00%

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) – PERÚ

Tabla 4. Población del área de influencia por centros poblados

Comunidad/ Centro Poblado	Familias	Hab/Familias	Habitantes
Chumpe	102	4.00%	409
Total	102		409

Fuente: Padrón comunal y Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) – PERÚ

3.2.2 Actividad principal de la población y nivel de vida

En el ámbito del área de influencia, la actividad económica principal es la agropecuaria, seguido por el comercio y construcciones.

Agricultura

En el ámbito distrital la actividad principal es la agrícola, principalmente los cultivos de papa, cebada, maíz, olluco, quinua entre otros, como se presenta a continuación.

Tabla 5. Intenciones de siembra distrito de Lamay

PRODUCTO	TOTAL	INTENCIONES DE SIEMBRA											
		2018					2019						
		AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
DISTRITO DE LAMAY	**779**	**53**	**197**	**389**	**109**	**28**	**3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
ARVEJA GRANO SECO	12	-	8	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ARVEJA GRANO VERDE	5	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CEBADA GRANO	41	-	-	5	16	17	3	-	-	-	-	-	-
CEBOLLA CABEZA ROJA	2	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HABA GRANO SECO	32	-	-	17	15	-	-	-	-	-	-	-	-
MAÍZ AMILÁCEO	262	-	90	150	22	-	-	-	-	-	-	-	-
MAÍZ CHOCLO	17	12	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OLLUCO	51	38	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PAPA COLOR	10	-	7	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PAPA NATIVA	279	-	70	190	19	-	-	-	-	-	-	-	-
QUINUA	34	-	-	10	18	6	-	-	-	-	-	-	-
TRIGO	32	-	-	9	18	5	-	-	-	-	-	-	-
ZANAHORIA	2	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego - DGESEP-DEA

El periodo de siembra se produce de agosto a noviembre, esto depende estrechamente de la presencia de las lluvias, la cosecha generalmente se hace durante los meses de abril, mayo, julio y parte de julio.

Figura 9. Áreas de cultivo



La práctica de la agricultura de esta comunidad es rotativa, según información de los pobladores en un determinado terreno se practica la agricultura cada 4 años. En esta actividad participan varones y mujeres, ambos tienen sus funciones bien definidas; los varones realizan los trabajos de fuerza como el traslado de semilla y de producción en sus hombros, el arado, riego y aporque, las mujeres apoyan en colocar la semilla en el momento de la siembra, la recolección y selección del producto durante la cosecha, así mismo las mujeres se encargan de preparar los alimentos y la bebida para cada etapa del cultivo. Los niños también apoyan con diversas actividades livianas relacionadas a la agricultura.

Ganadería

Los pobladores del área de influencia crían vacunos, ovinos, cerdos, cuyes y gallinas para el autoconsumo y comercio. La venta de los animales es una fuente de ingreso de las familias. Esta actividad es realizada mayormente por mujeres porque no implica mucho esfuerzo físico. Mientras que los varones se dedican a trabajar mayormente en la chacra y en algunos casos migran a otras localidades a trabajar.

Artesanía

En el estudio de campo se pudo verificar que la gran mayoría de los habitantes se dedican a la elaboración de artesanía textil produciendo bayetas, prendas de vestir, chullos, lliqllas, fajas, ondas, polleras, entre otros. Esta actividad es realizada de manera artesanal por varones y mujeres en igual proporción desde la obtención de lana de oveja hasta la elaboración de prendas de vestir, generalmente lo realizan en sus ratos libres o durante el pastoreo de ganado.

Nivel de vida e indicadores socioeconómicos.

De acuerdo al Índice de desarrollo humano el distrito de Lamay se ubica en el ranking de población en el número 786 a nivel nacional, así mismo tiene un Índice de Desarrollo Humano del 0.2592, lo que significa el déficit del 80% de las necesidades básicas orientados a un desarrollo humano adecuado cuyo ranking se aleja a 1,244 a nivel nacional. La esperanza de vida en el distrito de Lamay se estima en 74 años, la población con educación secundaria es del

32.94%, por otra parte, los años de escolaridad es de 4.99 ubicándose en el ranking 1469 a nivel nacional y finalmente el ingreso familiar per cápita es de 225.6 soles mensuales.

Tabla 6. Indicador de los índices de desarrollo humano

UBIGEO	Departamento / Provincia / Distrito		Población		Índice de Desarrollo Humano		Esperanza de vida al nacer		Población con Educ. secundaria completa		Años de educación (Poblac. 25 y más)		Ingreso familiar per cápita	
			habitantes	ranking	IDH	ranking	años	ranking	%	ranking	años	ranking	N.S. mes	ranking
080400		**Calca**	**72,583**	**86**	**0.3187**	**117**	**71.75**	**119**	**41.63**	**110**	**5.90**	**133**	**330.50**	**115**
080401	1	Calca	22,276	249	0.3848	567	69.55	1,406	51.00	735	7.55	595	451.40	543
080402	2	Coya	4,006	994	0.2785	1,118	69.81	1,387	53.71	674	5.59	1,248	223.40	1,289
080403	3	Lamay	5,758	786	0.2592	1,244	74.67	725	32.94	1,215	4.99	1,469	225.60	1,282
080404	4	Lares	7,384	659	0.1615	1,773	68.23	1,494	20.69	1,547	3.72	1,780	121.20	1,731
080405	5	Pisac	10,165	502	0.3465	736	75.40	611	45.14	874	5.98	1,103	369.90	748
080406	6	San Salvador	5,612	803	0.2192	1,528	72.37	1,067	30.02	1,292	4.16	1,704	182.20	1,472
080407	7	Taray	4,674	907	0.3446	743	77.65	325	53.38	677	5.76	1,172	332.70	879
080408	8	Yanatile	12,708	417	0.2907	1,042	70.77	1,280	22.22	1,506	5.73	1,182	354.90	803

El indicador de inseguridad alimentaria representa el promedio de los componentes de la seguridad alimentaria y expresa el nivel de vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria, a nivel distrital su valor es 0.6817 lo que significa que existe vulnerabilidad en la cantidad de alimentos disponibles a nivel local, que está relacionada con el suministro insuficiente de estos frente a los requerimientos de la población y depende de la producción local o la importación de alimentos.

Tabla 7. Índices de seguridad alimentaria

Distrito de Lamay									
Población 2014	Hombres 2014	Mujeres 2014	% población rural 2007	Índice de Vulnerabilidad a la seguridad Alimentaria	Nivel de Vulnerabilidad a la seguridad Alimentaria	% Población en proceso de inclusión MIDIS	% Pobres 2009	% Pobres extremos 2009	Tasa de desnutrición 2009
5,765	**2,781**	**2,894**	**66.2%**	**0.6817**	**4. Alta**	**84.6%**	**83.8%**	**56.2%**	**40.38**

El proceso de inclusión define como la población que vive en hogares con 3 o más circunstancias asociadas a los procesos de exclusión a nivel distrital el 84.6% de la población se encuentra en procesos de exclusión por las características de residencia en ámbito rural y nivel socioeconómico.

La población del distrito de Lamay ostenta la tasa más alta de pobreza de 83.8%, extrema pobreza de 56.2% y 40.38% de la tasa de desnutrición crónica infantil a nivel de la provincia de Calca.

3.2.3 Servicios básicos de la población

El 16.7% de las viviendas no tienen agua potable, El 63.7% de las viviendas sin servicios higiénicos, el 21.2% de las viviendas no disponen de energía eléctrica y el 61.7% de las familias no cuentan con acceso a telefonía.

Tabla 8. Indicadores de los servicios básicos

Viviendas en CCPP	Total	Cobertura	Brecha
Con acceso a agua	1,119	83.3%	16.7%
Con acceso a saneamiento	488	36.3%	63.7%
Con acceso a electricidad	1058	78.8%	21.2%
Con acceso a telefonía	515	38.3%	61.7%
completo	357	26.6%	73.4%

Fuente: Sistema de focalización de hogares (SISFOH)

3.2.4 Vías de acceso y medios de transporte

El Acceso a la zona del proyecto es principalmente por la carretera asfaltada Cusco – Calca en una longitud de 48 Km, hasta el distrito de Lamay, de allí por una carretera afirmada de 17 Km, luego por una trocha con acceso vehicular de 4.50 Km que conduce hasta la laguna de Muchillay.

Tabla 9. Vías de acceso al proyecto

RUTA	TIPO DE ACCESO	TIEMPO	DISTANCIA
Cusco - Lamay	Carretera asfaltada	01 hr.	48.00 Km.
Lamay - Chumpe	Carretera Afirmada	30 min.	17.00 km.
Chumpe – Laguna Muchillay	Trocha Carrozable	30 min.	3.5Km.

Elaboración propia

CAPÍTULO IV: ESTUDIOS BÁSICOS

4.1 Estudio topográfico

Los estudios topográficos consisten en las diversas actividades que se realizan con la finalidad de obtener los datos necesarios de campo, para la elaboración de los planos topográficos que reflejan las características superficiales del terreno.

Los estudios topográficos inician con la ubicación del sitio donde se planea construir la presa y con ello el análisis de factibilidad del proyecto, la ubicación de éste se hace a través de los mapas topográficos. Los mapas topográficos muestran un sitio en planta con curvas de nivel referidas a su elevación correspondiente, y con ellas es posible calcular preliminarmente una curva elevaciones capacidades que muestren el volumen de agua que quedaría almacenado para cada altura de la cortina de la presa. Así pueden hacerse propuestas para la localización del eje de la cortina conociendo las diferentes capacidades que se tendrían para cada punto diferente del eje. Es recomendable realizar un levantamiento topográfico específicamente para la ubicación del sitio de la cortina de la presa y vaso de almacenamiento con el fin de obtener planos topográficos más detallados y con esto una curva de elevaciones-capacidades más confiable; es importante que esta curva sea lo más confiable posible ya que con ella se establecerán los niveles de la cortina de la presa; entre ellos el NAMIN, NAMO, NAME, que son los niveles principales para el diseño de una represa.

4.1.1.1 Método de levantamiento topográfico

La evolución de la tecnología ha permitido el desarrollo de métodos y artefactos sofisticados que realizan labores topográficas con mayor exactitud y en menor tiempo. En este aspecto, el uso de los drones constituye una notable innovación que presenta múltiples ventajas en comparación con las técnicas tradicionales, en el presente estudio se optó por el método fotogramétrico.

Este método se emplea normalmente para proyectos de importancia, donde todo el trabajo se realiza prácticamente en gabinete. En la actualidad son los drones los equipos de última generación, las que vienen siendo utilizados en trabajos múltiples de topografía. Los drones equipados con cámaras fotográficas recorren el terreno que se quiere estudiar en cuestión de minutos, recolectando datos con niveles de precisión óptimos. Además, si hay zonas poco accesibles o poco seguras para las personas, son un elemento perfecto para llegar a ellas sin problemas. Las imágenes que han captado las cámaras del dron son procesadas mediante programas que se describen más adelante. Así se obtienen nubes con millones de puntos que son un fiel reflejo de la realidad. Estas imágenes se pueden georreferenciar y escalar, además de extraer coordenadas, distancias, volúmenes, perfiles. y a partir de ello realizar modelos 3D y ortofotos.

4.1.1.2 METODOLOGÍA DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El levantamiento topográfico realizado en la laguna de Muchillay – CC. De Chumpe, zona donde se plantea la propuesta del diseño de la presa se realizó mediante los siguientes procedimientos.

4.1.1.2.1 Georreferenciación

La georreferenciación de los puntos de control BMs, que servirán para hacer el post proceso de todo el vuelo fotogramétrico y ubicación de componentes de la presa se realizara con equipos GNSS R8S trimble en modo cinemático en tiempo real RTK RADIO (Real Time Kinematic) o navegación cinética satelital en tiempo real, es una técnica usada en topografía y navegación marina basada en el uso de medidas de fase de navegadores con señales GPS, GLONASS y/o de Galileo, donde una sola estación de referencia va proporcionar correcciones en tiempo real, obteniendo coordenadas con una precisión milimétrica dependiendo de las condiciones climáticas y visibilidad.

El receptor fijo o referencia estará en modo estático en un punto de coordenadas conocidas, mientras el receptor móvil o “Rover”, es el receptor en movimiento del cual se determinarán las coordenadas en tiempo real.

Para el siguiente modo de recopilación de datos, se deberá de contar con un GPS de doble frecuencia base y remoto, adicionando un colector y un radio MODEM, lacual emitirá las correcciones en tiempo real.

Para ello se realizó el siguiente procedimiento

- Instalación de la base en un punto fijo, con radio y antena externa
- Encendido del COLECTOR DE DATOS que enlazara los dos receptores base y móvil
- Inicialización de la base con referencia a una posición geodésica promedio
- Establecimiento de la posición geodésica promediada con las coordenadas proyectadas con descripción de punto de control base
- Instalación de un móvil (ROVER)
- Toma de los puntos de control BMs con el móvil ROVER y COLECTOR DE DATOS
- Almacenamiento de los puntos
- Transferencia de los datos de campo a la memoria USB

Figura 10. Control fijo y móvil, Estilo de levantamiento RTK



4.1.1.2.2 Monumentación de BMs y ubicación de dianas

- Los puntos de control fueron establecidos en lugares fijos y estratégicos que se puede ver en el plano topográfico y en campo se pintaron en blanco, enumerados los cuales servirán para la ubicación, replanteo y ejecución de todos los componentes de la presa.
- Las dianas fueron ubicadas en lugares visibles en forma de cruz y pintados de color rojo que servirán como puntos de control para la corrección del desface de la nube de puntos en el postproceso del vuelo fotogramétrico.

Figura 11. Monumentación de BMs



Figura 12. Ubicación de dianas



Tabla 10. Coordenadas de los puntos de control

Puntos de control WGS 84 Zona 19L				
N°	**Norte**	**Este**	**Cota**	**Descripción**
1	8527978.522	187525.305	4310.211	ESTACIÓN
2	8527968.201	187568.952	4306.789	DIANA
3	8528020.08	187629.662	4303.448	DIANA
4	8528069.006	187355.82	4321.624	DIANA
5	8528242.774	187364.837	4304.231	DIANA
6	8528243.838	187340.19	4306.428	BM3
7	8527960.795	187562.19	4308.059	BM2
8	8528047.819	187620.761	4308.716	BM1
9	8528099.393	187584.717	4301.862	BM4
10	8528293.437	187462.916	4306.869	BM5
11	8528261.277	187473.227	4299.697	espejo agua
12	8528251.138	187430.872	4298.95	espejo agua
13	8528256.133	187415.505	4299.825	espejo agua
14	8528139.616	187358.445	4299.962	espejo agua
15	8528046.012	187447.179	4299.892	espejo agua
16	8528003.595	187569.727	4299.626	espejo agua
17	8528024.453	187600.985	4299.072	espejo agua

Elaboración propia

4.1.1.2.3 Levantamiento fotogramétrico

El levantamiento fotogramétrico se realizó con DRONE PHANTOM 4 PRO V2.0 Que consiste en sobrevolar la zona de estudio y alrededores a una altura y velocidad constante describiendo una serie de trayectorias paralelas, a media que va avanzando la cámara va tomando fotografías como se muestra en la fotografía número 5 las trayectorias son consecutivas y de sentido inverso, habiendo entre cada trayectoria traslapes que permiten la mejor orientación de las fotografías al momento de su procesamiento en gabinete, a continuación, se muestran los pasos seguidos.

a) Establecimiento de los puntos de control con dianas
b) Disponer de la aplicación drone Deploy en el celular
c) Configurar las unidades y altura de vuelo en el aplicativo drone Deploy

d) Realizar planificación el plan de vuelo en drone Deploy
e) Empezar el vuelo del DRONE (dos planes de vuelo)

Figura 13. Fotografías plan de vuelo





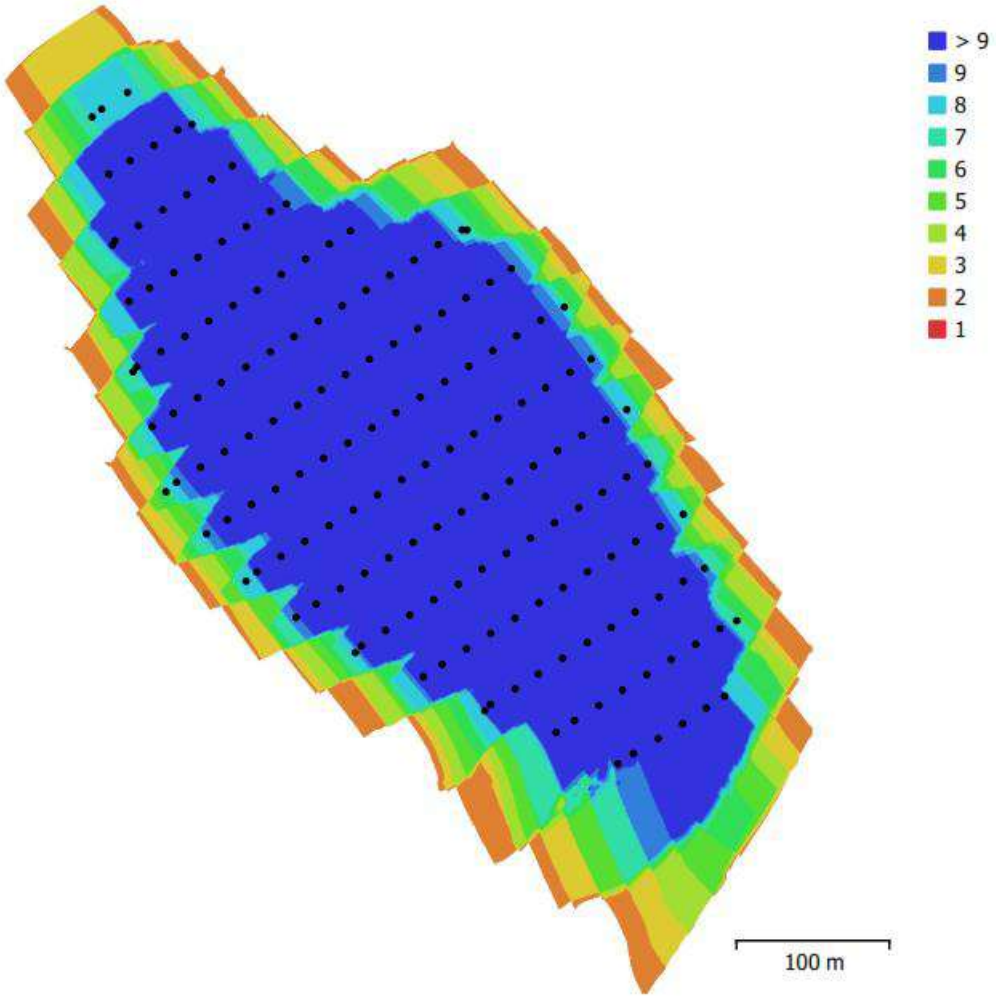
4.1.1.2.4 Trabajos en gabinete

Posterior a los trabajos de campo se procesaron los datos siguiendo los siguientes pasos.

a) Procesamiento de las fotos en el programa Agisoft
b) Procesamiento con los puntos de control y corrección de desface de la nube de puntos con referencia a los puntos de control en el programa Agisoft
c) Procesamiento del ortomosaico con el programa Agisoft
d) Exportación del ortomosaico al programa ArcGIS
e) Exportación de los puntos y curvas de nivel al programa CIVIL 3D

Datos del levantamiento fotogramétrico:

Figura 14. Posiciones de cámaras y solapamiento de imágenes.



Elaboración propia

Número de imágenes: 164 Imágenes alineadas: 164

Altitud media de vuelo:98.8 m Puntos de paso: 110,215

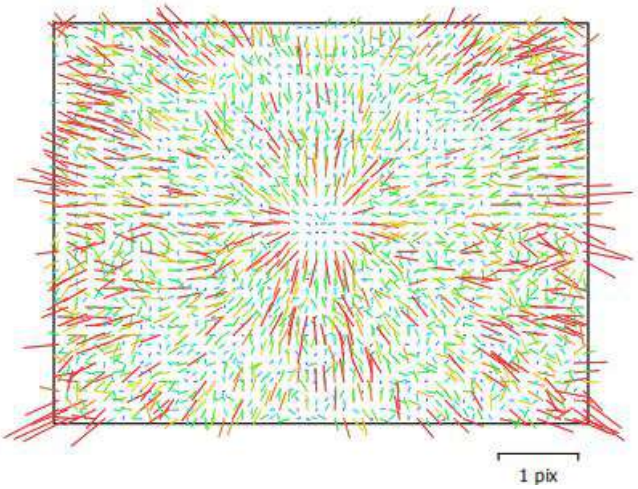
Resolución en terreno: 2.6 cm/pix Proyecciones: 603,881

Área cubierta: 0.167 km^2 Error de reproyección: 0.853 pix

Tabla 11. Calibración de cámaras.

Modelo de cámara	Resolución	Distancia focal	Tamaño de píxel	Precalibrada
FC6310S (8.8mm)	4864 x 3648	8.8 mm	2.61 x 2.61 micras	No

Figura 15. Gráfico de residuales para FC6310S (8.8mm).



FC6310S (8.8mm)

164 imágenes

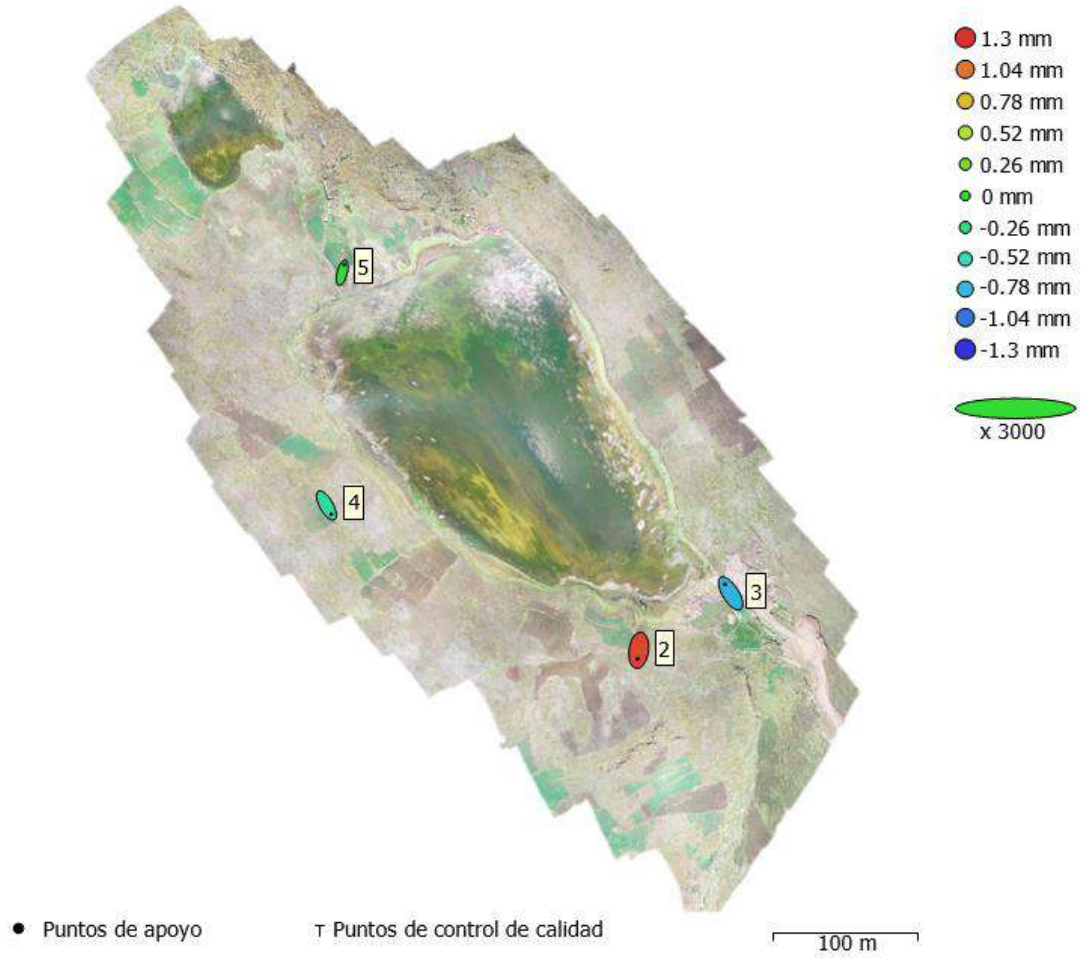
Tipo	Resolución	Distancia focal	Tamaño de píxel
Cuadro	**4864 x 3648**	**8.8 mm**	**2.61 x 2.61**
micras			

Tabla 12. Coeficientes de calibración y matriz de correlación.

	Valor	Error	F	Cx	Cy	K1	K2	K3	P1	P2
F	**3705.1**	0.7	1.00	-0.14	-0.23	-0.25	-0.03	0.12	0.11	-0.25
Cx	**-4.33557**	0.036		1.00	0.03	0.02	0.01	-0.02	0.68	0.01
Cy	**-29.1491**	0.027			1.00	0.07	0.01	-0.02	-0.05	0.68
K1	**-0.0101955**	4.9e-05				1.00	-0.85	0.78	-0.06	0.04
K2	**-0.00662593**	0.00015					1.00	-0.98	-0.00	0.02
K3	**0.016025**	0.00016						1.00	0.01	-0.05
P1	**-0.000232301**	2.8e-06							1.00	-0.05
P2	**-0.00297784**	2.2e-06								1.00

Elaboración propia

Figura 16. Ortomosaico y posiciones de puntos de apoyo



El color indica el error en Z mientras el tamaño y forma de la elipse representan el error en XY. Las posiciones estimadas de puntos de apoyo se marcan con puntos o cruces.

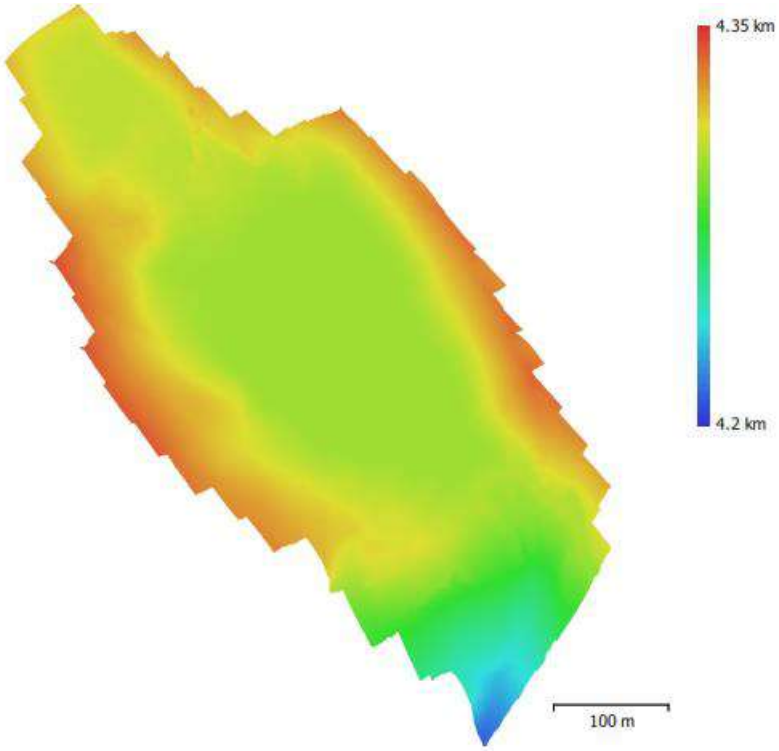
Tabla 13. Puntos de apoyo.

Nombre	Error en X (mm)	Error en Y (mm)	Error en Z (mm)	Total (mm)	Imagen (pix)
2	-0.523989	-3.94832	1.21899	4.1653	0.135 (14)
3	-2.65262	4.2195	-0.804729	5.04858	0.200 (16)
4	2.2291	-3.96265	-0.421026	4.56604	0.256 (11)
5	0.947506	3.69148	0.00676542	3.81114	0.446 (15)
Total	**1.81505**	**3.95989**	**0.760073**	**4.42186**	**0.287**

X - Este, Y - Norte, Z - Altitud.

Modelo digital de elevaciones:

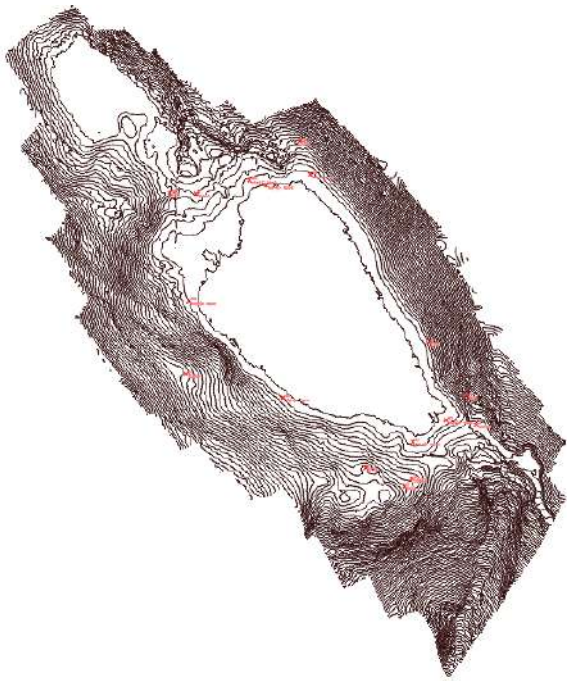
Figura 17. Modelo digital de elevaciones.



Elaboración propia

Resolución: 20.8 cm/pix
Densidad de puntos: 23.1 puntos/m^2

Figura 18. Curvas de nivel, puntos de control y BMs.



Elaboración propia

4.1.2 Nivelación del eje de la cortina de la presa

El levantamiento topográfico del perfil longitudinal y secciones transversales, que representará a la presa, debe realizarse una vez que se hayan inspeccionado varios sitios, seleccionado el mejor. Sin embargo, la elección también se basa en el levantamiento de varias secciones longitudinales probables de la presa. El levantamiento topográfico de esta sección tiene las siguientes finalidades: servir de apoyo a los estudios topográficos, geológicos y de mecánica de suelos donde se emplazará la cortina de la presa, del vaso de almacenamiento y de los bancos de préstamo. Una vez que se ha seleccionado la mejor alternativa para la localización de la cortina y sus estructuras complementarias, desde los puntos de vista topográfico, geológico y de materiales superficiales, se procede a establecer sus extremos. Ambos extremos se colocan aproximadamente a la misma elevación y con objeto de que queden fuera de la zona de construcción se le agregará el nivel máximo de almacenamiento, es decir, la altura correspondiente a la carga sobre el vertedor y el bordo libre. Para realizar el levantamiento del perfil longitudinal y de la sección transversal se procede a fijar la estación total en uno de los extremos de la presa (comúnmente el margen izquierdo), a configurar el aparato, a nivelarlo ya establecer las coordenadas arbitrarias o las obtenidas con o receptor GPS de tal punto.

Una vez realizado el procedimiento anterior, a partir del punto extremo de la margen izquierda y con la estación total en dirección al punto de la margen derecha correspondiente, se van tomando puntos a cada cierta equidistancia o en cada cambio de pendiente visible del terreno Así mismo, se pueden ir colocando estacas o encadenamientos en dichos puntos de inflexión.

El procesamiento de datos del eje de la presa, cuya localización fue definida previamente de acuerdo con el reconocimiento topográfico y geológico, se traza con una línea delimitada por los extremos derecho e izquierdo identificados. Una vez definido el eje, se establecerán los puntos de intersección entre éste y las curvas de nivel; procurando que cada punto tenga la altura correspondiente a la curva de nivel que intercepta. En seguida, se

unen estos puntos con una polilínea iniciando y finalizando en los extremos correspondientes a la presa.

4.2 Estudio Hidrológico e Hidráulico

El estudio hidrológico es elemental a través del cual se realizará acertadamente una estimación confiable y aceptable de los caudales medios mensuales y caudales máximos que circulan por el cauce natural de la zona de estudio.

Para el presente estudio hidrológico se recopilo información disponible de la zona, luego se buscó la mejor metodología para la estimación de caudales mensualizados y máximos con la información de estaciones meteorológicas aledañas a la zona de estudio del proyecto.

4.2.1 Caracterización de la cuenca

Una cuenca hidrográfica es la delimitación topográfica cuyos aportes de agua son principalmente alimentados por precipitaciones que caen en el interior y el excedente de agua forman un punto espacial único, una desembocadura, una estación de aforo, lo cual forma una unidad hidrográfica descrita como unidad física – hídrica.

Las características de la cuenca de la laguna de Muchillay del CC. de Chumpe como unidad hidrográfica son fundamentales los cual permitirá planear y ejecutar acciones de manejo para nuestro proyecto.

INFORMACIÓN BÁSICA:

- La información básica cartografía de la cuenca de Muchillay se recabo de la Información espacial del Instituto Geofísico de la Universidad de Alaska Fairbanks . https://asf.alaska.edu/
- La información de datos meteorológicos se ha obtenido del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI.

4.2.1.1 Ubicación de estaciones meteorológicas utilizadas en el proyecto

Las estaciones meteorológicas utilizada en el presente estudio ha sido obtenido de las Estaciones Meteorológicas más cercanas a la cuenca en estudio.

Tabla 14. Ubicación de estaciones meteorológicas

Estación	Coordenadas Geográficas		Altura	Distrito	Provincia	N° de registros	Periodo de registro
	Este	Norte					
Cusco	71°58'0.0"	13°32'0.0"	3399	Cusco	Cusco	56	1964-2019
Anta	72°12'56"	13°28'5.0"	3340	Anta	Anta	56	1964-2019
Kayra	71°54'0.0"	13°34'0.0"	3219	San Jerónimo	Cusco	56	1964-2019
Paucartambo	71°35'25"	13°19'27"	3042	Paucartambo	Paucartambo	56	1964-2019
Pisac	71°50'58"	13°24'57"	2950	Pisac	Calca	56	1964-2019
Calca	71°57'00"	13°20'0.0"	2926	Calca	Calca	56	1964-2019

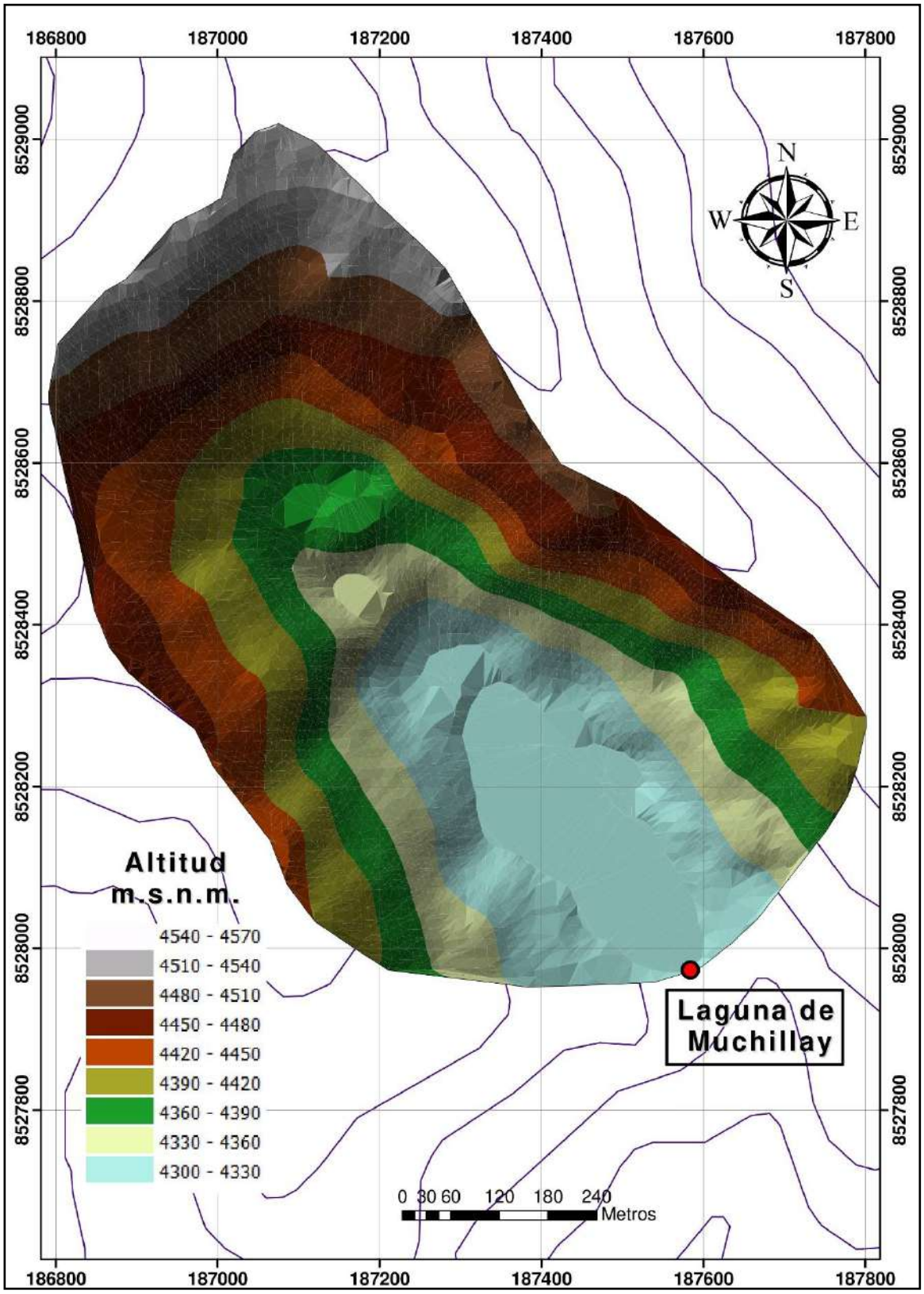
Fuente: elaboración propia

4.2.1.2 Características físicas y morfológicas de la cuenca

4.2.1.2.1 Delimitación de la zona de estudio

Para la delimitación de la Cuenca de estudio se realizó sobre los mapas del Instituto Geofísico de la Universidad de Alaska Fairbanks Cobertura espacial de alta resolución ráster tipo TIFF de tamaño 12.5 x 12.5 de pixel, sobre las cuales se ha delimitado la cuenca de la laguna de Muchillay siguiendo las líneas de altas cumbres o líneas del divortium acuarium hasta el punto de interés como se aprecia en el siguiente gráfico (cálculos realizados en ArcMap 10.5):

Figura 19. Delimitación de la micro cuenca de la laguna de muchillay



Fuente. Elaboración propia (imagen TIN de la micro cuenca laguna de Muchillay).

4.2.1.3 CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DE LA CUENCA

a) Características Físicas

Las características fisiográficas de una cuenca forman un conjunto que influye en el comportamiento hidrológico de dicha cuenca, así como de las respuestas como sistema integral.

Estas características dependen principalmente de la morfología y fisiográfica de las cuencas, donde sus parámetros como (forma, relieve, red de drenaje, entre otras), la geología, tipos de suelos, coberturas vegetales, prácticas agrícolas, etc. Son elementos físicos que proporcionan una posibilidad de conocer y trasferir en el espacio a otros espacios con el mismo régimen hidrológico.

- **Área de la cuenca (At):** El área calculada para la cuenca es de 0.62 km^2.
- **Perímetro de la cuenca (P):** El perímetro calculado es de 3.23 km
- **Índice de compacidad o de Gravelius (Ic**): Coeficiente adimensional que nos da una idea de la forma de la cuenca.

$$I_c = 0.2821 \times \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (\text{At})^{1/2}$$

Donde:

P: perímetro de la cuenca en km

A: área de la cuenca en km^2

$$I_c = 1.15$$

Tabla 15. Forma de la cuenca de acuerdo al índice de compacidad

Índice de Compacidad Ic	Forma de la Cuenca
1.0 a 1.25	Casi Redondeada a Oval Redondeada
1.26 a 1.50	Oval Redondeada a Oval Alargada
1.51 a 1.75	Oval Alargada a Alargada

Fuente: según Ortiz (2004)

El resultado obtenido de 1.15 evidencia el carácter redondeado de la cuenca y por consiguiente se tendrá la forma casi redondeada a oval – redondeada,

cuencas de este tipo están menos expuestas a riesgo de inundaciones.

- **Factor de forma (Ff):** Es la relación entre el área de la cuenca A y el área de un cuadrado de longitud L, siendo L la longitud del rio principal de la cuenca.

- **Razón por circularidad:** Este parámetro relaciona el área de la cuenca con un área de un círculo, cuyo perímetro es igual al perímetro de la cuenca. La importancia de estos parámetros relacionados a la cuenca, nos dan una idea como primera aproximación de la tendencia de la hidrógrafa y del caudal máximo.

$$Rc = \frac{4*\pi*A}{P^2}$$

Si Rc= 1 , cuenca circular

- **Lados del rectángulo equivalente (L; l):** Es una transformación geométrica que permite representar la cuenca, de su forma heterogénea, con la forma de un rectángulo, que tiene la misma área y perímetro. El cálculo de estos viene dado por:

$$L = \frac{Kc \times \sqrt{A}}{1.12}\left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{Kc}\right)^2}\right); \qquad l = \frac{Kc \times \sqrt{A}}{1.12}\left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{Kc}\right)^2}\right)$$

Donde:

A= Área de la cuenca

Kc= Índice de compacidad o de gravelious en Km

$L=kc*(A)^{1/2}(1+(1-(1.12/kc)^2)^{1/2})$

- **Longitud del cauce principal (L):** La longitud del cauce principal es de 0.71 km

b) Características de Relieve

A partir del modelo digital de elevaciones mapas del Instituto Geofísico de la Universidad de Alaska Fairbanks, se usó el software ArcMap 10.5 para la

delimitación de la cuenca y determinar las características del relieve de la cuenca.

- **Pendiente del terreno**

Es la pendiente ponderada para toda la cuenca. Se obtiene a partir del cociente entre el producto de la longitud de las cuevas de nivel que aparecen en la cuenca por la equidistancia entre las mismas y la superficie total de la cuenca.

- **Curva hipsométrica de la cuenca**

La curva hipsométrica es una curva que representa la relación entre la altitud y la superficie de la cuenca que queda sobre esa altitud, Dicha curva presenta, en ordenadas, las distintas cotas de altura de la cuenca, y en abscisas la superficie de la cuenca que se halla por encima de dichas cotas, en Km2 o en porcentaje de la superficie total de la cuenca.

De esta curva se puede extraer una importante relación: "Relación Hipsométrica":

$$Rh = \frac{S_s}{S_i}$$

Donde: Ss y Si son, respectivamente, las áreas sobre y bajo la curva hipsométrica.

Según Strahler (1964), la importancia de esta relación reside en que es un indicador del estado de equilibrio dinámico de la cuenca. Así, cuando Rh = 1, se trata de una cuenca en equilibrio morfológico.

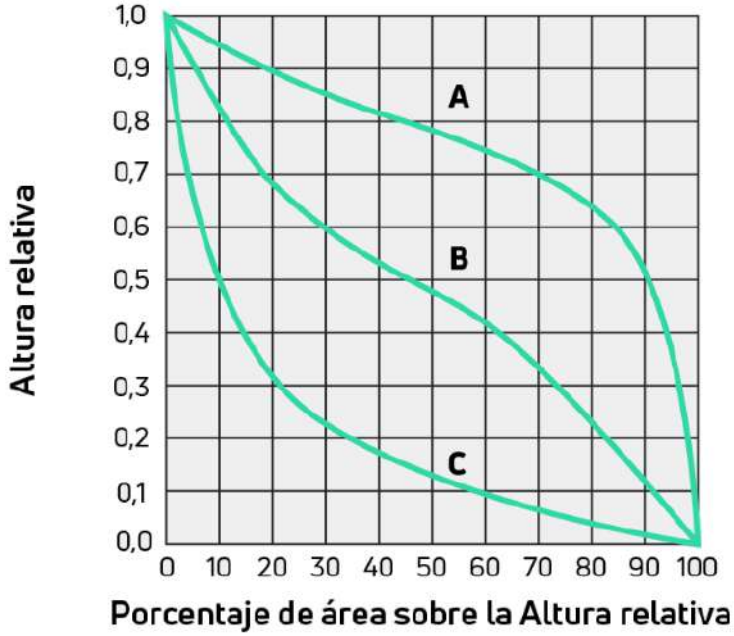
La imagen muestra tres curvas hipsométricas donde se representa los distintos potenciales evolutivos y fases de la vida de los ríos.

La curva A (fase de juventud) refleja una cuenca con un gran potencial erosivo.

La curva B (fase de madurez) es característica de una cuenca en equilibrio.

La curva C (fase de vejez) es típica de una cuenca sedimentaria.

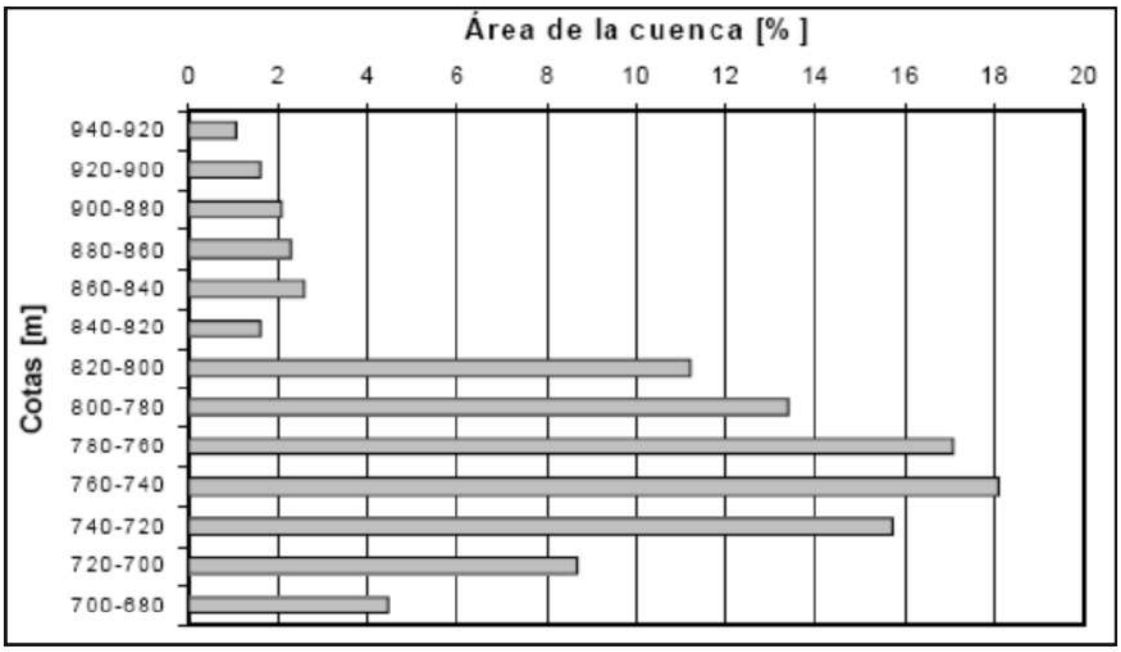
Figura 20. Curvas hipsométricas evolutivas



- **Histograma de frecuencias de altitudes:**

Representa el grado de incidencia de las áreas comprendidas entre curvas de nivel con respecto al total del área de la cuenca.

Figura 21. Representación de un histograma de frecuencias de altitudes



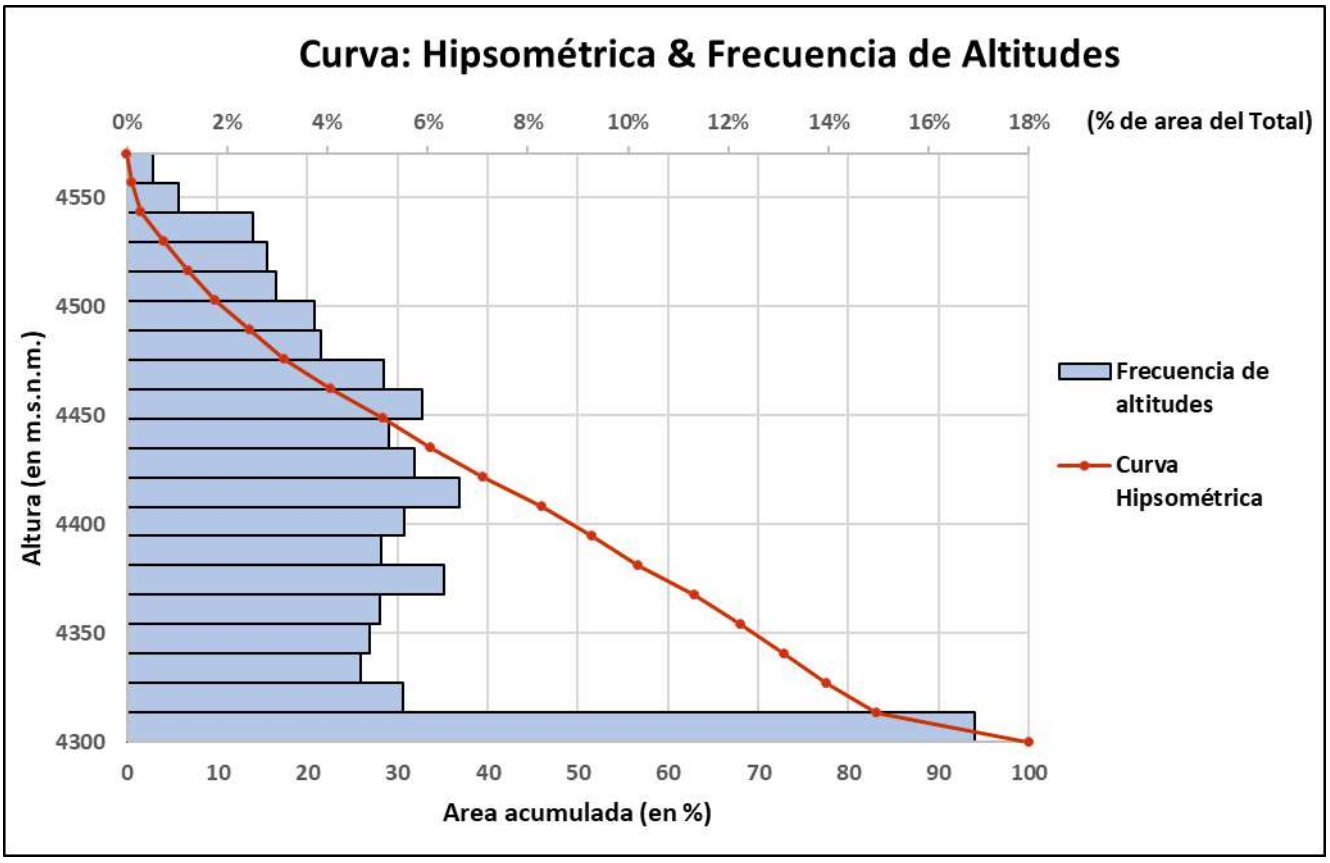
Fuente: Conceptos básico de Hidrología, Balance Hídrico CATIE, 2009.

Tabla 16. Altitud y superficie de la cuenca

N°	Cotas (msnm)			Áreas (km2)		% de Área del Total	%Área acumulada	Cota(msnm)
	Min.	Máx.	media	intervalo	acumulado			
							100	4300
1	4300	4314	4303	0.106	0.106	16.9	83.1	4314
2	4314	4327	4320	0.034	0.140	5.5	77.6	4327
3	4327	4340	4334	0.029	0.170	4.7	72.9	4341
4	4341	4354	4347	0.030	0.200	4.8	68.1	4354
5	4354	4367	4361	0.032	0.232	5.1	63.0	4368
6	4368	4381	4374	0.040	0.271	6.3	56.7	4381
7	4381	4394	4388	0.032	0.303	5.1	51.6	4395
8	4395	4408	4401	0.035	0.338	5.5	46.1	4408
9	4408	4421	4415	0.042	0.379	6.6	39.4	4422
10	4422	4435	4428	0.036	0.415	5.7	33.7	4435
11	4435	4448	4442	0.033	0.448	5.2	28.5	4449
12	4449	4462	4455	0.037	0.485	5.9	22.6	4462
13	4462	4475	4469	0.032	0.517	5.1	17.5	4476
14	4476	4489	4482	0.024	0.541	3.9	13.6	4489
15	4489	4502	4496	0.023	0.565	3.7	9.8	4503
16	4503	4516	4509	0.019	0.583	3.0	6.9	4516
17	4516	4529	4523	0.018	0.601	2.8	4.1	4530
18	4530	4543	4536	0.016	0.617	2.5	1.5	4543
19	4543	4556	4548	0.006	0.623	1.0	0.5	4557
20	4557	4570	4562	0.003	0.626	0.5	0.0	4570

Elaboración propia

Figura 22. Curva Hipsométrica y Frecuencia. de altitudes



Fuente: Elaboración propia

- Altitud media de la cuenca: Este parámetro es de gran importancia para determinar el índice de la velocidad media de la escorrentía y su poder de arrastre y de la erosión de la cuenca. La altura media de la cuenca tiene especial interés en zonas montañosas, dándonos da una idea de la climatología de la región, basándonos en un patrón general climático de la zona. La altitud media de la cuenca se determinó mediante el método de la curva hipsométrica la cual ofrece una visión del relieve y altimetría de la cuenca.

Principales parámetros geomorfológicos de la cuenca son los siguientes

Tabla 17. Parámetros geomorfológicos de la cuenca

PARÁMETRO				UND	NOMENCLATURA	VALOR
Superficie total de la cuenca (ArcGIS)				KM^2	At	0.626
Perímetro (ArcGIS)				KM	P	3.23
RELACIONES DE FORMA	FACTOR DE CUENCA	Coeficiente de compacidad		Kc	**Kc**=0.28P/$(At)^{1/2}$	1.15
		FACTOR DE FORMA	Longitud del cauce principal	KM	LB	0.71
			Ancho medio	km	AM=At/LB	0.88
			Factor de forma		Ff=AM/LB	1.24
			Razón por circularidad		$Rc=4(pi)A/P^2$	0.75
	RECTÁNGULO EQUIVALENTE		Lado Mayor	km	$L=kc*(A)^{1/2}(1+(1-(1.12/kc)^2)^{1/2})$	0.83
			Lado Menor	km	$L=kc*(A)^{1/2}(1-(1-(1.12/kc)^2)^{1/2})$	0.79
Cota máxima				m.s.n.m.	Zmax	4570.00
Cota mínima				m.s.n.m.	Zmin	4300.00
Centroide (PSC:WGS 1984 UTM Zone 19S)						
X centroide (ArcGIS)				m	X	187252.72
Y centroide (ArcGIS)				m	Y	8528427.13
Z centroide (ArcGIS)				m.s.n.m.	Z	4434.65
Altitud media				m.s.n.m.	Hm	4434.65
Pendiente promedio de la cuenca (ArcGIS)				%	S1	47.69
Pendiente promedio del cauce principal (ArcGIS)				%	S2	7.25
Desnivel total del rio principal				km	h	0.049

Fuente: Elaboración propia

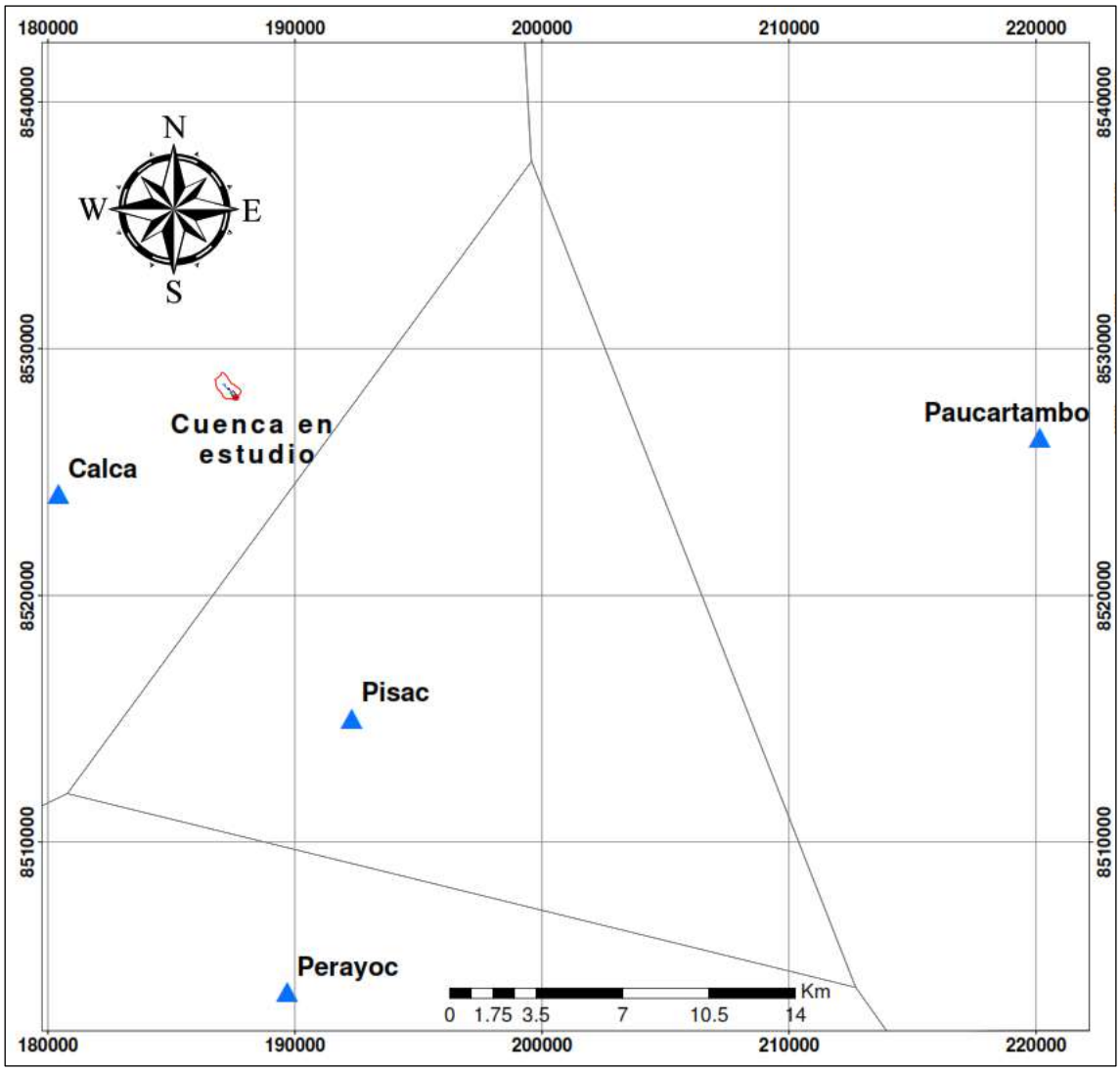
4.2.2 Análisis de datos meteorológicos

4.2.2.1 Estaciones meteorológicas

La información meteorológica fue recabada del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI.

Para el presente estudio hidrológico se ha seleccionado las estaciones meteorológicas más cercanas a la cuenca, como son la estación de Calca, Pisac, Perayoc y Paucartambo, información que será útil para realizar la regionalización de datos meteorológicos a la cuenca de Muchillay.

Figura 23. Estaciones meteorológicas cercanas a la cuenca Muchillay



Fuente: Elaboración propia

4.2.2.2 Tratamiento de datos meteorológicos

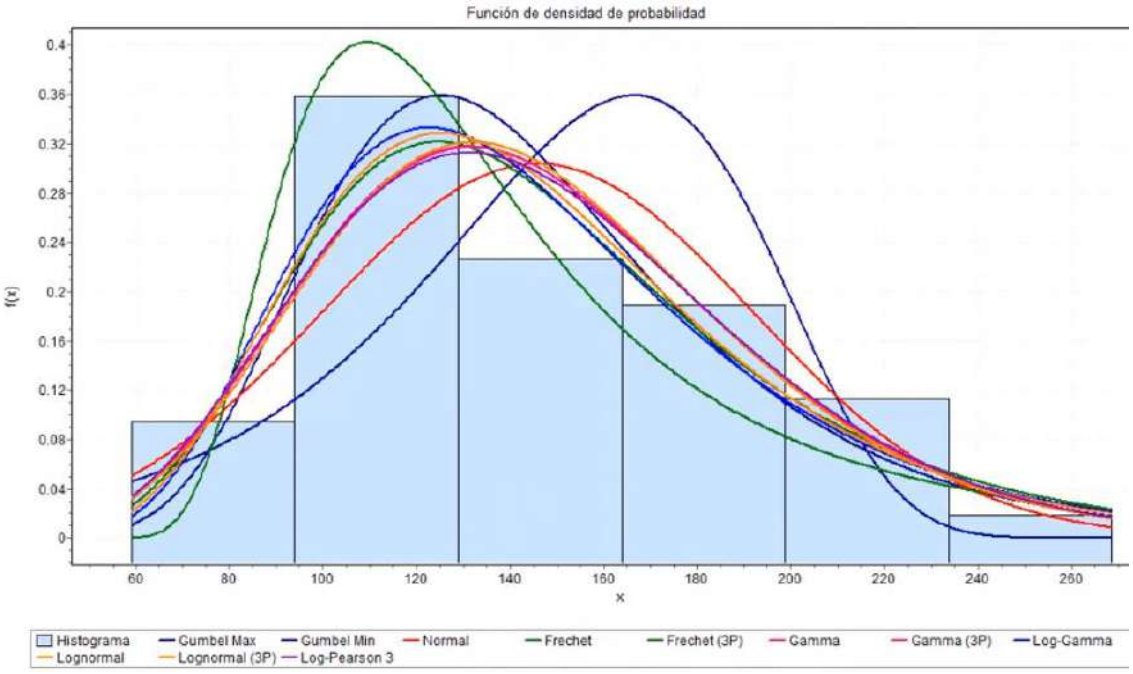
Una vez recolectados los datos meteorológicos se procede a completar y extender los datos, también se realizará un test estadístico para analizar y corregir si existieran datos atípicos.

4.2.2.2.1 Completacion y extensión de datos

Para proceso de completación y extensión de datos meteorológicos se hizo uso

del software EASYFIT, ajustando la serie de datos a las distribuciones hidrológicas más conocidas como son la distribución Normal, Log-Normal, Ganma, Log-Pearson tipo III, etc, para tener un mejor ajuste de datos, y las pruebas de bondad de ajuste Kolmogorov-Smimov.

Figura 24. Ajuste función de densidad de probabilidades



Fuente: Elaboración propia

4.2.2.2.2 Análisis de datos dudosos o atípicos "Outliers"

Consiste en realizar un análisis estadístico a la serie de datos para verificar la consistencia de estos, si existiera datos atípicos se compara con estaciones cercanas para verificar si efectivamente el registro es correcto o el dato fue mal registrado y se procederá a su corrección.

Registro de datos de la estación meteorológico Calca

Tabla 18. Precipitación media - Estación meteorológica Calca

DATOS COMPLETADOS PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL			
NOMBRE:	ESTACIÓN CALCA	**TIPO:**	METEOROLÓGICA
LATITUD:	13° 20' 0"	**DEPARTAMENTO:**	CUSCO
LONGITUD:	71° 57' 0"	**PROVINCIA:**	CALCA
ALTITUD:	2926	**DISTRITO:**	CALCA
PARÁMETRO:	PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (mm)	**PERIODO:**	1964-2019

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	74.50	74.00	94.00	27.00	12.00	0.00	0.00	5.00	19.00	24.50	41.00	38.00	**409.00**
1965	106.50	18.50	83.00	31.00	3.00	0.00	0.00	0.00	14.00	27.00	82.00	105.00	**470.00**
1966	71.90	141.50	54.40	8.10	33.90	0.00	0.08	7.21	40.00	76.60	104.40	39.00	**577.09**
1967	62.50	88.00	108.00	28.80	3.50	3.00	22.50	3.00	34.80	62.70	70.00	114.00	**600.80**
1968	106.70	124.50	76.50	10.50	0.00	5.00	28.00	8.70	11.00	25.00	71.00	58.10	**525.00**
1969	100.50	32.30	57.10	12.80	0.00	5.50	10.00	4.50	10.00	14.50	74.80	78.80	**400.80**
1970	113.90	100.30	108.70	45.70	3.00	0.00	2.00	2.00	14.00	20.30	54.00	37.00	**500.90**
1971	100.70	119.40	101.80	21.00	0.00	0.00	0.00	3.00	24.00	20.30	30.00	88.50	**508.70**
1972	133.80	53.10	85.60	28.00	0.00	0.00	2.00	15.20	31.80	0.00	41.00	89.00	**479.50**
1973	154.00	26.60	51.10	14.60	7.20	0.00	2.30	0.00	0.00	3.80	2.00	85.40	**347.00**
1974	111.20	114.60	124.80	57.00	1.00	20.40	2.00	52.80	3.00	33.80	47.40	82.40	**650.40**
1975	112.80	134.60	84.80	81.80	28.20	3.00	0.00	2.00	12.40	37.80	86.90	118.20	**702.50**
1976	97.40	91.60	118.80	85.20	18.50	98.00	1.00	1.50	23.00	8.70	32.80	70.80	**647.30**
1977	125.40	112.80	58.20	86.20	0.00	0.00	0.00	7.40	17.80	47.50	115.20	48.20	**618.70**
1978	104.10	101.60	44.40	15.40	5.10	0.00	0.00	0.00	1.40	82.10	42.80	51.40	**448.30**
1979	55.10	80.80	18.80	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.80	26.35	64.21	60.98	**318.04**
1980	95.83	105.12	106.56	41.13	0.00	1.00	17.61	16.76	7.21	52.45	63.39	71.49	**578.55**
1981	107.00	47.00	43.00	62.00	0.00	0.00	0.00	36.00	5.00	41.00	88.00	86.00	**515.00**
1982	149.00	60.00	75.00	32.00	0.00	2.00	0.00	0.00	42.00	53.00	32.00	67.00	**512.00**
1983	110.00	41.00	49.00	21.00	2.00	1.00	0.00	15.00	0.00	41.00	41.00	60.00	**381.00**
1984	147.00	149.00	132.00	90.00	0.00	72.00	0.00	5.00	2.00	67.00	89.00	58.00	**811.00**
1985	105.00	101.00	58.00	46.00	0.00	34.00	4.00	3.00	4.00	67.00	90.00	102.00	**614.00**
1986	145.00	82.00	125.00	81.00	1.00	0.00	0.00	6.00	35.00	37.00	73.00	37.00	**622.00**
1987	137.91	68.87	41.30	0.00	0.00	6.50	16.00	0.00	18.00	35.50	91.50	134.50	**550.08**
1988	114.00	98.50	160.50	65.50	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	12.00	48.00	81.00	**584.00**
1989	130.90	87.00	114.50	74.00	14.20	11.50	0.00	2.00	0.00	47.50	56.00	71.00	**608.60**
1990	118.00	88.00	59.80	36.00	0.00	17.20	0.00	10.00	6.00	49.00	31.50	68.00	**483.50**
1991	130.20	191.00	149.00	57.00	0.00	19.00	0.00	0.00	4.00	92.00	119.20	109.00	**870.40**
1992	25.00	54.50	59.50	0.00	0.00	33.00	0.00	32.50	0.00	32.00	80.00	65.50	**382.00**
1993	156.50	113.50	51.00	38.00	0.00	12.00	10.00	35.00	9.00	42.00	75.00	112.00	**654.00**
1994	156.00	134.00	102.50	64.00	3.50	0.00	0.00	0.00	18.00	41.00	36.00	161.50	**716.50**
1995	65.50	71.50	98.00	14.00	2.00	2.00	2.00	0.00	33.00	30.00	52.00	79.00	**449.00**
1996	151.00	97.00	63.00	35.50	5.00	0.00	0.00	14.00	6.00	49.00	47.00	93.00	**560.50**
1997	72.20	119.00	129.00	18.00	0.00	0.00	0.00	13.60	12.00	11.00	95.00	91.00	**560.80**
1998	85.00	91.50	39.50	17.00	4.00	5.00	0.00	1.50	0.00	42.50	59.50	53.50	**399.00**
1999	127.00	104.00	82.00	0.00	90.00	1.00	0.00	0.00	1.00	30.00	75.00	115.00	**625.00**
2000	90.00	144.00	109.00	18.00	0.00	2.00	2.00	2.00	60.00	48.00	15.00	86.00	**576.00**
2001	119.00	105.00	142.00	22.00	34.00	1.00	5.00	5.00	16.00	42.00	90.00	85.00	**666.00**
2002	124.00	67.00	82.00	19.00	5.00	100.00	30.00	4.00	6.00	19.00	17.00	92.00	**565.00**
2003	29.00	65.00	82.00	33.00	0.00	5.00	0.00	138.00	6.00	37.00	87.00	74.00	**556.00**
2004	75.00	96.00	104.00	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	55.00	90.00	54.00	**505.00**
2005	100.46	104.78	80.65	33.33	4.49	9.11	2.17	6.39	11.93	37.02	65.14	79.38	**534.85**
2006	118.92	124.99	112.38	15.30	3.98	13.53	0.00	12.18	14.73	45.27	73.10	91.56	**625.94**
2007	107.46	51.98	91.78	61.97	5.47	9.40	7.81	5.87	13.64	42.48	64.94	70.99	**533.79**
2008	102.11	87.66	69.24	18.83	6.74	11.72	0.69	9.46	7.10	37.70	72.88	92.87	**517.00**
2009	103.30	88.81	76.85	25.31	6.14	10.57	2.77	8.51	6.99	32.12	80.57	75.32	**517.26**
2010	66.28	107.39	79.42	34.01	4.81	0.00	9.83	0.00	0.00	42.19	60.04	96.94	**500.91**
2011	100.66	59.35	103.00	27.46	8.29	0.00	9.73	28.90	23.11	12.74	109.69	101.16	**584.09**
2012	86.16	47.56	59.70	61.19	13.41	46.49	0.00	31.03	33.61	40.11	24.26	120.84	**564.37**
2013	121.24	150.26	99.24	66.80	0.00	16.22	0.00	8.21	21.90	13.17	60.71	100.41	**658.15**
2014	83.54	75.42	126.95	41.38	23.83	4.02	6.39	0.00	16.64	42.86	34.42	50.08	**505.52**
2015	55.44	151.22	39.63	0.00	14.42	0.00	0.00	11.72	1.98	53.19	55.31	105.16	**488.07**
2016	156.57	99.96	144.30	12.94	0.00	32.41	12.16	0.00	25.20	25.60	96.35	37.27	**642.75**
2017	87.82	46.60	48.43	9.98	0.00	0.00	12.88	0.00	4.37	37.15	51.90	111.50	**410.63**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2018	69.31	117.31	117.18	49.60	15.78	0.00	10.98	43.00	0.00	25.72	39.28	92.05	**580.20**
2019	86.05	104.01	104.52	48.44	0.00	33.25	0.00	1.39	0.11	23.15	27.91	87.35	**516.17**
PROMEDIO	**104.3**	**93.1**	**87.2**	**35.3**	**6.9**	**11.6**	**4.1**	**11.0**	**13.3**	**37.4**	**62.8**	**81.9**	**548.73**
MÁXIMO	**156.6**	**191.0**	**160.5**	**90.0**	**90.0**	**100.0**	**30.0**	**138.0**	**60.0**	**92.0**	**119.2**	**161.5**	
MÍNIMO	**25.0**	**18.5**	**18.8**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**2.0**	**37.0**	
DESVIACIÓN	**31.01**	**35.02**	**32.58**	**24.66**	**14.08**	**21.86**	**7.14**	**21.07**	**13.08**	**18.75**	**26.68**	**26.15**	

Fuente: Senamhi.

Análisis de datos dudosos o atípicos "Outliers"

De las pruebas estadísticas T de Studen, Fisher y el Histograma de precipitación se verificar la consistencia de datos y no existen datos atípicos de precipitación media en la estación meteorológica Calca.

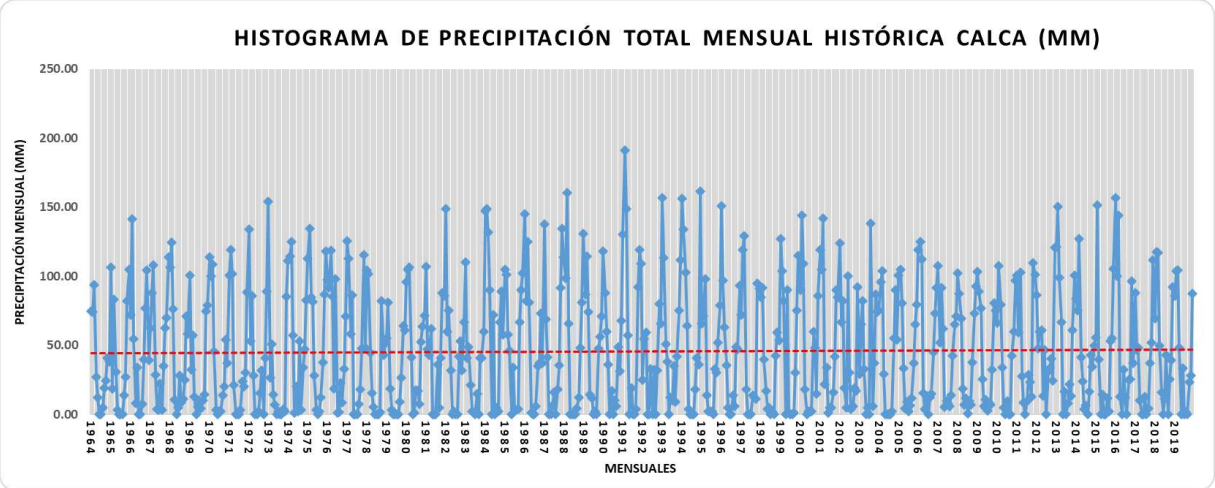
Tabla 19. Análisis de consistencia de precipitación media estación de Calca

DATOS DUDOSOS		**DATOS CONFIABLES**	
Periodos Muestrales		**Periodos Muestrales**	
Tamaño de la muestra(n1)=	348	Tamaño de la muestra (n2)=	324
Media de la muestra $\overline{X_1}$ =	45.16	Media de la muestra $\overline{X_2}$ =	46.34
Desviación Stand.(S1) =	43.73	Desviación Stand(S2)=	43.27
Grados de libertad(GL1)=	347	Grados de libertad(GL2)=	323

RESULTADOS					
PRUEBA "T" DE STUDENT					
Desviación estándar ponderada				43.51	
Desviación de las diferencias de los promedios				3.36	
Cálculo del T, calculado (Tc) según:				0.35	
Calculo del valor critico de t, tabular Tt:				1.96	
Grados de libertad				670.00	
Conclusión:					
	$\lvert t_c \rvert$ = **0.35**	<	**Tt** = **1.96**	**HOMOGENEIDAD OK**	
PRUEBA "F" DE FISHER					
Cálculo de F calculado (Fc)según :				**1.02**	
Calculo del F tabular(valor critico de Ft) Ft				**1.20**	
Conclusión:					
	F_C = **1.02**	<	F_t = **1.20**	**HOMOGENEIDAD OK**	

Fuente: Elaboracion propia

Figura 25. Histrograma de precipitacion total mensual calca (mm)



Fuente: Elaboracion propia

Registro de datos de la estación meteorológico de Perayoc

DATOS COMPLETADOS PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL													
NOMBRE:	ESTACIÓN PERAYOC					**TIPO:**		METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 31' 16"					**DEPARTAMENTO:**		CUSCO					
LONGITUD:	71° 57' 53"					**PROVINCIA:**		CUSCO					
ALTITUD:	3365					**DISTRITO:**		CUSCO					
PARÁMETRO:	PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (mm)					**PERIODO:**		1964-2019					
AÑO	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SET**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**TOTAL**
1964	103.80	116.00	170.40	22.50	5.80	0.00	0.30	5.60	46.90	44.80	50.50	70.70	**637.30**
1965	106.40	154.20	147.10	81.90	11.60	0.00	4.30	5.20	43.80	37.10	60.50	185.40	**837.50**
1966	141.30	195.30	89.60	17.30	21.80	0.00	0.00	1.10	42.40	86.00	58.60	47.90	**701.30**
1967	65.70	114.40	128.40	15.60	3.30	0.40	12.90	31.50	26.40	72.70	72.60	135.00	**678.90**
1968	170.40	135.10	69.80	25.70	1.30	5.10	39.20	7.00	20.10	32.90	74.50	88.10	**669.20**
1969	199.80	116.10	107.00	18.80	0.30	3.40	10.20	0.30	16.80	27.90	73.90	86.60	**661.10**
1970	150.10	97.30	94.90	95.50	5.30	6.00	6.60	2.40	43.40	37.40	34.40	213.60	**786.90**
1971	130.00	128.30	92.70	38.10	1.70	1.50	0.30	8.10	0.00	53.20	44.40	147.60	**645.90**
1972	169.90	74.70	58.40	40.70	0.80	0.00	9.30	20.50	37.40	5.50	67.60	103.00	**587.80**
1973	228.50	137.70	141.80	96.90	18.10	0.00	10.70	15.90	6.60	29.90	101.80	91.70	**879.60**
1974	130.30	228.80	130.00	61.60	15.80	14.30	10.10	37.00	21.90	45.60	42.30	121.40	**859.10**
1975	119.70	159.70	107.50	71.00	30.30	1.40	0.00	0.10	40.50	48.20	42.10	152.20	**772.70**
1976	158.10	73.70	155.70	48.20	22.90	7.10	0.90	9.00	59.00	15.50	56.20	103.00	**709.30**
1977	114.30	241.50	80.80	60.90	3.90	0.20	0.20	2.70	39.10	65.10	170.80	66.70	**846.20**
1978	249.40	63.60	83.50	37.50	6.70	0.00	1.00	0.00	12.70	9.70	161.20	124.30	**749.60**
1979	165.00	128.80	170.10	36.90	21.50	0.00	5.90	17.30	12.40	22.60	131.70	137.30	**849.50**
1980	97.90	141.70	96.90	34.10	7.40	2.10	2.40	0.40	7.70	96.20	66.60	67.50	**620.90**
1981	218.10	73.00	119.20	69.20	0.60	4.20	0.00	12.40	46.70	105.00	112.10	133.90	**894.40**
1982	205.90	118.70	159.50	67.90	0.00	1.40	3.80	9.80	58.00	68.00	171.90	150.40	**1015.30**
1983	154.30	96.40	60.80	23.80	8.60	36.10	0.70	0.00	2.30	37.50	60.40	172.40	**653.30**
1984	219.80	172.80	88.60	82.10	0.20	6.80	0.20	19.30	21.80	126.10	82.60	110.20	**930.50**
1985	121.90	143.00	123.50	64.20	19.10	17.90	3.10	6.10	39.10	70.30	128.10	146.40	**882.70**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1986	103.20	114.10	154.80	95.40	6.80	0.00	3.30	10.60	10.80	35.60	115.10	87.50	**737.20**
1987	311.60	106.00	81.20	35.10	5.90	13.60	14.20	0.00	13.00	60.50	121.20	164.90	**927.20**
1988	228.80	144.50	250.50	40.90	4.00	0.00	0.00	0.00	19.40	53.50	57.70	154.50	**953.80**
1989	213.40	147.40	198.50	54.70	4.10	14.90	0.00	6.30	15.50	92.80	72.40	72.50	**892.50**
1990	309.40	89.40	62.50	105.90	11.80	33.70	0.00	6.80	18.30	105.90	109.10	105.70	**958.50**
1991	117.10	236.40	152.00	44.80	14.10	7.90	1.00	0.00	31.60	116.60	104.80	116.20	**942.50**
1992	178.10	142.10	95.60	18.00	1.00	6.50	21.50	53.60	8.10	68.70	124.90	66.60	**784.70**
1993	251.90	123.20	142.80	34.50	3.40	0.00	1.60	22.70	6.90	132.70	100.90	250.00	**1070.60**
1994	126.40	220.90	232.60	60.40	15.20	0.00	0.00	0.00	16.80	44.50	64.20	165.00	**946.00**
1995	127.00	90.60	137.80	26.10	1.70	0.30	3.10	0.00	52.00	20.10	27.50	124.00	**610.20**
1996	264.20	247.00	114.70	64.00	4.30	2.00	6.00	28.10	23.00	66.40	51.80	62.50	**934.00**
1997	228.30	193.60	177.60	56.60	21.20	2.70	0.00	33.60	25.60	25.40	85.20	90.30	**940.10**
1998	162.20	102.10	186.20	22.00	9.10	3.00	0.50	1.30	26.40	92.00	53.00	98.20	**756.00**
1999	165.00	96.70	104.00	50.70	10.20	6.00	0.00	0.00	57.90	24.60	52.70	119.20	**687.00**
2000	234.90	117.10	113.10	9.40	1.80	3.50	2.40	6.70	24.60	53.00	53.80	90.70	**711.00**
2001	295.30	155.40	160.90	34.20	5.90	0.00	22.40	11.90	19.20	69.70	73.20	102.90	**951.00**
2002	184.90	179.80	203.70	25.40	6.90	2.20	32.50	6.00	14.40	73.80	114.70	129.30	**973.60**
2003	216.60	156.90	153.20	95.30	2.80	7.10	0.00	13.10	9.80	23.50	38.80	127.80	**844.90**
2004	203.00	149.00	89.50	30.40	3.40	20.60	9.60	10.00	32.70	34.90	51.70	94.20	**729.00**
2005	118.80	122.40	108.50	35.70	1.10	0.00	1.00	3.10	6.50	36.90	66.60	57.80	**558.40**
2006	196.30	122.30	126.50	73.90	0.00	6.80	0.00	5.50	18.60	77.80	67.40	162.90	**858.00**
2007	139.50	86.90	113.50	68.60	13.00	0.00	4.00	0.80	6.10	74.30	103.80	77.70	**688.20**
2008	130.80	138.50	80.80	5.30	6.50	2.50	3.10	6.70	14.30	106.50	54.90	128.80	**678.70**
2009	135.50	114.80	56.30	26.00	0.00	0.00	0.00	3.00	17.60	23.70	176.10	131.70	**684.70**
2010	175.28	137.13	125.50	48.34	7.85	5.24	5.40	9.60	24.65	57.62	82.75	118.18	**797.54**
2011	137.65	90.30	168.76	0.45	13.65	8.69	3.37	0.00	34.70	85.04	126.22	137.05	**805.89**
2012	147.26	97.68	59.05	19.12	8.18	11.71	3.01	17.09	10.14	16.49	43.31	118.30	**551.34**
2013	180.14	84.84	142.69	30.72	17.39	5.20	18.05	0.00	34.38	96.96	64.97	164.07	**839.42**
2014	164.93	183.79	117.16	58.12	13.02	6.32	0.00	0.00	25.55	109.01	91.47	69.33	**838.70**
2015	105.87	76.01	155.21	82.31	11.10	0.88	16.12	26.23	49.75	50.58	50.23	177.55	**801.85**
2016	171.15	210.37	77.65	85.12	16.74	0.00	0.00	24.34	24.74	90.94	148.68	74.31	**924.05**
2017	228.86	181.80	139.45	38.92	2.30	13.92	1.71	3.16	30.09	22.04	128.72	110.52	**901.48**
2018	230.90	73.70	180.92	69.77	17.15	16.29	0.00	16.00	40.87	10.13	82.93	93.38	**832.04**
2019	124.10	124.98	51.06	7.01	12.72	0.00	1.88	3.45	10.52	98.47	55.19	182.98	**672.34**
PROMEDIO	**173.7**	**135.2**	**124.8**	**47.6**	**8.6**	**5.5**	**5.3**	**9.7**	**25.4**	**58.7**	**83.6**	**119.3**	**797.35**
MÁXIMO	**311.6**	**247.0**	**250.5**	**105.9**	**30.3**	**36.1**	**39.2**	**53.6**	**59.0**	**132.7**	**176.1**	**250.0**	
MÍNIMO	**65.7**	**63.6**	**51.1**	**0.5**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**5.5**	**27.5**	**47.9**	
DESVIACIÓN	**56.19**	**46.51**	**45.17**	**26.72**	**7.27**	**7.78**	**8.21**	**11.33**	**15.42**	**32.94**	**37.84**	**41.47**	

Fuente: SENAMHI

Análisis de datos dudosos o atípicos "Outliers"

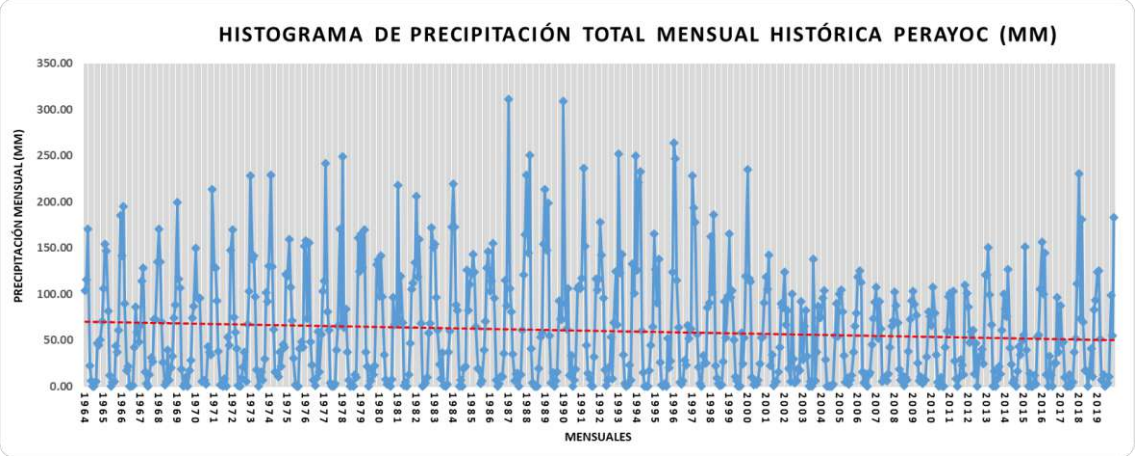
De las pruebas estadísticas T de Studen, Fisher y el Histograma de precipitación se verificar la consistencia de datos y no existen datos atípicos de precipitación media en la estación meteorológica Perayoc.

Tabla 20. Análisis de consistencia de precipitación media estación de Perayoc

DATOS DUDOSOS		DATOS CONFIABLES	
Periodos Muestrales		**Periodos Muestrales**	
Tamaño de la muestra(n1)=	348	Tamaño de la muestra (n2)=	324
Media de la muestra $\overline{X_1}$ =	66.97	Media de la muestra $\overline{X_2}$ =	54.12
Desviación Stand.(S1) =	65.11	Desviación Stand(S2)=	55.80
Grados de libertad(GL1)=	347	Grados de libertad(GL2)=	323
RESULTADOS			
PRUEBA "T" DE STUDENT			
Desviación estándar ponderada		60.80	
Desviación de las diferencias de los promedios		4.69	
Cálculo del T, calculado (Tc) según:		2.74	
Calculo del valor critico de t, tabular Tt:		1.96	
Grados de libertad		670.00	
Conclusión:			
$\lvert t_c \rvert$ = **2.74**	<	**Tt = 2.80**	**HOMOGENEIDAD OK**
PRUEBA "F" DE FISHER			
Cálculo de F calculado (Fc)según :		**1.36**	
Calculo del F tabular(valor critico de Ft) Ft		**1.20**	
Conclusión:			
F_C = **1.36**	<	F_t = **1.41**	**HOMOGENEIDAD OK**

Fuente: Elaboracion propia

Figura 26. Histograma de precipitación total mensual Perayoc (mm)



Fuente: Elaboracion propia

Registro de datos de la estación meteorológico Paucartambo

Tabla 21. Precipitación media - Estación meteorológica Paucartambo

DATOS COMPLETADOS PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL													
NOMBRE:	ESTACIÓN PAUCARTAMBO					**TIPO:**		METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 19' 00"					**DEPARTAMENTO:**		CUSCO					
LONGITUD:	71° 35'00"					**PROVINCIA:**		PAUCARTAMBO					
ALTITUD:	3042					**DISTRITO:**		PAUCARTAMBO					
PARÁMETRO:	PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (mm)					**PERIODO:**		1964-2019					
AÑO	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SET**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**TOTAL**
1964	35.80	61.30	83.00	82.00	5.20	2.00	0.00	0.00	22.70	18.90	27.20	61.00	**399.10**
1965	123.00	53.00	78.00	31.20	2.50	0.00	6.50	9.00	24.90	17.80	65.00	140.80	**551.70**
1966	59.90	147.70	77.90	9.90	27.60	0.00	5.00	15.30	11.30	6.00	37.60	66.00	**464.20**
1967	71.00	9.00	39.60	19.00	2.00	12.00	14.00	35.00	21.00	15.00	67.00	50.00	**354.60**
1968	71.00	40.00	112.00	27.00	5.00	4.00	4.00	4.00	30.00	57.00	36.00	32.00	**422.00**
1969	177.00	136.00	154.00	63.00	0.00	2.00	4.00	8.00	2.00	7.00	13.00	59.00	**625.00**
1970	53.00	29.00	65.00	56.00	2.00	5.00	20.00	14.00	19.00	1.00	65.00	112.00	**441.00**
1971	55.00	65.00	139.00	22.00	1.00	0.00	0.00	79.00	6.00	38.00	26.00	77.00	**508.00**
1972	84.00	91.00	226.30	31.40	2.90	0.80	33.90	43.60	49.40	19.60	37.00	58.80	**678.70**
1973	165.30	113.10	79.70	54.50	34.00	4.00	0.00	11.00	3.50	28.00	19.00	85.50	**597.60**
1974	219.00	161.00	96.00	97.00	0.00	0.00	6.00	118.00	32.00	0.00	0.00	44.20	**773.20**
1975	132.70	108.30	57.50	26.10	31.40	6.90	6.20	24.50	27.70	21.30	13.90	64.30	**520.80**
1976	79.90	84.60	82.80	19.50	6.60	6.70	0.00	0.00	11.40	0.00	10.90	30.10	**332.50**
1977	75.00	83.00	121.00	16.00	49.00	0.00	14.00	6.00	32.00	12.00	73.00	71.00	**552.00**
1978	284.00	117.00	28.00	5.00	19.00	1.00	0.50	21.20	16.90	33.80	62.40	95.10	**683.90**
1979	61.80	38.40	104.00	10.00	22.00	0.00	0.00	0.00	6.00	54.00	49.00	54.00	**399.20**
1980	48.00	38.40	62.50	19.20	6.80	2.20	9.70	5.90	6.70	25.60	9.20	25.10	**259.30**
1981	33.50	51.00	97.00	21.00	9.00	46.00	2.00	6.20	0.00	10.00	71.00	131.00	**477.70**
1982	12.80	13.40	10.90	1.60	2.90	0.00	1.30	6.90	30.00	57.00	52.00	107.00	**295.80**
1983	29.00	35.00	91.00	102.00	1.00	82.00	2.00	0.00	1.00	6.00	54.00	98.00	**501.00**
1984	185.00	116.00	149.00	7.00	1.00	3.00	1.00	18.00	1.00	48.00	58.00	69.00	**656.00**
1985	139.00	117.00	75.00	74.00	218.00	28.00	0.00	1.00	6.00	13.00	66.00	116.00	**853.00**
1986	43.00	7.00	54.00	75.00	1.00	7.00	1.00	9.00	23.00	4.00	14.00	113.00	**351.00**
1987	198.00	147.00	96.00	42.80	12.50	7.60	38.10	0.00	3.30	39.60	63.60	100.80	**749.30**
1988	147.50	74.90	136.40	106.80	6.40	4.60	0.00	3.50	5.40	30.40	32.80	75.70	**624.40**
1989	100.60	74.30	160.30	85.60	15.50	1.30	6.10	5.00	5.00	29.00	9.00	33.00	**524.70**
1990	179.00	91.00	81.90	18.80	14.40	32.70	0.00	0.00	4.80	37.40	63.70	58.60	**582.30**
1991	35.10	123.70	43.60	3.10	0.00	26.20	1.00	0.00	6.10	17.70	34.50	22.60	**313.60**
1992	41.50	60.00	23.90	20.40	21.80	6.60	14.60	25.30	2.30	37.50	32.70	26.10	**312.70**
1993	195.10	115.10	57.10	27.70	25.50	0.00	8.90	59.60	38.80	27.00	65.50	141.80	**762.10**
1994	117.30	108.70	68.20	62.00	6.70	4.20	0.00	4.40	17.20	52.20	35.60	114.50	**591.00**
1995	48.00	48.00	51.00	5.00	1.00	0.00	1.00	54.00	40.00	6.00	65.00	77.00	**396.00**
1996	124.00	53.00	106.00	25.00	16.00	3.00	0.00	11.00	11.00	53.00	18.00	93.00	**513.00**
1997	156.00	117.00	158.00	107.00	5.00	2.00	18.00	10.00	12.00	37.00	68.00	164.00	**854.00**
1998	111.80	91.80	72.60	11.40	0.00	29.10	0.00	0.30	2.90	30.20	45.40	64.10	**459.60**
1999	96.90	159.70	82.40	75.00	2.80	1.00	2.00	0.70	41.50	40.50	6.10	91.00	**599.60**
2000	205.40	154.80	119.00	36.00	21.40	13.40	0.00	11.00	7.10	54.90	3.60	49.20	**675.80**
2001	180.20	136.20	136.80	85.40	13.50	1.50	15.70	34.60	6.70	65.30	68.30	50.20	**794.40**
2002	89.80	144.80	118.10	76.30	1.50	11.00	55.00	9.60	20.10	33.00	49.60	109.50	**718.30**
2003	105.60	128.10	102.60	47.40	159.00	3.60	3.40	19.30	14.50	29.30	31.30	113.60	**757.70**
2004	141.50	70.30	88.20	25.00	13.10	8.30	43.30	42.80	16.40	27.00	34.60	98.70	**609.20**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2005	63.30	124.00	79.20	28.00	0.00	0.00	1.20	46.20	15.60	16.80	32.80	61.50	**468.60**
2006	153.00	70.10	86.00	33.20	0.00	5.80	0.00	16.50	6.50	64.70	82.10	124.10	**642.00**
2007	131.40	66.90	133.20	49.90	14.30	1.10	2.50	6.80	3.50	43.70	31.80	99.00	**584.10**
2008	126.90	112.60	75.40	24.20	3.20	22.00	2.40	2.80	6.90	36.20	38.80	119.60	**571.00**
2009	114.70	138.40	97.20	22.80	0.00	0.00	5.70	10.40	12.20	7.20	89.00	79.40	**577.00**
2010	55.00	16.00	77.00	52.00	3.00	1.00	18.00	1.00	3.00	58.00	74.00	39.00	**397.00**
2011	95.47	76.15	39.70	61.39	0.00	12.52	0.00	36.40	2.08	41.06	10.32	136.41	**511.51**
2012	180.34	43.27	76.22	4.14	0.00	2.01	0.00	21.19	31.70	34.04	23.24	133.37	**549.54**
2013	187.11	101.20	74.13	64.33	87.72	18.81	21.01	42.71	0.00	28.97	57.99	48.97	**732.93**
2014	38.14	106.21	73.25	76.68	85.06	5.89	7.50	9.87	38.14	54.32	49.02	70.46	**614.54**
2015	41.02	9.60	50.97	4.33	0.00	0.00	0.00	0.64	4.03	15.38	71.20	75.28	**272.45**
2016	141.97	137.06	172.54	35.67	0.00	8.92	0.00	55.38	16.80	30.70	48.84	124.72	**772.60**
2017	61.15	93.98	79.21	37.47	69.39	0.00	7.16	54.58	29.64	46.21	51.17	63.22	**593.19**
2018	61.75	20.61	117.94	28.30	65.26	16.81	16.34	0.00	6.63	0.53	68.65	114.86	**517.69**
2019	201.74	134.98	45.05	73.05	18.89	22.67	0.00	4.58	16.88	26.69	71.71	99.92	**716.14**
PROMEDIO	**110.1**	**86.9**	**90.4**	**41.5**	**20.2**	**8.7**	**7.5**	**18.5**	**14.9**	**29.4**	**43.8**	**82.7**	**564.56**
MÁXIMO	**284.0**	**161.0**	**226.3**	**107.0**	**218.0**	**82.0**	**55.0**	**118.0**	**49.4**	**65.3**	**89.0**	**164.0**	
MÍNIMO	**12.8**	**7.0**	**10.9**	**1.6**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**22.6**	
DESVIACIÓN	**61.18**	**44.02**	**40.53**	**29.84**	**39.03**	**14.05**	**11.70**	**23.27**	**12.68**	**18.16**	**23.26**	**34.69**	

Fuente: Senamhi.

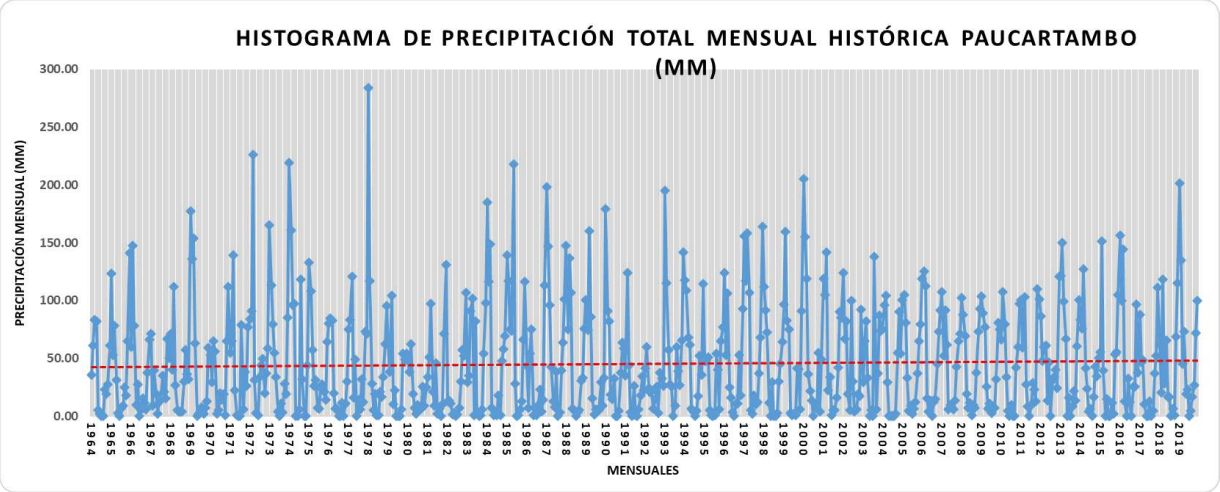
Análisis de datos dudosos o atípicos "Outliers"

De las pruebas estadísticas T de Studen, Fisher y el Histograma de precipitación se verificar la consistencia de datos y no existen datos atípicos de precipitación media en la estación meteorológica Paucartambo.

Tabla 22. Análisis de consistencia de precipitación media estación de Paucartambo

DATOS DUDOSOS		**DATOS CONFIABLES**	
Periodos Muestrales		**Periodos Muestrales**	
Tamaño de la muestra(n1)=	348	Tamaño de la muestra (n2)=	324
Media de la muestra $\overline{X_1}$ =	42.54	Media de la muestra $\overline{X_2}$ =	47.72
Desviación Stand.(S1) =	47.42	Desviación Stand(S2)=	45.32
Grados de libertad(GL1)=	347	Grados de libertad(GL2)=	323
RESULTADOS			
PRUEBA "T" DE STUDENT			
Desviación estándar ponderada		46.42	
Desviación de las diferencias de los promedios		3.58	
Cálculo del T, calculado (Tc) según:		1.44	
Calculo del valor critico de t, tabular Tt:		1.96	
Grados de libertad		670.00	
Conclusión:			
$\lvert t_c \rvert$ = **1.44**	**<**	**Tt** = **1.96**	**HOMOGENEIDAD OK**
PRUEBA "F" DE FISHER			
Cálculo de F calculado (Fc)según :		**1.09**	
Calculo del F tabular(valor critico de Ft) Ft		**1.20**	
Conclusión:			
F_C = **1.09**	**<**	F_t = **1.20**	**HOMOGENEIDAD OK**

Tabla 23. Histograma de precipitación total mensual Paucartambo



Fuente: Elaboracion propia

Registro de datos de la estación meteorológico Pisac

Tabla 24. Precipitación media - Estación meteorológica Pisac

DATOS COMPLETADOS PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL													
NOMBRE:	ESTACIÓN PISAC					**TIPO:**		METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 24' 57"					**DEPARTAMENTO:**		CUSCO					
LONGITUD:	71° 51' 3"					**PROVINCIA:**		CALCA					
ALTITUD:	2950					**DISTRITO:**		PISAC					
PARÁMETRO:	PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (mm)					**PERIODO:**		1964-2019					
AÑO	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SET**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**TOTAL**
1964	81.30	69.00	124.00	3.00	8.00	0.00	0.00	0.00	44.00	65.00	35.00	31.70	**461.00**
1965	54.50	38.60	63.00	51.00	0.00	0.00	2.50	0.00	34.90	16.20	17.00	73.50	**351.20**
1966	84.00	28.70	27.20	5.00	18.10	0.00	2.00	0.00	16.40	9.60	15.80	36.00	**242.80**
1967	51.00	78.90	96.00	0.00	13.00	2.30	17.10	9.90	9.40	37.80	59.20	65.20	**439.80**
1968	122.70	180.20	32.00	13.30	1.00	5.20	17.90	0.20	8.50	9.50	110.50	27.60	**528.60**
1969	138.30	65.90	137.20	75.60	0.00	16.50	13.00	4.10	19.90	26.60	60.50	103.70	**661.30**
1970	150.30	279.60	48.60	57.30	7.30	6.30	7.20	5.10	73.20	94.70	17.30	108.50	**855.40**
1971	155.30	291.20	80.70	58.50	4.10	5.90	2.10	9.10	0.00	50.30	18.60	43.60	**719.40**
1972	101.80	53.30	136.50	25.90	4.10	0.00	7.40	13.10	13.30	4.20	24.80	77.50	**461.90**
1973	267.20	205.10	141.00	60.60	9.50	9.70	12.80	13.40	7.10	32.90	57.20	152.00	**968.50**
1974	131.70	177.40	130.10	50.70	4.10	11.40	1.00	27.80	6.20	10.10	11.50	70.00	**632.00**
1975	80.60	101.30	83.80	44.10	44.60	5.10	0.00	0.00	25.60	16.00	11.00	68.60	**480.70**
1976	133.00	53.20	123.70	39.10	49.50	3.20	2.10	2.00	21.80	4.10	39.60	39.80	**511.10**
1977	86.50	112.50	69.40	34.30	0.00	0.00	4.00	4.10	12.40	19.00	129.30	14.20	**485.70**
1978	212.60	151.80	6.00	81.30	31.10	0.00	0.00	0.00	21.90	2.10	37.90	81.90	**626.60**
1979	210.60	163.40	179.40	59.30	7.10	8.00	6.00	2.00	19.90	18.40	39.20	73.20	**786.50**
1980	92.80	182.20	226.80	89.70	2.00	0.00	0.00	11.30	36.70	39.80	5.00	48.50	**734.80**
1981	97.90	178.30	89.70	31.40	7.30	4.20	15.30	3.00	16.40	63.60	126.90	119.90	**753.90**
1982	276.40	68.40	236.20	203.70	25.50	8.00	1.00	15.10	19.90	30.10	88.30	18.70	**991.30**
1983	5.10	31.10	24.00	29.80	0.00	2.00	11.10	6.10	13.30	18.50	30.50	34.00	**205.50**
1984	98.40	110.00	55.00	80.00	5.00	1.00	5.00	16.50	3.00	43.50	73.90	13.60	**504.90**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1985	140.60	205.50	194.50	64.30	8.30	0.00	0.00	5.10	27.90	108.10	129.20	25.00	**908.50**
1986	27.70	116.60	134.60	38.50	12.50	0.00	2.10	3.30	4.00	2.10	8.30	11.80	**361.50**
1987	276.30	45.90	24.60	13.30	0.00	14.60	9.10	0.00	0.00	8.20	117.00	34.70	**543.70**
1988	95.40	99.60	191.40	52.40	2.00	0.00	0.00	0.00	2.30	12.00	13.70	85.80	**554.60**
1989	116.30	94.80	111.40	25.90	7.00	0.00	3.00	9.20	7.20	20.50	20.50	27.10	**442.90**
1990	76.70	45.60	20.30	82.60	6.20	38.40	0.00	3.00	8.40	44.10	96.40	113.00	**534.70**
1991	76.20	101.80	64.50	31.40	11.50	8.00	0.00	2.00	2.00	50.70	70.70	65.30	**484.10**
1992	81.00	45.40	31.70	14.40	0.00	26.00	0.00	13.30	4.00	32.00	91.80	73.00	**412.60**
1993	178.90	82.90	12.40	36.00	8.20	4.20	8.20	14.00	3.00	18.20	87.00	109.80	**562.80**
1994	167.20	118.00	151.60	59.80	5.30	0.00	0.00	0.00	12.40	52.60	13.20	158.60	**738.70**
1995	98.90	79.50	80.00	7.20	4.20	0.00	0.00	0.00	12.20	24.20	18.20	51.60	**376.00**
1996	117.60	69.30	44.40	69.30	12.10	0.00	0.00	21.60	9.30	52.50	49.30	62.00	**507.40**
1997	82.70	100.00	97.60	3.30	2.90	0.00	0.00	21.30	18.10	13.50	108.90	97.80	**546.10**
1998	126.30	98.70	38.20	21.60	1.00	3.00	0.00	1.00	13.50	63.80	55.20	55.30	**477.60**
1999	93.20	113.90	44.30	28.30	4.90	3.70	2.60	0.00	30.90	17.70	44.00	111.00	**494.50**
2000	159.80	105.40	58.70	2.20	9.10	3.70	0.00	2.00	4.40	41.60	11.00	70.00	**467.90**
2001	211.20	136.40	152.20	19.90	12.10	0.00	19.40	5.60	8.00	50.00	77.40	102.00	**794.20**
2002	90.60	161.40	106.10	35.80	6.60	4.30	46.60	33.00	10.90	39.40	91.60	127.90	**754.20**
2003	114.40	108.70	110.70	15.80	4.40	6.80	0.00	23.60	4.00	31.70	18.30	120.90	**559.30**
2004	149.90	109.20	95.60	15.80	2.00	16.40	10.30	6.90	32.50	25.90	43.00	94.30	**601.80**
2005	127.00	76.90	69.10	29.60	0.00	0.00	1.50	3.70	4.10	18.00	50.50	58.60	**439.00**
2006	170.70	82.20	125.00	34.50	0.00	30.00	0.00	14.30	5.20	42.70	69.70	117.10	**691.40**
2007	102.70	55.80	135.80	42.10	7.60	0.00	1.70	0.00	4.90	32.70	66.90	83.30	**533.50**
2008	154.30	151.50	61.50	8.50	5.90	3.60	0.70	3.20	9.80	46.80	64.10	133.90	**643.80**
2009	89.90	89.40	66.20	14.10	0.20	0.00	3.10	0.80	20.40	8.20	117.90	125.30	**535.50**
2010	69.00	41.00	130.00	49.00	1.00	1.00	0.00	3.00	27.00	101.00	126.00	48.00	**596.00**
2011	99.04	219.22	54.73	51.35	19.60	8.60	8.07	17.28	34.60	29.75	117.04	42.35	**701.62**
2012	54.52	163.89	9.14	13.50	6.69	6.67	9.14	17.66	29.85	34.88	54.86	93.79	**494.59**
2013	42.69	161.68	8.35	78.38	5.82	12.34	11.45	0.00	18.93	68.33	3.40	101.93	**513.30**
2014	120.24	101.61	110.41	0.00	21.16	0.00	0.00	9.68	19.03	46.95	62.75	97.07	**588.89**
2015	149.02	122.03	59.05	0.00	0.00	0.00	11.27	0.00	18.35	9.43	106.83	52.81	**528.80**
2016	172.54	144.45	8.82	102.25	3.33	6.02	0.16	7.12	0.00	35.38	40.39	105.69	**626.13**
2017	165.49	7.45	138.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.66	73.11	93.92	126.77	**628.52**
2018	178.35	98.52	178.38	68.53	13.32	2.04	0.45	0.00	0.74	67.35	109.68	38.31	**755.68**
2019	23.15	66.93	116.33	95.54	0.00	0.00	5.31	4.46	18.14	31.73	30.92	128.99	**521.49**
PROMEDIO	**122.0**	**111.5**	**91.9**	**45.0**	**8.0**	**5.2**	**5.0**	**6.9**	**15.6**	**35.1**	**58.7**	**75.9**	**570.79**
MÁXIMO	**276.4**	**291.2**	**236.2**	**403.7**	**49.5**	**38.4**	**46.6**	**33.0**	**73.2**	**108.1**	**129.3**	**158.6**	
MÍNIMO	**5.1**	**7.5**	**6.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**2.1**	**3.4**	**11.8**	
DESVIACIÓN	**58.98**	**59.90**	**57.36**	**56.10**	**10.11**	**7.80**	**7.82**	**8.00**	**13.32**	**24.63**	**38.96**	**38.14**	

Fuente: Senamhi.

Análisis de datos dudosos o atípicos "Outliers"

De las pruebas estadísticas T de Studen, Fisher y el Histograma de precipitación se verificar la consistencia de datos y no existen datos atípicos de precipitación media en la estación meteorológica Pisac.

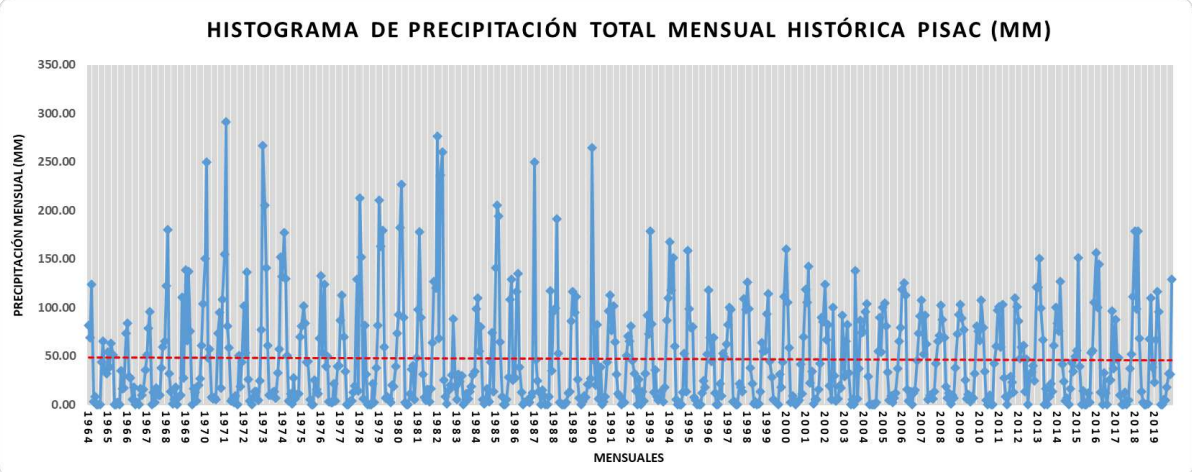
Tabla 25. Análisis de consistencia de precipitación media estación de Pisac

DATOS DUDOSOS		DATOS CONFIABLES	
Periodos Muestrales		**Periodos Muestrales**	
Tamaño de la muestra(n1)=	348	Tamaño de la muestra (n2)=	324
Media de la muestra $\overline{X_1}$ =	48.41	Media de la muestra $\overline{X_2}$ =	45.75
Desviación Stand.(S1) =	60.52	Desviación Stand(S2)=	44.59
Grados de libertad(GL1)=	347	Grados de libertad(GL2)=	323

RESULTADOS				
PRUEBA "T" DE STUDENT				
Desviación estándar ponderada			53.44	
Desviación de las diferencias de los promedios			4.13	
Cálculo del T, calculado (Tc) según:			0.64	
Calculo del valor critico de t, tabular Tt:			1.96	
Grados de libertad			670.00	
Conclusión:				
	$\lvert t_c \rvert = 0.64$	<	Tt = 1.96	HOMOGENEIDAD OK
PRUEBA "F" DE FISHER				
Cálculo de F calculado (Fc)según :			**1.84**	
Calculo del F tabular(valor critico de Ft) Ft			**1.20**	
Conclusión:				
	$F_C = 1.84$	<	$F_t = 1.86$	HOMOGENEIDAD OK

Fuente: Elaboracion propia

Figura 27. Histograma de precipitación total mensual Pisac



Fuente: Elaboracion propia

Registro de datos de la estación meteorológico Calca

El registro de precipitación máxima en 24 horas presenta una serie de datos incompletos. Los mismos que no deben tomarse en cuenta en el análisis a realizar pues, conllevarían a generación de resultados erróneos en su cálculo,

Además, la inclusión de series incompletas y sin información desacreditarían el estudio realizado, yendo en contra del correcto procesamiento de datos de este tipo.

Tabla 26. Precipitación máxima 24h - Estación meteorológica Calca

DATOS TRATADOS PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 Hrs													
NOMBRE:	ESTACIÓN CALCA					**TIPO:**		METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 20' 0"					**DEPARTAMENTO:**		CUSCO					
LONGITUD:	71° 57' 0"					**PROVINCIA:**		CALCA					
ALTITUD:	2926					**DISTRITO:**		CALCA					
PARÁMETRO:	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 Hrs (mm)					**PERIODO:**		1964-2019					
AÑO	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SET**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**P. Anual**
1964	25.00	25.00	11.00	3.00	4.00	0.00	0.00	0.00	15.00	9.00	10.00	7.50	109.50
1965	8.00	7.20	13.00	9.00	0.00	0.00	2.50	0.00	8.00	6.00	8.00	24.00	85.70
1966	15.00	8.00	8.00	2.00	5.00	0.00	2.00	0.00	13.50	6.00	7.00	12.00	78.50
1967	21.00	19.00	25.00	0.00	13.00	2.30	7.20	4.20	4.20	7.20	15.10	14.00	132.20
1968	23.50	22.40	16.60	7.10	1.00	4.20	11.60	0.20	5.20	7.50	25.60	7.20	132.10
1969	17.60	13.50	21.70	13.90	0.00	9.20	4.20	4.10	7.20	15.30	19.60	33.60	159.90
1970	40.50	32.20	40.20	26.30	4.20	4.20	4.10	6.20	16.20	24.40	12.10	40.00	250.60
1971	22.40	33.40	25.10	21.10	4.10	2.40	2.10	7.00	0.00	21.20	6.00	7.50	152.30
1972	23.40	15.30	21.50	9.10	3.10	0.00	3.10	3.20	10.20	4.20	6.30	24.10	123.50
1973	27.20	24.70	35.40	18.30	6.30	4.20	7.40	4.10	4.00	7.20	14.00	20.40	173.20
1974	15.60	25.20	14.40	11.40	2.10	6.10	1.00	7.10	4.10	4.00	4.20	12.40	107.60
1975	12.30	12.40	13.10	8.20	9.30	2.10	0.00	0.00	7.30	10.78	12.21	11.10	98.79
1976	15.20	12.40	18.70	10.30	21.60	3.20	2.10	2.00	7.30	4.10	7.20	9.20	113.30
1977	24.00	16.40	11.00	6.40	0.00	0.00	4.00	4.10	6.30	5.20	24.10	7.00	108.50
1978	20.40	16.20	16.20	12.20	7.30	0.00	0.00	0.00	7.30	2.10	10.40	10.20	102.30
1979	20.00	19.10	21.20	8.10	4.00	5.00	4.00	2.00	6.30	10.20	9.30	21.60	130.80
1980	12.30	21.30	26.60	20.40	2.00	0.00	0.00	5.10	10.30	10.20	4.00	17.10	129.30
1981	15.40	24.50	22.40	11.30	4.20	4.20	4.10	3.00	9.30	10.78	14.30	18.30	141.78
1982	24.60	14.20	26.40	17.50	10.00	4.00	1.00	4.00	6.30	8.30	12.00	9.20	137.50
1983	3.10	8.20	16.20	8.20	0.00	2.00	4.60	3.00	5.00	6.20	11.00	9.20	76.70
1984	11.40	17.49	20.26	11.78	5.83	2.57	2.61	7.20	3.10	7.40	9.40	8.20	107.24
1985	15.10	26.40	17.50	13.00	4.20	0.00	0.00	4.10	10.30	16.30	25.00	6.20	138.10
1986	7.40	12.20	12.70	11.60	4.20	0.00	2.10	2.10	2.00	2.10	4.20	4.30	64.90
1987	25.70	10.20	14.00	4.10	0.00	6.20	6.00	0.00	0.00	4.00	14.20	9.20	93.60
1988	12.90	18.80	27.90	10.70	2.00	0.00	0.00	0.00	2.30	5.00	6.00	16.60	102.20
1989	12.40	45.00	19.20	9.40	5.00	0.00	2.00	4.10	4.20	7.10	8.20	6.40	123.00
1990	9.40	24.00	5.20	14.60	4.20	13.20	0.00	3.00	6.40	6.20	16.00	23.40	125.60
1991	15.00	12.00	13.40	14.20	4.30	6.00	0.00	2.00	2.00	10.00	12.20	13.00	104.10
1992	21.00	9.20	9.40	9.00	0.00	22.00	2.10	8.20	4.00	14.00	23.50	12.80	135.20
1993	20.40	14.20	5.20	8.00	4.00	4.20	8.20	5.20	2.00	6.00	15.20	18.40	111.00
1994	25.00	17.40	17.40	8.20	5.30	0.00	0.00	0.00	6.40	24.00	6.00	28.40	138.10
1995	20.50	14.00	10.00	4.00	4.20	0.00	0.00	0.00	7.00	17.00	7.20	17.00	100.90
1996	20.00	16.30	13.40	16.30	4.10	0.00	0.00	6.20	5.00	19.20	31.50	15.20	147.20

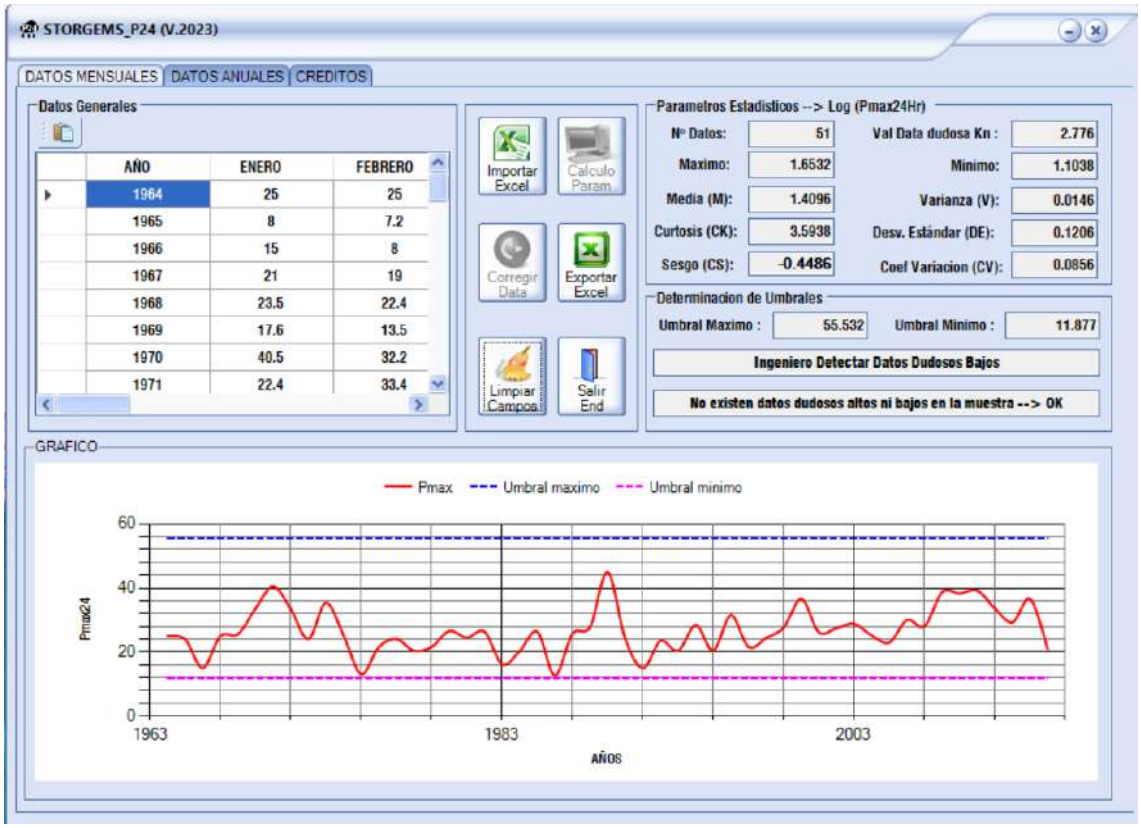
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1997	20.40	14.20	13.00	1.30	2.60	0.00	0.00	10.10	7.00	4.20	21.60	17.40	111.80
1998	24.40	17.00	10.00	6.10	2.20	2.10	0.00	0.50	13.50	13.70	17.70	11.00	118.20
1999	12.40	27.70	9.50	9.20	4.90	6.80	2.10	0.00	5.50	7.50	10.10	17.10	112.80
2000	36.60	18.00	12.50	1.80	2.90	2.00	0.00	1.00	2.90	9.10	6.90	13.50	107.20
2001	26.20	23.10	18.40	11.20	5.70	0.00	12.80	2.80	2.80	21.80	14.60	17.70	157.10
2002	17.00	25.00	21.50	11.60	4.20	3.10	20.60	2.90	4.10	7.60	25.80	27.50	170.90
2003	18.10	15.70	19.50	6.50	1.50	6.80	0.00	12.60	3.50	10.90	5.60	28.80	129.50
2004	23.70	19.60	17.20	4.80	1.20	6.40	7.20	5.90	10.20	20.30	14.20	25.20	155.90
2005	23.00	11.00	18.00	13.50	0.00	0.00	1.50	2.00	1.70	3.80	14.10	9.20	97.80
2006	21.50	17.80	20.00	13.00	0.00	30.00	0.00	5.40	2.50	9.80	11.30	29.00	160.30
2007	20.90	13.20	28.10	15.50	3.40	0.00	1.40	0.00	2.90	10.30	19.70	20.60	136.00
2008	22.60	38.70	17.60	2.80	3.30	2.80	0.30	2.00	3.80	12.20	25.90	30.40	162.40
2009	26.80	19.80	21.30	8.60	0.20	0.00	1.00	0.40	14.90	3.00	38.30	21.00	155.30
2010	30.60	26.40	20.60	2.50	5.00	1.10	1.40	5.20	1.00	14.40	10.80	39.20	158.20
2011	24.30	33.60	24.80	7.80	5.30	6.00	4.90	0.40	7.30	7.40	19.30	17.20	158.30
2012	15.00	29.10	8.80	6.00	0.60	0.50	0.80	0.50	10.20	4.00	27.20	29.30	132.00
2013	20.60	22.60	19.80	7.50	5.80	3.80	2.50	10.80	2.20	17.60	15.30	36.60	165.10
2014	19.00	11.80	11.50	21.00	6.20	0.00	0.80	1.20	10.20	17.90	3.30	16.40	119.30
2015	15.10	10.20	24.80	15.40	9.30	0.00	12.80	3.60	8.20	5.20	6.20	15.30	126.10
2016	20.60	22.60	19.80	7.50	5.80	3.80	2.50	10.80	2.20	17.60	15.30	36.60	165.10
2017	14.80	10.80	27.00	25.60	3.20	3.20	0.80	3.60	3.30	5.50	11.50	9.20	118.50
2018	26.50	26.60	19.40	10.00	2.00	8.50	7.50	9.00	5.20	14.10	20.30	10.50	159.60
2019	27.00	12.30	26.70	7.40	8.50	0.30	3.00	0.00	1.80	13.60	18.60	13.20	132.40
MAX	**40.50**	**45.00**	**40.20**	**26.30**	**21.60**	**30.00**	**20.60**	**12.60**	**16.20**	**24.40**	**38.30**	**40.00**	**250.60**

Fuente: Senamhi.

Análisis de datos dudosos o atípicos “Outliers”

A los datos seleccionados de la tabla N° 26, se les aplica el tratamiento de datos atípicos (outliers), este procedimiento se vuelve a realizar hasta encontrar series de datos que tengan valores comprendidos entre los rangos permisibles.

Figura 28. Análisis de datos atipicos Estación meteorológica Pisac



Fuente: Elaboracion propia

Registro de datos de la estación meteorológico Calca

Tabla 27. Temperatura media mensual - Estación meteorológica Calca

DATOS COMPLETADOS TEMPERATURA MEDIA MENSUAL													
NOMBRE:		ESTACIÓN CALCA					**TIPO:**		METEOROLÓGICA				
LATITUD:		13° 20' 0"					**DEPARTAMENTO:**		CUSCO				
LONGITUD:		71° 57' 0"					**PROVINCIA:**		CALCA				
ALTITUD:		2926					**DISTRITO:**		CALCA				
PARÁMETRO:		TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)					**PERIODO:**		1986-1998				
NRO	**AÑO**	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SET**	**OCT**	**NOV**	**DIC**
1	1986	14.44	14.38	14.14	13.68	12.91	11.46	11.26	12.4	14.31	14.98	15.53	15.04
2	1987	14.44	14.38	14.14	13.68	12.91	11.46	12.31	13.85	15.23	14.98	15.99	15.04
3	1988	14.79	15.18	14.52	14.23	12.92	11.85	11.4	13.64	14.83	14.98	15.53	15.2
4	1989	14.25	14.34	14.25	13.68	12.08	11.15	10.66	12.12	14.07	14.13	14.82	14.6
5	1990	14.55	14.29	13.95	13.23	12.27	10.98	10.94	11.82	14.21	15.14	15.08	14.23
6	1991	14.24	13.99	13.92	12.67	12.09	10.36	9.85	9.86	11.96	13.54	13.86	14.44
7	1992	13.38	13.33	13.35	13.3	12.42	10.4	8.97	10.85	12.83	13.06	13.99	13.5
8	1993	12.56	12.61	12.23	12.04	11.74	9.8	9.76	10.06	11.58	12.99	13.82	13.16
9	1994	12.4	12.46	12.22	11.78	11.03	9.72	9.5	10.33	15.28	15.81	16.7	16.3
10	1995	16	15.84	15.14	14.97	14.18	12.97	13.38	14.82	15.16	16.73	16.75	16.05
11	1996	15.22	15.28	15.46	14.55	14.1	12.3	11.69	13.27	15.34	15.71	16.06	15.57
12	1997	14.44	13.54	13.42	12.97	13.91	12.95	12.98	13.08	15.18	16.88	17.19	16.98
13	1998	16.99	17.36	17.08	17.09	15.29	13.59	13.64	15.09	16	15.77	16.55	15.41
14	1999	14.44	14.38	14.14	13.68	12.91	11.46	11.26	12.4	14.31	14.98	15.53	15.04

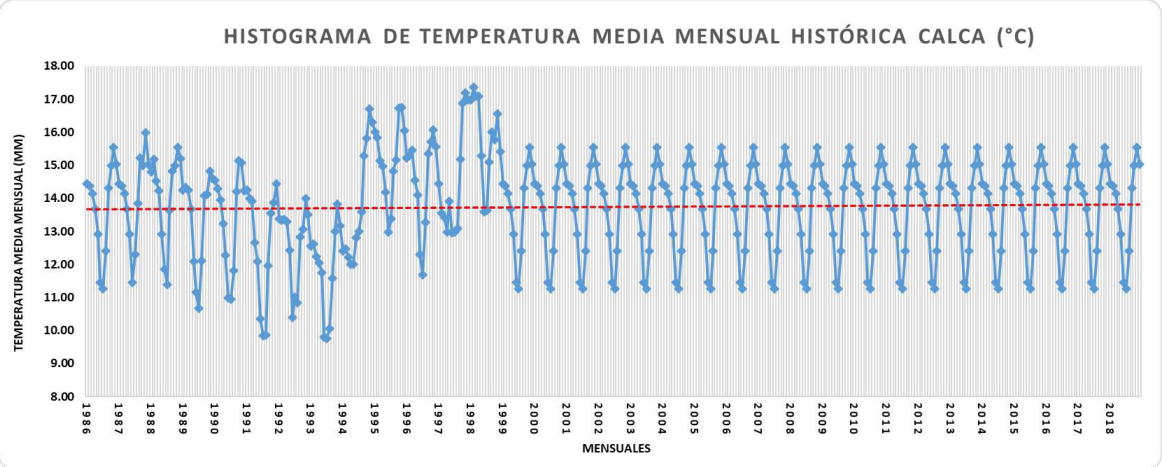
NRO	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
15	2000	14.44	14.38	14.14	13.68	12.91	11.46	11.26	12.4	14.31	14.98	15.53	15.04
16	2001	14.44	14.38	14.14	13.68	12.91	11.46	11.26	12.4	14.31	14.98	15.53	15.04
17	2002	14.44	14.38	14.14	13.68	12.91	11.46	11.26	12.4	14.31	14.98	15.53	15.04
18	2003	14.44	14.38	14.14	13.68	12.91	11.46	11.26	12.4	14.31	14.98	15.53	15.04
19	2004	14.44	14.38	14.14	13.68	12.91	11.46	11.26	12.4	14.31	14.98	15.53	15.04
20	2005	14.44	14.38	14.14	13.68	12.91	11.46	11.26	12.4	14.31	14.98	15.53	15.04
21	2006	14.44	14.38	14.14	13.68	12.91	11.46	11.26	12.4	14.31	14.98	15.53	15.04
22	2007	14.44	14.38	14.14	13.68	12.91	11.46	11.26	12.4	14.31	14.98	15.53	15.04
23	2008	14.44	14.38	14.14	13.68	12.91	11.46	11.26	12.4	14.31	14.98	15.53	15.04
24	2009	14.44	14.38	14.14	13.68	12.91	11.46	11.26	12.4	14.31	14.98	15.53	15.04
25	2010	14.44	14.38	14.14	13.68	12.91	11.46	11.26	12.4	14.31	14.98	15.53	15.04
26	2011	14.44	14.38	14.14	13.68	12.91	11.46	11.26	12.4	14.31	14.98	15.53	15.04
27	2012	14.44	14.38	14.14	13.68	12.91	11.46	11.26	12.4	14.31	14.98	15.53	15.04
28	2013	14.44	14.38	14.14	13.68	12.91	11.46	11.26	12.4	14.31	14.98	15.53	15.04
29	2014	14.44	14.38	14.14	13.68	12.91	11.46	11.26	12.4	14.31	14.98	15.53	15.04
30	2015	14.44	14.38	14.14	13.68	12.91	11.46	11.26	12.4	14.31	14.98	15.53	15.04
31	2016	14.44	14.38	14.14	13.68	12.91	11.46	11.26	12.4	14.31	14.98	15.53	15.04
32	2017	14.44	14.38	14.14	13.68	12.91	11.46	11.26	12.4	14.31	14.98	15.53	15.04
33	2018	14.44	14.38	14.14	13.68	12.91	11.46	11.26	12.4	14.31	14.98	15.53	15.04
NRO		33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
MEDIA		14.44	14.38	14.14	13.68	12.9	11.5	11.3	12.4	14.3	15	15.5	15
D.E.		0.76	0.81	0.79	0.84	0.7	0.8	0.9	1.1	0.8	0.8	0.7	0.7
C.V.		0.05	0.06	0.06	0.06	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0
MIN		12.4	12.46	12.22	11.78	11	9.7	9	9.9	11.6	13	13.8	13.2
MAX		16.99	17.36	17.08	17.09	15.3	13.6	13.6	15.1	16	16.9	17.2	17

Fuente: Senamhi.

Análisis de datos dudosos o atípicos "Outliers"

De las pruebas estadísticas T de Studen, Fisher y el Histograma de temperaturas se verificar la consistencia de datos y no existen datos atípicos de temperatura media en la estación meteorológica Calca.

Figura 29. Histograma de temperatura media mensual Calca



Fuente: Elaboracion propia

Tabla 28. Análisis de consistencia de temperatura media estación de Calca

DATOS DUDOSOS		DATOS CONFIABLES	
Periodos Muestrales		**Periodos Muestrales**	
Tamaño de la muestra(n1)=	103	Tamaño de la muestra (n2)=	293
Media de la muestra $\overline{X_1}$ =	13.75	Media de la muestra $\overline{X_2}$ =	13.71
Desviación Stand.(S1) =	1.53	Desviación Stand(S2)=	1.36
Grados de libertad(GL1)=	102	Grados de libertad(GL2)=	292

RESULTADOS				
PRUEBA "T" DE STUDENT				
Desviación estándar ponderada			1.41	
Desviación de las diferencias de los promedios			0.16	
Cálculo del T, calculado (Tc) según:			0.23	
Calculo del valor critico de t, tabular Tt:			1.97	
Grados de libertad			394.00	
Conclusión:				
	$\lvert t_c \rvert = 0.23$	<	Tt = 1.96	HOMOGENEIDAD OK
PRUEBA "F" DE FISHER				
Cálculo de F calculado (Fc)según :			**1.28**	
Calculo del F tabular(valor critico de Ft) Ft			**1.30**	
Conclusión:				
	$F_C = 1.28$	<	$F_t = 1.30$	HOMOGENEIDAD OK

Fuente: Elaboracion propia

Registro de datos de la estación meteorológico Perayoc

Tabla 29. Temperatura media mensual Perayoc

DATOS COMPLETADOS TEMPERATURA MEDIA MENSUAL													
NOMBRE:		ESTACIÓN PERAYOC					**TIPO:**		METEOROLÓGICA				
LATITUD:		13° 31' 16"					**DEPARTAMENTO:**		CUSCO				
LONGITUD:		71° 57' 53"					**PROVINCIA:**		CUSCO				
ALTITUD:		3365					**DISTRITO:**		CUSCO				
PARÁMETRO:		T° MEDIA MENSUAL (°C)					**PERIODO:**		1986-2018				
NRO	**AÑO**	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SET**	**OCT**	**NOV**	**DIC**
1	1986	11.8	11.5	11.2	11.1	9.6	8.9	8.1	9.5	11.4	12.4	12.9	13.5
2	1987	12.2	12.7	12.6	12.3	10.7	9.2	9.3	11.2	12.2	12.5	13.5	13.4
3	1988	12.7	12.2	12.2	11.8	11	9.2	9.5	10.3	13.4	14.4	12.9	12.4
4	1989	11.5	11.6	11.3	10	10.8	10.3	9.7	10.8	12.2	12.6	12.7	13.9
5	1990	12.5	12.1	12.4	11.4	10.5	8.6	9.9	9	11.5	12.1	12.2	12.3
6	1991	12.7	12.2	12.2	11.5	10.6	9.8	8.8	9.3	10.2	11.9	11.5	11.2
7	1992	11.3	11.7	11.7	11.6	9.6	8.9	8.1	9.5	12.2	10.9	13.2	12.9
8	1993	11.7	12.5	11	11.4	10.2	8.6	9	9.2	10.8	11.8	12.5	13.1
9	1994	11.8	12.1	11.2	10.9	10.3	8.4	8.3	10.5	8.6	11.9	12.2	12.8
10	1995	12.6	12.2	11.6	11.5	10.5	9.8	10.2	11.5	10.8	12	12.4	11.4
11	1996	11.5	11.6	11.8	11.9	11	9.1	10	10.8	11.5	12.1	12.7	12.7
12	1997	12.2	11	11.3	10.3	9.5	9	8.8	9.8	12.3	14.3	12.5	13.1
13	1998	13.9	14.2	13.8	13.1	11.5	10.4	10	11.6	13	12.6	13.4	12.9

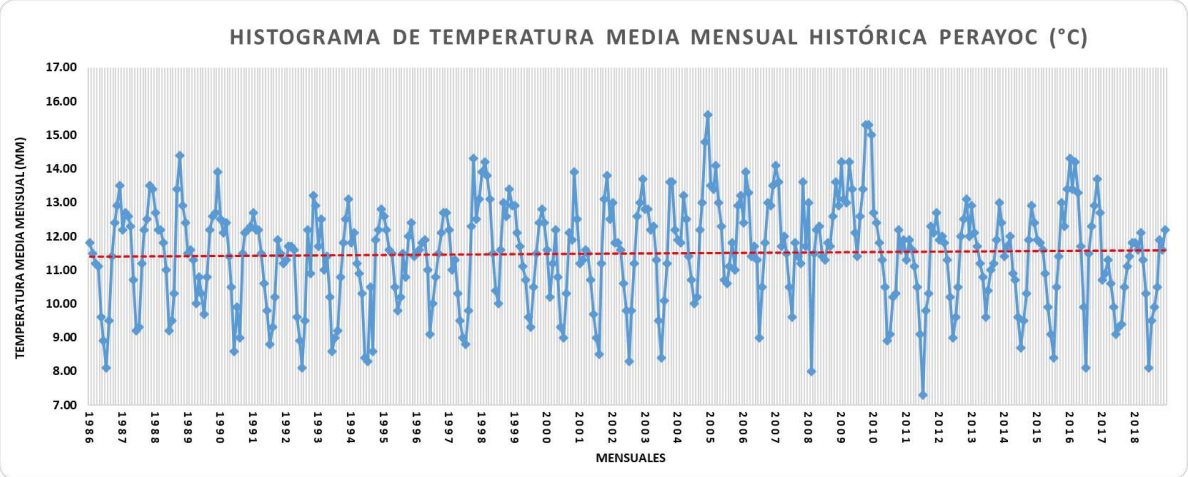
NRO	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
14	1999	12.9	12.1	11.7	11.1	10.7	9.6	8.8	10.5	11.5	12.4	12.8	12.4
15	2000	11.6	10.2	11.2	12.2	10.8	9.3	9	10.3	12.1	11.9	13.9	12.5
16	2001	11.2	11.3	11.6	11.5	10.7	9.7	9	8.5	11.2	13.1	13.8	12.5
17	2002	13	11.8	11.8	11.6	10.6	9.8	8.3	9.8	11.2	12.6	13	13.7
18	2003	12.8	12.8	12.2	12.3	11.3	9.5	8.4	10.1	11.2	13.6	13.6	12.2
19	2004	11.9	11.8	13.2	12.5	11.4	10.7	10	10.2	12.2	13	14.8	15.6
20	2005	13.5	13.4	14.1	13	12.3	10.7	10.6	11.1	11.8	11	12.9	13.2
21	2006	12.4	13.9	13.3	11.4	11.7	11.3	9	10.5	11.8	13	12.9	13.5
22	2007	14.1	13.6	11.7	12	11.5	10.5	9.6	11.8	11.4	11.2	13.6	11.7
23	2008	13	8	11.5	12.2	12.3	11.4	11.3	11.8	11.7	12.6	13.6	12.9
24	2009	14.2	13.1	13	14.2	13.4	12.1	11.4	12.6	13.4	15.3	15.3	15
25	2010	12.7	12.4	11.8	11.3	10.5	8.9	9.1	10.2	10.3	12.2	11.6	11.9
26	2011	11.3	11.9	11.6	11.1	10.5	9.1	7.3	9.8	10.3	12.3	12.1	12.7
27	2012	11.9	12	11.8	11.3	10.2	9	9.6	10.5	12	12.5	13.1	12
28	2013	12.9	12.1	11.7	11.2	10.8	9.6	10.4	11	11.2	11.9	13	12.4
29	2014	11.4	11.7	12	10.9	10.7	9.6	8.7	9.5	10.3	11.9	12.9	12.4
30	2015	11.9	11.8	11.6	10.9	9.9	9.1	8.4	10.5	11.4	13	12.3	13.4
31	2016	14.3	13.4	14.2	13.3	11.7	9.9	8.1	11.5	12.3	12.9	13.7	12.7
32	2017	10.7	10.9	11.3	10.6	9.9	9.1	9.3	9.4	10.5	11.1	11.4	11.8
33	2018	11.8	11.6	12.1	11.3	10.3	8.1	9.5	9.9	10.5	11.9	11.6	12.2
NRO		33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
MEDIA		12.36	12.04	12.05	11.66	10.82	9.61	9.26	10.38	11.47	12.45	12.92	12.8
D.E.		0.92	1.13	0.85	0.88	0.84	0.91	0.93	0.93	0.99	0.95	0.87	0.91
C.V.		0.04	0.07	0.04	0.04	0	0	0.1	0.1	0	0	0	0
MIN		10.7	8	11	10	9.5	8.1	7.3	8.5	8.6	10.9	11.4	11.2
MAX		14.3	14.2	14.2	14.2	13.4	12.1	11.4	12.6	13.4	15.3	15.3	15.6

Fuente: Senamhi.

Análisis de datos dudosos o atípicos "Outliers"

De las pruebas estadísticas T de Studen, Fisher y el Histograma de temperaturas se verificar la consistencia de datos y no existen datos atípicos de temperatura media en la estación meteorológica Perayoc.

Figura 30. Histograma de temperatura media mensual Perayoc



Fuente: Elaboracion propia

Tabla 30. Análisis de consistencia de temperatura media estación de Perayoc

DATOS DUDOSOS		DATOS CONFIABLES	
Periodos Muestrales		**Periodos Muestrales**	
Tamaño de la muestra(n1)=	141	Tamaño de la muestra (n2)=	255
Media de la muestra $\overline{X_1}$ =	11.52	Media de la muestra $\overline{X_2}$ =	11.23
Desviación Stand.(S1) =	1.47	Desviación Stand(S2)=	1.53
Grados de libertad(GL1)=	140	Grados de libertad(GL2)=	254

RESULTADOS				
PRUEBA "T" DE STUDENT				
Desviación estándar ponderada			1.51	
Desviación de las diferencias de los promedios			0.16	
Cálculo del T, calculado (Tc) según:			1.85	
Calculo del valor critico de t, tabular Tt:			1.97	
Grados de libertad			394.00	
Conclusión:				
	$\lvert t_c \rvert$ = **1.85**	<	**Tt = 1.96**	**HOMOGENEIDAD OK**
PRUEBA "F" DE FISHER				
Cálculo de F calculado (Fc)según :			**1.08**	
Calculo del F tabular(valor critico de Ft) Ft			**1.27**	
Conclusión:				
	F_C = **1.08**	<	F_t = **1.27**	**HOMOGENEIDAD OK**

Fuente: Elaboracion propia

Registro de datos de la estación meteorológico Kayra

Tabla 31. Temperatura media mensual estación Kayra

DATOS COMPLETADOS TEMPERATURA MEDIA MENSUAL													
NOMBRE:	ESTACIÓN KAYRA			**TIPO:**	METEOROLÓGICA								
LATITUD:	13° 33' 24.7"			**DEPARTAMENTO:**	CUSCO								
LONGITUD:	71° 52' 29.8"			**PROVINCIA:**	CUSCO								
ALTITUD:	3219			**DISTRITO:**	SAN JERÓNIMO								
PARÁMETRO:	T° MEDIA MENSUAL (°C)			**PERIODO:**	1986-2018								
NRO	**AÑO**	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SET**	**OCT**	**NOV**	**DIC**
1	1986	13.5	13.59	13.14	12.49	10.35	9.26	9.31	11.24	12.34	13.01	13.6	14.23
2	1987	14.28	14.51	14.07	13.16	11.24	10.05	9.89	11.77	13.32	13.9	14.78	14.44
3	1988	14.07	14.38	13.9	12.94	11.36	9.64	9.25	11.3	12.77	13.95	13.97	13.43
4	1989	13.19	12.71	12.78	12.54	10.64	10.49	9.1	10.67	12.79	13.4	13.03	14.03
5	1990	13.79	13.42	12.81	12.67	10.75	9.44	9.33	10.31	12.41	13.27	13.62	13.42
6	1991	14.13	13.62	13.32	12.07	10.83	9.76	8.7	9.47	11.22	13.29	13	13.06
7	1992	13.41	13.71	12.99	12.18	11.44	9.84	8.25	9.92	12.39	12.64	13.56	13.32
8	1993	12.92	13.31	12.54	12.22	10.97	9.49	9.49	9.65	11.47	13.33	13.99	13.73
9	1994	13.25	13.73	13.43	12.5	10.93	9.02	9.17	10.18	12.4	13.51	14.04	14.26
10	1995	14.02	13.88	13.55	12.65	10.9	10.12	10.73	11.59	12.09	13.99	13.84	13.57
11	1996	13.33	13.48	13.6	12.6	11.4	9.48	9.15	11.12	12.72	13.65	13.55	13.55
12	1997	13.52	13.13	13.2	11.84	10.6	9.46	9.77	10.42	12.33	14.26	14.64	14.7
13	1998	15.06	15.38	14.68	13.8	11.41	10.53	10.25	12.07	12.92	14.3	14.05	13.62

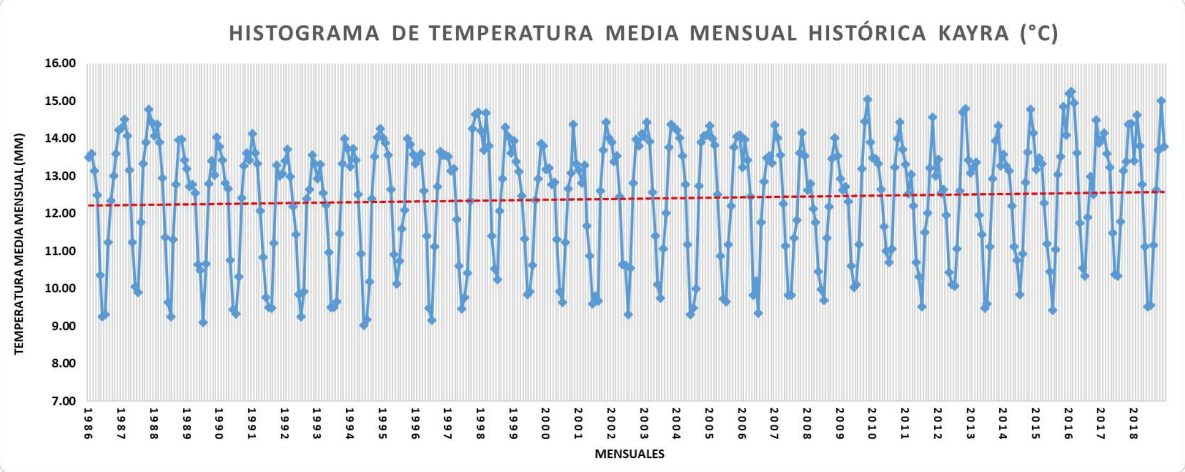
NRO	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
14	1999	13.93	13.39	13.11	12.47	11.32	9.85	8.69	10.63	12.35	12.92	13.87	13.8
15	2000	13.17	13.21	12.78	12.84	11.3	9.92	9.64	11.23	12.66	13.09	14.37	13.32
16	2001	13.16	12.82	13.3	11.68	10.87	9.59	9.81	9.67	12.6	13.7	14.43	14.01
17	2002	13.9	13.39	13.54	12.46	10.65	10.63	9.31	10.54	12.82	13.98	13.8	14.12
18	2003	14.05	14.44	13.92	12.57	11.41	10.11	9.75	11.06	12.01	13.77	14.37	14.31
19	2004	14.23	14.01	13.54	12.78	11.18	9.3	9.48	10	12.73	13.91	14.08	14.1
20	2005	14.33	16.8	13.82	12.5	10.87	9.73	9.65	11.17	12.21	13.76	14.05	14.1
21	2006	13.24	13.97	13.43	12.46	9.83	10.21	9.34	11.77	12.85	13.48	13.54	13.35
22	2007	14.35	14.01	13.55	12.26	11.13	9.82	9.83	11.35	11.82	13.61	14.15	13.53
23	2008	12.63	12.79	12.12	11.77	10.45	9.98	9.69	11.35	12.18	13.47	14.02	13.53
24	2009	12.92	12.63	12.71	12.31	10.6	10.03	10.1	11.17	13.19	14.46	15.04	13.9
25	2010	13.48	13.46	13.33	12.64	11.66	11.01	10.69	11.07	13.24	13.99	14.43	13.71
26	2011	13.31	12.52	13.04	12.21	10.7	10.32	9.51	11.5	12.02	13.21	14.57	13.01
27	2012	13.44	12.54	12.65	11.96	10.44	10.1	10.07	11.06	12.6	14.71	14.8	13.43
28	2013	13.08	13.24	13.36	11.96	11.45	9.47	9.6	11.11	12.92	13.94	14.33	13.27
29	2014	13.57	13.28	13.13	12.2	11.11	10.76	9.84	10.93	12.83	13.63	14.78	14.15
30	2015	13.18	13.48	13.32	12.28	11.19	10.46	9.42	11.05	13.05	13.51	14.85	14.1
31	2016	15.19	15.25	14.95	13.61	11.74	10.54	10.33	11.9	12.99	12.51	14.5	13.89
32	2017	13.96	14.15	13.59	13.24	11.48	10.37	10.33	11.79	13.14	13.38	14.38	14.4
33	2018	13.41	14.62	13.81	12.78	11.12	9.52	9.55	11.16	12.62	13.7	15	13.79
NRO		33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
MEDIA		13.66	13.72	13.36	12.5	11	9.9	9.6	10.9	12.5	13.6	14.2	13.8
D.E.		0.59	0.9	0.57	0.48	0.4	0.5	0.5	0.7	0.5	0.5	0.5	0.4
C.V.		0.04	0.07	0.04	0.04	0	0	0.1	0.1	0	0	0	0
MIN		12.63	12.52	12.12	11.68	9.8	9	8.3	9.5	11.2	12.5	13	13
MAX		15.19	16.8	14.95	13.8	11.7	11	10.7	12.1	13.3	14.7	15	14.7

Fuente: Senamhi.

Análisis de datos dudosos o atípicos “Outliers”

De las pruebas estadísticas T de Studen, Fisher y el Histograma de temperaturas se verificar la consistencia de datos y no existen datos atípicos de temperatura media en la estación meteorológica Kayra.

Figura 31. Histograma de temperatura media mensual Kayra



Fuente: Elaboracion propia

Tabla 32. Análisis de consistencia de temperatura media estación de Kayra

DATOS DUDOSOS		DATOS CONFIABLES	
Periodos Muestrales		**Periodos Muestrales**	
Tamaño de la muestra(n1)=	141	Tamaño de la muestra (n2)=	255
Media de la muestra $\overline{X_1}$ =	12.35	Media de la muestra $\overline{X_2}$ =	12.76
Desviación Stand.(S1) =	1.60	Desviación Stand(S2)=	1.64
Grados de libertad(GL1)=	140	Grados de libertad(GL2)=	254

RESULTADOS				
PRUEBA "T" DE STUDENT				
Desviación estándar ponderada			1.63	
Desviación de las diferencias de los promedios			0.17	
Cálculo del T, calculado (Tc) según:			1.93	
Calculo del valor critico de t, tabular Tt:			1.97	
Grados de libertad			394.00	
Conclusión:				
	$\lvert t_c \rvert$ = **1.93**	<	**Tt = 1.96**	**HOMOGENEIDAD OK**
PRUEBA "F" DE FISHER				
Cálculo de F calculado (Fc)según :			**1.06**	
Calculo del F tabular(valor critico de Ft) Ft			**1.27**	
Conclusión:				
	F_C = **1.06**	<	F_t = **1.27**	**HOMOGENEIDAD OK**

Fuente: Elaboracion propia

Registro de datos de la estación meteorológico Pisac

Tabla 33. Temperatura media mensual estación Pisac

DATOS COMPLETADOS TEMPERATURA MEDIA MENSUAL													
NOMBRE:		ESTACIÓN PISAC					**TIPO:**		METEOROLÓGICA				
LATITUD:		13° 24' 57"					**DEPARTAMENTO:**		CUSCO				
LONGITUD:		71° 51' 3"					**PROVINCIA:**		CALCA				
ALTITUD:		2950					**DISTRITO:**		PISAC				
PARÁMETRO:		T° MÍNIMA MENSUAL (°C)					**PERIODO:**		1986-2018				
NRO	**AÑO**	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SET**	**OCT**	**NOV**	**DIC**
1	1986	15.93	15.83	15.82	15.55	14.84	14.09	13.71	14.52	15.6	16.54	17.18	16.35
2	1987	15.93	15.83	15.82	15.55	14.84	14.09	13.71	14.52	15.6	16.54	17.18	16.35
3	1988	15.93	15.83	15.82	15.55	14.84	14.09	13.71	14.52	15.6	16.54	17.18	16.35
4	1989	15.93	15.83	15.82	15.55	14.84	14.09	13.71	14.52	15.6	16.54	17.18	16.35
5	1990	15.93	15.83	15.82	15.55	14.84	14.09	13.71	14.52	15.6	16.54	17.18	16.35
6	1991	15.93	15.83	15.82	15.55	14.84	14.09	13.71	14.52	15.6	16.54	17.18	16.35
7	1992	15.93	15.83	15.82	15.55	14.84	14.09	13.71	14.52	15.6	16.54	17.18	16.35
8	1993	15.93	15.83	15.82	15.55	14.84	14.09	13.71	14.52	15.6	16.54	17.18	16.35
9	1994	15.93	15.83	15.82	15.55	14.84	14.09	13.71	14.52	15.6	16.54	17.18	16.35
10	1995	15.93	15.83	15.82	15.55	14.84	14.09	13.71	14.52	15.6	16.54	17.18	16.35
11	1996	15.93	15.83	15.82	15.55	14.84	14.09	13.71	14.52	15.6	16.54	17.18	16.35
12	1997	15.93	15.83	15.34	14.8	14.56	13.89	13.82	13.71	15.31	16.74	17.27	17.1
13	1998	17.18	17.4	17.46	17.37	15.53	14.1	14.08	15.56	16.38	16.62	16.78	16.54

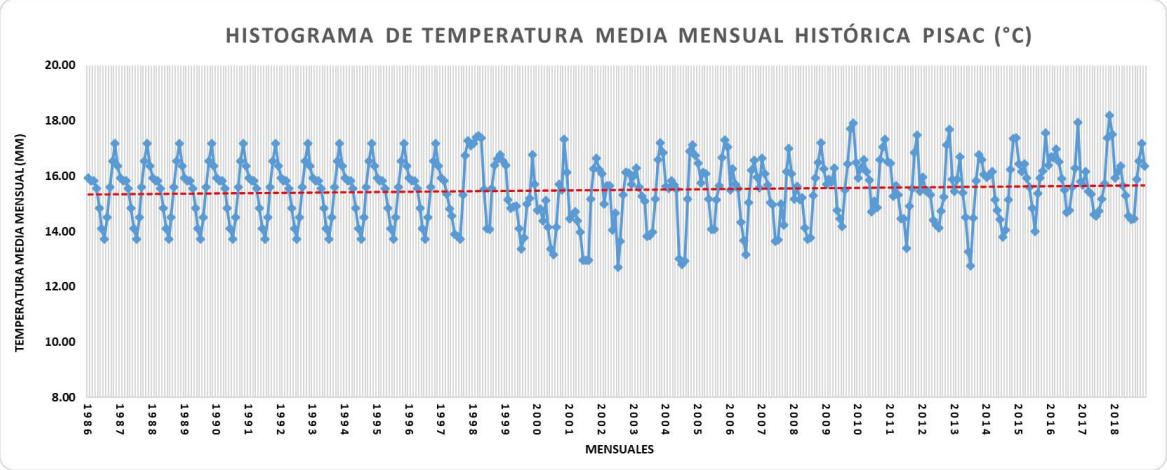
NRO	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
14	1999	16.39	15.13	14.85	14.9	14.91	14.09	12.29	13.76	14.99	15.2	16.78	15.7
15	2000	14.75	14.8	14.37	15.12	14.14	13.36	13.15	14.15	15.71	15.5	17.32	16.14
16	2001	14.45	14.61	14.71	14.38	13.97	12.97	12.97	12.95	15.18	16.26	16.63	16.24
17	2002	16.09	14.99	15.66	15.66	14.04	14.65	12.71	13.64	15.33	16.14	16.1	15.69
18	2003	16	16.28	15.59	15.27	15.09	13.82	13.85	13.98	15.16	16.59	17.19	16.85
19	2004	15.63	15.55	15.83	15.67	15.53	13.02	12.81	12.93	15.18	16.89	17.12	16.74
20	2005	16.47	15.76	16.13	16.08	15.17	14.07	14.07	15.13	15.65	16.66	17.31	17.06
21	2006	15.49	16.25	15.71	15.56	14.32	13.67	13.17	15.05	16.22	16.56	15.95	15.57
22	2007	16.65	16.09	15.68	15.05	14.96	13.65	13.69	14.99	14.24	16.15	17.01	16.08
23	2008	15.16	15.63	15.13	15.22	14.12	13.73	13.76	15.29	15.94	16.49	17.2	16.26
24	2009	15.71	15.88	15.77	16.29	14.75	14.45	14.18	15.5	16.44	17.71	17.9	16.5
25	2010	15.92	16.28	16.59	16.15	15.86	14.72	15.09	14.87	16.6	17.04	17.32	16.52
26	2011	16.47	15.27	15.65	15.31	14.45	14.46	13.4	14.91	15.56	16.85	17.49	15.45
27	2012	15.95	15.47	15.48	15.32	14.41	14.24	14.12	14.73	15.24	17.13	17.68	15.88
28	2013	15.46	15.87	16.69	15.4	14.5	13.25	12.75	14.48	15.83	16.77	16.6	16.05
29	2014	15.96	16.04	16.16	15.14	14.75	14.43	13.79	14.05	15.14	16.24	17.36	17.38
30	2015	16.45	16.16	16.44	15.92	15.61	14.84	14	15.36	15.94	16.19	17.56	16.38
31	2016	16.7	16.67	16.97	16.52	15.9	15.49	14.69	14.76	15.59	16.29	17.93	15.81
32	2017	15.68	16.15	15.45	15.34	14.62	14.56	14.73	15.16	15.72	17.39	18.2	17.5
33	2018	15.94	16.16	16.37	15.65	15.3	14.57	14.44	14.46	15.87	16.54	17.18	16.35
NRO		33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
MEDIA		15.93	15.83	15.82	15.55	14.8	14.1	13.7	14.5	15.6	16.5	17.2	16.4
D.E.		0.52	0.52	0.6	0.53	0.5	0.5	0.6	0.6	0.4	0.5	0.4	0.5
C.V.		0.03	0.03	0.04	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0
MIN		14.45	14.61	14.37	14.38	14	13	12.3	12.9	14.2	15.2	16	15.5
MAX		17.18	17.4	17.46	17.37	15.9	15.5	15.1	15.6	16.6	17.7	18.2	17.5

Fuente: Senamhi.

Análisis de datos dudosos o atípicos “Outliers”

De las pruebas estadísticas T de Studen, Fisher y el Histograma de temperaturas se verificar la consistencia de datos y no existen datos atípicos de temperatura media en la estación meteorológica Pisac.

Figura 32. Histograma de temperatura media mensual Pisac



Fuente: Elaboracion propia

Registro de datos de la estación meteorológico Urubamba

Tabla 34. Temperatura media mensual estación Urubamba

DATOS COMPLETADOS TEMPERATURA MEDIA MENSUAL													
NOMBRE:		ESTACIÓN URUBAMBA					**TIPO:**		METEOROLÓGICA				
LATITUD:		13° 18' 18.6"					**DEPARTAMENTO:**		CUSCO				
LONGITUD:		71° 7' 28.4"					**PROVINCIA:**		URUBAMBA				
ALTITUD:		2850					**DISTRITO:**		URUBAMBA				
PARÁMETRO:		T° MEDIA MENSUAL (°C)					**PERIODO:**		1986-2018				
NRO	**AÑO**	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SET**	**OCT**	**NOV**	**DIC**
1	1986	15.75	15.37	15.05	14.46	12.64	12.65	11.47	13.49	14.43	15.92	16.37	16.46
2	1987	16.2	16.64	15.96	15.08	13.29	11.99	11.84	13.63	15	15.81	16.27	16.23
3	1988	15.64	16.01	15.55	14.76	13.83	12.4	11.52	13.21	13.99	15.99	16.01	15.63
4	1989	15	15.09	15.04	14.86	13.19	12.54	11.36	12.92	14.3	15.86	16.03	16.72
5	1990	16.01	15.82	15.15	14.88	12.99	11.65	11.54	12.54	14.47	15.04	15.46	15.92
6	1991	16.38	15.85	15.62	14.78	14.38	13.03	11.42	12.09	13.32	14.87	14.98	15.7
7	1992	15.72	15.66	15.63	15.11	14.47	11.87	10.39	11.98	13.76	14.98	15.48	15.61
8	1993	15.08	15.31	15.08	14.78	14.21	12.22	12	12.26	13.53	15.34	16.2	15.74
9	1994	15.46	15.38	15.23	14.85	13.86	12.03	11.43	12.53	14.24	15.16	15.95	15.96
10	1995	15.83	15.88	15.29	15.18	13.97	12.59	13.07	14.05	14.07	15.83	15.7	15.53
11	1996	15.09	15.58	15.52	14.92	14.18	11.92	11.4	12.66	14.42	15.41	15.37	15.29
12	1997	15.64	14.7	14.96	14.56	13.31	12.08	12.09	12.49	14.52	16.15	16.55	16.69
13	1998	16.61	17.01	16.72	16.35	13.82	12.55	12.4	13.48	14.55	15.65	15.89	15.27
14	1999	15.19	14.45	14.19	14.43	13.8	12.85	11.19	12.79	14.42	14.58	16.15	15.71
15	2000	15.06	15.44	15.33	15.49	14.9	12.98	12.42	13.41	15.17	15.56	16.63	15.92
16	2001	15.24	15.14	15.38	14.58	14.23	12.74	12.73	12.65	15.23	16.65	16.78	16.86
17	2002	16.46	16.06	16.18	15.83	14.1	13.76	12.14	12.83	14.86	15.87	16.17	16.29
18	2003	16.29	16.61	16.24	15.53	14.35	13.89	12.09	13.07	14.24	16.12	16.64	15.99
19	2004	15.94	15.53	15.99	15.76	14.44	11.79	11.26	12.04	14.51	15.59	16.21	16.26
20	2005	16.4	16.13	16.21	15.76	14.04	12.9	11.96	13.55	13.98	15.67	16.19	16.33
21	2006	15.3	15.98	15.58	15.06	13.32	13.31	11.83	13.53	15.13	15.97	15.71	15.84
22	2007	16.52	15.86	15.61	15.23	14.27	12.93	12.19	12.94	13.82	15.31	16.03	15.95
23	2008	14.79	15.13	14.52	14.66	13.24	12.3	12.43	14.19	14.62	15.76	16.43	15.27
24	2009	14.87	14.8	14.81	15.42	13.69	12.87	12.33	13.7	15.3	16.09	16.23	15.45
25	2010	15.13	15.92	15.5	14.37	13.12	13.02	13.27	15.17	16.42	17.1	17.55	16.78
26	2011	16.41	15.37	15.59	15.69	14.67	13.53	12.56	13.96	14.84	16.34	17.19	15.6
27	2012	16	15.63	15.74	15.59	14.55	13.23	13.05	14.19	15.25	17.06	17.24	16.37
28	2013	15.91	16.26	16.54	15.83	15.37	13.15	12.69	13.74	15.85	16.3	16.61	16.24
29	2014	16.66	16.6	16.19	18.67	14.66	14.83	13.06	13.47	15.4	16.61	16.97	16.8
30	2015	15.52	16.38	16.52	15.49	14.96	14.34	13.19	14.01	15.97	12.48	12.51	11.61
31	2016	17.57	17.11	17.73	16.89	14.95	13.62	12.54	14.32	15.68	15.73	16.45	15.7
32	2017	15.92	15.94	15.83	15.54	14.4	13.62	13.24	14.51	15.2	16.18	16.75	16.35
33	2018	15.8	15.77	15.64	15.32	14.04	12.85	12.13	13.29	14.7	15.72	16.15	15.88
NRO		33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
MEDIA		15.8	15.77	15.64	15.32	14	12.8	12.1	13.3	14.7	15.7	16.1	15.9
D.E.		0.63	0.63	0.68	0.83	0.6	0.7	0.7	0.8	0.7	0.8	0.9	0.9
C.V.		0.04	0.04	0.04	0.05	0	0.1	0.1	0.1	0	0.1	0.1	0.1
MIN		14.79	14.45	14.19	14.37	12.6	11.7	10.4	12	13.3	12.5	12.5	11.6
MAX		17.57	17.11	17.73	18.67	15.4	14.8	13.3	15.2	16.4	17.1	17.6	16.9

Fuente: Senamhi.

Análisis de datos dudosos o atípicos “Outliers”

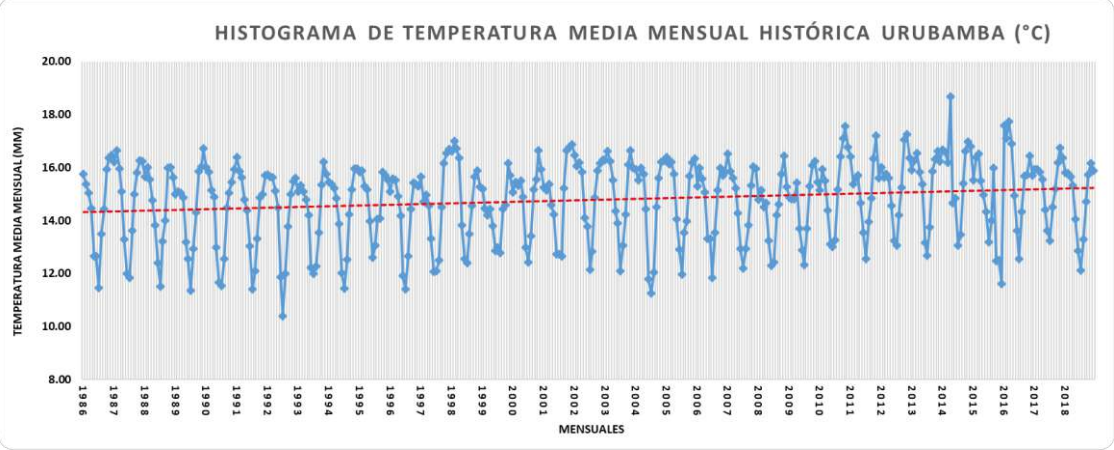
De las pruebas estadísticas T de Studen, Fisher y el Histograma de temperaturas se verificar la consistencia de datos y no existen datos atípicos de temperatura media en la estación meteorológica Urubamba.

Tabla 35. Análisis de consistencia de temperatura media estación de Urubamba

DATOS DUDOSOS			**DATOS CONFIABLES**	
Periodos Muestrales			**Periodos Muestrales**	
Tamaño de la muestra(n1)=	141		Tamaño de la muestra (n2)=	255
Media de la muestra $\overline{X_1}$ =	14.74		Media de la muestra $\overline{X_2}$ =	15.04
Desviación Stand.(S1) =	1.49		Desviación Stand(S2)=	1.49
Grados de libertad(GL1)=	140		Grados de libertad(GL2)=	254
RESULTADOS				
PRUEBA "T" DE STUDENT				
Desviación estándar ponderada			1.49	
Desviación de las diferencias de los promedios			0.16	
Cálculo del T, calculado (Tc) según:			1.92	
Calculo del valor critico de t, tabular Tt:			1.97	
Grados de libertad			394.00	
Conclusión:				
	$\lvert t_c \rvert$ = **1.92**	<	**Tt = 1.96**	**HOMOGENEIDAD OK**
PRUEBA "F" DE FISHER				
Cálculo de F calculado (Fc)según :			**1.01**	
Calculo del F tabular(valor critico de Ft) Ft			**1.27**	
Conclusión:				
	F_C = **1.01**	<	F_t = **1.27**	**HOMOGENEIDAD OK**

Fuente: Elaboracion propia

Figura 33. Histograma de temperatura media mensual Urubamba



Fuente: Elaboracion propia

Registro de datos de evaporación

La data de evaporación más cercanos a la cuenca en estudio fue obtenidos gracias al pozo de evaporación de la laguna de Piuray perteneciente a la E.P.S. SEDACUSCO.

Tabla 36. Evaporación - E.P.S. SEDACUSCO

EVAPORACIÓN MM/MES												
Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2013	89.57	69.85	82.64	91.8	87.01	72.49	86.28	93.46	107.67	90.28	98.04	79.4
2014	78.2	71.71	82.47	77.71	78.98	82.6	86.58	103.67	88.89	98.46	103.12	93.38
2015	83.7	84.88	92.25	71.41	78.26	71.04	101.39	109.75	103.57	98.86	102.14	92.02
2016	105.99	85.17	108.93	91.42	101.21	94.61	105.88	107.79	114.49	100.62	117.61	90.3
2017	87.18	86.55								108.09	83.81	94.34
2018	92.77											

Fuente: SEDACUSCO

Tabla 37. Horas de sol estación meteorológica Kayra

DATOS HORAS DE SOL													
NOMBRE:		ESTACIÓN KAYRA					**TIPO:**		METEOROLÓGICA				
LATITUD:		13° 33' 24.7"					**DEPARTAMENTO:**		CUSCO				
LONGITUD:		71° 52' 29.8"					**PROVINCIA:**		CUSCO				
ALTITUD:		3219					**DISTRITO:**		SAN JERÓNIMO				
PARÁMETRO:		HORAS DE SOL					**PERIODO:**		1964-2018				
NRO	**AÑO**	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SET**	**OCT**	**NOV**	**DIC**
1	1964		103.2	123.9	203	182.6	283.3	285	225.2	156.2	205.8		156.3
2	1965	155.4	109.4	130	196.1	251.1	211.4	232.6	236.6	181.7	220.2	199.9	135.4
3	1966	188.1	121.8	156.8	213.6	219.6	267.9	270.5	259.8	218.4	168.5	156.7	130.8
4	1967		137.6	137.9		203.7	239	238.4	195.4	212	188.6	208.2	157.3
5	1968	126.7	96.1	169.6	203.6	244.7	241.3	245.5	217.6	216.7	165.4	138.9	174.8
6	1969	139.6	137.9	180.7	199.6	250.2	225.4	244.7	269.4	221.4	216.6	174	135.3
7	1970	101.5	127.4	152.6	156.1	233.9	172.6	243.6	252.9	188.5	218	203.4	98.6
8	1971	136.3	80.1	161.4	190.2	244.4	213.7	245.9	243	253	219	198.6	124.7
9	1972	96.8	122.6	120	183.4	234.8	263.2	255.4	220.3	206.9	229.3	149.2	160.7
10	1973	114.1	111.1	144.3	165.4	234.2	226.6	204.5	218.7	166.6	174.9	128.6	124.2
11	1974	85.2	83	170.8	170.2	248.5	222.6	254.9	178.5	199.9	187.3	204.3	157.4
12	1975	136.6	93.5	127.1	214.4	174.8	210.8	270.1	238	179.3	230	139.5	130
13	1976	98.4	128.4	181.4	225.6	232.6	222.8	261.3	218.3	180.6	260.5	235.7	166.7
14	1977	160.9	99.4	157.7	215.1	251.9	281.9	241.5	266.6	201.2	212.9	146.6	143.1
15	1978	111.3	153.6	171.5	172.2	246.9	248.4	252.3	245.6	197.5	222.2	154.4	134.8
16	1979	143.9	124.6	109.1	172.9	239.3	238.9	255.8	259.5	230.1	212.9	173.3	119.5
17	1980	130	131	99	208.3	270.1	260.5	220.4	228.4	190.2	153.4	194	178
18	1981	90.2	96.3	142.8	158.3	227.8	262.9	278.1	209.2	186.7	156	142.1	112.2
19	1982	96.3	103.6	130.6	194.3	256.8	221.6	260.7	216.5	178.3	187.5	102.9	193
20	1983	188.3	147.6	166.4	205.6	241.6	210.1	263.2	248.4	174.9	214.6	207.6	181.8
21	1984	87.6	72.2	144.2	175.8	226.2	216.3	263.6	244.1	254.9	134.2	136	165.9
22	1985	121.2	122.2	131.6	134	204.5	230.9	272.8	232.6	156.3	225.6	150	101.7
23	1986	107.9	86.7	95.3	157.9	234.2	270.4	244.4	216.7	224.2	240.6	208.5	145.8
24	1987	104.8	166.8	193.4	197.7	243.8	235.8	268.4	255.4	218.6	197	146.3	174.2
25	1988	105.6	167	73.3	143.5	228	264.2	281.1	279.1	210.5	206.6	205.1	148.2
26	1989	110.1	134.7	138.4	140.9	225.4	201.5	254.4	224.3	185.2		202.6	165
27	1990	121.6	175.3	201.8	195	221.2	182.3	252.4	252.1	220.9	149.7	132.5	137.5

NRO	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
28	1991	164.4	128.5	141.6	198.1	249.5	260.2	240.6	234.6	169	166.9	183.8	157.8
29	1992	130.3	129.2	176.4	217.4	220.6	160.2	209.1	195.6	238.2	181.4	145.5	121.1
30	1993	118.5	149.8	139.1	135.3	239.6	264	263.7	246.5	169.5	170.4	130.3	119.3
31	1994	135.2	105.7	138.2	121.6	217.5	246.9	244.3	233.1	196.6	242.4	182	169.2
32	1995	161.1	120.7	116.2	199.7	258.6	239.5	252.6	271	218.6	235.8	191.9	165.4
33	1996	122	132.1	149.9	182.1	237.9	270.7	274	207.9	234.2	222.9	174.9	130.5
34	1997	106.4	121.9	143	207.5	260.3	284.1	281.3	234	210.5	222.1	195	167.5
35	1998	173.1	168.2	193.5	219.3	286.1	222.6	288	245.1	250.7	174.8	187	155.3
36	1999	149.9	117.2	117.5	172.4	226.7	256.3	251.3	273.6	187.2	186.6	200.8	155.1
37	2000	134.5	130.3	130.1	198	249.6	226.7	232.7	213.8	218.3	169.4	214.8	165
38	2001	81.4	103.2	132.8	202.2	201.7	233.7	235	256.1	214.5	184.2	179.6	158
39	2002	178.1	75.4	128.7	161	232.2	206	193.4	224.1	176.5	169	168.3	120.9
40	2003	111.4	116.8	108.3	197.9	231	237.9	273.1	240.6	213.7	209	203.6	119
41	2004	137.2	163.5	156.6	203.1	254.6	201.4	213.4	209.4	204.3	197.5	162.1	143.3
42	2005	154.3	127.7	172.9	214.5	263.1	265	281.3	270.3	209.6	150.2	179.8	151.5
43	2006	108.9	150	165.3	183.7	286.7	220.5	267.6	236.1	231.6	181.7	150.3	121.3
44	2007	150.9	117.1	106.9	155.1	215.5	259.9	236.9	268.6	181.7			
45	2008			143.2	194.1	247.3	252.7	267.3		225.6	176.9		106.8
46	2009	87.2	97.7	141.8	181.7	230.3	247.9	230.9	259.7	188.7	197.9	113.2	105.4
47	2010	86.4	101.1	134.2	191.2	210.1	229.5	282.1	261.2	219.6	156.8	144.5	102.7
48	2011	90.7	58.5	99.4		223.8	233.8	236.8	227.7	178.6	187.1	187.9	88.6
49	2012	113.3	75.54	127.9	144.9	246.7	231.9	259	260.6	208.7	194.3	155.7	68.4
50	2013		82.5	131.1	227.4	213	161.9	212.2	206.7	226.3	155.4	168.5	85.6
51	2014	98	106.9	143.2	169.6	192	242.6	227.4	214.4	153.5	199	156.3	
52	2015	110	122.9	151.3	120.1	194	239.6	268.2	247	204.9	177	166.5	132.8
53	2016	149.9	129.2	187.3	194.5	255.5	236.7	269.3	246.6	230.5	166.6	214.5	143.9
54	2017	115.2				135.8	209.6	248.3	240.9	175.1	169.1	126.9	
55	2018			110.6	159.3	226.6	204.9	191	203.5	221.6		127.5	
NRO		50	52	54	52	55	55	55	54	55	51	52	51
MEDIA		124..54	118.55	142.57	183.55	232.35	234.05	250.77	236.68	203.06	192.53	170.19	139.36
D.E.		28.18	26.93	27.31	27.24	26.29	28.54	23.2	22.99	25.03	28.48	30.77	27.4
C.V.		0.23	0.23	0.19	0.15	0.11	0.12	0.09	0.1	0.12	0.15	0.18	0.2
MIN		81.4	58.5	73.3	120.1	135.8	160.2	191	178.5	153.5	134.2	102.9	68.4
MAX		188.3	175.3	201.8	227.4	286.7	284.1	288	279.1	254.9	260.5	235.7	193

Fuente: Senamhi.

4.2.2.3 Análisis de doble masa

El análisis de doble masa es un procedimiento gráfico o estadístico para poder determinar las condiciones de un registro se basa en el concepto de graficar los valores acumulados de las estaciones con el promedio acumulado de las estaciones más confiables. Si la gráfica obtenida no presenta quiebres es un indicador que los registros son consistentes. Para efectuar el análisis de doble masa, se han agrupado estaciones pluviométricas tomando en consideración: altitud, periodo de registro y características topográficas.

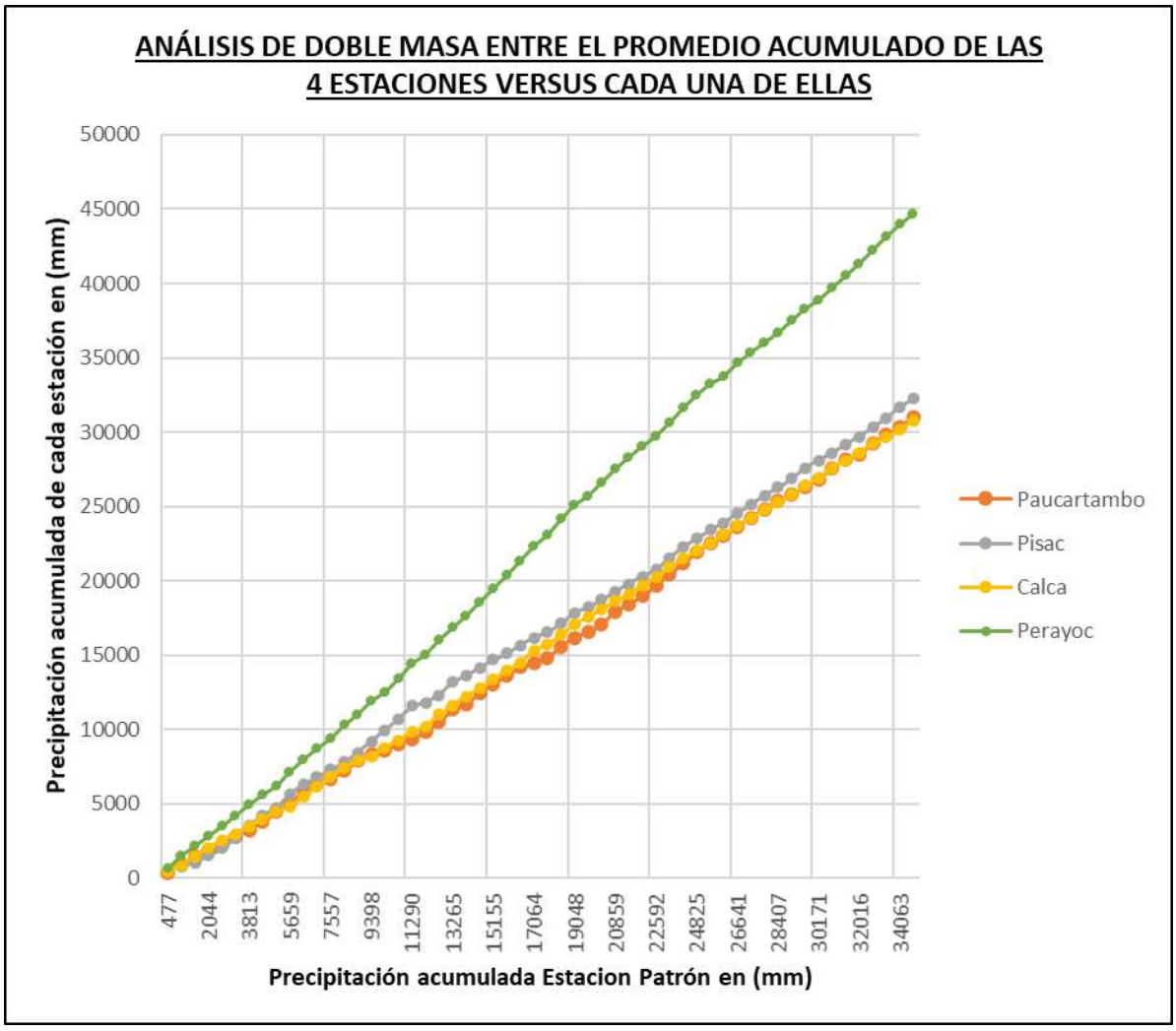
El análisis de doble masa se muestra en el cuadro 46, y en la figura 39 se presentan el diagrama de doble masa correspondiente, en el que se aprecia que no existe quiebre alguno.

Tabla 38. Análisis de doble masa para la precipitación media

ANÁLISIS DE DOBLE MASA PARA LA PRECIPITACIÓN MEDIA									
	Perayoc		Paucartambo		Pisac		Calca		Estacion Patron
Año	PP(mm)	PP Acumul	PP(mm)	PP Acumul	PP(mm)	PP Acumul	PP(mm)	PP Acumul	PP Acumul promedio.
1964	637.3	637.3	399.1	399.1	461.0	461.0	409.0	409.0	476.6
1965	837.5	1474.8	551.7	950.8	351.2	812.2	470.0	879.0	1029.2
1966	701.3	2176.1	464.2	1415.0	242.8	1055.0	577.1	1456.1	1525.5
1967	678.9	2855.0	354.6	1769.6	439.8	1494.8	600.8	2056.9	2044.1
1968	669.2	3524.2	422.0	2191.6	528.6	2023.4	525.0	2581.9	2580.3
1969	661.1	4185.3	625.0	2816.6	661.3	2684.7	400.8	2982.7	3167.3
1970	786.9	4972.2	441.0	3257.6	855.4	3540.1	500.9	3483.6	3813.4
1971	645.9	5618.1	508.0	3765.6	719.4	4259.5	508.7	3992.3	4408.9
1972	587.8	6205.9	678.7	4444.3	461.9	4721.4	479.5	4471.8	4960.8
1973	879.6	7085.5	597.6	5041.9	968.5	5689.9	347.0	4818.8	5659.0
1974	859.1	7944.6	773.2	5815.1	632.0	6321.9	650.4	5469.2	6387.7
1975	772.7	8717.3	520.8	6335.9	480.7	6802.6	702.5	6171.7	7006.9
1976	709.3	9426.6	332.5	6668.4	511.1	7313.7	647.3	6819.0	7556.9
1977	846.2	10272.8	552.0	7220.4	485.7	7799.4	618.7	7437.7	8182.6
1978	749.6	11022.4	683.9	7904.3	626.6	8426.0	448.3	7886.0	8809.7
1979	849.5	11871.9	399.2	8303.5	786.5	9212.5	318.0	8204.0	9398.0
1980	620.9	12492.8	259.3	8562.8	734.8	9947.3	578.6	8782.6	9946.4
1981	894.4	13387.2	477.7	9040.5	753.9	10701.2	515.0	9297.6	10606.6
1982	1015.3	14402.5	295.8	9336.3	908.5	11609.7	512.0	9809.6	11289.5
1983	653.3	15055.8	501.0	9837.3	205.5	11815.2	381.0	10190.6	11724.7
1984	930.5	15986.3	656.0	10493.3	504.9	12320.1	811.0	11001.6	12450.3
1985	882.7	16869.0	853.0	11346.3	908.5	13228.6	614.0	11615.6	13264.9
1986	737.2	17606.2	351.0	11697.3	361.5	13590.1	622.0	12237.6	13782.8
1987	927.2	18533.4	749.3	12446.6	543.7	14133.8	550.1	12787.7	14475.4
1988	953.8	19487.2	624.4	13071.0	554.6	14688.4	584.0	13371.7	15154.6
1989	892.5	20379.7	524.7	13595.7	442.9	15131.3	608.6	13980.3	15771.7
1990	958.5	21338.2	582.3	14178.0	534.7	15666.0	483.5	14463.8	16411.5
1991	942.5	22280.7	313.6	14491.6	484.1	16150.1	870.4	15334.2	17064.1
1992	784.7	23065.4	312.7	14804.3	412.6	16562.7	382.0	15716.2	17537.1
1993	1070.6	24136.0	762.1	15566.4	562.8	17125.5	654.0	16370.2	18299.5
1994	946.0	25082.0	591.0	16157.4	738.7	17864.2	716.5	17086.7	19047.6
1995	610.2	25692.2	396.0	16553.4	376.0	18240.2	449.0	17535.7	19505.4
1996	934.0	26626.2	513.0	17066.4	507.4	18747.6	560.5	18096.2	20134.1
1997	940.1	27566.3	854.0	17920.4	546.1	19293.7	560.8	18657.0	20859.3
1998	756.0	28322.3	459.6	18380.0	477.6	19771.3	399.0	19056.0	21382.4
1999	687.0	29009.3	599.6	18979.6	494.5	20265.8	625.0	19681.0	21983.9
2000	711.0	29720.3	675.8	19655.4	467.9	20733.7	576.0	20257.0	22591.6
2001	951.0	30671.3	794.4	20449.8	794.2	21527.9	666.0	20923.0	23393.0
2002	973.6	31644.9	718.3	21168.1	754.2	22282.1	565.0	21488.0	24145.8
2003	844.9	32489.8	757.7	21925.8	559.3	22841.4	556.0	22044.0	24825.2
2004	729.0	33218.8	609.2	22535.0	601.8	23443.2	505.0	22549.0	25436.5
2005	558.4	33777.2	468.6	23003.6	439.0	23882.2	534.9	23083.8	25936.7
2006	858.0	34635.2	642.0	23645.6	691.4	24573.6	625.9	23709.8	26641.0
2007	688.2	35323.4	584.1	24229.7	533.5	25107.1	533.8	24243.5	27225.9
2008	678.7	36002.1	571.0	24800.7	643.8	25750.9	517.0	24760.5	27828.6
2009	684.7	36686.8	577.0	25377.7	535.5	26286.4	517.3	25277.8	28407.2
2010	797.5	37484.3	397.0	25774.7	596.0	26882.4	500.9	25778.7	28980.0
2011	805.9	38290.2	511.5	26286.2	701.6	27584.0	584.1	26362.8	29630.8
2012	551.3	38841.6	549.5	26835.7	494.6	28078.6	564.4	26927.2	30170.8
2013	839.4	39681.0	732.9	27568.7	513.3	28591.9	658.1	27585.3	30856.7
2014	838.7	40519.7	614.5	28183.2	588.9	29180.8	505.5	28090.8	31493.6
2015	801.9	41321.5	272.5	28455.7	528.8	29709.6	488.1	28578.9	32016.4
2016	924.1	42245.6	772.6	29228.3	626.1	30335.7	642.8	29221.7	32757.8
2017	901.5	43147.1	593.2	29821.5	628.5	30964.2	410.6	29632.3	33391.3
2018	832.0	43979.1	517.7	30339.2	755.7	31719.9	580.2	30212.5	34062.7
2019	672.3	44651.5	716.1	31055.3	521.5	32241.4	516.2	30728.7	34669.2

Fuente: Elaboracion propia.

Figura 34. Analisis de doble masa para la precipitación media



Fuente: Elaboracion propia.

4.2.2.4 REGIONALIZACIÓN DE DATOS DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS A LA CUENCA EN ESTUDIO

La cuenca Muchillay no cuenta con información meteorológica, motivo por el cual se utilizará técnicas de interpolación para regionalizar la información de estaciones meteorológicas existentes cercanas a la cuenca.

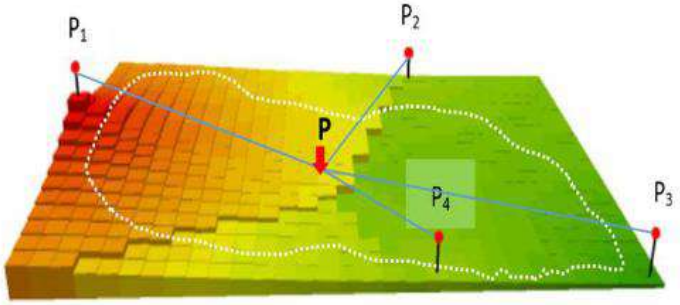
REGIONALIZACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL

MÉTODO INVERSO DE LA DISTANCIA.

Este método indica que un punto determinado de la cuenca, el valor de ese punto depende de los valores observados en el conjunto de las estaciones de la cuenca, cada estación meteorológica teniendo una influencia dependiente de

la inversa de su distancia a dicho punto elevado a una potencia normalmente a 2. Con este sistema, las estaciones más cercanas tendrán una influencia mucho más fuerte que las estaciones alejadas.

Figura 35. Inverso de la distancia de estaciones meteorológicas



$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{P_i}{D_i^p}}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{D_i^p}}$$

Donde:

$\bar{P}$ = Precipitación media en el punto P

$\bar{P_i}$ = Valor conocido en el i-esimo punto

D_i = Distancia del punto conocido i al punto P

p= Potencia del inverso de la distancia.

Normalmente se utiliza una potencia p igual a 2 (inversa del cuadrado de la distancia), pero SPATIAL permite potencias que van de 1 a 5. Se observará que cuando p tiende hacia el infinito, el resultado de la interpolación converge con el del diagrama de Thiessen, ya que, en este caso limite, es el punto más próximo que ejerce una influencia preponderante.

Tabla 39. Precipitación media anual de estaciones

Estación	COORDENADAS (UTM)		Altitud	Precipitación media anual
	Este	Norte		
Perayoc	179057.04	8503292.74	3365	797.35
Paucartambo	219389.77	8525552.91	3042	564.56
Pisac	191410.61	8515096.66	2950	570.79
Calca	180403.25	8524103.08	2926	548.73
Cuenca Muchillay	187561.68	8528062.75	4300	-

Tabla 40. Regionalizacion de la precipitacion media anual

Estación	Distancia	1/Distancia	(1/Distancia)^2	Altitud	Precipitación media anual (mm)
Perayoc	26206.04	3.81591E-05	1.45612E-09	3365	797.35
Paucartambo	31951.67	3.12973E-05	9.79519E-10	3042	564.56
Pisac	13592.51	7.35699E-05	5.41254E-09	2950	570.79
Calca	8295.18	0.000120552	1.45328E-08	2926	548.73
Suma			2.2381E-08	4300	**570.93**

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 41. Precipitación media anual regionalizada

PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL REGIONALIZADA CUENCA MUCHILLAY													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	77.51	76.99	97.80	28.09	12.49	0.00	0.00	5.20	19.77	25.49	42.66	39.54	426
1965	110.81	19.25	86.36	32.25	3.12	0.00	0.00	0.00	14.57	28.09	85.32	109.25	489
1966	74.81	147.23	56.60	8.43	35.27	0.00	0.08	7.50	41.62	79.70	108.62	40.58	600
1967	65.03	91.56	112.37	29.97	3.64	3.12	23.41	3.12	36.21	65.24	72.83	118.61	625
1968	111.02	129.54	79.60	10.92	0.00	5.20	29.13	9.05	11.45	26.01	73.87	60.45	546
1969	104.57	33.61	59.41	13.32	0.00	5.72	10.40	4.68	10.40	15.09	77.83	81.99	417
1970	118.51	104.36	113.10	47.55	3.12	0.00	2.08	2.08	14.57	21.12	56.18	38.50	521
1971	104.77	124.23	105.92	21.85	0.00	0.00	0.00	3.12	24.97	21.12	31.21	92.08	529
1972	139.21	55.25	89.06	29.13	0.00	0.00	2.08	15.82	33.09	0.00	42.66	92.60	499
1973	160.23	27.68	53.17	15.19	7.49	0.00	2.39	0.00	0.00	3.95	2.08	88.86	361
1974	115.70	119.24	129.85	59.31	1.04	21.23	2.08	54.94	3.12	35.17	49.32	85.73	677
1975	117.36	140.05	88.23	85.11	29.34	3.12	0.00	2.08	12.90	39.33	90.42	122.98	731
1976	101.34	95.31	123.61	88.65	19.25	101.97	1.04	1.56	23.93	9.05	34.13	73.66	673
1977	130.47	117.36	60.55	89.69	0.00	0.00	0.00	7.70	18.52	49.42	119.86	50.15	644
1978	108.31	105.71	46.20	16.02	5.31	0.00	0.00	0.00	1.46	85.42	44.53	53.48	466
1979	57.33	84.07	19.56	3.12	0.00	0.00	0.00	0.00	9.16	27.42	66.81	63.45	331
1980	99.71	109.37	110.87	42.79	0.00	1.04	18.32	17.44	7.50	54.57	65.95	74.38	602
1981	111.33	48.90	44.74	64.51	0.00	0.00	0.00	37.46	5.20	42.66	91.56	89.48	536
1982	155.03	62.43	78.03	33.29	0.00	2.08	0.00	0.00	43.70	55.14	33.29	69.71	533
1983	114.45	42.66	50.98	21.85	2.08	1.04	0.00	15.61	0.00	42.66	42.66	62.43	396
1984	152.95	155.03	137.34	93.64	0.00	74.91	0.00	5.20	2.08	69.71	92.60	60.35	844
1985	109.25	105.09	60.35	47.86	0.00	35.38	4.16	3.12	4.16	69.71	93.64	106.13	639
1986	150.87	85.32	130.06	84.28	1.04	0.00	0.00	6.24	36.42	38.50	75.95	38.50	647
1987	143.49	71.66	42.97	0.00	0.00	6.76	16.65	0.00	18.73	36.94	95.20	139.94	572
1988	118.61	102.49	166.99	68.15	0.00	0.00	0.00	0.00	4.68	12.49	49.94	84.28	608
1989	136.20	90.52	119.13	76.99	14.77	11.97	0.00	2.08	0.00	49.42	58.27	73.87	633
1990	122.77	91.56	62.22	37.46	0.00	17.90	0.00	10.40	6.24	50.98	32.77	70.75	503
1991	135.47	198.73	155.03	59.31	0.00	19.77	0.00	0.00	4.16	95.72	124.02	113.41	906
1992	26.01	56.71	61.91	0.00	0.00	34.34	0.00	33.82	0.00	33.29	83.24	68.15	397
1993	162.83	118.09	53.06	39.54	0.00	12.49	10.40	36.42	9.36	43.70	78.03	116.53	680
1994	162.31	139.42	106.65	66.59	3.64	0.00	0.00	0.00	18.73	42.66	37.46	168.03	745
1995	68.15	74.39	101.97	14.57	2.08	2.08	2.08	0.00	34.34	31.21	54.10	82.20	467
1996	157.11	100.92	65.55	36.94	5.20	0.00	0.00	14.57	6.24	50.98	48.90	96.76	583
1997	75.12	123.82	134.22	18.73	0.00	0.00	0.00	14.15	12.49	11.45	98.84	94.68	583
1998	88.44	95.20	41.10	17.69	4.16	5.20	0.00	1.56	0.00	44.22	61.91	55.66	415

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1999	132.14	108.21	85.32	0.00	93.64	1.04	0.00	0.00	1.04	31.21	78.03	119.65	650
2000	93.64	149.83	113.41	18.73	0.00	2.08	2.08	2.08	62.43	49.94	15.61	89.48	599
2001	123.82	109.25	147.75	22.89	35.38	1.04	5.20	5.20	16.65	43.70	93.64	88.44	693
2002	129.02	69.71	85.32	19.77	5.20	104.05	31.21	4.16	6.24	19.77	17.69	95.72	588
2003	30.17	67.63	85.32	34.34	0.00	5.20	0.00	143.58	6.24	38.50	90.52	76.99	578
2004	78.03	99.88	108.21	30.17	0.00	0.00	0.00	0.00	2.08	57.23	93.64	56.18	525
2005	104.52	109.02	83.91	34.68	4.67	9.48	2.26	6.65	12.41	38.52	67.78	82.59	556
2006	123.73	130.05	116.93	15.92	4.14	14.08	0.00	12.67	15.33	47.10	76.06	95.26	651
2007	111.81	54.08	95.49	64.48	5.69	9.78	8.13	6.11	14.19	44.20	67.57	73.86	555
2008	106.24	91.21	72.04	19.59	7.01	12.19	0.72	9.84	7.39	39.23	75.83	96.63	538
2009	107.48	92.40	79.96	26.33	6.39	11.00	2.88	8.85	7.27	33.42	83.83	78.37	538
2010	68.96	111.73	82.63	35.39	5.00	0.00	10.23	0.00	0.00	43.89	62.47	100.86	521
2011	104.74	61.75	107.17	28.57	8.62	0.00	10.13	30.07	24.04	13.25	114.13	105.25	608
2012	89.65	49.49	62.11	63.67	13.96	48.37	0.00	32.28	34.97	41.73	25.25	125.73	587
2013	126.14	156.34	103.26	69.50	0.00	16.88	0.00	8.54	22.79	13.70	63.16	104.47	685
2014	86.92	78.47	132.09	43.05	24.80	4.18	6.65	0.00	17.31	44.59	35.81	52.10	526
2015	57.69	157.34	41.23	0.00	15.01	0.00	0.00	12.19	2.06	55.35	57.55	109.42	508
2016	162.90	104.00	150.14	13.46	0.00	33.73	12.65	0.00	26.22	26.63	100.24	38.77	669
2017	91.37	48.49	50.39	10.38	0.00	0.00	13.41	0.00	4.55	38.65	54.00	116.01	427
2018	72.11	122.06	121.92	51.61	16.42	0.00	11.42	44.74	0.00	26.76	40.86	95.78	604
2019	89.54	108.22	108.75	50.40	0.00	34.60	0.00	1.44	0.11	24.08	29.04	90.88	537
MEDIA	108.53	96.84	90.68	36.71	7.12	12.02	4.31	11.49	13.80	38.91	65.35	85.17	**571**
D.E.	32.2664	36.4349	33.9003	25.6531	14.6505	22.7493	7.42884	21.922	13.6124	19.5045	27.7584	27.2032	
C.V.	0.2973	0.37625	0.37386	0.69882	2.05631	1.89296	1.72407	1.90824	0.98605	0.50124	0.42479	0.31939	
MIN	26.01	19.25	19.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.08	38.50	
MAX	162.90	198.73	166.99	93.64	93.64	104.05	31.21	143.58	62.43	95.72	124.02	168.03	

Fuente: Elaboracion propia.

REGIONALIZACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE 24 HORAS

Para la regionalización de la precipitación máxima de 24 horas a la cuenca se utilizó la estación meteorológica de calca, siendo la mas cercana a la cuenca en estudio, y se consideró el factor altitud.

Tabla 42. Regionalización de la precipitación máxima de 24 horas

Estación	Altitud	Precipitación máxima en 24 horas (mm)
Calca	2926	250.60
Cuenca Muchillay	4300	**368.28**

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 43. Precipitación máxima de 24 horas regionalizada

PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE 24 HORAS REGIONALIZADA CUENCA MUCHILLAY													
AÑO	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SET**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**P.Anual**
1964	36.74	36.74	16.17	4.41	5.88	0.00	0.00	0.00	22.04	13.23	14.70	11.02	160.92
1965	11.76	10.58	19.10	13.23	0.00	0.00	3.67	0.00	11.76	8.82	11.76	35.27	125.94
1966	22.04	11.76	11.76	2.94	7.35	0.00	2.94	0.00	19.84	8.82	10.29	17.63	115.36
1967	30.86	27.92	36.74	0.00	19.10	3.38	10.58	6.17	6.17	10.58	22.19	20.57	194.28
1968	34.54	32.92	24.40	10.43	1.47	6.17	17.05	0.29	7.64	11.02	37.62	10.58	194.13
1969	25.86	19.84	31.89	20.43	0.00	13.52	6.17	6.03	10.58	22.48	28.80	49.38	234.99
1970	59.52	47.32	59.08	38.65	6.17	6.17	6.03	9.11	23.81	35.86	17.78	58.78	368.28
1971	32.92	49.08	36.89	31.01	6.03	3.53	3.09	10.29	0.00	31.16	8.82	11.02	223.82
1972	34.39	22.48	31.60	13.37	4.56	0.00	4.56	4.70	14.99	6.17	9.26	35.42	181.49
1973	39.97	36.30	52.02	26.89	9.26	6.17	10.87	6.03	5.88	10.58	20.57	29.98	254.53
1974	22.93	37.03	21.16	16.75	3.09	8.96	1.47	10.43	6.03	5.88	6.17	18.22	158.13
1975	18.08	18.22	19.25	12.05	13.67	3.09	0.00	0.00	10.73	15.84	17.94	16.31	145.18
1976	22.34	18.22	27.48	15.14	31.74	4.70	3.09	2.94	10.73	6.03	10.58	13.52	166.50
1977	35.27	24.10	16.17	9.41	0.00	0.00	5.88	6.03	9.26	7.64	35.42	10.29	159.45
1978	29.98	23.81	23.81	17.93	10.73	0.00	0.00	0.00	10.73	3.09	15.28	14.99	150.34
1979	29.39	28.07	31.16	11.90	5.88	7.35	5.88	2.94	9.26	14.99	13.67	31.74	192.22
1980	18.08	31.30	39.09	29.98	2.94	0.00	0.00	7.49	15.14	14.99	5.88	25.13	190.02
1981	22.63	36.00	32.92	16.61	6.17	6.17	6.03	4.41	13.67	15.84	21.02	26.89	208.36
1982	36.15	20.87	38.80	25.72	14.70	5.88	1.47	5.88	9.26	12.20	17.63	13.52	202.07
1983	4.56	12.05	23.81	12.05	0.00	2.94	6.76	4.41	7.35	9.11	16.17	13.52	112.72
1984	16.75	25.70	29.77	17.31	8.57	3.78	3.84	10.58	4.56	10.87	13.81	12.05	157.60
1985	22.19	38.80	25.72	19.10	6.17	0.00	0.00	6.03	15.14	23.95	36.74	9.11	202.95
1986	10.87	17.93	18.66	17.05	6.17	0.00	3.09	3.09	2.94	3.09	6.17	6.32	95.38
1987	37.77	14.99	20.57	6.03	0.00	9.11	8.82	0.00	0.00	5.88	20.87	13.52	137.55
1988	18.96	27.63	41.00	15.72	2.94	0.00	0.00	0.00	3.38	7.35	8.82	24.40	150.19
1989	18.22	66.13	28.22	13.81	7.35	0.00	2.94	6.03	6.17	10.43	12.05	9.41	180.76
1990	13.81	35.27	7.64	21.46	6.17	19.40	0.00	4.41	9.41	9.11	23.51	34.39	184.58
1991	22.04	17.63	19.69	20.87	6.32	8.82	0.00	2.94	2.94	14.70	17.93	19.10	152.98
1992	30.86	13.52	13.81	13.23	0.00	32.33	3.09	12.05	5.88	20.57	34.54	18.81	198.69
1993	29.98	20.87	7.64	11.76	5.88	6.17	12.05	7.64	2.94	8.82	22.34	27.04	163.12
1994	36.74	25.57	25.57	12.05	7.79	0.00	0.00	0.00	9.41	35.27	8.82	41.74	202.95
1995	30.13	20.57	14.70	5.88	6.17	0.00	0.00	0.00	10.29	24.98	10.58	24.98	148.28
1996	29.39	23.95	19.69	23.95	6.03	0.00	0.00	9.11	7.35	28.22	46.29	22.34	216.32
1997	29.98	20.87	19.10	1.91	3.82	0.00	0.00	14.84	10.29	6.17	31.74	25.57	164.30
1998	35.86	24.98	14.70	8.96	3.23	3.09	0.00	0.73	19.84	20.13	26.01	16.17	173.70
1999	18.22	40.71	13.96	13.52	7.20	9.99	3.09	0.00	8.08	11.02	14.84	25.13	165.77
2000	53.79	26.45	18.37	2.65	4.26	2.94	0.00	1.47	4.26	13.37	10.14	19.84	157.54
2001	38.50	33.95	27.04	16.46	8.38	0.00	18.81	4.11	4.11	32.04	21.46	26.01	230.87
2002	24.98	36.74	31.60	17.05	6.17	4.56	30.27	4.26	6.03	11.17	37.92	40.41	251.15
2003	26.60	23.07	28.66	9.55	2.20	9.99	0.00	18.52	5.14	16.02	8.23	42.32	190.31
2004	34.83	28.80	25.28	7.05	1.76	9.41	10.58	8.67	14.99	29.83	20.87	37.03	229.11
2005	33.80	16.17	26.45	19.84	0.00	0.00	2.20	2.94	2.50	5.58	20.72	13.52	143.73
2006	31.60	26.16	29.39	19.10	0.00	44.09	0.00	7.94	3.67	14.40	16.61	42.62	235.57
2007	30.71	19.40	41.30	22.78	5.00	0.00	2.06	0.00	4.26	15.14	28.95	30.27	199.86
2008	33.21	56.87	25.86	4.11	4.85	4.11	0.44	2.94	5.58	17.93	38.06	44.68	238.66

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	P.Anual
2009	39.38	29.10	31.30	12.64	0.29	0.00	1.47	0.59	21.90	4.41	56.29	30.86	228.23
2010	44.97	38.80	30.27	3.67	7.35	1.62	2.06	7.64	1.47	21.16	15.87	57.61	232.49
2011	35.71	49.38	36.45	11.46	7.79	8.82	7.20	0.59	10.73	10.87	28.36	25.28	232.63
2012	22.04	42.76	12.93	8.82	0.88	0.73	1.18	0.73	14.99	5.88	39.97	43.06	193.98
2013	30.27	33.21	29.10	11.02	8.52	5.58	3.67	15.87	3.23	25.86	22.48	53.79	242.63
2014	27.92	17.34	16.90	30.86	9.11	0.00	1.18	1.76	14.99	26.31	4.85	24.10	175.32
2015	22.19	14.99	36.45	22.63	13.67	0.00	18.81	5.29	12.05	7.64	9.11	22.48	185.31
2016	30.27	33.21	29.10	11.02	8.52	5.58	3.67	15.87	3.23	25.86	22.48	53.79	242.63
2017	21.75	15.87	39.68	37.62	4.70	4.70	1.18	5.29	4.85	8.08	16.90	13.52	174.15
2018	38.94	39.09	28.51	14.70	2.94	12.49	11.02	13.23	7.64	20.72	29.83	15.43	234.55
2019	39.68	18.08	39.24	10.87	12.49	0.44	4.41	0.00	2.65	19.99	27.33	19.40	194.57
P. max	59.52	66.13	59.08	38.65	31.74	44.09	30.27	18.52	23.81	35.86	56.29	58.78	**368.28**

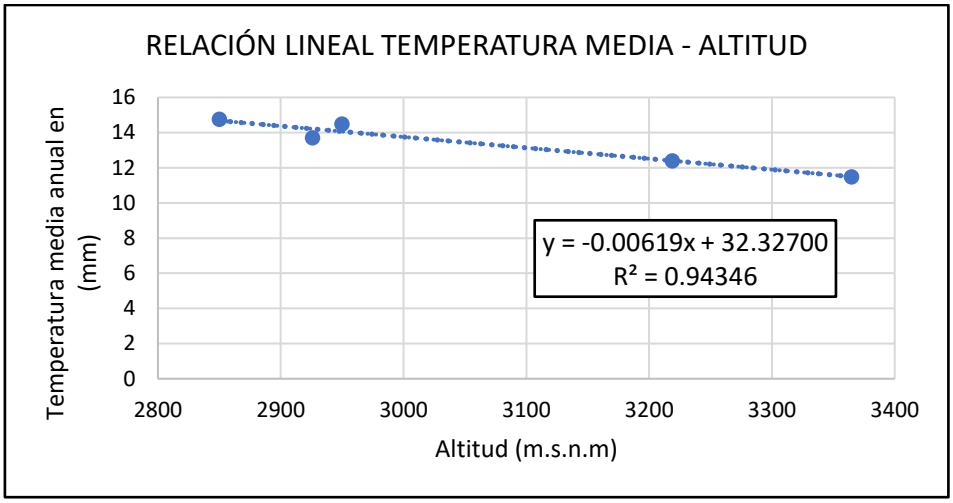
REGIONALIZACIÓN DE LA TEMPERATURA MEDIA ANUAL

Esta regionalización se lleva a cabo mediante el cálculo de una regresión lineal simple, donde la elevación es el valor independiente y la precipitación se considera dependiente. El valor del coeficiente de correlación "R" deberá cumplir una propiedad fundamental determinada por el siguiente intervalo: -1 a 1, de acuerdo a esta propiedad la relación entre las variables x e y se pueden considerar como ajuste perfecto a "R = 1" y como variables sin relación a "R=0". El cálculo y resultados se muestran a continuación:

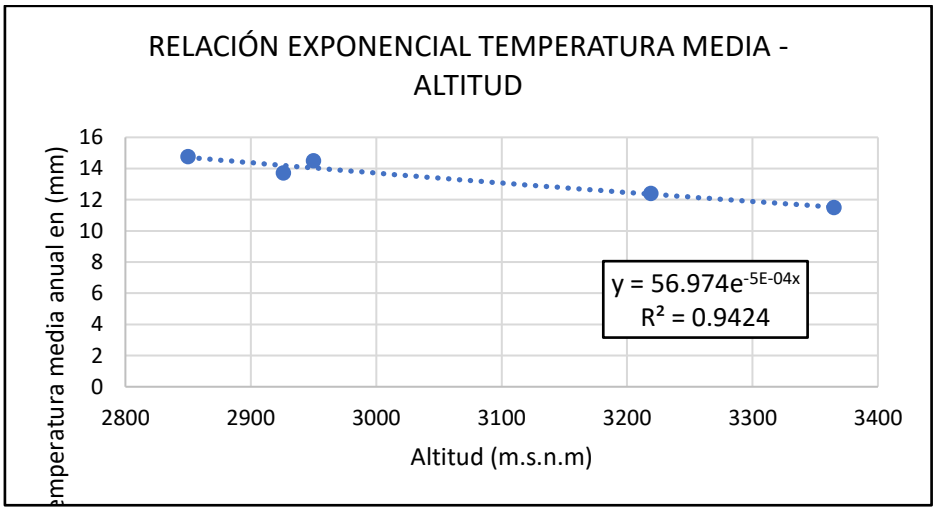
Tabla 44. Temperatura media anual de estaciones

Estación	Coordenadas Geogr.		Altitud	Temperatura media anual
	Longitud	Latitud		
Perayoc	71°57'0.0"	13°31'0.0"	3365	11.485
Kayra	71°54'0.0"	13°34'0.0"	3219	12.395
Pisac	71°50'58"	13°24'57"	2950	14.494
Calca	71°57'00"	13°20'0.0"	2926	13.712
Urubamba	72°7'44.8"	13°19'23.6"	2850	14.761

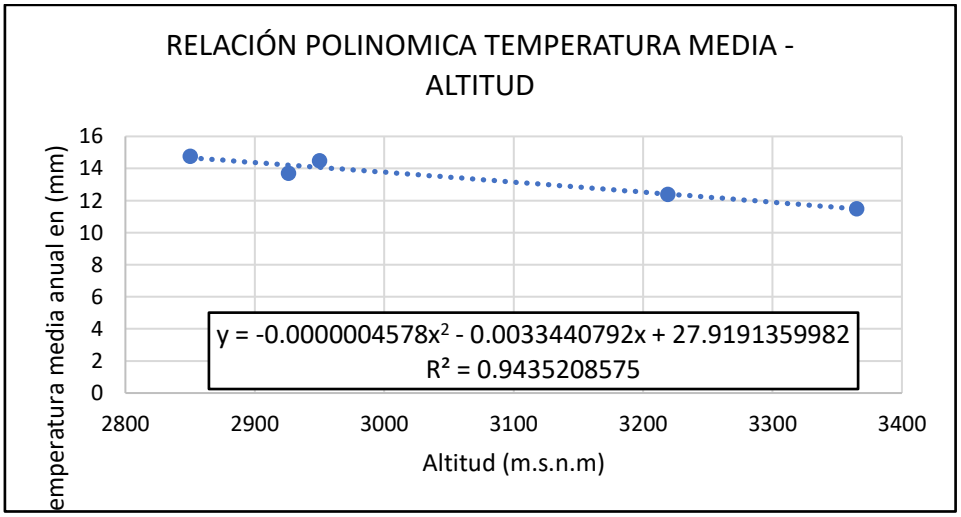
Fuente: Elaboracion propia.



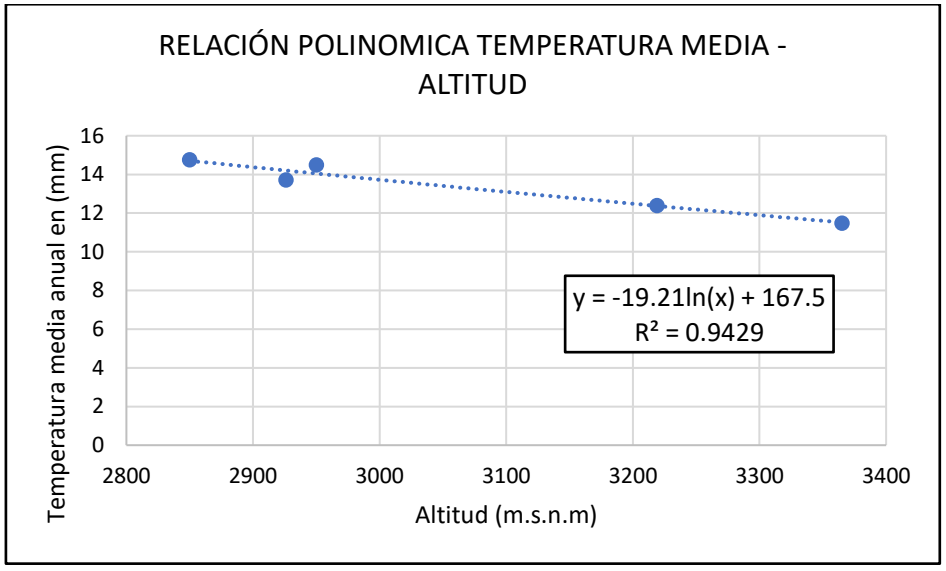
Fuente: Elaboracion propia.



Fuente: Elaboracion propia.



Fuente: Elaboracion propia.



Fuente: Elaboracion propia.

Ecuación polinómica de ajuste

$y = 56.974e^{-5E-04x}$

$R^2 = 0.9424$

Tabla 45. Temperatura media anual regionalizada para la zona de estudio

Estación	Coordenadas Geogr.		Altitud	Temperatura media anual	Temperatura ajustada
	Longitud	Latitud			
Perayoc	71°57'0.0"	13°31'0.0"	3365	11.485	11.483
Kayra	71°54'0.0"	13°34'0.0"	3219	12.395	12.411
Pisac	71°50'58"	13°24'57"	2950	14.494	14.070
Calca	71°57'00"	13°20'0.0"	2926	13.712	14.215
Urubamba	72°7'44.8"	13°19'23.6"	2850	14.761	14.670
Cuenca Muchillay			4300		6.640

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 46. Temperatura media anual regionalizada

TEMPERATURA MEDIA REGIONALIZADA														
NRO	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1986	5.73	5.70	5.61	5.43	5.12	4.54	4.47	4.92	5.68	5.94	6.16	5.96	65
2	1987	5.73	5.70	5.61	5.43	5.12	4.54	4.88	5.49	6.04	5.94	6.34	5.96	67
3	1988	5.87	6.02	5.76	5.64	5.12	4.70	4.52	5.41	5.88	5.94	6.16	6.03	67
4	1989	5.65	5.69	5.65	5.43	4.79	4.42	4.23	4.81	5.58	5.60	5.88	5.79	64
5	1990	5.77	5.67	5.53	5.25	4.87	4.35	4.34	4.69	5.64	6.00	5.98	5.64	64
6	1991	5.65	5.55	5.52	5.02	4.79	4.11	3.91	3.91	4.74	5.37	5.50	5.73	60
7	1992	5.31	5.29	5.29	5.27	4.93	4.12	3.56	4.30	5.09	5.18	5.55	5.35	59

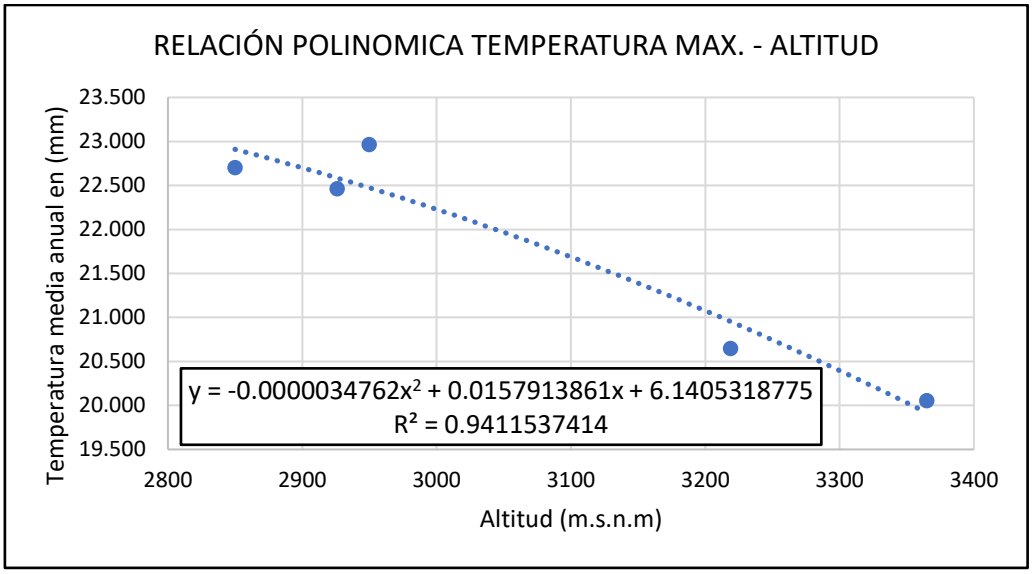
NRO	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
8	1993	4.98	5.00	4.85	4.77	4.66	3.89	3.87	3.99	4.59	5.15	5.48	5.22	56
9	1994	4.92	4.94	4.85	4.67	4.37	3.85	3.77	4.10	6.06	6.27	6.62	6.46	61
10	1995	6.35	6.28	6.00	5.94	5.62	5.14	5.31	5.88	6.01	6.63	6.64	6.37	72
11	1996	6.04	6.06	6.13	5.77	5.59	4.88	4.64	5.26	6.08	6.23	6.37	6.17	69
12	1997	5.73	5.37	5.32	5.14	5.52	5.14	5.15	5.19	6.02	6.69	6.82	6.73	69
13	1998	6.74	6.88	6.77	6.78	6.06	5.39	5.41	5.98	6.35	6.25	6.56	6.11	75
14	1999	5.73	5.70	5.61	5.43	5.12	4.54	4.47	4.92	5.68	5.94	6.16	5.96	65
15	2000	5.73	5.70	5.61	5.43	5.12	4.54	4.47	4.92	5.68	5.94	6.16	5.96	65
16	2001	5.73	5.70	5.61	5.43	5.12	4.54	4.47	4.92	5.68	5.94	6.16	5.96	65
17	2002	5.73	5.70	5.61	5.43	5.12	4.54	4.47	4.92	5.68	5.94	6.16	5.96	65
18	2003	5.73	5.70	5.61	5.43	5.12	4.54	4.47	4.92	5.68	5.94	6.16	5.96	65
19	2004	5.73	5.70	5.61	5.43	5.12	4.54	4.47	4.92	5.68	5.94	6.16	5.96	65
20	2005	5.73	5.70	5.61	5.43	5.12	4.54	4.47	4.92	5.68	5.94	6.16	5.96	65
21	2006	5.73	5.70	5.61	5.43	5.12	4.54	4.47	4.92	5.68	5.94	6.16	5.96	65
22	2007	5.73	5.70	5.61	5.43	5.12	4.54	4.47	4.92	5.68	5.94	6.16	5.96	65
23	2008	5.73	5.70	5.61	5.43	5.12	4.54	4.47	4.92	5.68	5.94	6.16	5.96	65
24	2009	5.73	5.70	5.61	5.43	5.12	4.54	4.47	4.92	5.68	5.94	6.16	5.96	65
25	2010	5.73	5.70	5.61	5.43	5.12	4.54	4.47	4.92	5.68	5.94	6.16	5.96	65
26	2011	5.73	5.70	5.61	5.43	5.12	4.54	4.47	4.92	5.68	5.94	6.16	5.96	65
27	2012	5.73	5.70	5.61	5.43	5.12	4.54	4.47	4.92	5.68	5.94	6.16	5.96	65
28	2013	5.73	5.70	5.61	5.43	5.12	4.54	4.47	4.92	5.68	5.94	6.16	5.96	65
29	2014	5.73	5.70	5.61	5.43	5.12	4.54	4.47	4.92	5.68	5.94	6.16	5.96	65
30	2015	5.73	5.70	5.61	5.43	5.12	4.54	4.47	4.92	5.68	5.94	6.16	5.96	65
31	2016	5.73	5.70	5.61	5.43	5.12	4.54	4.47	4.92	5.68	5.94	6.16	5.96	65
32	2017	5.73	5.70	5.61	5.43	5.12	4.54	4.47	4.92	5.68	5.94	6.16	5.96	65
33	2018	5.73	5.70	5.61	5.43	5.12	4.54	4.47	4.92	5.68	5.94	6.16	5.96	65
MEDIA		5.73	5.70	5.61	5.43	5.12	4.54	4.47	4.92	5.67	5.94	6.16	5.96	
D.E.		0.30	0.32	0.31	0.33	0.29	0.30	0.37	0.43	0.33	0.31	0.28	0.26	
C.V.		0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08	0.09	0.06	0.05	0.05	0.04	
MIN		4.92	4.94	4.85	4.67	4.37	3.85	3.56	3.91	4.59	5.15	5.48	5.22	
MAX		6.74	6.88	6.77	6.78	6.06	5.39	5.41	5.98	6.35	6.69	6.82	6.73	

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 47. Temperatura máxima promedio de estaciones

Estación	Coordenadas Geogr.		Altura	Temperatura máxima prom.
	Longitud	Latitud		
Perayoc	71°57'0.0"	13°31'0.0"	3365	20.057
Kayra	71°54'0.0"	13°34'0.0"	3219	20.649
Pisac	71°50'58"	13°24'57"	2950	22.964
Calca	71°57'00"	13°20'0.0"	2926	22.464
Urubamba	72°7'44.8"	13°19'23.6"	2850	22.704

Fuente: Elaboracion propia.



Fuente: Elaboracion propia.

Ecuación polinómica de ajuste

$y = -0.0000034762x^2 + 0.0157913861x + 6.1405318775$

$R^2 = 0.9411537414$

Tabla 48. Temperatura máxima regionalizada para la zona de estudio

Estación	Coordenadas Geogr.		Altura	Temperatura máxima prom.	Temperatura ajustada
	Longitud	Latitud			
Perayoc	71°57'0.0"	13°31'0.0"	3365	20.057	19.917
Kayra	71°54'0.0"	13°34'0.0"	3219	20.649	20.953
Pisac	71°50'58"	13°24'57"	2950	22.964	22.473
Calca	71°57'00"	13°20'0.0"	2926	22.464	22.585
Urubamba	72°7'44.8"	13°19'23.6"	2850	22.704	22.911
Cuenca Muchillay			4300		10.354

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 49. Temperatura maxima anual regionalizada

TEMPERATURA MÁXIMA REGIONALIZADA														
NRO	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1986	13.75	13.10	12.92	13.49	13.76	14.18	11.97	10.41	11.24	13.19	13.19	12.10	153
2	1987	13.65	14.63	14.69	14.38	14.26	13.38	12.14	10.98	11.42	12.43	12.05	12.09	156
3	1988	13.23	14.18	13.37	13.20	14.24	13.78	12.39	11.14	11.13	12.68	12.54	11.64	154
4	1989	12.89	13.34	13.47	13.47	13.64	13.09	11.79	10.24	11.06	12.63	12.95	12.65	151
5	1990	14.16	14.54	14.30	14.20	13.68	11.77	11.72	10.20	11.28	11.88	11.82	11.79	151
6	1991	14.37	14.04	13.62	13.92	14.80	13.74	12.74	10.44	10.78	11.76	11.61	11.87	154
7	1992	14.03	14.02	14.45	14.68	15.04	12.53	11.19	9.56	10.68	11.89	12.25	11.90	152

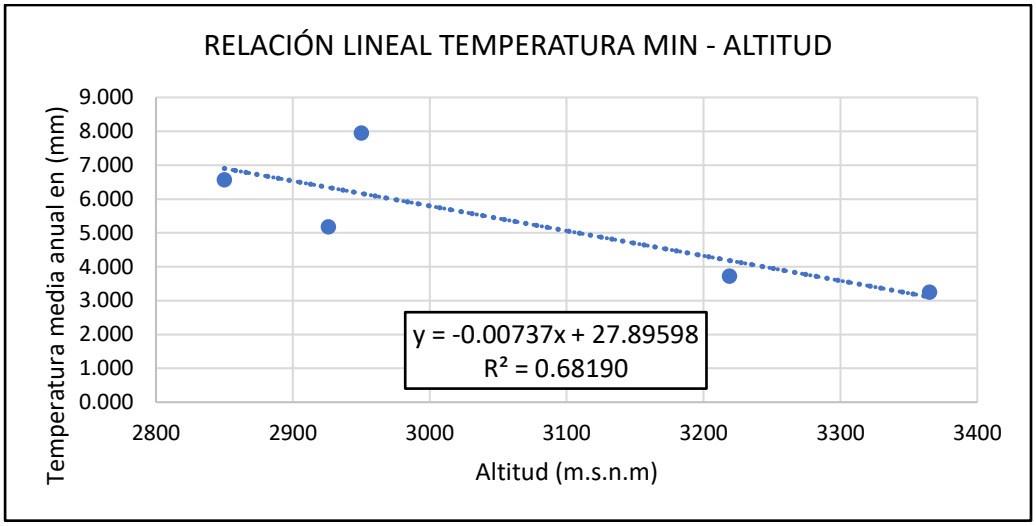
NRO	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
8	1993	13.23	13.73	13.67	13.53	14.55	14.05	12.14	9.81	10.66	12.08	12.11	11.55	151
9	1994	13.31	13.38	13.48	13.33	14.22	13.22	12.07	10.44	10.89	11.97	12.28	11.78	150
10	1995	13.80	14.00	13.48	14.46	14.91	13.72	12.56	10.94	10.96	12.60	12.21	11.76	155
11	1996	13.05	13.45	13.70	13.29	14.12	13.35	11.96	9.80	11.03	12.25	12.03	11.25	149
12	1997	13.47	12.86	13.47	13.80	13.87	13.79	12.53	9.60	11.11	12.72	12.56	12.06	152
13	1998	14.36	14.70	14.87	15.19	15.30	13.50	12.97	10.87	11.68	12.29	12.40	11.57	160
14	1999	13.61	13.13	12.70	13.23	13.87	13.69	11.72	10.47	10.91	11.66	12.94	11.77	150
15	2000	13.22	13.56	13.71	14.64	14.98	13.70	12.34	10.56	11.73	12.04	13.55	12.21	156
16	2001	13.07	13.10	13.48	13.86	14.37	13.61	12.14	10.44	11.73	12.99	12.85	12.62	154
17	2002	14.61	13.75	14.31	14.19	14.37	13.97	11.18	10.59	11.29	12.24	12.46	12.06	155
18	2003	14.13	14.64	14.27	14.57	14.42	13.99	12.29	10.12	11.33	13.06	13.15	11.73	158
19	2004	13.65	13.62	14.27	14.64	14.65	12.64	11.19	9.55	10.93	12.14	12.42	12.04	152
20	2005	14.23	13.82	14.13	14.43	14.50	13.84	12.29	10.79	10.71	11.90	12.48	11.70	155
21	2006	13.07	13.97	13.50	13.74	14.32	13.29	12.62	10.40	11.42	12.29	11.81	11.48	152
22	2007	14.07	13.78	13.52	13.60	14.07	14.07	11.74	10.53	10.70	12.11	12.42	11.79	152
23	2008	12.68	13.68	13.28	14.06	14.18	13.76	12.49	10.84	11.43	12.14	12.83	11.21	153
24	2009	13.23	13.34	13.60	14.20	14.40	14.14	12.07	10.88	11.75	12.98	12.28	11.36	154
25	2010	13.49	14.03	14.10	14.74	14.59	14.06	12.96	11.99	12.62	13.61	13.79	12.64	163
26	2011	14.68	14.00	14.39	14.83	15.53	14.73	12.73	11.17	11.62	13.14	13.99	12.09	163
27	2012	14.76	14.05	14.86	14.82	15.37	14.63	13.61	11.53	12.05	13.52	13.30	11.83	164
28	2013	14.21	14.19	14.66	15.23	15.13	13.42	12.51	10.74	12.41	12.52	12.96	11.79	160
29	2014	14.36	14.68	14.92	18.57	14.41	15.06	12.91	11.09	11.74	13.00	13.51	12.44	167
30	2015	13.96	14.54	15.03	13.92	14.34	14.33	13.12	11.20	12.21	13.16	13.38	12.15	161
31	2016	15.24	14.48	15.97	15.31	15.74	14.29	13.01	11.16	12.24	12.24	13.37	11.83	165
32	2017	13.97	14.17	13.81	13.89	14.00	14.02	12.87	11.13	11.60	12.88	12.91	12.06	157
33	2018	13.87	14.20	13.99	14.48	14.87	12.74	11.94	10.16	11.90	12.50	12.70	11.90	155
MEDIA		13.80	13.90	14.00	14.30	14.50	13.70	12.30	10.60	11.40	12.50	12.70	11.90	
D.E.		0.61	0.51	0.69	0.97	0.53	0.66	0.58	0.57	0.53	0.52	0.60	0.36	
C.V.		0.04	0.04	0.05	0.07	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.03	
MIN		12.68	12.86	12.70	13.20	13.64	11.77	11.18	9.55	10.66	11.66	11.61	11.21	
MAX		15.24	14.70	15.97	18.57	15.74	15.06	13.61	11.99	12.62	13.61	13.99	12.65	

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 50. Gráfico temperatura mínima

Estación	Coordenadas Geogr.		Altura	Temperatura min prom.
	Longitud	Latitud		
Perayoc	71°57'0.0"	13°31'0.0"	3365	3.256
Kayra	71°54'0.0"	13°34'0.0"	3219	3.730
Pisac	71°50'58"	13°24'57"	2950	7.954
Calca	71°57'00"	13°20'0.0"	2926	5.186
Urubamba	72°7'44.8"	13°19'23.6"	2850	6.574

Fuente: Elaboracion propia.



Fuente: Elaboracion propia.

Ecuación polinómica de ajuste

$y = -0.00737x + 27.89598$ $R^2 = 0.68190$

Tabla 51. Regionalización de la temperatura mínima promedio para la zona de estudio

Estación	Coordenadas Geogr.		Altura	Temperatura min prom.	Temperatura ajustada
	Longitud	Latitud			
Perayoc	71°57'0.0"	13°31'0.0"	3365	3.256	3.096
Kayra	71°54'0.0"	13°34'0.0"	3219	3.730	4.172
Pisac	71°50'58"	13°24'57"	2950	7.954	6.154
Calca	71°57'00"	13°20'0.0"	2926	5.186	6.331
Urubamba	72°7'44.8"	13°19'23.6"	2850	6.574	6.891
Cuenca Muchillay			4300		-2.180

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 52. Temperatura mínima anual regionalizada

TEMPERATURA MÍNIMA REGIONALIZADA													
NRO	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	1986	0.85	1.25	0.90	-1.95	-6.59	-9.26	-9.40	-6.19	-3.88	-2.85	-1.17	1.12
2	1987	1.78	1.27	-0.08	-2.10	-6.13	-9.25	-9.10	-7.03	-3.11	-1.63	0.79	0.67
3	1988	1.27	0.80	1.19	-0.90	-5.03	-9.08	-10.50	-8.30	-4.54	-1.74	-0.56	0.32
4	1989	0.55	0.31	0.01	-1.10	-5.29	-7.83	-10.00	-6.67	-3.77	-1.91	-1.38	0.58
5	1990	0.66	-0.14	-1.08	-2.25	-5.82	-7.27	-8.93	-7.35	-3.87	-2.15	-0.40	0.61
6	1991	0.94	0.72	0.92	-2.12	-4.84	-8.14	-10.96	-8.78	-5.15	-2.24	-0.99	-0.62
7	1992	0.08	0.68	-0.36	-2.56	-5.00	-8.09	-10.27	-6.94	-4.05	-2.38	-1.18	-0.21
8	1993	0.16	0.23	-0.24	-1.37	-5.09	-9.90	-8.64	-7.04	-4.49	-1.91	0.52	0.68
9	1994	0.81	0.82	0.38	-0.92	-4.95	-9.16	-9.78	-7.88	-3.54	-2.07	-0.29	0.71
10	1995	0.75	0.83	0.54	-2.08	-5.83	-8.63	-7.39	-5.93	-4.03	-1.92	-0.65	-0.11
11	1996	0.48	1.11	0.59	-0.81	-4.15	-9.35	-9.66	-6.23	-3.47	-2.09	-0.98	0.40
12	1997	0.90	0.28	-0.11	-2.26	-5.50	-9.70	-9.30	-6.15	-3.43	-1.51	0.39	1.40

NRO	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
13	1998	1.54	1.98	1.14	-0.92	-6.88	-8.32	-9.48	-6.87	-4.44	-1.68	-0.63	-0.27
14	1999	-0.22	-0.81	-0.46	-1.60	-4.51	-7.87	-9.64	-7.43	-3.22	-2.65	-1.42	0.22
15	2000	0.21	0.50	0.20	-1.76	-4.23	-7.81	-8.30	-6.38	-3.39	-1.40	-1.31	-0.19
16	2001	0.75	0.77	0.68	-2.30	-4.44	-8.13	-7.30	-7.65	-3.28	-1.08	0.30	0.90
17	2002	0.75	1.60	0.97	-0.34	-4.71	-6.69	-6.76	-7.62	-3.14	-1.16	-0.17	0.86
18	2003	1.15	1.36	1.14	-1.55	-4.28	-6.47	-8.87	-6.11	-4.45	-2.22	-0.54	0.87
19	2004	1.21	0.50	0.65	-1.22	-4.47	-8.43	-8.52	-6.93	-3.08	-1.51	-0.02	0.83
20	2005	1.20	1.63	1.30	-0.86	-5.00	-8.19	-9.12	-6.60	-3.69	-0.90	-0.17	1.63
21	2006	0.86	1.08	1.00	-1.16	-6.20	-6.46	-9.98	-5.80	-2.83	-1.04	0.11	1.05
22	2007	1.71	1.15	1.08	-0.58	-3.89	-8.51	-7.66	-7.27	-3.99	-2.02	-0.41	0.68
23	2008	0.46	-0.17	-0.74	-2.48	-6.12	-9.27	-8.55	-5.45	-3.89	-1.18	-0.36	0.42
24	2009	-0.25	-0.29	-0.66	-1.18	-5.59	-8.75	-7.99	-6.51	-3.19	-2.11	0.26	0.51
25	2010	-0.15	0.87	-0.08	-4.15	-7.02	-8.33	-7.73	-6.00	-2.74	-1.30	0.08	0.71
26	2011	0.50	-0.19	-0.35	-1.66	-5.42	-8.40	-8.72	-6.63	-3.83	-1.94	-1.02	-0.59
27	2012	-0.45	0.24	-0.79	-1.84	-5.42	-8.85	-9.36	-6.96	-3.90	-1.22	0.30	1.43
28	2013	0.25	1.29	1.12	-2.02	-3.38	-7.00	-8.07	-6.12	-3.45	-0.83	-0.24	1.24
29	2014	1.51	1.18	0.01	-1.73	-3.66	-6.37	-8.06	-7.43	-2.96	-1.13	-0.55	1.13
30	2015	-0.13	0.98	0.50	-0.59	-2.94	-6.14	-8.18	-6.59	-2.79	-1.54	0.05	1.16
31	2016	1.92	2.53	1.42	-0.03	-5.21	-7.50	-9.28	-5.89	-3.44	-1.45	-1.33	0.01
32	2017	0.66	0.68	1.04	-0.44	-3.51	-7.06	-7.63	-5.44	-3.08	-1.75	0.12	0.95
33	2018	0.51	1.26	1.24	-0.76	-3.81	-7.20	-7.40	-5.08	-2.84	-1.70	-0.40	0.60
MEDIA		0.70	0.80	0.40	-1.50	-5.00	-8.10	-8.80	-6.70	-3.60	-1.70	-0.40	0.60
D.E.		0.61	0.69	0.72	0.83	1.01	1.03	1.02	0.83	0.59	0.50	0.60	0.57
C.V.		0.88	0.87	1.79	-0.55	-0.20	-0.13	-0.12	-0.12	-0.16	-0.29	-1.51	0.95
MIN		-0.45	-0.81	-1.08	-4.15	-7.02	-9.90	-10.96	-8.78	-5.15	-2.85	-1.42	-0.62
MAX		1.92	2.53	1.42	-0.03	-2.94	-6.14	-6.76	-5.08	-2.74	-0.83	0.79	1.63

4.2.3 Determinación de la oferta agua superficial

4.2.3.1 Cálculo de la escorrentía

Los modelos de generación de escorrentía se realizan para entender el proceso de escurrimiento y para pronosticarlo con el propósito de regularizar el uso de agua o diseñar estructuras hidráulicas para el control de avenidas. La gran mayoría de los modelos de escorrentía son modelos matemáticos, aunque en los textos de hidrología hay varias clasificaciones podemos considerar 4 tipo de modelos:

Figura 36. Modelos más comunes para la generación de escorrentía



Fuente: Diplomado Cersa.

Para calcular la escorrentía aplicaremos el modelo hidrológico combinado determinísticos y estocásticos **Lutz Scholz** con el fin de obtener los caudales mensualizados para el balance hídrico y operación de la represa.

4.2.3.2 Aforo de caudales

La obtención de caudales mediante modelos determinísticos y estocásticos necesitan de una medida de comparación para poder evaluar el ajuste de dichos modelos. Bajo dicho principio, en la cuenca muchillay se realizó aforos de caudales entre los meses de marzo a junio y octubre del 2022. Se opto por el aforo volumétrico, estos en función a la necesidad o disposición del curso de agua.

Figura 37. Aforo de caudales método volumétrico



Para el aforo nos valimos de un balde plástico de 20 litros y los datos recabados son los siguientes.

Para el cálculo del volumen en función de la altura de llenado hacemos uso de la formula.

$$x = \frac{h(R-r)}{H}$$

$$Vol = \frac{1}{3}\pi h\left[\left(\frac{h(R-r)}{H}+r\right)^2 + r^2 + \left(\frac{h(R-r)}{H}+r\right)(r)\right]$$

Datos:

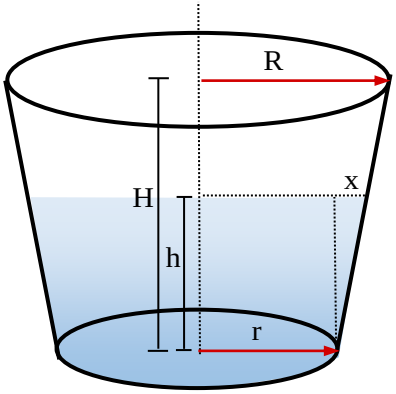
H=0.37m

R=0.145m

r=0.1275m

h=0.31m

t=5.62



Cálculo del caudal

$$Q = \frac{Vol}{t}$$

Tabla 53. Cuadro de cálculo de caudales del mes de mayo del 2022

NRO.	Altura (cm)	Volumen (m3)	Tiempo (s)	Caudal (m3/s)	Caudal (l/s)
1	0.31	0.01772	5.62	0.0032	3.153
2	0.308	0.01760	4.94	0.0036	3.562
3	0.305	0.01741	5.47	0.0032	3.182
4	0.193	0.01058	3.25	0.0033	3.255
5	0.222	0.01230	3.85	0.0032	3.194
6	0.285	0.01615	5.05	0.0032	3.198
			Promedio	0.0033	3.257

Fuente: Elaboracion propia.

Posteriormente se agruparon los valores y consolidaron en cuadros como el siguiente:

Tabla 54.Cálculo de caudales aforados

AFORO DE LOS AFLUENTES (l/s)						
MES	**1 a-b-c**	**2 a-b**	**3 a-b**	**4**	**5**	**Total**
Enero						
Febrero						
Marzo	7.315	3.333	1.267	1.547	0.521	13.983
Abril	4.068	2.287	0.899	0	0	7.254
Mayo	3.257	0	0	0	0	3.257
Junio	1.863	0	0	0	0	1.863

MES	1 a-b-c	2 a-b	3 a-b	4	5	Total
Julio						
Agosto						
Setiembre						
Octubre	1.521	0	0	0	0	1.521
Noviembre						
Diciembre						

Fuente: Elaboracion propia.

4.2.3.3 Cálculo de la Evapotranspiración

Se refiere a la velocidad de evapotranspiración de la cobertura vegetal completa la cual está en activo crecimiento y sin limitación de agua según (Bavel, 1966) nos dice que la evapotranspiración que ocurre cuando la presión de vapor de la superficie evaporante está en el punto de saturación.

La evapotranspiración potencial se ha determinado mediante la fórmula de Hargreaves III en base a temperatura:

$$EP = 0.0075 * (RSM) * (TF) * (FA)$$

RSM y FA, se determinan con las siguientes ecuaciones:

$$RSM = 0.075 * (RA) * \sqrt{\frac{n}{N}}$$

$$FA = 1 + 0.06 * (AL)$$

Donde:

EP= Evapotranspiración anual según Hargreaves (mm/año)

RSM= Radiación solar media

FA= Coeficiente de corrección por elevación

TF= Temperatura media anual (°F)

RA= Radiación extraterrestre (mm H_2O/año)

(n/N) = Relación entre insolación actual y posible (%) – 50% (estimación en base a los registros)

AL: Elevación media de la cuenca (km)

Para determinar la temperatura media anual se toma en cuenta el valor de los registros de las estaciones y el gradiente de temperatura de -5.3 °C 1/ 1000 m, determinado para la sierra del Perú.

Cálculo de relación n/N

- Horas de sol mensuales (n)

Dentro de la información proporcionado por el SENAMHI encontramos la cantidad de horas sol mensual de dos estaciones meteorológicas, Kayra y Urubamba. Con los datos recabados datos elaboramos la Tabla N° 55 que agrupa los datos del promedio horas sol por mes de cada una de las estaciones.

Tabla 55. Horas del sol mensuales -n

HORAS DE SOL MENSUALES - n													
ESTACIÓN	**LAT°**	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SET**	**OCT**	**NOV**	**DIC**
Kayra	-13.5569	124.54	118.85	142.92	183.17	233.27	233.14	250.14	236.9	203.93	192.26	170.19	139.02
Urubamba	-13.3052	147.51	142.53	162.78	177.7	229.13	224.48	241.12	240.36	218.79	203.43	185.47	154.92

Fuente: Elaboracion propia.

Con estos datos, y valiéndonos de que la cantidad de horas sol tiene relación con la latitud del lugar de interés podemos realizar una interpolación, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 56. Interpolación de las estaciones a la cuenca Muchillay

INTERPOLACIÓN DE HORAS DE SOL MENSUALES - n													
ESTACIÓN	**LAT°**	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SET**	**OCT**	**NOV**	**DIC**
Kayra	-13.557	124.54	118.85	142.92	183.17	233.27	233.14	250.14	236.9	203.93	192.26	170.19	139.02
Urubamba	-13.305	147.51	142.53	162.78	177.7	229.13	224.48	241.12	240.36	218.79	203.43	185.47	154.92
C. Muchillay	-13.280	149.81	144.90	164.77	177.15	228.72	223.61	240.22	240.71	220.28	204.55	187.00	156.51

Fuente: Elaboracion propia.

Esta última interpolación se deberá realizar la división de la cuenca de Muchillay entre el promedio de los días de cada mes.

$$Horas\ de\ sol\ por\ dia = \frac{\text{Horas de sol mensual de la cuenca Muchillay}}{\text{Numero de días}}$$

Tabla 57. Horas de sol diarias

HORAS DE SOL MENSULAES - n												
DATOS	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SET**	**OCT**	**NOV**	**DIC**
Nro de dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Hr sol X mes	149.81	144.9	164.77	177.15	228.72	223.61	240.22	240.71	220.28	204.55	187	156.51
Hr sol X día	4.83	5.18	5.32	5.90	7.38	7.45	7.75	7.76	7.34	6.60	6.23	5.05

Fuente: Elaboracion propia.

- Horas de sol máximas diarias (N)

Para el cálculo de horas de sol máximas diarias se hace uso de la Tabla N° 58, la cual está en función a la latitud de la zona de estudio. El valor de la latitud posee decimales sin embargo los valores de la tabla son expresados en números enteros, por lo cual nos valimos de una interpolación, la misma que es expresada a continuación.

Tabla 58. Horas máximas de sol por dia

Latitud Sur	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	SET	Oct	Nov	Dic
0	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1
5	12.3	12.3	12.1	12	11.9	11.8	11.8	11.9	12	12.2	12.3	12.4
10	12.6	12.4	12.1	11.8	11.6	11.5	11.6	11.8	12	12.3	12.6	12.7
15	12.9	12.6	12.2	11.8	11.4	11.2	11.3	11.6	12	12.5	12.8	13
20	13.2	12.8	12.3	11.7	11.2	10.9	11	11.5	12	12.6	13.1	13.3
25	13.5	13	12.3	11.6	10.9	10.6	10.7	11.3	12	12.7	13.3	13.7
30	13.9	13.2	12.4	11.5	10.6	10.2	10.4	11.1	12	12.9	13.6	14
35	14.3	13.5	12.4	11.3	10.3	9.8	10.1	11	11.9	13.1	14	14.5
40	14.7	13.7	12.5	11.2	10	9.3	9.6	10.7	11.9	13.3	14.4	15

Fuente: (Villón, Hidrología, 2002)

Las coordenadas de la zona de estudio son: 13° 17’ 54.07” latitud sur, por lo que se realiza la interpolación de horas máxima de sol.

INTERPOLACIÓN - NUMERO DE HORAS DE SOL MÁXIMA MEDIA DIARIA PROBABLE PARA DIFERENTES MESES Y LATITUDES SUR - N													
ESTACIÓN	**LAT°**	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SET**	**OCT**	**NOV**	**DIC**
Kayra	10.00	12.60	12.40	12.10	11.80	11.60	11.50	11.60	11.80	12.00	12.30	12.60	12.70
C. Muchillay	13.28	12.87	12.58	12.19	11.80	11.42	11.23	11.33	11.62	12.00	12.48	12.78	12.97
Urubamba	15.00	12.90	12.60	12.20	11.80	11.40	11.20	11.30	11.60	12.00	12.50	12.80	13.00

Fuente: Elaboración propia

Para hallar la relación de número de hora sol entre el número de horas de sol máxima media diaria probable para diferentes meses y latitudes sur – n, se deberá dividir:

$$\frac{n}{N} = \frac{HORA\ SOL\ POR\ DIA\ (n)}{HORAS\ SOL\ MÁXIMAS\ DIARIAS\ (N)}$$

Tabla 59. Relación n/N para la cuenca

RELACIÓN n/N PARA LA CUENCA DE LA LAGUNA DE MUCHILLAY												
DATOS	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SET**	**OCT**	**NOV**	**DIC**
n/N	0.38	0.41	0.44	0.50	0.65	0.66	0.68	0.67	0.61	0.53	0.49	0.39
Promedio	37.55	41.14	43.60	50.04	64.61	66.37	68.39	66.82	61.19	52.87	48.77	38.93

Fuente: Elaboración propia

- Radiación extraterrestre media diaria

Para evaluar la Radiación solar extraterrestre (Ro) usaremos las tablas de Allen et al (1998) en función de la latitud y del mes.

Tabla 60. Radiación extraterrestre media diaria

Latitud Sur	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0	15	15.5	15.7	15.3	14.4	13.9	14.1	15.6	15.3	15.4	15.1	14.8
2	15.3	15.7	15.7	15.1	14.1	13.5	13.7	14.5	15.2	15.5	15.3	15.1
4	15.5	15.8	15.6	14.9	13.8	13.2	13.4	14.3	15.1	15.6	15.5	15.4
6	15.8	16	15.6	14.7	13.4	12.8	13.1	14	15	15.7	15.8	15.7
8	16.1	16.1	15.5	14.4	13.1	12.4	12.7	13.7	14.9	15.8	16	16
10	16.4	16.3	15.5	14.2	12.8	12	12	13.5	14.3	15.9	16.2	16.2
12	16.6	16.3	15.4	14	12.5	11.6	12	13.2	14.7	15.8	16.4	16.5
14	16.7	16.4	15.3	13.7	12.1	11.2	11.6	12.9	14.5	15.8	16.5	16.5
16	16.9	16.4	15.2	13.5	11.7	10.8	11.2	12.6	14.3	15.8	16.7	16.8
18	17.1	16.5	15.1	13.2	11.4	10.4	10.8	12.3	14.1	15.8	16.8	17.1
20	17.3	16.5	15	13	11	10	10.4	12	12.9	15.8	17	17.4

Fuente: (Villón, Hidrología, 2002)

Las coordenadas de la zona de estudio son: 13° 17’ 54.07” latitud sur, por lo que se realiza la interpolación de radiación extra media diaria, como ejemplo podemos el cálculo del valor para el mes de enero.

$$y = x + \frac{(b-a)(z-x)}{(c-a)}$$

$$y = 16.6 - \frac{(13.28-12)(16.7-16.6)}{(14-12)} = 16.664$$

Tabla 61. Interpolación de radiación extraterrestre diaria

INTERPOLACION - RADIACION EXTRATERRESTRE MEDIA DIARIA												
LATITUD	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SET**	**OCT**	**NOV**	**DIC**
12	16.6	16.3	15.4	14	12.5	11.6	12	13.2	14.7	15.8	16.4	16.5
13.280	16.664	16.364	15.336	13.808	12.244	11.344	11.744	13.008	14.572	15.800	16.464	16.500
14	16.7	16.4	15.3	13.7	12.1	11.2	11.6	12.9	14.5	15.8	16.5	16.5

Fuente: Elaboración propia

Para hallar la radiación extraterrestre media diaria (RMD) de la cuenca se aplica las siguientes formulas:

$$Radiacion_{mensual} = \#\ de\ dias * \ interpolacion\ RMD_{cuenca}$$

Tabla 62. Radiación extraterrestre de la cuenca

RADIACIÓN EXTRATERRESTRE MEDIA DIARIA (RA) DE LA CUENCA												
DATOS	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SET**	**OCT**	**NOV**	**DIC**
Cuenca	16.66	16.36	15.34	13.81	12.24	11.34	11.74	13.01	14.57	15.80	16.46	16.50
Nro. de días	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
Radiación por mes	516.5	458.1	475.4	414.2	379.5	340.3	364.0	403.2	437.1	489.8	493.92	511.5
Radiación acum.	5284.008											

Fuente: Elaboración propia

- Cálculo de la evapotranspiración – Hargreaves III

De la recopilación de datos se tiene los siguientes resultados

Tabla 63. Cálculo de la evapotranspiración – Hargreaves III

DATOS	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SET**	**OCT**	**NOV**	**DIC**
RA=	516.58	458.19	475.42	414.24	379.56	340.32	364.06	403.25	437.16	489.8	493.92	511.5
RSM=	237.41	220.41	235.45	219.78	228.81	207.94	225.81	247.22	256.47	267.11	258.71	239.34
T(°F)	42.30	42.26	42.09	41.76	41.21	40.18	40.03	40.85	42.21	42.69	43.08	42.73
AL	4.30	4.30	4.30	4.30	4.30	4.30	4.30	4.30	4.30	4.30	4.30	4.30
FA	1.258	1.258	1.258	1.258	1.258	1.258	1.258	1.258	1.258	1.258	1.258	1.258
EP (mm/mes)	96.11	85.17	89.67	83.56	83.94	77.58	81.35	83.25	86.84	95.74	93.59	89.28
EP (mm/año)	1046.59											

Fuente: Elaboración propia

4.2.3.4 Método de generación de caudales Lutz Scholz

4.2.3.4.1 Generalidades

Este modelo hidrológico, es combinado por que cuenta con una estructura determinística para el cálculo de los caudales mensuales para el año promedio (Balance Hídrico – Modelo determinístico); y una estructura estocástica para la generación de series extendidas de caudal (Proceso Markoviano – Modelo Estocástico). Fue desarrollado por el experto Lutz Scholz para cuencas de la sierra peruana, entre los años 1979-1980, en el marco de Cooperación Técnica de la República de Alemania a través del Plan Meris II.

Determinado el hecho de la ausencia de registros de caudal en la sierra peruana, el modelo se desarrolló tomando en consideración parámetros físicos y meteorológicos de las cuencas, que puedan ser obtenidos a través de mediciones cartográficas y de campo. Los parámetros más importantes del modelo son los coeficientes para la determinación de la Precipitación Efectiva, déficit de escurrimiento, retención y agotamiento de las cuencas.

Este modelo fue implementado con fines de pronosticar caudales a escala mensual, teniendo una utilización inicial en estudios de proyectos de riego y posteriormente extendiéndose el uso del mismo a estudios hidrológicos con prácticamente cualquier finalidad (abastecimiento de agua, hidroelectricidad, represas etc). Los resultados de la aplicación del modelo a las cuencas de la sierra peruana, han producido una correspondencia satisfactoria respecto a los valores medidos.

4.2.3.4.2 Justificación de uso del Método Lutz Scholz

La metodología Lutz Scholz ha sido usado ampliamente en la sierra sur peruana, para desarrollar diferentes proyectos hídricos. Actualmente el método Lutz Scholz se aplica en varios proyectos de la ciudad de Cusco dentro de los más frecuentes observamos que el Proyecto Especial Regional Plan MERISS INKA realizó estudios en cuencas de la sierra sur peruana bajo el modelo Lutz Scholz, también el Instituto de manejo de agua y medio ambiente (IMA) viene ejecutando proyectos de represamiento considerando el método Lutz Scholz en el cálculo de caudales medios mensuales en sus estudios hidrológicos, ambos

obteniendo buenos ajustes, razón por la cual se optamos por dicho método.

Los caudales generados por los modelos hidrológicos se encuentran en función a parámetros como pendientes, áreas de cuerpos de agua, cantidad de área de cultivo, entre otros valores que poseen una variación en cada microcuenca perteneciente a la zona de estudio. Los valores generados por los modelos hidrológicos podrían tener o no un buen ajuste por lo cual siempre es necesario realizar aforos para corroborar la efectividad del modelo.

4.2.3.4.3 Coeficiente de escorrentía

Dado que no se ha podido obtener una ecuación general del coeficiente de escorrentía para la toda la sierra, se ha desarrollado la fórmula siguiente, que es válida para la región sur:

$$C = 5.56E6(P^{0.925})(EP^{-3.165})$$

Donde:

C= Coeficiente de escurrimiento

P= Precipitación total anual (mmm/año)

EP= Evapotranspiración anual según Hargreaves (mm/año)

Entonces:

$C = 5.56E6(P^{0.925})(EP^{-3.165})$

$C = 5.56E6(571^{0.925})(1046.59^{-3.165})$

$C = 0.546$

4.2.3.4.4 Precipitación efectiva

Para el cálculo de la precipitación efectiva se hace uso de las condicionales necesarias para elaborar las tres curvas requeridas para la evaluación.

Tabla 64. Condicionales para determinar la precipitación efectiva

CURVA I	CURVA II	CURVA III
Si P >= 177,8 mm/mes	Si P >= 152,4 mm/mes	Si P >= 127,0 mm/mes
PE = P - 120,60 (mm/mes)	PE = P - 86,40 (mm/mes)	PE = P - 59,70 (mm/mes)

Fuente: Generación de Caudales Mensuales en la Sierra Peruana – Lutz Schols Programa Nacional de Pequeñas y Medianas Irrigaciones PLAN MERIS II.

En caso de no cumplirse las condicionales previas se elaboran las mismas mediante la siguiente ecuación.

$$PE = a0 + a1 * P + a2 * P^2 + a3 * P^3 + a4 * P^4 + a5 * P^5$$

Tabla 65. Coeficientes para el Cálculo de la Precipitación Efectiva

Coefic	Curva I	Curva II	Curva III
a0	-0.047000	-0.106500	-0.417700
a1	0.009400	0.147700	0.379500
a2	-0.000500	-0.002900	-0.010100
a3	0.000020	0.000050	0.000200
a4	-5.00E-08	-2.00E-07	-9.00E-07
a5	2.00E-10	2.00E-10	1.00E-09

Fuente: Generación de Caudales Mensuales en la Sierra Peruana – Lutz Schols Programa Nacional de Pequeñas y Medianas Irrigaciones PLAN MERIS II.

Coeficientes de precipitación efectiva

Para la selección de las curvas con lo cual debemos evaluar los coeficientes que salen de la relación entre una y otra. La Tabla N° 66 resume los coeficientes generados para las curvas de precipitación.

Tabla 66. Coeficientes de precipitación efectiva

COEFICIENTE DE PRECIPITACION EFECTIVA					
ENTRE I Y II			ENTRE II Y III		
$C1 = \frac{Ce * P - PEII}{PEI - PEII}$	C1=	-6.114	$C1 = \frac{Ce * P - PEIII}{PEII - PEIII}$	C1=	0.042
$C2 = \frac{Ce * P - PEI}{PEII - PEI}$	C2=	7.114	$C2 = \frac{Ce * P - PEII}{PEIII - PEII}$	C2=	0.986

Fuente: Elaboracion propia.

De esta forma es posible llegar a la relación entre la precipitación efectiva y precipitación total:

$$C = \frac{Q}{P} = \sum_{i=1}^{12} \frac{PE_i}{P}$$

Donde:

C = Coeficiente de escurrimiento

Q = Caudal anual

P = Precipitación Total anual

$$\sum_{i=1}^{12} PE_i = \text{Suma de la precipitación efectiva mensual}$$

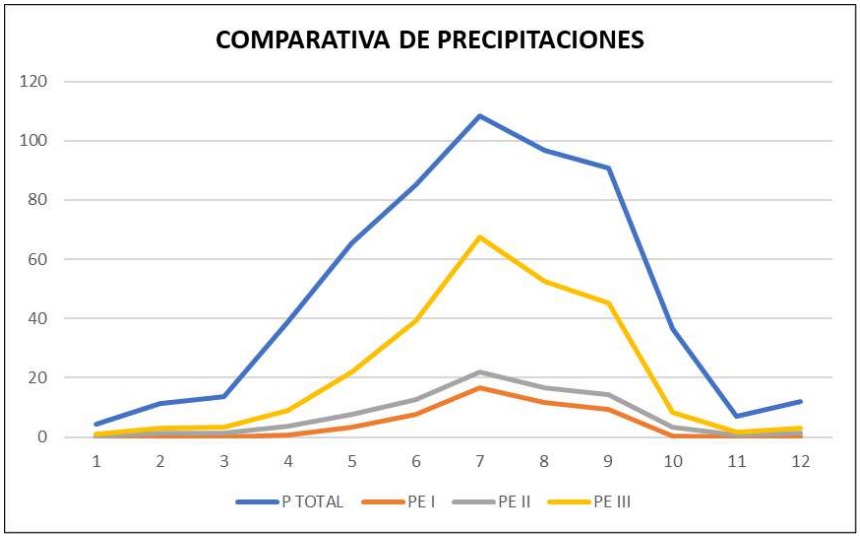
Tabla 67. Cálculo de las curvas de precipitación

MES	N° de días del mes	PP	PRECIPITACIÓN EFECTIVA			
		Total	PE I	PE II	PE III	PE
		mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes
ENE	30	108.53	16.73	22.13	67.67	76.87
FEB	28	96.84	11.64	16.52	52.61	59.91
MAR	31	90.68	9.45	14.43	45.35	51.60
ABR	30	36.71	0.54	3.53	8.23	9.18
MAY	31	7.12	0.00	0.82	1.84	2.05
JUN	30	12.02	0.03	1.33	3.01	3.35
JUL	31	4.31	0.00	0.48	1.05	1.16
AGO	31	11.49	0.02	1.28	2.90	3.22
SEP	30	13.80	0.04	1.50	3.39	3.77
OCT	31	38.91	0.64	3.76	8.87	9.90
NOV	30	65.35	3.34	7.71	21.84	24.70
DIC	31	85.17	7.75	12.70	39.33	44.71
SUMA		**570.9**	**50.2**	**86.2**	**256.1**	**290.4**

Fuente: Elaboracion propia.

En la Tabla 67 podemos apreciar la distribución de las diferentes curvas.

Figura 38. Distribución de las curvas de precipitación



Fuente: Elaboracion propia.

4.2.3.4.5 Retención de la cuenca

La retención de la cuenca se encuentra en función a los diferentes cuerpos de agua, así como a la pendiente de los acuíferos.

Tabla 68. Datos para el cálculo de la retención de la cuenca

DATOS PARA EL CALCULO DE LA RETENCIÓN DE LA CUENCA		
Coeficiente (Ca)=	20%	
Área Total de la cuenca (AR)=	0.624	km2
Área de la cuenca con cobertura vegetal (Acv)=	0.58	km2
Área de lagunas (AL)=	0.04282	km2
Área de nevados (AN)=	0	km2
Almacenamiento de nevados (LN)=	500	mm/año
Almacenamiento lagunas y pantanos (LL)=	500	mm/año
Pendiente del cauce principal(I)=	0.0725	m/m
Precipitación Total anual (PP)=	570.9	mm/año
Altitud media del área de aporte de la Quebrada(Z)=	4390.76	msnm

Fuente: Elaboracion propia.

Donde:

R: Retención de la cuenca, mm/año

AR: Área de la cuenca, km2

Ca: Coeficiente de que varía de 15% a 30%

LA: -750I+315, mm/año = Almacenamiento de acuíferos

I: Pendiente del cauce principal; I<= 15%

AL: Área de lagunas, km2

LL: 500, mm/año = Almacenamiento de lagunas y pantanos

AN: Área de Nevados, Km2

LN: 500, mm/año = Almacenamiento de nevados

Tabla 69.Lámina de agua acumulada en tres tipos de almacén hídrico

LÁMINA DE AGUA ACUMULADA EN LOS TRES TIPOS DE ALMACÉN HÍDRICO			
Tipo	Lámina Acumulada (mm/año)		
Napa Freática	Pendiente de la Cuenca		
	2%	8%	15%
	300	250	200
Lagunas – Pantanos	500		
Nevados	500		

Fuente: Generación de Caudales Mensuales en la Sierra Peruana – Lutz Schols Programa Nacional de Pequeñas y Medianas Irrigaciones PLAN MERIS II.

Almacenamiento de acuíferos (LA)

$$\boxed{LA = -750I + 315}$$

$$LA = -750 \times 0.0725 + 315$$

$$LA = 260.625 \ mm/año$$

Retención de la Cuenca

$$\boxed{R = \frac{Ca \times AR \times LA + AL \times LL + AN \times LN}{AR}}$$

$$R = \frac{0.20 \times 0.624 \times 260.625 + 0.004282 \times 500 + 0 \times 500}{0.624}$$

$$R = 55.56 \ mm/año$$

4.2.3.4.6 Coeficiente de agotamiento

El coeficiente de agotamiento está regulado en función a determinadas cualidades y características de la cuenca, las mismas que están descritas en el siguiente cuadro:

Tabla 70. Panoramas para el cálculo de agotamiento

PANORAMA	FORMULA
1. Sea una cuenca de agotamiento muy rápido por temperatura elevada > 10°C y retencion R reducida a mediana (50 a 80 mm/año)	$a = -0.00252 * \ln(AR) + 0.034$
2. Sea una cuenca de agotamiento rápido por la retención R (50 a 80 mm/año) y vegetacion poco desarrollada (puna)	$a = -0.00252 * \ln(AR) + 0.030$
3. Sea una cuenca de agotamiento mediano por la retención R mediana alrrededor de 80 mm/año y vegetación mezclada (pastos bosques o terrenos	$a = -0.00252 * \ln(AR) + 0.026$
4. Sea una cuenca de agotamiento reducido por alta retención R (arriba de 100 mm/año) y vegetación mezclada (pastos bosques o terrenos cultivados)	$a = -0.00252 * \ln(AR) + 0.023$
5. Sea una cuenca de agotamiento rápido por temperatura elevada < 10°C y retencion R reducida a mediana (50 a 80 mm/año)	$a = -0.00252 * \ln(AR) + 0.032$

Fuente: Generación de Caudales Mensuales en la Sierra Peruana – Lutz Schols Programa Nacional de Pequeñas y Medianas Irrigaciones PLAN MERIS II.

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE AGOTAMIENTO (a)		
Cuencas con agotamiento muy rápido		
a1 = -0.00252 x Ln(Ar) + 0.034	=	0.035
Cuencas con agotamiento rápido:		
a2 = -0.00252 x Ln(Ar) + 0.030	=	0.031
Cuencas con agotamiento mediano:		
a3 = -0.00252 x Ln(Ar) + 0.026	=	0.027
Cuencas con agotamiento reducido:		
a4 = -0.00252 x Ln(Ar) + 0.023	=	0.024
		0.031

Fuente: Elaboracion propia.

Donde

α: Coeficiente de agotamiento por día.

AR : Área de la cuenca. (km2)

4.2.3.4.7 Cálculo de gasto y abastecimiento

Durante la estación seca, el gasto de la retención alimenta los ríos, constituyendo el caudal o descarga básica. La reserva o retención de la cuenca se agota al final de la estación seca; durante esta estación la descarga se

puede calcular en base a la ecuación:

Valiéndonos del coeficiente de agotamiento obtenemos los siguientes valores.

$$b_i = (e^{-at})^i$$

Donde:

bi = Relación entre el agotamiento y precipitación

a = Coeficiente de agotamiento

t = Número de días del mes

i = Número de mes del periodo de estiaje

Dicho valor es aplicado únicamente para los meses de estiaje, para el cálculo de gasto adicionalmente se deberá aplicar la siguiente fórmula.

$$G_i = b_i \left(\frac{R}{\sum b_i} \right)$$

Donde:

R = Retención de la cuenca

El abastecimiento durante la estación lluviosa es uniforme para cuencas ubicadas en la misma región climática. En la región del Cusco el abastecimiento comienza en el mes de noviembre con 5%, alcanzando hasta enero el valor del 80 % del volumen final. Las precipitaciones altas del mes de febrero completan el 20 % restante, y las precipitaciones efectivas del mes de marzo escurren directamente sin contribuir a la retención. Los coeficientes mensuales expresados en porcentaje del almacenamiento total anual se muestran en el cuadro.

Almacenamiento Hídrico durante la época de lluvias (valores en %)

Región	*Oct*	*Nov*	*Dic*	*Ene*	*Feb*	*Mar*	*Total*
Cusco	0	5	35	40	20	0	100
Huancavelica	10	0	35	30	20	5	100
Junín	10	0	25	30	30	5	100
Cajamarca	25	-5	0	20	25	35	100

Fuente: Generación de Caudales Mensuales en la Sierra Peruana – Lutz Schols Programa Nacional de Pequeñas y Medianas Irrigaciones PLAN MERIS II.

La lámina de agua Ai que entra en la reserva de la cuenca se muestra en forma de déficit mensual de la Precipitación Efectiva Pei. Se calcula mediante la ecuación:

$$A_i = a_i\left(\frac{R}{100}\right)$$

Donde

Ai = abastecimiento mensual déficit de la precipitación efectiva (mm/mes)

ai = coeficiente de abastecimiento (%)

R = retención de la cuenca (mm/año)

Aplicando las anteriores fórmulas calculamos tanto el gasto como el abastecimiento de los meses del año, los datos fueron consolidados en la Tabla N° 71.

Tabla 71. Gasto y abastecimiento de la microcuenca

MES	Gasto		Abastecimiento	
	bi	Gi	ai	Ai
		mm/mes		mm/mes
ENE	0.000	0.00	0.40	22.22
FEB	0.000	0.00	0.20	11.11
MAR	0.000	0.00	0.00	0.00
ABR	0.487	29.33	0.00	0.00
MAY	0.231	13.94	0.00	0.00
JUN	0.113	6.78	0.00	0.00
JUL	0.054	3.22	0.00	0.00
AGO	0.025	1.53	0.00	0.00
SEP	0.012	0.75	0.00	0.00
OCT	0.000	0.00	0.00	0.00
NOV	0.000	0.00	0.05	2.78
DIC	0.000	0.00	0.35	19.44
SUMA	**0.92**	**55.56**	**1.00**	**55.56**

Fuente: Elaboracion propia.

4.2.3.4.8 Determinación del caudal mensual para el año promedio

Está basado en la ecuación fundamental que describe el balance hídrico mensual a partir de los componentes descritos anteriormente:

$$\boxed{Q = PE + G_i - A_i}$$

Donde:

Q = Caudal del mes i (mm/mes)

Pei = Precipitación efectiva del mes i (mm/mes)

Gi = Gasto de la retención del mes i (mm/mes)

Ai = abastecimiento del mes i (mm/mes)

Tabla 72. Caudales medios mensuales generados

GENERACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES PARA EL AÑO PROMEDIO				
MES	**N° de dias del mes**	**CAUDALES GENERADOS**		
		mm/mes	**m^3/s**	**l/s**
ENE	30	59.56	0.014	**14.333**
FEB	28	59.41	0.015	**15.319**
MAR	31	68.10	0.016	**15.860**
ABR	30	59.40	0.014	**14.295**
MAY	31	24.22	0.006	**5.642**
JUN	30	14.52	0.003	**3.494**
JUL	31	6.56	0.002	**1.528**
AGO	31	6.20	0.001	**1.444**
SEP	30	5.59	0.001	**1.346**
OCT	31	15.33	0.004	**3.571**
NOV	30	42.67	0.010	**10.269**
DIC	31	53.07	0.012	**12.361**
SUMA		**34.55**	**0.01**	**8.29**

Fuente: Elaboracion propia.

4.2.3.4.9 Calibración de los resultados

Existen tres parámetros de calibración principales: Coeficiente de escorrentía, Retención de la cuenca y el factor K de agotamiento.

Adicionalmente es posible ajustar aún más la calibración modificando los coeficientes de “Abastecimiento” y “Gasto”. Teóricamente durante la época de avenida, se resta de la precipitación efectiva un valor igual a la retención (Abastecimiento), la cual va a ser distribuida en los meses de estiaje (Gasto).

Fuente: (ANA, 2015)

4.2.3.4.9.1 Análisis estadístico

Para determinar la calidad de la coincidencia de los caudales generados con los observados, se desarrolla la comparación de los promedios y desviaciones tipo de los valores históricos y los generados.

Para probar si los promedios salen de la misma población, se utiliza el test de Student (Prueba "t"). Esta prueba debe ser desarrollada para cada mes. Se compara el valor de t con el valor límite tp,n que indica el límite superior que, con una probabilidad de error del P%, permite decir que ambos promedios pertenecen a la misma población. La comparación estadística de las desviaciones se realiza mediante el test de Fischer (Prueba "F"). que se compara con el valor límite Fp/2 (%), (n1, n2).

4.2.3.4.9.2 Prueba-t de student

La prueba t-Student para una muestra es una técnica utilizada para determinar si la media de una muestra es estadísticamente diferente de una media poblacional conocida o hipotética. Esta prueba es recomendable utilizar cuando la población no presenta una distribución normal o cuando el tamaño de la muestra es relativamente pequeño (menos de 30).

La prueba de Student se basa en el cálculo de la estadística t, obtiene dividiendo la diferencia entre la media de la muestra y la media hipotética o conocida por la desviación estándar de la muestra dividida por la raíz cuadrada del tamaño de la muestra. Si el valor de la estadística t calculada es mayor que el valor crítico de t obtenido de una tabla de distribución t de Student con un nivel de significancia determinado y grados de libertad (n-1), se rechaza la hipótesis nula de que las dos medias son iguales y se concluye que hay

evidencia suficiente para afirmar que la media de la muestra es significativamente diferente de la media hipotética o conocida.

En resumen, la prueba t-Student para una muestra es una herramienta útil para analizar si una muestra de datos es representativa de una población más grande y para determinar si la diferencia entre la media de la muestra y la media poblacional es significativa desde un punto de vista estadístico.

4.2.3.4.9.3 Eficiencia de Nash-Sutcliffe

El criterio de Nash-Sutcliffe es uno de los más usados en Hidrología. Se define como:

$$E = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(Q_{sim,i} - Q_i \right)^2}{\sum_{i=1}^{n} \left(Q_i - \bar{Q} \right)^2}$$

Mide cuánto de la variabilidad de las observaciones es explicada por la simulación. Si la simulación es perfecta, E=1; si se intentase ajustar las observaciones con el valor promedio, entonces E=0. Algunos valores sugeridos para la toma de decisiones son resumidos en la siguiente tabla.

Tabla 73. Tabla de eficiencia de Nash-Sutcliffe.

E	AJUSTE
< 0.2	Insuficiente
0.2 – 0.4	Satisfactorio
0.4 – 0.6	Bueno
0.6 – 0.8	Muy bueno
> 0.8	Excelente

Fuente: Obtenido de Molnar, 2011

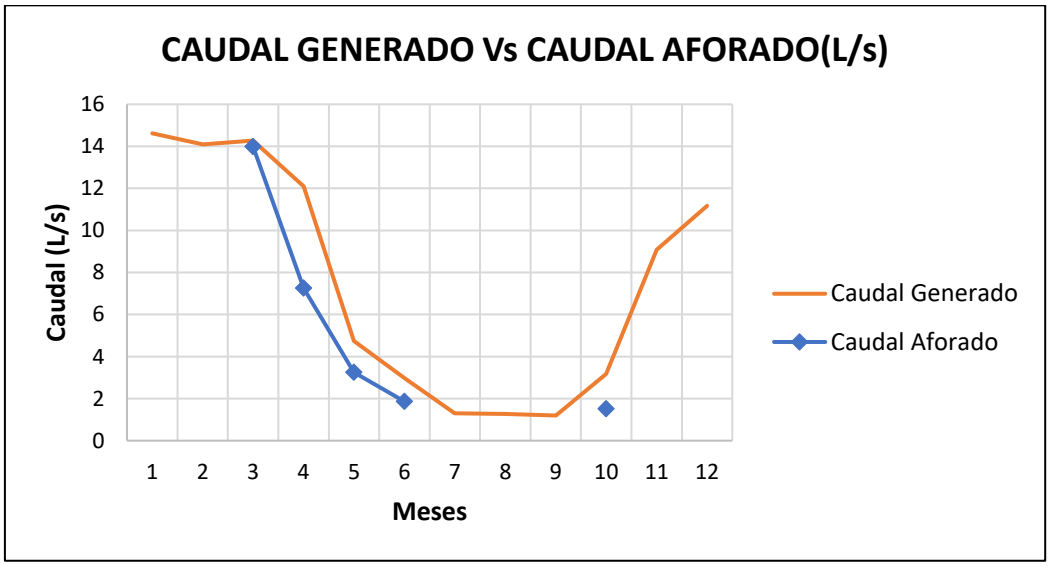
Escenario 01:

Tabla 74. Caudales generados escenario 01

MES	CAUDALES GENERADOS		CAUDALES AFORADOS	
	m3/s	l/s	m3/s	l/s
Enero	0.0143	14.33	0	
Febrero	0.0153	15.32	0	
Marzo	0.0159	15.86	0.014	13.99
Abril	0.0143	14.3	0.0073	7.25
Mayo	0.0056	5.64	0.0033	3.26
Junio	0.0035	3.49	0.0019	1.87
Julio	0.0015	1.53	0	
Agosto	0.0014	1.44	0	
Setiembre	0.0013	1.35	0	
Octubre	0.0036	3.57	0.0015	1.52
Noviembre	0.0103	10.27	0	
Diciembre	0.0124	12.36	0	

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 75. Caudales generados y aforados – Calibración escenario 01



Fuente: Elaboracion propia.

Eficiencia de Nash
E= 0.398

Tabla 76. Prueba t para medias de dos muestras emparejadas escenario 01

	C. Generados	*C. Aforados*
Media	8.57	5.58
Varianza	36.32	27.28
Observaciones	5.00	5.00
Coeficiente de correlación de Pearson	0.93	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	4.00	
Estadístico t	2.94	
P(T<=t) una cola	0.02	
Valor crítico de t (una cola)	2.13	
P(T<=t) dos colas	0.04	
Valor crítico de t (dos colas)	2.78	

Fuente: Elaboracion propia.

De la prueba t se observa que el estadístico t, no se encuentra entro los rangos del valor critico t y el valor de la eficiencia de Nash presnta un ajuste muy bajo, los cuales son insuficientes para poder validar los caudales generados en el modelo.

Escenario 02:

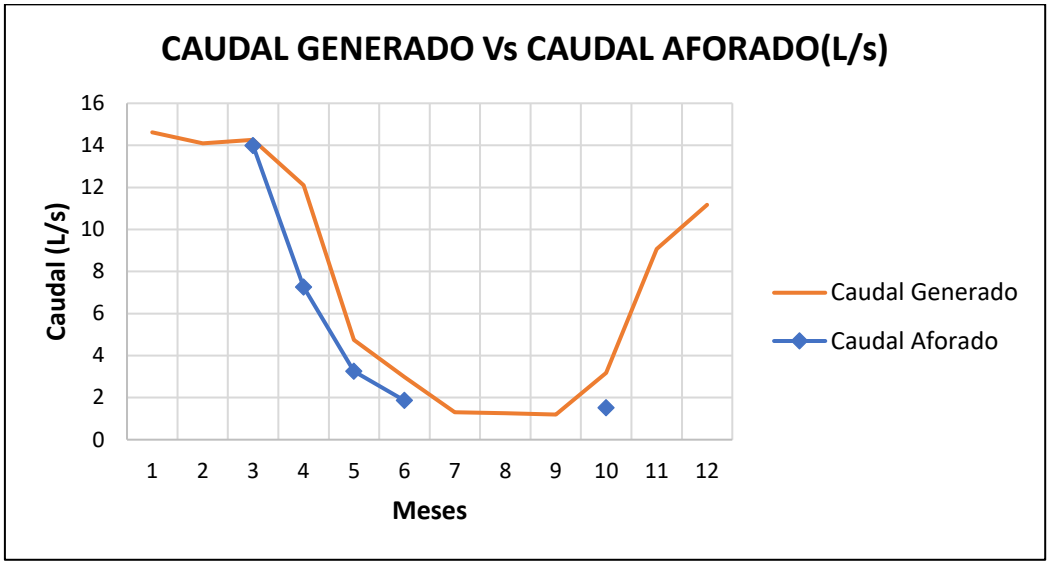
Para el proceso de calibración ajustaremos los valores del coeficiente de escorrentía de **0.54 a 0.48** y la retención de la cuenca de **55.56mm/año a 50 mm/año**, obteniéndose los siguientes datos

Tabla 77. Caudales generados escenario 02

MES	CAUDALES GENERADOS		CAUDALES AFORADOS	
	m3/s	l/s	m3/s	l/s
Enero	0.0145	14.5	0	
Febrero	0.0146	14.59	0	
Marzo	0.0149	14.92	0.014	13.98
Abril	0.013	13.01	0.0073	7.25
Mayo	0.0051	5.11	0.0033	3.26
Junio	0.0032	3.19	0.0019	1.87
Julio	0.0014	1.39	0	
Agosto	0.0013	1.34	0	
Setiembre	0.0013	1.26	0	
Octubre	0.0033	3.34	0.0015	1.52
Noviembre	0.0096	9.56	0	
Diciembre	0.0117	11.65	0	

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 78. Caudales generados y aforados – Calibración escenario 02



Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 79. Prueba t para medias de dos muestras emparejadas escenario 02

	C. Generados	*C. Aforados*
Media	7.92	5.58
Varianza	31.54	27.28
Observaciones	5.00	5.00
Coeficiente de correlación de Pearson	0.94	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	4.00	
Estadístico t	2.69	
P(T<=t) una cola	0.03	
Valor crítico de t (una cola)	2.13	
P(T<=t) dos colas	0.05	
Valor crítico de t (dos colas)	2.78	

Eficiencia de Nash
E= 0.61

Fuente: Elaboracion propia.

Escenario 03:

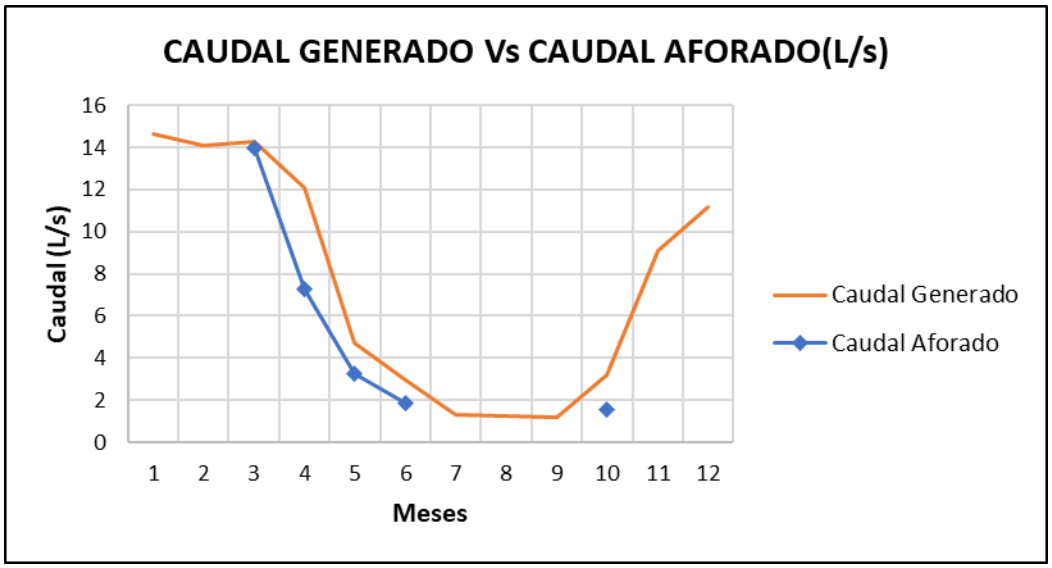
Para el proceso de calibración ajustaremos los valores del coeficiente de escorrentía de **0.48 a 0.44** y la retención de la cuenca de **50mm/año a 48 mm/año**, obteniéndose los siguientes datos

Tabla 80. Caudales generados escenario 03

MES	CAUDALES GENERADOS		CAUDALES AFORADOS	
	m3/s	l/s	m3/s	l/s
Enero	0.0146	14.62	0	
Febrero	0.0141	14.09	0	
Marzo	0.0143	14.27	0.014	13.98
Abril	0.0121	12.10	0.0073	7.25
Mayo	0.0047	4.74	0.0033	3.26
Junio	0.003	2.98	0.0019	1.86
Julio	0.0013	1.30	0	
Agosto	0.0013	1.27	0	
Setiembre	0.0012	1.20	0	
Octubre	0.0032	3.18	0.0015	1.52
Noviembre	0.0091	9.08	0	
Diciembre	0.0112	11.16	0	

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 81. Caudales generados y aforados – Calibración escenario 03



Fuente: Elaboracion propia.

Eficiencia de Nash
E=0.721

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 82. Prueba t para medias de dos muestras emparejadas escenario 03

	C. Generados	*C. Aforados*
Media	7.45	5.58
Varianza	28.44	27.28
Observaciones	5.00	5.00
Coeficiente de correlación de Pearson	0.95	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	4.00	
Estadístico t	2.41	
P(T<=t) una cola	0.04	
Valor crítico de t (una cola)	2.13	
P(T<=t) dos colas	0.07	
Valor crítico de t (dos colas)	2.78	

Fuente: Elaboracion propia.

De la prueba t se observa que el estadístico t, se encuentra entro los rangos del valor critico t y el valor de la eficiencia de Nash presenta un ajuste bastante aceptable, por lo tanto, se puede concluir que la calidad de la coincidencia de los caudales generados y aforados son aceptables para poder validar los caudales generados en el modelo.

4.2.3.4.10 GENERACIÓN DE CAUDALES MENSUALES PARA PERIODOS EXTENDIDOS 1964 – 2019

A fin de generar una serie sintética de caudales para períodos extendidos, se ha implementado un modelo estocástico que consiste en una combinación de un proceso markoviano de primer orden.

Restricciones del modelo

El modelo markoviano presenta ciertas restricciones de uso o aplicación tales como:

- El uso de los modelos parciales, únicamente dentro del rango de calibración establecido.
- Su uso es únicamente para el cálculo de caudales mensuales promedio.
- La aplicación del modelo se restringe a las cuencas en las que se ha calibrado sus parámetros (sierra peruana: Cusco, Huancavelica, Junin, Cajamarca)

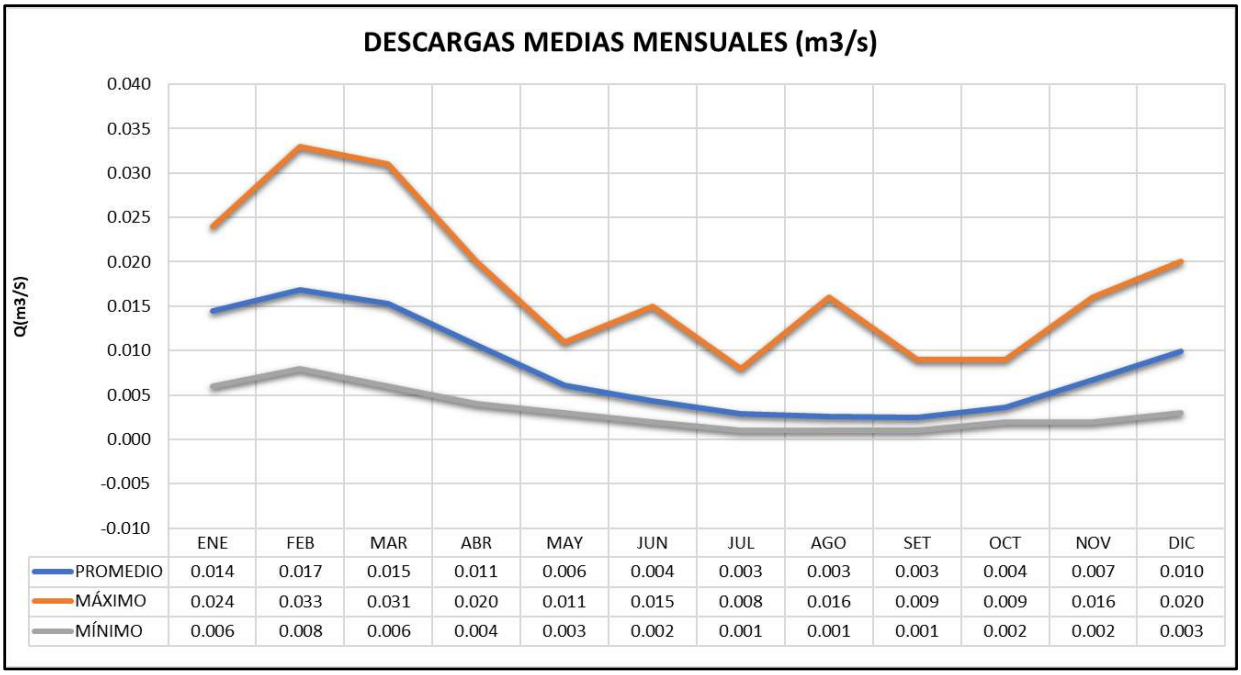
Es importante tener en cuenta las mencionadas restricciones a fin de garantizar una buena performance del modelo.

Tabla 83. Generación de caudales medios mensuales

GENERACIÓN DE DESCARGAS MEDIAS MENSUALES (m3/s)												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
N° dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
1964	0.012	0.013	0.013	0.009	0.005	0.004	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003
1965	0.011	0.008	0.011	0.008	0.004	0.002	0.001	0.001	0.002	0.004	0.010	0.014
1966	0.013	0.023	0.013	0.008	0.005	0.004	0.003	0.002	0.003	0.009	0.014	0.009
1967	0.010	0.012	0.016	0.010	0.006	0.004	0.003	0.003	0.004	0.007	0.009	0.014
1968	0.017	0.023	0.017	0.010	0.005	0.004	0.004	0.003	0.002	0.002	0.007	0.007
1969	0.012	0.008	0.008	0.006	0.003	0.002	0.002	0.001	0.003	0.003	0.009	0.012
1970	0.017	0.019	0.018	0.013	0.008	0.004	0.003	0.002	0.002	0.003	0.004	0.004
1971	0.009	0.019	0.018	0.011	0.006	0.004	0.002	0.002	0.003	0.002	0.003	0.009
1972	0.017	0.013	0.012	0.008	0.004	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.008
1973	0.020	0.012	0.009	0.005	0.003	0.003	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.010
1974	0.014	0.020	0.021	0.015	0.008	0.005	0.003	0.005	0.002	0.003	0.006	0.010
1975	0.015	0.023	0.019	0.017	0.010	0.006	0.004	0.003	0.002	0.004	0.008	0.014
1976	0.015	0.016	0.019	0.018	0.011	0.015	0.007	0.005	0.004	0.003	0.004	0.007
1977	0.016	0.020	0.013	0.013	0.008	0.004	0.003	0.003	0.003	0.004	0.013	0.009
1978	0.014	0.016	0.010	0.006	0.004	0.003	0.002	0.001	0.002	0.009	0.006	0.006
1979	0.006	0.012	0.006	0.004	0.003	0.004	0.003	0.001	0.002	0.002	0.006	0.008
1980	0.013	0.018	0.018	0.011	0.007	0.004	0.004	0.003	0.004	0.005	0.008	0.009
1981	0.014	0.011	0.008	0.009	0.004	0.003	0.002	0.003	0.002	0.003	0.008	0.010
1982	0.019	0.014	0.013	0.009	0.005	0.003	0.002	0.001	0.004	0.006	0.003	0.007
1983	0.013	0.009	0.007	0.004	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001	0.003	0.003	0.006
1984	0.018	0.026	0.025	0.019	0.010	0.011	0.005	0.004	0.002	0.006	0.010	0.009
1985	0.014	0.015	0.011	0.008	0.005	0.005	0.003	0.003	0.002	0.006	0.010	0.014
1986	0.022	0.020	0.021	0.019	0.010	0.006	0.004	0.003	0.004	0.004	0.007	0.006
1987	0.017	0.016	0.009	0.006	0.004	0.004	0.003	0.003	0.002	0.002	0.009	0.018
1988	0.019	0.020	0.025	0.019	0.009	0.005	0.004	0.003	0.001	0.002	0.003	0.009
1989	0.017	0.016	0.018	0.016	0.009	0.005	0.002	0.002	0.001	0.003	0.006	0.009
1990	0.014	0.015	0.010	0.007	0.004	0.003	0.002	0.002	0.003	0.004	0.004	0.007
1991	0.016	0.033	0.031	0.020	0.010	0.006	0.004	0.001	0.001	0.008	0.016	0.018
1992	0.010	0.008	0.008	0.006	0.004	0.003	0.002	0.003	0.002	0.004	0.009	0.009
1993	0.021	0.023	0.013	0.009	0.005	0.003	0.003	0.002	0.001	0.004	0.008	0.015
1994	0.024	0.028	0.021	0.015	0.008	0.004	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	0.020
1995	0.015	0.014	0.015	0.009	0.004	0.003	0.003	0.002	0.004	0.003	0.004	0.009
1996	0.020	0.019	0.014	0.009	0.005	0.003	0.001	0.001	0.002	0.004	0.004	0.008
1997	0.010	0.017	0.021	0.012	0.007	0.004	0.003	0.001	0.001	0.002	0.009	0.011
1998	0.014	0.016	0.009	0.006	0.003	0.003	0.001	0.001	0.001	0.003	0.005	0.006
1999	0.015	0.018	0.016	0.010	0.010	0.006	0.004	0.002	0.002	0.002	0.008	0.015
2000	0.014	0.024	0.021	0.012	0.007	0.004	0.003	0.003	0.006	0.005	0.004	0.008
2001	0.016	0.020	0.024	0.014	0.009	0.006	0.004	0.002	0.002	0.004	0.009	0.013
2002	0.019	0.016	0.016	0.009	0.006	0.011	0.008	0.004	0.003	0.002	0.002	0.009
2003	0.007	0.010	0.012	0.008	0.004	0.002	0.002	0.016	0.009	0.006	0.010	0.012
2004	0.013	0.015	0.017	0.010	0.005	0.004	0.002	0.002	0.001	0.005	0.009	0.008
2005	0.013	0.016	0.015	0.009	0.005	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.006	0.010
2006	0.016	0.023	0.021	0.013	0.007	0.004	0.002	0.004	0.003	0.004	0.008	0.011
2007	0.014	0.011	0.012	0.011	0.005	0.003	0.002	0.002	0.002	0.003	0.007	0.008
2008	0.012	0.014	0.012	0.008	0.005	0.002	0.001	0.002	0.002	0.003	0.008	0.011
2009	0.014	0.015	0.014	0.010	0.005	0.004	0.003	0.003	0.002	0.002	0.010	0.011
2010	0.011	0.017	0.015	0.010	0.006	0.004	0.002	0.002	0.001	0.002	0.007	0.010
2011	0.014	0.013	0.014	0.010	0.006	0.004	0.003	0.003	0.003	0.002	0.011	0.013
2012	0.013	0.010	0.008	0.008	0.006	0.005	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.012
2013	0.017	0.027	0.020	0.015	0.008	0.005	0.002	0.002	0.003	0.003	0.007	0.011
2014	0.013	0.015	0.019	0.013	0.008	0.004	0.003	0.002	0.003	0.004	0.004	0.004
2015	0.006	0.020	0.012	0.007	0.004	0.003	0.003	0.003	0.002	0.004	0.006	0.012
2016	0.023	0.022	0.024	0.014	0.008	0.006	0.004	0.002	0.003	0.003	0.009	0.006
2017	0.009	0.008	0.007	0.005	0.003	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.004	0.012
2018	0.011	0.018	0.019	0.013	0.007	0.004	0.003	0.003	0.003	0.002	0.003	0.009
2019	0.011	0.016	0.016	0.013	0.006	0.006	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.008
PROMEDIO	0.014	0.017	0.015	0.011	0.006	0.004	0.003	0.003	0.003	0.004	0.007	0.010
MÁXIMO	0.024	0.033	0.031	0.020	0.011	0.015	0.008	0.016	0.009	0.009	0.016	0.020
MÍNIMO	0.006	0.008	0.006	0.004	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003
DESV.STANDAR	0.0039	0.0054	0.0054	0.0040	0.0022	0.0023	0.0013	0.0021	0.0014	0.0018	0.0031	0.0035

Fuente: Elaboracion propia.

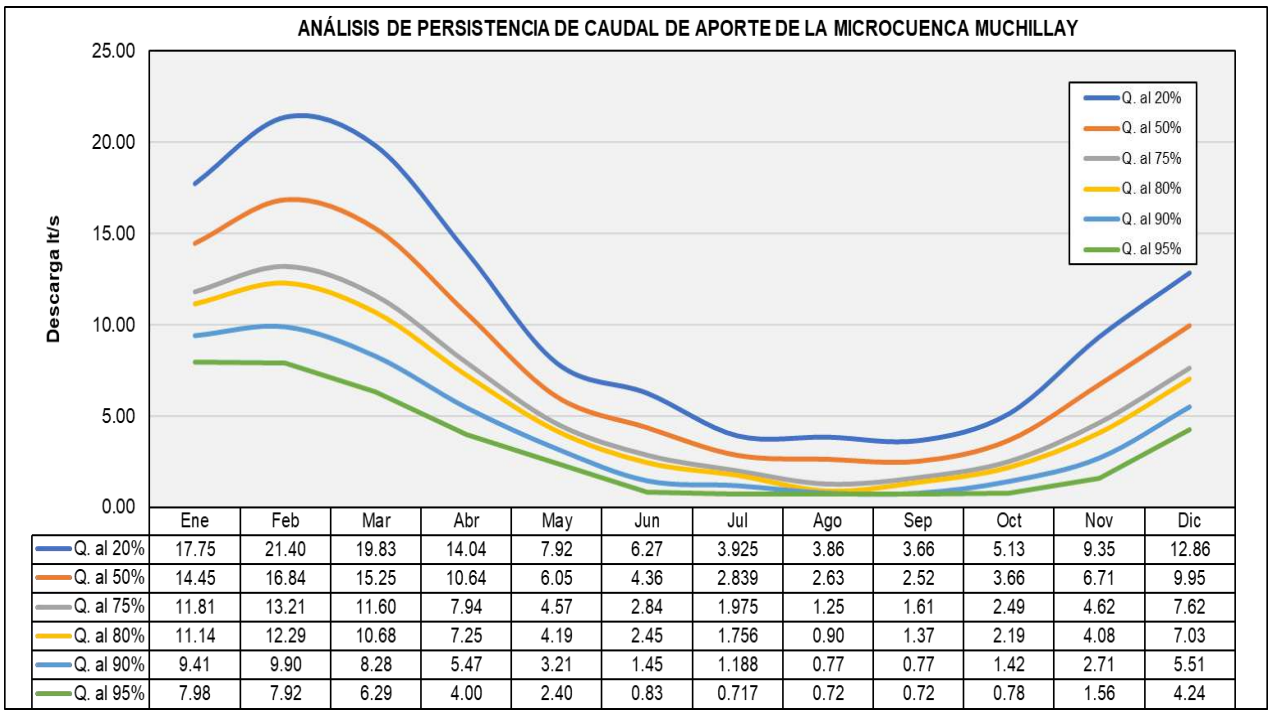
Figura 39. Descarga de caudales medios mensuales (m3/s)



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
PROMEDIO	0.014	0.017	0.015	0.011	0.006	0.004	0.003	0.003	0.003	0.004	0.007	0.010
MÁXIMO	0.024	0.033	0.031	0.020	0.011	0.015	0.008	0.016	0.009	0.009	0.016	0.020
MÍNIMO	0.006	0.008	0.006	0.004	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003

Fuente: Elaboracion propia.

Figura 40. Análisis de persistencia de caudales de la microcuenca de Muchillay



	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Q. al 20%	17.75	21.40	19.83	14.04	7.92	6.27	3.925	3.86	3.66	5.13	9.35	12.86
Q. al 50%	14.45	16.84	15.25	10.64	6.05	4.36	2.839	2.63	2.52	3.66	6.71	9.95
Q. al 75%	11.81	13.21	11.60	7.94	4.57	2.84	1.975	1.25	1.61	2.49	4.62	7.62
Q. al 80%	11.14	12.29	10.68	7.25	4.19	2.45	1.756	0.90	1.37	2.19	4.08	7.03
Q. al 90%	9.41	9.90	8.28	5.47	3.21	1.45	1.188	0.77	0.77	1.42	2.71	5.51
Q. al 95%	7.98	7.92	6.29	4.00	2.40	0.83	0.717	0.72	0.72	0.78	1.56	4.24

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 84. Oferta hídrica superficial total de la cuenca.

OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL TOTAL DE LA CUENCA							
Mes	Días del mes	Caudal Promedio de la Cuenca	Caudal Promedio de la Cuenca al 75%		Vol. por precipitación directa sobre la laguna al 75%		Volumen embalsable
	días	l/s	l/s	m3	mm	m3	m3
Ene	31	14.45	11.81	31,639.28	123.87	5,304.20	**36,943.48**
Feb	28	16.84	13.21	31,952.92	103.16	4,417.48	**36,370.40**
Mar	31	15.25	11.60	31,074.82	96.81	4,145.40	**35,220.22**
Abr	30	10.64	7.94	20,573.51	27.71	1,186.35	**21,759.85**
May	31	6.05	4.57	12,231.67	0.00	0.00	**12,231.67**
Jun	30	4.36	2.84	7,355.38	0.00	0.00	**7,355.38**
Jul	31	2.84	1.97	5,289.45	0.00	0.00	**5,289.45**
Ago	31	2.63	1.25	3,336.23	0.00	0.00	**3,336.23**
Set	30	2.52	1.61	4,161.51	6.60	282.64	**4,444.15**
Oct	31	3.66	2.49	6,663.35	36.77	1,574.56	**8,237.91**
Nov	30	6.71	4.62	11,964.72	66.56	2,850.18	**14,814.90**
Dic	31	9.95	7.62	20,420.14	95.40	4,085.02	**24,505.15**
Total		95.89	71.52	**186,662.99**	556.89	**23,845.82**	**210,508.80**

Fuente: Elaboracion propia.

4.2.4 Determinación de la demanda

Es la necesidad de agua que tiene el sistema que se está considerando, cuando el rio o la quebrada que se seleccionó como fuente de suministro pueden entregar el caudal de demanda durante unos periodos, pero falla en otros, entonces se hacen estudios hidrológicos adicionales de la fuente para determinar si la construcción de un embalse resuelve el problema. Como resultado de estos estudios se obtiene el volumen de almacenamiento requerido que es el volumen que se debe almacenar para suministrar la demanda todo el tiempo. Los volúmenes que se consideraran como demanda en el presente proyecto son demanda agrícola, las perdidas por infiltración, las perdidas por evaporación y el caudal ecológico

4.2.4.1 Demanda agrícola

4.2.4.1.1 Precipitación efectiva

La precipitación efectiva es aquella fracción de la precipitación total que es aprovechada por las plantas. Depende de múltiples factores como pueden ser la intensidad de la precipitación o la aridez del clima, y también de otros como la inclinación del terreno, contenido de humedad del suelo o velocidad de infiltración.

De acuerdo con un análisis llevado a cabo para diferentes climas semiáridos y subhúmedos, una fórmula empírica se desarrolló en el Servicio de Aguas de la FAO para estimar la precipitación confiable como el efecto combinado de la precipitación confiable (75% de probabilidad de excedencia) y las pérdidas estimadas debido a la Escorrentía Superficial (ES) y a la Percolación Profunda (PP). Propone formulas empíricas que pueden ser utilizada para fines de diseño, en caso que se requiera el valor de la precipitación con 75% de probabilidad de excedencia:

$$\begin{aligned} P_{ef} &= 0.6 \times P - 10 \text{ para P mensual} \leq 70\text{mm} \\ P_{ef} &= 0.6 \times P - 24 \text{ para P mensual} > 70\text{mm} \end{aligned}$$

Ecuación desarrollada por el USCS, por medio de la cual la Precipitación efectiva puede ser calculada de acuerdo a:
Valores mensuales de precipitación:

$$\begin{aligned} P_{ef} &= \text{P mensual}\left(\frac{125 - 0.2\text{P mensual}}{125}\right) && \text{para P mensual} \leq 250\text{mm} \\ P_{ef} &= 125 + 0.1 \times \text{P mensual} && \text{para P mensual} \leq 250\text{mm} \end{aligned}$$

Tabla 85. Precipitación efectiva al 75% de persistencia para los terrenos de cultivo

Mes	Precipitación Total	PE 75% (terrenos cultivo)
Enero	154.94	116.53
Febrero	138.25	107.67
Marzo	129.45	102.64
Abril	52.41	48.01
Mayo	10.17	10.01
Junio	17.16	16.69
Julio	6.15	6.09
Agosto	16.4	15.97
Setiembre	19.71	19.09
Octubre	55.55	50.62
Noviembre	93.29	79.37
Diciembre	121.59	97.94

Fuente: Elaboracion propia.

En climas secos, las lluvias inferiores a 5 mm no añaden humedad a la reserva del suelo. Así, si la precipitación es inferior a 5 mm se considera una precipitación efectiva nula. Por otro lado, sólo un 75 % de la lluvia sobre los 5 mm se puede considerar efectiva. Se puede usar la expresión: Pe = 0,75; (lluvia caída – 5 mm). En climas húmedos o en situaciones, o períodos del año en los que llueve de continuo durante varios días, la precipitación efectiva se obtiene sumando todos los volúmenes de precipitación, salvo cuando en un día llueve menos de 3 mm.

4.2.4.1.2 Área de terrenos de cultivo

Para el cálculo de uso de área de cultivo por especie se realizó una encuesta aleatoriamente a 32 familias de las 102 familias existentes pertenecientes a la comunidad campesina de Chumpe, beneficiarios directos del proyecto, obteniéndose la siguiente información.

- Área promedio de terreno por familia 2600 m^2, por las 102 familias se tiene un área total 280000m^2 igual a 28 hectáreas
  (Se adjunta en los anexos el padrón de usuarios de agua de las 102 familias de Chumpe con sus respectivas áreas por familia).

- Los productos cultivados son papa, maíz, forraje, olluco, quinua, variando de cultivo por sembrío en algunos productos como la papa para el descanso del terreno.
- Para poder determinar el área de cultivo por producto se consultó a las 32 familias encuestadas sobre que producto habían sembrado y con ello obtener el porcentaje de sembrío por producto, como se muestra en la tabla 86.

Tabla 86. Encuesta sobre los cultivos más comunes en Chumpe

Cultivo	Familias encuestadas	% de cultivo	Área de cultivo (Ha)
papa	7	23.42%	6.56
maíz	11	35.14%	9.84
Forraje	6	19.82%	5.55
Olluco	4	11.71%	3.28
Quinua	3	9.91%	2.77
Total	32	100.00%	28.00

Fuente: Elaboracion propia.

Figura 41. Encuesta realizada a los pobladores de la comunidad campesina de Chumpe



4.2.4.1.3 Coeficiente de cultivo (kc)

Para determinar el coeficiente de cultivo ponderado primero se ha determinado la cedula de cultivo para diferentes especies y su respectivo periodo vegetativo, la encuesta nos facilitó los datos de inicio y final de cosecha, áreas de cobertura de cada especie y numero de campañas agrícolas al año.

Tabla 87. Coeficiente de cultivos

Cedula de cultivo	Area (Ha)	Ciclo vegetativo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
papa	6.56	120.00	0.81	0.33						1.50	1.00	0.71	0.95	0.98
maiz	9.84	150.00	0.85	0.85	0.53					1.50	1.25	0.65	0.95	1.00
Forraje	5.55	365.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Olluco	3.28	90.00	0.95	0.98	0.82	0.34						1.50	0.28	0.73
Quinua	2.77	180.00	1.15	1.15	0.82	0.25						1.50	0.68	1.15
Area total	28.00		28.00	28.00	21.44	11.60	5.55	5.55	5.55	21.95	21.95	28.00	28.00	28.00
Kc Ponderado			0.91	0.80	0.73	0.63	1.00	1.00	1.00	1.37	1.11	0.92	0.85	0.98

Fuente: Elaboracion propia.

Coeficientes de cultivo Kc Fuente: Valores ajustados en base a estudios de la FAO e investigaciones del PRONAR

Para obtener la demanda de cultivo es necesario tabular los siguientes datos.

- Área total: Área de cultivo obtenida en la Tabla N° 86
- Kc ponderado: Obtenido en la Tabla N° 87
- ETP: Obtenido en la Tabla 63: Calculo de ETP por radiación por mes
- ETR: ETP * Kc
- PE 75%: Precipitación regionalizada efectiva
- Requerimiento: ETR – PE 75%
- Eficiencia de riego: Implica el manejo adecuado del agua en el predio agrícola, en otras palabras, implica el grado de habilidad que tiene el regante para manejar el agua. (FAO, 2001)

Tabla 88. Eficiencia de riego para distintos métodos

MÉTODO DE RIEGO	EFICIENCIA DE APLICACIÓN
Riego por goteo	80 - 90 %
Riego por aspersión	70 - 80 %
Riego por gravedad	30 - 50 %

Fuente: (FAO, 2001)

- N° Horas: Es el tiempo de riego efectivo en el que se podrá utilizar el sistema. Se expresa en horas.
- Módulo de riego: Correspondiente a la demanda cubriendo los días de riego y la jornada.
- Demanda de riego: Representa el módulo de riego multiplicado por el área de cultivo.

Tabla 89.Cálculo de la demanda por mes

Análisis de la Demanda de Agua para Riego													
Pasos	**Variable**	**Unidad**	**Meses**										
			Ene	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Oct**	**Nov**	**Dic**
1	Eto	mm	96.12	85.17	89.68	83.56	83.94	77.58	81.36	83.26	86.85	95.75	93.59	89.29
2	Kc ponderado	-	0.91	0.80	0.73	0.63	1.00	1.00	1.00	1.37	1.11	0.92	0.85	0.98
3	ETC	mm	87.64	68.38	65.78	52.99	83.94	77.58	81.36	114.36	96.58	87.82	79.99	87.37
4	**PE 75% (terrenos cultivo)**	mm	116.53	107.67	102.64	48.01	10.01	16.69	6.09	15.97	19.09	50.62	79.37	97.94
5	Requerimiento	mm	-28.89	-39.29	-36.86	4.98	73.94	60.89	75.27	98.39	77.49	37.21	0.63	-10.56
6	Requer. Volum.	m3/ha	-288.89	-392.86	-368.60	49.78	739.38	608.95	752.67	983.89	774.94	372.06	6.26	-105.64
7	Efic. Riego	-	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
8	Nº Horas	horas	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
9	Módulo de Riego	l/s-ha	-0.27	-0.41	-0.34	0.05	0.69	0.59	0.70	0.92	0.75	0.35	0.01	-0.10
10	Área Total	ha	28.00	28.00	21.44	11.60	5.55	5.55	5.55	21.95	21.95	28.00	28.00	28.00
11	Q demandado	l/s	0.00	0.00	0.00	0.56	3.83	3.26	3.90	20.15	16.40	9.72	0.17	0.00
12	Dias por mes	dias	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
13	Demanda de agua	m3	0.00	0.00	0.00	1,444.02	10,258.05	8,448.47	10,442.46	53,980.79	42,517.10	26,044.21	438.31	0.00

Fuente: Elaboracion propia.

4.2.4.2 Demanda de caudal ecológico

El concepto de caudal ecológico históricamente fue desarrollado como una respuesta a la degradación de los ecosistemas acuáticos, al no integrar y armonizar los intereses de uso para la preservación de ecosistemas estratégicos. La expresión de caudal ecológico es un concepto complejo que a pesar de que se lleva usando muchos años desde hace mucho tiempo, no existe una definición única en la que coincidan los investigadores y organizaciones involucradas.

Para el presente estudio el cálculo del caudal ecológico se realizó mediante la normativa dispuesta por la Autoridad Nacional de Agua “ANA” indicado en la resolución Jefatural N.° RJ 267-2019-ANA de la Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos.

Tabla 90. Caudal ecológico medio mensual

TIPO	CAUDAL MEDIO ANUAL	%	
		AVENIDA	ESTIAJE
1	MENOR A 20 M3/SEG	10	15
2	20 - 50 M3/SEG	10	12
3	MAYOR A 50 M3/SEG	10	10

Fuente: (ANA, 2016)

Tabla 91. Caudal ecológico medio mensual

Descripción	Und	Meses											
		Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
Caudal Promedio	l/s	15.25	10.64	6.05	4.36	2.84	2.63	2.52	3.66	6.71	9.95	14.45	16.84
Caudal al 75%	l/s	11.60	7.94	4.57	2.84	1.97	1.25	1.61	2.49	4.62	7.62	11.81	13.21
Caudal ecológico	l/s	1.16	0.79	0.69	0.43	0.30	0.19	0.24	0.37	0.69	0.76	1.18	1.32

Fuente: Elaboracion propia.

4.2.4.3 Demanda de infiltración

(Ven Te Chow, 1994) describe la infiltración como el proceso mediante el cual el agua penetra desde la superficie del terreno hacia capas más profundas del suelo. Son muchos los factores que tienen incidencia en dicho proceso, como la condición de la superficie, así como la cobertura vegetal, las propiedades del

suelo, entre las cuales destacan la porosidad, contenido de humedad y conductividad hidráulica. Sin embargo, como sabemos el suelo está compuesto por estratos, los cuales comprenden propiedades físicas diferentes en cada "horizonte" es por ello que la infiltración es considerada un proceso complejo. La infiltración también juega un rol importante al momento de realizar los cálculos hidráulicos para un proyecto de ingeniería, esto debido a que muchas veces el volumen de agua infiltrada es mayor al volumen de escurrimiento en sí.

Figura 42. Cálculo de Ensayo INSITU Lefranc con nivel variable



DEMANDA HÍDRICA DE LA PRESA MUCHILLAY									
Mes	**Días del mes**	**Demanda de riego**		**Caudal ecológico**		**Evaporación en el embalse**		**Infiltración en el embalse**	**Total**
	dias	l/s	m3	l/s	m3	mm	m3	m3	**m3**
Ene	31	0.00	0.00	1.18	3,163.93	89.57	1,791.40	226.21	**5,181.54**
Feb	28	0.00	0.00	1.32	3,195.29	78.41	1,568.20	200.26	**4,963.75**
Mar	31	0.00	0.00	1.16	3,107.48	88.83	1,776.60	186.59	**5,070.68**
Abr	30	0.00	1,444.02	0.79	2,057.35	82.54	1,650.80	81.45	**5,233.62**
May	31	3.83	10,258.05	0.69	1,834.75	86.50	1,730.00	30.41	**13,853.21**
Jun	30	3.26	8,448.47	0.43	1,103.31	74.32	1,486.40	26.67	**11,064.84**
Jul	31	3.90	10,442.46	0.30	793.42	96.16	1,923.20	24.16	**13,183.24**
Ago	31	20.15	53,980.79	0.19	500.44	105.02	2,100.40	40.09	**56,621.72**
Set	30	16.40	42,517.10	0.24	624.23	103.98	2,079.60	45.23	**45,266.15**
Oct	31	9.72	26,044.21	0.37	999.50	98.71	1,974.20	100.94	**29,118.85**
Nov	30	0.00	438.31	0.46	1,196.47	100.99	2,019.80	130.39	**3,784.97**
Dic	31	0.00	0.00	0.76	2,042.01	89.76	1,795.20	174.38	**4,011.59**
Total			153,573.40		20,618.18		21,895.80	1,266.78	**197,354.16**

Fuente: Elaboracion propia.

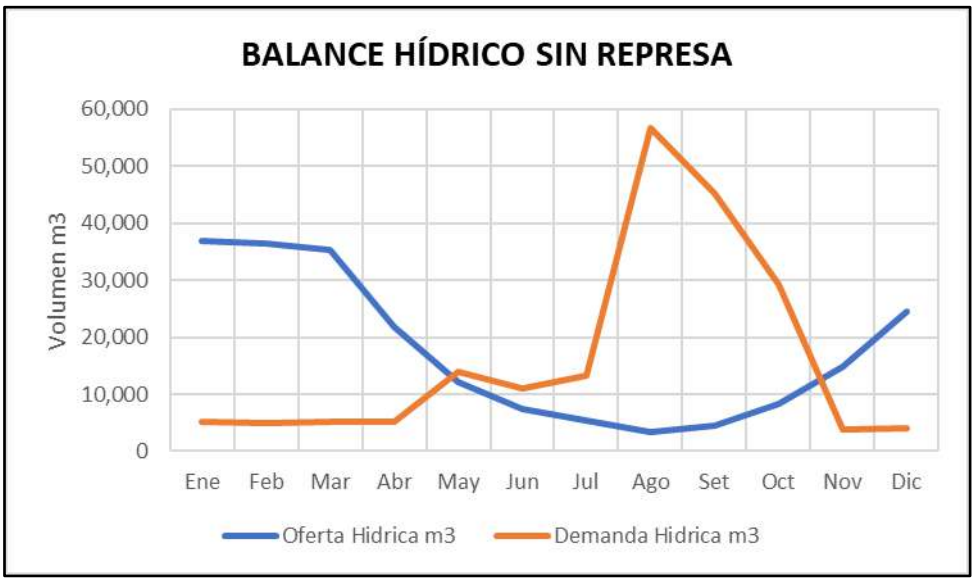
4.2.5 Análisis y evaluación del balance hídrico del proyecto

Tabla 92. Balance hídrico de la presa Muchillay

BALANCE HÍDRICO DE LA PRESA MUCHILLAY																
		OFERTA HÍDRICA DE LA PRESA MUCHILLAY						DEMANDA HÍDRICA DE LA PRESA MUCHILLAY								BALANCE
Mes	Días del mes	Caudal Promedio de la Cuenca	Caudal Promedio de la Cuenca al 75%		Vol. por precipitación directa sobre la laguna al 75%		Total	Demanda de riego		Caudal ecológico		Evaporación en el embalse		Infiltración en el embalse	Total	Volumen total mensual
	días	l/s	l/s	m3	mm	m3	m3	l/s	m3	l/s	m3	mm	m3	m3	m3	m3
Ene	31	14.45	11.81	31,639.28	123.87	5,304.20	36,943.48	0.00	0.00	1.18	3,163.93	89.57	1,791.40	226.21	5,181.54	31,761.95
Feb	28	16.84	13.21	31,952.92	103.16	4,417.48	36,370.40	0.00	0.00	1.32	3,195.29	78.41	1,568.20	200.26	4,963.75	31,406.64
Mar	31	15.25	11.60	31,074.82	96.81	4,145.40	35,220.22	0.00	0.00	1.16	3,107.48	88.83	1,776.60	186.59	5,070.68	30,149.54
Abr	30	10.64	7.94	20,573.51	27.71	1,186.35	21,759.85	0.00	1,444.02	0.79	2,057.35	82.54	1,650.80	81.45	5,233.62	18,896.79
May	31	6.05	4.57	12,231.67	0.00	0.00	12,231.67	3.83	10,258.05	0.69	1,834.75	86.50	1,730.00	30.41	13,853.21	-1,621.54
Jun	30	4.36	2.84	7,355.38	0.00	0.00	7,355.38	3.26	8,448.47	0.43	1,103.31	74.32	1,486.40	26.67	11,064.84	-3,709.45
Jul	31	2.84	1.97	5,289.45	0.00	0.00	5,289.45	3.90	10,442.46	0.30	793.42	96.16	1,923.20	24.16	13,183.24	-7,893.79
Ago	31	2.63	1.25	3,336.23	0.00	0.00	3,336.23	20.15	53,980.79	0.19	500.44	105.02	2,100.40	40.09	56,621.72	-53,285.48
Set	30	2.52	1.61	4,161.51	6.60	282.64	4,444.15	16.40	42,517.10	0.24	624.23	103.98	2,079.60	45.23	45,266.15	-40,822.01
Oct	31	3.66	2.49	6,663.35	36.77	1,574.56	8,237.91	9.72	26,044.21	0.37	999.50	98.71	1,974.20	100.94	29,118.85	-20,880.94
Nov	30	6.71	4.62	11,964.72	66.56	2,850.18	14,814.90	0.00	438.31	0.46	1,196.47	100.99	2,019.80	130.39	3,784.97	11,029.93
Dic	31	9.95	7.62	20,420.14	95.40	4,085.02	24,505.15	0.00	0.00	0.76	2,042.01	89.76	1,795.20	174.38	4,011.59	20,493.56
Total				186,662.99		23,845.82	210,508.80		153,573.40		20,618.18		21,895.80	1,266.78	197,354.16	13,154.64
													Volumen Util=			**147,110.00**

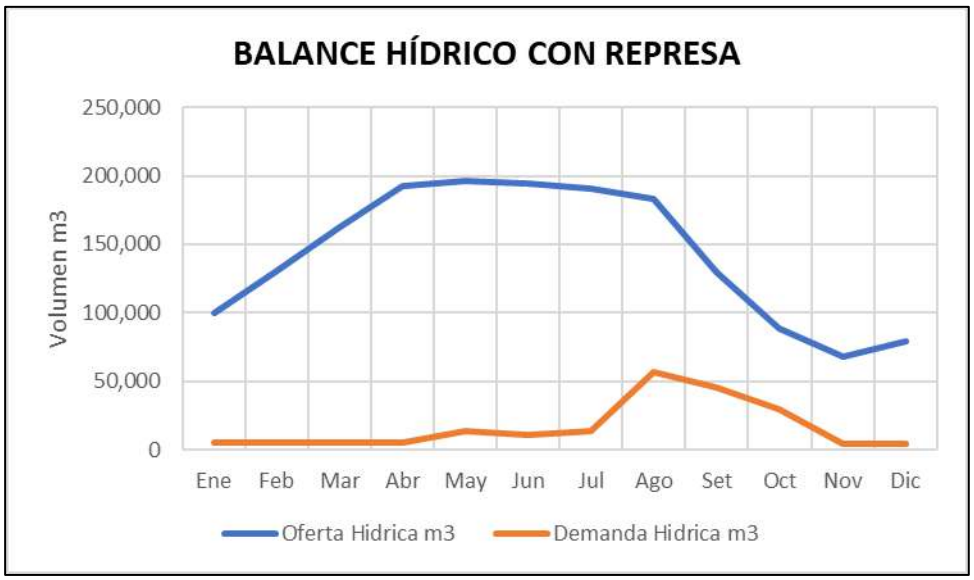
Fuente: Elaboracion propia.

Figura 43. Balance hídrico de la presa Muchillay sin represa



Fuente: Elaboracion propia.

Figura 44. Balance hídrico de la presa Muchillay con represa



Fuente: Elaboracion propia.

4.2.6 Simulación de la operación del embalse

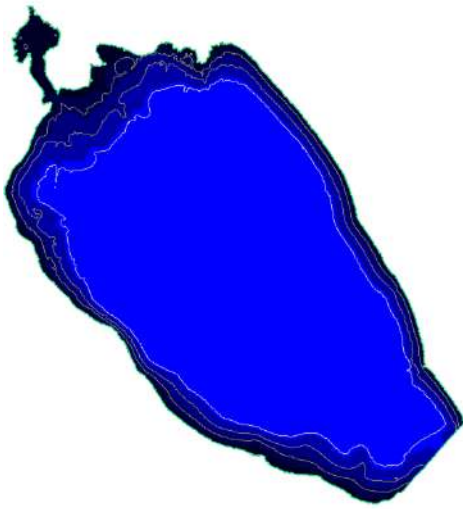
4.2.6.1 Cálculo del volumen de almacenamiento de la presa

Los cálculos de volumen de represamiento de la presa se realizaron a partir del levantamiento topográfico a curvas de nivel cada 0.5m, la cota 4299msnm a 4300msnm corresponde a los niveles más bajos de la laguna sin represamiento

en épocas de estiaje, estos niveles satisfacen la acumulación de los sedimentos (azolves) de la presa para un periodo de vida de 50 años como se muestra en el capítulo (5.1.5 Evaluación y Generación de sedimentos del embalse), a partir de la cota 4300 msnm (NAMIN) se inicia con la simulación de operación de la presa Muchillay.

Tabla 93. Área calculada por curva de nivel cada 0.5m

Elevations Table				
Number	Minimum Elevation	Maximum Elevation	Area	Color
1	4299.00	4299.50	35597.00	
2	4299.50	4300.00	4591.14	
3	4300.00	4300.50	2105.26	
4	4300.50	4301.00	2180.37	
5	4301.00	4301.50	1639.37	
6	4301.50	4302.00	1730.01	
7	4302.00	4302.50	1437.59	
8	4302.50	4303.00	1421.08	
9	4303.00	4303.50	1188.33	
10	4303.50	4304.00	1284.15	
11	4304.00	4304.50	1237.23	
12	4304.50	4305.00	1204.57	
13	4305.00	4305.50	1339.80	
14	4305.50	4306.00	2160.36	
15	4306.00	4306.50	13.64	



Fuente: Elaboracion propia.

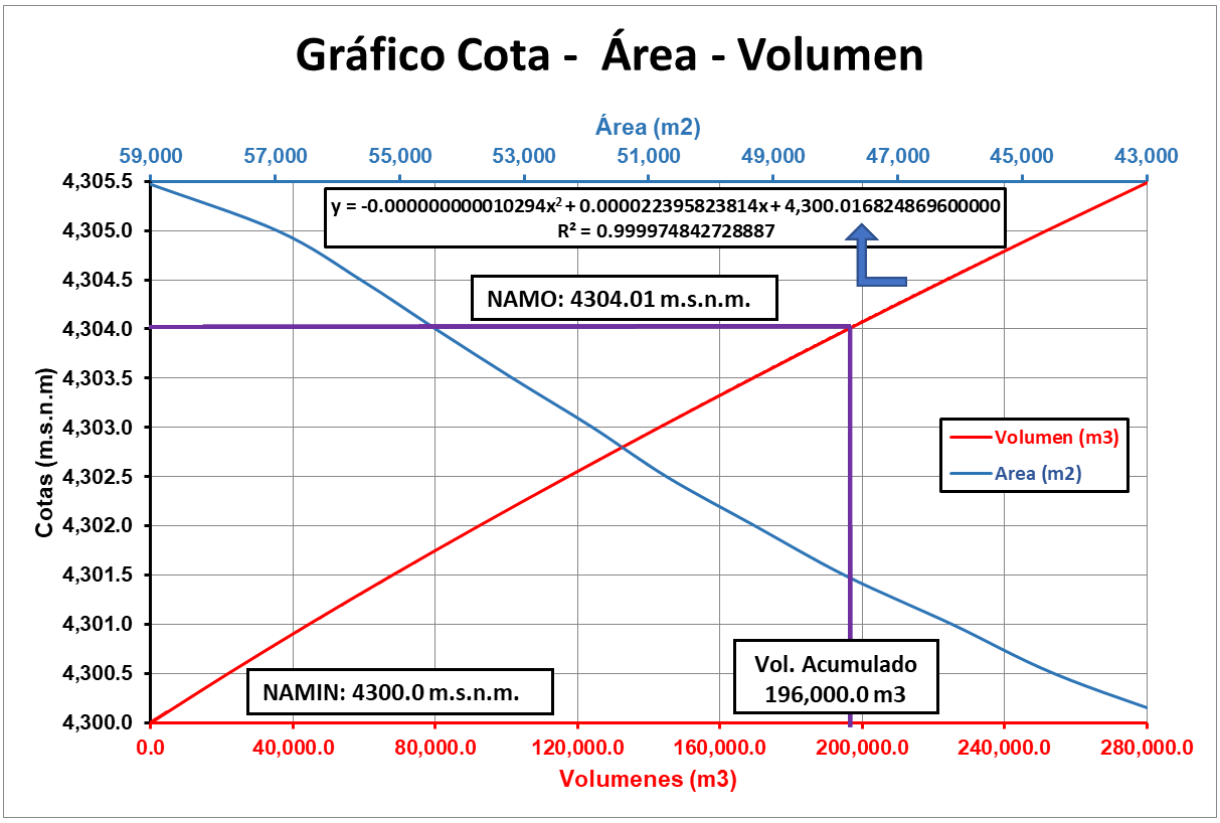
Tabla 94. Cálculo de volumen de almacenamiento de la presa por curva de nivel cada 0.5m

Altura	Cota	Área	Área Acumul	VOL. TRONCO PIRAMIDAL		VOL. CUBICACIÓN CURVAS NIVEL	
				Vol.Parcial	Vol.Acumul	Vol.Acumul	Vol.Acumul
m	m.s.n.m	m2	m2	m3	m3	m3	m3
Volumen muerto							
0.00	4,299.00	35,597.00	35,597.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	4,299.50	4,591.14	40,188.14	18,934.69	18,934.69	18,946.29	18,946.29
1.00	4,300.00	2,105.37	42,293.51	20,618.17	39,552.86	20,620.41	39,566.70
Operación de la presa Muchillay							
0.00	4,300.00	42,293.51	42,293.51	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	4,300.50	2,180.26	44,473.77	21,689.54	21,689.54	21,691.82	21,691.82
1.00	4,301.00	1,639.33	46,113.10	22,645.48	44,335.02	22,646.72	44,338.54
1.50	4,301.50	1,730.05	47,843.15	23,487.74	67,822.75	23,489.06	67,827.60
2.00	4,302.00	1,438.00	49,281.15	24,280.19	92,102.94	24,281.08	92,108.68

Operación de la presa Muchillay							
2.50	4,302.50	1,420.67	50,701.82	24,994.90	117,097.84	24,995.74	117,104.42
3.00	4,303.00	1,188.33	51,890.15	25,647.42	142,745.26	25,647.99	142,752.41
3.50	4,303.50	1,284.29	53,174.44	26,265.49	169,010.75	26,266.15	169,018.56
4.00	4,304.00	1,237.48	54,411.92	26,896.00	195,906.75	26,896.59	195,915.15
4.50	4,304.50	1,204.19	55,616.11	27,506.46	223,413.21	27,507.01	223,422.16
5.00	4,305.00	1,339.85	56,955.96	28,142.35	251,555.56	28,143.02	251,565.17
5.50	4,305.50	2,160.32	59,116.28	29,016.38	280,571.95	29,018.06	280,583.23
6.00	4,306.00	13.64	59,129.92	29,561.55	310,133.50	29,561.55	310,144.78

Fuente: Elaboracion propia.

Figura 45. Función cota, área, volumen de la presa Muchillay



Fuente: Elaboracion propia.

Ecuación función cota Vs volumen

$$y = -0.000000000010294x^2 + 0.000022395823814x + 4,300.016824869600000$$

$$R^2 = 0.999974842728887$$

Donde:

x= Volumen de almacenamiento de la presa en (m3)

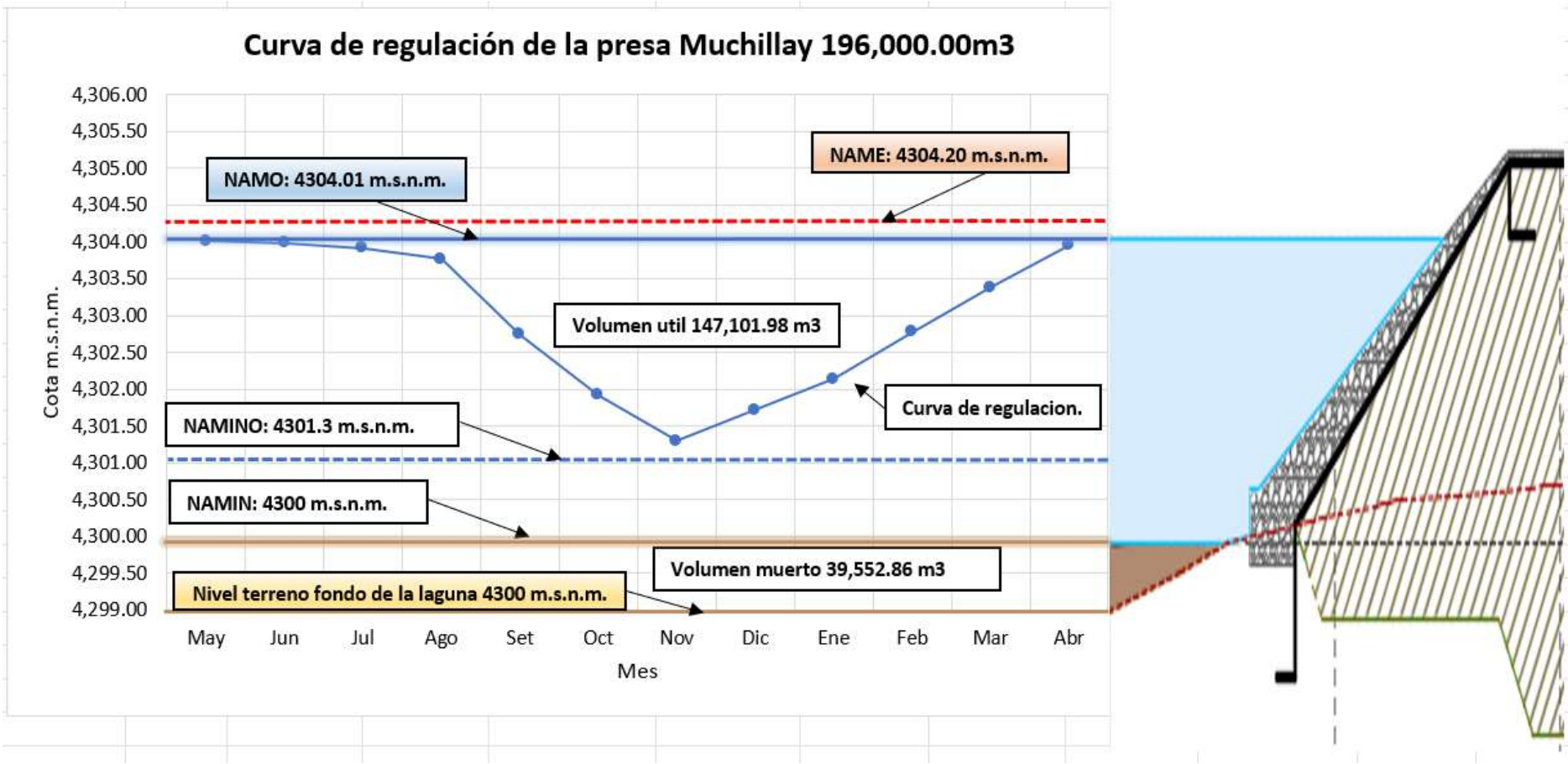
y= Cota de la presa en (msnm)

Tabla 95. Operación anual de la presa Muchillay en función a sus volúmenes y cotas

OPERACIÓN DE LA PRESA MUCHILLAY									
MES	**OFERTA TOTAL**	**DEMANDA TOTAL**	**VOLUMEN TOTAL MENSUAL**	**DESCARGA**	**ALMACENAMIENTO**		**CAMBIO DE VOLUMEN**	**NIVELES AL INICIO DEL MES**	
					INICIO DE MES	**FIN DE MES**			
	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	msnm.	
Ene	36,943.48	5,181.54	31,761.95	0.00	99,310.28	131,072.23	31,761.95	4302.14	
Feb	36,370.40	4,963.75	31,406.64	0.00	131,072.23	162,478.87	31,406.64	4302.77	
Mar	35,220.22	5,070.68	30,149.54	0.00	162,478.87	192,628.41	30,149.54	4303.38	
Abr	21,759.85	5,233.62	18,896.79	13,154.64	192,628.41	196,000.00	3,371.59	4303.95	
May	12,231.67	13,853.21	-1,621.54	0.00	196,000.00	194,378.46	-1,621.54	4304.01	NAMO
Jun	7,355.38	11,064.84	-3,709.45	0.00	194,378.46	190,669.01	-3,709.45	4303.98	
Jul	5,289.45	13,183.24	-7,893.79	0.00	190,669.01	182,775.22	-7,893.79	4303.91	
Ago	3,336.23	56,621.72	-53,285.48	0.00	182,775.22	129,489.73	-53,285.48	4303.77	
Set	4,444.15	45,266.15	-40,822.01	0.00	129,489.73	88,667.73	-40,822.01	4302.74	
Oct	8,237.91	29,118.85	-20,880.94	0.00	88,667.73	67,786.79	-20,880.94	4301.92	
Nov	14,814.90	3,784.97	11,029.93	0.00	67,786.79	78,816.72	11,029.93	4301.30	NAMINO
Dic	24,505.15	4,011.59	20,493.56	0.00	78,816.72	99,310.28	20,493.56	4301.72	
Total	210,508.80	197,354.16	13,154.64	13,154.64			0.00		

Fuente: Elaboracion propia.

Figura 46. Curva de regulacion de la presa muchillay



Fuente: Elaboracion propia.

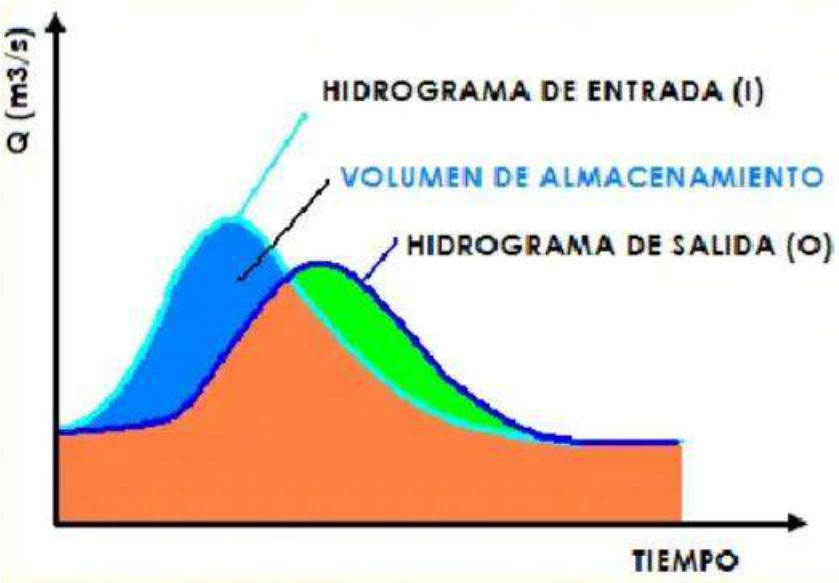
4.2.7 Simulación del tránsito de avenidas

El tránsito de avenidas en vasos es un procedimiento que sirve para determinar el hidrograma de salida de una presa dado el de entrada. Si el hidrograma que hacemos transitar es el correspondiente a la máxima avenida, esta técnica nos permitirá:

1. Dimensionar el aliviadero del embalse
2. Conocer la evolución de los niveles del embalse, estableciendo el nivel máximo extraordinario NAME que se alcanza durante la avenida. Este nivel más el resguardo necesario para contener el oleaje producido por el viento nos fijara la altura de coronación de la presa.
3. Conocer el caudal máximo desaguado por el aliviadero con el fin de dimensionar las obras y canales de descarga que reincorporen los caudales aliviados al cauce.

Durante el tránsito de una avenida en un vaso, la forma de los hidrogramas de entrada y salida es aproximadamente como se muestra en la figura

Figura 47. Hidrograma de entra, salida y laminación



Fuente: Diplomado Cersa.

4.2.7.1 Determinación del tiempo de concentración (Tc)

El tiempo de concentración es conocido también como el tiempo de respuesta o de equilibrio; se define como el tiempo requerido para que, durante un aguacero uniforme, se alcance el estado estacionario; es decir, el tiempo

necesario para que todo el sistema (toda la cuenca) contribuya eficazmente a la generación de flujo en sitios de desagüe. Se atribuye muy comúnmente el tiempo de concentración al tiempo que tarda una gota de agua de caída en el punto más alejado de la cuenca hasta el sitio de desagüe.

Los factores que determinan el tiempo de concentración son la pendiente del terreno, características del suelo, la vegetación, el estado de saturación del suelo y las características de las precipitaciones máximas.

Para determinar el tiempo de concentración se usó la siguiente formula empírica:

A. Formula de California Culvert Practice

El tiempo de concentración es el tiempo transcurrido, desde que una gota cae en el punto más alejado de la cuenca hasta que llega a la salida de esta.

$$Tc = 0.0195 \times \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Donde:

Tc= Tiempo de concentración en minutos

L= Longitud de máximo del recorrido, en m

H= Desnivel del cauce principal en m

Tabla 96. Cálculo de tiempo de concentración método California Culvert Practice

Cuenca	Área (km2)	L(km)	L(m)	s(m/m)	h (m)	Tc(min California
Muchillay	0.62	0.71	710	0.0725	49	8.56

Fuente: Elaboracion propia.

B. Formula de Kirpich

Desarrollada a partir de información del SCS en siete cuencas rurales de Tennessee con canales bien definidos y pendiente empinadas (3 a 10%); para flujo superficial en superficies de concreto o asfalto se debe multiplicar Tc por 0.4; para canales de concreto se debe multiplicar por 0.2; no se debe hacer ningún ajuste para flujo superficial en suelos descubiertos o para flujos en cunetas.

$$Tc = 0.0195 \times \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Donde:

Tc= Tiempo de concentración en minutos

L= Longitud de máximo del recorrido, en m

S= Pendiente promedio del cauce principal m/m

Tabla 97.Cálculo de tiempo de concentración método **Kirpich**

Cuenca	Área (km2)	L(km)	L(m)	s(m/m)	h (m)	Tc(min) Kirpich
Muchillay	0.62381	0.71	710	0.0725	49	8.40

Fuente: Elaboracion propia.

C. Formula de Giandotti

Este método es recomendable para cuencas menores a 200 Ha o 2Km2, la formula está dada por la siguiente expresión:

$$Tc = \frac{4 \times \sqrt{A} + 1.5 \times L}{0.8 \times \sqrt{H}}$$

Donde:

Tc= Tiempo de concentración en horas

A= Superficie de la cuenca en km^2

L= Longitud de máximo del recorrido, en km

H= Altura media de la cuenca en m

Adicionalmente se tiene que verificar que el tiempo de concentración este dentro del rango que define la siguiente relación:

$$\frac{L}{5.4} \leq Tc \leq \frac{L}{3.6} \Rightarrow 0.131 \leq Tc \leq 0.197$$

Tabla 98.Cálculo de tiempo de concentración método Giandotti

Cuenca	Área (km2)	L(km)	L(m)	s(m/m)	Hm(m)	Tc(H) Giandotti	Tc(min) Giandotti
Muchillay	0.62381	0.71	710	0.0725	4344.76	0.08	4.81

Fuente: Elaboracion propia.

Según los resultados obtenidos, los métodos **California Culvert Practice** y **Kirpich**, son las más adecuadas, mientras el método **Giandotti** no es

adecuada debido a que el tiempo de concentración no se encuentra dentro del rango definido. Por lo tanto, se tomará en cuenta los resultados obtenidos por los dos primeros métodos.

$$Tc = \frac{8.56 + 8.40}{2} = 8.48\,\text{min} = 0.14\text{horas}$$

$$\boxed{Lag = 0.6 \times Tc}$$

Lag time: $Lag = 0.6 \times 8.41$

$$Lag = 5.046\,\text{min}$$

Tiempo de duración de la tormenta:

Los datos estimados tienen una categoría pluviométrica, por lo tanto, su nivel detalle solo específica la precipitación acumulada en un día especifico (24 horas), sin embargo, para que referido estimativo sea útil, fue necesario la determinación del comportamiento (distribución-hietograma) de la tormenta en ese tiempo. De la diversidad de metodologías que existen para la estimación de tormentas de diseño, se eligió utilizar duraciones de 24 horas como los perfiles de tormenta de duración del Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS) antes el Soil Conservation Service (SCS) de los Estados Unidos.

El NRCS ha documentado fallas en aliviaderos auxiliares de las presas debido a flujos con mayor duración que superan los criterios mínimos actuales de diseño de 6 horas

4.2.7.2 Numero de Curva

El número de curva es un parámetro hidrológico que permite caracterizar el potencial de escorrentía en una cuenca hidrográfica y se determina a partir de algunas características físicas del territorio como el tipo, la densidad y el tratamiento de las coberturas, así como por el grupo hidrológico de suelo. Los números de curva han sido tabulados por el Soil Conservation Service con base en el tipo de suelo y el uso de la tierra. Se definen cuatro grupos de suelos:

Grupo A: Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento, limos agregados.

Grupo B: Suelos pocos profundos depositados por el viento, marga arenosa.

Grupo C: Margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelos con bajo contenido orgánico y suelos con altos contenidos de arcilla.

Grupo D: Suelos que se expanden significativamente cuando se mojan, arcillas altamente plásticas y ciertos suelos salinos.

Los valores de CN para varios tipos de uso de la tierra en estos tipos de suelos se muestran en la Tabla Nº 99. Para una cuenca hecha de varios tipos de suelos y con diferentes usos de la tierra, se puede calcular un CN compuesto.

El número de curva se ha obtenido en función de las tablas y haciendo uso del software ArcGIS, mediante el uso de los mapas temáticos de Geología y cobertura vegetal. Según el mapa temático de litología para la cuenca en estudio se tiene que existe presencia de areniscas feldespáticas con lutita fluviales y limo arcillitas en un porcentaje de 45%, así como presencia de bloques angulosos con matriz areno arcillosa en un porcentaje de 55%, por lo tanto, consideraremos un grupo de suelo hidrológico tipo C y D. Según el mapa temático de cobertura vegetal la cuenca tiene formación vegetal homogénea de pajonal andino además con condición hidrológica mala se observa que los pastos cubren menos del 50% de la superficie total. Según esta información se realizó un ponderado del coeficiente de escorrentía obteniéndose el siguiente resultado.

Figura 48. Tipo de cobertura vegetal en la zona del proyecto



Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 99. Número de curva para distintos usos de tierra y grupo Hidrológico

DESCRIPCIÓN DEL USO DE LA TIERRA	GRUPO HIDROLÓGICO DEL SUELO			
	A	B	C	D
Tierra cultivada[1]: sin tratamientos de conservación	72	81	88	91
con tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastizales: condiciones pobres	68	79	86	89
condiciones óptimas	39	61	74	80
Vegas de ríos: condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques: troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas,	45	66	77	83
cubierta buena[2]	25	55	70	77
Área abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.				
óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 75% o más	39	61	74	80
condiciones aceptables cubierta de pasto en el 50 al 75%	49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)	89	92	94	95
Distritos Industriales /72% impermeables)	81	88	91	93
Residencial[3]:				
Tamaño promedio del lote — Porcentaje promedio impermeable[4]				
1/8 acre o menos — 65	77	85	90	92
1/4 acre — 38	61	75	83	87
1/3 acre — 30	57	72	81	86
1/2 acre — 25	54	70	80	85
1 acre — 20	51	68	79	84
Parqueadores pavimentados, techos, accesos, etc.[5]	98	98	98	98
Calles y carreteras:				
Pavimentados con cunetas y alcantarillados[5]	98	98	98	98
Grava	76	85	89	91
Tierra	72	82	87	89

Fuente: Número de curva (CN del servicio de conservación de suelos de los E.E.U.U. SCS-NRCS)

$$NCP = \frac{A_1 \times NC_1 + A_2 \times NC_2}{A_{Total}}$$

$$NCP = 87.00$$

Donde

NCP: Numero de curva ponderado

4.2.7.3 Coeficiente de escorrentía

Se puede definir el coeficiente de escorrentía como un factor que afecta a la lluvia total y que determina el volumen de agua que corre por la superficie del terreno como resultado de la precipitación, su cálculo depende de las características del terreno como el tipo de vegetación, longitud del recorrido, pendiente del terreno, intensidad de precipitación, etc. Para el cálculo del

coeficiente de escorrentía se analizó en función de la cobertura vegetal, tipo de suelo y pendiente de la cuenca.

El coeficiente de escorrentía se ha obtenido en función de las tablas y haciendo uso del software ArcGIS, mediante el uso de los mapas temáticos de Geología, cobertura vegetal y el modelo digital de elevación del software

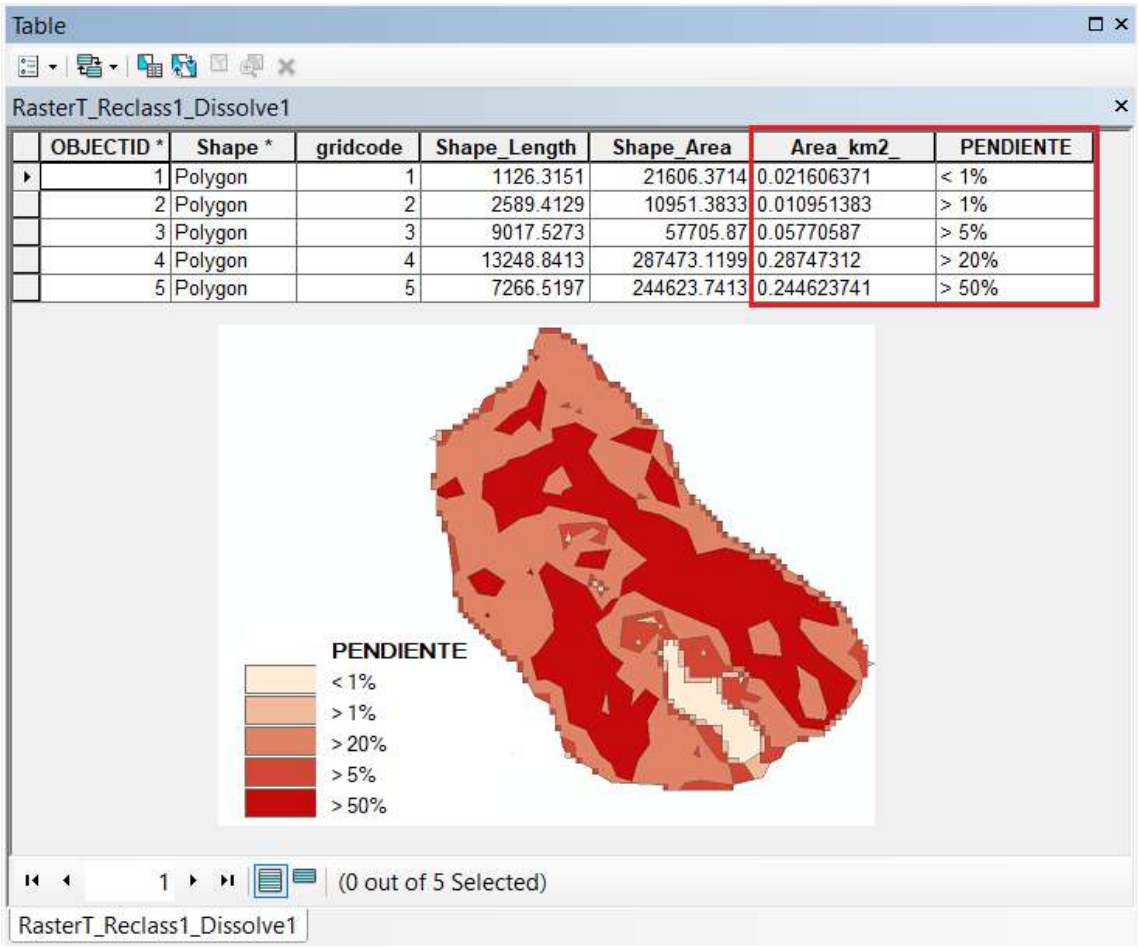
Según el mapa temático de litología para la cuenca en estudio se tiene que existe presencia de areniscas feldespáticas con lutita fluviales y limo arcillitas en un porcentaje de 45%, así como presencia de bloques angulosos con matriz areno arcillosa en un porcentaje de 55%, lo cual nos indica que en la cuenca hay predominio de suelo semipermeable

Según el mapa temático de cobertura vegetal la cuenca tiene formación vegetal homogénea de pajonal andino. Según esta información se realizó un ponderado del coeficiente de escorrentía obteniéndose el siguiente resultado

Tabla 100. Coeficiente de escorrentía

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Figura 49. Área, pendiente de la microcuenca Muchillay



Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 101. Cálculo del coeficiente de escorrentía ponderado

Pendiente del terreno	Área (Km2)	Porcentaje (%)	Ce	Área x Ce
<1%	0.0216	3.47	0.35	0.0076
>1%	0.0110	1.76	0.4	0.0044
>5%	0.0577	9.27	0.45	0.0260
>20%	0.2875	46.19	0.5	0.1437
>50%	0.2446	39.31	0.55	0.1345
Total	0.622			0.3162
Coeficiente de escorrentía (Promedio ponderado):				**0.508**

Fuente: Elaboracion propia.

4.2.7.4 Cálculo de Precipitación máxima probable

Es aquella magnitud de lluvia que ocurre sobre una cuenca particular, en el cual generara un gasto de avenida, para que virtualmente no exista riesgo de ser excedido.

Los diversos procedimientos de estimación de la precipitación máxima probable no están normalizados, ya que varían principalmente con la cantidad y calidad de datos disponibles, además cambian con el tamaño de la cuenca, su emplazamiento y su topografía con las temporadas que producen precipitación extrema y con el clima. Los métodos de estimación de fácil y rápida aplicación son los empíricos y estadísticos.

Según el MTC(2015), en la estadística existe decenas de funciones de distribuciones probabilísticas teóricas. Por lo tanto, es necesario escoger, de estas funciones las que mejor se adapten al problema en análisis.
En la estadística existen diversas funciones de distribución de probabilidades teóricas, recomendándose las siguientes funciones:

- Distribución Normal
- Distribución Log Normal 2 parámetros
- Distribución Log Normal 3 parámetros
- Distribución Gamma 2 parámetros
- Distribución Gamma 3 parámetros
- Distribución Log Pearson tipo III
- Distribución Gumbel
- Distribución Log Gumbel

Sin embargo, según el procedimiento y las recomendaciones de diferentes autores y validadas por su uso en diferentes papers de investigación (Chavez, 2009; Fernandez 2016; Flores, 2013; Lujano, 2016 se justifica también la elección entre las siguientes distribuciones:

- Gumbel Max
- Generalizada Normal (GNO)
- Generalizada Logística (GLO)

- Pearson Tipo III
- GEV Max
- L-Moments GEV Max

4.2.7.4.1 Selección del Periodo de Retorno

El período de retorno se define como el número promedio de años, durante el cual un evento dado es igualado o excedido. El recíproco del período de retorno es la probabilidad de que, en cualquier año, ese evento dado sea igualado o excedido.

Para el diseño de una obra hidraulica se debe tomar en cuenta el periodo de retorno, es importante hallar la relación que existe entre la Línea de excedencia de un evento, la parte ventajosa de la estructura y el riesgo de falla admisible, de otros componentes, etc.

La razón de peligro, es la fijación que se toma con anterioridad, del peligro que se desea comprometer en el caso que dicha obra llegase a fallar dentro de su tiempo de utilidad fructífera, la cual no contribuya un evento de magnitud mayor a la usada en el modulado a lo largo de los años de utilidad.

Período de retorno asociado a niveles de riesgo y vida útil de la obra.

Además del tipo de obra, también es necesario considerar las zonas a proteger, así como evaluar los beneficios y dificultades que se esperan con la construcción de la obra tales como protección de zonas agrícolas y urbanas, disminución de pérdidas materiales y humanas, etc. No obstante, de que en la selección final del período de retorno para una estructura en particular interviene el criterio del ingeniero, es recomendable tener en cuenta lo siguiente:

- Importancia de la obra.
- Magnitud de la estructura, por ejemplo, la altura de los bordos, la capacidad del cauce aguas abajo, etc.
- Posible daño a propiedades adyacentes.
- Costo de mantenimiento y reparaciones de la obra.

- Amortización del costo de la obra.
- Inconvenientes por suspensión de su operación.
- Riesgo por pérdidas humanas.

Tabla 102. Periodo de retorno para diferentes zonas

Características de la zona por proteger	Período de retorno en años
Parcelas agrícolas aisladas, sin posibles pérdidas de vidas humanas.	5
Distritos de riego, sin riesgo de pérdidas de vidas humanas.	25
Zonas agrícolas poco pobladas.	50
Zonas agrícolas con poblados.	100
Zona industrial y urbana.	500
Zona densamente poblada.	1000
Ciudades.	1000

Fuente (Manual geotécnico para el diseño de presas pequeñas Instituto mexicano de tecnología del agua)

En el libro de Hidrología aplicada – Ven Te Chow en la pág. 430 cita:
Con base en experiencias pasadas, se han desarrollado algunos criterios generalizados de diseño para estructuras de control de agua, teniendo en cuenta las consecuencias potenciales de falla, las estructuras se clasifican como grandes, intermedias y pequeñas. Los criterios para presas están en relacionados con el diseño de las capacidades del vertedero.

Criterios de diseño generalizados para estructuras de control de agua

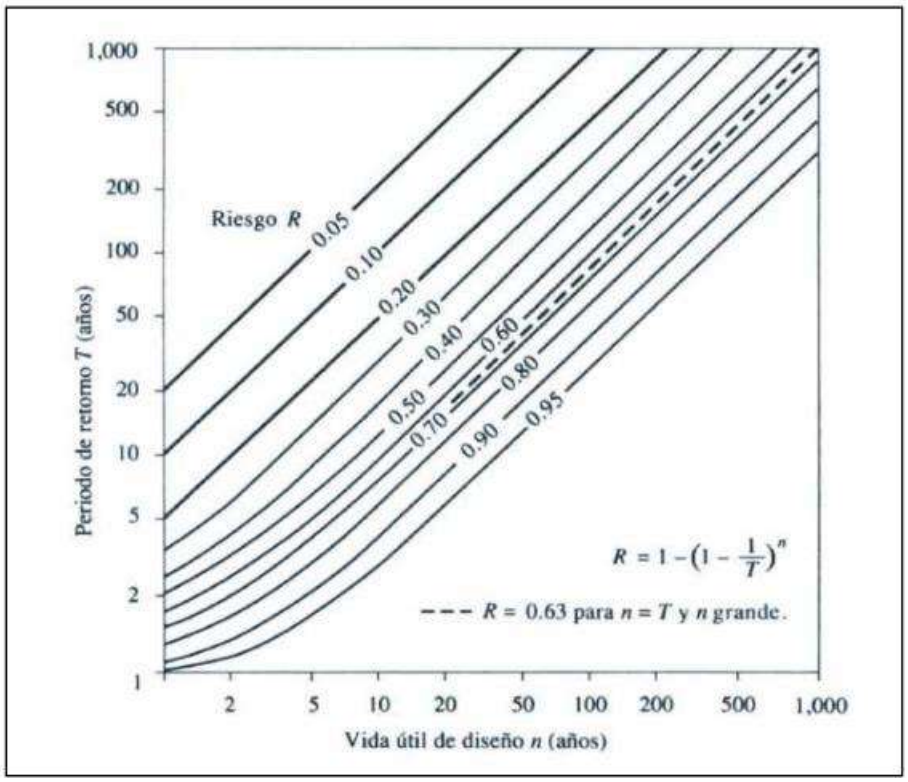
Tipo de estructura	Periodo de retorno (años)	ELV
Alcantarillas de carreteras		
Volúmenes de tráfico bajos	5–10	–
Volúmenes de tráfico intermedios	10–25	–
Volúmenes de tráfico altos	50–100	–
Puentes de carreteras		
Sistema secundario	10–50	–
Sistema primario	50–100	–
Drenaje agrícola		
Culverts	5–50	–
Surcos	5–50	–
Drenaje urbano		
Alcantarillas en ciudades pequeñas	2–25	–
Alcantarillas en ciudades grandes	25–50	–
Aeropuertos		
Volúmenes bajos	5–10	–
Volúmenes intermedios	10–25	–
Volúmenes altos	50–100	–
Diques		
En fincas	2–50	–
Alrededor de ciudades	50–200	–
Presas con poca probabilidad de pérdidas de vidas (baja amenaza)		
Presas pequeñas	50–100	–
Presas intermedias	100+	–
Presas grandes	–	50–100%
Presas con probabilidad de pérdidas de vidas (amenaza significativa)		
Presas pequeñas	100+	50%
Presas intermedias	–	50–100%
Presas grandes	–	100%
Presas con probabilidad de altas pérdidas de vidas (alta amenaza)		
Presas pequeñas	–	50–100%
Presas intermedias	–	100%
Presas grandes	–	100%

El riesgo de falla admisible en función del período de retorno y vida útil de la obra está dado por:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n \quad ; \quad T = \frac{1}{1 - (1 - R)^{1/n}}$$

Si la obra tiene una vida útil de n años, la fórmula anterior permite calcular el período de retorno T, fijando el riesgo de falla admisible R, el cual es la probabilidad de ocurrencia del pico de la creciente estudiada, durante la vida útil de la obra.

Figura 50. Riesgo de excedencia del evento de diseño durante la vida útil.



Fuente: Hidrología Aplicada (Ven te Chow).

El riesgo de falla admisible R que se ha considerado es 10 % y la vida útil de la obra 50 años.

$$T = \frac{1}{1-(1-0.10)^{1/50}} = 475.06 \text{ años}$$

El presente proyecto se trata de una presa pequeña que almacenara aproximadamente 196,000m3, zona agrícola poco poblada, con bajas probabilidades de pérdidas humanas aguas abajo, sin embargo, para estar por el lado de la seguridad el periodo de retorno a considerarse es de 500 años para los diseños respectivos, con un riesgo de falla de 9.52%.

4.2.7.4.2 Cálculo de probabilidades Pluviométricas

Como primer dato tenemos el registro de precipitaciones máximas diarias de cada mes de la cuenca.

Tabla 103. Precipitación máxima mensual por año en 24H (mm)

AÑO	Pmax 24h	AÑO	Pmax 24h	AÑO	Pmax 24h
1964	21.6	1983	33	2002	29.5
1965	32.4	1984	27.8	2003	42.8
1966	32.6	1985	42	2004	22.9
1967	20.8	1986	27	2005	25.5
1968	35.5	1987	37.2	2006	35.7
1969	33.2	1988	38.2	2007	30
1970	38.2	1989	38.6	2008	31.5
1971	24.2	1990	59	2009	23
1972	35.6	1991	55.2	2010	47
1973	36.3	1992	37	2011	32
1974	42.5	1993	40.2	2012	28.2
1975	33.3	1994	37.5	2013	35.4
1976	34.2	1995	32.6	2014	30.5
1977	32	1996	20.7	2015	35
1978	39.7	1997	29.5	2016	25.8
1979	35.1	1998	44	2017	24.2
1980	39	1999	30.5	2018	25
1981	45	2000	36.3		
1982	40	2001	28		

Fuente: Elaboracion propia.

Dado que los datos de precipitación de lluvia son obtenidos a horas de observación fijas (por ejemplo, horas enteras), no siempre permitirá conocer las cantidades máximas verdaderas durante el periodo deseado. Así, por ejemplo, estudios efectuados a partir de millares de años estaciones de datos de precipitación de lluvia indican que multiplicando por **1.13**, las cantidades máximas anuales de lluvia horaria o diaria de un único intervalo de observación fijo comprendido entre 1 y 24 horas, se obtendrá valores cercanos a los obtenidos mediante un análisis de máximos vertederos.

Fuente: Organización Meteorológica mundial)

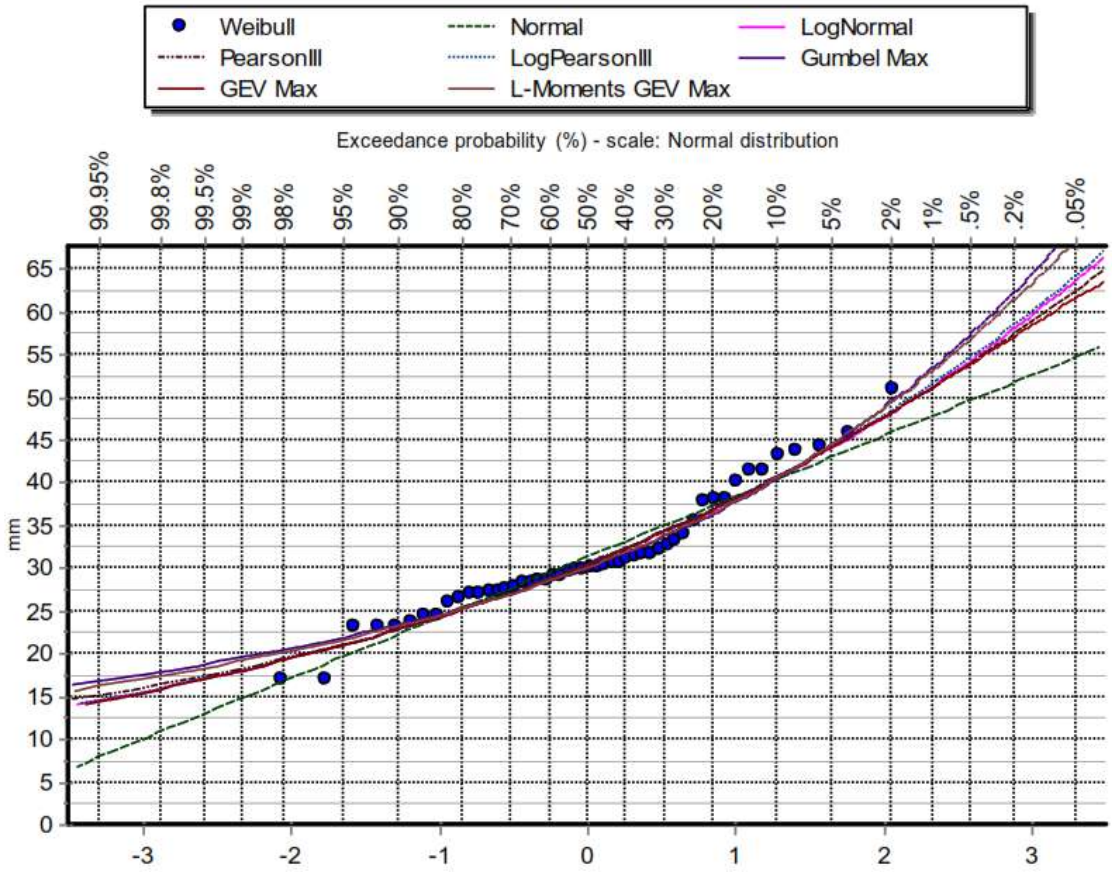
Tabla 104. Corrección por intervalo fijo precipitación máxima mensual por año en 24H (mm)

AÑO	Pmax 24h C	AÑO	Pmax 24h C	AÑO	Pmax 24h C
1964	24.408	1983	37.29	2002	33.335
1965	36.612	1984	31.414	2003	48.364
1966	36.838	1985	47.46	2004	25.877
1967	23.504	1986	30.51	2005	28.815
1968	40.115	1987	42.036	2006	40.341
1969	37.516	1988	43.166	2007	33.9
1970	43.166	1989	43.618	2008	35.595
1971	27.346	1990	66.67	2009	25.99
1972	40.228	1991	62.376	2010	53.11
1973	41.019	1992	41.81	2011	36.16
1974	48.025	1993	45.426	2012	31.866
1975	37.629	1994	42.375	2013	40.002
1976	38.646	1995	36.838	2014	34.465
1977	36.16	1996	23.391	2015	39.55
1978	44.861	1997	33.335	2016	29.154
1979	39.663	1998	49.72	2017	27.346
1980	44.07	1999	34.465	2018	28.25
1981	50.85	2000	41.019		
1982	45.2	2001	31.64		

Fuente: Elaboracion propia.

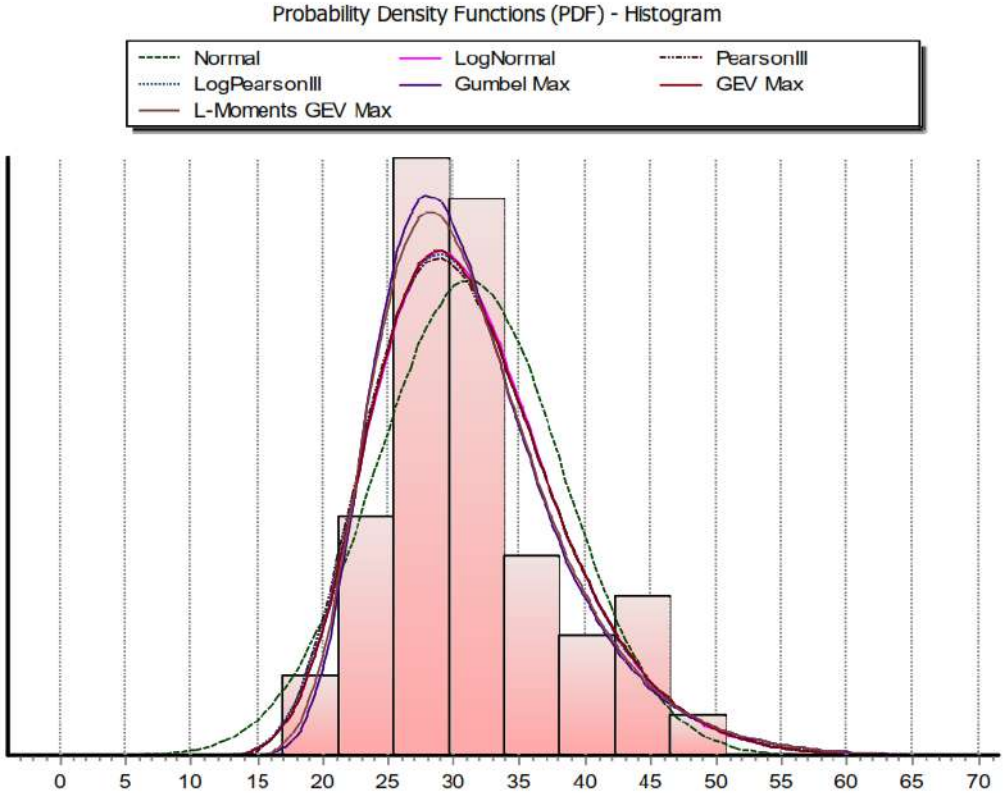
El análisis estadístico de los datos de precipitaciones se procesó en el Software HYDROGNOMON. En nuestro caso realizaremos los cálculos para la periodicidad de retorno de 2, 5, 25, 50, 100 y 500 años, teniendo los siguientes resultados.

Figura 51. Probabilidad de Excedencia (%), en escala de Distribución Normal



Fuente: Elaboracion propia.

Figura 52. Funciones de probabilidad del histograma de precipitaciones máximas



Fuente: Elaboracion propia.

Las pruebas de bondad de ajuste son pruebas que se usan para evaluar si una agrupación de datos es un ejemplar autónomo de la distribución elegida. En la hipótesis estadística, las experiencias de bondad de acuerdo más conocidas son la de Chi Cuadrado y la Kolmogorov - Smirnov, siendo ésta ultima la de mayor uso por su generalidad y admite elegir la más distintiva.

Esta prueba consiste en comparar el máximo valor absoluto de la diferencia Dmax entre la función de distribución de probabilidad observada Fo (xm) y la estimada F(xm):

Tabla 105. Prueba de bondad y ajuste de Kolmogorov-Smirnov

Kolmogorov-Smirnov test for:All	a=1%	a=5%	a=10	Attained	DMax
GEV-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	0.779489	0.09306
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	0.795951	0.09156
Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	0.749630	0.09570
LogNormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	0.767316	0.09414
GEV-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	0.777893	0.09320
Log Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	0.754092	0.09531
Gamma	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	0.595179	0.10876
Normal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	0.295741	0.13814

Fuente: Elaboracion propia.

Se observa en tabla 105, la ley de distribución GEV-Max (L-Moments), es la que posee un Dmax con un menor valor con respecto a las demás leyes de distribución, razón por la cual será la elegida para poder estimar las caidas de aguas de lluvia mayores a las 24 horas, para los periodos de retorno de 2, 5, 25, 50, 100, 175, 200 y 500 años.

Tabla 106. Precipitación máxima de 24 h para diferentes periodos de retorno

Periodo de Retorno	Pmax 24h
T=2	30.13
T=5	36.48
T=25	45.75
T=50	49.51
T=100	53.19
T=175	56.11
T=200	56.80
T=500	61.50

Fuente: Elaboracion propia.

Tormenta de diseño método coeficientes Campos Aranda

Tabla 107. Coeficientes para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas''

Duracion en Horas														
1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
0.30	0.39	0.46	0.52	0.57	0.61	0.68	0.75	0.80	0.84	0.88	0.91	0.94	0.97	1.00

Fuente: D.F. Campos Aranda. 1978.

Los coeficientes de la tabla permiten establecer la precipitación máxima en mm para diferentes duraciones (horas "h"), tomando como base la Precipitación Máxima en 24 horas, para desiguales periodos de retorno.

Tabla 108. Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias'

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitaciones máximas (mm) por tiempo de duración							
		T=2 años	T=5 años	T=25 años	T=50 años	T=100 años	T=175 años	T=200 años	T=500 años
24 hr	100.00%	34.05	41.22	51.70	55.95	60.10	63.40	64.18	69.50
22 hr	98.00%	33.06	40.02	50.19	54.32	58.36	61.56	62.32	67.47
20 hr	96.00%	32.06	38.82	48.68	52.68	56.60	59.71	60.44	65.44
18 hr	93.00%	31.02	37.55	47.10	50.97	54.76	57.76	58.47	63.31
16 hr	90.00%	29.88	36.18	45.37	49.10	52.75	55.65	56.33	60.99
14 hr	87.00%	28.60	34.63	43.43	47.00	50.49	53.26	53.92	58.38
12 hr	84.00%	27.13	32.84	41.19	44.57	47.89	50.52	51.14	55.37
10 hr	80.00%	25.39	30.74	38.56	41.72	44.83	47.29	47.87	51.83
8 hr	76.00%	23.32	28.23	35.41	38.32	41.16	43.42	43.96	47.60
6 hr	71.00%	20.79	25.17	31.57	34.17	36.71	38.72	39.20	42.44
5 hr	68.00%	19.31	23.38	29.32	31.73	34.08	35.96	36.40	39.41
4 hr	64.00%	17.63	21.34	26.77	28.97	31.12	32.83	33.23	35.98
3 hr	59.00%	15.69	18.99	23.82	25.77	27.69	29.21	29.57	32.02
2 hr	54.00%	13.35	16.16	20.26	21.93	23.56	24.85	25.16	27.24
1 hr	45.00%	10.19	12.34	15.48	16.75	17.99	18.98	19.21	20.80

Fuente: Elaboración propia

En base a los datos calculados y tomando en consideración la duración de la precipitación máxima podemos obtener la intensidad de lluvia en mm/h para diferentes periodos de retorno.

Tabla 109. Intensidades de lluvia según periodo de retorno.

Tiempo de Duración		Intensidad de lluvia (mm/hr) según periodo de retorno							
Horas	Minutos	T=2 años	T=5 años	T=25 años	T=50 años	T=100 años	T=175 años	T=200 años	T=500 años
24 hr	1440	1.42	1.72	2.15	2.33	2.50	2.64	2.67	2.90
22 hr	1320	1.50	1.82	2.28	2.47	2.65	2.80	2.83	3.07
20 hr	1200	1.60	1.94	2.43	2.63	2.83	2.99	3.02	3.27
18 hr	1080	1.72	2.09	2.62	2.83	3.04	3.21	3.25	3.52
16 hr	960	1.87	2.26	2.84	3.07	3.30	3.48	3.52	3.81
14 hr	840	2.04	2.47	3.10	3.36	3.61	3.80	3.85	4.17
12 hr	720	2.26	2.74	3.43	3.71	3.99	4.21	4.26	4.61
10 hr	600	2.54	3.07	3.86	4.17	4.48	4.73	4.79	5.18
8 hr	480	2.91	3.53	4.43	4.79	5.15	5.43	5.49	5.95
6 hr	360	3.47	4.20	5.26	5.69	6.12	6.45	6.53	7.07
5 hr	300	3.86	4.68	5.86	6.35	6.82	7.19	7.28	7.88
4 hr	240	4.41	5.34	6.69	7.24	7.78	8.21	8.31	9.00
3 hr	180	5.23	6.33	7.94	8.59	9.23	9.74	9.86	10.67
2 hr	120	6.67	8.08	10.13	10.96	11.78	12.43	12.58	13.62
1 hr	60	10.19	12.34	15.48	16.75	17.99	18.98	19.21	20.80

Fuente: Elaboración propia

Las encorvas de rigor – duración – periodo de retorno, son un mecanismo de diseño que relacionan la rigurosidad de la lluvia, la duración de la misma y el periodo de retorno, dichas curvas tienen la representación matemática siguiente:

$$\boxed{I = \frac{KT^m}{t^n}}$$

Donde:

I: Intensidad (mm/h)

t: Duración de la lluvia (min)

T: Periodo de retorno (años)

K, m, n: parámetros de ajuste

Realizando un cambio de variable: $d = KT^m$

Se obtiene: $I = \frac{d}{t^n}$

Entonces: $I = dt^{-n}$

Haciendo una regresión potencial, para determinar d (termino constante de regresión) y n (coeficiente de regresión), los parámetros de ajuste serán:

n=0.618581

K=124.12275

m=0.1335755

Siendo la relación matemática que representa las curvas IDF la siguiente

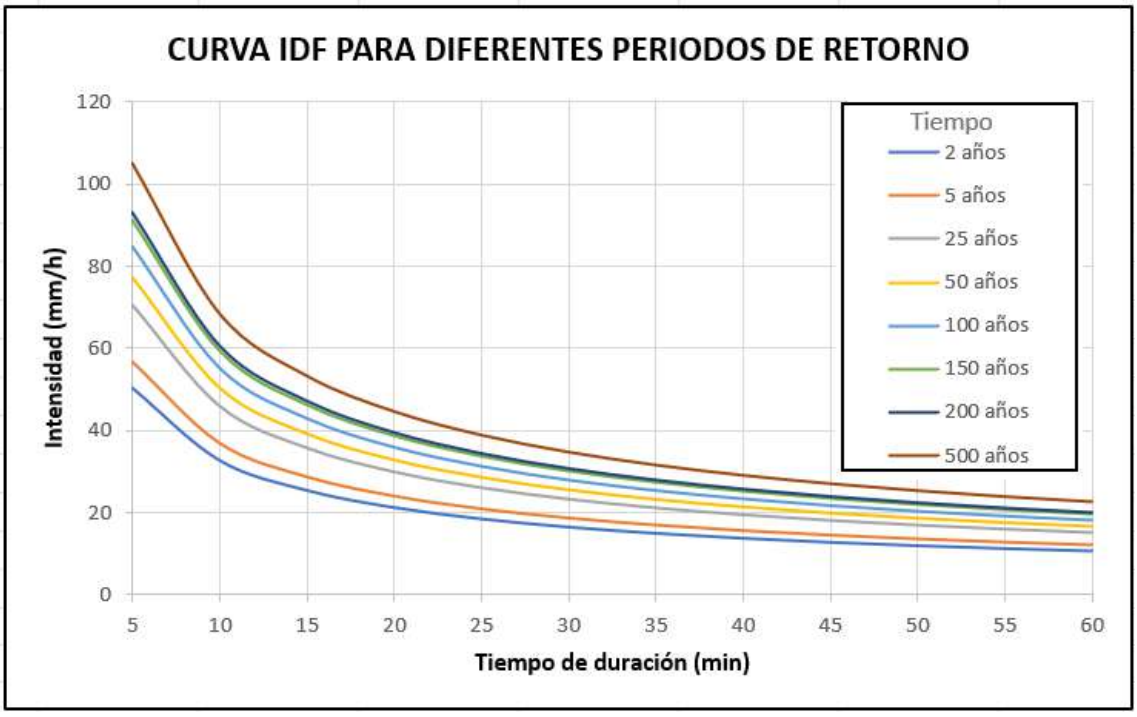
$$\boxed{I = \frac{KT^m}{t^n}} \qquad \Rightarrow I = \frac{124.12275T^{0.1335755}}{t^{0.618581}}$$

Tabla 110. Valores tabulados para graficar curvas IDF.

T (años)	Duración (min)											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	50.31	32.77	25.50	21.34	18.59	16.61	15.10	13.90	12.92	12.11	11.42	10.82
5	56.87	37.04	28.82	24.12	21.01	18.77	17.06	15.71	14.61	13.69	12.90	12.23
25	70.50	45.92	35.73	29.91	26.05	23.27	21.16	19.48	18.11	16.97	16.00	15.16
50	77.34	50.37	39.20	32.81	28.58	25.53	23.21	21.37	19.87	18.61	17.55	16.63
100	84.85	55.26	43.00	35.99	31.35	28.01	25.46	23.44	21.79	20.42	19.25	18.24
150	91.43	59.55	46.34	38.79	33.79	30.18	27.44	25.26	23.49	22.00	20.74	19.66
200	93.08	60.62	47.17	39.48	34.39	30.73	27.93	25.72	23.91	22.40	21.12	20.01
500	105.20	68.52	53.32	44.62	38.87	34.73	31.57	29.06	27.02	25.32	23.87	22.62

Fuente: Elaboracion propia.

Figura 53. Curvas IDF - método coeficientes de Campos Aranda



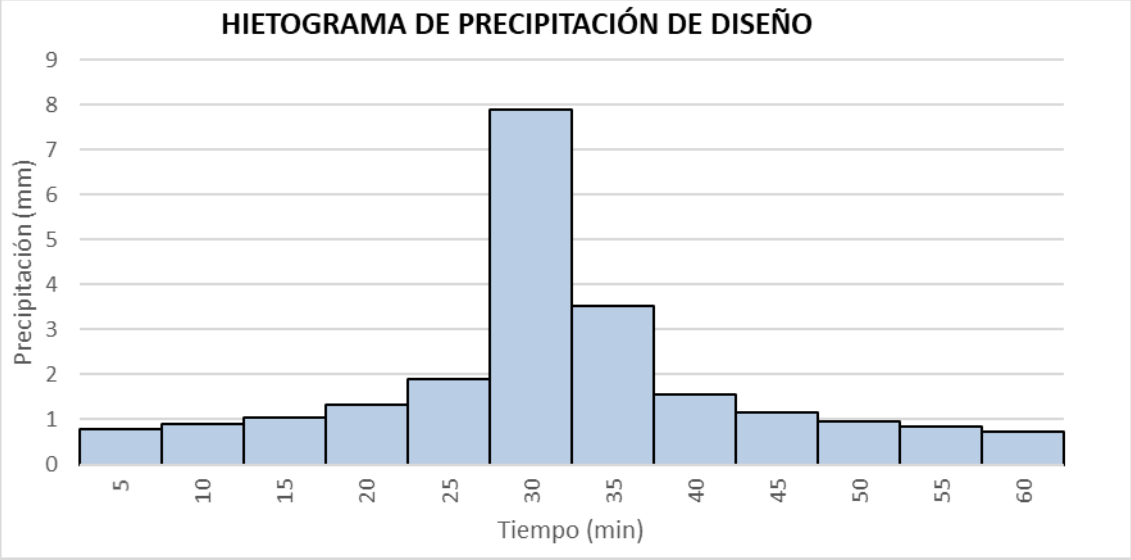
Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 111. Precipitación acumulada alternada

Instante (min)	Intensidad (mm/h)	P. acumulada (mm)	ΔP (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	P. Alternada (mm)	InPa Alternada (mm)	P. Acum (mm)
5.00	105.20	7.89	7.89	94.64	**0.78**	9.37	0.78
10.00	68.52	11.42	3.53	42.39	**0.89**	10.68	1.67
15.00	53.32	13.33	1.91	22.92	**1.05**	12.62	2.72
20.00	44.62	14.87	1.55	18.55	**1.32**	15.86	4.04
25.00	38.87	16.20	1.32	15.86	**1.91**	22.92	5.95
30.00	34.73	17.36	1.17	14.00	**7.89**	94.64	13.84
35.00	31.57	18.41	1.05	12.62	**3.53**	42.39	17.37
40.00	29.06	19.38	0.96	11.55	**1.55**	18.55	18.92
45.00	27.02	20.27	0.89	10.68	**1.17**	14.00	20.09
50.00	25.32	21.10	0.83	9.97	**0.96**	11.55	21.05
55.00	23.87	21.88	0.78	9.37	**0.83**	9.97	21.88
60.00	22.62	22.62	0.74	8.86	**0.74**	8.86	22.62

Fuente: Elaboracion propia.

Figura 54. Hietograma de precipitación de diseño - método coeficientes de Campos Aranda



Fuente: Elaboracion propia.

Tormenta de diseño método Frederich c. Bell - Yance Tueros

Relación válida para duraciones de lluvia (t) comprendidas entre 5 y 120 minutos y periodos de retorno entre **2 y 500 años**. El valor de P_{10}^{60}, puede ser calculado a partir del modelo de Yance Tueros, que estima la intensidad máxima horaria a partir de la precipitación máxima en 24 horas.

$$P_t^T = \left(0.21\ln(T) + 0.52\right)\left(0.54t^{0.25} - 0.5\right)P_{10}^{60}$$

Tabla 112. Precipitaciones máximas por tiempo de duración

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitaciones máximas (mm) por tiempo de duración							
		T=2	T=5	T=25	T=50	T=100	T=175	T=200	T=500
		años	años	años	años	años	años	años	años
2.00 hr	120	8.67	13.21	22.46	26.99	31.86	36.03	37.05	44.41
1.83 hr	110	8.41	12.82	21.79	26.19	30.91	34.95	35.95	43.08
1.67 hr	100	8.13	12.39	21.07	25.32	29.89	33.80	34.76	41.66
1.58 hr	95	7.99	12.17	20.69	24.87	29.35	33.19	34.13	40.91
1.50 hr	90	7.83	11.94	20.29	24.39	28.79	32.56	33.48	40.13
1.33 hr	80	7.51	11.44	19.45	23.38	27.60	31.21	32.09	38.46
1.17 hr	70	7.15	10.90	18.53	22.27	26.29	29.72	30.57	36.63
1.00 hr	60	6.75	10.29	17.50	21.03	24.82	28.07	28.87	34.60
0.92 hr	55	6.54	9.96	16.93	20.35	24.02	27.16	27.94	33.48
0.75 hr	45	6.05	9.22	15.68	18.84	22.24	25.15	25.87	31.00
0.67 hr	40	5.78	8.81	14.97	17.99	21.24	24.01	24.70	29.60
0.50 hr	30	5.14	7.84	13.32	16.02	18.91	21.38	21.98	26.35
0.33 hr	20	4.32	6.59	11.20	13.46	15.89	17.97	18.48	22.15
0.25 hr	15	3.79	5.78	9.82	11.80	13.93	15.75	16.20	19.41
0.17 hr	10	3.10	4.72	8.03	9.65	11.39	12.88	13.25	15.88

Fuente: Elaboración propia

Intensidad de lluvia en mm/h para diferentes periodos de retorno.

Tabla 113. Intensidades de lluvia.

Tiempo de Duración		Intensidad de lluvia (mm/hr) según periodo de retorno							
Horas	Minutos	T=2	T=5	T=25	T=50	T=100	T=175	T=200	T=500
		años	años	años	años	años	años	años	años
2.00 hr	120	4.33	6.61	11.23	13.50	15.93	18.01	18.53	22.20
1.83 hr	110	4.59	6.99	11.88	14.28	16.86	19.06	19.61	23.50
1.67 hr	100	4.88	7.44	12.64	15.19	17.93	20.28	20.86	25.00
1.58 hr	95	5.04	7.69	13.07	15.71	18.54	20.96	21.56	25.84
1.50 hr	90	5.22	7.96	13.53	16.26	19.19	21.70	22.32	26.75
1.33 hr	80	5.63	8.58	14.59	17.54	20.70	23.40	24.07	28.85
1.17 hr	70	6.13	9.34	15.88	19.09	22.53	25.48	26.20	31.40
1.00 hr	60	6.75	10.29	17.50	21.03	24.82	28.07	28.87	34.60
0.92 hr	55	7.13	10.87	18.47	22.20	26.21	29.63	30.48	36.53
0.75 hr	45	8.07	12.30	20.90	25.12	29.66	33.53	34.49	41.33
0.67 hr	40	8.67	13.21	22.45	26.99	31.86	36.02	37.05	44.40
0.50 hr	30	10.29	15.68	26.65	32.03	37.81	42.75	43.97	52.70
0.33 hr	20	12.97	19.77	33.60	40.39	47.67	53.90	55.43	66.44
0.25 hr	15	15.16	23.10	39.27	47.20	55.71	63.00	64.79	77.65
0.17 hr	10	18.60	28.34	48.18	57.91	68.36	77.29	79.49	95.27

Fuente: Elaboración propia

Las encorvas de rigor – duración – periodo de retorno, son un mecanismo de diseño que relacionan la rigurosidad de la lluvia, la duración de la misma y el periodo de retorno, dichas curvas tienen la representación matemática siguiente:

$$\boxed{I = \frac{KT^m}{t^n}}$$

Donde:

I: Intensidad (mm/h)

t: Duración de la lluvia (min)

T: Periodo de retorno (años)

K, m, n: parámetros de ajuste

Realizando un cambio de variable: $d = KT^m$

Se obtiene: $I = \frac{d}{t^n}$

Entonces: $I = dt^{-n}$

Haciendo una regresión potencial, para determinar d (termino constante de regresión) y n (coeficiente de regresión), los parámetros de ajuste serán:

n=0.593711

K=67.21213

m=0.3077362

Siendo la relación matemática que representa las curvas IDF la siguiente

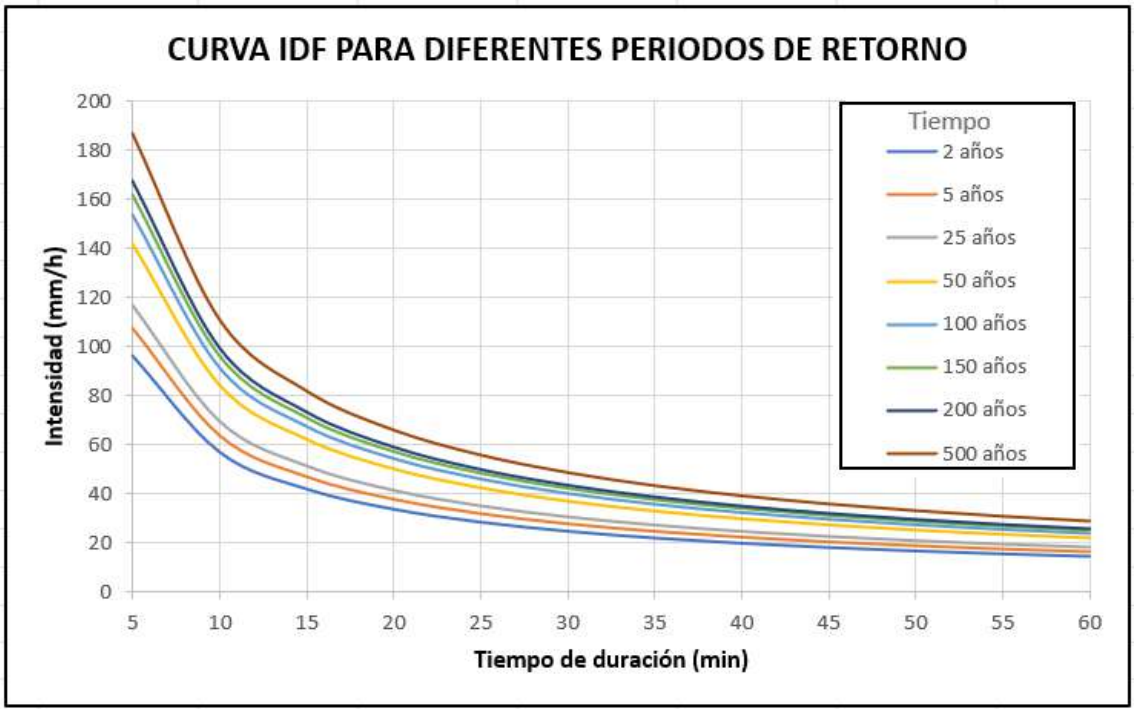
$$\boxed{I = \frac{KT^m}{t^n}} \qquad \Rightarrow I = \frac{67.21213T^{0.3077362}}{t^{0.593711}}$$

Tabla 114. Valores tabulados para graficar curvas IDF.

T (años)	Duración (min)											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	32.00	21.20	16.67	14.05	12.31	11.04	10.08	9.31	8.68	8.15	7.71	7.32
5	42.42	28.11	22.09	18.63	16.31	14.64	13.36	12.34	11.51	10.81	10.22	9.70
25	69.61	46.12	36.26	30.56	26.77	24.02	21.92	20.25	18.88	17.74	16.76	15.92
50	86.16	57.09	44.88	37.83	33.14	29.74	27.14	25.07	23.37	21.96	20.75	19.70
100	106.64	70.67	55.55	46.83	41.02	36.81	33.59	31.03	28.93	27.18	25.68	24.39
150	126.68	83.95	65.99	55.63	48.72	43.72	39.90	36.86	34.37	32.29	30.51	28.97
200	132.00	87.47	68.75	57.96	50.77	45.56	41.57	38.41	35.81	33.64	31.79	30.19
500	175.00	115.96	91.15	76.84	67.30	60.40	55.12	50.92	47.48	44.60	42.14	40.02

Fuente: Elaboracion propia.

Figura 55. Curvas IDF - método Frederich c. Bell - Yance Tueros



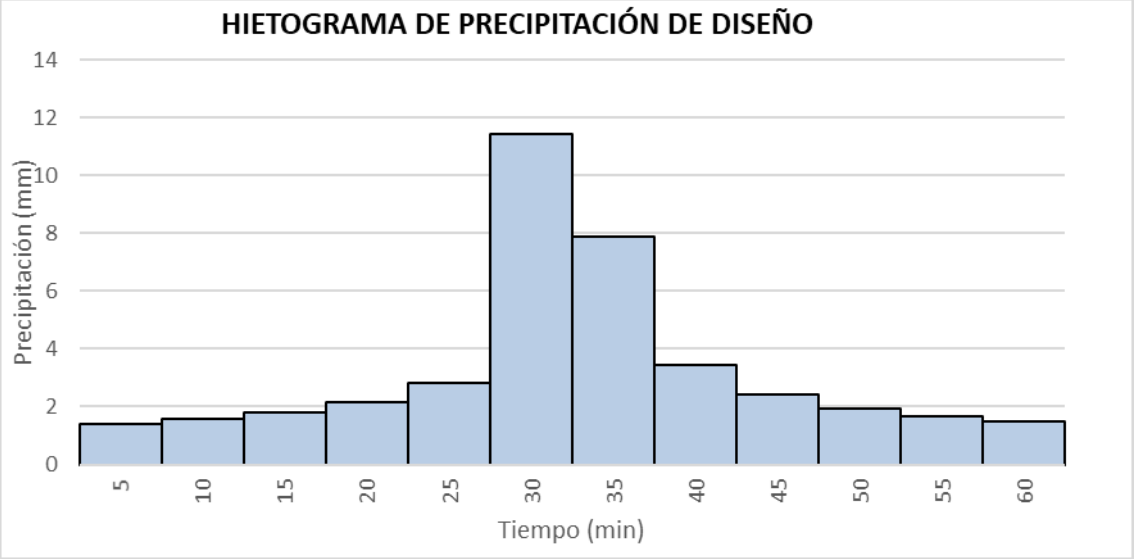
Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 115. Precipitación acumulada alternada

Instante (min)	Intensidad (mm/h)	P.acumulada (mm)	ΔP (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	P. Alternada (mm)	InPa Alternada (mm)	P. Acum (mm)
5.00	175.00	7.89	7.89	94.64	**1.39**	16.68	1.39
10.00	115.96	19.33	11.44	137.28	**1.56**	18.69	2.95
15.00	91.15	22.79	3.46	41.53	**1.79**	21.51	4.74
20.00	76.84	25.61	2.83	33.90	**2.16**	25.87	6.90
25.00	67.30	28.04	2.43	29.17	**2.83**	33.90	9.72
30.00	60.40	30.20	2.16	25.87	**11.44**	137.28	21.16
35.00	55.12	32.15	1.95	23.42	**7.89**	94.64	29.05
40.00	50.92	33.94	1.79	21.51	**3.46**	41.53	32.51
45.00	47.48	35.61	1.66	19.97	**2.43**	29.17	34.94
50.00	44.60	37.17	1.56	18.69	**1.95**	23.42	36.89
55.00	42.14	38.63	1.47	17.61	**1.66**	19.97	38.56
60.00	40.02	40.02	1.39	16.68	**1.47**	17.61	40.02

Fuente: Elaboracion propia.

Figura 56. Hietograma de precipitación de diseño - método Frederich c. Bell - Yance Tueros



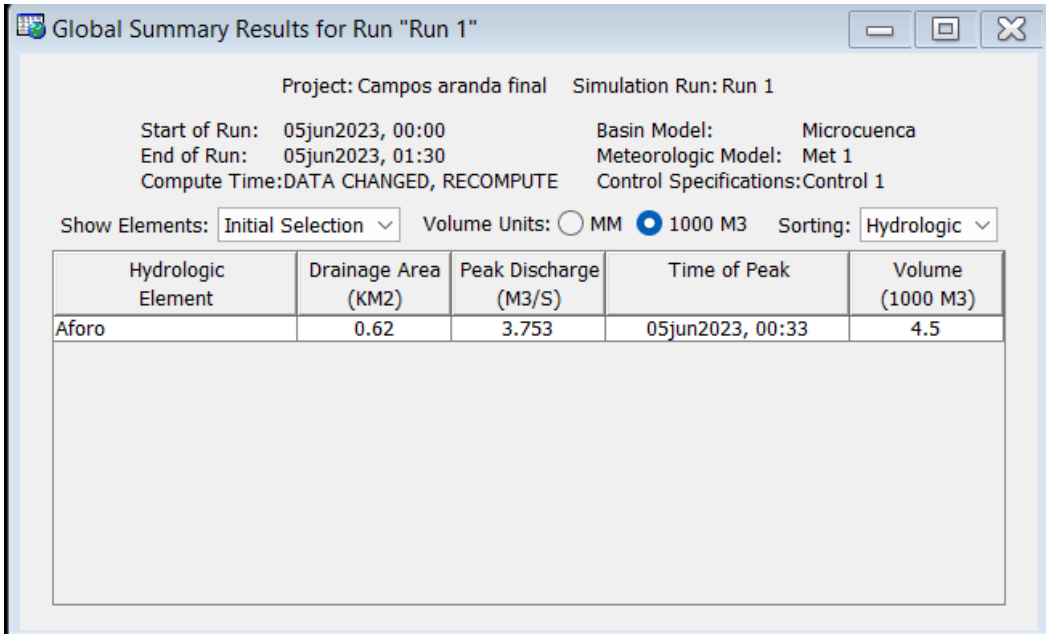
Fuente: Elaboracion propia.

4.2.7.5 Hidrograma de Caudales

Un hidrograma de caudal es una gráfica o una tabla que muestra la tasa de flujo como función del tiempo en un lugar dado de la corriente. En efecto, el hidrograma es "una expresión integral de las características fisiográficas y climáticas que rigen las relaciones entre lluvia y la escorrentía de una cuenca de drenaje particular" (Chow, 1959).

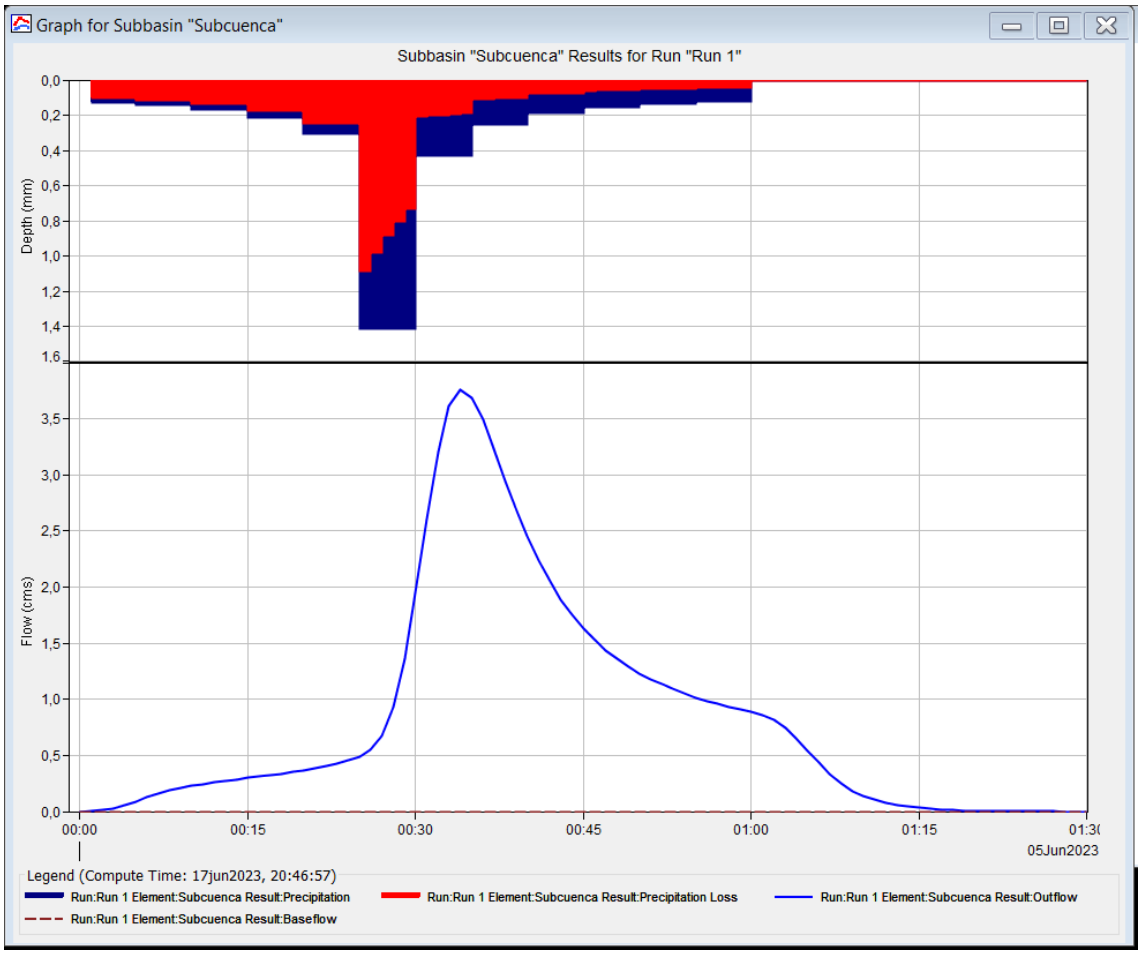
Coeficientes campos Aranda

Figura 57. Caudal pico - método coeficientes de Campos Aranda



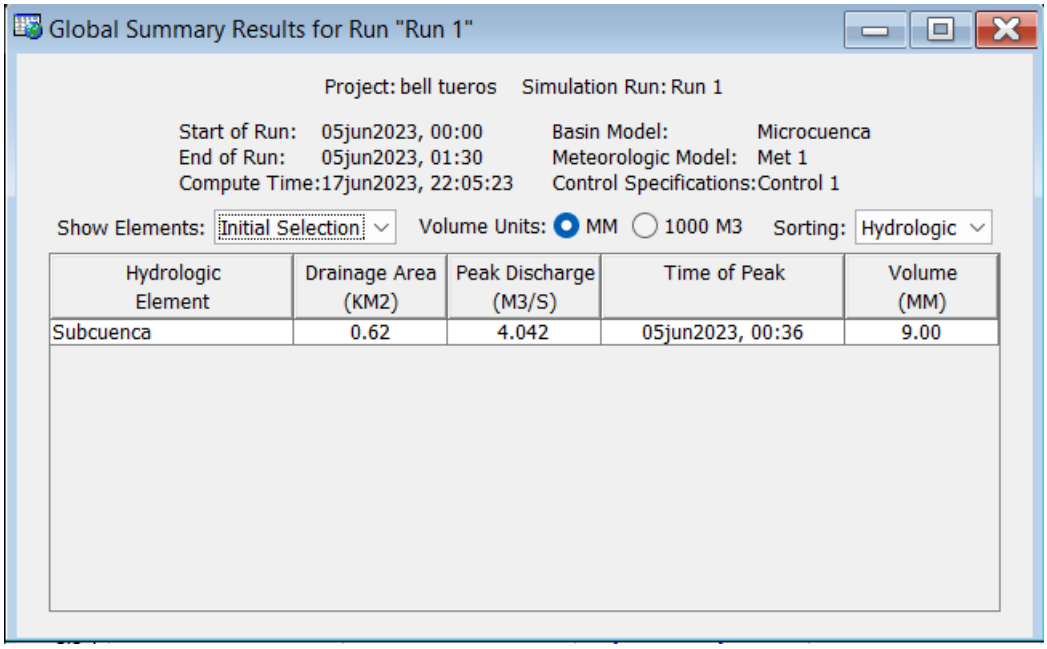
Fuente: Elaboracion propia.

Figura 58. Hidrograma de caudales - método coeficientes de Campos Aranda



Fuente: Elaboracion propia.

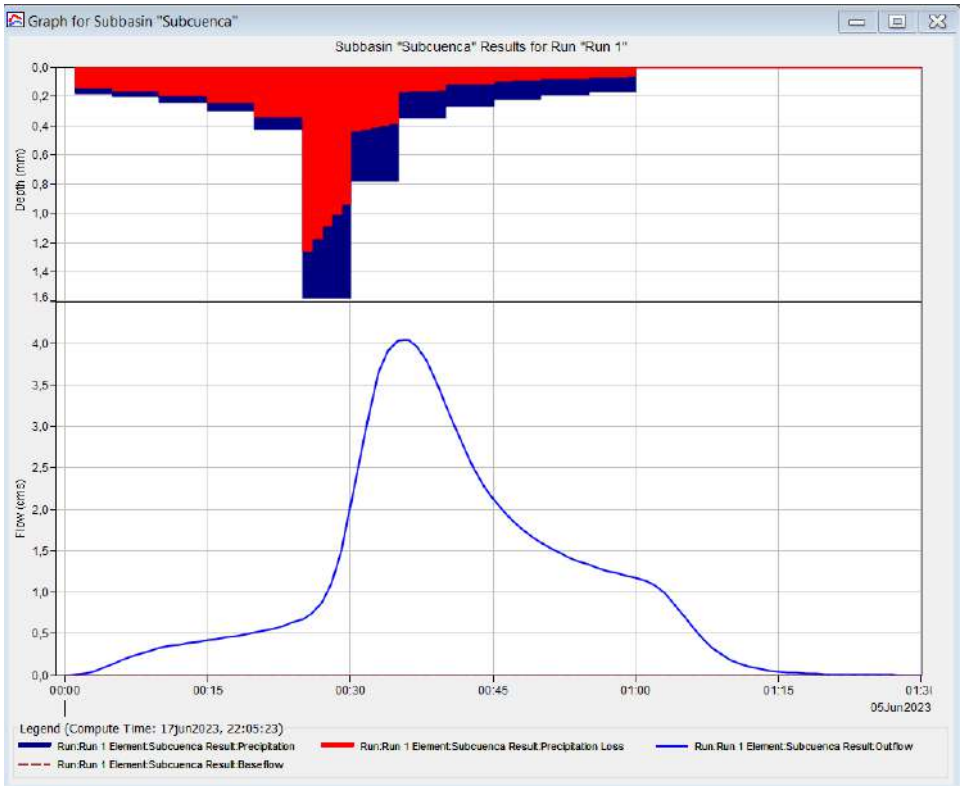
Figura 59. Caudal pico - método Frederich c. Bell - Yance Tueros



Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Subcuenca	0.62	4.042	05jun2023, 00:36	9.00

Fuente: Elaboracion propia.

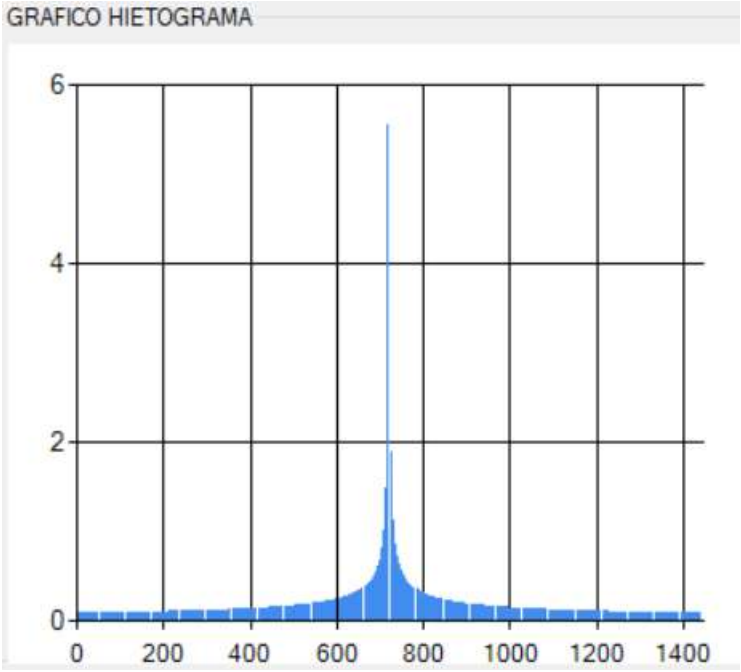
Figura 60. Hidrograma de caudales - método Frederich c. Bell - Yance Tueros



Fuente: Elaboracion propia.

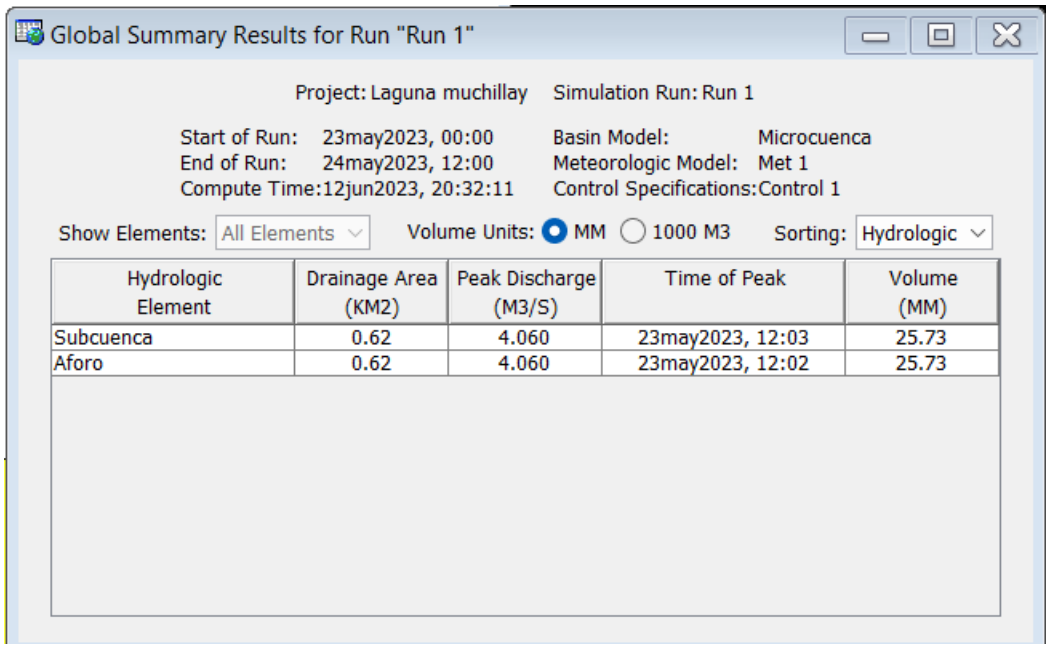
Calculo con los patrones de tormenta propuesto por la natural resources conservation service, estación meteorológica de kayra, 2013 de la Tesis de maestría del Dr. Edwin Astete Samanez.

Figura 61. Hietograma - método patrones de tormenta de la estación Kayra



Fuente: Elaboracion propia.

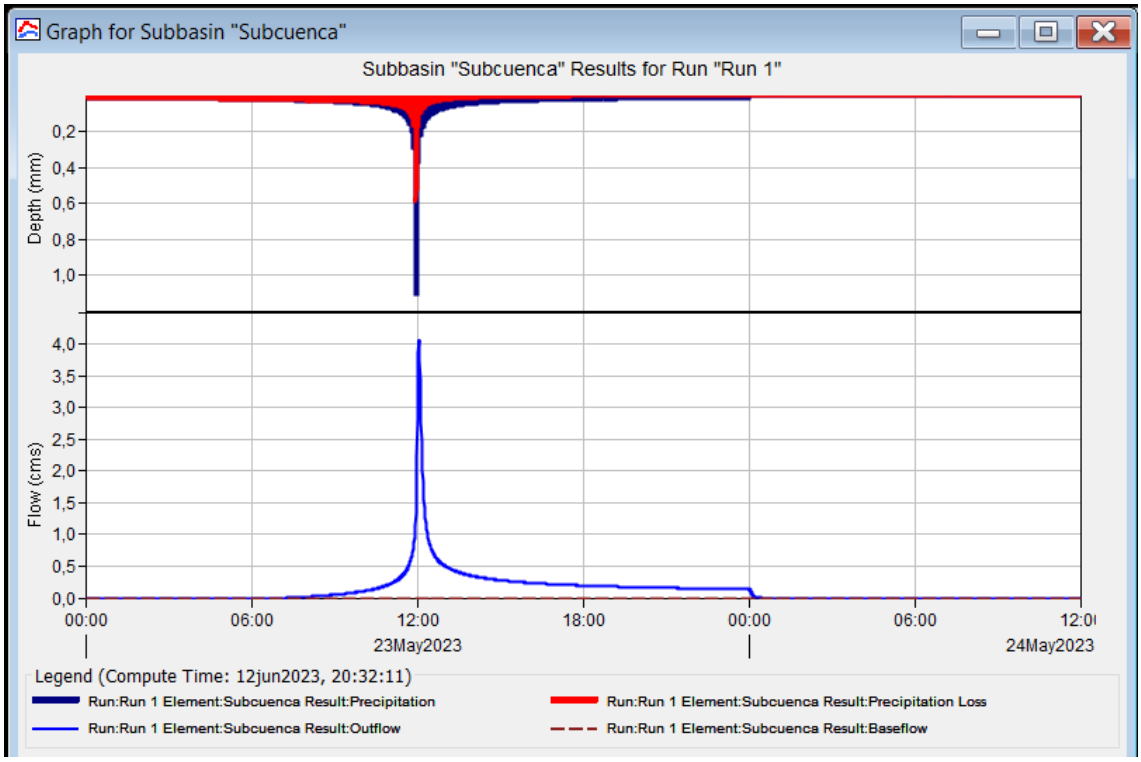
Figura 62. Caudal pico – método patrones de tormenta de la estación Kayra



Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Subcuenca	0.62	4.060	23may2023, 12:03	25.73
Aforo	0.62	4.060	23may2023, 12:02	25.73

Fuente: Elaboracion propia.

Figura 63. Hidrograma de caudales - método patrones de tormenta de la Estación Kayra



Fuente: Elaboracion propia.

- **Cálculo de caudal máximo por el Método Racional:**

Este método permite conocer caudales máximos de escorrentía usando intensidades máximas de precipitaciones; básicamente se formula que el caudal máximo es directamente proporcional a la intensidad máxima de la lluvia para un periodo de duración igual al tiempo de concentración y al área de la cuenca. Muy usado para cuencas, A<10 Km2.

La descarga máxima de diseño, según esta metodología, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$Q = 0.278 \times C \times I \times A$$

Donde:

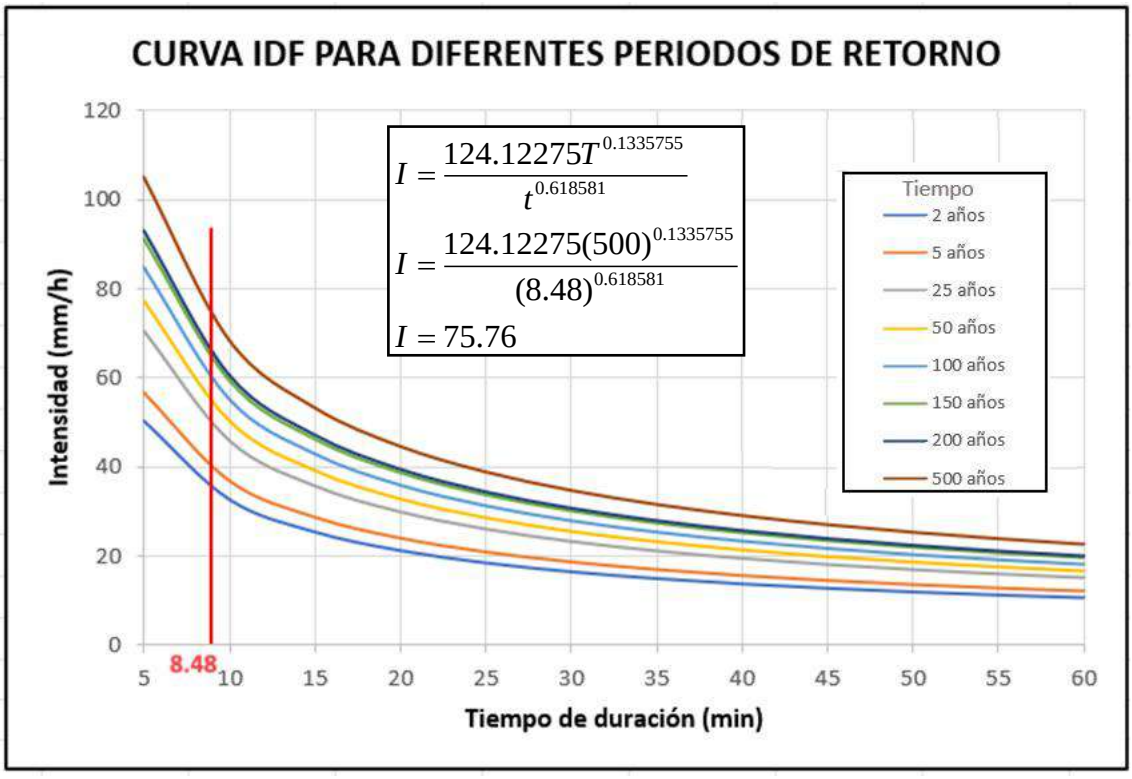
Q : Caudal en m3/s

C : Coeficiente de escorrentía.

I : intensidad de precipitación mm/hr.

A : Área de la cuenca en km2.

A continuación, se calcula el caudal de diseño para un periodo de retorno de 100 años:



Fuente: Elaboracion propia.

$$Q = 0.278 \times C \times I \times A$$
$$Q = 0.278 \times 0.508 \times 75.76 \times 0.62$$
$$Q = 6.063 m^3 / s$$

Tabla 116. Comparación de los caudales para un periodo de 500 años.

Caudales (m3/s)	Coeficientes de Campos Aranda	Frederich c. Bell - Yance Tueros	Patrones de tormenta Kayra	Método racional
	3.753	4.042	4.06	6.03

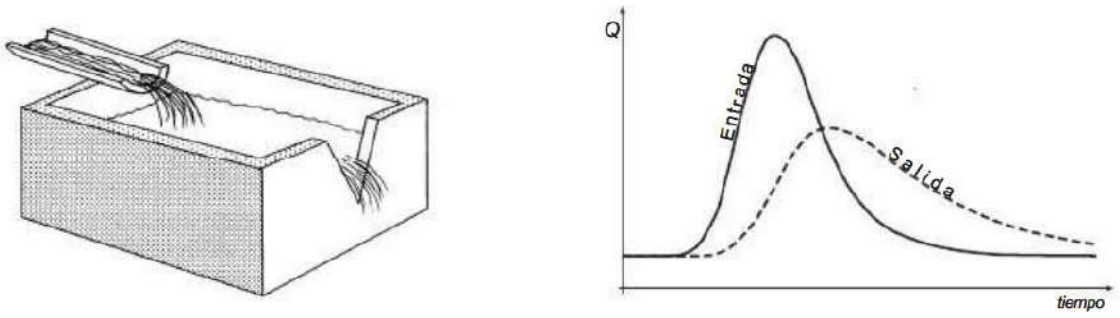
Fuente: Elaboracion propia.

Del cálculo de caudales máximos obtenidos se optará por el Caudal máximo de los patrones de tormenta de Kayra $Q = 4.06\ m^3 / s$, siendo el valor intermedio entre los otros métodos.

4.2.7.6 Laminación del caudal de diseño

La laminación de avenidas es el efecto que se produce en los embalses durante la evacuación de avenidas, el cual se caracteriza por retrasar la punta del hidrograma en el tiempo y además disminuir su magnitud. El cálculo de laminación se basa en el balance hidráulico de los volúmenes de agua que entran y salen del embalse mientras se produce la avenida.

Figura 64. Efecto de retardo y atenuación en un hidrograma entre la entrada y la salida



Para el presente estudio se analizarán los datos de los hidrogramas unitarios obtenidos a través del programa HEC-HMS para proceder al estudio de laminación mediante el programa Excel y HEC-HMS.

Procedimiento

1. Relación “Caudal de salida vs Altura

La relación entre la altura (sobre el nivel de salida) y el caudal preliminarmente se calculará con la ecuación de vertedor.

$$\boxed{Q = CLH^{\frac{3}{2}}}$$

Q= Caudal (m3/s)

L= Ancho del vertedero (m)

H= Altura del agua sobre la base de la abertura del vertedero

C= Coeficiente de descarga

NOTA: Preliminarmente los cálculos se realizarán con C=2 (Para vertedores de perfil tipo Creager que es el tipo de vertedero que diseñaremos) con el fin de obtener un caudal laminar para el diseño del verdadero sin embargo más adelante el coeficiente tendrá un reajuste iterando en la fórmula de Francis para el coeficiente de gasto μ para obtener un diseño final.

$$\mu = 0.623\left[1 - 0.1n\frac{h}{b}\right] * \left[\left(1 + \frac{v_o^2}{2gh}\right)^{3/2} - \left(\frac{v_o^2}{2gh}\right)^{3/2}\right]$$

$$\boxed{C = \frac{2}{3}\mu\sqrt{2g}} \qquad (1)$$

μ = fórmula de Francis para el coeficiente de gasto

g= Aceleración de la gravedad

2. Volumen de entrada – Volumen de salida = Δ almacenamiento dividiendo por Δt

$$\boxed{I - O = \frac{S_i - S_{i-1}}{\Delta t}} \qquad (2)$$

Donde:

Δt = Intervalo de tiempo entre los t_{i-1} y t_i

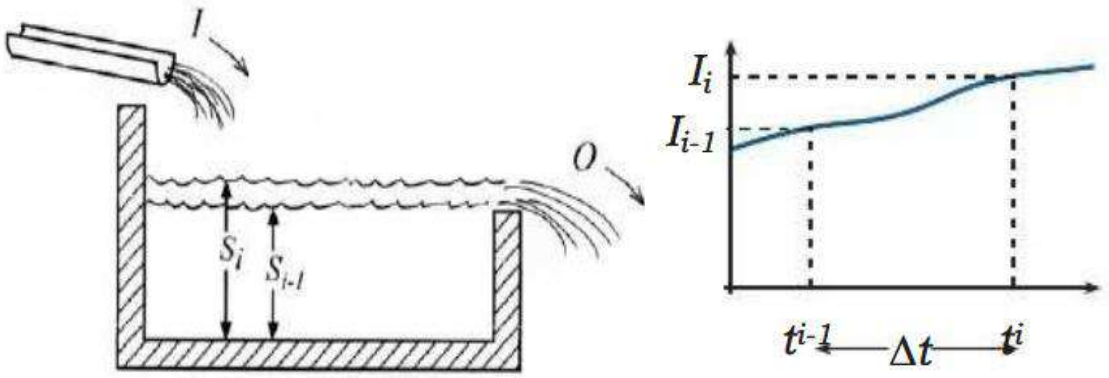
S_{i-1} = Volumen almacenado en el comienzo de Δt (tiempo t_1)

S_i =Volumen de almacenado al final de Δt (tiempo t_2)

I =Caudal medio de entrada (durante el intervalo Δt)

O= Caudal medio de salida (durante el intervalo Δt)

Figura 65. Variación en el caudal entre dos tiempos consecutivos ti-1 y ti



Es posible que el caudal de entrada (I) o el de salida (O) no sean constantes a lo largo del Δt considerado (Imagen 67); para ello, consideramos el caudal de entrada como la media de los valores al principio (I1) y al final (I2) Δt , es decir: I = (I1 + I 2)/2. Y análogamente el caudal de salida. Así, la expresión (2) resultaría:

$$\frac{I_{i-1}+I_i}{2} - \frac{O_{i-1}+O_i}{2} = \frac{S_i - S_{i-1}}{\Delta t}$$

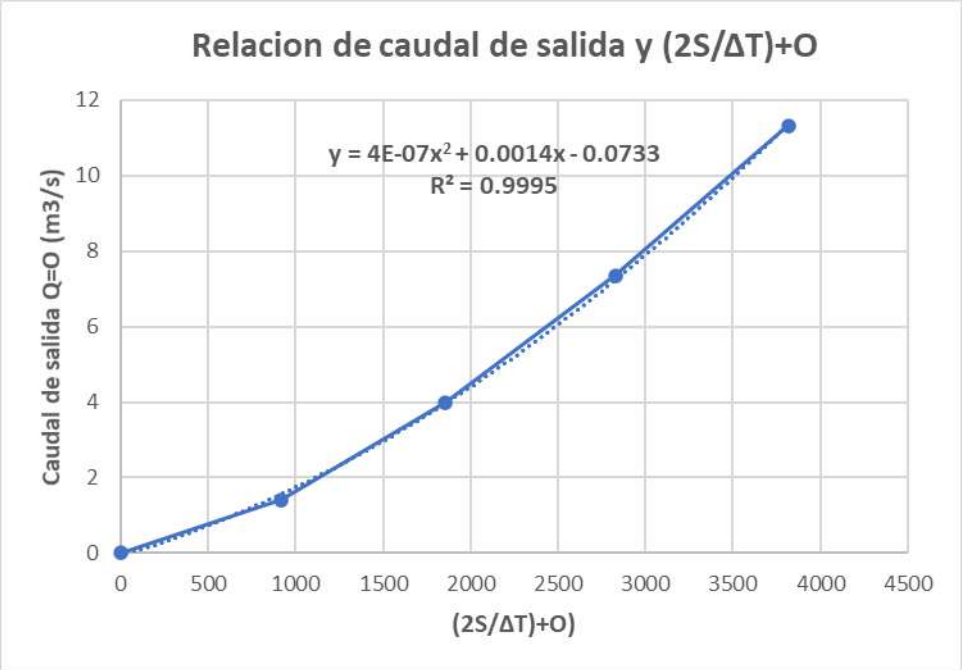
Cálculo de laminación para el hidrograma calculado con los patrones de tormenta propuesto por la natural resources conservation service, estación meteorológica de kayra, 2013 de la Tesis de maestría del Dr. Edwin Astete Samanez.

Tabla 117. Relación “Caudal de salida vs Altura para los patrones de tormenta de kayra

Cota	Altura de cota (H)	Caudal de salida Q=O (m^3/s)	Volumen (m3)	(2S/ΔT)+O
4304	0	0	0	0
4304.5	0.5	1.41	27506.46	918.3
4305	1	4	55648.81	1858.96
4305.5	1.5	7.35	84665.2	2829.52
4306	2	11.31	114226.75	3818.87
Ancho de vertedero L= 2m				
Coeficiente de descarga C=2				

Fuente: Elaboracion propia.

Figura 66. Relación Caudal de salida para los patrones de tormenta de kayra



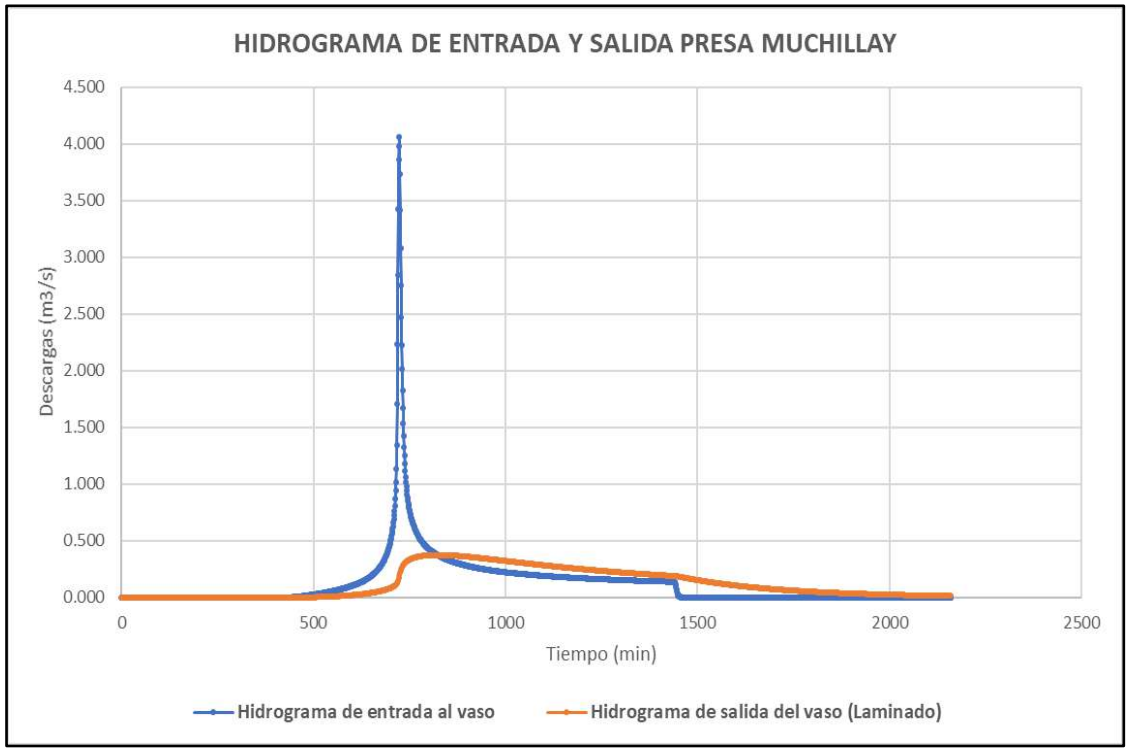
Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 118. Volumen laminado método patrones de tormenta de kayra

Tiempo (min)	Caudal de entradal(m/3)	Ii+Ii+1	(2S/ΔT)+Oi	Caudal de salida (laminado)O (m3/s)	(2S/ΔT)-Oi
812	0.398	0.798	245.330	0.376	244.578
813	0.396	0.794	245.372	0.376	244.619
814	0.393	0.789	245.408	0.377	244.654
815	0.391	0.784	245.438	0.377	244.685
816	0.389	0.780	245.465	0.377	244.712
817	0.387	0.776	245.488	0.377	244.735
818	0.385	0.772	245.507	0.377	244.753
819	0.382	0.767	245.520	0.377	244.766
820	0.380	0.762	245.528	0.377	244.775
821	0.378	0.758	245.533	0.377	244.779
822	0.376	0.754	245.533	0.377	244.780
823	0.374	0.750	245.530	0.377	244.776
824	0.372	0.746	245.522	0.377	244.769
825	0.370	0.742	245.511	0.377	244.757
826	0.369	0.739	245.496	0.377	244.743
827	0.367	0.736	245.479	0.377	244.725
828	0.365	0.732	245.457	0.377	244.704
829	0.363	0.728	245.432	0.377	244.679
830	0.361	0.724	245.403	0.377	244.650
831	0.360	0.721	245.371	0.376	244.618
832	0.358	0.718	245.336	0.376	244.583

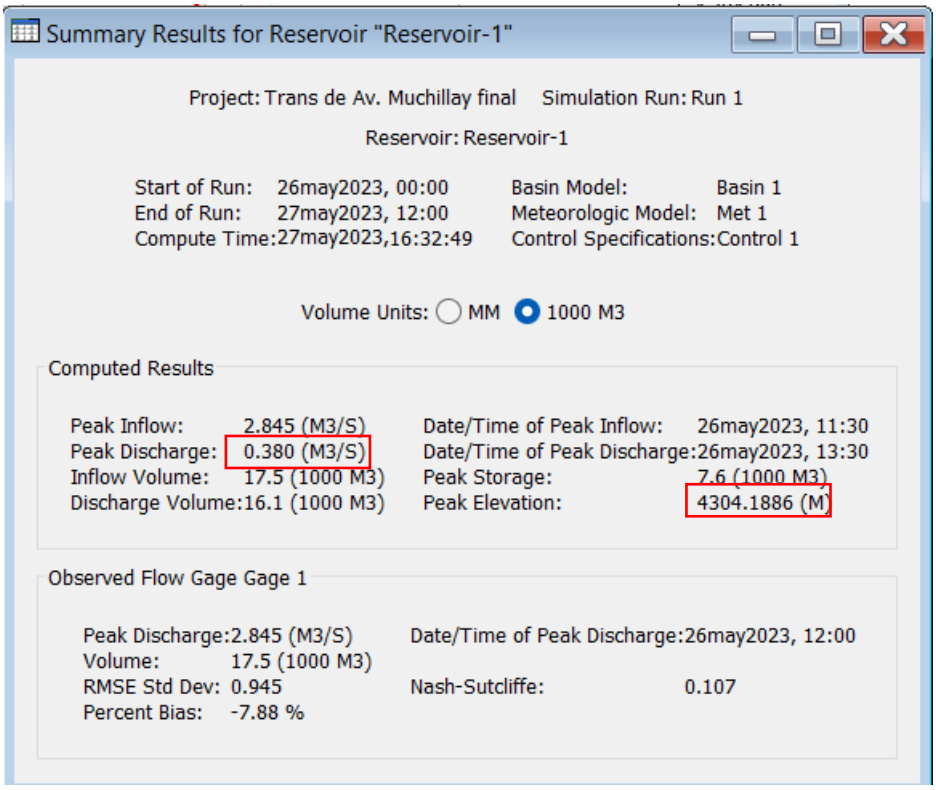
Fuente: Elaboracion propia.

Figura 67. Hidrograma laminado método patrones de tormenta de la estación Kayra



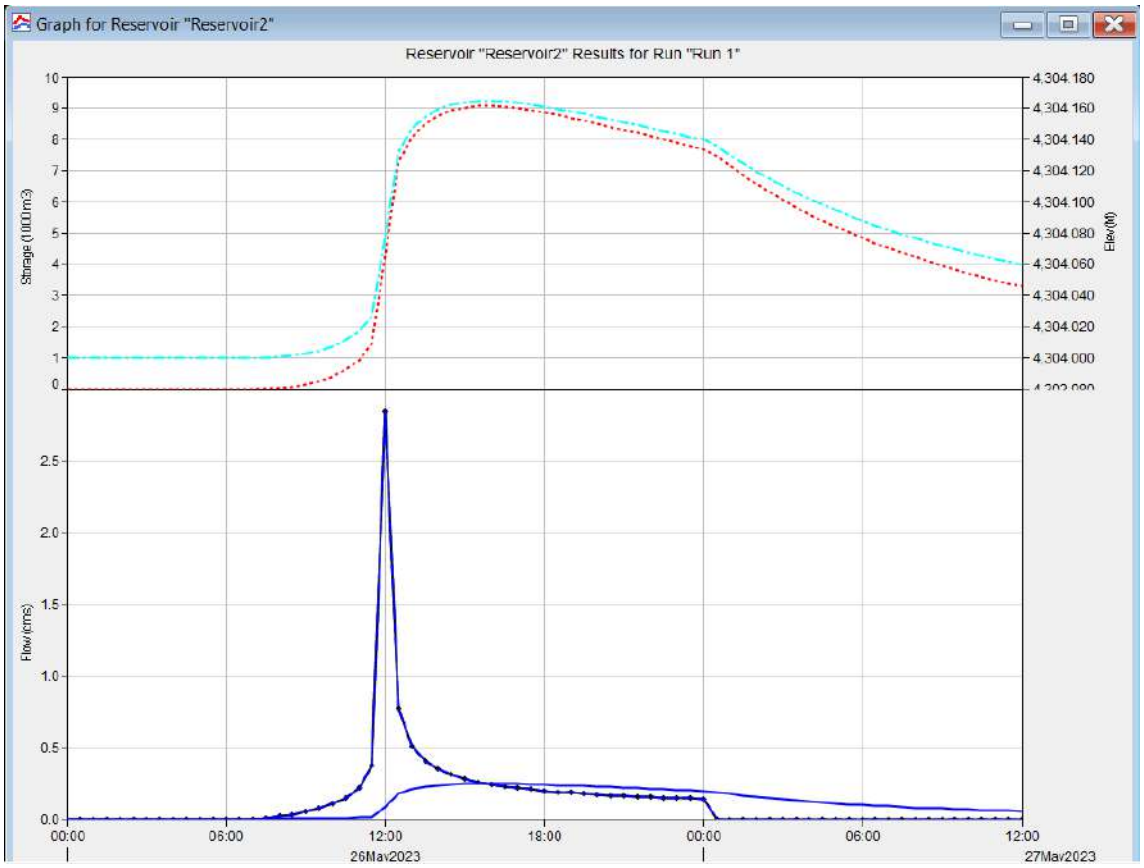
Fuente: Elaboracion propia.

Figura 68. Caudales pico laminado método patrones de tormenta de la estación Kayra



Fuente: Elaboracion propia.

Figura 69. Hidrograma laminado método patrones de tormenta de la estación Kayra



Fuente: Elaboracion propia.

Resultados y discusión de los caudales obtenidos

En la siguiente tabla se muestran los resultados de caudales laminados obtenidos mediante los distintos métodos empleados.

Tabla 119. Caudales laminados para cada método

Caudales (m3/s)	Patrones de tormenta Kayra
Caudales de entrada	4.06
Caudales de salida (laminado)	0.38

Fuente: Elaboracion propia.

Una vez realizado el estudio de laminación, se refleja en las tablas y de manera resumida, la información más relevante de los caudales punta, los volúmenes de avenida y la cota máxima que se alcanza en el embalse, cabe resaltar que para los cálculos no se consideraron los desagües de fondo que es la situación más desfavorable ya que el tiempo de actuación frente a la avenida es

reducido y además lo habitual es que en el momento de la avenida no hay personal presente para la apertura de válvulas de desagüe de fondo.

De los cálculos se observa que la cota máxima alcanzada en el embalse es de 4304.19 m.s.n.m. y un caudal laminado de .0.38 m3/s en el método Patrón de tormenta de Kayra, además en este método se empleó una duración de tormenta de 24 horas, finalmente se adoptaran estos valores que son los más desfavorables para quedar del lado de la seguridad para el diseño de las estructuras del presente proyecto de represamiento.

NOTA: Se produce un mayor efecto laminador para los hidrogramas de periodo de retorno pequeño debido a que el volumen de dicho hidrograma será menor por lo que el embalse es capaz de redistribuir dicho volumen a lo largo de su superficie. Los periodos de retorno mayores presentan un volumen de hidrograma elevado, el cual se ha de distribuir en la misma superficie. Esto conlleva a una menor reducción de la punta del hidrograma, es decir, una menor laminación de caudal.

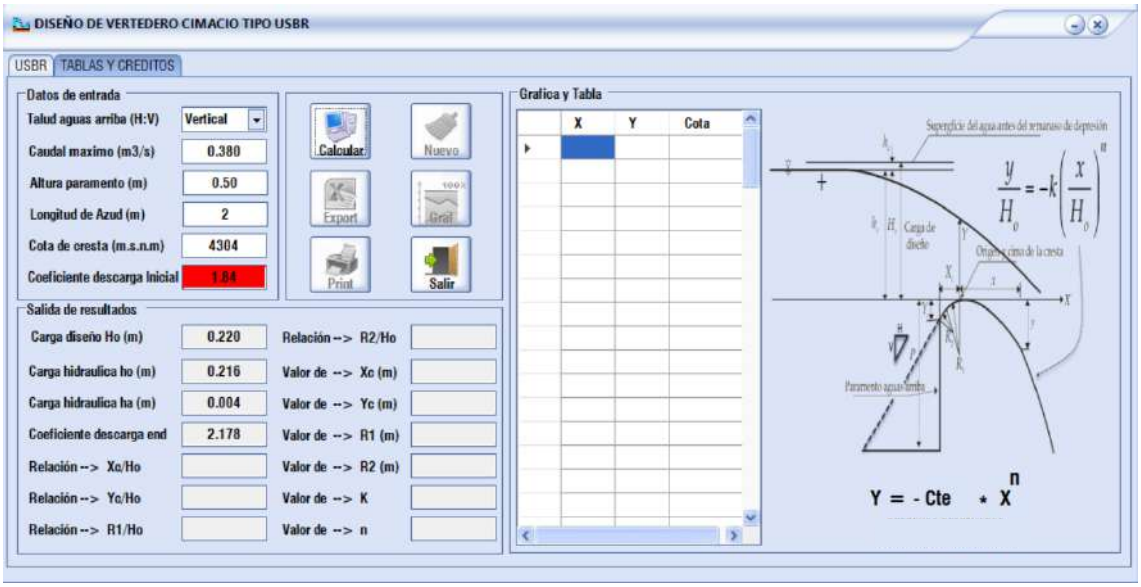
4.2.8 Diseño hidráulico del aliviadero de demasías

El vertedero hidráulico o aliviadero es una estructura hidráulica destinada a propiciar el pase, libre o controlado, del agua en los escurrimientos superficiales.

Para el diseño se considera un aliviadero perfil tipo Creager de la (USBR) de la United States Bureau of Reclamation, ubicado en la margen izquierda de la laguna, cuya estructura principal y transición de entrega será de C°f´c=210 kg/cm2, Su trabajo es evacuar las aguas en exceso que ingresa al embalse, en estado de máximo almacenamiento, en época de avenidas procedentes de las precipitaciones pluviales, nevadas, u otros fenómenos como deslizamientos de taludes, aguas arriba del embalse y garantizar la seguridad de la estructura hidráulica, al no permitir la elevación del nivel, aguas arriba, por encima del nivel máximo NAME (Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias)

Para el diseño del vertedor perfil tipo Creager no apoyaremos del siguiente software para cálculos más precisos de las coordenadas.

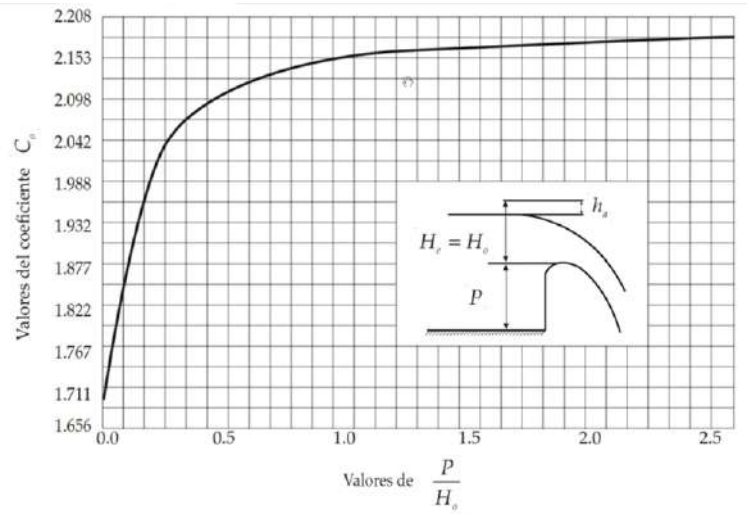
Figura 70. Diseño del vertedero tipo Creager USBR



El coeficiente de descarga inicial tendrá que iterarse en el software hasta que el coeficiente de descarga inicial y final tengan el mismo valor, los coeficientes que itera el software los calcula del grafico N° 71

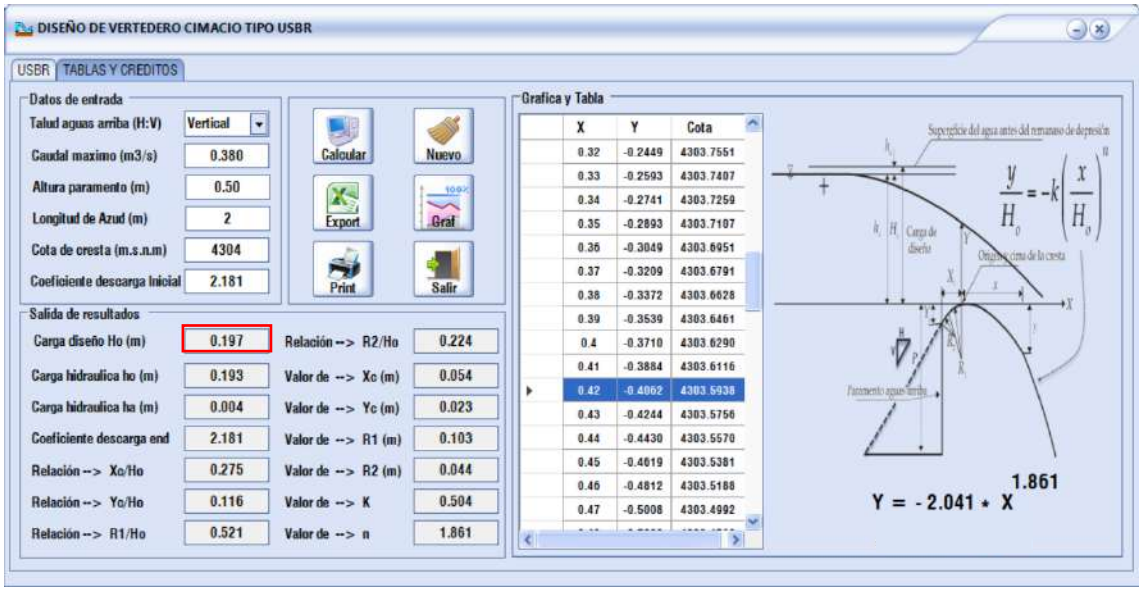
Coeficiente de descarga, criterio USBR, Desing of Small Dams, 1987.
De los cálculos se obtiene una carga de agua sobre la cresta de 0.197m y las coordenadas del perfil tipo Creager para el grafico en el Software Civil 3D

Figura 71. Coeficiente de descarga



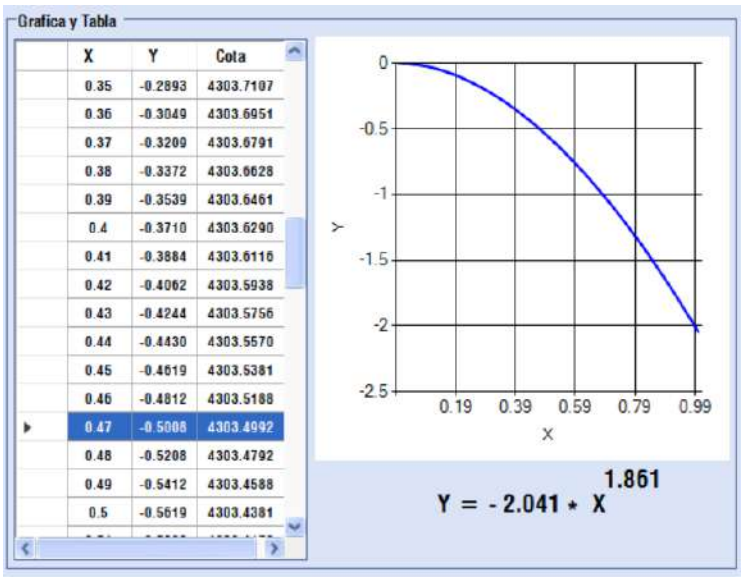
De los cálculos se obtiene una carga de agua sobre la cresta de 0.197m y las coordenadas del perfil tipo Creager para el grafico en el Software Civil 3D

Figura 72. Coeficiente iterado para el diseño del vertedero tipo Creager USBR



Fuente: Elaboracion propia.

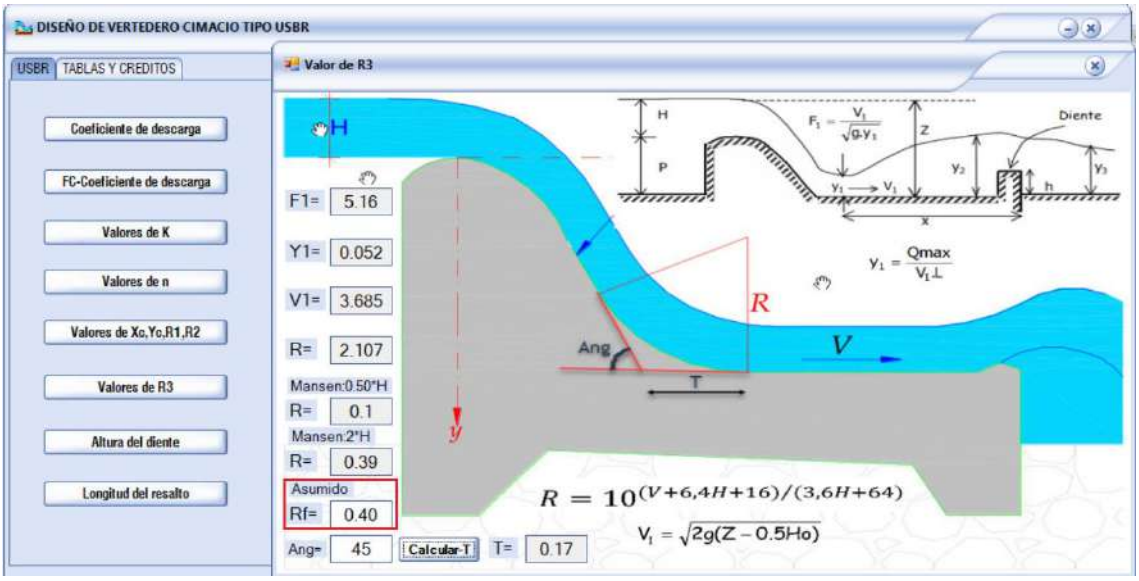
Figura 73. Coordenadas para el diseño del vertedero tipo Creager USBR



Fuente: Elaboracion propia.

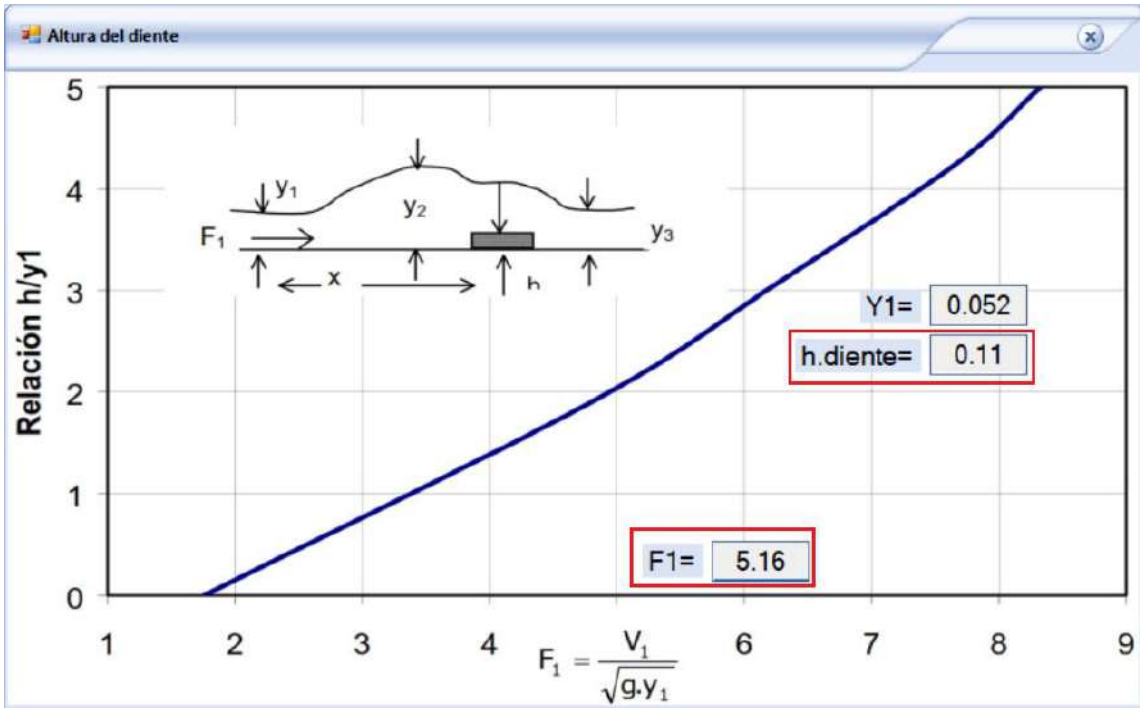
También en el software se calculó el radio, diente y longitud de resalto del poso de disipación

Figura 74. Cálculo del radio de la curva inferior del vertedero tipo Creager USBR



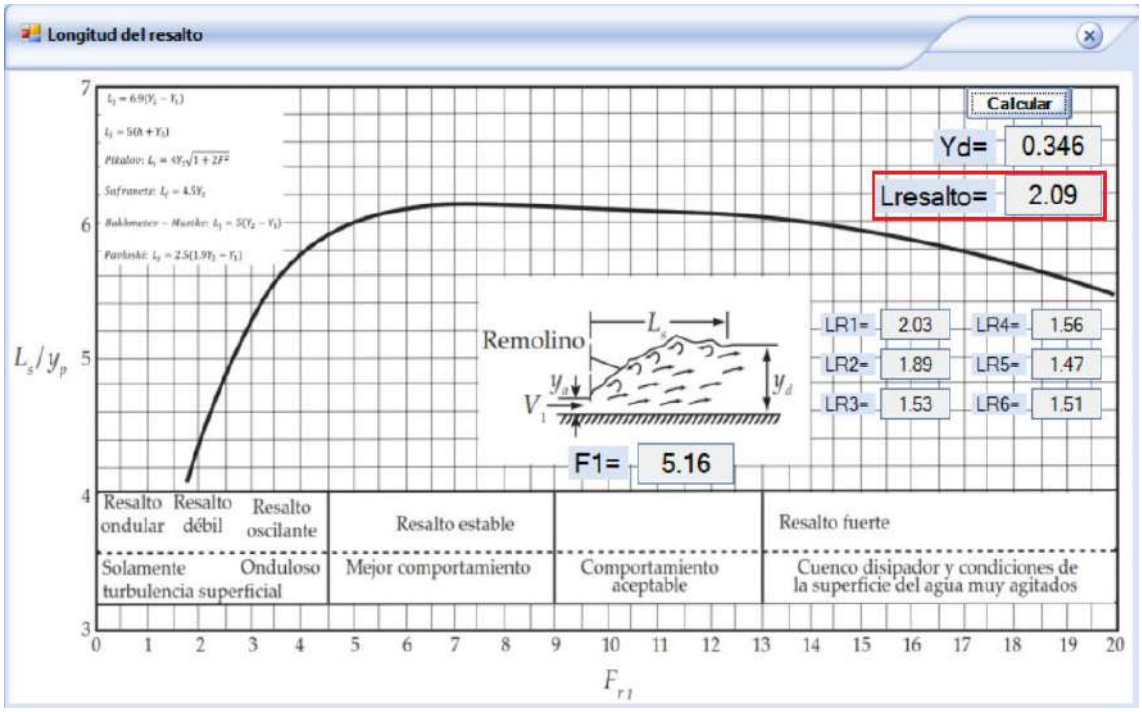
Fuente: Elaboracion propia.

Figura 75. Cálculo de la altura de diente para el vertedero tipo Creager USBR



Fuente: Elaboracion propia.

Figura 76. Cálculo de la longitud de desarrollo para el vertedero tipo Creager USBR



Fuente: Elaboracion propia.

Cálculo manual del diseño del estanque amortiguador de disipación de energía (poza disipadora).

Q= Caudal total (m3/s) = 0.38 m3/s

L= Ancho del pozo disipador(m) = 2m

H=Carga de diseño(m) = 0.197m

P= Altura de paramento(m) = 0.5m

a) Cálculo de velocidad de ingreso a la poza disipadora

$$V_1 = \sqrt{2g(z - 0.5H}$$

$$V_1 = \sqrt{2 \times 9.81 \times (0.697 - 0.5 \times 0.197}$$

$$V_1 = 3.43 m/s$$

b) Cálculo del tirante conjugado

$$Y_1 = \frac{Q_{max}}{V_1 L}$$

$$Y_1 = \frac{0.38}{3.43 \times 2} = 0.055m$$

c) Cálculo del número de Froude al ingreso de la poza disipadora.

$$\boxed{F_{r1} = \frac{V_1}{\sqrt{g \times Y_1}}}$$

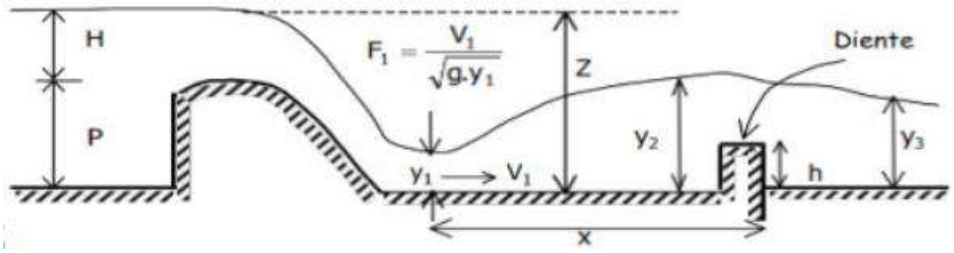
$$F_{r1} = \frac{3.43}{\sqrt{9.81 \times 0.05}} = 4.89$$

Analizando el tipo de salto según Fr1 se tiene que:

Si Fr1 > 4.5 → Salto estable entonces:

Si V1<15 m/s. Se diseña una poza disipadora tipo II según la U.S.B.R.

d) Cálculo de valor del tirante de agua en la poza disipadora TA.



$$\boxed{TA = Y_1 \times (1.420 \times F_{r1} - 0.604)}$$

$$TA = 0.05 \times (1.420 \times 4.89 - 0.604)$$

$$TA = 0.317m$$

e) Cálculo de tirante conjugado Y_2

$$\boxed{\frac{Y_2}{Y_1} = \frac{1}{2}\left(\sqrt{8 \times F_{r1}{}^2 + 1} - 1\right)}$$

$$Y_2 = \frac{1}{2}\left(\sqrt{8 \times 4.89^2 + 1} - 1\right) \times 0.05$$

$$Y_2 = 0.322$$

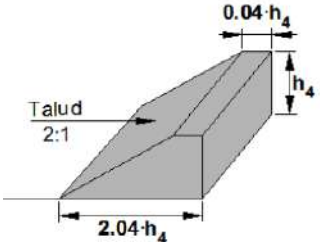
f) Cálculo de longitud de resalto o longitud de la poza disipadora tipo II (x)

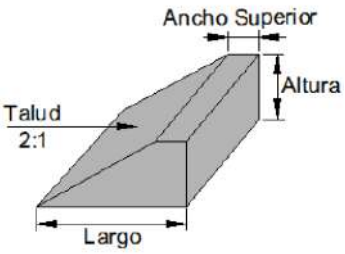
$$\boxed{x = Y_2(1.62 + 1.178 \times F_{r1} - 0.007 \times F_{r1}{}^2)}$$

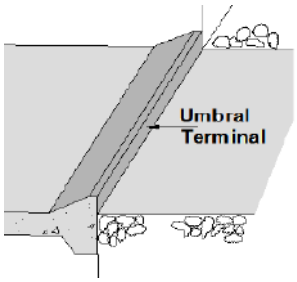
$$x = 0.322(1.62 + 1.178 \times 4.89 - 0.007 \times 4.89^2)$$

$$x = 2.32 = 2.3m$$

g) Cálculo de dimensiones del umbral terminal (h4).







$$\boxed{h_4 = Y_1 \times (0.956 + 0.063 \times F_{r1})}$$

$$h_4 = 0.055 \times (0.956 + 0.063 \times 4.89)$$

$$h_4 = 0.069 \approx 0.10m$$

Altura	= h4	: 0.10 m
Ancho de la cara superior del umbral	= 0.4*h4	: 0.05 ≈ 0.05 m
Largo	= 2.04*h4	: 0.204 m ≈ 0.20m

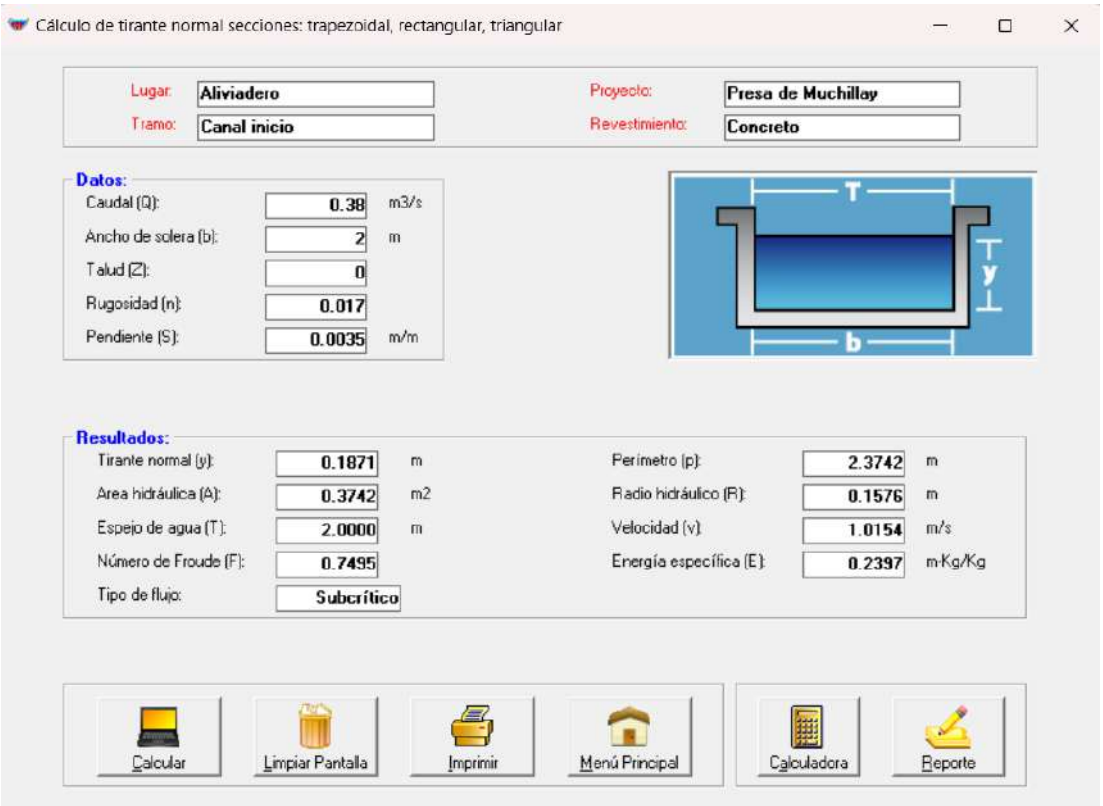
Canales y transiciones

Las estructuras de derivación de conducción están compuestas por los siguientes:
canal de empalme, canal de transición, canal de derivación y rápida. Son estructuras que se ubica entre el vertedero y la estructura disipadora de energía y tiene el objeto de conducir agua de rebose de la laguna sin que se produzca erosión y socavación.

El uso de las transiciones en un aliviadero, está determinado por la necesidad de reducir los costos de construcción de los aliviaderos que presentan grandes longitudes vertedoras, ya que de mantenerse estas en las restantes partes del aliviadero aguas abajo, se originarían grandes volúmenes de excavación y volúmenes de concreto para su construcción.

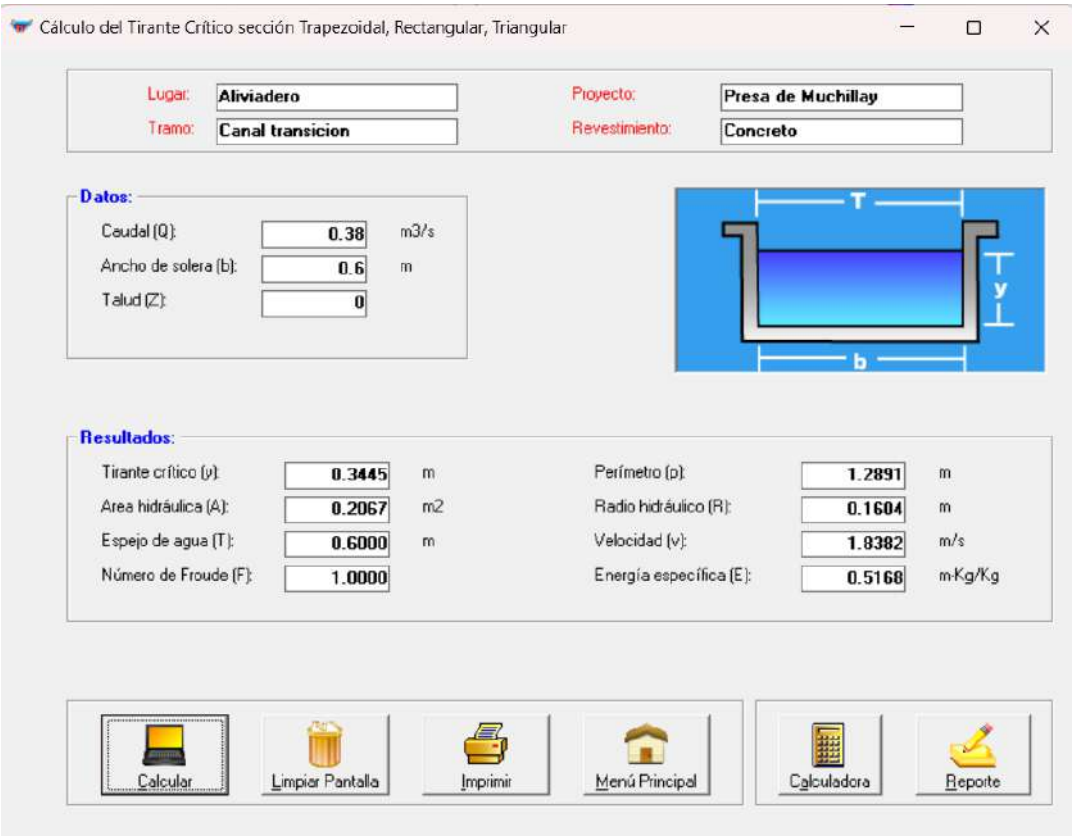
Las siguientes estructuras obedecen a un diseño de canal de transición que se muestra en el cálculo siguiente:

Figura 77. Canal vertedor al inicio del canal de transición



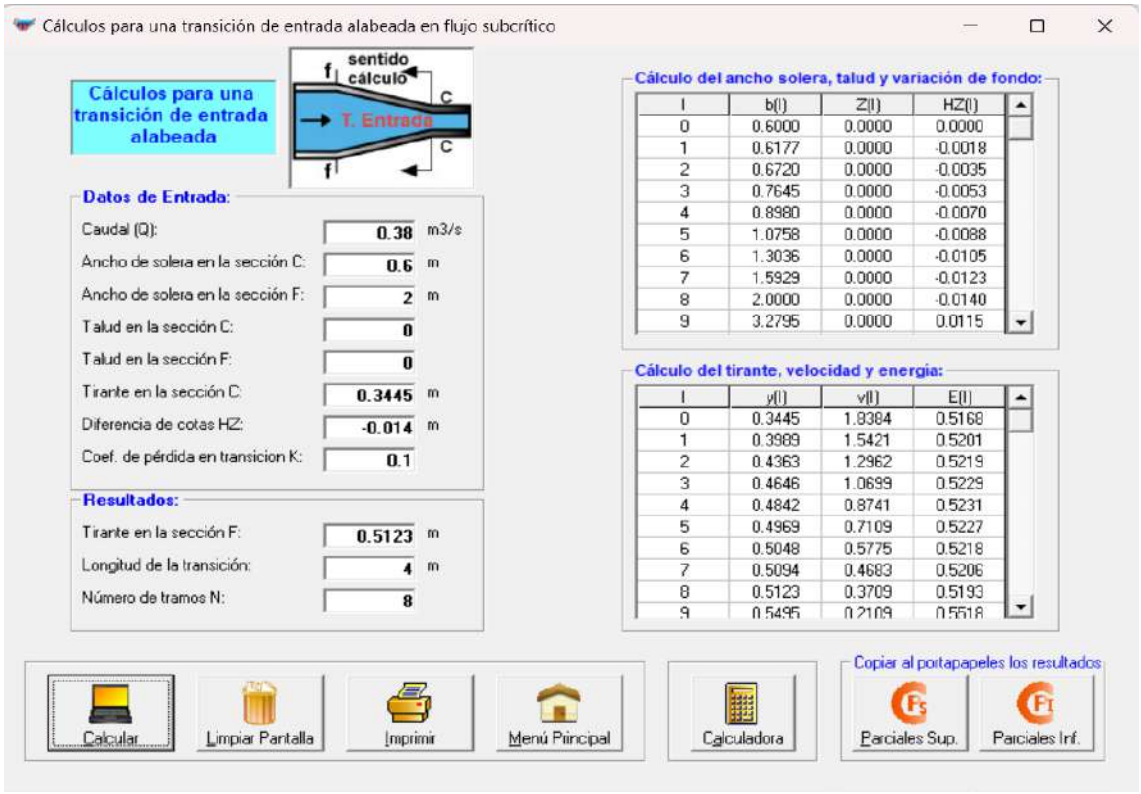
Fuente: Elaboracion propia.

Figura 78. Sección al final del canal de transición



Fuente: Elaboracion propia.

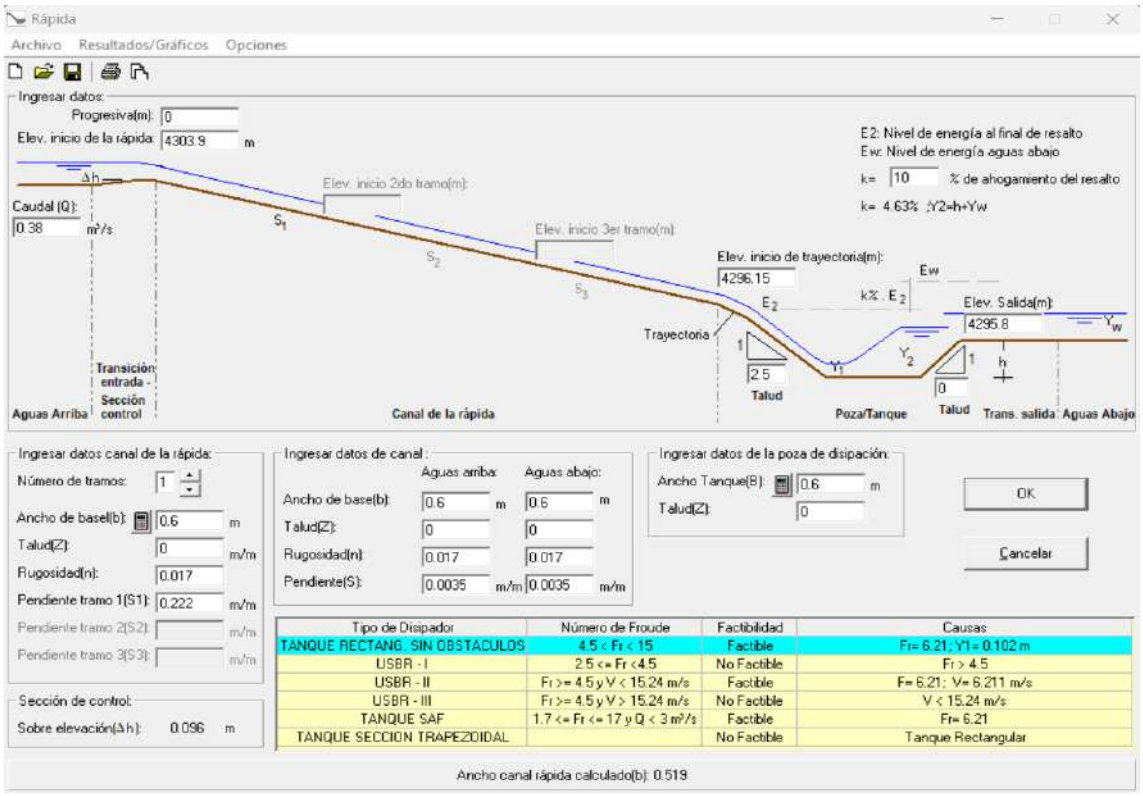
Figura 79. Longitud de transición del canal



Fuente: Elaboracion propia.

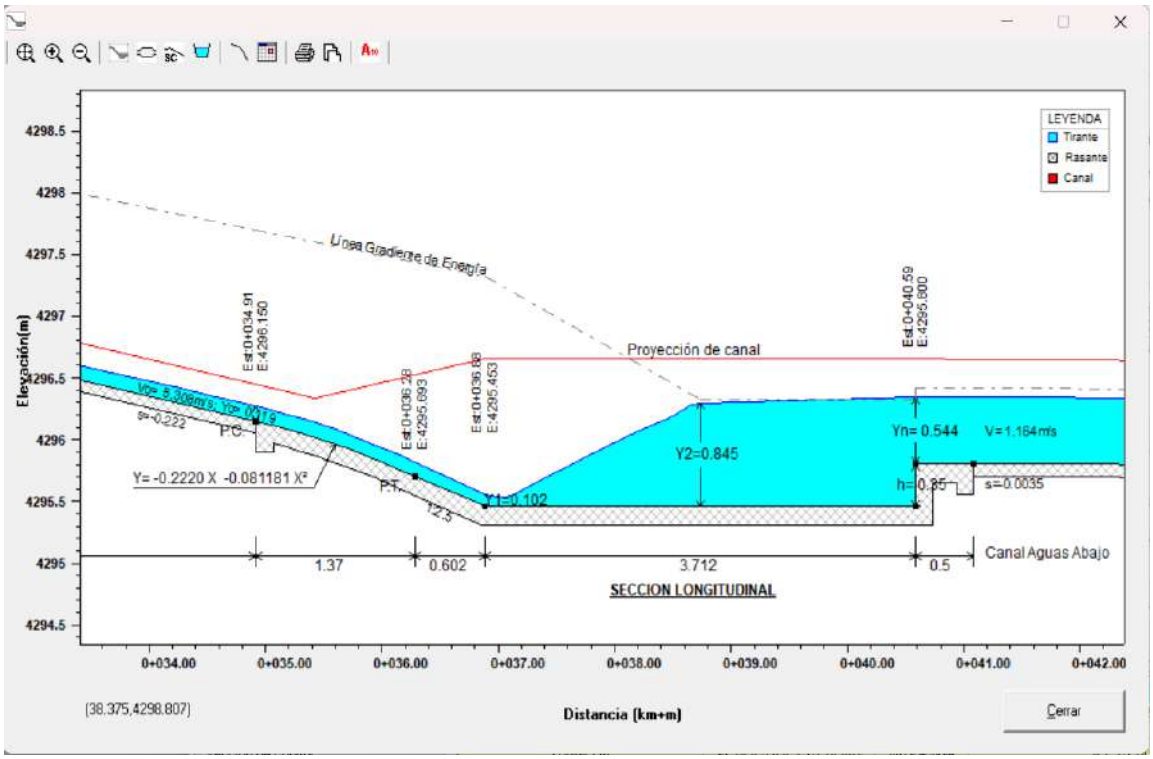
Cálculo de la rápida

Figura 80. Diseño canal de rápida



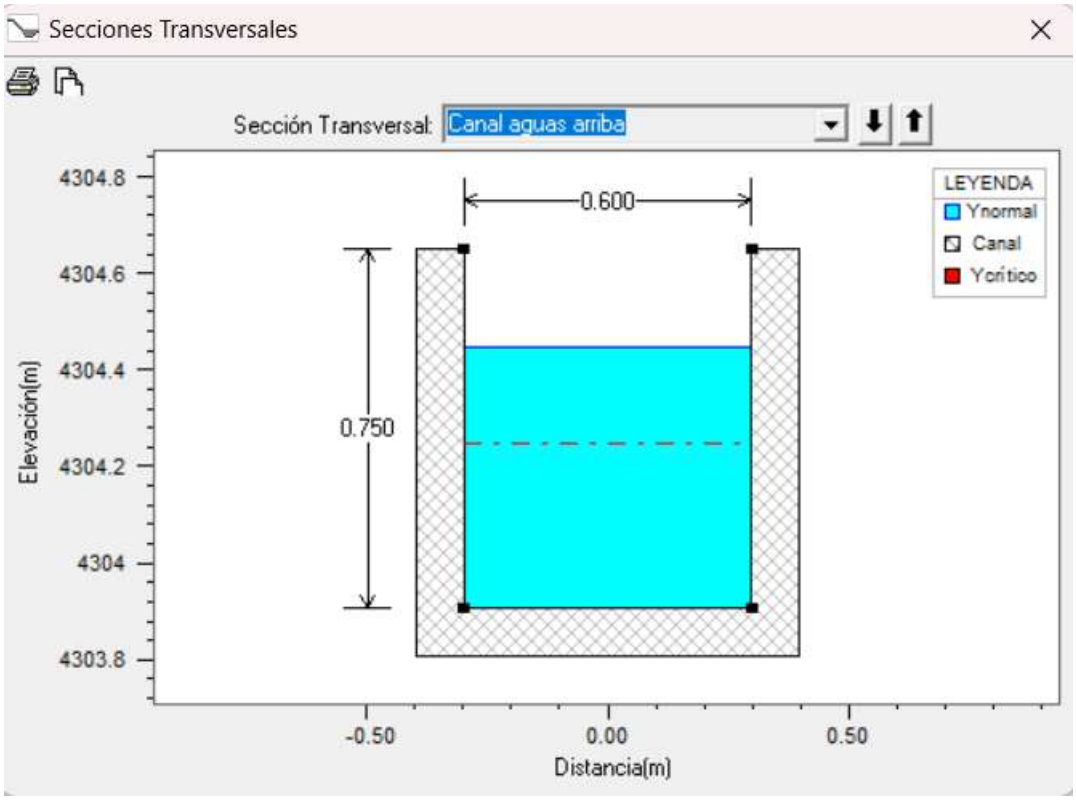
Fuente: Elaboracion propia.

Figura 81. Perfil canal de rápida



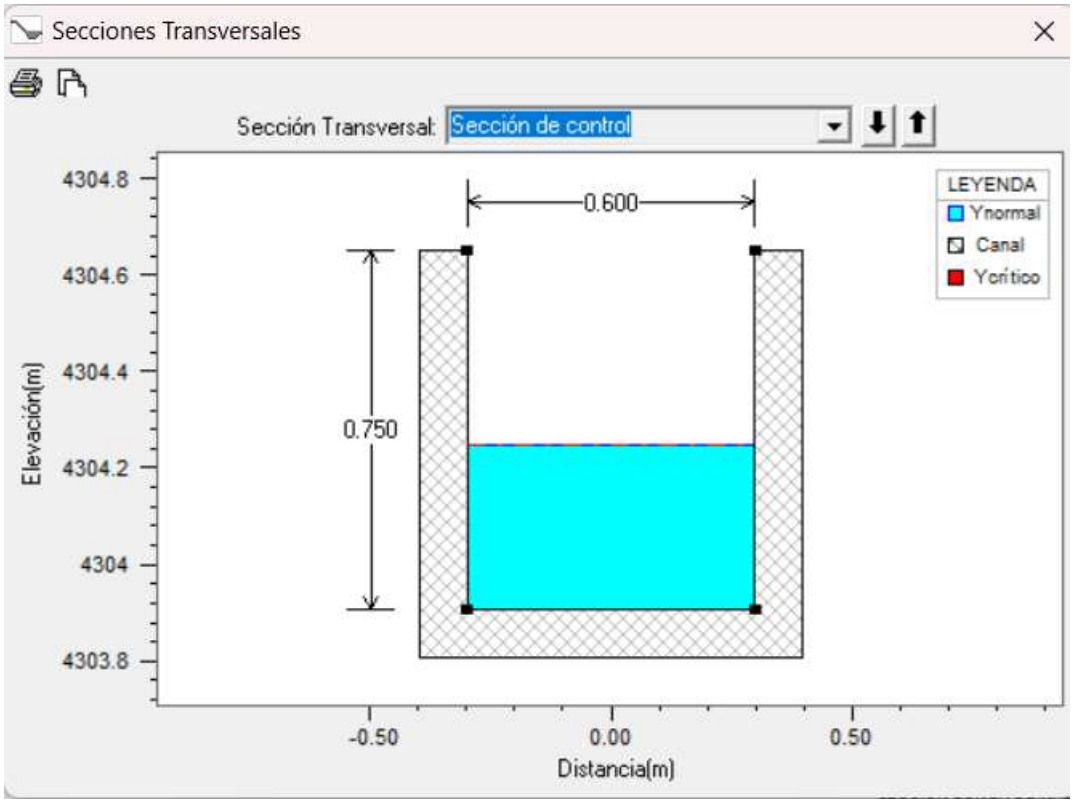
Fuente: Elaboracion propia.

Figura 82. Secciones canal de la rápida aguas arriba



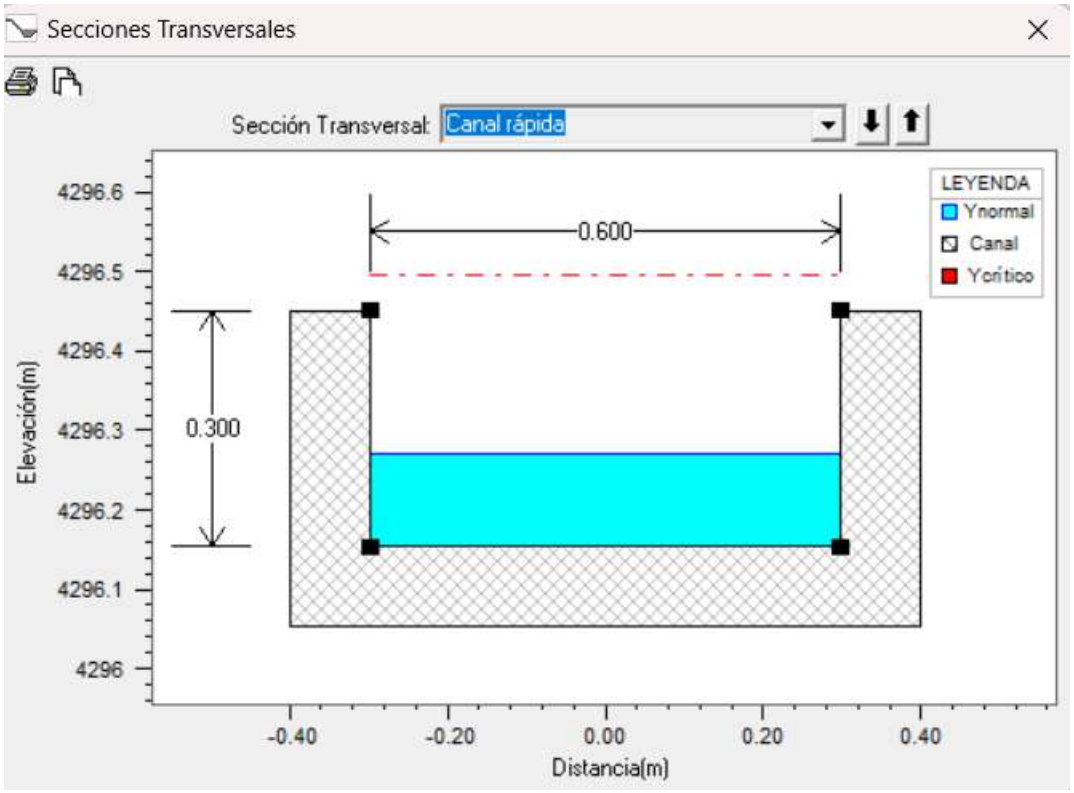
Fuente: Elaboracion propia.

Figura 83. Secciones canal de la rápida Sección de control



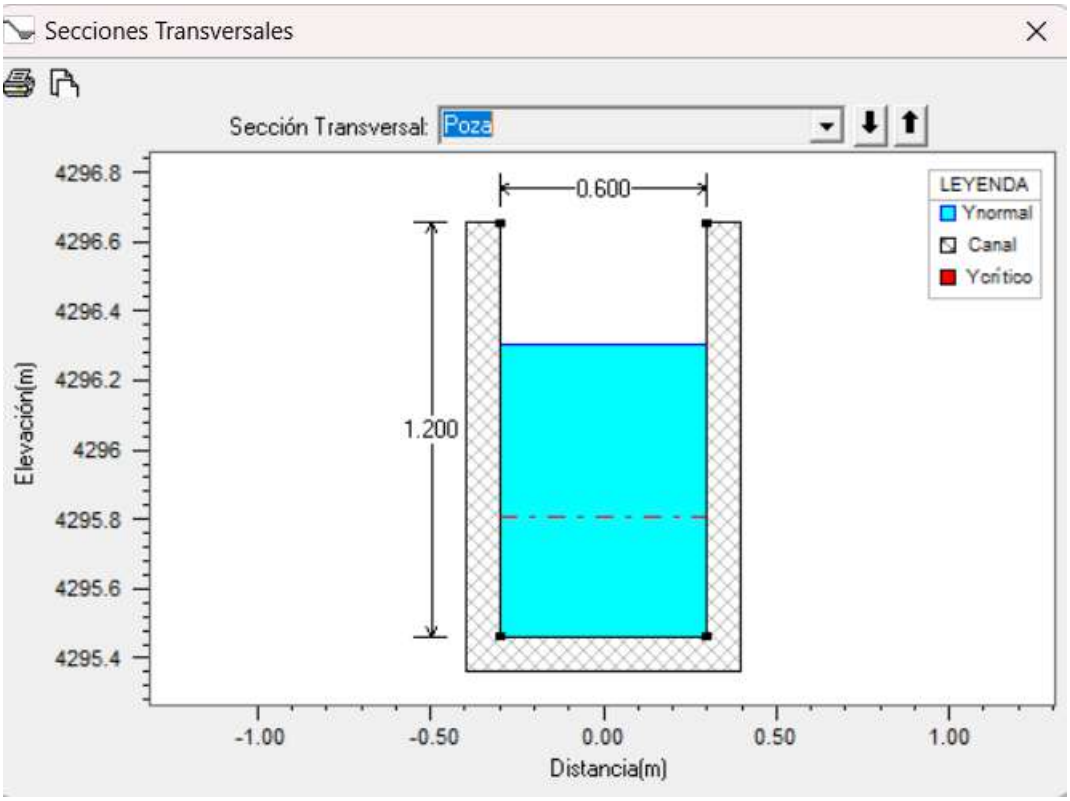
Fuente: Elaboracion propia.

Figura 84. Secciones canal de la rápida



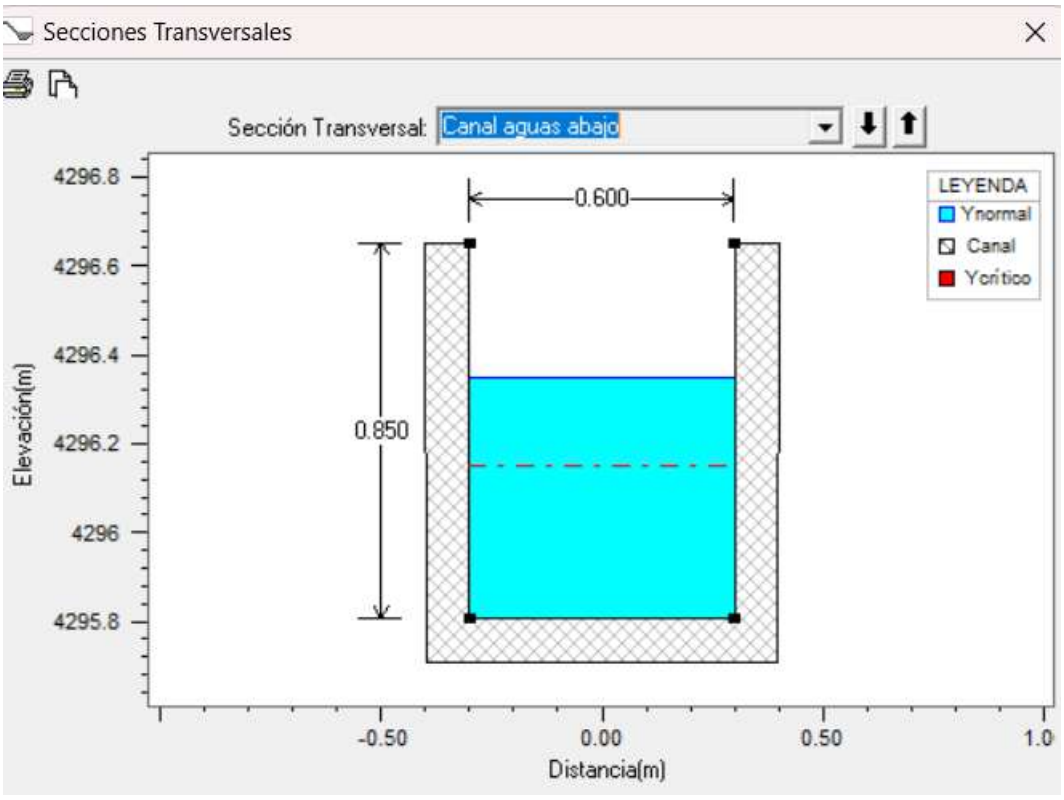
Fuente: Elaboracion propia.

Figura 85. Secciones canal de la rápida aguas abajo poza de disipación



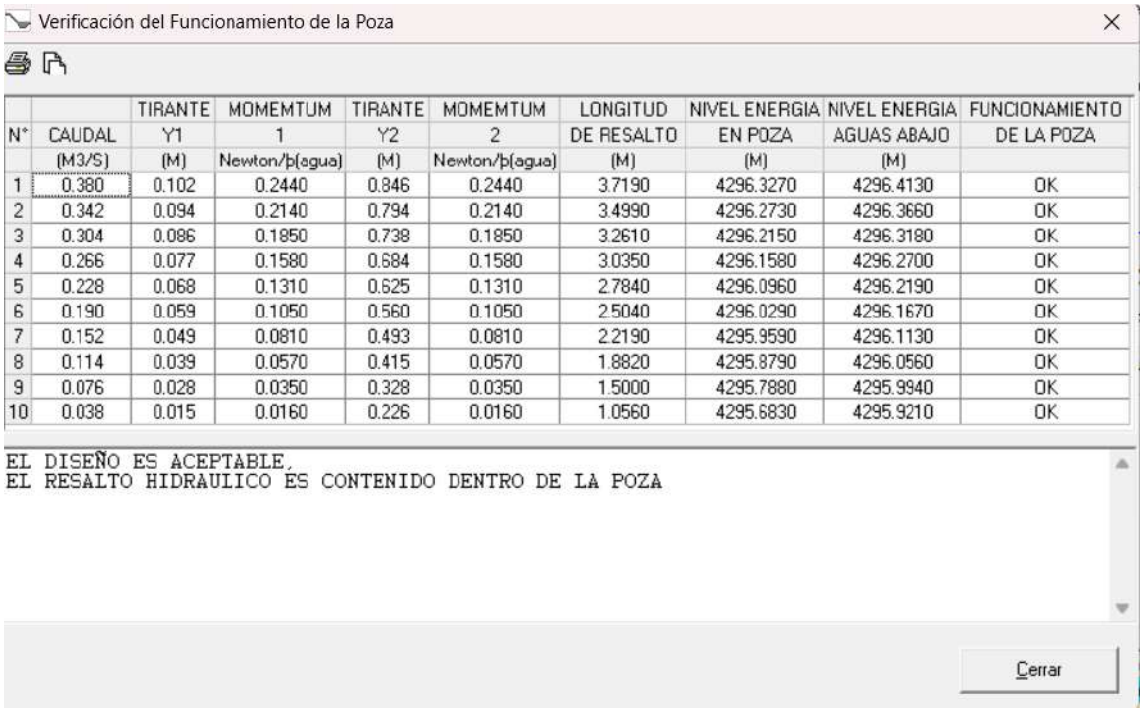
Fuente: Elaboracion propia.

Figura 86. Secciones canal de la rápida, aguas abajo



Fuente: Elaboracion propia.

Figura 87. Verificación del funcionamiento de la poza de disipación



N°	CAUDAL (M3/S)	TIRANTE Y1 (M)	MOMEMTUM 1 Newton/þ(agua)	TIRANTE Y2 (M)	MOMEMTUM 2 Newton/þ(agua)	LONGITUD DE RESALTO (M)	NIVEL ENERGIA EN POZA (M)	NIVEL ENERGIA AGUAS ABAJO (M)	FUNCIONAMIENTO DE LA POZA
1	0.380	0.102	0.2440	0.846	0.2440	3.7190	4296.3270	4296.4130	OK
2	0.342	0.094	0.2140	0.794	0.2140	3.4990	4296.2730	4296.3660	OK
3	0.304	0.086	0.1850	0.738	0.1850	3.2610	4296.2150	4296.3180	OK
4	0.266	0.077	0.1580	0.684	0.1580	3.0350	4296.1580	4296.2700	OK
5	0.228	0.068	0.1310	0.625	0.1310	2.7840	4296.0960	4296.2190	OK
6	0.190	0.059	0.1050	0.560	0.1050	2.5040	4296.0290	4296.1670	OK
7	0.152	0.049	0.0810	0.493	0.0810	2.2190	4295.9590	4296.1130	OK
8	0.114	0.039	0.0570	0.415	0.0570	1.8820	4295.8790	4296.0560	OK
9	0.076	0.028	0.0350	0.328	0.0350	1.5000	4295.7880	4295.9940	OK
10	0.038	0.015	0.0160	0.226	0.0160	1.0560	4295.6830	4295.9210	OK

Fuente: Elaboracion propia.

4.2.9 Diseño hidráulico del sistema de descarga y obras de desvió

Las obras de descarga de operación de la presa, están constituidas por tres componentes hidráulicos que son: la Estructura de Ingreso, La tubería de Conducción o Descarga y la Estructura de Salida.

4.2.9.1 Tubería de conducción

La toma de fondo va a consistir en una tubería situada a cierta cota aguas arriba del embalse, y cuya misión será sustraer los caudales de aguas necesario en las épocas de riego. Para el dimensionamiento de la tubería de la toma de fondo se ha tenido en cuenta el caudal de diseño que se producirá a lo largo del año, es decir aquel caudal que expresa la máxima demanda de riego.

Esta tubería tendrá 6 pulgadas de diámetro de PVC UF PN 5 y será instalada a la cota 4,300 msnm (NAMIN) en la estructura de ingreso y a la cota de 4,299.5 en la estructura de salida.

La tubería de descarga, estará cubierta con una estructura de refuerzo de concreto armado con pantallas interceptoras de collar cada 1.20 m de distancia entre sí, con la finalidad de atenuar las fuerzas de filtración que circularán por el contacto entre la estructura de refuerzo y el cuerpo de la presa. Su longitud total será de 28.50 m. siendo su sección de 0.30 x 0.30 y sobre esta se sitúa las 8 pantallas interceptoras de 0.90 x 0.90 x 0.20 m de estructura de concreto f'c= 175 kg/cm^2. La tubería de descarga será usada desde el mes de junio – hasta el mes de noviembre con un gasto diario de 12.37 l/s como se indica en el siguiente cálculo:

4.2.9.2 Cálculo de caudal de diseño de operación

$$Q=\frac{V}{t}=\frac{\text{Volumen}}{\text{tiempo}}$$

Tabla 120. Caudal de diseño de operación de la tubería del sistema de descarga

Caudal demandado	160,369.79	m^3
Tiempo de conducción	24	horas/día
Tiempo de riego requerido	5	meses
Promedio de días del mes	30	días
Tiempo total	3,600	horas
Caudal de diseño	44.55	m^3/hora
	12.37	l/s

Fuente: Elaboracion propia.

4.2.9.3 Cálculo del diámetro de la tubería de descarga

Para el cálculo del diámetro de la tubería de descarga, se ha considerado el caudal máximo transitado que vierte por el vertedor y una pendiente promedio de la rápida de 7%.

Conociendo el punto de toma y el de salida de la tubería que integran la toma de fondo se procede a realizar el dimensionamiento de las mismas aplicando la ecuación de Bernoulli entre ambos puntos.

$$H=\frac{p}{\gamma}+z+\frac{v^2}{2\cdot g}$$

Las pérdidas de carga de la corriente a lo largo del conducto esta dado por:

- **Perdidas de carga longitudinales en tubería**

El cálculo de esta pérdida de carga se realizará mediante la ecuación de Hazen-Williams:

$$h = 10{,}674 \cdot \frac{Q^{1{,}852}}{C^{1{,}852} \cdot D^{4{,}871}} \cdot L$$

Donde:

H: Pérdida de carga o de energía (m)

Q: Caudal (m3/s)

C: Coeficiente de rugosidad (adimensional)

D: Diámetro interno de la tubería (m)

L: Longitud de la tubería (m)

Tabla 121. Coeficientes de rugosidad Hazen-Williams en función del material

Material	Prandtl-Colebrook		Hazen-Williams		Manning	
	k (mm)		c		n	
	Nueva	En servicio	Nueva	En servicio	Nueva	En servicio
Fundición	0,03	0,2	130	100	0,012	0,017
Hormigón	0,3	3,0	140	110	0,013	0,017
Acero	0,03	0,1	120	90	0,008	0,011
Polietileno	0,005	0,03	150	140	0,007	0,009
PRFV	0,03	0,06	110	100	0,009	0,010
PVC	0,002	0,003	150	140	0,007	0,009
PVC-O	0,003	0,007	150	140	0,007	0,009

- **Perdida de carga por accesorios**

Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$hf_s = \sum K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Donde:

V: Velocidad del agua en la tubería (m/s)

g: Aceleración de la gravedad (m/s^2)

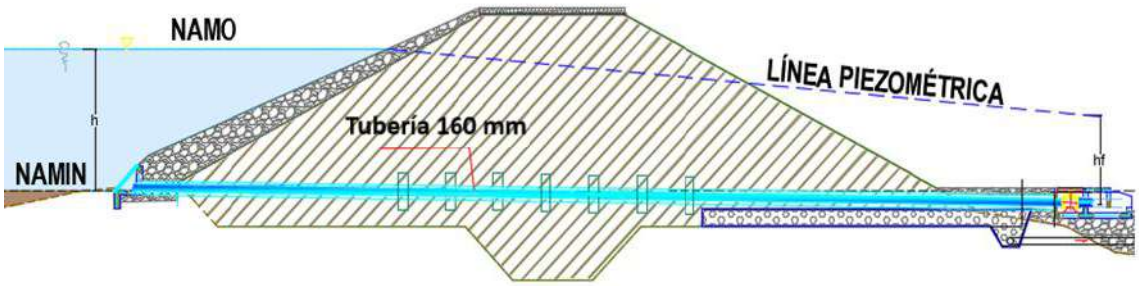
K: Coeficiente de rugosidad (adimensional)

El sumatorio de K hace referencia a la suma de los coeficientes de perdida de carga de los distintos puntos singulares que se encuentran en la conducción, se tiene los valores de la tabla para los distintos accesorios.

Accesorio	Kl
Codo de 90°	0.90
Codo de 45°	0.40
Tee (ramal principal)	0.30
Tee (ramal salida)	1.80
Valv. Globo 100% abierta	10.00
Valv. Comp. 100% abierta	0.20
Valv. Comp. 50% abierta	5.60
Valv. Comp. 25% abierta	24.00
Entrada a la tuberia	0.50
Salida de la tuberia	1.00

De lo expuesto se tiene los cálculos para el diámetro de la tubería

Figura 88. Línea piezométrica del sistema de descarga



Fuente: Elaboracion propia.

Cálculos nivel mínimo de agua:

Datos:

Tramo	Cota (msnm)		Caudal (l/s)	Perdidas por accesorios (Kl)			PN	Diametro interior (mm)	Longitud tubo(m)
	Inicial	Final		Rejilla de entrada	Valvula de compuerta	Total			
Ingreso - salida	4300	4299.5	12.37	0.7	0.2	0.7	5	156	28.5

Fuente: Elaboracion propia.

Cálculos:

Velocidad (m/s)	Perdidas (m)		Cota piezometrica (msnm)		Presion (mca)	
	Tuberia	Accesorios	Inicial	Final	Estatica	Dinamica
0.65	0.071	0.015	4300	4299.91	0.5	0.414

Fuente: Elaboracion propia.

Cálculos nivel máximo de agua (h=4m):

Datos:

Tramo	Cota (msnm)		Caudal (l/s)	Perdidas por accesorios (Kl)			PN	Diametro interior (mm)	Longitud tubo(m)
	Inicial	Final		Rejilla de entrada	Valvula de compuerta	Total			
Ingreso - salida	4304	4299.5	60	0.7	0.2	0.7	5	156	28.5

Fuente: Elaboracion propia.

Cálculos:

Velocidad (m/s)	Perdidas (m)		Cota piezometrica (msnm)		Presion (mca)	
	Tuberia	Accesorios	Inicial	Final	Estatica	Dinamica
2.99	1.171	0.319	4304	4302.51	4.5	3.010

Fuente: Elaboracion propia.

- **Diámetros comerciales**

Tabla 122. Diámetros comerciales NTP ISO 1452-2:2011 (Revisada el 2019)

DN	Longitud		PN5 Serie 20	
(mm)	Total(m)	Util(m) aprox.	e(mm)	Peso(kg/tubo)
63	6.0	5.90	1.6	2.83
75	6.0	5.89	1.9	4.00
90	6.0	5.89	2.2	5.57
110	6.0	5.88	2.7	8.35
140	6.0	5.87	3.5	13.77
160	6.0	5.82	4.0	18.00
200	6.0	5.84	4.9	27.62
250	6.0	5.81	6.2	43.76
315	6.0	5.77	7.7	68.58
355	6.0	5.75	8.7	87.41
400	6.0	5.74	9.8	110.98
450	6.0	5.70	11.0	140.01
500	6.0	5.69	12.3	174.16
560	6.0	5.73	13.7	218.95
630	6.0	5.62	15.4	275.14

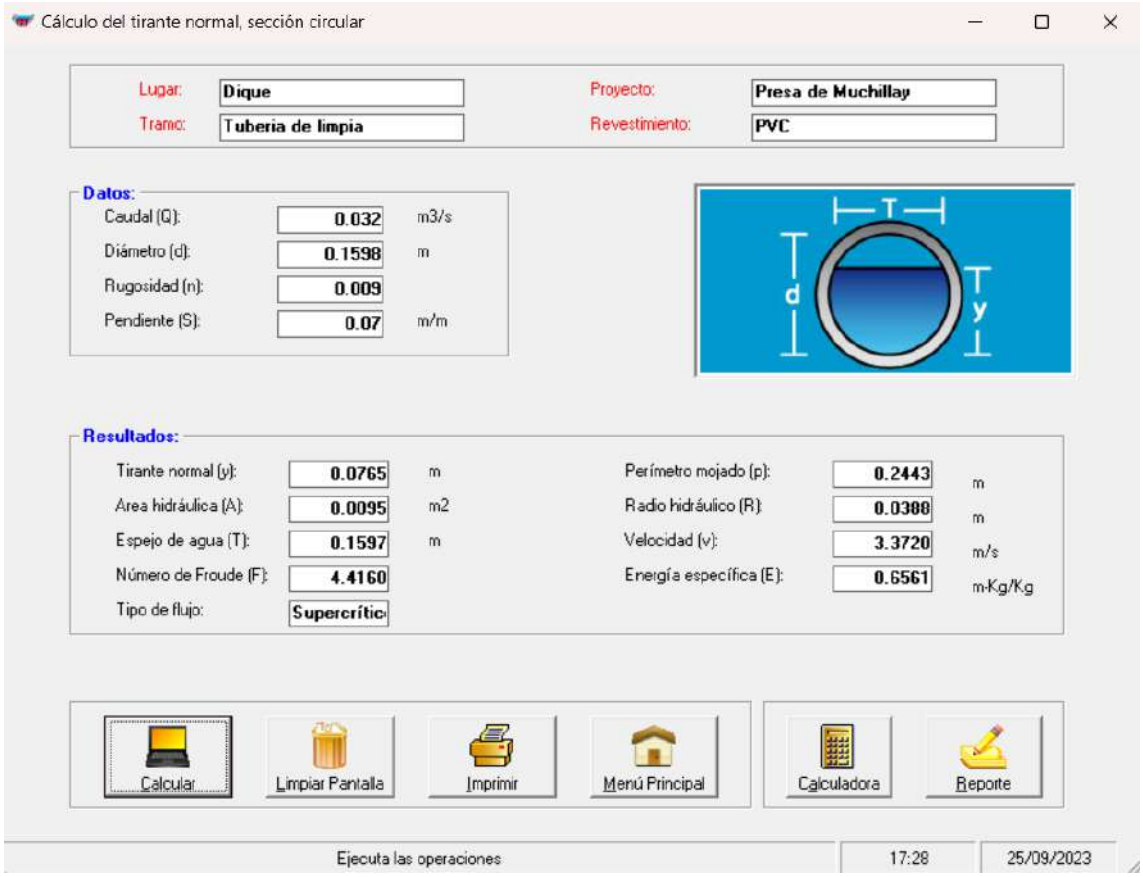
Se considera una tubería de 6” de diámetro que conducirá hasta un caudal de 60 l/s sin producir sedimentación (dato obtenido del cálculo mostrado de tubería de conducción) en condiciones de altura máxima o presa llena. El caudal que se utilizará como mínimo en la salida deberá ser controlado

mediante la válvula de control el caudal asignado en época de estiaje para las labores de cultivo bajo riego o caudal de diseño (12.37 l/s).

Para la tubería de limpia de los diques, se considerará para un desagüe mínimo de Qdes = 2.5 Q. Es decir, para un caudal de desagüe de 30.925 l/s.

Haciendo uso del software HCanales, se tiene una tubería de desagüe de 6" de diámetro que conducirá sin producir sedimentación un caudal máximo de 32.0 l/s, que es mayor al caudal mínimo de desagüe (30.925 l/s).

Figura 89. Calculo hidráulicos de la tubería de descarga



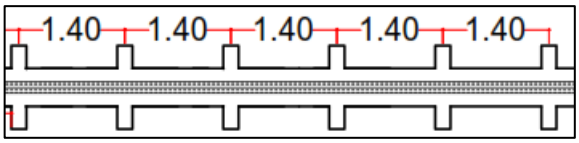
Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 123. Dimensiones de las pantallas interceptora

Pantalla			Viga protectora		Longitud Total (m)
Largo (m)	Ancho (m)	Espesor (m)	Base (m)	Altura (m)	
0.9	0.9	0.2	0.3	0.3	28.5

Fuente: Elaboracion propia.

Figura 90. Espaciado de pantalla interceptora



Fuente: Elaboracion propia.

4.2.9.4 Estructura de Ingreso

4.2.9.4.1 Diseño de le rejilla de entrada

La función de colocar rejillas a la entrada de las obras de toma, es impedir el paso de objetos extraños, tales como basuras, piedras, arboles, etc.

Estará constituida por una cámara de concreto armado f´c = 175 kg/cm2 de 0.70 x 0.70 m empotrado con una rejilla metálica en la entrada frontal y en la zona superior con bisagras para su limpieza, de elementos que pudieran taponear el ingreso del agua a la tubería.
Dicha estructura tiene la finalidad de proteger la tubería de conducción en su zona de ingreso, y de esta manera mantener limpio el conducto de descarga de operación. Así mismo tiene la finalidad de mantener estable toda la zona de la estructura de ingreso.

El cálculo de la rejilla se muestra a continuación, dando un resultado de 0.074 m3/s de caudal que puede circular por dichas rejillas es mucho mayor al caudal de diseño que tenemos de 60 l/s, entonces no abra flujo discontinua a causa de la rejilla, lo que si implica hacer el mantenimiento de limpieza de la rejilla, esto se complica un poco si hay elementos extraños cuando la presa este lleno, para tal se tendrá que realizar la limpieza con mecanismo sencillos desde una altura de 4m en el fondo del agua.

Consideraciones generales

Para el diseño de la rejilla se consideran las especificaciones dadas por Gaylord y Savage en su libro “High pressures reservoir Oultlet”

1. La velocidad del agua no al paso de la rejilla no debe ser mayor de 0.2 m/s
2. La separación entre barras no debe ser mayor de 10cm, ni menor de 5 cm

Tabla 124. Cálculo de dimensiones de la rejilla de la tubería de entrada del sistema de descarga

CALCULO DE LA REJILLA	Símbolo	Unidades	Formula		Observaciones
Caudal de diseño	Q_D	m3/s		0.06	
Diámetro del emisario	**B**	**m**		**0.7**	
Velocidad	V_b	m/s	<= 0.20 m/s	0.2	
Diámetro o espesor de las barras Ø1/8"	$Ø_{barra}$	m		0.0032	
Abertura entre dos barras contiguas	**a**	**m**		**0.05**	
Angulo de inclinación de las barras	b	Grados		60	
Área	A	m2	QD / Vb	0.3	
Altura	hr	m	A/B	0.462	
Longitud total libre	Lt	m	B-a	0.6	
Separación total de barra	s	m	Øbarra+a	0.053	
Numero de barras	**N**		**Lt/s**	**11.283**	**Asumido 12 Barras**
Longitudes de barra	**L**	**m**	**hr/sen b**	**0.653**	**Asumido 0.7**
Coeficiente de contracción de rejilla	c		0.60 * (a / s) * (sen b)3/2	0.455	
Coeficiente "k"	k		Para flujo paralelo a la sección	0.9	
Coeficiente de derrame de rejilla	u		0.80 - 0.90	0.8	
Aceleración de la gravedad	g	m/s^2		9.81	
Área neta final de la rejilla	An	m2	B*a*N	0.367	
Velocidad entre barrotes	V_b	m/s	Qd/(k*An)	0.182	**0.182<=0.2m/s OK!!!**
Longitud bruta de la rejilla	Lr	m	An * s / (a *B)	0.6	
Longitud efectiva de la rejilla sin ancho de barras	Le	m	Lr - N * $Ø_{barra}$	0.564	
Caudal captado por la rejilla	Qr	m3/s	c * u * Le * B * (2 * g * h)1/2	0.084	**0.084>=Qd OK!!!**

Fuente: Elaboracion propia.

4.2.9.5 Estructura de salida

Material de las Tuberías de Captación

Para un caudal máximo de 60.00 l/s, y carga estática de H = 4.00 m, y tomando en cuenta las presiones por efecto del peso del material por encima de la tubería se considera tubería de: PVC UF- C-5.

Válvulas

La válvula es tipo mariposa, y sus características son para resistir cargas estáticas de H = 10 m, y el efecto del golpe de ariete. Válvulas de fierro fundido, con eje de acero ASTM A 316

Cámara de válvula

Está constituida por una cámara de válvula de concreto armado f´c =175 kg/cm2, de 1.00 m de lado por 0.85 m de altura con una compuerta en el techo de 0.60 m que permitirá el ingreso a la cámara para operar la válvula de compuerta tipo Mariposa de 6 pulgadas de diámetro, que servirá para controlar los caudales de salida de la tubería de descarga.

Estructura de salida

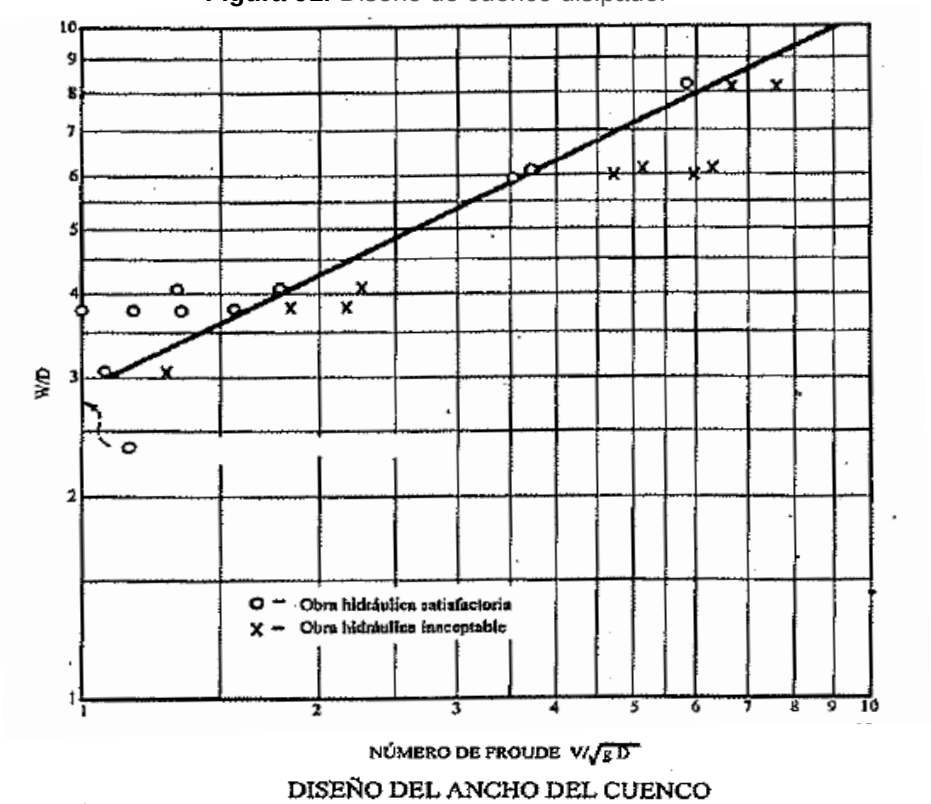
Del ítem cálculo de diámetro de tubería obtenemos la velocidad con altura de carga máxima o presa llena.

Calculando del Número de Froude se da con la siguiente expresión.

$$f = \frac{V}{\sqrt{g \times D}}$$

$$f = \frac{2.99}{\sqrt{9.81 \times 0.16}} = 2.38$$

Figura 91. Diseño de cuenco disipador



Fuente: Diseño de pequeñas presas [Bureau of reclamation]

Donde

W: Es el ancho interior del cuenco disipador

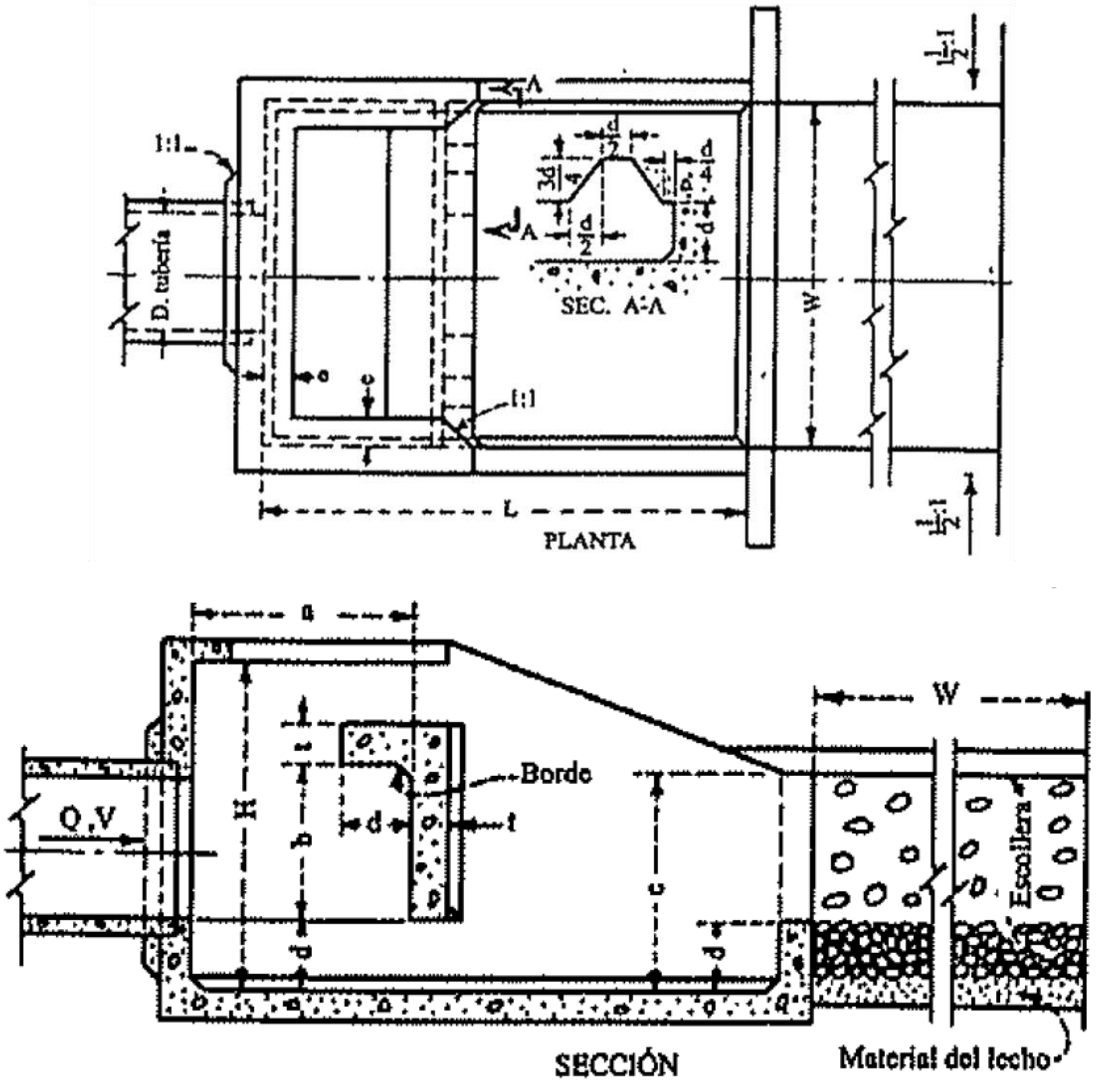
D: Diámetro de la tubería que entra en el cuenco

V: Velocidad de chorro entrante

f= 2.38 del grafico anterior, se obtiene: W/D = 4.5

Por lo tanto; W=0.72 m y se asume: W=0.80m

Figura 92. Secciones del cuenco disipador



H = 3/4 (W) d = 1/6 (W)
L = 4/3 (W) o = 1/12 (W)
a = 1/2 (W) t = 1/12 (W), mínimo sugerido
b = 3/8 (W) Piedra de escollera de diámetro = 1/20 (W)
c = 1/2 (W)

Fuente: Diseño de pequeñas presas [Bureau of reclamation]

Tabla 125. Dimensiones finales de la estructura de salida

Calculado	Asumido
W=0.72	0.80 m
H= 3/4(0.80) =0.60 m	0.60 m
L=4/3(0.80)= 1.06 m	1.40 m
a= ½(0.80)= 0.40 m	0.40 m
b=3/8(0.80)= 0.30 m	0.30 m
c=1/2(0.8) = 0.40 m	0.40 m
d=1/6(0.80) = 0.13m	0.13 m
e=1/12(0.80)= 0.066m	0.10 m
t=1/12(0.80)= 0.066m	0.10 m

Fuente: Elaboracion propia.

4.3 Estudios Geológico, Geotécnico y Geofísico

4.3.1 Geomorfología de la zona del proyecto

El vaso de la presa de Muchillay pertenece a un ambiente de cuenca glaciar pleistocena, geoformas que se encuentran en la cordillera oriental del sur del Perú, está ubicada entre los 4250 m.s.n.m. y 4500 m.s.n.m.

Figura 93. Zona de estudio para la presa



Fuente: Imagen satelital de Googleerath

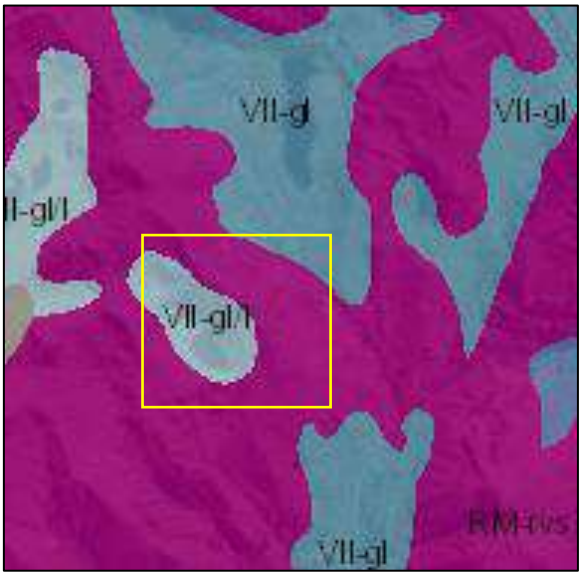
El área de estudio de la microcuenca es de 61.1 ha, presenta una pendiente moderada de 15° equivalente a 33 %, el flujo de las aguas se concentra en

dirección NW a SE, con nacientes pequeñas a los rededores del área del vaso. La diferencia de altura entre el punto de desfogue y las partes altas es de 200 metros aproximadamente, siendo importante este factor en el análisis para la construcción de la presa. Las aguas que discurren del área de estudio en dirección este como afluente hacia el rio de la quebrada de Lamay y posteriormente al Rio Vilcanota atraviesa un recorrido de 10 km, conocido como rio Lamay, conforma un drenaje dendrítico geomorfológicamente formando terrazas aluviales para luego conformar el valle del rio Vilcanota.

4.3.1.1 Geomorfología regional

La geomorfología regional de la zona de estudio se encuentra emplazado en la unidad regional de la Cordillera Oriental del sur, asimismo sobre subunidades de montaña en roca volcanosedimentaria RM-rvs, rodeadas de valles glaciares Vll-gl.

Figura 94. Unidades geomorfológicas en la zona de estudio



Fuente: Extraído de INGEMMET

4.3.1.2 Geomorfología local

Localmente la zona de estudio se emplaza un fondo de valle rocoso en el cual discurren las aguas provenientes de las zonas más altas en dirección hacia el Sur Este. Localmente compone unidades geomorfológicas notorias como

Laderas de pendientes suaves, laderas de pendientes pronunciadas rocosas y unidades de quebrada.

- **Laderas de pendientes suaves (Lps-roc)**

Los relieves de esta geoforma se encuentran en pequeñas zonas, también formando parte de los valles glaciares rocosos, conformada por depósitos rocosos y cuaternarios de poco espesor, forma parte del vaso de la laguna de Muchillay, dentro de esta unidad se evidencio pequeños depósitos coluviales, asimismo muy poca presencia de bofedales por lo que se incluye dentro de esta subunidad local.

Figura 95. Laderas con pendientes suaves alrededores de la laguna.



- **Laderas de pendientes pronunciadas rocosas (Lpr-roc)**

Relieves pronunciados sobre rocas volcánicas que se encuentran alrededores de la Laguna y las partes altas con pendientes escarpadas.

Figura 96. Laderas con pendientes escarpadas rocosas en partes altas de la laguna.



- **Laderas de pendientes pronunciadas rocosas (Lpr-roc)**

Esta subunidad es notoria hacia la quebrada aguas abajo de Lamay, sobre depósitos aluviales y coluviales.

4.3.2 Geología de la zona del proyecto

4.3.2.1 Geología Regional

Regionalmente se tomó referencia a los estudios geológicos regionales tomados por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), geología de los cuadrángulos de Calca. Hojas: 27-s - [Boletín A 65], donde se ha verificado y reajustado en campo las unidades geológicas regionales de superficie, en síntesis, siendo de gran predominancia el Grupo Mitu con componentes de la Formación Pachatusan y depósitos cuaternarios como depósitos Coluviales, Glaciares y aluviales.

- **Grupo Mitu**

Unidades volcano sedimentarias que comprenden la Formación Pisac Y Pachatusan, el espesor de esta unidad, es variable, de 600 a 1000 metros. Estas rocas, en general están muy fracturadas por lo que constituyen buenos acuíferos fisurados, pero a su vez puede generar caídas de rocas y volcamientos, además, cuando están alteradas y muy fracturadas pueden desarrollar deslizamientos. Estos materiales constituyen rocas buena calidad, con resistencias a la compresión estimada entre 25 a 150 Ma.

- **Depósitos Cuaternarios (QH)**

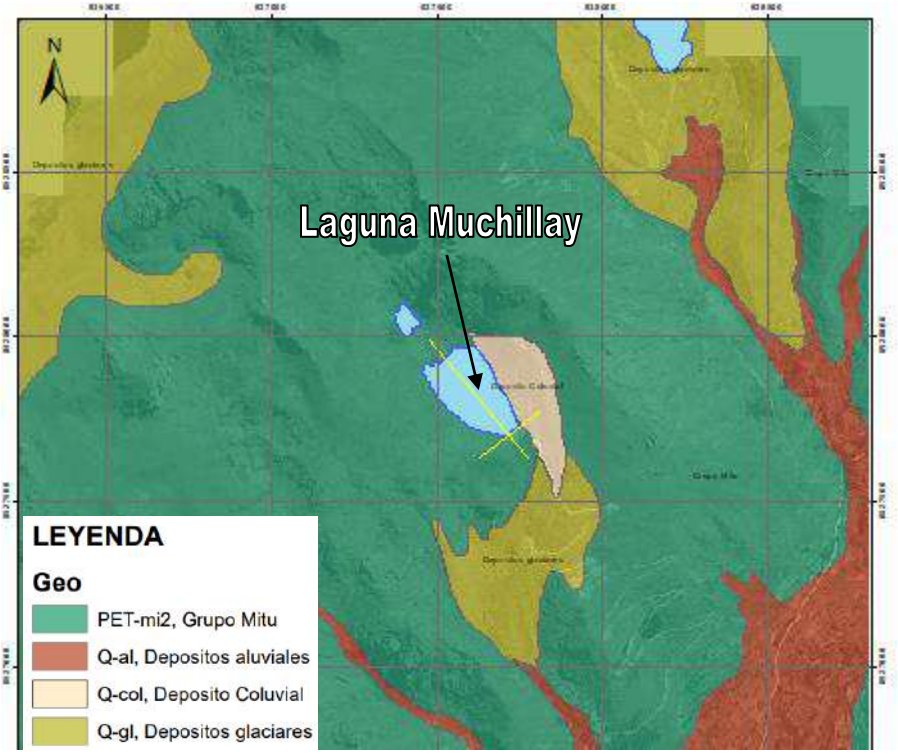
Depósitos cuaternarios que por el tipo de origen y formación en la zona de estudio se caracterizan de origen glaciar, coluvial y aluvial, formado por rocas y suelos heterométricos y polimicticos angulosos a subangulosos en donde existen terrazas aluviales coluviales o morrenas.

4.3.2.2 Geología Local

En la zona de estudio se tiene como base a las rocas volcánicas de andesitas y basaltos con rocas sedimentarias rojizas intercaladas, los cuales son parte de

la Formación Pachatusan. Cubiertas por formaciones de depósitos cuaternarios como depósitos coluviales y glaciares.

Figura 97. Mapa geológico local de la zona de estudió de Estudio.



Fuente: Elaboración propia

- **Formación Pachatusan (PET-mi2)**

Esta formación es parte del Grupo Mitu del Permotriasico conocido regionalmente, localmente está compuesta por afloramientos rocosos de brechas volcánicas, andesitas y basaltos, siendo componente del basamento rocoso para el emplazamiento de la presa, en la parte de la zona del dique a construirse estas rocas no presentan fracturación intensa, a diferencia de las partes altas presentan un fracturamiento más notorio ocasionando caídas de rocas.

- **Depósitos Cuaternarios (Qh)**

<u>Depósitos Glaciares (Q-gl):</u>

Ubicada sobre los valles glaciares pequeños, producto de la modificación de la dinámica glaciar que arrastro y deposito materiales de bloques y gravas

angulosas con una matriz limosa, y componentes arcillosos en la zona se encuentra aguas abajo a unos 80 a 100 metros del desfogue de la laguna pequeños depósitos de bloques y gravas angulosas con limos y arcillas aptas como material de cantera.

Figura 98. Depósitos glaciares



Depósitos coluviales (Q-col):

Son depósitos que, por la intemperización, acción de la gravedad y la consolidación de estos componentes a través del tiempo se depositaron insitu materiales de gravas angulosas con arenas y finos como limos, formando depósitos coluviales. En la zona de estudio se evidencia un depósito coluvial pequeño al flanco izquierdo del dique.

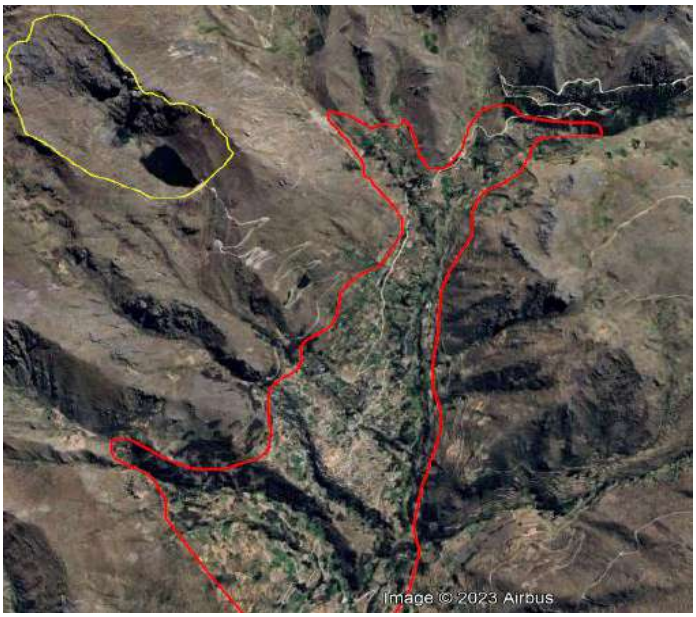
Figura 99. Depósitos coluviales



- **Depósitos Aluviales (Q-al)**

Estos depósitos se hallan en las partes bajas hacia la quebrada de Lamay delimitadas por el polígono rojo según la figura 101, no se observó localmente, y están constituidos por gravas, subredondeadas en matriz arenosa y arcillosa.

Figura 100. Depósito cuaternario aluvial



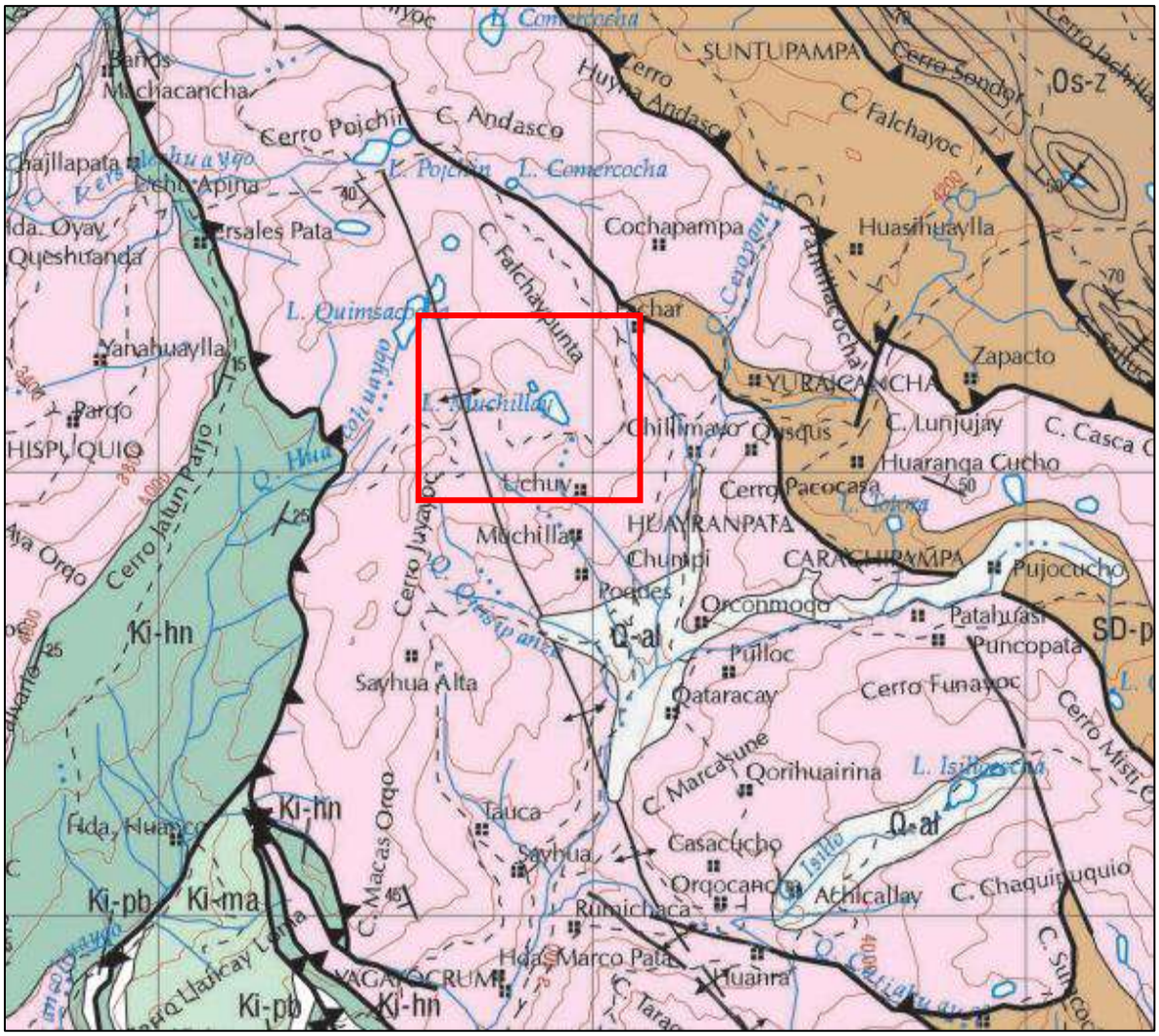
Fuente: Google Earh.

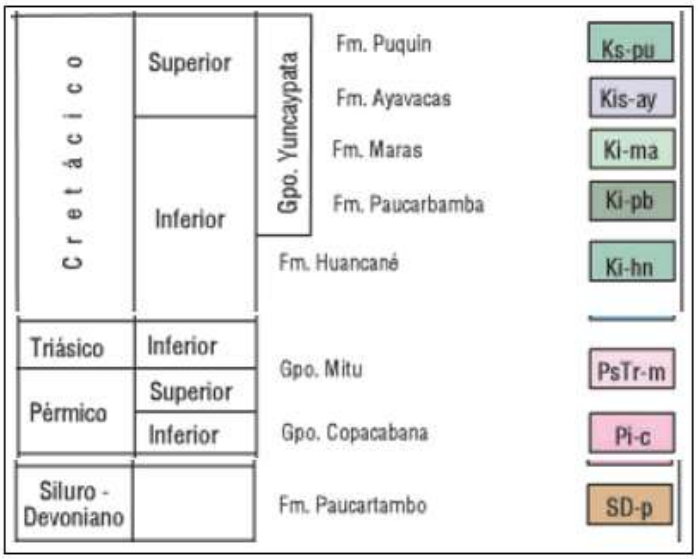
4.3.2.3 Geología estructural

En la zona la historia Geológica del área de estudio ha evolucionado como consecuencia de los esfuerzos compresivos y distensivos generados durante las fases tectónicas, estos eventos están asociados a la formación de la cordillera Oriental.

Regionalmente está asociada a una falla inversa Urcos Sicuani Ayaviri (USA) que controla unidades del Grupo Copacabana y las permotriasicas ocasionando un cabalgamiento perteneciente a una deformación eohercinica.
Estas estructuras son regionales que no presentan incidencia directa en el área de estudio.

Figura 101. Mapa Geología Estructural Regional





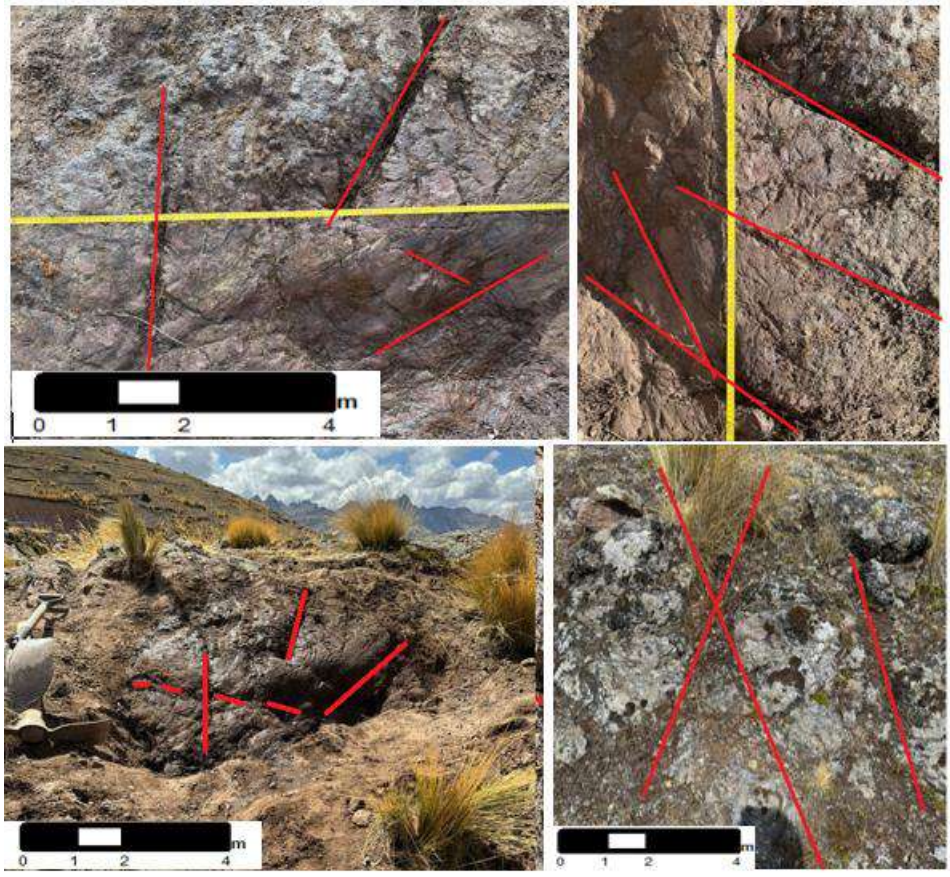
Fuente: Mapa Geológico Regional INGEMMET.

4.3.2.4 Mecánica de rocas

- Sistemas de diaclasas

La formación de las diaclasas o fracturas se origina debido a procesos tectónicos, acción erosiva de las aguas meteóricas, agentes atmosféricos como la temperatura, actividad glaciar; estas condiciones originan su existencia. Siendo el origen más aceptado para la formación de las diaclasas que se abre perpendicularmente al esfuerzo principal mínimo σ3 sobre el plano que contiene a los esfuerzos principales máximo σ1 y medio σ2 (Fossen, 2010)

Figura 102. Sistemas de diaclasas en los macizos rocosos de la zona de estudio



Estación 1

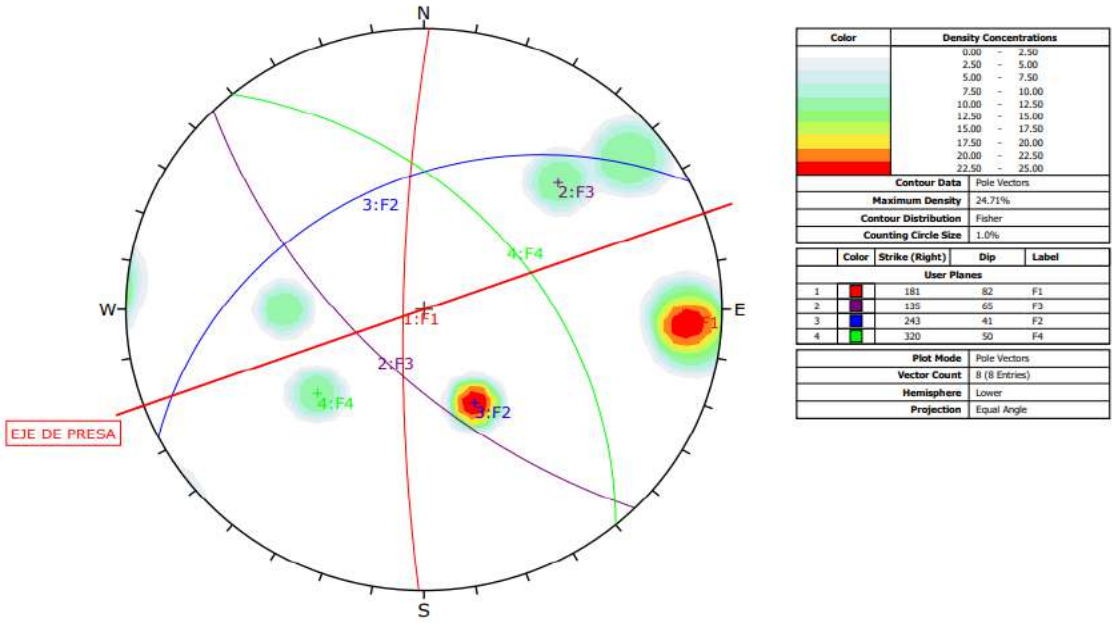
Tabla 126. Datos de buzamiento y dirección de buzamiento de las diaclasas

Estación	Coordenadas		Rumbo (N-S)	Azimut (N)	Buzamiento	Dirección de Buzamiento
	E	N				
E-01	187586.91	8527999.48	63	243	41	333
			1	181	82	271
			45	135	65	225
			63	243	41	333
			6	186	84	276
			38	142	82	232
			40	320	50	50
			90	0	50	90

Fuente: Elaboracion propia.

Una vez procesado los datos de la estación 1 de la tabla N°126, se obtuvo la máxima densidad de los polos, planos representativos y el diagrama de rosetas. Con los datos de campo se obtuvo dos planos representativos de diaclasas del macizo rocosa, donde el plano representativo de línea roja tiene dirección de 181° con respecto al norte, buzamiento de 82° SE y el plano representativo de línea azul tiene una dirección de 243° con respecto al norte y con un buzamiento de 41° SE siendo casi perpendiculares a la dirección del eje de la presa N70°.

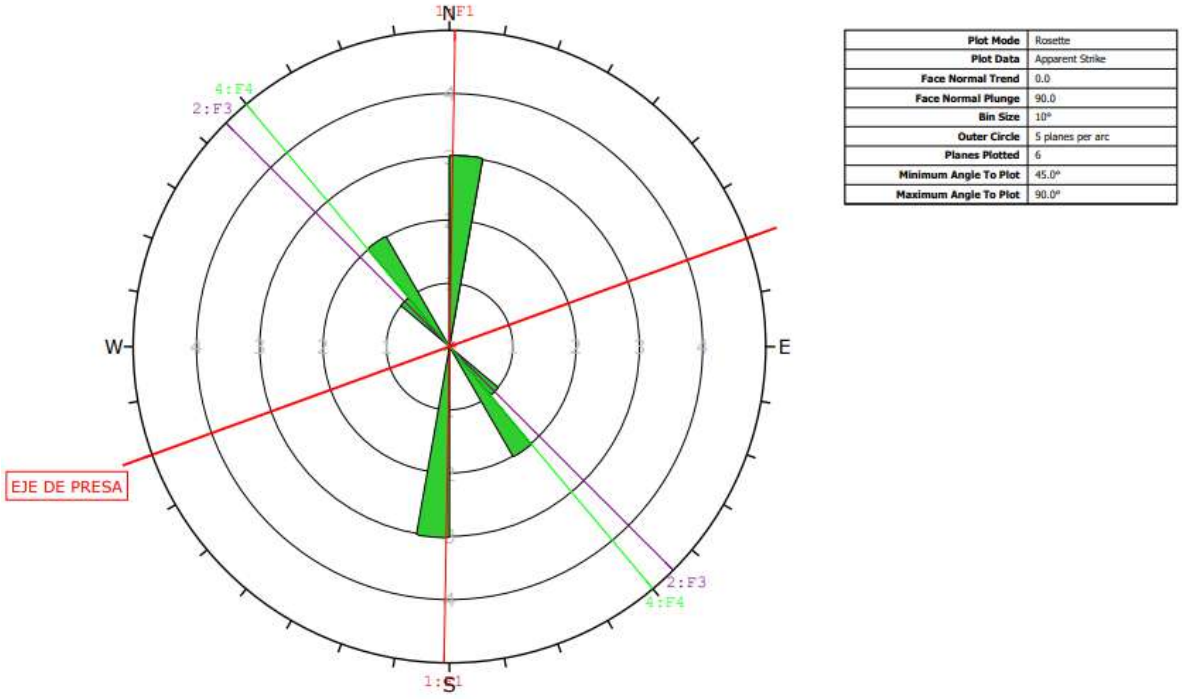
Figura 103. Diagrama de concentración de polos y planos de dirección de buzamiento – Estación 1



Fuente: Elaboracion propia.

En el diagrama de roseta obtenido respecto al procesamiento de los datos nos muestra a dos familias de diaclasas con dirección NNE-SSW y NW-SE, donde corta casi perpendicularmente a la línea roja que representa la dirección de eje de presa N 70°.

Figura 104. Diagrama de rosetas.



Fuente: Elaboracion propia.

Estación 2

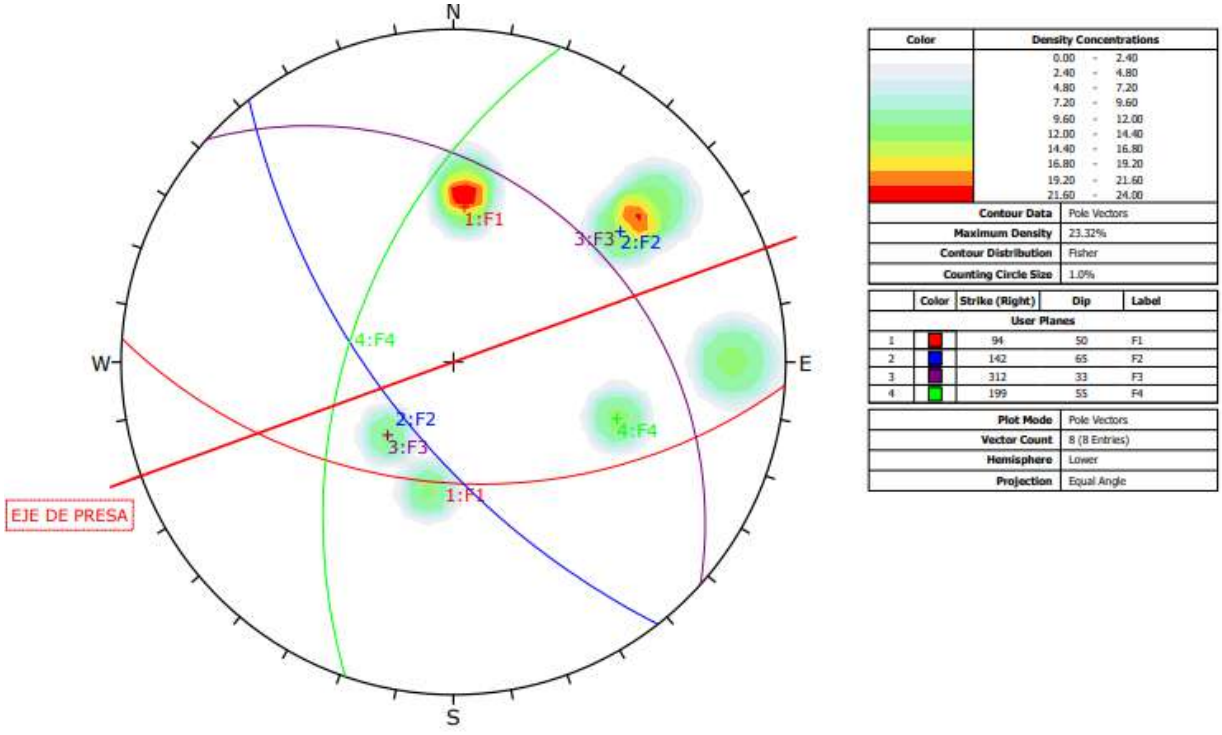
Tabla 127. Datos de buzamiento y dirección de buzamiento de las diaclasas

Estación	Coordenadas		Rumbo (N-S)	Azimut (N)	Buzamiento	Dirección de Buzamiento
	E	N				
E-02	187608.2	8528014.3	79	281	43	11
			86	94	57	184
			0	180	80	270
			86	94	50	184
			48	312	33	42
			38	142	65	232
			19	199	55	289
			38	142	75	232

Fuente: Elaboracion propia.

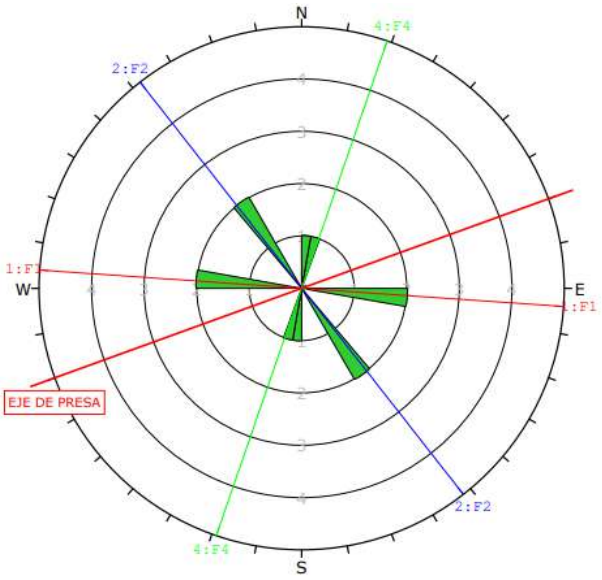
Al procesar los datos de la estación 2 nos muestra los diagramas de concentración de polos donde el plano representativo de línea roja tiene dirección de 94° con respecto al norte, buzamiento de 65° NE y el plano representativo de línea azul tiene una dirección de 142° con respecto al norte y con un buzamiento de 41° NE.

Figura 105. Diagrama de concentración de polos y planos de dirección de buzamiento – Estación 2



El diagrama de rosetas nos muestra a tres familias de diaclasas, 2 de ellas en la dirección del eje presa que sería NW- SE y la tercera con dirección NE - SW.

Figura 106. Diagrama de rosetas.



Plot Mode	Rosette
Plot Data	Apparent Strike
Face Normal Trend	0.0
Face Normal Plunge	90.0
Bin Size	10°
Outer Circle	5 planes per arc
Planes Plotted	6
Minimum Angle To Plot	45.0°
Maximum Angle To Plot	90.0°

Fuente: Elaboracion propia.

Desde el punto de vista de la geología estructural en la zona del dique de la Presa Muchillay, el sistema está siendo afectado por los dominios NE Cordillerano y del dominio intermedio para las andesitas del basamento, las principales medidas que se han podido tomar son relacionadas a la orientación de la estratificación (Dip, Dip Direction) y graficadas en función al rumbo y buzamiento. El basamento se evidencia en un cambio litológico evidente en donde las rocas volcánicas andesitas se presentan como roca masiva muy poco fracturada y no presentan planos de estratificación, no se evidencia estructuras de fallas y alteración muy somera y superficial. Las estaciones estructurales realizadas han permitido reconocer y medir para identificar dos a 3 familias principales de diaclasas, estas estructuras no presentan apertura por lo que el riesgo de infiltración de agua subterránea es muy bajo.

4.3.3 Geodinámica de la zona de embalse

4.3.3.1 Geodinámica interna

Según la Norma Técnica E30 y sus modificaciones (Ministerio de vivienda, 2016) Diseño sismo resistente del Reglamento Nacional de Edificaciones, el área de estudio se encuentra en la zona dos (color verde), por tanto, el factor de zona "Z" que corresponde a la zona de estudio es de 0.25g.

Figura 107. Ubicación de la zona de estudio en las zonas sísmicas del Perú



Fuente: RNE E.030 (Ministerio de vivienda, 2016) Diseño Sismo resistente

De acuerdo a la clasificación en la norma E30 se tiene los factores sísmicos.

Tabla 128. Factores sísmicos de suelo según RNE E.030

Suelo	S0	S1	S2	S3
Zona 4	0.8	1.05	1.05	1.1
Zona 3	0.8	1.15	1.15	1.2
Zona 2	0.8	1.2	1.2	1.4
Zona 1	0.8	1.6	1.6	2
Tp	0.3	0.4	0.6	1
Tl	3	2.5	2	1.6

Fuente: Elaboracion propia.

El tipo de perfil del suelo se determina según las propiedades del suelo en los 30 m superiores por debajo del nivel de la cimentación. Se tiene un factor de suelo: S=1.00 con un periodo minimo Tp = 0.4 s y un periodo máximo de Tl=2.5 s. en un suelo de tipo S1.

4.3.3.2 Geodinámica externa

Por geodinámica externa se define como todo tipo de dinámica producida por factores desencadenantes como la gravedad, agentes atmosféricos, sismos que los componentes condicionantes (rocas, suelo, glaciares) presentan movimiento ocasionando diferentes clasificaciones. De acuerdo a la clasificación en el boletín Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas en la zona de estudio se presenta los siguientes fenómenos.

Tipo	Subtipo
Caídas	Caída de roca (detritos o suelo)
Volcamiento	Volcamiento de roca (bloque)
	Volcamiento flexural de roca o del macizo rocoso
Deslizamiento de roca o suelo	Deslizamiento traslacional, deslizamiento en cuña
	Deslizamiento rotacional
Propagación lateral	Propagación lateral lenta
	Propagación lateral por licuación (rápida)
Flujo	Flujo de detritos
	Crecida de detritos
	Flujo de lodo
	Flujo de tierra
	Flujo de turba
	Avalancha de detritos
	Avalancha de rocas
	Deslizamiento por flujo o deslizamiento por licuación (de arena, limo, detritos, roca fracturada)
Reptación	Reptación de suelos
	Solifluxión, gelifluxión (en permafrost)

- **Caídas de roca (Fall)**

Este fenómeno se puede observar en las zonas escarpadas rocosas caídas de rocas depositándose en una superficie estable, el movimiento es rápido a muy rápido (Varnes,1996), no presenta una amenaza actual ni se observa cercanos al vaso de la presa.

Figura 108. Caída de rocas antiguas ubicadas hacia el fondo de la cuenca de la zona de estudio.



- **Volcamiento de roca (Toppling)**

Se genera por la rotación generalmente hacia adelante de uno o varios bloques de roca o suelo, alrededor de un punto o pivote de giro en su parte inferior.

Este movimiento ocurre por acción de la gravedad, por empujes de las unidades adyacentes o por la presión de fluidos en grietas (Varnes, 1978).

En la zona de estudio al igual que las caídas de roca se observa volcamientos en las partes más empinadas de las partes altas rocosas aproximadamente a 300 metros hasta los 500 metros desde el vaso de la presa, no presentan una amenaza actual ni se observa cercanos al vaso de la presa.

Figura 109. Volcamiento antiguo de rocas antiguas ubicadas hacia el fondo de la cuenca.



- **Deslizamiento de roca o suelo (slide)**

En general, estos movimientos suelen ser más superficiales que los rotacionales y el desplazamiento ocurre con frecuencia a lo largo de discontinuidades como fallas, diaclasas, planos de estratificación o planos de contacto entre la roca y el suelo residual o transportado que yace sobre ella (Cruden y Varnes, 1996).

En la zona de estudio no existe deslizamientos activos, sin embargo, en el flanco izquierdo se identificó un depósito pequeño de característica coluvial, en el cual al realizar movimientos de tierra o darle uso como cantera podría ocurrir pequeños deslizamientos controlables.

Figura 110. Deposito coluvial en el flanco izquierdo de la presa.



4.3.4 Geofísica en la zona de emplazamiento de la presa

Consistió en efectuar ensayos geofísicos de Refracción Sísmica y MASW en el eje propuesto de la presa. La prospección tuvo como finalidad identificar la caracterización del suelo y roca existentes en dicha zona, especialmente en el eje de la presa de la laguna Muchillay donde será emplazado el cuerpo del dique, así mismo estimar la profundidad de estas rocas con respecto a la superficie.

Se efectuó una línea de Refracción Sísmica (RS), un punto de Análisis Multicanal de Ondas de Superficiales (MASW) y una sección MASW 2D, para la ejecución de los trabajos se utilizó:

- Un (1) sismógrafo Dolang Geophysical Italia DBS280Btor de 24 canales.
- Un (1) computador portátil con software para conexión y procesamiento de datos.
- Dos (2) cables de conexión para geófonos de 12 canales
- Máxima extensión de línea: 60 m.
- 24 geófonos de 4.5 Hz para MASW
- Cable poder de 12v.
- Cable interface sismógrafo a computador portátil.
- Una placa de acero de 20 cm de diámetro.
- Una comba de 10 kilos.

Figura 111. Sismógrafo Dolang



Durante la adquisición de datos, las mediciones se efectuaron con espaciamiento entre geófonos de 3m con un total de 24 geófonos, alcanzando una distancia total de 69 m.

Los ensayos han permitido obtener e interpretar cuantitativamente las propiedades del terreno del subsuelo existentes mediante el análisis de las variaciones en las velocidades de propagación de las ondas sísmicas correspondientes a las velocidades de transmisión en un medio sólido.

4.3.4.1 Ubicación de la línea de RS Y punto MASW.

Tabla 129. Punto MASW

COORDENADAS UTM WGS 84 - Zona 19s			
Punto	Este (m)	Norte (m)	Prof (m)
MW-01	187604.529	8528005.47	30

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 130. Línea Sísmica

Línea Sísmica	Longitud (m)	Coordenada inicial (*)		Coordenada final (*)		Dirección
		Este	Norte	Este	Norte	
LS-01	69	187581.47	8527979.7	187627.58	8528031.2	N 50°

Fuente: Elaboracion propia.

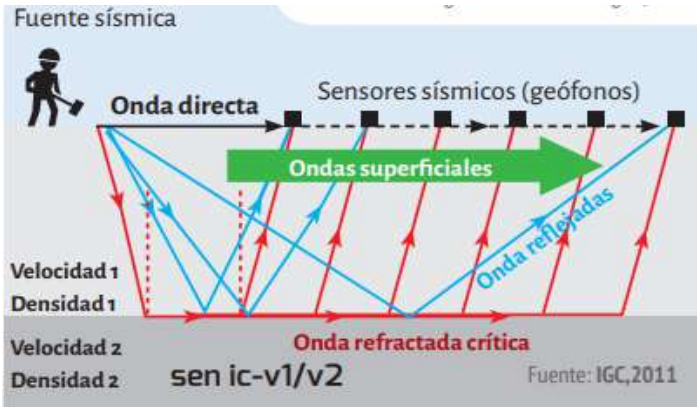
4.3.4.2 Refracción Sísmica

Los estudios de la Refracción Sísmica se basan en la propagación de ondas sísmicas, P originadas mediante súbitas deformaciones del terreno en la superficie (disparos de escopeta y/o iterativos golpes de una comba sobre una

placa metálica), este fenómeno de deformación de la corteza genera frentes de onda que viajan por el subsuelo.

La onda o fase sísmica P llega a los geófonos pasado un tiempo "ti" comúnmente llamados tiempo de arribo, el cual depende principalmente de la distancia "di" comprendida entre el punto de disparo y su recorrido por el subsuelo hasta llegar al geófono. Sin embargo, este tiempo se ve afectado por las propiedades de elasticidad y densidad del medio por el cual viaja.
Una vez definidos los objetivos de la exploración sísmica y determinado el lugar de levantamiento, en cada línea sísmica se fijan los intervalos de espaciamiento fuente – geófonos (según arreglo de campo), con la finalidad de obtener la mayor precisión en los tiempos de arribo en cada geófono a partir de la señal sísmica y lograr la profundidad requerida en los objetivos.

Figura 112. Esquema conceptual de adquisición de datos sísmicos



4.3.4.3 MASW (Multichannel Analysis Surface Wave)

Los ensayos de medición de ondas superficiales en arreglos multicanales (MASW) consiste en generar ondas vibratorias en la superficie de terreno y registrar a distancias variables el arribo de las ondas de corte (Ondas S), con las cuales se determinan los cambios de velocidades al largo de los contactos.

El ensayo MASW o Análisis de Ondas Superficiales en Arreglo Multicanal es un método que consiste en la interpretación de las ondas superficiales (Ondas Rayleigh) de un registro en arreglo multicanal, generadas por una fuente de energía impulsiva en puntos localizados a distancias predeterminadas a lo largo de un eje sobre la superficie del terreno, obteniéndose el perfil de velocidades

de ondas de corte (Vs) para el punto central de dicha línea. El método MASW, permite obtener perfiles de ondas S hasta profundidades promedio de 25 m a 30 m.

Figura 113. Esquema representativo del método de MASW 1D y MASW 2D



Fuente: Seisimager, Manual 2009

4.3.4.4 MASW 1D y MASW 2D

Estos ensayos se refieren a sondajes unidimensionales 1D y bidimensionales 2D dando resultados a mayor detalle y resolución de la estratigrafía del suelo a lo largo del tendido sísmico, en el caso de encontrar suelos con manto rocoso superficial (<30metros), también permite conocer el relieve de la roca en forma precisa, y en el caso de suelos sedimentarios da a conocer las profundidades de las diferentes unidades geotécnicas que sirven para definir niveles o sellos de fundación de estructuras proyectadas. Además, en caso de investigar roca, se puede realizar un estudio más detallado de las propiedades geotécnicas de ella, vale decir que se puede conocer la velocidad de onda compresional (Vp) y de corte (Vs) destinados a inferir, por ejemplo, el módulo de Poisson, el módulo de rigidez y el módulo de corte.

4.3.4.5 Criterios de Análisis

Las propiedades dinámicas (velocidad de corte Vs, velocidad de compresión Vp, módulo de corte, coeficiente de Poisson y módulo de Young) del material se han calculado en base a los valores de Vs y Vp usando las ecuaciones que se muestran a continuación.

Densidad (gr/cm^3) En suelo

$$\rho = 1.516 * 10^{-2} * \sqrt{V_p} + 1.597 \qquad \rho = 1.516 * 10^{-2} * \sqrt{V_p} + 1.3$$

Onda de corte normalizada

$$V_{s1} = \left(\frac{pa}{\sigma'_{vo}}\right)^{0,25} . Vs$$

Coeficiente de poisson

$$v = \frac{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}{2\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}$$

Módulo de corte dinámico

$$G_d = \rho * V_s^2$$

Módulo de Young dinámico

$$E_d = 2G_d * (1 + v)$$

Módulo de compresibilidad dinámico

$$K_d = \frac{E_d}{3(1 - 2v)}$$

Módulo de Young estático

$$E_e = 0.97 * \left(\frac{E_d}{1300000}\right)^{0.141} * E_d$$

Dónde:

ρ = Densidad del suelo o roca

Vs = Velocidad de ondas de corte

Vp =velocidad de las ondas de compresión

v = Relación de poisson

Pa = Presión atmosférica

Gd = Modulo de corte dinámico

σ' = Esfuerzo vertical efectivo

Vs1 = Velocidad de ondas de corte normalizada

Los criterios de análisis establecidos para la interpretación del presente estudio fueron determinados según la experiencia de estudios efectuados por diversos autores y a los estándares nacionales de la ingeniería geotécnica. En las Tablas siguientes se presentan las correlaciones de velocidad de ondas P y S

asociados a depósitos de suelos y roca desarrollados por diversos autores e instituciones.

Tabla 131. Correlaciones de velocidades de onda P, Martínez Vargas

Velocidad de onda P	Descripción
Vp (m/s)	
245-610	Arena suelta sobre manto freático
< 300	Suelo blando
45 - 1220	Arena suelta bajo el manto freático
300 – 1000	Arenas y gravas
455 – 1065	Arena suelta mezclada con grava
1000 – 2000	Rocas blandas, grava y arena
455 – 915	Grava suelta, húmeda
2000 – 4000	Roca compacta
> 4000	Roca muy compacta

Fuente: Martínez Vargas A (1990).

Tabla 132. Correlaciones de velocidades de onda P, ASTM D5777

Descripción	Vp (m/s)
Suelo intemperizado	204 - 610
Grava o arena seca	460 - 915
Arena saturada	1220 - 1830
Arcilla saturada	910 a 2750
Agua	1430 a 1665
Agua de mar	1460 a 1525
Arenisca	1830 a 3960
Esquisto, arcillas esquistosas	2750 a 4270
Tiza	1830 a 3960
Caliza	2134 a 6100
Granito	4575 a 5800
Roca metamórfica	3050 - 700

Fuente: ASTM D5777 (1995)

Se ha calculado la velocidad promedio de ondas de corte Vs30 de acuerdo con el International Building Code (IBC, 2012) y a la Norma E-030, con el propósito de caracterizar sísmicamente el tipo de suelo en función de los perfiles unidimensionales de ondas de corte y sus correspondientes velocidades promedio hasta los 30 m de profundidad (Vs30). De acuerdo con el código IBC 2012, se clasifica los suelos en 6 clases, tal como se presenta en la Tabla 132, esta clasificación ha sido definida en función a la velocidad de ondas de corte

promedio de un estrato de 30 m de profundidad que se calcula de acuerdo con la siguiente relación:

$$V_{s30}=\frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{v_{si}}}$$

d_i: Espesor de cada capa entre 0.0 m y 30.0 m

V_{si}: Velocidad de ondas de corte de cada capa (m/s)

Tabla 133. Clasificación del Sitio

Tipo de Suelo	Nombre del Suelo	Propiedades promedio en los 30 primeros metros		
		Velocidad de onda de corte, V_S 30 (m/s)	Resistencia a la penetración estándar, N	Resistencia al corte no drenado Su (psf)
A	Roca muy dura	Vs > 1,500	N/A	N/A
B	Roca	760 < Vs < 1500	N/A	N/A
C	Suelo muy denso o roca blanda	360 < Vs < 760	N > 50	Su ≥ 2,000
D	Suelo rígido	180 < Vs < 360	15 ≤ N ≤ 50	1,000 ≤ Su ≤ 2,000
E	Suelo blando	Vs < 180	N < 15	Su ≤ 1,000

Fuente IBC, 2012

Según la Norma E-030, Norma Técnica E-030 “Diseño sismorresistente”, clasifica los suelos según 5 tipos, como puede verse en la tabla 134 de la Norma:

Tabla 134. Parámetros de suelo según la norma E30 2009

Tipo de suelo	Velocidad de ondas de corte Vs30 (m/s) *	N1(60) SPT	Resistencia al corte en condición no drenada Su
S0, Roca dura	Vs > 1500	-	-
S1, Roca o suelo muy rígido	500 < Vs < 1500	>50	> 100 kPa
S2, Suelos intermedios	180 < Vs < 500	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S3, suelos blandos	Vs < 180	<15	25 kPa a 50 kPa
S4, Condiciones excepcionales	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: E030 2018

Vs30 (m/s) *: Velocidad de ondas de corte en los 30 m más superficiales

N1*: Número de golpes corregidos en el ensayo SPT

4.3.4.6 Normas Técnicas

Las normas y códigos de aplicación en el presente estudio son las siguientes:

- E030: Norma sismoresistente peruana 2018
- ASTM D 5777-95: Ensayo de refracción sísmica
- International Building Code (IBC, 2012)

4.3.4.7 Parámetros de Adquisición

Para la toma de datos de la línea de Refracción Sísmica se considera los siguientes parámetros:

Tabla 135. Parámetros de adquisición de LS

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
Mediciones	*t*, Tiempo de Arribo de P
Arreglo de geófonos	24 unidades de 14 Hz
Intervalo entre geófonos	3 m
Filtros	No se utilizó
Intervalo de muestreo	0.250 milisegundos
Fuente de Tiro	Percutor sísmico.
	Comba de 10 kilos
Formato de Grabación	archivos *.seg.

Para la toma de datos del punto MASW se considera los siguientes parámetros:

Tabla 136. Parámetros de adquisición de MASW

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
Mediciones	*t*, Tiempo de Arribo de P
Arreglo de geófonos	24 unidades de 4.5 Hz
Intervalo entre geófonos	3 m
Filtros	No se utilizó
Intervalo de muestreo	0.250 milisegundos
Fuente de Tiro	Percutor sísmico.
	Comba de 10 kilos
Formato de Grabación	archivos *.seg.

4.3.4.8 Ensayo de Refracción Sísmica

Se efectuó en total una (1) línea de Refracción sísmica en el eje propuesto de la presa. Para registrar las ondas compresionales “Vp” se realizó un arreglo lineal de geófonos verticales de 14 Hz de frecuencia, la fuente impulsiva que genero la señal, se aplicó en 5 puntos de la línea sísmica.

Tabla 137. Coordenadas de la LS.

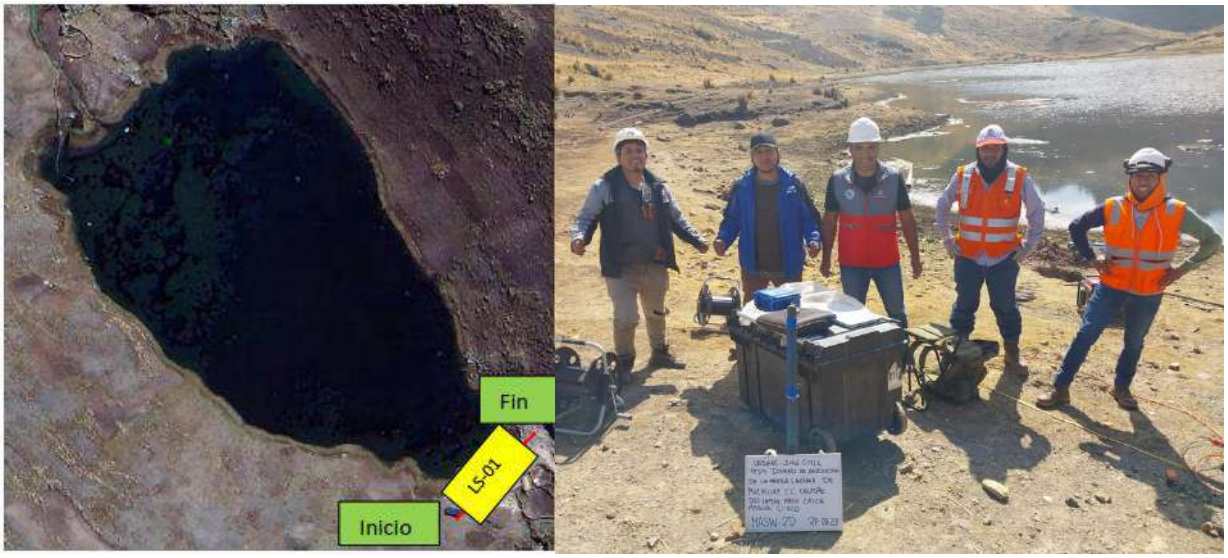
Área	Línea de Refracción Sísmica	Longitud (m)	Coordenada inicial (*)		Coordenada final (*)		Dirección
			Este	Norte	Este	Norte	
Eje de	LS-01	69	187581.4	8527979.71	187627.5	8528031.2	N 50°

Fuente: Elaboracion propia.

Abreviaturas:

(*): Elipsoide de referencia WGS84, zona 1 19S.

Figura 114. Ejecución del ensayo de RS



4.3.4.9 Ensayo de MASW

Para el presente estudio, se efectuó en total un (1) ensayo MASW 1D y 2D, distribuidos en la zona crítica de la zona de estudio.

Para registrar las señales de las ondas de corte “Vs” se ha realizado un arreglo lineal de geófonos de 4.5 Hz unidos al sismógrafo DBS280B el cual se encarga de registrar las señales sísmicas con un intervalo de muestreo de 0.25 s, convirtiéndolas de analógicas a digitales, se han tomado 3 a 4 lecturas en cada tendido con el fin de mejoras los registros, los disparos se han realizado en los extremos de la línea, el espaciamiento entre sensores fue de 3.0 m, los parámetros de adquisición se muestran en la tabla 138.

Tabla 138. Coordenadas del punto MASW

COORDENADAS UTM WGS 84 - Zona 19s			
Punto	Este	Norte	Longitud
MW-01	187604.529	8528005.47	69

Fuente: Elaboracion propia.

Figura 115. Ejecución del ensayo de MASW



4.3.4.10 ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS

Análisis de registros y calificación de datos

El análisis de cada registro se aplica en todos los métodos sísmicos (Refracción Sísmica y MASW), inicialmente en campo y posterior en gabinete; y generalmente es antes de iniciar el procesamiento. En este proceso se verifica y analiza cada una de las señales obtenidas en campo, calificando cada uno de los registros y sus repeticiones a fin de obtener el registro de mejor calidad para la identificación de fases (P y S) y tiempos de arribo de cada geófono. Esta calificación de datos consiste en verificar digitalmente la información obtenida en campo, con el fin de discriminar aquellas que muestren baja calidad.

El primer paso para interpretar un ensayo de Refracción Sísmica y MASW es revisar la data obtenida en campo:

- Referencias Geológicas evidenciadas durante el levantamiento del ensayo de acuerdo con la planificación de las líneas de campo.
- Observaciones de campo debido a las interferencias externas.

Posteriormente, luego de haber analizado esta información, se precede a la ubicación de cada perfil en un mapa de sistema de información geográfico (SIG).

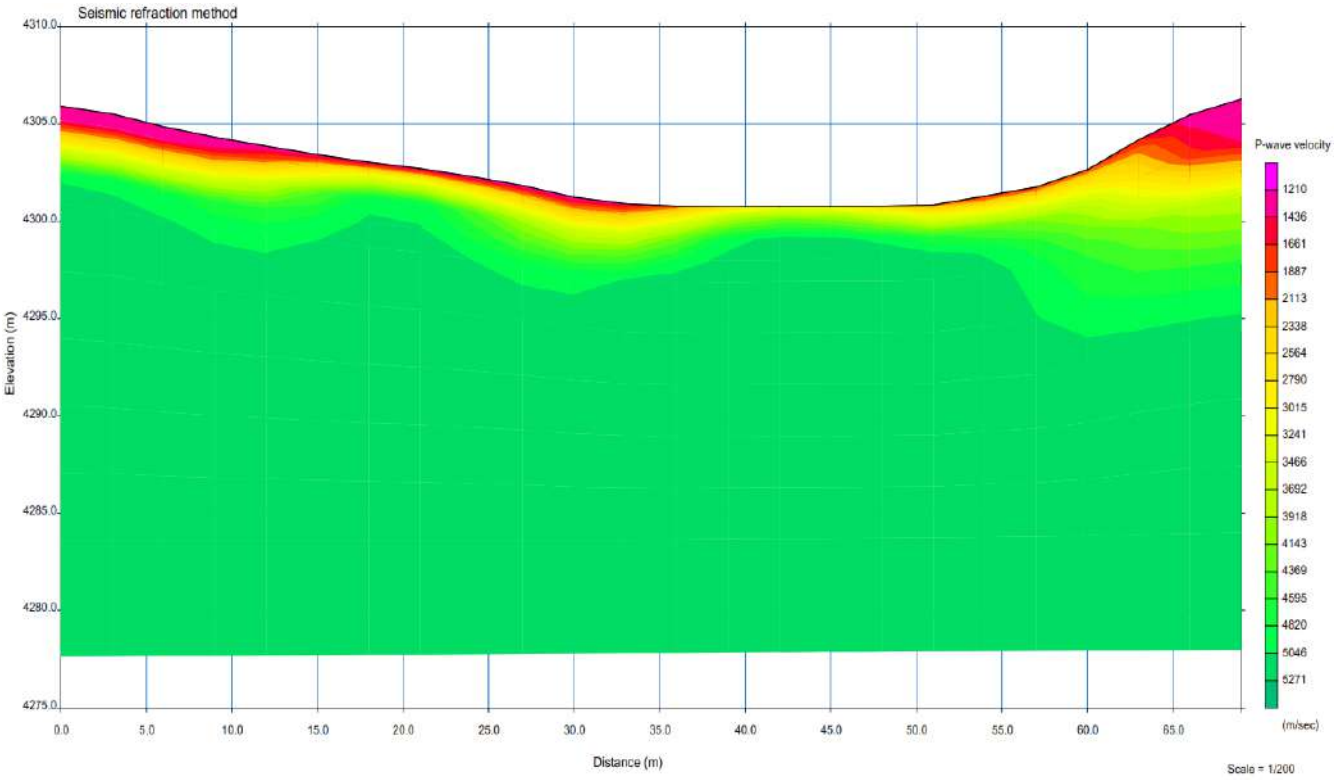
4.3.4.10.1 Procesamiento de Datos de Refracción Sísmica

Para el caso de RS, se determina la velocidad de fase Vp en función al tiempo de arribo de cada sensor, son procesadas mediante el software Seisimager y sus componentes pickwin y plotrefra.

Para el método de refracción sísmica se definen los tiempos de arribo (to) para cada geófono y cada disparo realizado en la línea de planteada en campo y con esta información se obtiene las Curvas Democrónicas para definir un agrupamiento de pendientes y obtener un vector representativo y calcular la velocidad del estrato (Vp), este proceso es iterativo para cada sección realizada en el proyecto.

Una vez definida la sección interpretada, se hace un análisis cualitativo, correlacionando con información obtenida de observaciones de campo, calicatas, perforaciones y artículos de geología regional o local, este análisis cualitativo tiene la finalidad de proporcionar un mejor alcance y nomenclatura de cada estrato definido.

Figura 116. Sección Sísmica LS-01



Fuente: Elaboracion propia.

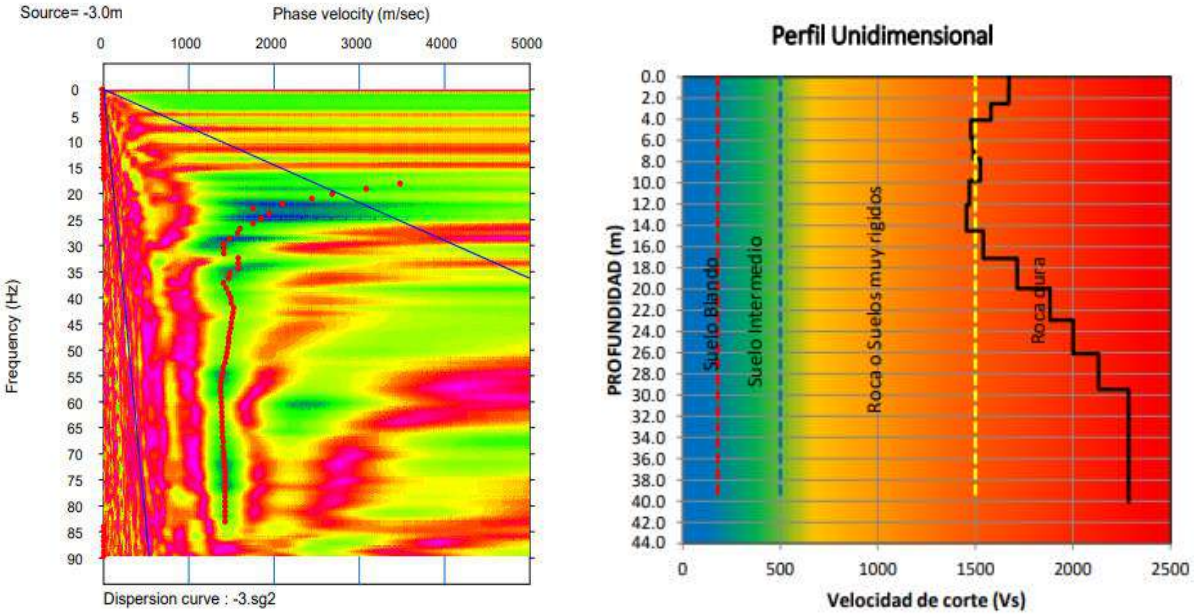
4.3.4.10.2 Procesamiento de Datos MASW

Para el caso de MASW, se determina la velocidad de fase Vs en función de la frecuencia de respuesta y la dispersión de cada sensor, mediante el software Seisimager y sus componentes Surface wave análisis, waveEq y luego ser analizadas en una hoja de cálculo la variación de velocidades.

El procesamiento consiste en obtener las señales de las ondas de corte en un sistema que muestre el espaciamiento de los geófonos (m) y el tiempo de adquisición (ms), a partir de este registro se procede a obtener la curva de dispersión que está en un sistema de frecuencia (Hz) y velocidad de fase

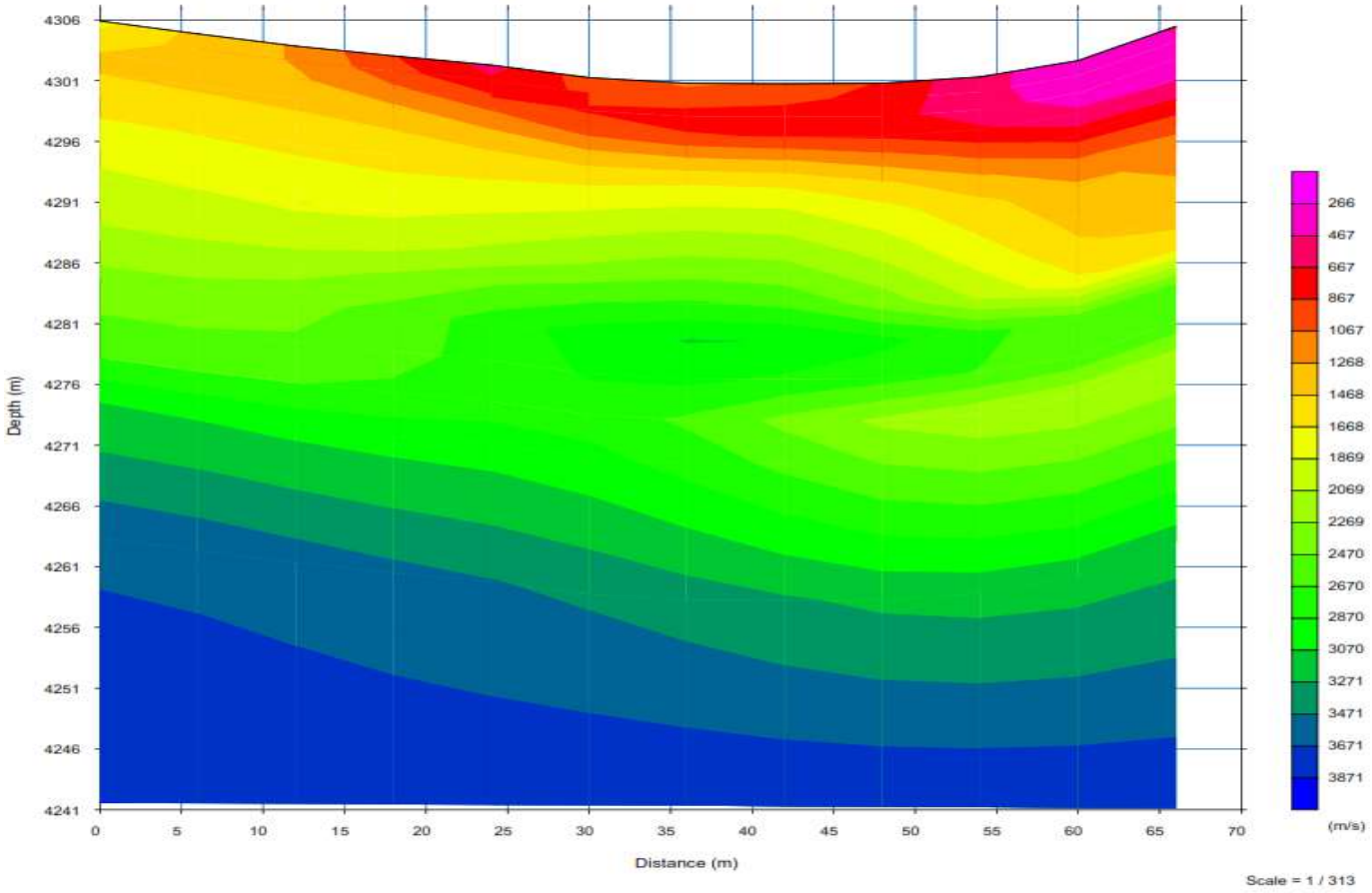
(m/s). En la curva de dispersión se selecciona el modo fundamental del suelo que se ve representado por un color intenso, el cual denota una mayor energía. Mediante un proceso de inversión de ondas e iteraciones se obtiene el perfil dimensional del suelo que tiene un sistema de profundidad (m) y velocidad de ondas de corte Vs en (m/s).

Figura 117. Curva de dispersión e inversión del modelo de velocidad 1D de corte obtenidos.



Fuente: Elaboracion propia.

Figura 118. Modelo de velocidad ondas “s” de corte obtenidos a partir de MASW 2D.



Fuente: Elaboracion propia.

4.3.4.11 Interpretación de resultados

De acuerdo con las características del material que conforma el sector estudiado podemos definir el rango de velocidades de ondas compresionales (Vp) a partir del ensayo de refracción sísmica.

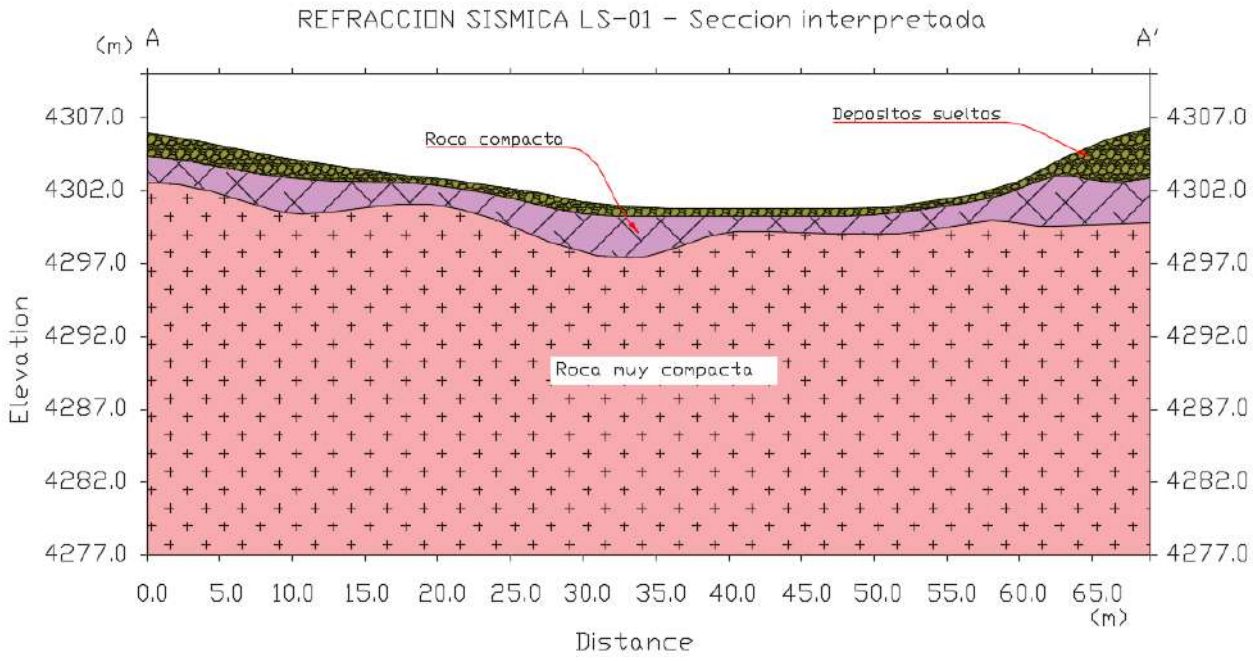
Tomando en cuenta la información geológica recopilada, el rango de valores descritos anteriormente (Vp) se correlaciono y describió los perfiles obtenidos según la figura 119.

Figura 119. Sección obtenida por refracción sísmica (Vp).



Fuente: Elaboracion propia.

Figura 120. Sección sísmica interpretada a partir de ondas P obtenidos.



Fuente: Elaboracion propia.

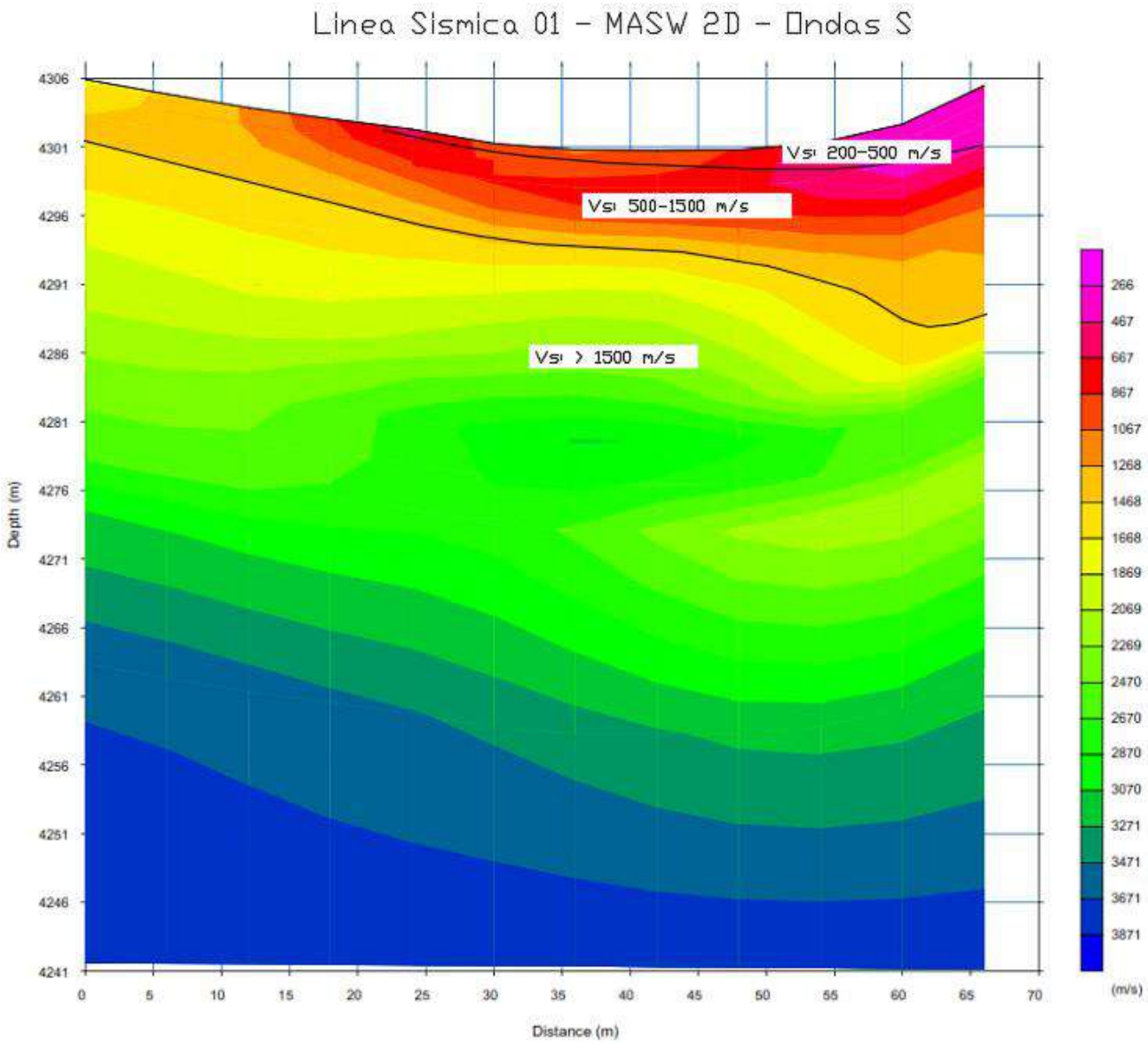
En el perfil sísmico LS- 01, se determinaron 3 estratos o materiales, el primer estrato presenta velocidades Vp de 1000 a 2000 m/s, el cual corresponde a depósitos sueltos con suelo intemperizado, gravas y arenas como suelos residuales originados por dinámicas glaciares, el segundo estrato presenta velocidades Vp de 2000 a 4000 m/s, a partir de una profundidad de 1 m en la parte central hasta unos 10 m con un espesor aproximado de 6 metros en la parte central de la sección está compuesta por un basamento rocoso compacto, el tercer nivel presenta velocidades Vp mayores a 4000 m/s, que componen el basamento rocoso muy compacto de rocas volcánicas. Ver resumen en la tabla 15.

Tabla 139. Resultados del ensayo de RS (según ASTM)

Línea	Estrato	Potencia (m)	Velocidad Vp (m/s)	Tipo de suelo	Descripción
LS-01	1	0.5 – 4.0	1000-2000	SUELO	Gravas, arenas y bloques de roca
LS-01	2	2.5 – 10.0	2000-4000	ROCA	Rocas volcánicas compactas
LS-03	3	--	>4000	ROCA	Rocas volcánicas muy compactas

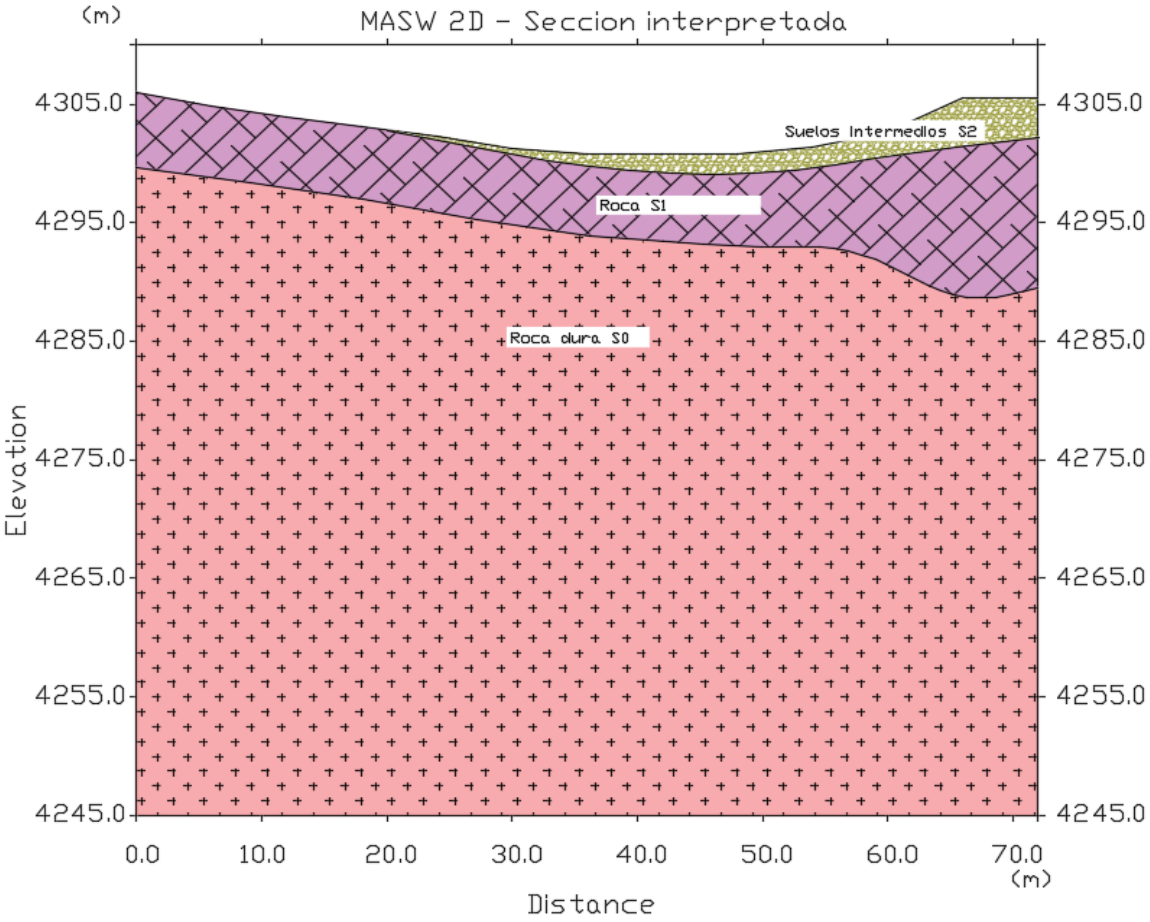
Del ensayo MASW 2D podemos definir el rango de velocidades de ondas superficiales (Vs) obtenidos a lo largo de la línea sismica. Tomando en cuenta la información geológica recopilada y la interpretación de los datos según la norma técnica peruana NTP E-30, se puede describir los perfiles obtenidos:

Figura 121. Modelo de inversión del modelo de velocidad de ondas S.



Fuente: Elaboracion propia.

Figura 122. Sección sísmica MASW2D interpretada a partir de ondas S obtenidos.



Fuente: Elaboracion propia.

En el perfil sísmico MASW 01, se determinó que el primer estrato presenta velocidades Vs de 200 a 500 m/s, con un espesor de aproximadamente de 2 m en el flanco derecho de la sección, el cual corresponde a un material de suelos intermedios S2 siendo suelos de gravas, arenas no consolidadas o depósitos cuaternarios, el segundo estrato presenta velocidades Vs de 500 a 1500 m/s, con un espesor de aproximadamente 5 m, el cual corresponde a material de roca S1 siendo en este caso rocas blandas fracturadas , el tercer estrato o material presenta velocidades de 1500 a 4000 m/s, en la sección los datos se registró hasta una profundidad aproximada de 60 metros.

Tabla 140. Resultados del ensayo de MASW (según NTP E30)

Ensayo	Estrato	Potencia (m)	Velocidad Vs30 (m/s)	Tiempo (s)	Tipo de suelo	Descripción
MW-01	1	5	200 - 500		S2	Gravas y arenas (cuaternario)
MW-01	2	5-10	500-1500		S1	Roca
MW-01	3	>50	> 1500		S0	Roca dura

Fuente: NTP E30

Tabla 141. Módulos de deformación del terreno, ensayo MASW 01 & RS 01

Profundidad (m)	Velocidad Tipo S	Velocidad Tipo P	Densidad	Módulo de Poisson	Módulo de Rigidez	Módulo de Young	Módulo de Bulk
	Vs prom (m/s)	Vp (m/s)	ρ (kg/m3)	σ (Adimensional)	G (MPa)	E (Mpa)	K (Mpa)
0	1670.08	3148.06	2.45	0.3	683.35	1782.39	1516.89
1.18	1671.36	3145.2	2.45	0.3	684.39	1783.87	1511.08
2.54	1670.08	3135.05	2.45	0.3	683.35	1779.28	1496.86
4.08	1579.31	3043.03	2.43	0.32	606.1	1594.85	1442.06
5.8	1477.44	2929.96	2.42	0.33	528.24	1404.62	1373.16
7.71	1488.7	2942.46	2.42	0.33	536.33	1424.47	1380.15
9.79	1525.28	2995.95	2.43	0.33	565.33	1498.2	1427.32
12.06	1469.38	2921.01	2.42	0.33	522.5	1390.48	1368.15
14.51	1454.43	2904.42	2.41	0.33	509.8	1358.78	1353.26
17.13	1540.75	3000.23	2.43	0.32	576.86	1523.95	1418.19
19.95	1713.51	3191.99	2.45	0.3	719.35	1866.83	1537.12
22.94	1882.99	3380.11	2.48	0.28	879.32	2242.28	1661.01
26.11	2001.32	3511.46	2.5	0.26	1001.32	2522.22	1747.49
29.46	2131.88	3688.15	2.52	0.25	1145.32	2861.25	1900.73
40.07	2285.64	3954.16	2.55	0.25	1332.16	3328.02	2210.81

Fuente: Elaboracion propia.

Finalmente, de los ensayos realizados se puede inferir que el basamento rocoso es superficial en el suelo donde se emplazara la cortina de la presa, con profundidades que varían de 0.5 metros hasta una máxima de 2.0 metros.

Se recomienda correlacionar los resultados aquí mostrados con ensayos directos (calicatas o perforaciones) para establecer una comparación directa de los materiales y espesores que se encuentran en los estratos investigados, debido a que el método presenta limitantes en detectar con exactitud las interfaces entre estratos de espesores delgados.

4.3.5 Geotecnia de la zona del embalse y obras conexas

La geotecnia aplicada a estudios para represas nos permite conocer el comportamiento de los componentes que influyen en la construcción de la

presa, las características físicas y mecánicas del suelo y materiales para la construcción.

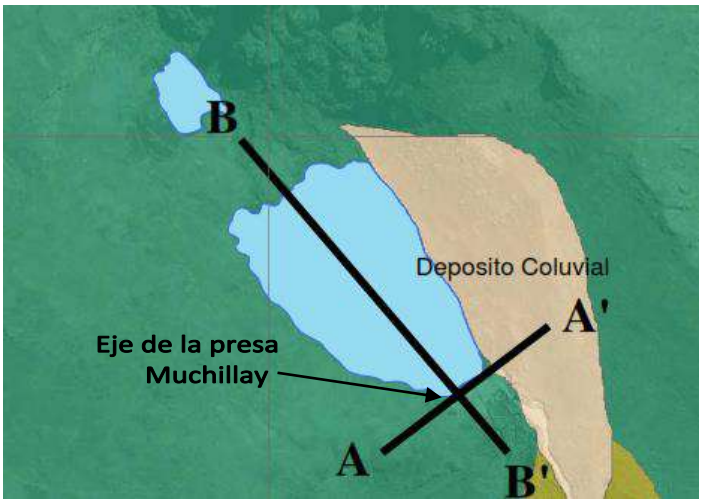
La investigación geotécnica de campo de la presa Muchillay comprende el desarrollo de calicatas, perforación y ensayos in-situ; así como un muestreo representativo de los materiales de cimentación y los correspondientes ensayos de laboratorio.

4.3.5.1 Características geotécnicas del eje de la presa

Figura 123. Exploración a la zona donde se emplazará la cortina de la represa

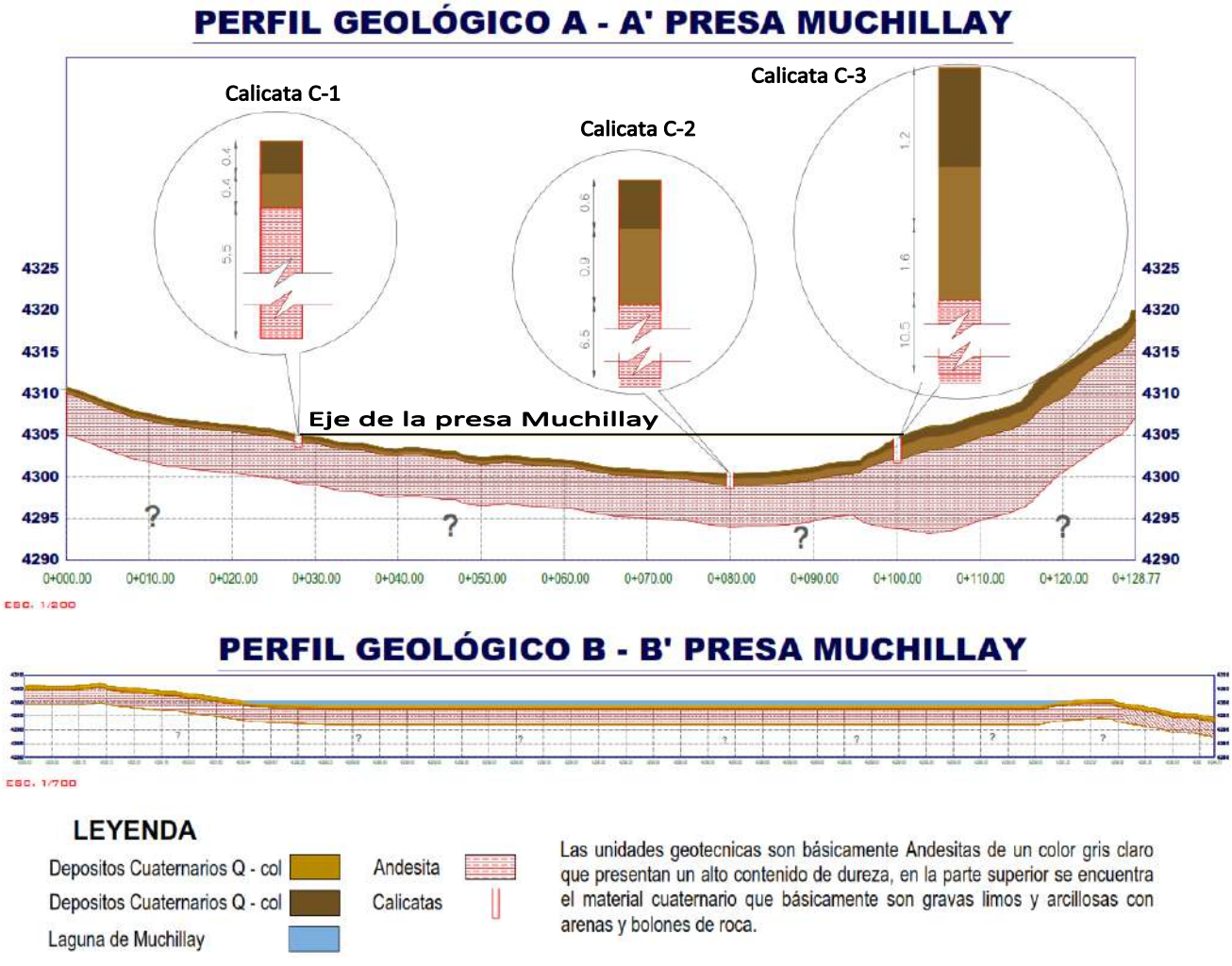


Figura 124. Ubicación de calicatas en el eje de la presa



Fuente: Elaboracion propia.

Figura 125. Perfil geológico del eje de la presa



Fuente: Elaboracion propia.

- **Calicata C-1**

Presenta superficialmente un nivel de gravas limosas con arenas, material de coloración pardusca y presencia de raíces (GM) y subyace a este un suelo de gravas arcillosas (GC) con clastos angulosos de rocas volcánicas alteradas, color pardo claro, compacidad media, TMN 1, se alcanzó una profundidad de 0.8 metros; a partir de esta profundidad se observó la presencia de un basamento rocoso.

Tabla 142. Estratigrafía de la calicata C-01

PERFIL ESTRATIGRÁFICO CALICATA C-1

CALICATA: C-1	PROF. (m): 0.00-0.80	NIVEL FREATICO: NP		
COORDENADAS: N: 8527984.25	E: 187585.696	Z: 4305	ZONA: 19 S	FECHA: May 2023

PROF.	ESPESOR	SIMBOLOGÍA	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
0.20 – 0.40	0.40	GM	Grava limosa, cobertura organica	• Gravas limosa con arenas y contenido organico, color pardo oscuro, clastos angulosos, compacidad media, presencia de raices y bolones de rocas.
0.60 – 0.80	0.40	GC	Grava arcillosa con arena	• Gravas arcillosa con arena, color pardo claro, clastos angulosos, compacidad media, TMN 1', Gravas: 45.75 %, arenas: 35.05%, finos: 19.20%
1.00 – 1.20 – 1.40				**BASAMENTO ROCOSO** *FIN DE LA EXCAVACION DE LA CALICATA*



Fuente: Elaboración propia, según la identificación de los estratos en campo.

- **Calicata C-2**

Superficialmente compuesta de gravas limosas con arenas con coloración pardusca con presencia de raíces, y subyace a este un suelo de grava arcillosa con arena (GC) con clastos angulosos de rocas volcánicas, color pardo claro, TMN de 1", se alcanzó la profundidad de 1.50 metros, a partir de esta profundidad se observó la presencia de un basamento rocoso.

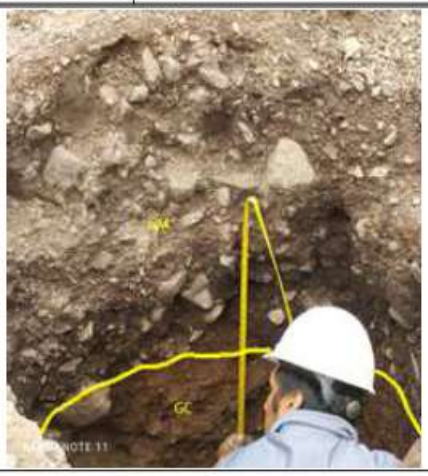
Tabla 143. Estratigrafía de la calicata C-02

PERFIL ESTRATIGRÁFICO CALICATA C-2

CALICATA: C-1	PROF. (m): 0.00-1.50	NIVEL FREATICO: NP	
COORDENADAS: N: 8528012.112	E: 187611.557	Z: 4300.55 ZONA: 19 S	FECHA: May 2023

PROF.	ESPESOR	SIMBOLOGÍA	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
0.20 – 0.40 – 0.60	0.60	GM	Grava limosa, cobertura organica	• Gravas limosa con arenas y contenido organico, color pardo oscuro, clastos angulosos, compacidad media, presencia de raices y bolones de rocas.
0.80 – 1.00 – 1.20 – 1.40	0.90	GC	Grava arcillosa con arena	• Gravas arcillosa con arena, color pardo claro, clastos angulosos, compacidad media, TMN 1', Gravas: 52.38 %, arenas: 28.48%, finos: 19.14%
1.60 – 1.80 – 2.00				**BASAMENTO ROCOSO** *FIN DE LA EXCAVACION DE LA CALICATA*





Fuente: Elaboracion propia.

- **Calicata C-3**

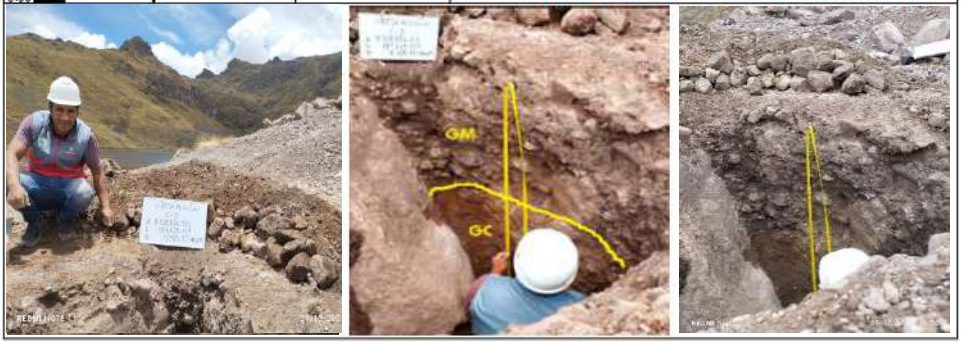
Presenta superficialmente un nivel gravas limosas con arenas (GM) y presencia de bloques de rocas y presencia de raíces, y subyace a este un suelo de grava arcillosa (GC) con poca presencia de clastos angulosos de rocas volcánicas alteradas, color pardo claro, TMN de 1', se alcanzó una profundidad de 2.80 m, a partir de esta profundidad se observó la presencia de un basamento rocoso.

Tabla 144. Estratigrafía de la calicata C-03

PERFIL ESTRATIGRÁFICO CALICATA C-3

CALICATA: C-1	PROF. (m): 0.00-2.80	NIVEL FREATICO: NP	
COORDENADAS: N: 8528026.751	E: 187625.147	Z: 4305.2	ZONA: 19 S	FECHA: May 2023

PROF.	ESPESOR	SIMBOLOGÍA	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
0.20 / 0.40 / 0.60 / 0.80 / 1.00 / 1.20	1.20	GM	Grava limosa, cobertura organica	• Gravas limosa con arenas y contenido organico, color pardo oscuro, clastos angulosos, compacidad media, presencia de raices y bolones de rocas.
1.40 / 1.60 / 1.80 / 2.00 / 2.20 / 2.40 / 2.60 / 2.80	1.60	GC	Grava arcillosa con arena	• Gravas arcillosa con arena, color pardo claro, clastos angulosos, compacidad media, TMN 1', Gravas: 40.02 %, arenas: 15.57%, finos: 44.41%
3.00				**BASAMENTO ROCOSO** *FIN DE LA EXCAVACION DE LA CALICATA*



Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 145. Resumen de ensayos básicos de laboratorio

Calicata	Muestra	Granulometría (%)			Límites (%)			
		Grava	Arena	Finos	L.P.	L.L.	I.P.	SUCS
c-1	E-02	45.75	35.05	19.205	25.38	13.70	11.67	GC
c-2	E-02	52.38	28.48	19.14	13.27	25.24	11.97	GC
c-3	E-02	40.02	15.57	44.41	21.86	10.80	11.06	GC

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 146. Valores de humedad (%)

Calicata	Estrato	Humedad (%)
C-1	E-03	10.48
C-2	E-03	10.19
C-3	E-03	12.04

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 147. Registro de campo de calicatas del dique de la presa

Calicata	Profundidad (m)	Nivel Freático (m)	Estratos
C-01	0.8	NP	GM-GC
c-02	1.50	NP	GM-GC
C-03	2.80	NP	GM-GC

Fuente: Elaboracion propia.

Figura 126. Ensayos de laboratorio



Ensayos de corte directo

El ensayo de corte directo tiene como objetivo determinar la resistencia al esfuerzo cortante, que consiste en introducir la muestra en el equipo, aplicando una tensión normal determinada, consolidando la muestra bajo tensión normal y desplazando un marco horizontalmente con relación al otro, a una razón de

deformación de corte constante y midiendo la fuerza de corte y desplazamiento horizontal a medida que la muestra es cortada.

Figura 127. Ensayo de corte directo



De acuerdo a los puntos de exploración se realizó el ensayo de corte directo NTP 339.171 (ASTM D3080) para determinar el ángulo de fricción y la cohesión, asimismo se realizó ensayos de densidad natural de campo mediante el ensayo de cono de arena NTP 339.143 ASTM D1556-07, este ensayo tiene aplicación en suelos granulares siempre en cuando el Tamaño Máximo de las partículas sea 10 veces menor del diámetro o tamaño de la caja del espécimen a ensayarse, para cumplir con las especificaciones se realizó con material pasante la malla N°4 (4.76 mm) ya que el equipo de corte posee una caja de 60 mm x 60 mm.

El ensayo se remoldeo en base a la densidad natural obtenida con el ensayo de cono de arena en campo, del ensayo de granulometría se tiene un tamaño máximo de partículas de 2’ y el corte directo se realizó con material pasante el tamiz N°4 que corresponde a la matriz, para justificar el sobre tamaño de las gravas se tiene que realizar la corrección de densidad de las gravas basándonos en la Prueba ASTM D4718 – 15 (Corrección por sobredimensionamiento de partículas); para esta corrección es necesario saber la gravedad especifica de gravas y el porcentaje retenido a partir del tamiz N°4.

Se tiene la siguiente igualdad de corrección para unidades de kN/m3:

$$\gamma_{DT} = \frac{100 \times \gamma_{DF} \times G_M \times \gamma_\omega}{\gamma_{DF} \times P_C + G_M \times \gamma_\omega \times P_F}$$

Donde:

γ_{DT} : Peso unitario seco corregido del material total (Fracción combinadas más finas y de mayor tamaño).

G_M : Densidad relativa (gravedad especifica) (secado en horno) según lo determinado por el método de prueba C127

γ_{DF} : Peso unitario seco de la fracción más fina

γ_ω : Peso unitario del agua (9.802 Kn/m^3)

Despejando el peso unitario seco (γ_{DF}) de la fracción pasante el tamiz N-4 se tiene la siguiente igualdad:

$$\gamma_{DF} = \frac{G_M \times \gamma_\omega \times P_F \times \gamma_{DT}}{100 \times G_M \times \gamma_\omega - P_C \times \gamma_{DT}}$$

Tabla 148. Corrección por sobredimensionamiento de partículas - cimentación

DATOS	Símbolo	g/cm3	kN/m3
% Pasante M-4	Pf	59.64%	
% Retiene M-4	Pc	40.35%	
Gravedad especifica gravas	Gm	2.61	25.60
Peso unitario del agua	γw	1.00	9.80
Peso unitario Seco corregido del total	γdt	1.67	16.33
Peso Unitario seco de la fracción pasante	γdf	1.02	10.00
% Humedad	%	10.48	

Fuente: Elaboracion propia.

Teniendo el peso específico de las gravas de 2.61 g/cm3 y los pesos y porcentajes del análisis granulométrico para materiales que retienen y pasan el tamiz N°4 se obtuvo un valor de densidad corregida para el material a ensayar de 1.14 g/cm3, densidad a la que se deberá remoldear el espécimen para el Corte Directo.

Tabla 149. Valores de ensayos de campo y laboratorio - cimentación.

Calicata	Estrato	SUCS	Angulo de fricción (°)	Cohesión	Densidad natural húmeda (gr/cm3)	Densidad natural seca (gr/cm3)	Peso específico seco (kN/m3)	Peso específico saturado (kN/m3)
C-1	E-02	GC	35°	0.15	1.89	1.71	16.73	17.70
C-2	E-02	GC	35°	0.15	1.92	1.74	17.05	17.99
C-3	E-02	GC	33°	0.14	1.86	1.66	16.25	17.34

Fuente: Elaboracion propia.

Los valores obtenidos corresponden a la matriz de las gravas arcillosas ensayadas, al ser suelos gravosos la presencia de las partículas mayores al tamiz N° 4 resultan ser suelos más competentes en sus propiedades físicas y mecánicas.

Análisis de la capacidad de carga del suelo

En el presente apartado se define la capacidad de carga del terreno la cota de cimentación de cada uno de los elementos especificado en los anexos.

Se determinó la capacidad ultima de carga (qu) que es el valor de presión de carga que produce falla de corte en el suelo y se determinó a partir de las ecuaciones de Terzagui, Meyerhof y Vesic, asimismo en base a un factor de seguridad adecuado FS=3 se determinó la capacidad máxima admisible de carga (qa) que es el valor de la presión de apoyo para el cual el riesgo de falla al corte es mínimo como se muestra en la siguiente igualdad.

$$qa = \frac{qu}{F.S.}$$

Teoría de la capacidad de carga según Terzagui

Ecuaciones que desarrolla para una fundación corrida:

$$q_u = c \cdot N_c \cdot s_c + q \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_y \cdot s_y \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$N_c = \cot\emptyset \left[\frac{a^3}{2 \cdot \cos^2(\frac{\pi}{4} + \frac{\emptyset}{2})} - 1 \right] = \cot\emptyset(N_q - 1)$$

Donde:

$$a = e^{\left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\emptyset}{2}\right)\tan\emptyset}$$

$$N_q = \frac{a^2}{2\cos^2(45 + \frac{\emptyset}{2})}$$

$$N_\gamma = \frac{\tan\emptyset}{2}\left(\frac{K_p \cdot \gamma}{\cos^2\emptyset} - 1\right)$$

Donde:

γ = Peso especifico del suelo.
q_u = Capacidad ultima de carga.
c' = Cohesion.
B = Ancho de zapata.
$q = \gamma . D_f$Sobrecarga del suelo
$N_c \cdot N_q \cdot N_\gamma$
= Factores de capacidad de carga adimensionales que estanunicamente en funcion del angulo Ø de friccion del suelo.
Kpγ = Coeficiente de empuje pasivo.

Fuente: Braja M. Das (2010)

Teoría de la capacidad de carga según Meyerhof

Ecuación parecida a la de Terzagui donde la principal característica es la inclusión del factor forma Sq, Profundidad, inclinación en caso la carga sea inclinada.

Ecuación inclinada

$$q_u = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_y \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma$$

Carga vertical:

$$q_u = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_y \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot cot\phi$$

$$N_q = tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right) \cdot e^{\pi \cdot tan\phi}$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \cdot \tan(1{,}4\phi)$$

Fuente: Braja M. Das (2010)

Teoría de la capacidad de carga según Vesic

Esencialmente igual a la ecuación de Hansen (1961) con la ligera variación en la ecuación de Ny

$$q_u = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma$$

$$N_c = (N_q - 1)\cot\phi$$

$$N_q = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right) \cdot e^{\pi \tan\phi}$$

$$N_\gamma = 2(N_q - 1)\tan\phi$$

Fuente: Braja M. Das (2010)

Tabla 150. Parametros para el calculo de capacidad de carga del suelo

Calicata	Angulo de fricción (°)	Cohesión	Peso específico seco (kN/m3)	Df	B	L	Fs
C-1	35°	0.15	16.73	1.5	1	1	3
C-2	35°	0.15	17.05	1.5	1	1	3
C-3	33°	0.14	16.25	1.5	1	1	3

Fuente: Elaboracion propia.

El cálculo de capacidad de carga del suelo se hizo para cada calicata considerando que las ecuaciones empíricas Terzagui, Meyerhof y Vesic son muy susceptibles a aumentar su qadm al incrementar la sección y profundidad de cimentación por tal razón el cálculo se realizó para condiciones conservadoras una profundidad promedio de 1.5m con sección de 1m^2, un factor de seguridad de 3.

El análisis de los cálculos se realizó en una hoja de cálculo que se especifica a más detalle en la sección de anexos obteniendo valores que se describen en las tablas a continuación para cada método y calicata.

Tabla 151. Capacidad de carga para calicata C-01

Teoría	qu	qadm	Unidad	qadm	Unidad
Terzagui	109.65	36.55	Ton/m²	3.71	kg/cm2
Meyerhof	77.37	25.79	Ton/m²	2.62	kg/cm2
Vesic	79.61	26.54	Ton/m²	2.70	kg/cm2

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 152. Capacidad de carga para calicata C-02

Teoría	qu	qadm	Unidad	qadm	Unidad
Terzagui	109.65	36.55	Ton/m²	3.71	kg/cm2
Meyerhof	77.37	25.79	Ton/m²	2.62	kg/cm2
Vesic	79.61	26.54	Ton/m²	2.70	kg/cm2

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 153. Capacidad de carga para calicata C-03

Teoría	qu	qadm	Unidad	qadm	Unidad
Terzagui	86.60	28.87	Ton/m²	2.93	kg/cm2
Meyerhof	63.08	21.03	Ton/m²	2.14	kg/cm2
Vesic	65.00	21.67	Ton/m²	2.20	kg/cm2

Fuente: Elaboracion propia.

De estos datos se tomó los valores mínimos para poder ser considerados, obteniéndose la tabla resumen de datos en capacidad de carga del terreno.

Tabla 154. Capacidad de carga del suelo de fundación.

Calicata	Cap. De carga (kg/cm2)
C-01	2.62
C-02	2.62
C-03	2.14

Fuente: Elaboracion propia.

4.3.6 Evaluación geomecánica en la zona de emplazamiento de la presa

La evaluación geomecánica de rocas se realizó en afloramientos de macizos rocosos representativos en el vaso de la presa, donde se obtuvo la toma de datos para luego ser procesados y evaluados en gabinete.

Se realizó 2 estaciones geo mecánicas en el eje del dique de la presa, correspondiente a un macizo rocoso de origen volcánico. Para la obtención más exacta de la resistencia del macizo rocoso, se realizó el muestreo de 2 testigos de roca con un equipo extractor de núcleos de 6.5 Hp de cabeza rotatoria con diamantina, estos testigos fueron ensayados a compresión simple obteniéndose los siguientes parámetros:

Figura 128. Extracción de muestras testigos de roca



Figura 129. Muestra EG-01



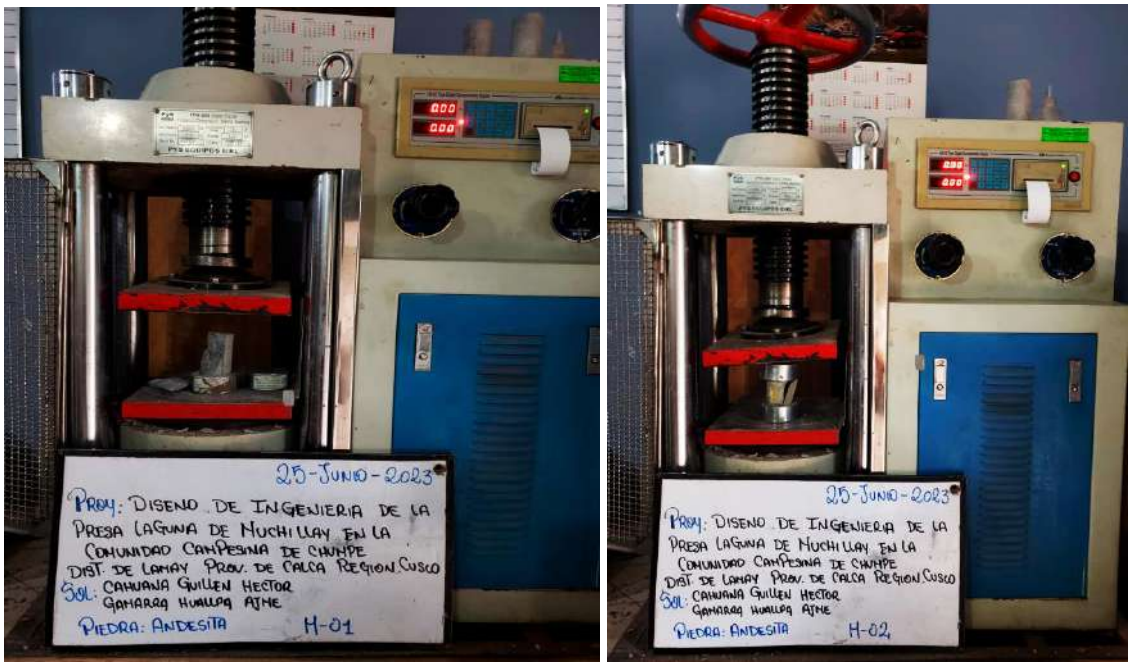
Figura 130. Muestra EG-02



Tabla 155. Resistencia a la compresión simple de testigos de roca

Muestra	Roca	Carga max kg/cm2	Carga max mPa
EG-01	Volcánica (Andesita basáltica)	530.12	51.987
EG-02	Volcánica (Andesita)	743.8	72.94

Fuente: Elaboracion propia.



4.3.6.1 Clasificación De Bieniawski (R.M.R)

La clasificación geomecánica RMR (Bieniawski, 1989), tiene como objetivo definir la calidad de los macizos rocosos en función al índice RMR, este índice se calcula teniendo en cuenta las condiciones comprendidas en el procedimiento.

Las puntuaciones de la clasificación de RMR oscilan entre 0 y 100

Clase	Calidad de roca	RMR
I	muy	81 - 100
II	buena	61 - 80
III	buena	41 - 60
IV	regular	21 -40
V	mala muy mala	O - 20

Relación entre RMR y propiedades geomecánicas

Clase	Calidad	RMR	Cohesión kPa	Angulo de fricción en grados ◦
I	Muy buena	81 - 100	> 400	> 45
II	Buena	61 - 80	300 -400	35 -45
III	Regular	41 - 60	200 - 300	25 - 35
IV	Mala	21 - 40	100 -200	15 – 25
V	Muy mala	0 - 20	< 100	< 15

Fuente: Bieniawski (1989)

Para conocer la calidad del macizo rocoso se evaluó 02 estaciones geo mecánicas mediante la determinación del RMR (Rock Mass Rating) de Bieniawski (1989) a partir del análisis de las condiciones de las fracturas, resistencia a la compresión de la roca, rugosidad, alteración, espaciamiento y el RQD del macizo rocoso. Este análisis dio como resultado macizo rocoso bueno con poco grado de fracturamiento como se muestran en los cuadros y los anexos donde se detalla la obtención de estos resultados.

Tabla 156. Clasificación RMR estación geomecánica EG-01

Sist.	Clasificación RMR		Comentario
S1	68	II: BUENA	Índice de calidad de macizo rocoso (RMR) tipo II: BUENO
S2	60	III: REGULAR	
S3	61	II: BUENA	

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 157. Clasificación RMR estación geomecánica EG-02

Sist.	Clasificación RMR		Comentario
S1	80	II: BUENA	Índice de calidad de macizo rocoso (RMR) tipo II: BUENO
S2	76	II: BUENA	
S3	80	II: BUENA	

Fuente: Elaboracion propia.

De la evaluación del macizo rocoso mediante las 02 estaciones geomecánicas, se clasifica con un índice de calidad R.M.R tipo II (BUENO), esto nos indica que es un basamento de buena calidad con pocas fracturas y estable, también presenta poca alteración meteórica del macizo rocoso, no se observa infiltraciones ni ojos de agua en zonas cercanas al dique.

Para el cálculo de cohesión y ángulo de fricción se tomó en cuenta las correlaciones empíricas determinadas por Bienawski (1976) como se describe en la tabla a continuación.

$$c = 5RMR(KPa)$$

$$\phi = 5 + \frac{RMR}{2}(\deg)$$

Tabla 158. Resumen de cohesión y ángulo de fricción de rocas

ESTACIÓN	RMR promedio	CLASIFICACIÓN	TIPO	Cohesion (kPa)	Angulo de friccion (°)
EG-01	63	II	Buena	315	36.5
EG-02	79	II	Buena	393.3	44.33

Fuente: Elaboracion propia.

Del análisis del macizo rocoso se calculó la permeabilidad planteada según Davis (1969) en su libro "Porosity and Permeability in natural materiales" quien encontró una relación empírica en base al espaciamiento y apertura de las fracturas como se muestra la siguiente ecuación:

$$K = \frac{ge^3}{12vb}$$

Donde:

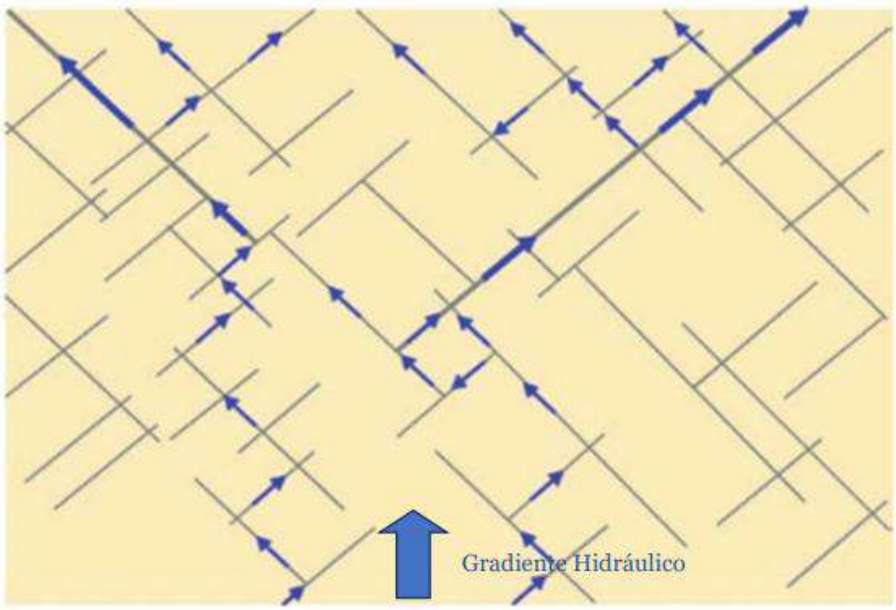
g: aceleración de la gravedad (m/s2)

e: apertura de las fracturas o discontinuidades.

v: coeficiente de viscosidad del agua (1*10^-6 m2/s)

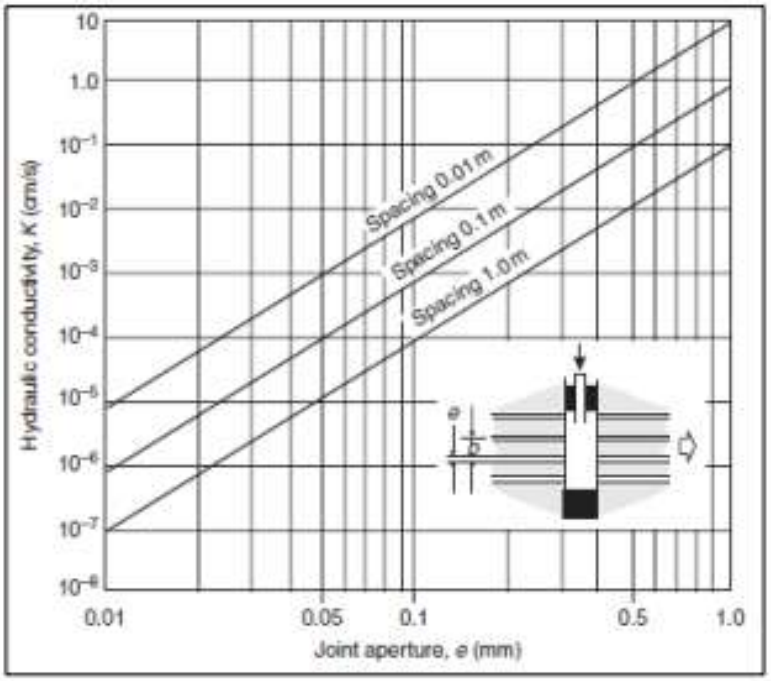
b: espaciamiento de las fracturas o discontinuidades.

Figura 131. Flujo en macizo rocoso con direcciones preferentes



Fuente: Davis (1969)

Figura 132. Influencia de discontinuidades en la conductividad hidráulica.



Fuente: Davis (1969)

Considerando que la apertura presenta valores >0.1 mm y el espaciamiento un promedio de 2.0 a más metros se obtuvo una permeabilidad de:

Tabla 159. Permeabilidad del basamento rocoso

Material	Permeabilidad K (cm/s)
Basamento rocoso del dique	4.10625E-06

Fuente: Elaboracion propia.

4.3.7 Canteras y materiales de construcción

Se evaluó 2 canteras que se encuentran en el lado izquierdo del dique y hacia el sureste de la presa, materiales que corresponden geológicamente al mismo deposito, realizando 02 calicatas C-01 y C-02 respectivamente.

Figura 133. Imagen ubicación de las canteras C-1, C-2



Figura 134. Muestra de material de cantera C-1, C-2





- **Calicata C-1**

Presenta un suelo de Grava arcillosa arenosa (GC) de color pardo oscuro, textura granular, con presencia de clastos angulosos de rocas volcánicas, tamaño máximo de 2” y tamaño máximo nominal (TMN) de 1”.

- **Calicata C-2**

Presenta un suelo de Grava arcillosa con arena (GC) de color pardo oscuro, textura granular, con presencia de clastos angulosos y subangulosos de rocas volcánicas, tamaño máximo de 2” y tamaño máximo nominal (TMN) de 1”.

Tabla 160. Ensayos básicos de laboratorio

Granulometría (%)			Límites (%)			Humedad (%)	Clasificación SUCS	TM	TMN
Grava	Arena	Finos	L.P.	L.L.	I.P.				
32.6	30.09	37.31	26.48	16.83	9.65	10.59	GC	2	1
23.78	21.51	54.71	26.94	17.93	9.01	11.45	GC	2	1

Fuente: Elaboracion propia.

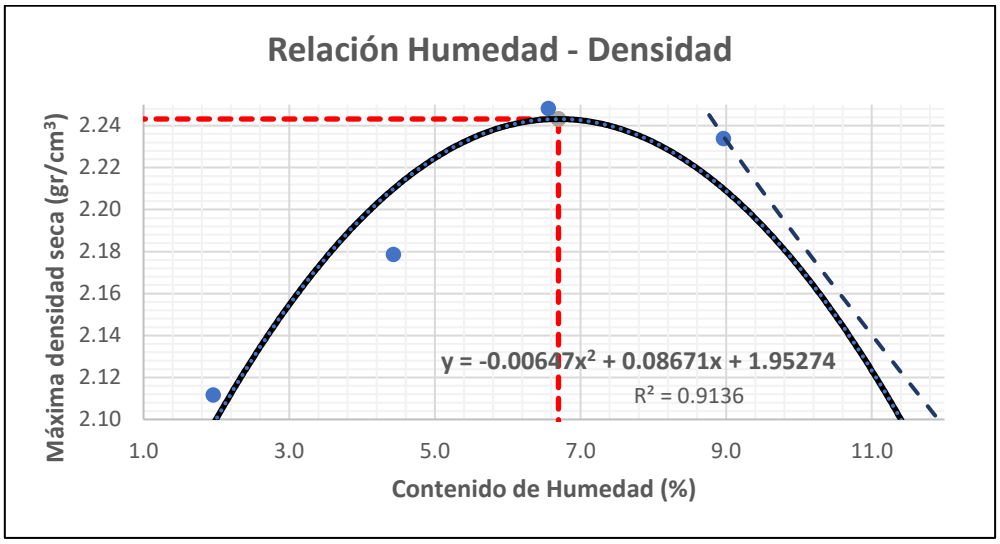
Ensayo para determinar la densidad máxima y humedad optima de los materiales de conformación.

El ensayo que permitió determinar la máxima densidad del suelo MDS y la humedad optima es el ensayo PROCTOR MODIFICADO, ensayo de compactación que tiene como finalidad obtener la humedad óptima de compactación de un suelo para una determinada energía de compactación y se realizó según normatividades MTC E - 2000 / ASTM D – 1557.

El ensayo de PROCTOR MODIFICADO según la norma ASTM D-1557 se aplica a suelos que tienen 30 % o menos de peso retenido de sus partículas en la malla ¾. El procedimiento del ensayo consiste en compactar 5 capas de material de cantera en un molde de 2100 cm3 dando 25 golpes cada capa a diferentes contenidos de humedad hasta obtener la curva a partir de 5 o 6 puntos (densidad seca vs % de humedad).

Para evitar un sobre tamaño de las partículas se realiza un control con el material que retiene la malla ¾ y se usa el material que pasa la malla ¾ y N°4, este procedimiento normado se realiza para obtener una muestra uniforme, asimismo al realizar el control de compactación en campo con un densímetro o directamente con el equipo de cono de arena se debe realizar la corrección por grava que retiene la malla ¾ y evitar valores erróneos mayores al 100 % puesto que en cantera se encuentran diámetros heterogéneos y mayores de partículas.

Figura 135. Relación humedad vs densidad.



Fuente: Elaboracion propia.

Para obtener valores como permeabilidad, ángulo de fricción y cohesión del material a usarse en el cuerpo del dique se realizó en la muestra compactada en laboratorio ensayos de permeabilidad lefranc carga variable y ensayo de Corte Directo y así obtener resultados aproximados en laboratorio.

Figura 136. Ensayo de permeabilidad en laboratorio en muestra compactada



Del ensayo de Proctor modificado y el ensayo de permeabilidad se obtuvo valores de la densidad seca máxima, el contenido de humedad optimo requerido y el coeficiente de permeabilidad como se describe a continuación:

Tabla 161. Resumen de datos de la muestra compactada

Material	D.S.M. (gr/cm3)	C.H.O. (%)	K (cm/s)
Cantera	2.243	6.70	2.24E-06

Fuente: Elaboracion propia.

Ensayo de Corte Directo

Figura 137. Ensayo de corte directo



El ensayo de Corte Directo NTP 339.171 (ASTM D3080) tiene aplicación en suelos granulares siempre en cuando el tamaño máximo de las partículas sea 10 veces menor del diámetro o tamaño de la caja del espécimen a ensayarse, para cumplir con las especificaciones se realizó con material pasante la malla N°4 (4.76 mm) ya que el equipo de corte posee una caja de 60 mm x 60 mm. El ensayo se realizó en base a la densidad máxima seca obtenido del Proctor, del ensayo de granulometría se tiene un tamaño máximo de partículas de 2', para justificar el sobre tamaño de gravas se realizó la corrección de densidad basándonos en la Prueba ASTM D4718 – 15 (Corrección por sobredimensionamiento de partículas); para esta corrección es necesario saber la gravedad especifica de gravas y el porcentaje retenido a partir del tamiz N°4.

Se tiene la siguiente igualdad de corrección para unidades de kN/m3:

$$\gamma_{DT} = \frac{100 \times \gamma_{DF} \times G_M \times \gamma_\omega}{\gamma_{DF} \times P_C + G_M \times \gamma_\omega \times P_F}$$

Donde:

γ_{DT} : Peso unitario seco corregido del material total (Fracción combinadas mas finas y de mayor tamaño).

G_M : Densidad relativa (gravedad especifica) (secado en horno) según lo determinado por el método de prueba C127

γ_{DF} : Peso unitario seco de la fracción más fina

γ_{ω} : Peso unitario del agua (9.802 Kn/m^3)

Despejando el peso unitario seco (γ_{DF}) de la fracción pasante el tamiz N-4 se tiene la siguiente igualdad:

$$\gamma_{DF} = \frac{G_M \times \gamma_{\omega} \times P_F \times \gamma_{DT}}{100 \times G_M \times \gamma_{\omega} - P_C \times \gamma_{DT}}$$

Tabla 162. Corrección por sobredimensionamiento de partículas - cantera

DATOS		g/cm3	kN/m3
% Pasante M-4	Pf	70.26%	
% Retiene M-4	Pc	29.73%	
Gravedad especifica gravas	Gm	2.61	25.60
Peso unitario del agua	ɣw	1	9.80
Densidad PROCTOR	g/cm3	2.243	
Peso unitario Seco corregido del total	ɣdt	2.09	20.52
Peso Unitario seco de la fracción pasante	ɣdf	1.51	14.78
% Humedad	%	6.70	

Fuente: Elaboracion propia.

Se obtuvo un valor para el material pasante el tamiz N-4 de 1.62 g/cm3, densidad a la que se deberá remoldear el espécimen para el Corte Directo.

Finalmente se tiene los parámetros obtenidos en la siguiente tabla.

Tabla 163. Datos obtenidos con el ensayo de corte directo

Muestra	Angulo de fricción (°)	Cohesión (kg/cm2)
Cantera 1	36	15.89
Cantera 2	34.5	16

Fuente: Elaboracion propia.

De los ensayos realizados se detalla el resumen de datos obtenidos para ser considerados en el diseño y el análisis de estabilidad de taludes, en este

aspecto los parámetros se obtienen a partir de las condiciones compactadas ya que será esta la condición a analizar y no las condiciones naturales de la cantera.

Tabla 164. Datos del material compactado

Punto de estudio	Muestra	Clasificación SUCS	Ángulo de fricción (°)	Cohesión	Densidad máxima (PROCTOR)	Peso específico seco (kN/m3)	Peso específico saturado (kN/m3)	Coef. De permeabilidad K (cm/s)
c-1	E-02	GC	36	15.89	2.243	20.59	21.22	2.24E-06
c-2	E-02	GC	34.5	16	2.243	20.59	21.22	2.24E-06

Fuente: Elaboracion propia.

Figura 138. Ensayos de laboratorio de las canteras



Finalmente los valores fisicomecánicos en condiciones compactadas son un valor de PROCTOR con una densidad máxima seca del suelo de 2.243gr/cm3 para una humedad optima de 6.70 % a 7.70 %, siendo estas las condiciones para cumplir con la compactación del material de conformación del cuerpo de la presa pudiendo alcanzar desde un 95% hasta un 100% de su densidad seca máxima, a estas condiciones presenta una permeabilidad de 2.2*10^-6 cm/s, en estas condiciones se obtuvo un ángulo de fricción de 34.5° y 36° y cohesión de 15.89 kg/cm2 y 16 kg/cm2 respectivamente.

Se recomienda al equipo técnico de la ejecución de la obra cimentar la cortina de la represa directamente sobre el basamento rocoso, con lo que se garantiza la estanqueidad del vaso.

Ante un escenario desfavorable como la presencia de roca muy fisurada y otros en la etapa de la ejecución de la obra al momento de la excavación para el

emplazamiento de la cortina, se recomienda la remoción total de estos estratos, de ser necesario realizar perforaciones a diamantinas de mayor profundidad si lo requiere.

Respecto al suelo donde se cimentará la cortina de la represa se prospecto razonablemente calicatas que varían de 0.80 m a 2.80 m, seguido de un estrato rocoso el cual se perforo hasta una profundidad de 50 cm con diamantina rotatoria, de acuerdo a los estudios geofísicos los estratos siguientes son rocas compactas. Estas características del suelo con afloramiento rocosos superficiales asegura que la zona para el emplazamiento de la cortina de la represa tendrá baja niveles de permeabilidad, también se corrobora estas conclusiones con la existencia de una laguna en la zona de estudio y estudios de la geología local.

Según la Bureau of reclamation 2006, las presas de tierra pueden ser emplazados en cualquier tipo de suelo siempre que cumplan las solicitaciones del embalse, la cimentación de la presa de muchillay soportara relativamente subpresiones bajas debido a que la altura de embalse de agua es de 4 m.c.a. siendo suficiente el primer estrato del suelo (Grava arcillosa) para satisfacer estas solicitaciones, según los estudios de filtración desarrollados en la tesis, sin embargo, debido a que el basamento rocoso es superficial resulta económico y seguro emplazar directamente sobre roca además la cortina contara con un dentellón que penetrara directamente al manto impermeable y un anclaje como se detalla en los planos, disminuyendo la subpresión y aumentando la longitud de las líneas de flujo con lo que se garantiza la impermeabilidad que se necesita para retener el agua del vaso.

Las exploraciones de las formaciones de roca para presas pequeñas son de tipo superficial, pues un programa de exploración con máquinas perforadoras puede resultar muy caro para este tipo de proyectos. Salvo en casos especiales es razonable hacer perforaciones extrayendo especímenes inalterados. A pesar de estas limitaciones, los trabajos de exploración somera deberán servir para resolver los problemas de estabilidad o de permeabilidad y los tratamientos adecuados. (Marsal, 1974).

Se obtiene valores aproximados de la permeabilidad de los diferentes estratos atravesados con un sondeo, haciendo pruebas de agua en los taladro o cálculos indirectos. La exactitud de los valores obtenidos dependerá de la homogeneidad del estrato ensayados y de ciertas restricciones de las fórmulas empleadas, aunque siempre que se tenga cuidado de ajustarse a los métodos recomendados. Para proyectos de presas pequeñas es innecesario el uso de métodos más precisos para determinar la permeabilidad como ensayos de bombeo usando tubos perforados. (Bureau of reclamation, 2006).

Los estudios de exploración de campo y laboratorio de mecánica de suelos, mecánica de rocas, geología y geofísica siempre deben realizarse en el caso de presas con cortina de altura mayor de 15 metros, y tratándose de cortinas pequeñas o bordos, la profundidad y cantidad de los estudios a realizar estará en función de las condiciones particulares del sitio, aunque los estudios de exploración geotécnica de campo y laboratorio mediante sondeos con recuperación de muestras y pruebas de laboratorio para propiedades índice y mecánicas del terreno de cimentación y de las laderas se deben efectuar siempre, pues constituyen la base o cimentación y soporte sobre los cuales se asegurará el buen comportamiento de las estructuras y la salvaguarda de las personas, sus bienes, las inversiones y el medio ambiente. (Manual geotécnico para el diseño de presas pequeñas, 2007)

CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO

5.1 Diseño de la presa

5.1.1 Análisis de alterativas

Perú, como muchos países latinoamericanos, tiene abundantes recursos hídricos provenientes de tres grandes cuencas naturales divididas por los Andes: las vertientes del Pacífico, el Atlántico y el Titicaca; Sin embargo, la distribución territorial, el sistema climático y los problemas de contaminación hacen que el país tenga problemas en términos de disponibilidad, capacidad y calidad de los recursos.

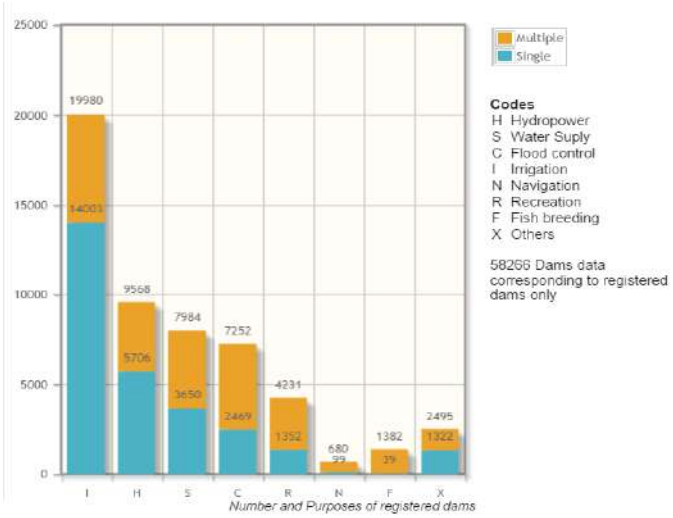
Es crucial analizar la disponibilidad de agua en las lagunas y en los ríos y compararla con la demanda en la región para determinar el tipo de infraestructura hidráulica más apropiada. Un ejemplo de esto sería si la cantidad de agua en el río es mayor que la cantidad necesaria para usos agrícolas, domésticos o energéticos, entonces simplemente serían necesarias unas obras para desviar y llevar el agua hacia donde se necesita.

Sin embargo, en el caso contrario que la demanda sea mayor, no será suficiente con la derivación y conducción del agua, por lo que habrá que incluir estructuras de regulación que almacenen los excedentes de agua en épocas de avenidas para emplearlos en el periodo de estiaje.

Las presas son estructuras hidráulicas que sirven para conformar embalses de regulación con fines de riego y/o aprovechamiento hidroeléctrico y/o abastecimiento de agua potable. Pueden ser, tanto para un solo propósito o multipropósito.

El ICOLD (International Comittee of Large Dams), tiene registradas en su base de datos 58 266 presas, divididas según su propósito como se muestra en el Gráfico 123.

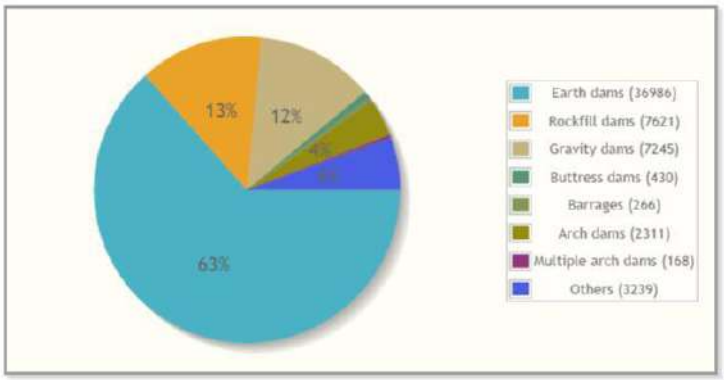
Figura 139. Presas en el Mundo según su tipo



Fuente: Página Web ICOLD

Uno de los aspectos claves a tomar en cuenta para el diseño de una presa consiste en escoger su tipología. El Gráfico 124 muestra las presas registradas clasificadas por tipo, según la base de datos del ICOLD. De las 58 266 presas registradas en su base de datos, el 63% (36 968) corresponde a presas de tierra, 13% (7 621) son presas de enrocado y 12% (7 245) corresponde a presas de gravedad. El 12% restante, se reparte entre presas de contrafuerte, de barrajes, de arco, de arco múltiple y otras.

Figura 140. Clasificación de presa según su material



Fuente: Página Web ICOLD

Las presas de tierra más utilizadas en la actualidad se subdividen según ciertas peculiaridades: las presas de tierra pueden ser homogéneas o heterogéneas y dentro de las segundas pueden tener núcleo de material impermeable o diafragma de concreto.

Las presas de enrocado, pueden tener cara de concreto aguas arriba (CFRD por sus siglas en inglés) o un núcleo impermeable y últimamente, se ha extendido este tipo a materiales gruesos en lugar de enrocados.
Finalmente, las presas de gravedad han ido evolucionando siendo actualmente las de concreto compactado con rodillo las que han reemplazado al concreto convencional, debido a su facilidad constructiva, economía y bajo calor de hidratación.

Cada uno de los tipos de presa, tienen ventajas y desventajas y su rango de aplicación en un determinado proyecto requiere de un análisis técnico económico que involucra el empleo de metodologías que abarcan diversos campos de la Ingeniería Civil: Topografía, Geología, Geotecnia y Mecánica de Suelos, Sismicidad, Hidrología, Sedimentos, Hidráulica Fluvial, Tecnología del Concreto, Cálculos Estructurales, Procedimientos Constructivos, Costos y Presupuestos, Análisis Económicos y Financieros, entre otros.

5.1.2 Selección y/o comprobación de la tipología de la presa

En Ingeniería Civil se llama presa o represa a toda manera de retener el agua para almacenarla y luego regularla. En la antigüedad, las presas de tierra posiblemente fueron de las primeras estructuras construidas por el hombre, se empezaron a construir aproximadamente desde los 4500 AC-4000 AC.

5.1.2.1 Principales elementos de una presa

Las Presas en general, tienen los siguientes elementos:

a) **Embalse:** es la capacidad de volumen de agua que puede detener la Presa.
b) **Vaso:** es el espacio físico que contiene el agua embalsada.
c) **Boquilla:** es el lugar escogido para la ubicación de la estructura de cierre.
d) **Cortina:** estructura rígida, estable con capacidad de soportar las solicitaciones del empuje hidrostático del agua y evitar las pérdidas por filtraciones.
e) **Caras, Taludes o Paramentos:** son las superficies inclinadas o verticales que limitan el cuerpo de la Presa, la cara denominada “aguas

arriba" es la que está en contacto con el agua, y la otra cara es denominada "aguas abajo".

f) **Estribos:** son los apoyos anclados de la estructura de la Presa al terreno en sus partes laterales.
g) **Corona:** es la parte superior horizontal de la estructura de la Presa.
h) **Base:** es la superficie inferior de la estructura sobre la cual transmite el peso de la Presa al terreno.
i) **Vertedero de Demasías:** la función de esta estructura es dejar escapar el agua excedente o de avenidas que no corresponde al espacio destinado para almacenamiento.
j) **Obras de Toma:** estructuras auxiliares para extraer agua de la presa para los fines concebidos, como por ejemplo generación de energía eléctrica.
k) **Descarga de Fondo:** sistema de descarga de agua mínima para no perjudicar la fauna "aguas abajo". Ayuda en algo a la descarga de sedimentos.
l) **Compuertas:** dispositivos mecánicos que se emplean para la regulación el caudal de agua de la Presa.

5.1.2.2 Clasificación de presas

Existe un gran número de categorías en las que se pueden clasificar las presas. En general, la categoría depende del objetivo de la clasificación. Según el U.S. Bureau of Reclamation (1987), las presas se pueden clasificar según su uso, proyecto hidráulico o estructura.

Según el uso, se tiene las siguientes subcategorías:

1. Presas de almacenamiento: Sirven para almacenar agua en periodos de baja disponibilidad hídrica.
2. Presas de derivación: Este tipo de presa sirve para desviar agua desde un cauce principal hacia canales, tuberías, zanjas, entre otros. También se conocen como bocatomas.
3. Presas reguladoras: También se conocen como presas para control de inundaciones y sirven para retardar el escurrimiento de las avenidas y

disminuir así el efecto de las crecidas, al laminar su hidrograma correspondiente.

Según el proyecto hidráulico, se tienen las siguientes subcategorías

1. Presas vertedoras: este tipo de estructuras tienen vertederos fijos sobre su corona, en época de avenidas el agua pasa por encima de ellas.
2. Presas no vertedoras: proyectadas para que el agua no rebase su corona.

Según la estructura, se tienen las siguientes subcategorías:

1. Presas Rígidas

- **Presas en Arco:** es ideal para cañones estrechos donde las paredes están formadas por rocas. Son, por su forma, económicas y tienen una buena capacidad de soporte a las cargas y a la presión hidrostática.
- **Presas de Gravedad:** Son estructuras que dependen de su propio peso para estabilizarse. Son de sección triangular y generalmente, el ancho es por lo general igual a su altura. Es el tipo de construcción más duradero y el que requiere menor mantenimiento. Su altura suele estar limitada por la resistencia del terreno. Puede ser de concreto convencional o concreto compactado con rodillo (CCR).
- **Presas de Contrafuertes**: Fueron las primeras desarrolladas para conservar el agua en regiones donde los materiales eran escasos o caros, pero de trabajo era barato. Estas presas precisan de un 35 a un 50% del concreto que necesitaría una de gravedad de tamaño similar. Pueden ser de losas planas, arcos múltiples, contrafuertes de cabeza redondo o de cúpulas múltiples.
- **Presas Mixtas:** Combinación de las de arco-gravedad-contrafuertes.

Figura 141. Presa en Arco - Presa Gravedad





Figura 142. Presa de Contrafuerte - Presa Mixta





2. Presas flexibles

- **Presas de tierra:** el volumen del cuerpo principal de la presa está constituido por suelos arcillosos, arenosos o areno-gravillosos.
- **Presas de roca-tierra:** el volumen del cuerpo principal de la presa está constituido por materiales gruesos, los elementos anti filtrantes son finos.
- **Presas de enrocado:** el volumen del cuerpo principal de la presa está constituido por materiales rocosos y el elemento impermeabilizante por materiales aglutinados.

Figura 143. Presas de tierra - Presas de roca-tierra





Figura 144. Presas de concreto



5.1.2.3 Criterios generales para el diseño de presas

Las variables involucradas para definir los criterios que se deben tomar en cuenta para el diseño de presas son tan diversas que es imposible numerarlas y describirlas. Por ello, es evidente que los factores a analizar que puedan afectar al diseño de una presa dependen en gran magnitud de la experiencia y preferencia del proyectista, es decir, de las variables que el proyectista normalmente analiza y que considera necesarias para un correcto diseño.

Según Marsal (1975), los principales factores que afectan a un Proyecto de Presa y que podrían llamarse factores objetivos de diseño son:

1. **Función de la obra:** se refiere a la finalidad con la que es construida la presa (almacenamiento o derivación) para analizar las condiciones a la que cada tipo estará sometido.

2. **Tipo, cantidad y localización de los materiales utilizables:** es importante conocer las propiedades mecánicas de los materiales para la geometría de la cortina. Además, es importante analizar la localización (distancias de acarreo) y las operaciones de extracción y proceso de los materiales.

3. **Características de la boquilla, cimentación y vaso:** condiciones topográficas para la elección de la boquilla, condiciones para la estabilidad del cuerpo de presa y características de la cimentación.

4. **Clima y tiempo disponible para la ejecución para la posibilidad de ejecución por etapas.**

5. **Características geológicas y sismológicas regionales:** conocer la geología de la zona donde se va a construir la presa. Influyen en la localización del vertedor y de los túneles de desvío. Asimismo, considerar la sismología de la zona para el análisis de estabilidad de la presa. Hay que tener en cuenta que el territorio nacional se ubica en una zona de alta sismicidad.

6. **Importancia de la obra:** evitar consecuencias negativas, es decir, con respecto a centros de población o zonas de gran valor económico que se puedan ser afectadas por fallas o defectos en la presa.

La importancia de los seis factores expuestos es relativa, puesto que es posible que alguno o varios de los factores realmente sean considerados como importantes para el proyectista y que sean analizados al detalle. Es importante tener especial cuidado en las variables analizadas, ya que, debido al gran número de aspectos que el ingeniero debe evaluar, siempre existe la posibilidad de que el detalle no sea estimado adecuadamente donde se necesite o, peor aún, pase inadvertido.

Consideraciones para la selección del sitio del embalse Guevara (2000) considera que para escoger el sitio adecuado donde estará el embalse, se debe tener en cuenta lo siguiente:

1. El vaso natural debe tener una adecuada capacidad, la que es definida por la topografía. La relación entre agua almacenada y volumen de presa, debe ser mayor a diez, para pequeños proyectos.

2. La geología del lugar debe analizarse desde el punto de vista de la filtración del lecho del embalse estudiando fallas, contactos y fisuras. Las filtraciones ocasionan no solamente pérdidas de agua, sino también ascenso del nivel freático dando lugar a cambios en las condiciones de los suelos adyacentes. Las mejores condiciones para un embalse las dan suelos arcillosos o suelos formados por rocas sanas, y las peores los suelos limo-arenosos. Si las filtraciones son muy grandes, casi seguro que el vaso topográfico natural no es factible para el almacenamiento.

   Si resulta económico, se puede impermeabilizar el vaso, lo que sobre todo es factible en el caso de pondajes.

3. La estabilidad de los taludes del embalse debe ser analizada, puesto que cuando el embalse está lleno no se presentan serios problemas, pero éstos

surgen al ocurrir descensos en los niveles del agua y especialmente si son súbitos.

4. Es necesario hacer el avalúo de los terrenos a inundar. El costo de compra de los terrenos no debe ser excesivo. El área del embalse no debe tener en lo posible vías importantes ni edificaciones de relocalización costosa.

5. La calidad del agua embalsada es importante y debe ser satisfactoria para el uso proyectado. Los aportes de agua de la cuenca hidrográfica deben ser suficientes durante los períodos de lluvia para llenar el embalse y poder suplir la demanda durante épocas de sequía; en otro caso, hay que estudiar la posibilidad de trasvases.

6. El impacto ambiental y social tanto aguas arriba como aguas abajo debe considerarse y evaluarse.

7. La limpieza de la zona del embalse puede resultar costosa y debe considerarse a favor o en contra de un proyecto. Materias flotantes, árboles, y otros desechos pueden ser causa de problemas en el funcionamiento de las obras y en la explotación del embalse. La hoya hidrográfica debe presentar pocos síntomas de erosión.

8. Se busca que en la vecindad haya materiales para la construcción de la presa y obras anexas

La Comisión Internacional de Grandes Represas, o ICOLD presenta en su boletín 61, una filosofía de diseño para la construcción de presas. En dicho boletín, se hace referencia a dos objetivos puntuales que la presa debe asegurar durante su vida útil.

- Cumplir satisfactoriamente su función sin un deterioro apreciable durante las condiciones que se esperan sean normales de ocurrir en la vida la estructura.

- Que no falle catastróficamente durante la más improbable pero posible condición a la que pueda estar sometida.

El nivel de detalle y condiciones que se evaluarán en el diseño de una presa concierne al juicio experto del diseñador, es por ello que ICOLD recomienda un análisis de dos escenarios. Primero, el escenario "normal", engloba las condiciones o eventos que el diseño asegurará, con una inspección y mantenimiento periódica, el correcto comportamiento de la presa. Por otro lado, el escenario "extremo" incluye el análisis de condiciones o eventos que representan el límite de la credibilidad, y se eliminará el riesgo de daños catastróficos.

En síntesis, no existen criterios objetivos para el diseño de las presas. Los criterios a analizar dependen de la experiencia y preferencias del proyectista encargado del diseño de la presa, esto es lógico debido al extenso número de variables que existen y el grado de detalle del diseño dependerá de los requerimientos del cliente, lo cual conllevará al nivel de riesgo que se quiera asumir en la vida útil de la estructura.

Marsal propone seis factores objetivos de diseño que todo diseño debe contener.

Guevara indica siete factores para elegir el sitio adecuado donde estará el embalse.

Por otro lado, ICOLD plasma una filosofía de diseño basada en dos objetivos: "(…) cumplir satisfactoriamente sin un deterioro apreciable durante las condiciones que se esperan normales y que la estructura no falle para la condición más improbable pero posible" (ICOLD 1988: 25)

En el caso de la presa de Muchillay, luego de la revisión, evaluaciones de las condiciones geológicas, topográficas, sismología e hidrológicas y resultados de laboratorio geotécnicos, se tiene dos alternativas "presa de gravedad" y "presa de tierra" sin embargo la presa de gravedad será descartado por tratarse de una presa pequeña, la lejanía de transporte de materiales lo cual no resultaría económico, además de las malas condiciones de la carretera tipo trocha así

mismo analizando la disponibilidad cercana de material de cantera y tomando en cuenta consideraciones técnicas se llega a la conclusión que para las condiciones existentes la presa será de tierra homogénea con cobertura de geomantas y enrocado de piedra aguas arriba y champeado aguas abajo.

5.1.3 Diseño de la altura, taludes, ancho y longitud de coronación.

5.1.3.1 DISEÑO CONTRA EL DESBORDAMIENTO (Bordo Libre)

La defensa de la presa contra el desbordamiento por oleaje de viento, sismo, derrumbe de talud aguas arriba, asentamiento, y otras eventualidades, se hace previniendo en el diseño de un bordo libre, el mismo que se define como la distancia vertical entre el punto más bajo de la corona y el nivel del embalse cuando el vertedor trabaja su capacidad de diseño.

En el Design Small Dams de la Bureau Of Reclamación – USA, define el bordo libre en términos más específicos como:

El Bordo Libre Normal y el Bordo Libre Mínimo.

- Bordo Libre Normal. - Se define como la diferencia de elevación entre la corona de la presa y el nivel normal del agua del vaso según se haya fijado en el Proyecto.
- Bordo Libre Mínimo. - Se define como la diferencia de elevación entre la corona de la presa y el nivel máximo de agua en el vaso que pudiera resultar cuando ocurriera la avenida de proyecto y el vertedor de demasías funcionara como se ha proyectado. La diferencia entre el bordo libre normal y el mínimo representa la sobre carga hidráulica.

Existen varios métodos reconocidos para la determinación del bordo libre normal y mínimo, y con la finalidad de establecer una magnitud adecuada se desarrollan dos de los métodos más comúnmente utilizados para el efecto:

a) Método Stevenson – Gaillar - Snapen

Datos:

F= Fetch =0.349km

(Fetch stadía desde el eje de presa hasta la cabecera de la laguna en situación de máximo embalse) En el caso de la Presa Muchillay dicha distancia se calculó de acuerdo al plano topográfico

- **Altura de ola por viento: Formula de Stevenson**

$$\boxed{H_0 = 0.76 + 0.34\sqrt{F} - 0.26\sqrt[4]{F}}$$

$$H_0 = 0.76 + 0.34\sqrt{0.349} - 0.26\sqrt[4]{0.349}$$

$$H_0 = 0.76m$$

- **Velocidad de la ola sobre el agua : Formula de Gaillard**

$$\boxed{Vg = 1.52 + 2H_0}$$

$$Vg = 1.52 + 2(0.76)$$

$$Vg = 3.04m/s$$

- **Bordo Libre Mínimo: Formula de Knape**

$$\boxed{BL_{\min} = 0.75H_0 + \frac{Vg^2}{2g}}$$

$$BL_{\min} = 0.75 \times 0.76 + \frac{3.04^2}{2 \times 9.81}$$

$$BL_{\min} = 1.04m$$

$$\boxed{BL_{\text{normal}} = BL_{\min} + H_{\text{vertedero}}}$$

$$BL_{\text{normal}} = 1.04 + 0.134$$

$$BL_{\text{normal}} = 1.174m$$

b) Según el manual de pequeñas presas Bureau of Recalmation de los estados unidos 1987 considera:

Borde libre para presas pequeñas. Bureau de Reclamación de los Estados Unidos.1987.

Fetch (km)	Borde libre	
	Normal (m)	Mínimo (m)
< 1.6	1.2	0.9
1.6	1.5	1.2
4.0	1.8	1.5
8.0	2.4	1.8
16.0	3.0	2.1

Para el presente proyecto se considerará $\boxed{BL_{\text{normal}} = 1.20}$

5.1.3.2 DISEÑO DE ANCHO DE CORONA (Presas pequeñas)

Para el diseño del ancho de corona se tiene formulas empíricas propuestas diferentes autores recomiendan utilizar el mayor ancho posible de corona y la menor pendiente del terraplén donde exista cimentaciones o materiales poco confiables el US Corps of Engineers recomienda un ancho mínimo de 3.0 metros.

Donde: H= Altura de la presa

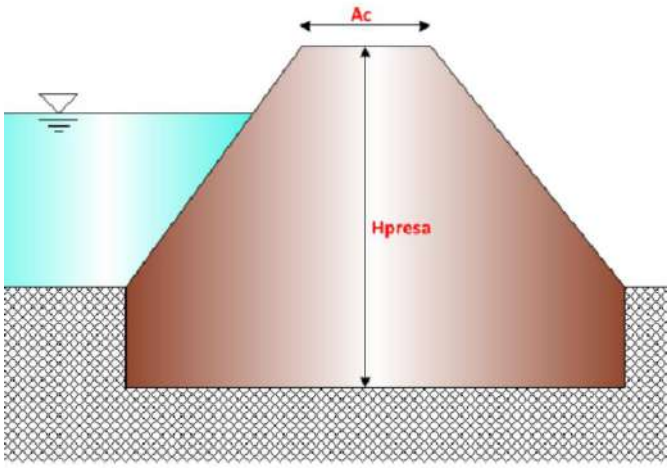
Ac= Ancho de coronamiento

- 1er método United States Bureau of Reclamation "USBR":

$$\boxed{Ac = 3 + \frac{H}{5}}$$

$$Ac = 3 + \frac{6.20}{5}$$

$$Ac = 4.24m$$



- 2do método KNAPPEN:

$$\boxed{Ac = 1.65\sqrt{H}}$$

$$Ac = 1.65\sqrt{6.20}$$

$$Ac = 4.11m$$

- 3er método PREECE:

$$\boxed{Ac = 1 + 1.1\sqrt{H}}$$

$$Ac = 1 + 1.1\sqrt{7.7}$$

$$Ac = 3.73m$$

Constructivamente consideraremos un ancho de corona **Ac=4.50 m**

NOTA: Todas las presas presentan un ligero asentamiento después de la construcción por lo tanto la parte central de la corona debe estar a una cota

superior que en las esquinas esto de acuerdo a los cálculos de asentamiento de la presa.

Figura 145. Asentamiento de presa de tierra



5.1.3.3 DISEÑO DE TALUDES (Presas pequeñas)

Para el predimensionamiento de taludes en presas de tierra En los cuadros 163 y 164 se presentan ciertos valores de pendientes de los taludes para presas pequeñas sobre fundaciones estables aguas abajo.

Tabla 165. Taludes para presas homogéneas típicas

Altura de presa	Aguas arriba	Aguas abajo
5 m	H : V 02:01	H : V 1.5 : 1
5 m a 10 m	2.5 : 1	02:01
12 m a 15 m	2.75 : 1	2.5 : 1
20 m a 30 m	03:01	2.5 : 1

Fuente. J. Suarez Días. (TALUDES PARA PRESAS HOMOGÉNEAS TÍPICAS)- Argentina.
M. E. GUEVARA. (ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS) Universidad del CAUCA – Colombia.

Tabla 166. Predimensionamiento de taludes en presas de tierra

Altura de la presa	Pendiente de los taludes	
H (m)	Aguas arriba	Aguas abajo
H≤10	m=2	m=1.5
10<H≤15	2-2.5	1.5-2
15<H≤30	2.5-3	2-2.5
30<H≤50	3-3.5	2.5-3

H>50	4-4.5	3.5-4

Fuente: Armas Novoa & Horta Mestas,1987

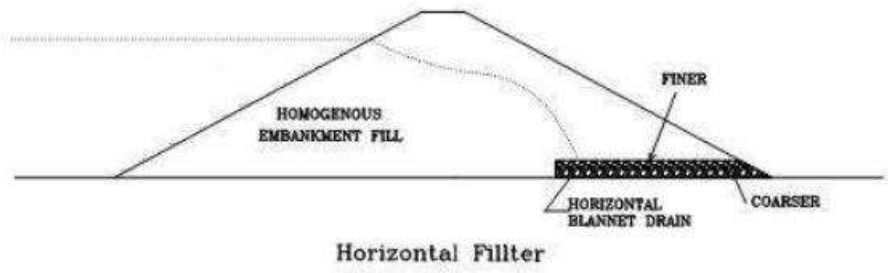
Los taludes del cuerpo de la Presa de tierra homogénea preliminarmente tendrán, tanto el de aguas arriba como el de aguas abajo, una pendiente uniforme de 1 Vertical por 2 Horizontal **(1V : 2H)**

Sin embargo, la geometría definitiva de la presa se ajustará a los factores de seguridad tanto en estabilidad de taludes como la filtración de la presa, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento.

5.1.3.4 DISEÑO DE FILTROS (Presas pequeñas)

Se proyecta que la presas de Muchillay llevara un filtro horizontal tipo tapiz, en la base, hacia aguas abajo, con la finalidad de reducir la línea de saturación a presa llena, y deprimir la napa freática en el cuerpo de la presa. (ver secciones transversales de la presa).

Figura 146. Control de filtraciones por la cimentación de la presa.



Fuente: Novak, P., Moffat, A.I.B., Nalluri, C. y Narayanan, R.

1.- Dimensionamiento del Filtro de la Presa Muchillay

a) Objetivos

Se ha proyectado un filtro tipo alfombra o colchón horizontal, con la finalidad de permitir la descarga de las filtraciones que se producen a través del cuerpo de la presa y/o de la cimentación y disminuir la posibilidad de fallas por tubificación (erosión interna o sifonamiento).

b) Dimensionamiento del Filtro

Siguiendo la metodología aplicada en el método racional propuesto por Tersagui el libro (Estructuras hidráulicas M. E. Guevara, página 72) se establece el dimensionamiento a lo largo del eje con una medida de 1/3 de la base mayor, con emplazamiento hasta que se cubra dicha abertura en sentido ortogonal y una altura de 0.10 de H.

- Cálculo del largo del filtro (l):

$$\boxed{l = \frac{1}{3}L}$$

L=Longitud del eje de presa

$$l = \frac{1}{3} \times 58 = 19.33$$

Por lo tanto; se asume una longitud de 20 m en total.

- Cálculo del ancho del filtro (a):

$$\boxed{a = \frac{1}{3}B}$$

B=Base mayor de la presa

$$a = \frac{1}{3} \times 25.3 = 8.43$$

Por lo tanto; se asume un ancho de 9 m en total.

- Cálculo del espesor del filtro(e)

$$\boxed{e = 0.10H}$$
$$Ac = 0.10 \times 5.20$$
$$Ac = 5.20m$$

H=Altura de presa

Por lo tanto; se asume un espesor de 0.50 m en total.

c) Emplazamiento del Filtro

Tratándose de una presa homogénea tipo colchón el filtro deberá estar emplazado una parte debajo del cuerpo de la presa y otra parte hacia aguas abajo del pie talud debajo del enrocado de estabilización y protección como se muestra en los planos.

d) Preparación de los materiales de Filtro.

En la preparación de los materiales de filtro deben hacerse cumplir las siguientes condiciones granulométricas:

- El material debe contener menos del 5 % pasante de la malla Nº 200. El material de filtro no debe contener piedras mayores a 3", esta condición debe cumplirse con el zarandeo con cargador frontal y una malla de 3".
- El material de filtro debe tener aproximadamente un 45 % de retenido en la malla Nº 4 (4.76 mm) y un 55 % de pasante de esta malla. Esta condición debe obtenerse con el control granulométrico de muestras en laboratorio y el correspondiente zarandeo del material con el cargador frontal en una malla Nº 4 en la cancha de preparación.
- El material de filtro debe 100 veces más permeable que los materiales del cuerpo de la presa o terraplén.
- Con la finalidad de asegurar la eficacia de los materiales de filtros así colocados, deberá colocarse encima y debajo del filtro, una malla de geotextil cuyas características se señalan en las Especificaciones Técnicas del presente Expediente.
- Las aguas provenientes del filtro así instalado, serán captadas por la canaleta perimétrica exterior filtrante del pie del talud de aguas abajo.

2.- Volumen Requerido para el Filtro.

El volumen neto requerido para el filtro a colocar para la presa es:

Dique: 9.00 x 20.00 x 0.50 m = 90.00 m3

Canal: 17.42 m3

Sub total = 107.42 m3

El volumen sub total del filtro es de 107.42 m3 y considerando un esponjamiento de 1.4 resulta un volumen total para el filtro de 150.40 m3.

3.- Especificaciones Técnicas para la colocación

En la colocación del filtro deben tenerse en cuenta las siguientes especificaciones técnicas:

- La granulometría de los filtros debe controlarse en el laboratorio, en el momento de su preparación en la cancha, haciendo cumplir con la granulometría de diseño.
- La primera capa de filtro ya extendida deberá ser compactada por lo menos al 95 % de la Densidad Relativa obtenida en laboratorio, teniendo en cuenta su humedad optima.
- Luego de ser aprobada por la Supervisión y Residencia, la compactación de la primera capa, será escarificada la superficie y extendida la segunda capa del filtro Nº2, procediéndose luego a su compactación hasta alcanzar similares características de compactación que la capa anterior.
- Luego en igual procedimiento que la capa anterior será extendida la tercera capa con la granulometría del filtro Nº1, debiendo ser compactada hasta su aprobación.

4.- Metodología a seguir para el Diseño del Filtro tipo Colchón

El filtro tipo colchón ha sido diseñado por el método racional propuesto por Terzaghi, quien recomienda los siguientes límites para satisfacer la estabilidad del filtro una vez colocado y para proporcionar un amplio aumento de permeabilidad entre el cuerpo de la presa y el filtro:

- D15 del Filtro / D15 del cuerpo de la presa, de 5 a 40 con tal que el filtro no contenga más del 5 % de material fino que 0.074 mm (criba N* 200)
- D15 del filtro / D85 del cuerpo de la presa, de 5 a menos
- D85 del filtro / Altura máxima del tapiz, de 2 a mas
- La curva granulométrica del filtro del filtro debe ser aproximadamente paralela a la del material de base y cuerpo de la presa.

En las reglas anteriores D15 es el tamaño, a partir del cual, el 15 % del total de las partículas de suelo son menores, el % es por peso y se determina por medio del análisis granulométrico. El tamaño D85 es aquel que el 85% de las partículas son menores. Si para el filtro se requiere más de una capa, se sigue

el mismo criterio, el filtro más fino se considera como material de base para la selección de la granulometría del material más grueso.

Además de las relaciones limites establecidas para el proyecto adecuado de los filtros, el tamaño de las partículas de 3 plg, será el máximo utilizado en un filtro, para disminuir la segregación y el acuñamiento formando huecos de las partículas grandes durante la colocación de los materiales de filtro. Además, al proyectar filtros para materiales de base que contengan partículas de grava, los materiales de base deben analizarse sobre la característica de la granulometría de la fracción menor que el Nº 4.

Es importante compactar el material de filtro a la misma densidad que la requerida para la construcción de las zonas de grava y arena en los terraplenes, Se debe tener cuidado en la colocación de los materiales de filtro para evitar segregación.

5.1.4 Diseño de cimentaciones de la presa

El uso del término cimentación incluye tanto el piso del cauce como los estribos. El requisito esencial de la cimentación para una presa de tierra es el de proporcionar un apoyo estable para el terraplén en todas las condiciones de saturación y carga, así como tener una resistencia elevada a la filtración. Cada cimentación presenta sus propios problemas, por lo que se deben estudiar sus correspondientes tratamientos y preparaciones que cumplan con los requisitos mínimos ya citados. Para ello, se deberán adaptar las condiciones locales estabilizando las cimentaciones débiles y usando dispositivos para interceptar filtraciones en el caso de cimentaciones permeables.

Debido a que los métodos de tratamiento son apropiados para diferentes condiciones, las cimentaciones se agrupan en tres clases principales: de roca, de materiales de grano grueso (arena y grava) y de grano fino (limo y arcilla). Generalmente, las cimentaciones de presas consisten en depósitos aluviales recientes compuestos de arenas y gravas relativamente permeables, que cubren formaciones geológicas impermeables. Usualmente, estos materiales permeables consisten en mezclas heterogéneas más o menos estratificadas.

Estas cimentaciones tienen dos problemas fundamentales: las filtraciones subterráneas y las presiones producidas por estas filtraciones.

5.1.4.1 DISEÑO DEL DENTELLÓN (Presas pequeñas)

Para dentellones del mismo material del núcleo impermeable.

Siempre que sea posible, las filtraciones de una cimentación permeable se deben cortar con un dentellón que llegue el estrato impermeable.
La anchura mínima del fondo (e) varía entre 0.6 m (USBR) y 1.0 m (HIMAT, para presas pequeñas) y se puede calcular tentativamente así (Estructuras hidráulicas M. E. GUEVARA):

- Cálculo de profundidad del dentellón (h).

$$\boxed{h = 0.20H}$$
$$h = 0.20 \times 4 = 0.8m$$

Se asumirá una altura de **1.50m** con el fin de llegar a la capa más impermeable del terreno de fundación y asegurar las posibles filtraciones de la presa

- Cálculo de ancho del fondo del dentellón (e)

$$\boxed{e = H - h}$$
$$e = 4 - 1.50 = 2.50m$$

H = carga hidráulica arriba de la superficie del terreno.
El dentellón puede tener las paredes verticales o inclinadas disminuyendo hacia abajo, ya que las fuerzas de filtración han disminuido al hacer el agua su recorrido en sentido
vertical.

5.1.5 Evaluación de sedimentos del embalse

El estudio de los sedimentos, transporte y depósitos constituye una parte importante al momento del diseño de un embalse y su posterior operación, ya que, en el estudio de factibilidad de la construcción de un embalse, es estudio de sedimentación es vinculante para la factibilidad del proyecto. No solo implica

el manejo y almacenamiento de grandes volúmenes de agua, sino también debe incluir el estudio de los volúmenes de sedimentos que acarrea el rio a regular y sus características. La colmatación de un embalse es producida por la deposición de grandes cantidades de sedimentos en el vaso de almacenamiento, en donde, estos ocupan el volumen que en un inicio era destinado para el agua. (Bolinaga,1999).

De la capacidad total de almacenamiento que posee un embalse, se destina un volumen para el almacenamiento de sedimentos, denominado volumen muerto y se diseña el embalse con una capacidad tal que los sedimentos acarreados por el río durante su vida útil sean acumulados en esta zona inferior del vaso de almacenamiento. (Bolinga ,1999).

5.1.5.1 Cálculo de aporte de sedimentos

para determinar la cantidad de sedimentos que entran a un vaso existen diferentes procedimientos, tales como:

a) La medición directa del embalse.

b) El aforo de transporte de sedimentos en la corriente de entrada.

c) El empleo de criterios de predicción.

Evidentemente, la aplicación de cada uno de ellos dependerá de la información disponible y del grado de precisión deseado en el cálculo. Por tal motivo el presente estudio por los datos disponibles emplearemos la metodología de predicción por modelos, (c).

5.1.5.2 Predicción de aporte de sedimento

De los mencionado en los incisos anterior, se puede observar que el indicado en (a) es solo aplicable a embalses ya construidos, en cuanto al segundo (b), también es un procedimiento confiable para la cuantificación del sedimento susceptible de depositarse en el embalse. Sin embargo, como ambos procedimientos, no es posible determinar en el presente trabajo.

Visto de otra manera, en los nuevos proyectos (embalses), donde las mediciones de transporte de sedimentos no son suficientes o bien no existen, el problema de determinar el aporte de sedimento se vuelve difícil. Por esta razón, se han desarrollado diversos métodos para determinar, a partir de características de la cuenca y del régimen de lluvias el posible aporte de sedimentos.

5.1.5.3 Peso específico

Al no tener datos de obtenidos de campo para determinar el peso específico de los sedimentos sumergidos. Se tiene la siguiente Recomendación Bibliográfica. Los siguientes valores son utilizados por la U.S Soil Conservatión Servicie de los estados Unidos, como una guía cuando no existe mediciones de campo.

Tabla 167. Peso Específico de los sedimentos aireados y sumergidos US SCS

Tamaño de los Granos	Pesos Especific0, kg/m3	
	sumergidos	aireados
Arcillas	480-960	960-1280
limo	880-1200	1200-1360
Mezcla, Arcilla-Limo	640-1040	1040-1360
Mezcla, Limo-Arena	1200-1520	1520-1760
Mezcla, Arcilla-Limo-Arena	800-1200	1280-1600
Arena	1360-1600	1360-1600
Grava	1360-2000	1360-1600
Arena mal Graduada y grava	1520-2080	1520-2080

Fuente: U. S Soil Conservation Service. EEUU.

La parte del sedimento que llega al embalse y es depositado en un ambiente de completa sumersión es llamado sumergido. En cambio, los depósitos arriba del nivel del vertedor están sujetos a un alternado secado y mojado, denominándose aireado.

Los términos sumergido y aireado corresponden a embalses con fines de riego o de abastecimiento de agua potable y a estructuras o vasos de control de avenidas, respectivamente. La distinción entre sedimentos sumergidos y aireados es importante pues cada uno ocupa volúmenes diferentes. Debido a que los sedimentos finos son los que llegan a acumularse en las cercanías del

cierre de la presa, se puede definir que son de tipo mescla, arcilla-limo-arena, por esta razón para obtener un valor conservador se adopta un peso específico de 1200 kg/m3.

5.1.5.4 Estimación del volumen muerto en el vaso

5.1.5.4.1 Método de M. Djorovic

Este modelo para la predicción de los caudales sólidos transportados por la red hidrográfica, calcula la degradación en volumen de sedimentos por año, en cuencas no muy extensas; sus principios matemáticos se basan en la concurrencia de parámetros como la precipitación, suelo, relieve y vegetación, incluyendo además un parámetro que estima la influencia del grado de erosión presente en la cuenca y el tipo de erosión predominante (Perret, 1992).

$$W = T * P * \pi * \sqrt{Z^3} * F$$

Dónde:

W: Caudal de sólido (m3/s).

P: Precipitación media anual (mm).

F: Superficie de la cuenca (Km2).

Z: Coeficiente de erosión que refleja la intensidad y extensión del fenómeno erosivo de una cuenca; además se tiene:

$$T = \sqrt{\frac{t_o}{10} + 1}; Z = Y * X * (a + \sqrt{S})$$

Dónde:

to: Temperatura media anual (C°).

Tabla 168. Rangos de la constante Z del método de Djorovic.

N°	Tipo de erosión	Rango de Z
I	Erosión excesiva	1.01 - 1.50
II	Erosión intensa	0.71 - 1.01
III	Erosión media	0.41 - 0.71
IV	Erosión débil	0.20 - 0.41
V	Erosión muy débil	0.01 - 0.20

Fuente: Perret (1992).

5.1.5.4.2 Modelo de Fournier

Este método estima la degradación de una cuenca en función de la precipitación anual, temperatura y relieve. Para la determinación de este modelo, Foumier utilizó datos provenientes de 96 cuencas pluviales repartidas en distintas zonas del planeta, en las cuales definió analíticamente el comportamiento de la erosión (López Cadenay Blanco,1968).

El primer paso a seguir fue analizar por separado las cuencas que disponían de mayor número de años de observación climatológica y de pérdidas de suelo. En función de este análisis se determinó que aquellas cuencas con degradación elevada tenían lluvias en un periodo muy corto y una distribución desigual, en cambio las de menor pérdida eran aquellas con régimen hídrico más uniforme. De esta conclusión comenzó el análisis de otras variables como:

$$F = \frac{p^2}{P}$$

Donde:

F: Factor de degradación específica

p: precipitación en el mes más lluvioso (mm)

P: Precipitación media anual (mm)

El valor de F se relaciona con el relieve y el clima de la cuenca a través de las siguientes ecuaciones o relaciones propuestas por Fournier:

$$Y = 6,14X - 49,78$$

Para cuencas de relieve poco acentuado, Htanα <6 y X<20.

$$Y = 27,12X - 475,4$$

Para cuencas de relieve poco acentuado y X>20.

$$Y = 52,49X - 513,21$$

Para cuencas de relieve acentuado, Htanα >6 y cualquier clima, excepto climas áridos.

$$Y = 91,78X - 737,62$$

Para cuencas con relieve acentuado situadas en climas semiáridos.

La clasificación climática se realiza de acuerdo con los índices de Turc:

P > P1: zona húmeda

P2 < P ≤ P1: zona semiárida

P < P2: zona árida

En estas ecuaciones, P es la precipitación media anual sobre la cuenca y P1 y P2 son valores definidos por las siguientes ecuaciones:

$$P1=0,632L$$

$$L=300+25T+0,05T3$$

$$P2=0,316L$$

Donde en las expresiones algebraicas anteriores:

T: Temperatura media anual sobre la cuenca (ºC)

Y: Erosión específica (t/km2/año)

X: Factor pluviométrico = p2/P (mm)

p: Precipitación del mes de mayor pluviometría (mm)

P: Precipitación media anual sobre la cuenca (mm)

H: Altura media de la cuenca (m), cota media sobre la del cauce en el punto más bajo de la cuenca

tanα: Coeficiente de pasividad, según Martonne; igual a la altura media de la cuenca dividida por la proyección horizontal de su superficie.

Modelo Djorovic

Según el modelo de Djorovic la cantidad transportada de sedimentos en la zona de estudio es de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 169. Cantidad de sedimentos producido por el método Djorovic

Área de la cuenca (km2)	Temp. Media anual (°C)	Precipitación media anual (mm)	Coef. de erosión	Transpot M. anual (m3/año)	Vida util (años)	Volumen de sedimentos (m3)
0.62	5.4	986	0.41	625.68	50	**31,284.17**

Fuente: Elaboracion propia.

Modelo de Fournier

Siguiendo el modelo de Fournier la cantidad transportada de sedimentos en la zona de estudio es:

Datos:

p: Precipitación del mes de mayor pluviometría (mm) = 187.42mm

P: Precipitación media anual sobre la cuenca (mm) = 985.97mm

T: Temperatura media anual sobre la cuenca (°C) = 5.4

H: Altura media de la cuenca (m), cota media sobre la del cauce en el punto más bajo de la cuenca = 4344.76 m

Área de la cuenca = 620000m2

$$\boxed{\text{Tan}\,\alpha = \frac{H}{A}} \Rightarrow \text{Tan}\,\alpha = \frac{4344.76}{620000} = 0.007$$

$$H\,\text{Tan}\,\alpha = 4344.76 \times 0.007 = 30.44$$

$$H\,\text{Tan}\,\alpha = 30.44 > 6$$

X: Factor pluviométrico = p2/P (mm)

$$\boxed{X = \frac{p^2}{P}} \Rightarrow X = \frac{187.42^2}{985.97} = 35.62mm$$

$$X = 35.62 > 20$$

$$\boxed{L = 300 + 25T + 0.05T^3}$$

$$L = 300 + 25 \times 5.4 + 0.05(5.4)^3$$

$$L = 442.87$$

$$\boxed{P1 = 0.632L}$$

$$P1 = 0.632 \times 442.87 = 279.89mm$$

$$\boxed{P2 = 0.316L}$$

$$P2 = 0.316 \times 442.87 = 139.94mm$$

$$985.97mm > 279.89mm \Rightarrow P > P1\text{: Zona humeda}$$

De los cálculos la ecuación asociada que se ajusta a las condiciones de la cuenca es:

$$\boldsymbol{Y = 52{,}49X - 513{,}21}$$

Tabla 170. Cantidad de sedimentos producido por el método Fournier

X	Y (t/km2/año)	Área de la cuenca (km2)	Vida útil (años)	Transporte medio anual (ton)	Transporte medio anual (kg)	Peso específico (kg/m3)	Volumen de sedimentos (m3)
35.63	1356.97	0.62	50	42066.15	42066148.47	1200.00	**35,055.12**

Fuente: Elaboracion propia.

Promedio de producción de sedimentos

Para una mejor perspectiva de la cantidad de sedimentos que se produce en la zona de estudio, se obtuvo el promedio de los valores obtenidos

Tabla 171. Promedio ponderado del volumen de sedimentos producidos.

Métodos	Volumen de sedimentos (m3)
Djorovic	31,284.17
Fournier	35,055.12
Promedio	**33,169.65**

Fuente: Elaboracion propia.

5.1.5.5 Cálculo de volumen muerto del embalse

Del levantamiento topográfico se tiene la siguiente tabla

Tabla 172. Volumen muerto en la presa Muchillay

Altura	Cota	Área	Área Acumul	VOL. TRONCO PIRAMIDAL		VOL. CUBICACIÓN CURVAS NIVEL	
				Vol.Parcial	Vol.Acumul	Vol.Parcial	Vol.Acumul
m	m.s.n.m	m^2	m^2	m^3	m^3	m^3	m^3
0.00	4,299.00	35,597.00	35,597.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	4,299.50	4,591.14	40,188.14	18,934.69	18,934.69	18,946.29	18,946.29
1.00	4,300.00	2,105.37	42,293.51	20,618.17	39,552.86	20,620.41	39,566.70

Fuente: Elaboracion propia.

GESTIÓN DE SEDIMENTOS

En el caso de pequeñas presas, se pueden dimensionar los órganos de evacuación preferente de sedimentos (desagües de fondo), de manera que sean capaces de absorber la máxima crecida de diseño, sin modificar el perfil hidráulico del río aguas arriba de la presa, permitiendo la movilización del

sedimento y el mantenimiento del cauce limpio de acumulaciones tanto aguas arriba como aguas abajo de la presa.

En el proyecto se optó por considerar un volumen disponible en el embalse para el almacenamiento de sedimentos.
De acuerdo a los cálculos el volumen disponible para el depósito de sedimento o azolves de la laguna a la cota 4,300.00 m.s.n.m. es de **39,552.86 m^3**, siendo suficiente para almacenar los sedimentos producidos por el embalse para un periodo de vida de 50 años que en promedio producirá **33,169.65 m^3** aproximadamente, lo cual garantiza el correcto funcionamiento de la presa durante su vida útil.

En embalses más grandes cabe plantearse la posibilidad de construir azudes de cola como medida para controlar la dispersión de sedimentos en el vaso de embalse y facilitar su extracción.

5.2 Análisis y diseño hidrogeológico

5.2.1 Simulación de infiltración en régimen permanente

5.2.1.1 Filtraciones a través del cuerpo de presa

Para determinar las filtraciones a través de la cortina de la presa, se necesitan los parámetros que intervienen en la hidráulica de la presa, los cuales se pueden ver en la Tabla 170:

Tabla 173. Propiedades hidráulicas del cuerpo de la presa.

Datos de diseño	Descripción de material	W especifico (KN/m3)		Permeabilidad (cm/s)
		Seco	Saturad	
Material n°01	Relleno compactado	20.59	21.22	2.20E-06
Material n°02	Material filtro	21	21.5	1.00E-01
Material n°03	Enrocado	23	23.5	1.00E+00

Fuente: Elaboracion propia.

En el caso de los materiales colocados en la cortina de la presa, al ser consolidados y compactados, se consideró una distribución homogénea de permeabilidades en cada capa, así como isotropismo en ese aspecto.

5.2.1.2 Filtraciones bajo la presa

Para las filtraciones de la presa también se necesitan estos parámetros hidráulicos. De los ensayos usados en la inspección subterránea se pueden conseguir los de diferentes capas. Verificándose la existencia de solo dos estratos como se describe en los estudios geológicos y geotécnicos. La permeabilidad de esta se ha tomado como, escogiendo la media del rango establecido para suelos impermeables según Terzaghi, Peck y Mesri (1996). Estas propiedades hidráulicas pueden verse en la Tabla 189

Tabla 174. Propiedades hidráulicas de la cimentación de la presa.

Datos de diseño	Descripción de material	W especifico (KN/m3)		Permeabilidad (cm/s)
		Seco	Saturad	
Material n°04	E-02 E-03 (GC)	16.25	17.34	7.23E-05
Material n°05	EG-01 EG-02	18.5	19	4.10E-06

Fuente: Elaboracion propia.

En el caso del subsuelo, la permeabilidad vertical es menor debido a la anisotropía, es decir, esta propiedad es diferente según la dirección porque los granos son usualmente depositados en una orientación preferente mientras son transportados por un fluido en movimiento. Por ello, se origina una anisotropía horizontal. Además, las formaciones pueden ser depositadas en diferentes periodos geológicos, por lo que se originan capas con diferentes permeabilidades que dificultan el paso en vertical (Roscoe Moss Company, 2008).

Los datos de campo fueron tomados con ensayos Lefranc, por lo que las permeabilidades obtenidas son verticales. Al no tener datos exactos de las permeabilidades horizontales, siendo siempre estas mayores que las verticales por la estratificación del suelo, se consideró una permeabilidad cinco veces mayor en el plano horizontal que en el vertical, al ser la media de los extremos

contemplados. Según experiencias internacionales, esta relación puede ser desde unitaria (caso isotrópico) hasta de diez a uno en las situaciones más usuales (Widarsono, B. et al, 2007) (Ayan, C. et al, 1994).

De la evaluación del macizo rocoso mediante las 02 estaciones geomecánicas como se detalla en los estudios geológicos y geotécnicos, se clasifica con un índice de calidad de macizo rocoso R.M.R tipo II (BUENO), esto nos indica que es un basamento de buena calidad sin riesgo a infiltraciones ni colapsos.

Del análisis del macizo rocoso, el espaciamiento y apertura de las fracturas se calcularon los valores de permeabilidad planteada según Davis (1969).

5.2.1.3 Análisis inicial

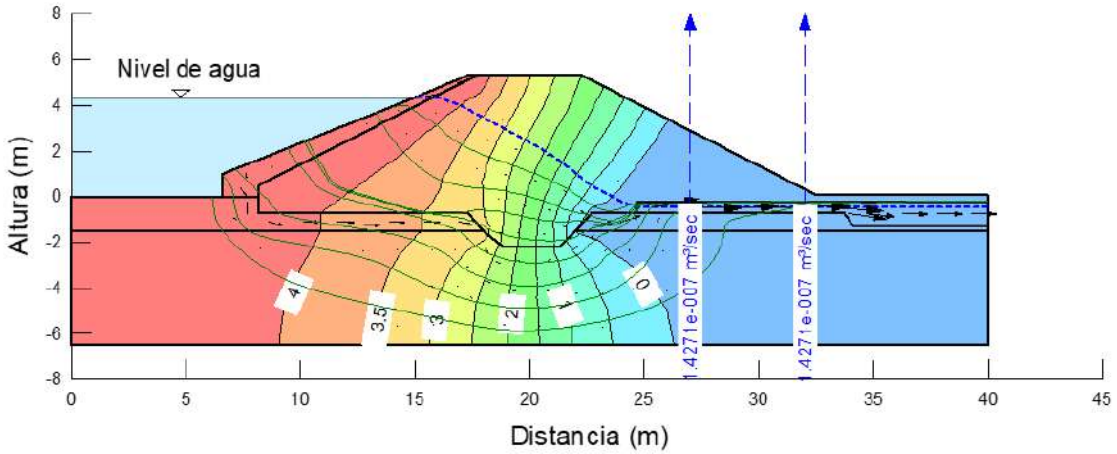
Después de introducir todos los parámetros necesarios, se realizó un análisis de filtraciones en estado estacionario.

Mediante la utilización del componente SEEP/W se software GeoStudio 2012 se ha podido generar las líneas de flujo que tendrá la zona de la cimentación y cuerpo de la presa con el fin de determinar el caudal de filtración como puede verse en la Figura 147. Con este análisis, se obtuvo también la línea piezométrica que sirvió para el cálculo de la estabilidad de la presa. Cabe destacar que las filtraciones en la presa son de 0.000000142 **$m^3/s/m$ que representa 259.73 m^3/año en el eje de presa.** Se debe recalcar que en estos cálculos las aproximaciones siempre fueron con truncamientos superiores para hacer un análisis más conservador.

También se tiene que la presión de poros varia de 106.09 kPa a -33.3 kPa lo cual comprometerá a la resistencia de los materiales por ser valores bajos lo cual garantiza que no abra inestabilidad en el largo plazo de operación de la presa, se aprecia también el correcto funcionamiento del dren aguas abajo deprimiendo la línea de flujo por lo tanto disminuyendo la subpresión y bajas presiones de poros además de la evacuación de los flujos de agua sin comprometer la estabilidad de la cortina de la presa .

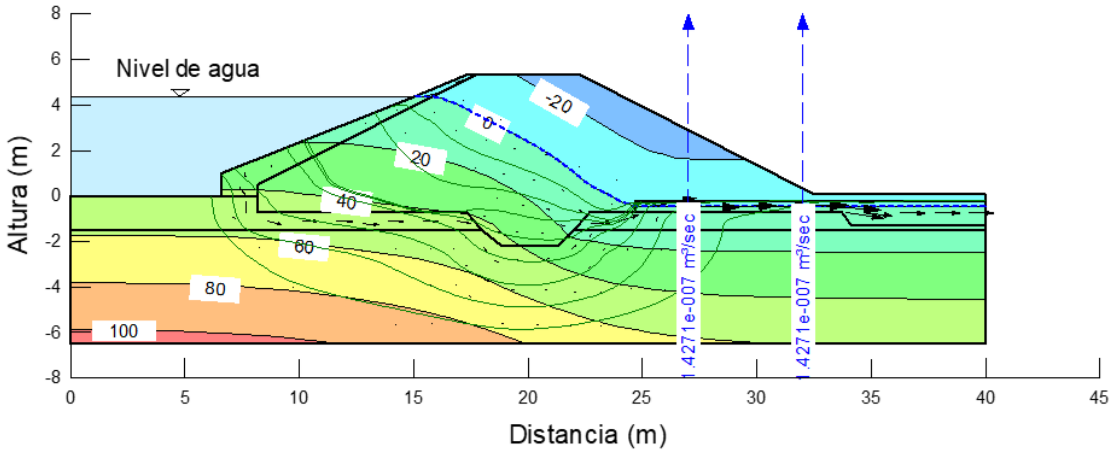
Figura 147. Flujo de agua, superficies equipotenciales y filtraciones.

Situación embalse lleno estacionario



Fuente: Elaboracion propia.

Figura 148. Presiones de poro en situación de embalse lleno estacionario.



Fuente: Elaboracion propia.

NOTA: los valores negativos se deben a que la cortina de la presa puede funcionar en términos saturados y no saturados.

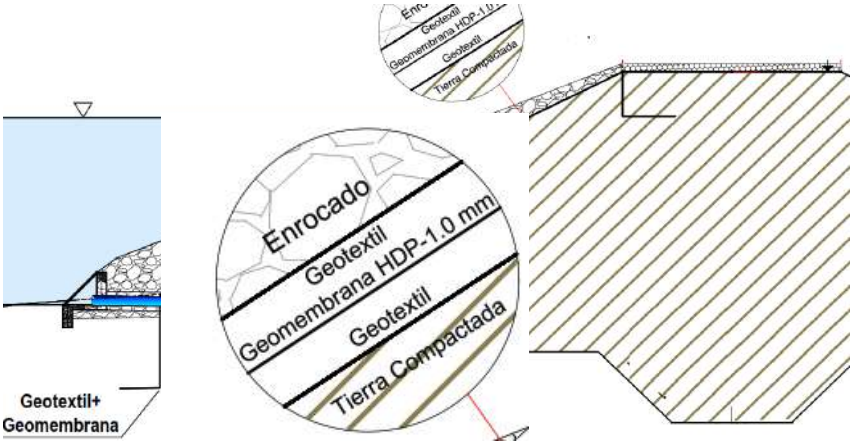
5.2.2 Balance de masa de agua

Considerando las filtraciones de la Figura 147 como representativas desde el lado conservador, se calcula un caudal de filtración de 0.000000142 $m^3/s/m$, obteniéndose un caudal total para la presa de 0.000008236 m3/s que representa un caudal de gasto de 259.73 m^3/año en el eje de la presa, por lo que son asequibles para el correcto funcionamiento de la presa. De hecho, suponen un 0.17% del volumen útil de la presa menor al 3% permitido, se puede concluir que la garantía anual no va a verse influida, cabe resaltar que estos volúmenes

de gasto fueron considerados en los cálculos de balance hídrico de la presa, así como también en la operación de la presa.

5.2.3 Diseño del sistema de impermeabilización

Debido a que las filtraciones son reducidas en tal punto que la garantía no se ve influida, no se requieren soluciones añadidas para evitar flujos a través del propio cuerpo de la presa o bajo ésta. Si durante la inspección del subsuelo se observan diferencias sustanciales respecto a los estratos considerados, se deberán proponer medidas para evitar flujos elevados que reduzcan la garantía. Existen diferentes métodos para evitar fugas, como los descritos en el Marco Teórico. Sin embargo, con el fin de garantizar la impermeabilidad del talud aguas arriba se está considerando la instalación de geomembrana y geotextil como se especifica en los planos con el fin de asegurar también problemas de sifonamientos posibles en las zonas más críticas que son la parte central y los estribos.



Este sistema y está conformado por Geotextil y Geomembrana HDPE. El cual se realiza un paquete de impermeabilización con la geomembrana en el medio de los geotextiles como protección. La función del geotextil es solamente proteger a la geomembrana de las piedras, el espaldón luego de ser forrado con geotextil y geomembrana será protegido con un sistema de enrocado en toda su área y de esa manera quedará sujetado a la estructura planteada.

5.3 Análisis estructural

El comportamiento de las presas de tierra tiene diferentes formas de reaccionar ante fuerzas y eventos que ocurren durante su construcción y operación esto ha llevado a representar diferentes análisis para su estabilidad, mostrando los problemas que se presentan como grietas, flujo, asentamientos, etc.
La utilización de software forma parte fundamental para la representación de estos problemas otorgándonos precisión y rapidez en el análisis.

5.3.1 Relación Esfuerzo-Deformación

Las deformaciones que se producen en una presa son parte del proceso de disipación de las presiones de poro en los materiales. esto se da en dos etapas, una consolidación rápida o primaria y una consolidación secundaria que se presenta en forma poco perceptible y puede ser observada en periodos largos de monitoreo. Para determinar los esfuerzos y deformaciones de la cortina de la presa, se necesitan parámetros elásticos y el peso específico de los materiales que intervienen en el análisis, los cuales se pueden ver en la Tabla 175:

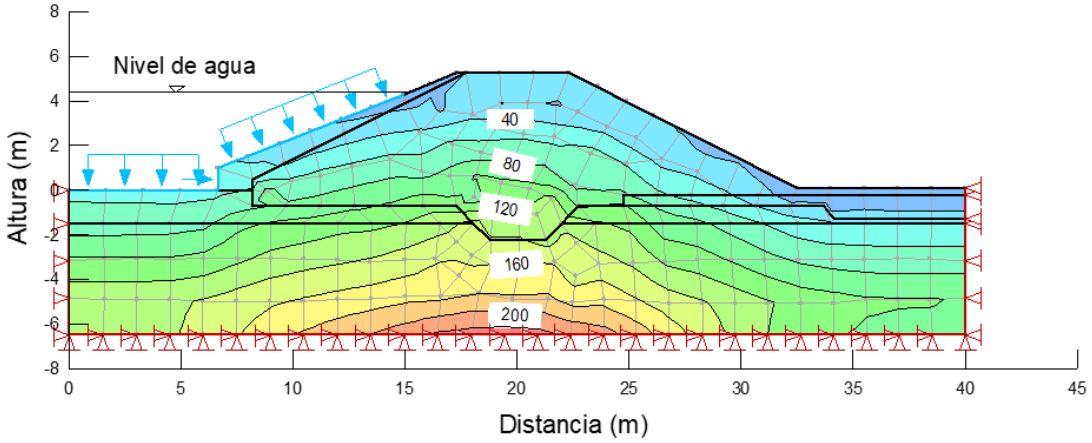
Tabla 175. Parámetros para la modelación de la deformación de la presa

Datos de diseño	Descripción de material	W especifico (KN/m3)		Módulo de elasticidad (Kpa)	Coeficiente de poisson
		Seco	Saturado		
Material n°01	Relleno compactado	20.59	21.22	15,000.00	0.30
Material n°04	E-02 E-03 (GC)	16.25	17.34	12,654.00	0.30
Material n°05	EG-01 EG-02	18.5	19	95,854.00	0.30
Material n°04	Material filtro	21	21.5	45,000.00	0.33
Material n°05	Enrocado	23	23.5	45,000.00	0.33

Fuente: Elaboracion propia.

Después de introducir todos los parámetros necesarios, se realizó un análisis de deformación mediante la utilización del componente SEEP/W se software GeoStudio 2012.

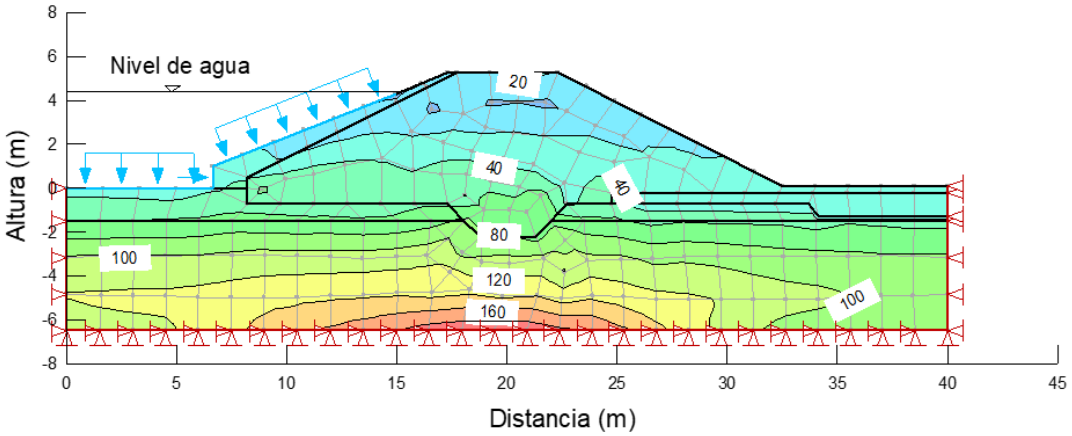
Figura 149. Esfuerzos en el eje Y de la presa



Fuente: Elaboracion propia.

Esfuerzos en y que van desde 2.156 hasta 231.2 kPa

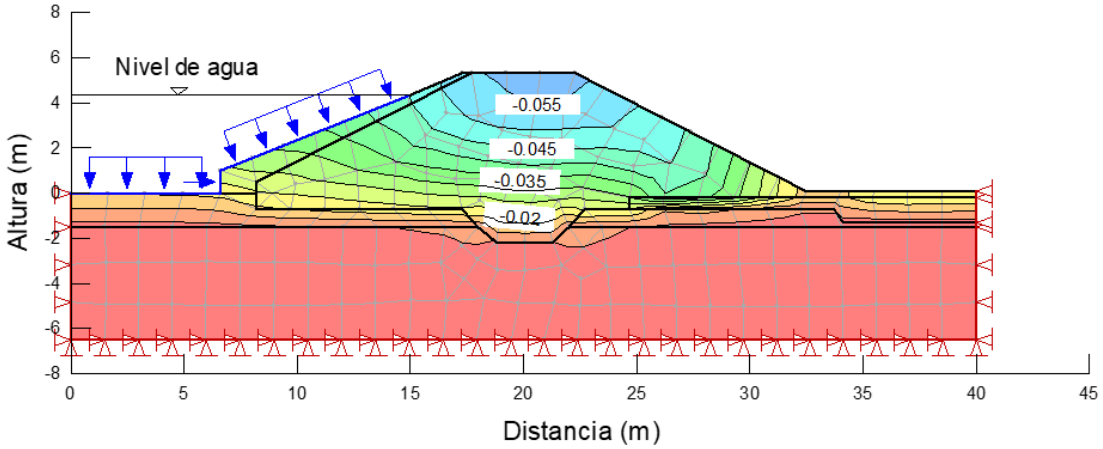
Figura 150. Esfuerzos en el eje X de la presa



Fuente: Elaboracion propia.

Esfuerzos en x que van desde -3.37kPa hasta 196kPa

Figura 151. Desplazamientos verticales de la presa.



Fuente: Elaboracion propia.

Los resultados de las deformaciones verticales y horizontales se presentan durante y al final de la construcción de la presa.

Del análisis de deformaciones se tiene un desplazamiento máximo de **5.7cm** en la corona, esto debido a los asentamientos internos de la cortina de la presa

Los resultados se contrastan ligeramente con los asentamientos presentados al final de la construcción de la presa Totoracocha ejecutado por el IMA el año 2020 ubicado a 3.20km del proyecto con características similares.

Figura 152. Asentamiento en la Presa de Totoracocha.



El asentamiento resultante en el análisis será compensado con una sobre elevación adicional al nivel de coronación de diseño se recomienda unos 20 cm. Para las etapas de consolidación rápida o primaria y la consolidación secundaria que se presentara a lo largo del periodo de vida de la presa Muchillay.

5.3.2 Análisis de estabilidad estructural de la presa

Es práctica común en ingeniería definir la estabilidad de un talud en términos de un factor de seguridad (FS), obtenido de un análisis matemático de estabilidad. El modelo debe tener en cuenta la mayoría de los factores que afectan la estabilidad. Estos factores incluyen geometría del talud, parámetros geológicos, cargas dinámicas por acción de sismos, flujo de agua, propiedades de los suelos, etc.

5.3.2.1 Método del Equilibrio Limite

Fundamentada en el libro “Presas de Tierra” de R. Armas Novoa y E. Horta Mestas,1987. El análisis de los movimientos de los taludes o laderas durante muchos años se ha realizado utilizando las técnicas del equilibrio límite. Este tipo de análisis requiere información sobre la resistencia del suelo, pero no se requiere sobre la relación esfuerzo-deformación.

El sistema de equilibrio límite supone que, en el caso de una falla, las fuerzas actuantes y resistentes son iguales a lo largo de la superficie de falla equivalentes a un factor de seguridad de 1.0. El análisis se puede realizar estudiando directamente la totalidad de la longitud de la superficie de falla o dividiendo la masa deslizada en tajadas o dovelas. Cada día se han mejorado los sistemas de Dovelas desarrollados a inicios del siglo XX y existe Software muy fácil de utilizar. El Factor de Seguridad es empleado por los Ingenieros para conocer cuál es el factor de amenaza de que el talud falle en las peores condiciones de comportamiento para el cual se diseña. Fellenius (1927) presentó el factor de seguridad como la relación entre la resistencia al corte real, calculada del material en el talud y los esfuerzos de corte críticos que tratan de producir la falla, a lo largo de una superficie supuesta de posible falla.

La mayoría de los sistemas de análisis asumen un criterio de “equilibrio límite” donde el criterio de falla de Coulomb es satisfecho a lo largo de una determinada superficie. Se estudia un cuerpo libre en equilibrio, partiendo de las fuerzas actuantes y de las fuerzas resistentes que se requieren para producir el equilibrio, calculada esta fuerza resistente, se compara con la disponible del suelo o roca y se obtiene una indicación del Factor de Seguridad.

Otro criterio es el de dividir la masa a estudiar en una serie de tajadas, dovelas o bloques y considerar el equilibrio de cada tajada por separado. Una vez realizado el análisis de cada tajada se analizan las condiciones de equilibrio de la sumatoria de fuerzas o de momentos.

5.3.2.2 Métodos de análisis

Si las fuerzas resistentes al movimiento son mayores que las fuerzas que llevan al movimiento, entonces el talud se considera estable. El factor de seguridad es la división de las fuerzas resistentes al movimiento entre las fuerzas que llevan al movimiento. En aéreas sujetas a movimiento telúrico, el análisis se hace para condiciones estáticas y pseudo-estáticas, donde las fuerzas sísmicas son adicionadas como cargas al análisis.

5.3.2.3 Evaluación de resultados de estabilidad en la presa

El Software Geoslope – GeoStudio 2012 utilizado para los presentes cálculos de estabilidad considera los métodos de Bishop, Jambu, Morgensten, Price, Spencer y ordinario, los mismos que se basan en procesos iterativos y consideran los esfuerzos principales normales al plano y tangenciales al plano. Aspectos que hacen más completos y seguros a los análisis de estabilidad.

Los factores de seguridad arrojados en el presente estudio, se enmarcan dentro de los parámetros de la “Norma de seguridad para las presas en el Perú”, en el Anexo 02.1, “Factores de seguridad para estabilidad de taludes en presas de material suelto”.

ANEXO 02.1

(Hoja 1 de 3)

Factores de Seguridad para Estabilidad de Taludes en Presas de Material Suelto (a)

Condición de Carga Estática (sin sismo) (*)	Mínimo Factor de Seguridad	Talud Crítico a Analizar
Condición normal con flujo establecido y máximo nivel de agua en el embalse (NAMO).	1.5.	de Aguas Abajo
Desembalse rápido.	1.2 a 1.3 (b)	de Aguas Arriba
Al final de Construcción antes de llenado del reservorio.	1.25 a 1.3	de Aguas Arriba y Aguas Abajo

(a) Estos factores de seguridad son los requeridos en cada caso, para asegurar la estabilidad del talud correspondiente de la presa, por lo cual de ser necesario, habría que ampliar el área de aplicación de las cargas verticales para así, disminuir el esfuerzo de corte y de esta manera, mantener en estado de **equilibrio límite** a la masa potencial de deslizamiento. Aplicando para el efecto un método de análisis reconocido que por otro lado, sea resuelto con la ayuda de avanzados programas de computación (que las Instituciones propietarias de "softwares" los tienen patentados).

(b) Estos factores de seguridad que son los requeridos normalmente en el desembalse rápido, pueden ser más altos cuando el desembalse rápido ocurra con relativa frecuencia durante la operación normal del embalse.

(*) Para la condición de Carga Dinámica (es decir con sismo), el Mínimo Factor de Seguridad exigido en las 3 condiciones estipuladas en el cuadro presentado será por igual, aquel que esté comprendido entre 1.1 y 1.01 (FS>1.01 y <1.1) y además teniendo bien presente, que el Método Seudo-estático para el análisis dinámico de estabilidad, ha sido definitivamente proscrito por ICOLD, cuando se trata de las presas de materiales sueltos mayores de 10 m de altura.

El análisis de estabilidad para las diferentes condiciones exigidas por la norma, para un mejor análisis se considerarán tres métodos Bishop, Morgensrtern-price y Specer, el análisis se realizará en la sección más crítica de la presa correspondiente a la progresiva 0.035.

Tabla 176. Parámetros aplicados para el diseño

Datos de diseño	Descripción de material	W especifico (KN/m3)		Cohesión (Kpa)	A. fricción (°)
		Seco	Saturado		
Material n°01	Relleno compactado	20.59	21.22	16	34.5
Material n°02	E-02 E-03 (GC)	16.25	17.34	14	33
Material n°04	Material filtro	21	21.5	0	33
Material n°05	Enrocado	23	23.5	0	40

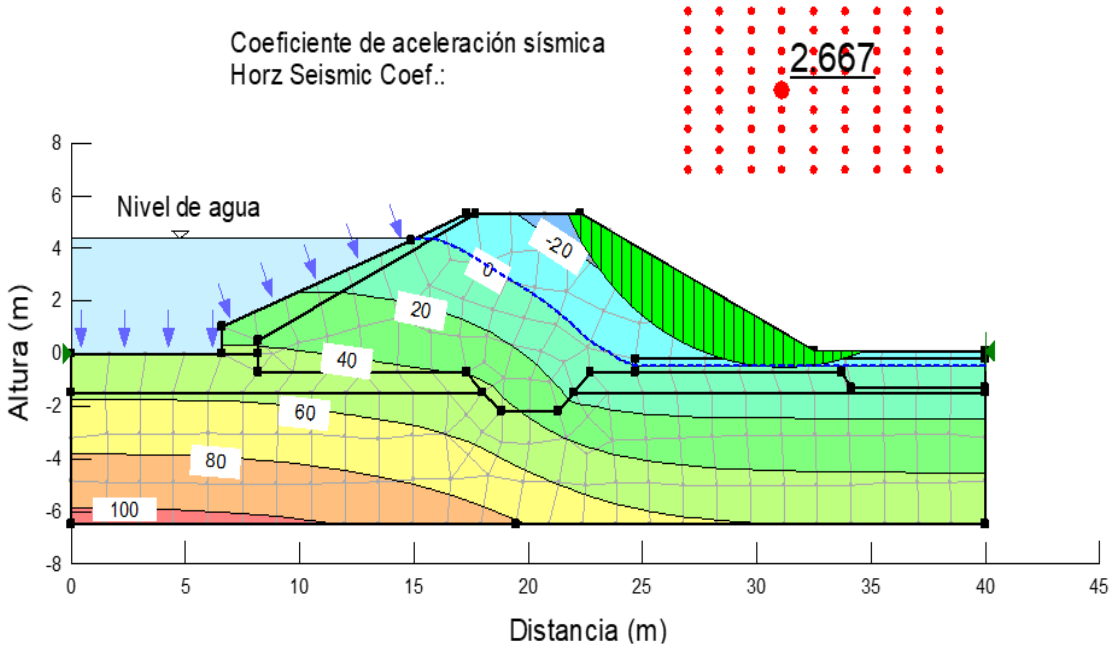
Fuente: Elaboracion propia.

El análisis de desembalse rápido es una condición en donde se presentan disminuciones controladas o súbitas del nivel del embalse desde un nivel máximo o de operación hasta un valor mínimo o de control, el análisis el del tipo transitorio y en equilibrio limite presenta variaciones de FS con el tiempo

5.3.3 Análisis estático

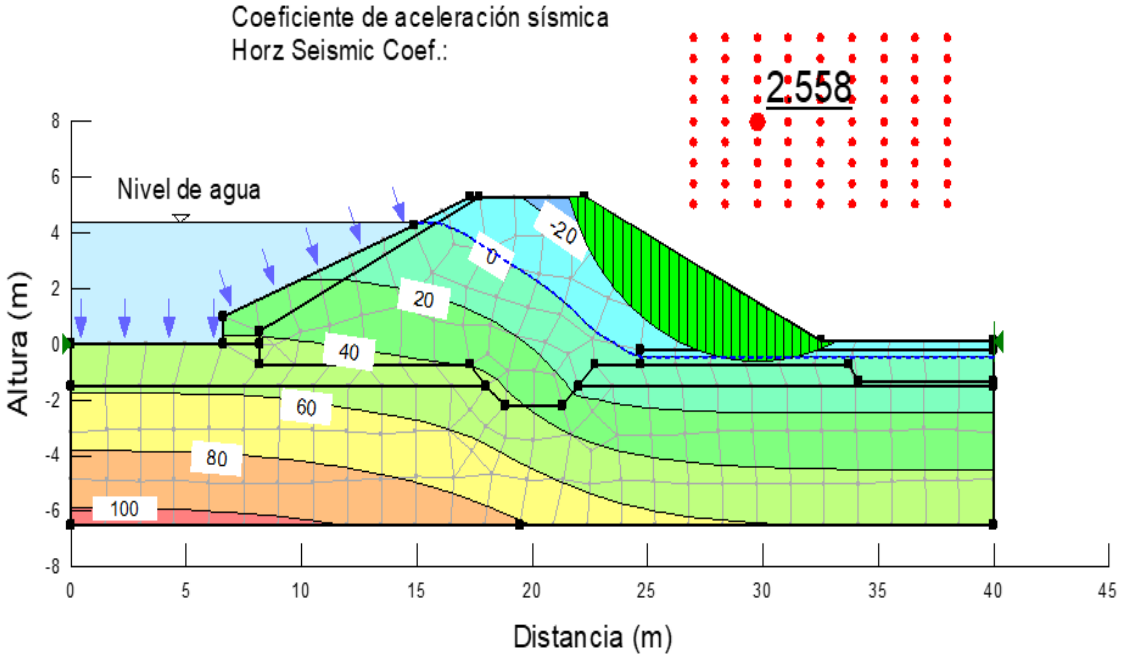
Para el análisis de estabilidad al final de construcción, se considera que el peso propio del terraplén actúa sobre el cuerpo del talud y la cimentación, produciéndose presiones de poro por consolidación que no se disipan totalmente en el período de construcción, el análisis se realizó aguas abajo siendo el caso más crítico.

Figura 153. Círculo de falla “Operación” (sin sismo) método Bishop



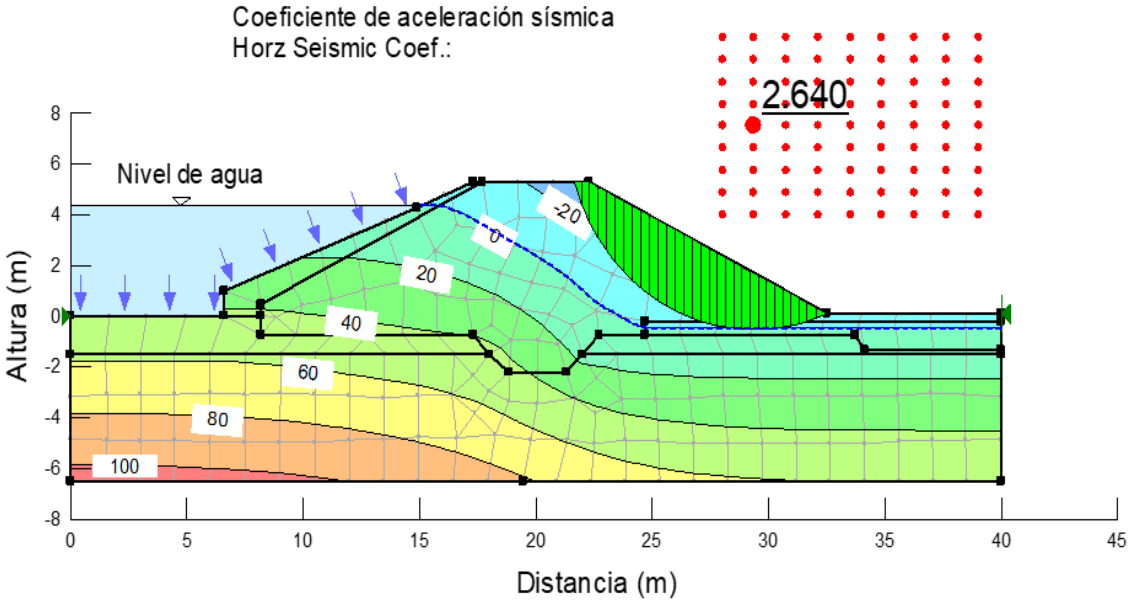
Fuente: Elaboracion propia.

Figura 154. Círculo de falla “Operación” (sin sismo) método Morgensrtern-price



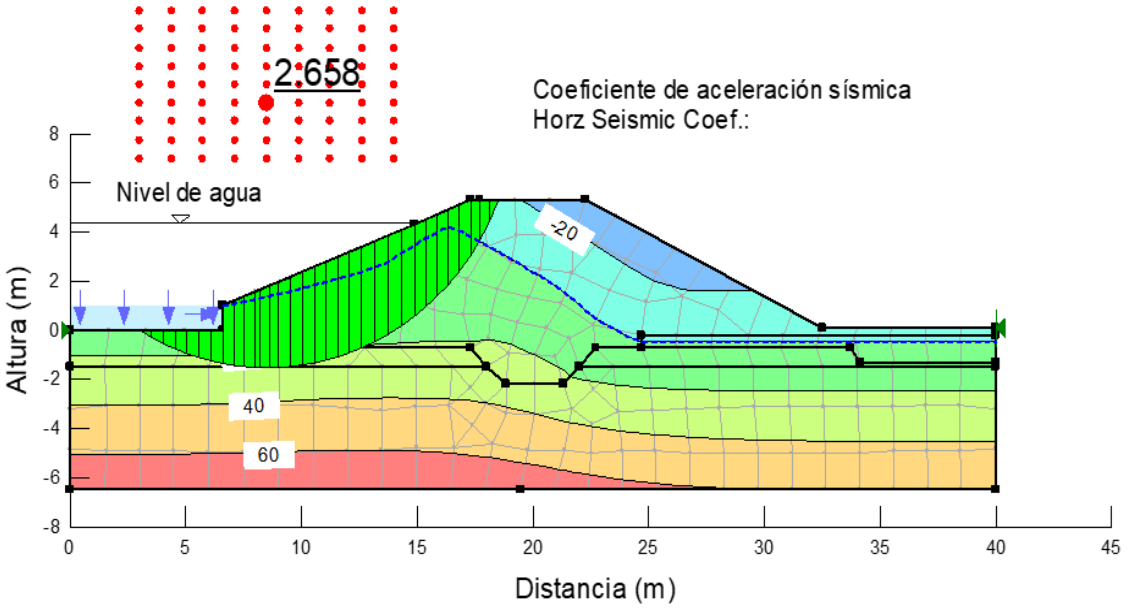
Fuente: Elaboracion propia.

Figura 155. Círculo de falla “Operación” (sin sismo) método Spencer



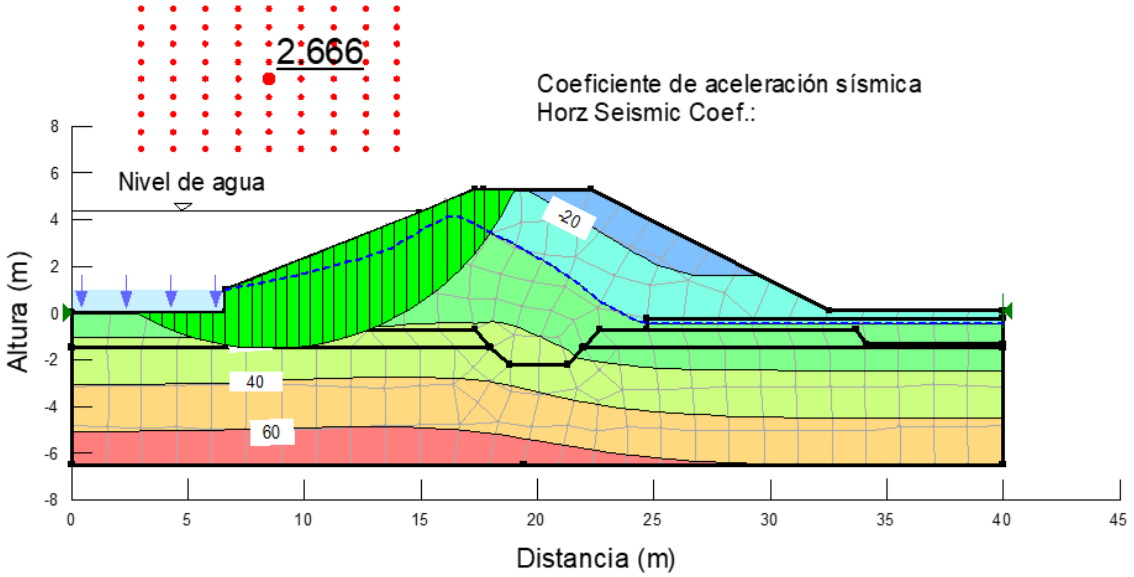
Fuente: Elaboracion propia.

Figura 156. Círculo de falla “Desembalse rápido” (sin sismo) método Bishop



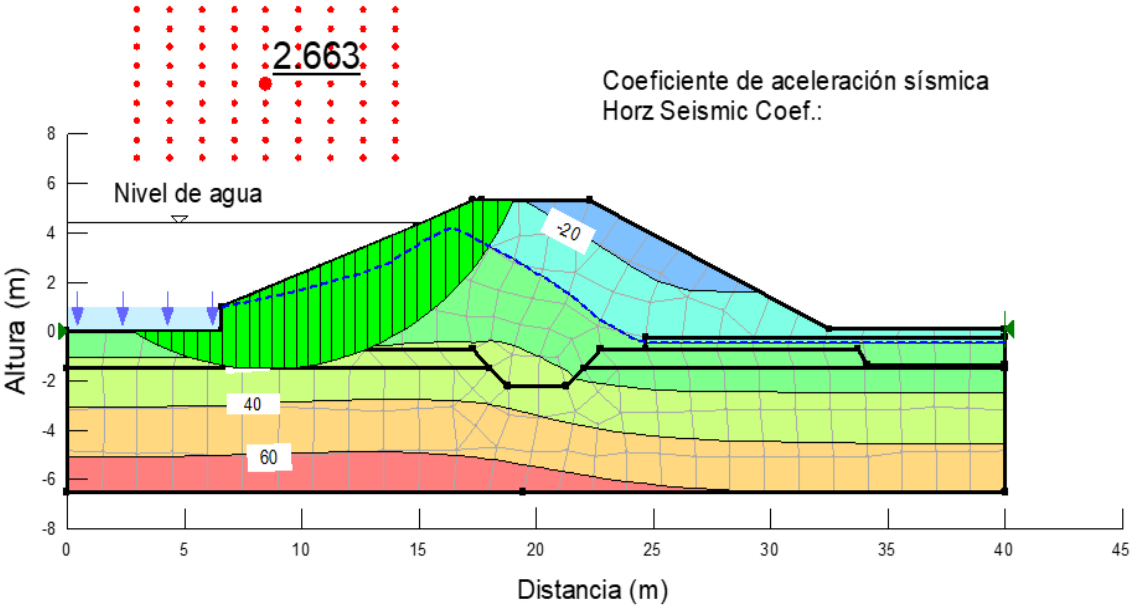
Fuente: Elaboracion propia.

Figura 157. Círculo de falla “Desembalse rápido” (sin sismo) método Morgensrtern-price



Fuente: Elaboracion propia.

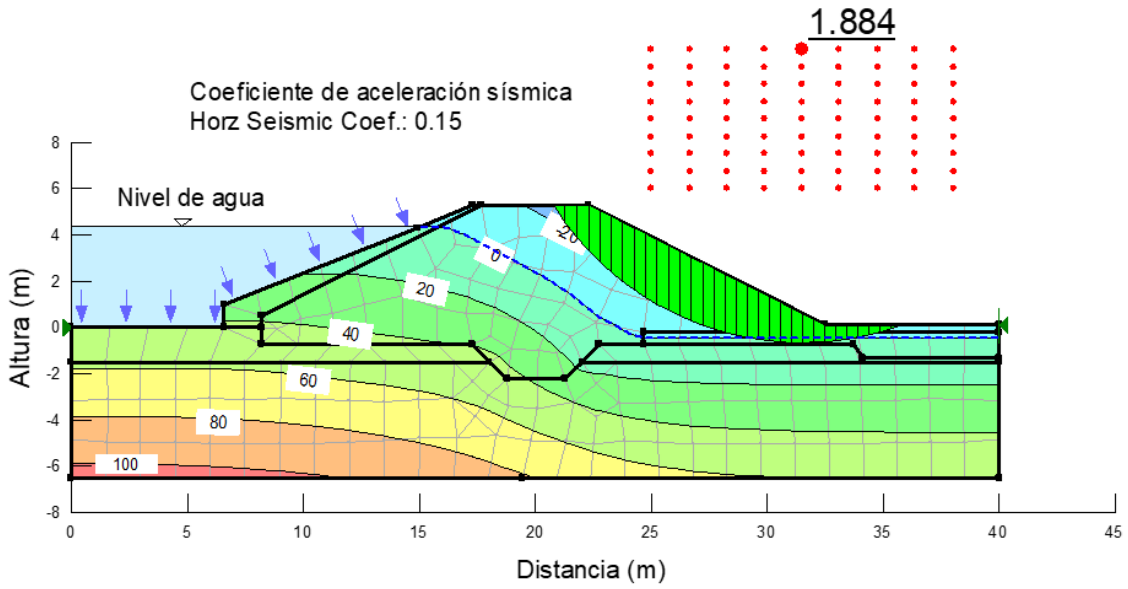
Figura 158. Círculo de falla “Desembalse rápido” (sin sismo) método Spencer



Fuente: Elaboracion propia.

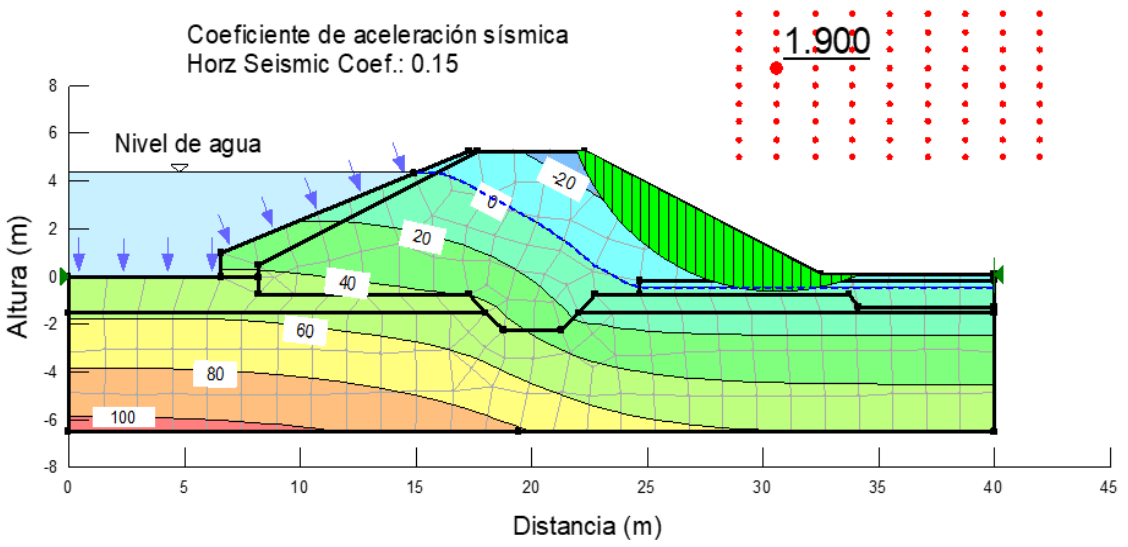
5.3.4 Análisis pseudo-estático

Figura 159. Círculo de falla "Operación" (con sismo) método Bishop



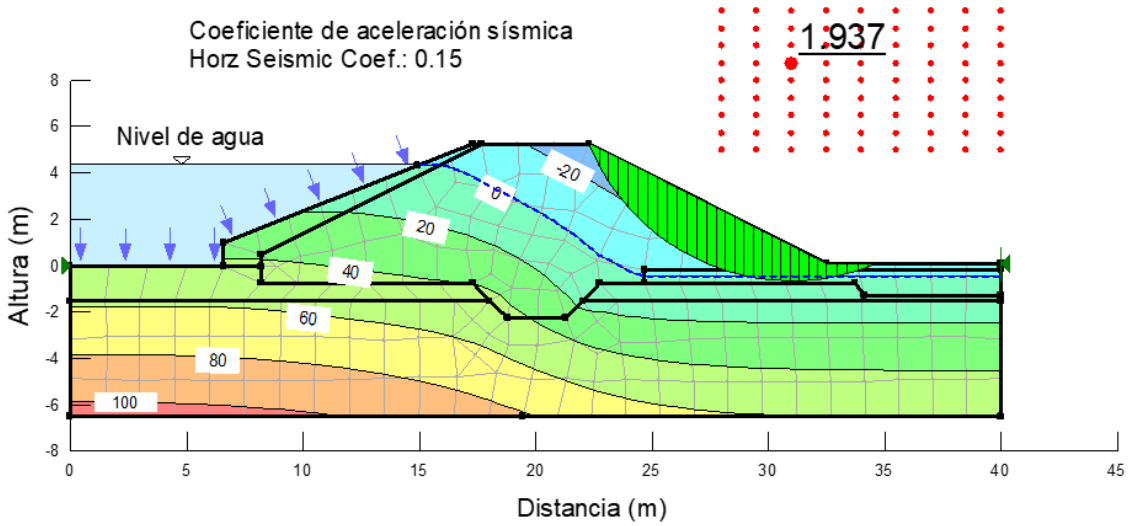
Fuente: Elaboracion propia.

Figura 160. Círculo de falla "Operación" (con sismo) método Morgensrtern-price



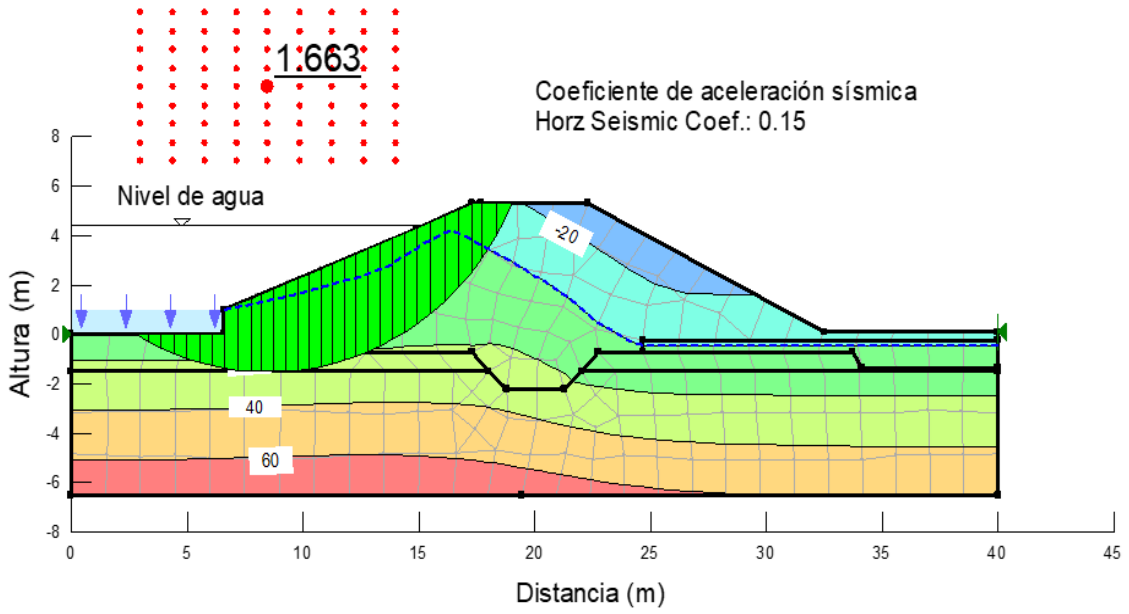
Fuente: Elaboracion propia.

Figura 161. Círculo de falla “Operación” (con sismo) método Spencer



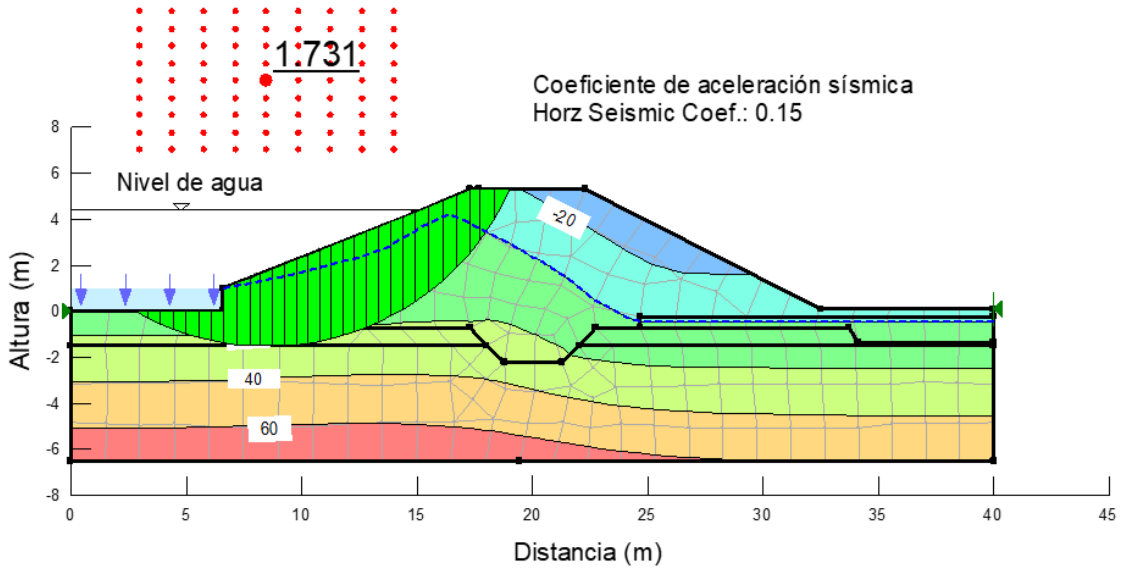
Fuente: Elaboracion propia.

Figura 162. Círculo de falla “Desembalse rápido” (con sismo) método Bishop



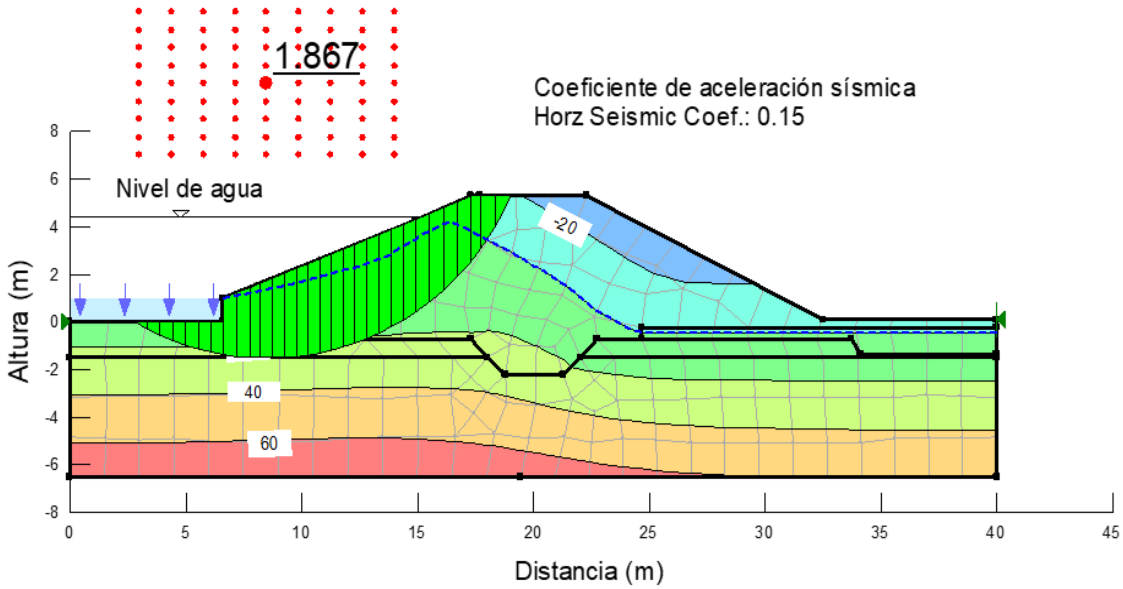
Fuente: Elaboracion propia.

Figura 163. Círculo de falla “Desembalse rápido” (con sismo) método Morgensrtern-price



Fuente: Elaboracion propia.

Figura 164. Círculo de falla “Desembalse rápido” (sin sismo) método Spencer



Fuente: Elaboracion propia.

5.3.5 Resumen y comentarios de las modelaciones

Se puede observar que en los estados de carga críticos “final de construcción”, “Aguas arriba” y “desembalse rápido”, los factores de seguridad mínimos obtenidos cumplen con los factores de seguridad mínimos exigidos por la norma “Norma de seguridad para las presas en el Perú”.

Tabla 177. Factores de seguridad mínimos para las diferentes variantes

Factores de seguridad mínimos para las diferentes variantes				
Estado	Condición	Bishop	M-Price	Spencer
Operación	Aguas abajo (sin sismo)	2.66	2.55	2.64
	Aguas abajo (con sismo)	1.88	1.9	1.93
Desembalse rápido	Aguas arriba (sin sismo)	2.65	2.67	2.66
	Aguas arriba (con sismo)	1.66	1.73	1.86

Fuente: Elaboracion propia.

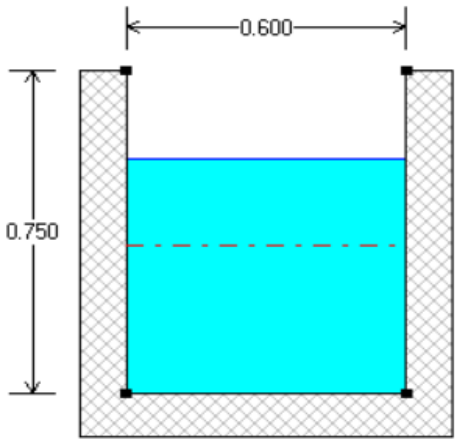
De la tabla 177 se concluye que el talud aguas arriba queda definido con pendiente 1:2 y con el enrocado 1:2.5, producto del análisis del estado de carga “desembalse rápido” con acción sísmica, el factor de seguridad de dicho talud es 1.663, superando al mínimo factor de seguridad 1.3 exigido por la norma peruana. El talud aguas abajo queda definido con pendiente de 1:2, producto del análisis del estado de carga “operación” con acción sísmica, el factor de seguridad de dicho talud es 1.88 superando al mínimo factor de seguridad 1.5 exigido por la norma peruana.

5.3.6 Diseño estructural del vertedero de demasías y sistema de descarga

Se ha realizado en base a la NTP E-060, ACI 318-05, USBR “Diseño de pequeñas presas” y para el metrado de cargas la NTP E-020

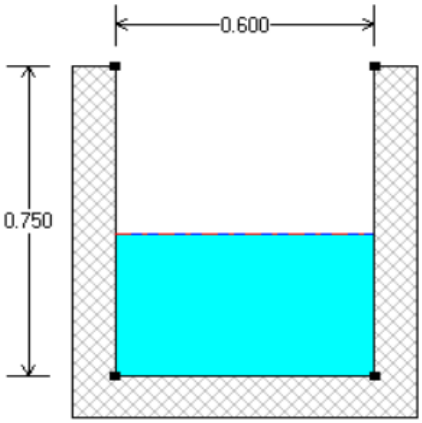
5.3.6.1 Diseño estructural de canal aguas arriba y sección de control

Figura 165. Sección transversal del canal de la rápida agua arriba



Fuente: Elaboracion propia.

Figura 166. Sección canal de la rápida, aguas arriba – sección de control



Fuente: Elaboracion propia.

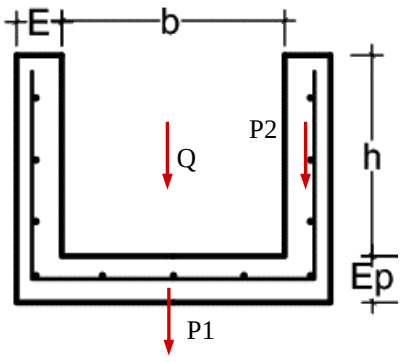
Tabla 178. Datos canal aguas arriba y sección de control canal de rápida

Datos para el diseño estructural			
Peso unitario del suelo	ɣs	2000	kg/cm3
Angulo de fricción interna	Φ	30	grados
Capacidad portante del suelo seco	σt	2.03	kg/cm2
Peso específico del agua	ɣa	1000	kg/m3
Resistencia de diseño a la compresión del concreto	f'c	210	kg/cm2
Resistencia de diseño a la tracción del acero	f'y	4200	kg/cm2
Peso específico del concreto	ɣc	2400	kg/m3
Recubrimiento de pared exterior	r1	0.03	m
Recubrimiento de la losa	r2	0.03	m
Ancho del canal	b	0.6	m
Espesor de la losa	Ep	0.15	m
Espesor de pared lateral muro	Em	0.15	m
Altura	h	0.75	m
Longitud de paño	L	4.5	m

Fuente: Elaboracion propia.

I.- DISEÑO DE MURO

1.- Cálculo de presiones de la estructura sobre el suelo



Presión de la losa: $P_1 = \frac{Ep \times \gamma_C}{10000}$

Presión de muro: $P_2 = \frac{Em \times h \times \gamma_C}{(b + Em)10000}$

Presión del agua: $Q = \dfrac{b \times h \times \gamma_a}{(b + Em)10000}$

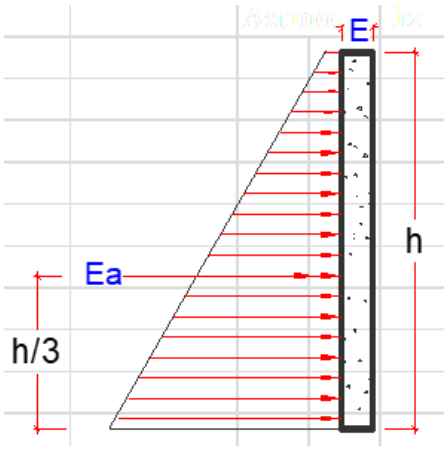
P1	0.036	kg/m2
P2	0.03	kg/m2
Q	0.05	kg/m2
Σ σe=P1+2P2+Q	**0.146**	**kg/m2**

σe=0.146 kg/m2 < σt=2.03 kg/m2

2.- Calculo de factor de Presión Neutra Sobre el suelo

$$Ka = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$$

$$Ka = 0.333$$



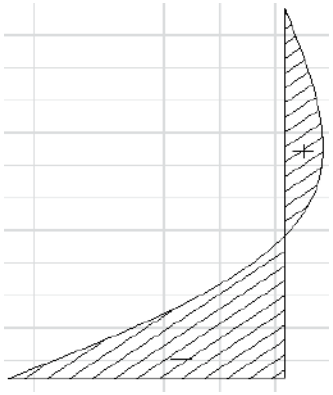
$$Ea = \frac{1}{2} \times \gamma_s \times h^2 \times Ka$$

$$Ea = 0.12$$

3.-Cálculo de momento

$$M = \left(\frac{h}{3}\right) Ea$$

$$M = 0.047\ T - m$$



4.-Cálculo de momento ultimo

$$Mu = 1.6M$$

$$Mu = 0.075\ T - m$$

$$Mu = 0.384\ T - m$$

5.-Verificacion por cortante

$$d = Em - r1$$

$$d = 0.12m$$

$$Vdu = 1.6 \times \left(\frac{1}{2}\right) \times \gamma_s \times Ka \times (h - d)^2$$

$$Vdu = 0.212T$$

$$\phi Vc = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{F'c} \times b \times d$$

$$\phi Vc = 3.525T$$

ΦVdu =0.212 T < ΦVc =3.525 T

6.-Calculo de acero en muros

a) Acero vertical

- **Cálculo de acero efectivo a flexión As**

Datos:

Mu=0.075 T-m b=1m d= 0.12m

$$As = \frac{Mu}{\phi Fy(d - a/2)} \qquad a = \frac{As \times Fy}{0.85F'c \times b}$$

Nº	a (cm)	As(cm2)
1 iter.	1.200	0.299
2 Iter	0.070	0.285
3 Iter	0.067	0.285
4 Iter	0.067	0.285
5 Iter	**0.067**	**0.285**

Fuente: Elaboracion propia.

- **Cálculo de acero mínimo**

$$As = 0.0018b \times d$$

$$As = 2.2cm2$$

Distribución del Acero de Refuerzo			
Diámetro	Área (cm2)	# barras	As(cm2)
Ø3/8"	0.71	4	2.84
Ø1/2"	1.29	4	5.16
Ø5/8"	1.99	4	7.96
Ø3/4"	2.84	4	11.36
Ø1"	5.1	4	20.4

Fuente: Elaboracion propia.

Usar acero Ø3/8" @ 25cm (As=2.84 cm2)

b) Acero horizontal

Según la norma E-060 para aceros menor a 5/8" el refuerzo horizontal para muros tiene una cuantía de 0.002

Sección bruta de hormigón Ac=1125cm2
Cuantía ρ=0.002
Sección de acero As=2.25cm2

- **Cálculo de acero mínimo**

$$\boxed{As = 0.0018b \times d}$$

$$As = 2.2cm2$$

Distribución del Acero de Refuerzo			
Diámetro	Área (cm2)	# barras	As(cm2)
Ø3/8"	0.71	4	2.84
Ø1/2"	1.29	4	5.16
Ø5/8"	1.99	4	7.96
Ø3/4"	2.84	4	11.36
Ø1"	5.1	4	20.4

Fuente: Elaboracion propia.

Usar acero Ø3/8" @ 25cm (As=2.84 cm2)

II.- DISEÑO DE LOSA DE FONDO

Peso del canal		
Muros	2.916	T
Losa de fondo	0.972	T
Peso del agua	2.025	T
Sobre carga S/C	250	kg/m2
Sobre carga S/C	2.475	T
Suma W	8.388	T

Fuente: Elaboracion propia.

1.- Momento de empotramiento en los extremos

$$Mue = \frac{W \times L^2}{192}$$

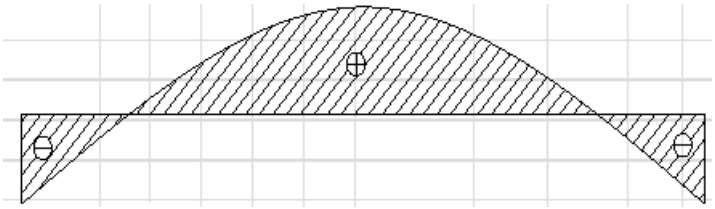
$$Mue = -0.035T - m$$

2.- Momento de empotramiento en el centro

$$Muc = \frac{W \times L^3}{384}$$

$$Muc = 0.016T - m$$

$Muc = 0.016T - m$



$Mue = -0.035T - m$

$$Mue = -0.035T - m$$

3.-Calculo de acero

- **Cálculo de acero efectivo a flexión As**

Datos:

Mu=0.035 T-m b=1m d= 0.12m

$$As = \frac{Mu}{\phi Fy(d - a/2)}$$

$$a = \frac{As \times Fy}{0.85F'c \times b}$$

Nº	a (cm)	As(cm2)
1 iter.	1.200	0.141
2 Iter	0.033	0.134
3 Iter	0.032	0.134
4 Iter	0.032	0.134
5 Iter	**0.032**	**0.134**

Fuente: Elaboracion propia.

- **Cálculo de acero mínimo**

$As = 0.0018b \times d$ $As = 2.2cm2$

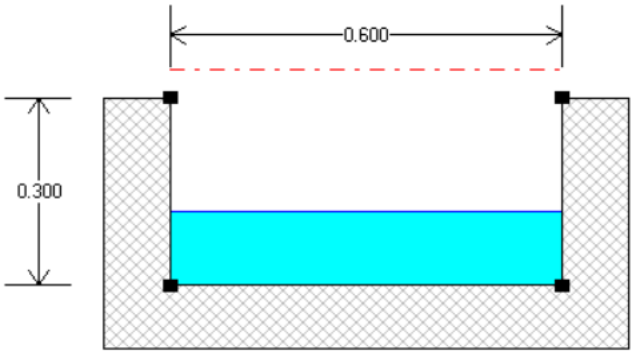
Distribución del Acero de Refuerzo			
Diámetro	Área (cm2)	# barras	As(cm2)
Ø3/8"	0.71	4	2.84
Ø1/2"	1.29	4	5.16
Ø5/8"	1.99	4	7.96
Ø3/4"	2.84	4	11.36
Ø1"	5.1	4	20.4

Fuente: Elaboracion propia.

Usar acero Ø3/8" @ 25cm (As=2.84 cm2)

5.3.6.2 Diseño estructural del canal de la rápida

Figura 167. Sección transversal del canal de la rápida



Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 179. Datos para el diseño estructural del canal de la rápida

Datos para el diseño estructural			
Peso unitario del suelo	ɣs	2000	kg/cm3
Angulo de fricción interna	Φ	30	grados
Capacidad portante del suelo seco	σt	2.03	kg/cm2
Peso específico del agua	ɣa	1000	kg/m3
Resistencia de diseño a la compresión del concreto	f'c	210	kg/cm2
Resistencia de diseño a la tracción del acero	f'y	4200	kg/cm2
Peso específico del concreto	ɣc	2400	kg/m3
Recubrimiento de pared exterior	r1	0.03	m
Recubrimiento de la losa	r2	0.03	m
Ancho del canal	b	0.6	m
Espesor de la losa	Ep	0.15	m
Espesor de pared lateral muro	Em	0.15	m
Altura	h	0.30	m

Longitud de paño	L	34.91	m

Fuente: Elaboracion propia.

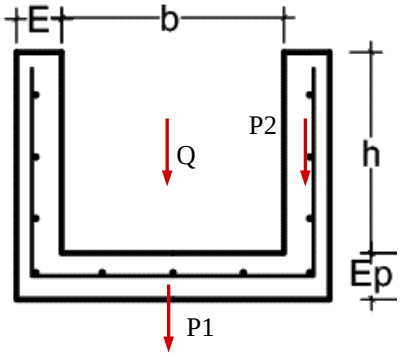
I.- DISEÑO DE MURO

1.- Cálculo de presiones de la estructura sobre el suelo

Presión de la losa: $P_1 = \dfrac{Ep \times \gamma_C}{10000}$

Presión de muro: $P_2 = \dfrac{Em \times h \times \gamma_C}{(b + Em)10000}$

Presión del agua: $Q = \dfrac{b \times h \times \gamma_a}{(b + Em)10000}$



P1	0.036	kg/m2
P2	0.012	kg/m2
Q	0.02	kg/m2
Σ σe=P1+2P2+Q	**0.08**	**kg/m2**

σe=0.08 kg/m2 < σt=2.03 kg/m2

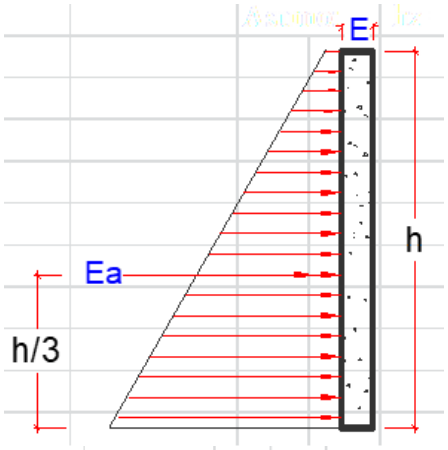
2.- Calculo de factor de Presión Neutra Sobre el suelo

$$Ka = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$$

$Ka = 0.333$

$$Ea = \frac{1}{2} \times \gamma_s \times h^2 \times Ka$$

$Ea = 0.03$



3.-Cálculo de momento

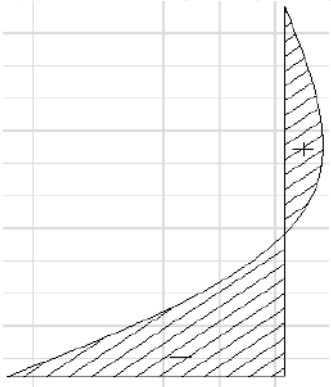
$$M = \left(\frac{h}{3}\right) Ea$$

$M = 0.003\ T - m$

4.-Cálculo de momento ultimo

$Mu = 1.6M$

$Mu = -0.005\ T - m$



$$Mu = -0.005\ T-m$$

5.-Verificacion por cortante

$$d = Em - r1$$

$$d = 0.12m$$

$$Vdu = 1.6 \times \left(\frac{1}{2}\right) \times \gamma_s \times Ka \times (h-d)^2$$

$$Vdu = 0.017T$$

$$\phi Vc = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{F'c} \times b \times d$$

$$\phi Vc = 27.349T$$

ΦVdu =0.017 T < ΦVc =27.349 T

6.-Calculo de acero en muros

a) Acero vertical

- **Cálculo de acero efectivo a flexión As**

Datos:

Mu=0.005 T-m b=1m d= 0.12m

$$As = \frac{Mu}{\phi Fy(d - a/2)}$$

$$a = \frac{As \times Fy}{0.85F'c \times b}$$

Nº	a (cm)	As(cm2)
1 iter.	1.200	0.299
2 Iter	0.070	0.285
3 Iter	0.067	0.285
4 Iter	0.067	0.285
5 Iter	**0.067**	**0.285**

Fuente: Elaboracion propia.

- **Cálculo de acero mínimo**

$$As = 0.0018b \times d$$

$$As = 2.2cm2$$

Distribución del Acero de Refuerzo			
Diámetro	Área (cm2)	# barras	As(cm2)
Ø3/8"	**0.71**	**4**	**2.84**
Ø1/2"	1.29	4	5.16
Ø5/8"	1.99	4	7.96
Ø3/4"	2.84	4	11.36
Ø1"	5.1	4	20.4

Fuente: Elaboracion propia.

Usar acero Ø3/8" @ 25cm (As=2.84 cm2)

b) Acero horizontal

- Según la norma E-060 para aceros menor a 5/8" el refuerzo horizontal para muros tiene una cuantía de 0.002

Sección bruta de hormigón Ac=450cm2

Cuantía ρ=0.002

Sección de acero As=0.9cm2

– **Cálculo de acero mínimo**

$$\boxed{As = 0.0018b \times d}$$

$$As = 2.2cm2$$

Distribución del Acero de Refuerzo			
Diámetro	Área (cm2)	# barras	As(cm2)
Ø3/8"	**0.71**	**4**	**2.84**
Ø1/2"	1.29	4	5.16
Ø5/8"	1.99	4	7.96
Ø3/4"	2.84	4	11.36
Ø1"	5.1	4	20.4

Fuente: Elaboracion propia.

Usar acero Ø3/8" @ 25cm (As=2.84 cm2)

II.- Diseño de losa de fondo

Peso del canal		
Muros	11.31084	T
Losa de fondo	7.54056	T
Peso del agua	6.2838	T
Sobre carga S/C	250	kg/m2
Sobre carga S/C	2.475	T
Suma W	27.6102	T

Fuente: Elaboracion propia.

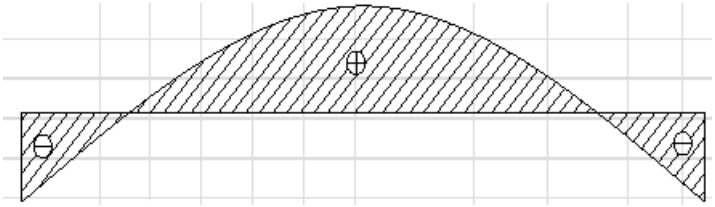
1.- Momento de empotramiento en los extremos

$$\boxed{Mue = \frac{W \times L^2}{192}} \Rightarrow Mue = -0.116T - m$$

2.- Momento de empotramiento en el centro

$$\boxed{Muc = \frac{W \times L^3}{384}} \Rightarrow Muc = 0.052T - m$$

$$Muc = 0.052T - m$$



$$Mue = -0.116T - m$$

$$Mue = -0.116T - m$$

3.-Calculo de acero

- **Cálculo de acero efectivo a flexión As**

Datos:

Mu=0.116 T-m b=1m d= 0.12m

$$\boxed{As = \frac{Mu}{\phi Fy(d - a/2)}} \qquad \boxed{a = \frac{As \times Fy}{0.85F'c \times b}}$$

Nº	a (cm)	As(cm2)
1 iter.	1.200	0.465
2 Iter	0.109	0.443
3 Iter	0.104	0.443
4 Iter	0.104	0.443
5 Iter	0.104	0.443

Fuente: Elaboracion propia.

- **Cálculo de acero mínimo**

$$\boxed{As = 0.0018b \times d} \qquad As = 2.2cm2$$

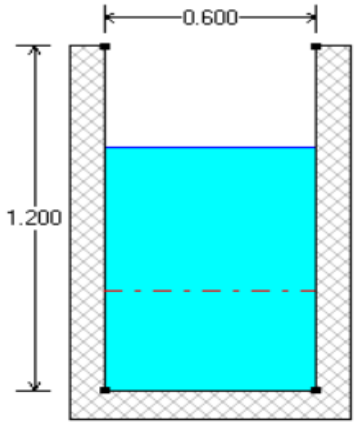
Distribución del Acero de Refuerzo			
Diámetro	Área (cm2)	# barras	As(cm2)
Ø3/8"	0.71	4	2.84
Ø1/2"	**1.29**	**4**	**5.16**
Ø5/8"	1.99	4	7.96
Ø3/4"	2.84	4	11.36
Ø1"	5.1	4	20.4

Fuente: Elaboracion propia.

Usar acero Ø1/2" @ 25cm (As=5.16 cm2)

5.3.6.3 Diseño estructural de la poza disipadora

Figura 168. Sección trasversal de la posa disipadora de la rápida



Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 180. Datos para el diseño estructural de la posa disipadora de la rápida

Datos para el diseño estructural			
Peso unitario del suelo	ɣs	2000	kg/cm3
Angulo de fricción interna	Φ	30	grados
Capacidad portante del suelo seco	σt	2.03	kg/cm2
Peso específico del agua	ɣa	1000	kg/m3
Resistencia de diseño a la compresión del concreto	f'c	210	kg/cm2
Resistencia de diseño a la tracción del acero	f'y	4200	kg/cm2
Peso específico del concreto	ɣc	2400	kg/m3
Recubrimiento de pared exterior	r1	0.03	m
Recubrimiento de la losa	r2	0.03	m
Ancho del canal	b	0.6	m
Espesor de la losa	Ep	0.15	m
Espesor de pared lateral muro	Em	0.15	m
Altura	h	1.20	m

Longitud de paño	L	3.712	m

Fuente: Elaboracion propia.

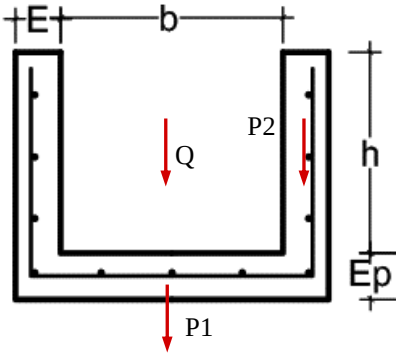
I.- DISEÑO DE MURO

1.- Cálculo de presiones de la estructura sobre el suelo

Presión de la losa: $P_1 = \frac{Ep \times \gamma_C}{10000}$

Presión de muro: $P_2 = \frac{Em \times h \times \gamma_C}{(b + Em)10000}$

Presión del agua: $Q = \frac{b \times h \times \gamma_a}{(b + Em)10000}$



P1	0.036	kg/m2
P2	0.048	kg/m2
Q	0.08	kg/m2
Σ σe=P1+2P2+Q	**0.212**	**kg/m2**

σe=0.212 kg/m2 < σt=2.03 kg/m2

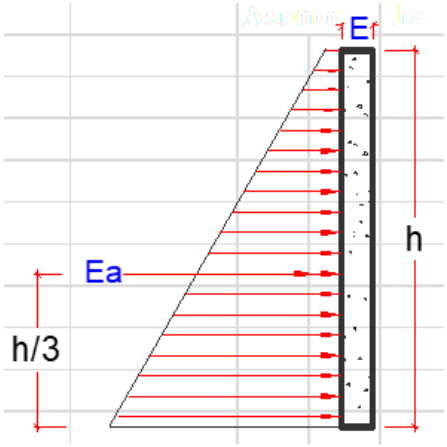
2.- Calculo de factor de Presión Neutra Sobre el suelo

$$Ka = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$$

$Ka = 0.333$

$$Ea = \frac{1}{2} \times \gamma_s \times h^2 \times Ka$$

$Ea = 0.48$

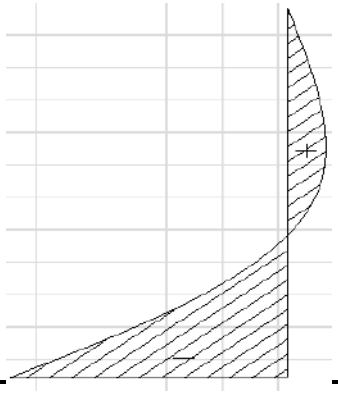


3.-Cálculo de momento

$$M = \left(\frac{h}{3}\right) Ea$$

$M = 0.192\ T - m$

4.-Cálculo de momento ultimo



$$Mu = 1.6M$$

$$Mu = -0.307\ T-m$$

$$Mu = -0.307\ T-m$$

5.-Verificacion por cortante

$$d = Em - r1$$

$$d = 0.12m$$

$$Vdu = 1.6\times\left(\frac{1}{2}\right)\times\gamma_s\times Ka\times(h-d)^2 \Rightarrow Vdu = 0.622T$$

$$\phi Vc = 0.85\times 0.53\times\sqrt{F'c}\times b\times d \Rightarrow \phi Vc = 2.908T$$

ΦVdu =0.622 T < ΦVc =2.908 T

6.-Calculo de acero en muros

a) Acero vertical

- **Cálculo de acero efectivo a flexión As**

Datos:

Mu=0.307 T-m b=1m d= 0.12m

$$As = \frac{Mu}{\phi Fy(d-a/2)} \qquad a = \frac{As\times Fy}{0.85F'c\times b}$$

Nº	a (cm)	As(cm2)
1 iter.	1.200	1.225
2 Iter	0.288	1.178
3 Iter	0.277	1.178
4 Iter	0.277	1.178
5 Iter	**0.277**	**1.178**

Fuente: Elaboracion propia.

- **Cálculo de acero mínimo**

$$As = 0.0018b\times d$$

$$As = 2.2cm2$$

Distribución del Acero de Refuerzo			
Diámetro	Área (cm2)	# barras	As(cm2)
Ø3/8"	**0.71**	**4**	**2.84**
Ø1/2"	1.29	4	5.16

Ø5/8"	1.99	4	7.96
Ø3/4"	2.84	4	11.36
Ø1"	5.1	4	20.4

Fuente: Elaboracion propia.

Usar acero Ø3/8" @ 25cm (As=2.84 cm2)

b) Acero horizontal

- Según la norma E-060 para aceros menor a 5/8" el refuerzo horizontal para muros tiene una cuantía de 0.002

Sección bruta de hormigón Ac=1800cm2

Cuantía ρ=0.002

Sección de acero As=3.6cm2

- **Cálculo de acero mínimo**

$$As = 0.0018b \times d$$

$$As = 2.2cm2$$

Distribución del Acero de Refuerzo			
Diámetro	Área (cm2)	# barras	As
Ø3/8"	**0.71**	**5**	**3.6**
Ø1/2"	1.29	4	5.16
Ø5/8"	1.99	4	7.96
Ø3/4"	2.84	4	11.36
Ø1"	5.1	4	20.4

Fuente: Elaboracion propia.

Usar acero Ø3/8" @ 20cm (As=3.6 cm2)

II.- Diseño de losa de fondo

Peso del canal		
Muros	3.608	T
Losa de fondo	0.802	T
Peso del agua	2.673	T
Sobre carga S/C	250.000	kg/m2
Sobre carga S/C	2.475	T
Suma W	9.557	T

Fuente: Elaboracion propia.

1.- Momento de empotramiento en los extremos

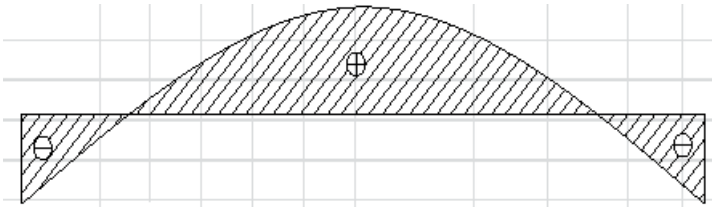
$$Mue = \frac{W \times L^2}{192}$$

$$Mue = -0.040T - m$$

2.- Momento de empotramiento en el centro

$$Muc = \frac{W \times L^3}{384} \Rightarrow Muc = 0.018T - m$$

$$Muc = 0.018T - m$$



$$Mue = -0.040T - m$$

$$Mue = -0.040T - m$$

3.-Calculo de acero

- **Cálculo de acero efectivo a flexión As**

Datos:

Mu=0.040 T-m b=1m d= 0.12m

$$As = \frac{Mu}{\phi Fy(d - a/2)} \qquad a = \frac{As \times Fy}{0.85F'c \times b}$$

Nº	a (cm)	As(cm2)
1 iter.	1.200	0.161
2 Iter	0.038	0.153
3 Iter	0.036	0.153
4 Iter	0.036	0.153
5 Iter	**0.036**	**0.153**

Fuente: Elaboracion propia.

- **Cálculo de acero mínimo**

$$As = 0.0018b \times d \qquad As = 2.2cm2$$

Distribución del Acero de Refuerzo			
Diámetro	Área (cm2)	# barras	As(cm2)
Ø3/8"	**0.71**	**4**	**2.84**
Ø1/2"	1.29	4	5.16
Ø5/8"	1.99	4	7.96

Ø3/4"	2.84	4	11.36
Ø1"	5.1	4	20.4

Fuente: Elaboracion propia.

Usar acero Ø3/8" @ 25cm (As=2.84 cm2)

CAPÍTULO VI: GESTIÓN DE RIESGOS Y ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

6.4 Gestión de riesgos

Las formas más predominantes para zonas vulnerables a desastres, generalmente son las inundaciones, sismos, y deslizamientos para la zona de estudio. Estos desastres están relacionados a los siguientes conceptos:

Peligro

Probabilidad de que se produzca en un determinado lugar y tiempo un fenómeno natural potencialmente destructivo.

Amenaza

Es el fenómeno potencialmente dañino que resulta de la integración entre el peligro y la exposición, en este caso inundación, sismo, deslizamiento o fenómeno combinado.

Vulnerabilidad

Son las estructuras, poblaciones o recursos expuestos a daños por el fenómeno destructivo y dependen de las características físicas socio económicas de la zona sujeta al fenómeno natural y probable daños a generarse.

Riesgo

El elemento que es consecuencia de la combinación del mayor o menor peligro y vulnerabilidad y que se traduce en la probabilidad de pérdida de vidas humanas y daños materiales, lo que determina aceptar la siguiente relación:

RIESGO = VULNERABILIDAD + PELIGRO

Relación en que el Riesgo se incrementa con el factor de Vulnerabilidad considerando que el Peligro traducido en un fenómeno natural no puede ser eliminado o reducido.

El peligro o azar viene a ser el nivel de amenaza a los que están expuestos las infraestructuras o cualquier obra humana, la exposición se refiere a todas las obras edificadas por el hombre que podrían estar sometidas al peligro potencial, la ubicación se define como las condiciones específicas del lugar donde la infraestructura haya sido construida y la vulnerabilidad supone el comportamiento de la construcción ante diferentes niveles de peligro.
En el ámbito del Proyecto la construcción de la presa de tierra en la laguna Muchilay, corre el riesgo de falla, durante su construcción, a funcionamiento pleno y durante toda su vida útil, debido a dos factores principales:

- Principalmente a los factores internos tales como el sismo
- Los factores externos: sobrecarga de precipitaciones pluviales, huaycos, embalses, contaminación del ambiente.

Se analizó la vulnerabilidad del sistema ante una situación de catástrofe o de emergencia. Entre otros se evaluó los aspectos siguientes:

- La ubicación en zona de riesgo sísmico y las estructuras expuestas a ese riesgo.
- La ubicación de la estructura si se produjera inundaciones, aludes por crecida de la laguna.

Ingeniería y desastres naturales.

Es evidente que el clima viene sufriendo fuertes variaciones en todo el mundo, que se acentúan año tras año. Las temperaturas alcanzan cifras inusitadas tanto en invierno como en verano; las lluvias torrenciales son la causa de grandes inundaciones y aludes; los sismos y los tornados suceden en distintos países con fuerza destructiva. Todo esto confirma que el planeta viene sufriendo transformaciones en su atmósfera, con mayor intensidad que en las décadas anteriores. El Perú, cuyo clima ha sido generalmente benigno, no ha podido abstraerse en los últimos años de esa tendencia mundial, y en la actualidad es objeto de desastres naturales en varias partes de su territorio.
Esto nos hace pensar en la necesidad de extremar las medidas destinadas a prevenir o mitigar los efectos de los desastres.

El conocimiento del territorio.

La vulnerabilidad está referida a la seguridad física a la que está expuesta la infraestructura frente a los riesgos naturales y tiene como finalidad prevenir y mitigar sus efectos teniendo en cuenta que su ocurrencia está ligada a los fenómenos naturales.

Salvo cierto tipo de desastres, como los movimientos sísmicos o la actividad volcánica, cuya ocurrencia escapa hasta ahora al conocimiento previo, pueden señalarse otras manifestaciones extraordinarias del clima mediante el estudio adecuado del medio geográfico. En la actualidad se dispone de tecnologías que ayudan a conocer la estructura y conformación del territorio, usando la interpretación de fotografías y otras imágenes obtenidas por sensores remotos. Es por ello, de la mayor importancia disponer de mapas, fotografías gráficos y modelos que describan adecuadamente las condiciones de nuestro territorio, destacando aquellos lugares que presentan **mayor vulnerabilidad** a los agentes naturales.

En suma, el primer paso para la prevención de los desastres naturales es el conocimiento del territorio, existen medios tecnológicos disponibles en el país, así como información obtenida por medios internacionales. Todo este material debe ser la base para formular un mapa nacional y regional de puntos vulnerables, que pueda servir para orientar las acciones de previsión correspondientes.

6.4.1 Riesgo Geológico

Dentro del ámbito de la laguna de Muchillay se encuentran unidades geomorfológicas notorias como Laderas de pendientes suaves, laderas de pendientes pronunciadas rocosas y unidades de quebrada.

En la zona del proyecto específicamente en el área de emplazamiento de la presa en el basamento se evidencia un cambio litológico, donde las rocas volcánicas andesitas se presentan como roca masiva muy poco fracturada y no presentan planos de estratificación, también estructuras de fallas y alteración

muy somera y superficial. Las estaciones estructurales realizadas han permitido reconocer y medir dos a tres familias principales de diaclasas, estas estructuras no presentan apertura por lo que el riesgo de infiltración de agua subterránea es muy bajo.

El grado de fracturamiento observado en los afloramientos rocosos es bajo, En los alrededores de la laguna no hay deslizamiento alguno. En la zona aguas abajo de la laguna de Muchillay se encuentran afloramientos rocosos, muy estables lo cual no serían detonantes de futuros deslizamientos.

6.4.2 Riesgo Geotécnico

De acuerdo a los estudios realizados del suelo y el basamento rocoso se establece que la presa y los procesos de explotación de canteras son estables y su probabilidad de falla es prácticamente nula.

6.4.3 Riesgo Sísmico

Para la determinación de la vulnerabilidad sísmica de la laguna de Muchillay, será necesario considerar primero la vulnerabilidad del departamento del Cusco.

El riesgo sísmico es una medida de probabilidad de que el sismo más fuerte pueda ocurrir en una zona en un cierto número de años exceda un determinado nivel de magnitud y aceleración. La historia sísmica desde principios de este siglo se le encuentra frecuentemente expresada en términos de intensidad medida en la escala de Mercalli y la magnitud en la escala de Richter. Las escalas de Mercalli y Richter se utilizan para evaluar y comparar la intensidad de los terremotos.

La escala de Richter mide la energía de un temblor en su centro, o foco, y la intensidad crece de forma exponencial de un número al siguiente. La escala de Mercalli es más subjetiva, puesto que la intensidad aparente de un terremoto depende de la distancia entre el centro y el observador. Varía desde I hasta XII, describe y evalúa los terremotos más en función de las reacciones humanas y observaciones que la escala de Richter, basada más en las matemáticas.

Tabla 181. Valores de equivalencia entre las escalas de Mercalli y Richter

ESCALA DE MERCALLI	ESCALA RICHTER
I.- Casi nadie lo ha sentido.	2.5 En general no sentido, pero registrado por los sismógrafos.
II.- Muy pocas personas lo han sentido.	
III.- Temblor notado por mucha gente que, sin embargo, no suele darse cuenta de que es un terremoto.	3.5 Sentido por mucha gente
IV.- Se ha sentido en el interior de los edificios por mucha gente. Parece un camión que ha golpeado el edificio.	
V.- Sentido por casi todos, mucha gente se despierta. Pueden verse árboles y postes oscilando.	
VI.- Sentido por todos: mucha gente corre fuera de los edificios. Los muebles se mueven, pueden producirse pequeños daños.	4.5 Pueden producirse algunos daños locales pequeños.
VII.- Todo el mundo corre fuera de los edificios. Las estructuras mal construidas quedan muy dañadas; pequeños daños en el resto.	
VIII.- Las construcciones especialmente diseñadas dañadas ligeramente; las otras se derrumban.	6.0 Terremoto destructivo.
IX.- Todos los edificios muy dañados, desplazamientos de muchos cimientos. Grietas apreciables en el suelo	
X.- Muchas construcciones destruidas. Suelo muy agrietado.	7.0 Terremoto importante.
XI.- Derrumbe de casi todas las construcciones. Puentes destruidos. Grietas muy amplias en el suelo.	8.0 Grandes terremotos o más.
XII.- Destrucción total. Se ven ondulaciones sobre la superficie del suelo, los objetos se mueven y voltean.	

Las dos escalas se relacionan según la ecuación:

$$M = 1 + 2/3\ I$$

Donde:

M = magnitud

I = Intensidad

6.4.4 Sismicidad regional

La Región del Cusco está situada en una zona de mediana actividad sísmica, razón por la que dentro de la nueva zonificación sísmica del Perú se encuentra catalogada como Zona 2 de Sismicidad. La región Cusco está atravesada por una serie de fallas tectónicas, siendo las más conocidas: la falla de Tambomachay localizada al norte de la ciudad a 15 km y es el origen de muchos de los sismos superficiales y de gran impacto. Es muy extensa la historia de los sismos en Cusco. Las crónicas hacen referencia a varios terremotos ocurridos en los siglos XVII y XVIII que afectaron la ciudad de Cusco, destacando el del 31 de marzo de 1650 que fue altamente destructivo (X en la escala de Mercalli).

En la región Cusco han ocurrido fuertes movimientos sísmicos en 1707, en 1746, 1938, en 1939, en 1941, en 1943, en 1950, en 1961 y 1965, en 1980, en 1986, en 1995 y el último movimiento sísmico, registrado el 8 de agosto de 2003, fue en la localidad de Capaqmarca (Provincia Chumbivilcas) de una magnitud moderada de 4.6 grados en la escala de Mercalli.

Considerando la historia sísmica en esta región y la existencia de fallas geológicas regionales y locales se concluye: Mediano peligro sísmico: 10 provincias: Acomayo, Anta, Calca, Canas, Canchis, Chumbivilcas, Paruro, Paucartambo, Quispicanchi y Urubamba.

Figura 169. Mapa de peligros de sismos de la región cusco por provincias



Fuente: Elaborado en base a datos del IGP, E Silgado 1968.

Registros históricos de sismos en zonas aledañas de la provincia Calca

- En 1994, sismo en Andahuaylillas, grado V MM
- En marzo de 1996, sismo en Cusco, de grado III-IV MM
- En marzo de 1996, sismo en Anta, grado II MM
- En enero de 1998, sismo en Quillabamba, grado V MM
- En enero de 1998, sismo en Cusco, grado VMM
- En mayo de 1999, sismo en Cusco, grado II MM
- En octubre de 1999, sismo en Cusco, grado III MM
- En agosto de 2003, sismo en Capacmarca, grado IV MM

Según los datos obtenidos podemos concluir que la provincia de Calca y provincias aledañas registra pocos movimientos sísmicos algunos de alta magnitud, por lo que se le podría considerar una zona de mediana magnitud.

6.4.5 Riesgo sísmico local

Según la Norma Técnica de Edificación E.30, según la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos, el área evaluada corresponde a la Zona 2, zona de sismicidad media, donde el factor es de 0.3, este factor se interpreta con la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida sus 50 años.

6.4.6 Riesgo Hidráulico

El principal problema frente al riesgo hidrológico, sería el incremento desmesurado del embalse, ocasionado por consecuencia de fuertes movimientos de masas de agua, piedras y lodo ocasionado por la presencia de fuertes tormentas, éstas dañarían y amenazarían la vida de humanos y animales, ubicados en las cercanías de la zona, en el caso de la laguna de Muchillay no se tiene referencias de la ocurrencia de dichos fenómenos debido a que la cabecera de la cuenca presenta formaciones de macizos rocosos estables, y ser una cuenca pequeña de 0.62 km^2.

Los parámetros de riesgo para embalses son:

a) El peligro de ocurrencia de un evento climático es invariable en el tiempo: siempre existe la posibilidad de ocurrencia de un evento mayor a todos los anteriormente registrados.

b) La ubicación topográfica de la estructura, estructuras hidráulicas construida para períodos de diseño moderados, pudiendo en algunos casos colapsar para avenidas máximas con períodos de retorno superiores a 500 años.

En síntesis, la presa es una amenaza (controlada) a la seguridad del cauce inferior, el rompimiento del embalse, daría curso a un caudal de grandes magnitudes, además el volumen del agua arrastraría materiales diversos, pétreos, sedimentos y orgánicos el cual sería evacuado por la quebrada de Muchillay hasta la desembocadura en el rio Vilcanota afectando ligeramente las áreas de cultivo cercanas a la quebrada, aunque en menor medida por la topografía de la zona. Debemos indicar que este fenómeno hasta el momento no se ha producido.

6.4.7 Reacción ante los desastres naturales

La reacción de las entidades encargadas del auxilio a los damnificados por los desastres naturales puede ser calificada como satisfactoria. El Perú es uno de los países en donde se acude con mayor prontitud y eficacia para rehabilitar las carreteras destruidas por huaycos, para alojar y alimentar a las víctimas de sismos e inundaciones, para curar a los heridos en toda clase de accidentes. El Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) es una organización rápida y eficaz a pesar de la limitación de sus recursos financieros. Iguales consideraciones merecen los cuerpos de bomberos, en nuestra zona del proyecto tendríamos la compañía de bomberos de la provincia de Calca y Pisac, Municipalidad distrital de Lamay e instituciones particulares, que proporcionan el equipo necesario, los sistemas de salud y con toda seguridad, la solidaridad humana de los que prestan el auxilio necesario, incluyendo la ayuda exterior.

6.4.7.1 La intervención previa.

No podemos opinar de la misma manera acerca de las acciones de previsión. Si bien es cierto que se designaran estrategias a la limpieza de cauces o al reforzamiento de las riberas de algunos ríos antes de la estación de lluvias, existe siempre una notable desproporción entre lo que se necesita y lo que se logra.

6.4.7.2 Estrategias para reducir el impacto negativo del riesgo

PLAN DE MITIGACIÓN	PLAN DE EMERGENCIA
Algunas de las medidas a ejecutar en la fase previa a la ocurrencia de un desastre y que se pueden enmarcar en las actividades de Mitigación y Preparación, para el caso específico de la construcción de una presa. 1. **Medidas Físicas:** Se refieren a las mejoras estructurales, reforzamientos o nuevas obras, así como al mantenimiento físico de una operación adecuada de los diversos elementos que componen un Sistema. 2. **Medidas Logísticas:** Están relacionados con el equipamiento de centros de operaciones de emergencia, comunicaciones, transporte, stocks de emergencia de	Una vez realizada la primera etapa del análisis de vulnerabilidad el comité distrital de Lamay de Defensa Civil presidido por el alcalde, implementarán concertadamente el plan de emergencia, a fin de preparar a la población para afrontar desastres y emergencias, reduciendo así vulnerabilidad ante la presencia de peligros que puedan afectar a la población y sus medios de vida. El plan de emergencia debe ser redactado en un plazo máximo de un año el cual contendrá los procedimientos, instructivos e información necesaria para preparar, movilizar y utilizar los recursos disponibles de la comunidad en forma eficiente frente a la emergencia. El plan debe diseñarse para atender las emergencias y desastres con los recursos disponibles en la comunidad y municipalidad, como si el impacto de la amenaza se presentara en el momento. En este sentido no debe ser un plan ideal, sino realista. Con el tiempo, conforme se vayan

materiales y herramientas, etc. 3. **Medidas Legales:** Consisten en definir el Marco Legal de emergencia que aunados a tales elementos será necesario conocer otros aspectos relacionados íntimamente con el evento. 4. **Medidas Normativas:** Son medidas que pretenden de alguna forma darles un marco normativo a las acciones relacionadas con los Planes, Normas Técnicas, calidad de los materiales y Presupuestos de Emergencia a fin de que se considere en ellos la política de La Reducción de Desastres. 5. **Medidas Funcionales:** Son básicamente medidas de índole institucional y se refieren a las normas internas para casos de emergencia, a la organización y dirección de la comunidad en estos casos, a la formulación e implementación de Planes de Emergencia y al proceso de Capacitación y	implementando medidas de mitigación, obteniéndose equipo para emergencias, etc. el plan se irá modificando. De no seguirse este proceso, el plan no será aplicable. El plan debe mantenerse actualizado y estar disponible en todo momento para el uso de las personas que intervengan en el mismo. Su éxito dependerá de cuán sencillo, práctico y fácil sea de ejecutar, así como del conocimiento del mismo que tengan las personas que intervienen en él, lo que se logra a través de actividades periódicas de capacitación y simulacros. Este plan debe comprender al menos los aspectos siguientes: - Objetivo: amenazas al cual está dirigido - Área geográfica de aplicación - Relación con el plan nacional (comisión nacional de emergencia, Defensa Civil) - Organización: comité de emergencia central, regionales y locales y de formulación del plan funciones y responsabilidades - Descripción y funcionamiento del sistema (documentar con croquis) - Centros de emergencia - Declaratorias de alerta y emergencia - Plan de personal (capacitación), personal clave y direcciones - Plan de seguridad y vigilancia - Plan de transportes - Plan de comunicaciones - Plan de almacenes - Almacén para emergencias - Coordinación comunal y municipal

Entrenamiento, a fin de lograr la institucionalización del manejo de las situaciones de Emergencia y desastre.	- Evaluación de daños - Fuentes alternas de generación de energía eléctrica - Información a la prensa y al público. - Procedimientos para las operaciones en situaciones de emergencia - Procedimientos de inspección luego de una emergencia - Uso de linternas, velas y otros para generación de luz. - Manejo de fondos • Comité de emergencias • Comisión de formulación, evaluación y control del plan de emergencias • Centros de emergencia • Declaratorias de alerta y emergencia - Presupuestos necesarios para la implementación del plan. - Manejo de la información durante la emergencia

Aunque las presas son infraestructuras muy seguras, hay que tener en cuenta que puede existir un riesgo (aunque mínimo) de rotura u avería generando inundaciones como medida para evitar o reducir este riesgo se plantea en el proyecto diseñar la represa con un periodo de retorno de 500 años, lo cual hace aun menos probable que la presa pueda fallar a un en condiciones severas de clima.

6.5 Estudio de impacto ambiental

En la actualidad el estudio del impacto ambiental (E.I.A), constituye una herramienta de incuestionable utilidad que permite incorporar consideraciones ambientales en el proceso de planificación y toma de decisión en relación con una determinada acción propuesta.

Además, sirve como herramienta de dirección y orientación que constituye un instrumento de la planificación ambiental. En tal sentido considera no solo la eficiencia económica, sino también la admisibilidad ecológica, así como la aceptación social, los mismos que han de convertirse en parámetros de decisión.

Es importante diferenciar “Ecología” y “Medio Ambiente” puesto que una obra de represamiento tiene implicaciones en la flora, fauna, suelo, aire e hidrología del lugar donde habrá que implantarse (parte ecológica), pero además repercute en aspectos relativos al uso del suelo, cambios en los cultivos, demanda de servicios, etc. (que junto con la parte ecológica representa una visión global del medio ambiente). La evaluación ambiental, es el diagnostico de las interrelaciones que se presentan en un área determinada entre los diferentes ecosistemas, es decir, es el conocimiento de las interacciones que se dan en una zona geográfica especifica entre todos los que en ella conviven y los motivos que la generan.

6.5.1 Marco legal

El marco legal en el que se circunscribe el EIA del proyecto, está conformado por las normas y/o dispositivos legales vigentes en nuestro país, que tienen relación directa con la ejecución del proyecto y la conservación del ambiente.
Con el objeto de incluir el marco legal sobre el cual se realiza el estudio de impacto ambiental de la ruta elegida, se ha considerado conveniente mencionar algunos artículos importantes de los dispositivos legales, que a continuación se mencionan:

1. D.L. N° 613: CÓDIGO DE MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES. DE LA REPÚBLICA DEL PERÚ del 07/09/1990.

   Art. 8.- Todo proyecto de obra o actividades de carácter público o privado, que pueda provocar daños no tolerables al ambiente, requiere de un Estudio de Impacto Ambiental (E.I.A), sujeto a la aprobación de la autoridad competente.

En particular los represamientos encabezan el listado de obras que elaborar un E.I.A.

La autoridad competente queda facultada a exigir este requisito en proyectos que puedan generar daños no tolerables distintos a los señalados anteriormente. El reglamento determinará las pautas de detalle de este estudio según la obra o actividad a efectuarse.

> **Art. 9.-** Los Estudios de Impacto Ambiental contendrán una descripción de la actividad propuesta y de los efectos directos o indirectos previsibles de dicha actividad en el medio ambiente físico y social, a corto o largo plazo, así como la evolución técnica de los mismos. Deberán indicar, igualmente, las medidas necesarias para evitar o reducir el daño a niveles tolerables, e incluirá un breve resumen del estudio para su efecto de publicidad. La autoridad competente señalará los demás requisitos que deban contener el E.I.A.

2. D.L Nº 757: LEY MARCO PARA EL CRECIMIENTO DE LA INVERSIÓN PRIVADA

   Art. 50.- Las autoridades competentes relacionados con el sector ambiental son los Ministerios de cada sector.

   Art. 51.- Cada autoridad competente, determinará las actividades con riesgo ambiental, que puedan exceder los niveles tolerables de contaminación o daño ambiental, en cuyo caso se requiere de un Estudio de Impacto Ambiental antes de desarrollar dichas actividades.

3. R.M. Nº 171: DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES, VIVIENDA Y CONSTRUCCIÓN.

Art. 1.- Aprobar los términos de referencia para estudios impacto ambiental en la construcción vial, que en un anexo forman parte integrante de la presente Resolución.

Art. 2.- La ejecución de proyectos de infraestructura vial previamente a la iniciación de sus actividades debe contar con un estudio de impacto ambiental aprobado por la Dirección General de Medio Ambiente.

Otros amparos legales, que obligan a realizar los E.I.A son:

- Ley N° 28245, concordante con el Decreto Legislativo N° 1013, de creación del Ministerio del Ambiente, señala que el sector ambiental comprende el Sistema Nacional de Gestión Ambiental como sistema funcional, el que integra al Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, el Sistema Nacional de Información Ambiental y al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; así como la gestión de los recursos naturales, en el ámbito de su competencia, de la biodiversidad, del cambio climático, del manejo de los suelos y de los demás ámbitos temáticos que se establecen por ley, materias debidamente desarrolladas.
- Ley N° 29325, de fecha 4 de marzo de 2009 y publicado el 5 del mismo mes, se promulgó la Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental. La Ley desarrolla temas sobre las entidades competentes que forman parte del Sistema sus órganos y las funciones del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), así como su potestad sancionadora administrativa, su régimen laboral y económico, entre otros. En materia de energía, por Decreto Supremo 001.2010-MINAM, publicada el 21 de enero de 2010, se aprueba el inicio del proceso de transferencia de funciones de supervisión, fiscalización y sanción en materia ambiental del OSINERMING al OEFA.

6.5.2 Diagnóstico y Análisis Ambiental

6.5.2.1 Identificación y evaluación del impacto ambiental

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que pueden acontecer por las actividades que conciernen al proyecto sobre el medio ambiente físico, biológico y socioeconómico, en el área de influencia, se han utilizado metodologías basadas en la comparación de escenarios a corto, mediano y largo plazo.

a) Identificación de los impactos ambientales

Medio Físico.

1.- Aire:

- **Generación de polvo.**

  Por las actividades de excavación y movimiento de tierras, se generarán partículas de diversos tamaños tales como: Partículas Totales Suspendidas (PTS), siendo estas las PTS10 (partículas de menos de 10 micrómetros de diámetro) y las PTS 2.5 (partículas de menos de 2.5 micrómetros de diámetro) las más perjudiciales para la salud humana, en vista que penetran a los pulmones, causando daño pulmonar.

  El polvo disperso en el ambiente, tiene un alto contenido de sólidos en suspensión, puede producir conjuntivitis, quemaduras cornéales, gastritis crónica, perforación del tabique nasal, dermatitis vesicular, bronquitis y enfisemas. Además, causa una severa irritación en la piel.
  Si esto lo unimos a los efectos del calor y la humedad; con humedad relativa del 90 al 100% y temperaturas sobre los 25ºC, se generan ambientes inconfortables de trabajo. Así mismo el incremento de la movilidad por el transporte de materiales generara sustancias químicas nocivas para la salud humana siendo estas las más relacionadas a la combustión de combustibles fósiles (gasolina y petróleo) el Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Nitrógeno (NO2) y Plomo (Pb) principalmente.

La exposición prolongada a estos factores puede provocar salpullidos, calambres y agotamiento. Enfermedades tales como la neumoconiosis fibrosa, puede resultar de la exposición prolongada a estos polvos.

- **Ruidos molestos.**

La exposición continúa a vibraciones y ruidos, producidos por diversos equipos y explosivos pueden ser causantes de hipoacusia temporal o permanente, hipoglucemia y stress. Las vibraciones lesionan los músculos y los nervios, ocasionando neuralgias y calambres.

El daño a la salud dependerá del tiempo de exposición a estas actividades siendo de relación directa a mayor exposición mayor será el daño a la salud.

2.-Suelo:

- **Erosión.**

La extracción de tierra de las canteras para la conformación de la presa generara posibles inestabilidades de taludes generando erosión muy level, en una situación de inundación se produciría erosión de magnitud e importancia alta. La aplicación del riego en algunas zonas desprovistas de cubierta vegetal genera erosión hídrica.

- **Calidad de suelo.**

Este factor principalmente por el efecto MULCH, genera la caída de las hojas en los cultivos; descomponiéndose y reincorporándose como materia orgánica al suelo por la humedad que se genere producto del riego permanente. El uso indiscriminado de agroquímicos (fertilizantes, insecticidas, pesticidas, fungicidas, nematicidas, acaricidas, etc.), ocasionará que el suelo pierda su propiedad agrícola, quedando el suelo estéril con el tiempo.

- **Modificación del paisaje.**

El paisaje se modificará principalmente por la apertura de las zanjas para el canal del aliviadero, caja de válvulas, extracción de material de cantera, sin

embargo, el incremento en el área del espejo del agua puede ser considerado como un efecto favorable al paisaje.

3.-Agua:

- **Interferencia de flujo de aguas superficiales.**

El flujo superficial de agua es importante porque interviene en el proceso de intercambio de sustancias desde el suelo al agua y viceversa, lo que constituye también una fuente importante de contaminación, en el caso del proyecto el represamiento producirá alteraciones en el curso del agua, aguas abajo.

- **Caudal de agua.**

La disminución del caudal aguas debajo de la presa, producirá cambios en la parte abiótica, como son: calidad físico química del agua, profundidad, velocidad de la corriente, turbulencia, ancho del espejo, así como el aumento de la temperatura, en un evento de inundación el caudal aguas abajo aumentaría drásticamente provocando daños en todos los aspectos ambientales.

4.-Flora:

- **Alteración de la de la cobertura vegetal.**

En las diferentes actividades que contempla la ejecución de las obras civiles se considera la destrucción de la cobertura vegetal básicamente pajonal andino, así tenemos:

- En la apertura de las zanjas para el canal de aliviadero 0.03 has.
- Emplazamiento de la presa 0.24 has.

Haciendo un total de 0.27 has. de cubierta vegetal alterado.

5.-Fauna:

- **Hábitat de especies hidrobiológicas.**

Por los efectos de la construcción de la presa, el hábitat de especies existentes en la laguna como sapos, ranas y pequeñas challwas sé vera modificada en vista que se construirá una barrera (ataguía)alterando la zona de la laguna este efecto es muy leve. Una vez concluida la presa la fauna acuática aguas arriba se verá muy beneficiado pudiendo desarrollarse actividades como piscicultura, pastoreo, etc. Aguas abajo la fauna constituida principalmente por invertebrados acuáticos no se verá afectada en vista que el proyecto contempla dejar un remanente de agua denominado caudal ecológico.

- **Alteraciones de las poblaciones de fauna silvestre.**

En la etapa de construcción el trabajador de la obra mediante acuerdo con la comunidad campesina se ha comprometido a no realizar la caza de especies de animales silvestres por lo que estas no se verán afectadas en cuanto a su población, las especies más comunes en la zona son las vizcachas estas especies migraran a las zonas más alejadas de la cuenca, en las horas de trabajo regresando a su habitad un vez concluida el jornal de trabajo, la laguna también es habitad de patos silvestres los cuales no presentan ningún problema ante la presencia humana por lo cual no se verán afectados.

6.-Social.

- **Calidad de vida.**

Por las condiciones de mejora en la actividad agrícola y el aumento de ingresos económicos la gente tendrá acceso a mejores servicios de salud, educación y vivienda.

Las organizaciones sociales se verán fortalecidas, en vista que como requisito principal para la ejecución del proyecto se debe formalizar la Comisión de Regantes, quienes serán los responsables directos de administrar el uso adecuado del agua. Así mismo podemos indicar que al iniciarse la construcción de la obra siempre se darán conflictos por parte de algunos propietarios por ser perjudicados sin ser beneficiarios del proyecto de represamiento.

7.-Economía:

- **Empleo temporal y permanente.**
  La ejecución y el requerimiento de mano de obra especializada para la construcción de la presa, el aumento de la actividad agrícola dará empleo temporal de jornaleros o peones. Los propietarios de los cultivos realizarán su actividad durante todo el año, para lo cual requerirán más mano de obra de jornaleros durante todo el año.

- **Turismo**
  La presa y actividades desarrollas como piscicultura en ella serán atractivos para el turismo local y regional.

- **Actividades agropecuarias.**
  Con la disponibilidad hídrica todo el año se intensificará las actividades agrícolas en la zona de Chumpe, disminuyendo el temor a esta actividad debido a las fuertes sequias que se atraviesan en las épocas de estiaje, aumentando los niveles de productividad agrícola.

- **Actividad comercial.**
  Esta se incrementará por el aumento de las actividades agrícolas y productividad agrícola.

b) Evaluación del impacto ambiental (matriz de Leopold modificado).

Esta aplicación metodológica, adaptada para los requerimientos y fines del proyecto se ha empleado para diagnosticar globalmente las implicancias ambientales que se presentan y las que pudieran surgir durante su ejecución. Esto ha permitido formar elementos de análisis preliminares, para entender las principales relaciones que se establecen entre las acciones construcción y operación de las estructuras que contempla el proyecto y el medio ambiente, dentro del área de influencia directa e indirecta.

La metodología utilizada para proyectos de construcciones, es una matriz de doble entrada, la cual comprende una lista de impactos potenciales agrupados

por componentes ambientales en cada una de las fases del proyecto, consiste en una lista horizontal en la cual se ve las actividades del proyecto y una lista vertical donde se considera los factores ambientales.

De acuerdo a la línea de base ambiental se elaboró una matriz de identificación de impactos ambientales más relevantes en las fases del proyecto (construcción, operación y mantenimiento).

La identificación y valoración de los impactos se consigan con valores para cada ítem:

Magnitud: Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor ambiental, en el ámbito específico en que actúa. El rango de valoración está comprendido entre 1 y 5, se expresará entre:

Muy baja	: 1
Baja	: 2
Mediana	: 3
Alta	: 4
Muy Alta	: 5

Importancia: está relacionada con el valor ambiental de cada componente que es afectado por el proyecto y su rango varía entre 1 y 5.

Sin Importancia	: 1
Poco Importante	: 2
Medianamente Importante	: 3
Importante	: 4
Muy Importante	: 5

En los cuadros que a continuación se muestran de la Identificación, Valoración, Evaluación y Jerarquización de impactos, se ha seleccionado 16 sub factores ambientales, agrupados en cuatro componentes ambientales, que son: Componente físico, Biológico y Socioeconómico.

Para la asignación de valores a cada uno de los impactos, según el parámetro se empleó la información proveniente de los estudios de línea base, la

observación en campo, criterios ambientales. A efectos de visualizar estas características cuantitativas y cualitativas del impacto analizado en la matriz de interacciones, se estableció un rango de valores para su calificación.

Tabla 182. Rango de valores de los impactos ambientales

Rango de Valor	Efecto Pronosticado
0.1 a 5	Positivo
0	Neutro
-0.1 a 2	Ligeramente Negativo
2.1 a 4	Moderadamente Negativo
4-1 a 5	Altamente Negativo

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 183. Componentes ambientales susceptible de ser impactados

Medio	Componente	Sub factores ambientales
FÍSICO	AIRE	Alteración de calidad de aire (polvo)
		Generación de ruidos
	SUELO	Erosión de suelos
		Calidad del suelo (cambio de uso)
		Modificación del paisaje
	AGUA	Calidad de agua superficial
		Alteración del caudal
BIOLÓGICO	FLORA	Áreas verdes
		Alteración de la cobertura vegetal
	FAUNA	Afectación de especies hidrobiológicas
		Afectación de especies silvestres
SOCIO ECONÓMICO	SOCIAL	Calidad de vida
	ECONÓMICO	Empleo
		Turismo
		Actividad agropecuaria
		Actividad comercial

Fuente: Elaboracion propia.

De acuerdo a los objetivos del Estudio se ha seleccionado 19 actividades o acciones agrupadas en cuatro fases del proyecto que son: Planificación, construcción de la presa, cierre de obra, operación y mantenimiento.

Tabla 184. Actividades potencialmente impactantes

Etapas del proyecto	Actividades
Planificación	Levantamiento topográfico y estudio de suelos
	Estudio de suelos
Construcción de la	Instalación del campamento con todos sus componentes

presa	Movilización de maquinarias
	Limpieza, desbroce y mov. De tierras
	Construcción de ataguía
	Extracción de material de cantera
	Conformación de la presa
	Construcción de obras de arte
Cierre de obra	Desmontaje de campamento y componentes
	Retiro de material excedente en la construcción
	Retiro de residuos generados en la etapa de construcción
Operación y mantenimiento	Disponibilidad de recurso hídrico
	Inundaciones
	Operación y mantenimiento de la caja de válvula
	Limpieza y mantenimiento del aliviadero

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 185. Matriz de identificación de impactos ambientales

MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

ACCIONES ANTROPICAS / FACTORES AMBIENTALES				Planificacion		Construcción de la presa						Cierre de obra			Operación y mantenimiento				NUMERO DE INTERACCIONES	SUB MEDIO	MEDIO
				Levantamiento topografico y estudio de suelos	Estudio de suelos	Instalacion del campamento con todos sus componentes	Movilizacion de maquinarias	Limpieza, desbroce y mov. De tierras	Construccion de ataguias	Extraccion de material de cantera	Conformacion de la presa	Construccion de obras de arte	Desmontaje de campamento y componentes	Retiro de material excedente en la construccion	Retiro de residuos generados en la etapa de construccion	Disponibilidad de recurso hídrico	Inundaciones	Operación y mantenimiento de la caja de valvula	Limpieza y mantenimiento del aliviadero			
COMPONENTES AMBIENTALES	FÍSICO	AIRE	Alteración de calidad de aire (polvo)				X	X		X	X	X		X	X				X	8	11	28
			Generación de ruidos				X				X	X								3		
		SUELO	Erosión de suelos			X				X		X		X			X			5	12	
			Calidad del suelo (cambio de uso)													X				1		
			Modificación del paisaje					X		X	X	X				X	X			6		
		AGUA	Calidad de agua superficial													X	X			2	5	
			Alteración del caudal						X							X	X			3		
	BIOLOGICO	FLORA	Areas verdes													X				1	5	11
			Alteracion de la cobertura vegetal			X		X		X		X								4		
		FAUNA	Afectacion de especies hidrobiologicas						X		X						X			3	6	
			Afectacion de especies silvestres								X	X					X			3		
	SOCIO ECONOMICO	SOCIAL	Calidad de vida													X		X	X	3	3	28
		ECONOMICO	Empleo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	15	25	
			Turismo													X				1		
			Actividad agropecuaria													X				1		
			Actividad comercial			X	X	X	X	X	X	X				X				8		

Fuente: Elaboracion propia.

ACCIONES ANTROPICAS / FACTORES AMBIENTALES			Planificacion				Construcción de la presa														Cierre de obra						Operación y mantenimiento								TOTAL DEL PROYECTO	
			Levantamiento topografico y estudio de suelos		Estudio de suelos		Instalacion del campamento con todos sus componentes		Movilizacion de maquinarias		Limpieza, desbroce y mov. De tierras		Construccion de ataguias		Extraccion de material de cantera		Conformacion de la presa		Construccion de obras de arte		Desmontaje de campamento y componentes		Retiro de material excedente en la construccion		Retiro de residuos generados en la etapa de construccion		Disponibilidad de recurso hidrico		Inundaciones		Operación y mantenimiento de la caja de valvula		Limpieza y mantenimiento del aliviadero			
			M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I
COMPONENTES AMBIENTALES		**TOTAL**	**0**	**0**	**0**	**0**	**-1**	**2**	**-2**	**2**	**-2**	**2**	**-1**	**1**	**0**	**4**	**-3**	**3**	**-4**	**4**	**0**	**0**	**0**	**3**	**-1**	**1**	**2**	**9**	**-3**	**9**	**0**	**0**	**-1**	**1**	**-16**	**41**
	FÍSICO	SUB TOTAL	0	0	0	0	0	0	-2	2	-1	1	0	0	-1	1	-2	2	-2	2	0	0	-1	1	-1	1	0	0	0	0	0	0	-1	1	**-11**	11
		AIRE: Alteración de calidad de aire (polvo)							-1	1	-1	1			-1	1	-1	1	-1	1			-1	1	-1	1							-1	1	**-8**	8
		AIRE: Generación de ruidos							-1	1							-1	1	-1	1															**-3**	3
		SUELO: SUB TOTAL	0	0	0	0	-1	2	0	0	-1	1	0	0	1	3	-1	1	-2	2	0	0	1	2	0	0	2	5	2	3	0	0	0	0	**1**	19
		SUELO: Erosión de suelos					-1	2							3	1			-1	1			1	2					3	2					**5**	8
		SUELO: Calidad del suelo (cambio de uso)																									3	4							**3**	4
		SUELO: Modificación del paisaje									-1	1			-2	2	-1	1	-1	1							-1	1	-1	1					**-7**	7
		AGUA: SUB TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	-5	6	0	0	0	0	**-6**	11
		AGUA: Calidad de agua superficial																									2	2	-2	2					**0**	4
		AGUA: Alteración del caudal											-1	1													-2	2	-3	4					**-6**	7
	BIOLOGICO	**TOTAL**	**0**	**0**	**0**	**0**	**-1**	**1**	**0**	**0**	**-1**	**1**	**-1**	**1**	**-2**	**1**	**-2**	**2**	**-2**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**8**	**6**	**0**	**0**	**0**	**0**	**-1**	14
		FLORA: SUB TOTAL	0	0	0	0	-1	1	0	0	-1	1	0	0	-2	1	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**-5**	4
		FLORA: Areas verdes																									4	4							**4**	4
		FLORA: Alteracion de la cobertura vegetal					-1	1			-1	1			-2	1			-1	1															**-5**	4
		FAUNA: SUB TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	-2	2	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	6	0	0	0	0	**4**	10
		FAUNA: Afectacion de especies hidrobiologicas											-1	1			-1	1											4	3					**2**	5
		FAUNA: Afectacion de especies silvestres															-1	1	-1	1									4	3					**2**	5
	SOCIO ECONOMICO	**TOTAL**	**2**	**1**	**2**	**1**	**3**	**2**	**3**	**1**	**3**	**2**	**3**	**2**	**3**	**2**	**5**	**3**	**3**	**3**	**2**	**1**	**2**	**1**	**2**	**1**	**16**	**15**	**0**	**0**	**4**	**2**	**3**	**2**	**56**	39
		SOCIAL: SUB TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	2	1	1	1	**7**	6
		SOCIAL: Calidad de vida																									4	4			2	1	1	1	**7**	6
		ECONOMICO: SUB TOTAL	2	1	2	1	3	2	3	1	3	2	3	2	3	2	5	3	3	3	2	1	2	1	2	1	12	11	0	0	2	1	2	1	**49**	33
		ECONOMICO: Empleo	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	4	2	2	2	2	1	2	1	2	1	4	4			2	1	2	1	**34**	20
		ECONOMICO: Turismo																									4	3							**4**	3
		ECONOMICO: Actividad agropecuaria																									5	5							**5**	5
		ECONOMICO: Actividad comercial					1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							4	4							**11**	10
TOTAL			**2**	**1**	**2**	**1**	**1**	**5**	**1**	**3**	**0**	**5**	**1**	**4**	**1**	**7**	**0**	**8**	**-3**	**9**	**2**	**1**	**2**	**4**	**1**	**2**	**18**	**24**	**5**	**15**	**4**	**2**	**2**	**3**	**39**	94

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 186. Evaluación de impactos ambientales

MATRIZ DE LEOPOLD: EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

ACCIONES ANTROPICAS / FACTORES AMBIENTALES				Planificacion		Construcción de la presa						Cierre de obra			Operación y mantenimiento				IMPACTOS POSITIVOS	IMPACTOS NEGATIVOS	PROMEDIOS ARITMETICOS	IMPACTO POR SUBCOMPONENTE	IMPACTO POR COMPONENTE	IMPACTO TOTAL DEL PROYECTO
				Levantamiento topografico y estudio de suelos	Estudio de suelos	Instalacion del campamento con todos sus componentes	Movilizacion de maquinarias	Limpieza, desbroce y mov. De tierras	Construccion de ataguias	Extraccion de material de cantera	Conformacion de la presa	Construccion de obras de arte	Desmontaje de campamento y componentes	Retiro de material excedente en la construccion	Retiro de residuos generados en la etapa de construccion	Disponibilidad de recurso hidrico	Inundaciones	Operación y mantenimiento de la caja de valvula	Limpieza y mantenimiento del aliviadero						
COMPONENTES AMBIENTALES	FÍSICO	AIRE	Alteración de calidad de aire (polvo)				-1	-1		-1	-1	-1		-1	-1				-1	0	-8	-8	-11	-16	48
			Generación de ruidos				-1				-1	-1								0	-3	-3			
		SUELO	Erosión de suelos			-1				3		-1		1			3			7	-2	5	1		
			Calidad del suelo (cambio de uso)													3				3	0	3			
			Modificación del paisaje					-1		-2	-1	-1				-1	-1			0	-7	-7			
		AGUA	Calidad de agua superficial													2	-2			2	-2	0	-6		
			Alteración del caudal						-1							-2	-3			0	-6	-6			
	BIOLOGICO	FLORA	Areas verdes													4				4	0	4	-1	3	
			Alteracion de la cobertura vegetal			-1		-1		-2		-1								0	-5	-5			
		FAUNA	Afectacion de especies hidrobiologicas						-1		-1						4			4	-2	2	4		
			Afectacion de especies silvestres								-1	-1					4			4	-2	2			
	SOCIO ECONOMICO	SOCIAL	Calidad de vida													4		2	1	7	0	7	7	61	
		ECONOMICO	Empleo	2	2	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2	4		2	2	34	0	34	54		
			Turismo													4				4	0	4			
			Actividad agropecuaria													5				5	0	5			
			Actividad comercial			1	1	1	1	1	1	1				4				11	0	11			
IMPACTOS POSITIVOS				2	2	3	3	3	3	6	5	3	2	3	2	30	11	4	3	85					
IMPACTOS NEGATIVOS				0	0	-2	-2	-3	-2	-5	-5	-6	0	-1	-1	-3	-6	0	-1		-37				
PROMEDIOS ARITMÉTICOS				2	2	1	1	0	1	1	0	-3	2	2	1	27	5	4	2			48			

Fuente: Elaboracion propia.

c) **RESULTADO**

Del análisis de la Matriz de Leopold modificado se ha obtenido los resultados de la valoración de los impactos más relevantes en las fases de Construcción, Operación y Mantenimiento de la presa muchillay. En virtud a los resultados obtenidos se interpreta lo siguiente:

- ✓ Según la matriz de Identificación de impactos ambientales se ha obtenido valores de interacciones en los diferentes medios y etapas de construcción y operación y mantenimiento de la presa muchillay, ver más detalles en el siguiente cuadro:

Tabla 187. Valores de interacciones

Factores ambientales	Total
Medio físico	28
Medio biológico	11
Medio socioeconómico	28

Fuente: Elaboracion propia.

Por lo tanto, los factores ambiental físicos y socioeconómico (28) son los más significativos y el de menor impacto es el factor ambiental biológico (11).

- ✓ De la Valoración de impactos ambientales, se tiene:

Tabla 188. Valores en función a su magnitud e importancia

Factores ambientales	Magnitud	Importancia
Medio físico	(-)16	(+)41
Medio biológico	(-)1	(+)14
Medio socioeconómico	(+)56	(+)39
Total	**(+)39**	**(+)94**

Fuente: Elaboracion propia.

Se tiene que los medios físico y biológico presentan valores negativos por la magnitud del impacto y los medios físico y socioeconómico tienen los valores de mayor importancia.

Por lo tanto, la Magnitud total del impacto es (+) 39 y la Importancia total del impacto es (+) 94, lo que genera un impacto total de (+) 133, obteniendo una valorización positiva en el Proyecto.

- ✓ De la Evaluación de los impactos ambientales, se asumen los siguientes valores.

Tabla 189. Resumen de valores de impactos ambientales.

Sub medio	Impacto por sub componente	Medio	Impacto por componente	Impacto total del proyecto
Aire	-11	Físico	-16	48
Suelo	1			
Agua	-6			
Flora	-1	Biológico	3	
Fauna	4			
Social	7	Socioeconómico	61	
Económico	54			

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 190. Calificación de impactos ambientales

Medio	Impacto por componente	Interacción	Valor
Físico	-16	19	-0.84
Biológico	3	6	0.50
Socioeconómico	61	28	2.18

Fuente: Elaboracion propia.

El medio socio económico es impactado positivamente con un valor de (+) 61, debido a la generación de empleo para personal técnico, administrativo y mano de obra, alquiler de maquinarias, adquisición de bienes y materiales de construcción, actividad agropecuaria, etc. Y como consecuencia la generación de una economía local.

El medio físico es impactado negativamente con un valor de (-) 16, debido a la construcción de la presa, aliviadero lateral, explotación de canteras.

Se puede que el Impacto ocasionado por la ejecución de la obra sobre el medio ambiente es positivo, con un promedio final es 48.

Los factores con mayor calificación indican impactos más significativos.

Finalmente, de los impactos ambientales por componentes se califican los socioeconómicos como positivos con un valor de 2.18, los biológicos positivos con un valor de 0.50 y los físicos como ligeramente negativos con un valor de -0.84.

6.5.3 Estrategia de manejo ambiental

6.5.3.1 Plan de manejo ambiental – PMA.

La implementación del proyecto, en sus etapas de planificación, construcción, cierre, operación y mantenimiento, originara impactos ambientales directos e indirectos, positivos y negativos, dentro del área de influencia.

Las actividades causantes de los impactos más significativos corresponden a la etapa de construcción y operación que son actividades de movimiento de tierras, extracción y transporte de material de las canteras, y la misma construcción de la infraestructura.

El presente Plan de Manejo Ambiental o Plan de Gestión Ambiental, comprende un conjunto de medidas destinadas a prevenir, mitigar y/o compensar los impactos ambientales negativos durante las etapas de construcción, operación y cierre de las obras proyectadas.

La implementación de las medidas de mitigación se debe realizar desde el inicio, durante y después de la construcción de la Obra, y deberá hacerse durante un tiempo prudencial, tiempo durante el cual se observarán los cambios más severos en el medio ambiente generados por la operación de la presa.

6.5.3.1.1 Objetivos de PMA.

- Establecer un conjunto de medidas correctivas que eviten y/o mitiguen los impactos ambientales negativos y logren, en el caso de los impactos ambientales positivos, generar un mayor efecto ambiental a fin de conciliar los aspectos ambientales y los de interés humano.
- Asegurar la conservación del ambiente en el área de influencia directa de estudio, durante las etapas de construcción y operación del proyecto, así como, la no afectación de la presa y componentes por la influencia de eventos y sucesos antrópicos y/o naturales.

6.5.3.1.2 Plan de Prevención, Mitigación y/o Corrección de Impactos.

Se requiere la implementación de una serie de normas, cuyo cumplimiento permite evitar y/o mitigar algunos impactos sobre las áreas a ocupar por el proyecto. Asimismo, la verificación de su implementación deberá estar a cargo de la entidad ejecutora, se mencionan algunas de las actividades a implementar.

A. Medidas para Mitigación los daños de Calidad del Aire y Ruido.

Como se ha señalado, principalmente durante la etapa de construcción se generarán emisiones de polvo fugitivo en la propia obra, durante la conformación de la presa y en los lugares destinados a préstamo de materiales, así como en el transporte de los mismos. Las medidas destinadas a evitar o disminuir los efectos en la calidad de aire son:

- Humedecer periódicamente los caminos de acceso a obra y a canteras de material (roca, arcilla y agregados).
- Los equipos, vehículos y maquinaria pesada utilizados en obra, deben ser sometidos a un programa de mantenimiento y sincronización preventiva cada cuatro meses.
- Los vehículos y maquinarias que emiten gases fuera de los límites permisibles deberán ser retirado de sus funciones en forma inmediata, reparado o ajustado antes de entrar nuevamente al servicio del transporte.

- Generar ruidos innecesarios a los vehículos se prohibirá usar sirenas u otro tipo de fuentes de ruido innecesarios, para evitar el incremento de los niveles de ruido. Las sirenas sólo serán utilizadas en casos de emergencia.
- Uso de equipos de protección, filtros para maquinarias, y orejeras para la protección auditiva.

B. Medidas para la Mitigación de daños a la Calidad del Suelo.

En los lugares donde se dispone la maquinaria, áreas donde se ubican las canteras entre otras, pueden generar afectaciones al recurso suelo. Las siguientes medidas deberán ser contempladas para reducir o evitar estos impactos generados:

- Los aceites y lubricantes usados, así como los residuos de limpieza, mantenimiento y desmantelamiento de talleres deberán ser almacenados en recipientes herméticos adecuados, para su posterior evacuación a un relleno de seguridad autorizado.
- La disposición de desechos de construcción se hará en rellenos sanitarios ubicados a 300 metros aproximadamente aguas debajo de la represa donde se encuentra áreas sin vegetación. Al finalizar la obra, la entidad ejecutora deberá desmantelar las casetas, patios de almacenamiento, talleres y demás construcciones temporales, disponer los escombros apropiadamente y restaurar el paisaje a condiciones iguales o mejores a la original.
- Los residuos de derrames accidentales de concreto, lubricantes, combustibles, deben ser recolectados de inmediato y su disposición final debe hacerse de acuerdo con las normas ambientales vigentes. Los suelos deben ser removidos mínimamente 10 cm. por debajo del nivel alcanzado por la contaminación y serán eliminados en las áreas de disposición adecuadas.
- Las casetas temporales y frentes de trabajo serán provistos de recipientes apropiados para la disposición de residuos sólidos; se recomienda recipientes plásticos con tapa, los que serán vaciadas en
-

- cajas estacionarias con tapas herméticas, y llevadas periódicamente al relleno sanitario autorizado más cercano u otro lugar destinado.
- Se prohíbe que el producto de las excavaciones de las obras sea colocado desordenadamente, deberán ser depositados provisionalmente en rumas adyacentes para luego ser usado como rellenos de las canteras explotadas.
- Los residuos líquidos aceitosos deberán ser dispuestos apropiadamente; por ningún motivo deberán ser vaciados a tierra. El suelo contaminado con aceite, grasa, concreto u otra sustancia considerada contaminante, deberán ser llevados a los rellenos sanitarios para su adecuada disposición.

Control de la Erosión

- Limitar estrictamente el movimiento de tierra innecesario y desbroce de la cobertura vegetal.
- El material superficial removido (material orgánico), de una superficie de préstamo, deberá ser acumulado y protegido en un lugar para su posterior utilización en las obras de restauración.
- Reforestar las áreas de material préstamo (canteras) y áreas desnudas producidas por el movimiento de tierra con especies nativas y exóticas.

C. Medidas para la Mitigación de la calidad del agua.

La necesidad del uso de agua para las actividades del proyecto y materiales de construcción, entre otras, es fundamental. Debido al uso de combustibles y materiales se generarán excedentes sólidos, de los cuales tratan las siguientes medidas:

- No verter residuos sólidos en la laguna Muchillay.
- Control estricto de la válvula para el proporcionamiento adecuado del agua. Tales acciones deberán ejecutarse preferentemente durante los meses de estiaje.

- El mantenimiento de equipos, maquinaria y el suministro de combustible se realizará estrictamente sólo en áreas seleccionas y asignadas para tal fin, en el campamento y frentes de trabajo.
- Por ningún motivo se verterá materiales aceitosos y/o lubricantes en las fuentes de agua.
- Esta estrictamente prohibido cualquier tipo de vertido, líquido o sólido en la laguna y suelo.
- Realizar un control estricto de las operaciones de mantenimiento (cambio de aceite), lavado de maquinaria y recarga de combustible.

D. Medidas para la protección de la flora y fauna silvestre.

Medidas para la Protección de la flora.

- Una vez finalizada la obra, se realizará a la brevedad posible la recuperación de las zonas afectadas, para proceder luego a su reforestación o reposición de cultivos.
- En el caso de áreas con cobertura vegetal y/o cultivos, a fin de no afectar extensivamente los pastos durante los trabajos de limpieza de la franja de servidumbre, se usará únicamente métodos manuales de poda y en ningún caso productos químicos, que además podrían afectar la calidad del suelo y del agua subterránea al filtrarse en el suelo.

Medidas para la Protección de la flora.

- Limitar las actividades de construcción y operación estrictamente en el área de servidumbre, evitando de esta forma acrecentar los daños al hábitat de la fauna como en las zonas de: descanso, refugio, fuente de alimento y nidificación de las diferentes especies.
- Prohibir estrictamente la realización de actividades de caza en el área del proyecto y zonas adyacentes al área de influencia del proyecto.
- Programar charlas informativas y/o capacitaciones con los beneficiarios con la finalidad de poner en conocimiento acerca de los peligros que pueda suceder.

E. Medidas mitigadoras en los patrones de vida de las poblaciones locales.

- La Entidad Ejecutora de la Obra, deberá instruir a su personal: técnico, administrativo y obreros del proyecto, en temas sobre el consumo de bebidas alcohólicas con la finalidad de evitar el consumo de estas, en el campamento durante sus horas libres y/o días de descanso.
- Ante la presencia de polvo en las zonas habitadas, se tendrá que regar permanentemente durante la ejecución de la obra, mediante el uso de cisternas o motobombas adecuadas.
- Ante riesgo de accidentes con el personal de la obra, se deberán dar las charlas oportunas al personal de la obra, señalando algunas medidas de seguridad, así se deberá proporcionar el vestuario de protección de accidentes adecuado (EPPs), como: casco, gafas y guantes, botas o zapatos, etc.

F. Medidas Mitigadoras en Salud Pública del personal de obra.

- La Entidad Ejecutora deberá cumplir con todas las disposiciones sobre salud ocupacional, seguridad industrial y prevención de accidentes emitidas por el Ministerio de Trabajo.
- Todo el personal de la obra deberá estar dotado de elementos para la protección del personal durante el trabajo tales como: uniforme, casco, impermeable, botas, guantes, gafas, protección auditiva.
- La Entidad Ejecutora debe dotar de los equipos y /o materiales de primeros auxilios, botiquines y camillas, para atender al accidentado y de acuerdo a la gravedad podrán ser evacuados al Centro de Salud más cercano.
- La Entidad Ejecutora, suministrará equipos, maquinarias, herramientas e implementos adecuados para cada tipo de trabajo, los cuales será operados por personal calificado y autorizado, sólo para el fin con el que fueron diseñados, se revisarán periódicamente para proceder a su reparación o reposición y deberán estar dotados con los dispositivos, instructivos, controles y señales de seguridad exigidos o recomendados por los fabricantes.

G. Medidas en Aspecto Agrícola y Pecuario.

- En el área de influencia del proyecto la crianza de vacunos (partes altas) y animales menores es la actividad económica principal, por lo que se debe orientar e informar a los beneficiaros sobre los peligros que acarrea el pastar sus animales cerca de la obra hidráulica.
- Colocar señales de advertencia en el área de ubicación de las obras hidráulicas y la franja de servidumbre.

H. Medidas de Puestos de Trabajo.

- Priorizar la mano de obra no calificada, la cual será proporcionada por los pobladores afectados por la construcción de la presa, de acuerdo a las capacidades que presenten.
- Durante la fase de construcción la entidad ejecutora debe dar prioridad de trabajo a las comunidades aledañas al proyecto, las que cuentan con bajos ingresos económicos, donde las posibilidades de trabajo son limitadas y en muchos casos casi nulas.

I. Medidas en el Aspecto del Paisaje.

Para reducir el impacto en las vistas escénicas y paisajísticas a causa de la construcción del canal del vertedero y explotación de cantera, se deberá de seguir las siguientes acciones:

- Reforestación en las áreas intervenidas para las obras. Las especies vegetales serán en lo posible típicas de la zona.
- En la operación del proyecto se deben usar los mismos caminos de acceso que se usaron en la etapa de construcción, estando prohibido el desplazamiento o apertura de otras áreas. De esta manera se evita la afectación del paisaje natural.
- Ubicar las instalaciones temporales en las áreas de menor valor estético paisajístico.
- Una vez desmanteladas todas las áreas utilizadas temporalmente, se procederá a restituir el suelo a la morfología original, utilizando para ello la vegetación y materia orgánica necesaria para tal fin.

J. Áreas de Préstamo (Canteras y Botaderos).

- Delimitar el área de extracción del material.
- Al inicio de la explotación debe retirarse y almacenarse una capa de suelo sin cobertura vegetal de entre 5 a 15 cm en una ruma adyacente para ser usada al final de la operación como cobertura de restitución. así las semillas y raíces de la cobertura original volverán a brotar.
- Durante la utilización de maquinaria pesada para la extracción de material para la conformación de la presa se deberá evitar los derrames de lubricantes e hidrocarburos sobre los lechos aluviales, a fin de no contaminarlos.
- El apilamiento del material agregado extraído de las canteras será ubicado en lugares que no tengan cobertura vegetal y que estén alejados de la laguna.
- Adicionalmente al término de la utilización de las canteras y botaderos estas serán restauradas mediante la incorporación de suelo agrícola, la reforestación con especies nativas o exóticas adaptadas a la zona, con la finalidad de restaurar y mejorar el paisaje del entorno.

6.5.3.2 PLAN DE CONTINGENCIAS.

Se plantea un plan de contingencia para efectos que no se tengan previstos en vista que el área de intervención es muy dinámica.

Objetivos.

- Establecer un procedimiento formal que indique las medidas y/o las acciones inmediatas a seguir en caso de desastres y/o siniestros, provocados por la naturaleza o por acciones del hombre, de tal manera que cause el menor impacto a la salud y al ambiente.
- Establecer los procedimientos y planes de respuesta para atender en forma oportuna, eficiente y con los recursos necesarios, los eventos de incendios, accidentes laborales, desastres naturales, deslizamientos y

- cualquier otra situación de emergencia que se presente; así como instalar sistemas de alerta en el área del proyecto.
- Capacitar al personal que conforma las brigadas en el plan de contingencia con técnicas modernas para controlar en forma oportuna y adecuada, cualquier emergencia, evitando y/o minimizando impactos al hábitat natural, así como daños al personal y a las instalaciones.
- Minimizar y/o evitar los daños causados por desastres naturales y siniestros, haciendo cumplir estrictamente los procedimientos técnicos y controles de seguridad.
- Ejecutar las acciones de control y rescate, durante y después de la ocurrencia del desastres o siniestro, siendo esta una manera de aprendizaje y entrenamiento de los involucrados directos.

Identificación de contingencias

Se han identificado las Posibles Contingencias;

A. Inundaciones:

Cualquier falla en la operación de la represa podría generar inundaciones, estos volúmenes de agua discurrirían por la quebrada de poques que confluye con el rio Vilcanota, sin embargo, podrían rebasar y afectar parte de las tierras agrícolas aledañas a la quebrada de los comuneros de Poques en menor medida debido a encontrarse aproximadamente a unos 15 metros y al relieve de estas. Por lo tanto, el personal técnico, obrero y poblacional será capacitado frente a estos eventos.

B. Derrumbes:

Se tendrá en cuenta la fisiografía del terreno, el tipo de bosque y la estabilidad de los suelos; así mismo las construcciones de la infraestructura de vivienda (campamento), por medidas preventivas, éstas serán construidos alejados de las zonas críticas. Por lo tanto, el riesgo por derrumbe será casi nulo. En el caso de la presa estas serán construidas teniendo en cuenta los criterios técnicos que demanda el estudio geológico y geotécnico.

En cuanto a daños ambientales por efecto de los derrumbes, en el área es un evento natural que forma parte de la dinámica del bosque; por lo tanto, no es necesario preparar equipos de contingencia.

C. Accidentes personales:

La construcción de la presa tiene muchos riesgos por efecto de accidentes personales pueden suscitarse por volcadura de camiones, ataque de animales silvestres, picaduras de alacranes y arañas, intoxicaciones, etc.

Unidad de Contingencias.

La Unidad de Contingencias se instalará desde el inicio del proceso constructivo del proyecto y deberá contar con:

- Personal capacitado en primeros auxilios (enfermeros).
- Equipos de comunicación.
- Equipos de auxilio médico.
- Equipos contra incendio (brigadistas).

Implementación del Plan de Contingencias.

Para una correcta y adecuada aplicación del plan, se recomienda el establecimiento de personal de contingencias, las mismas que deben de ser implementadas al inicio de las actividades de construcción del proyecto y antes del inicio de las obras. Durante la etapa de operación la unidad de contingencias se mantendrá en actividad y estará a cargo de la entidad que administrará el proyecto.

A. Personal capacitado en primeros auxilios.

La disponibilidad del equipo de primeros auxilios es de obligatoriedad y deberá contar como mínimo con: medicamentos para tratamiento de primeros auxilios (botiquines, que contengan suero antiofídico), así como cuerdas, cables, camillas, equipo de radio, megáfonos, vendajes y tablillas.

Todo el personal que trabaje y/o apoye en la construcción y operación del proyecto será capacitado para afrontar cualquier riesgo identificado, incluyendo la instrucción técnica en métodos de primeros auxilios y temas como: nudos y cuerdas, transporte de víctimas sin equipo, liberación de víctimas por accidentes, utilización de máscaras. Asimismo, la capacitación incluirá el reconocimiento, identificación y señalización de las áreas susceptibles a la

ocurrencia de fenómenos naturales, como sismos, huaycos, inundaciones, vientos huracanados y otros.

B. Implementos y medios de protección personal.

- El personal de obra deberá disponer de un equipo de protección para prevenir accidentes, adecuados a las actividades que realizan.
- El equipo de protección personal, deberá reunir condiciones mínimas de calidad, resistencia, durabilidad y comodidad, de tal forma, que contribuyan a mantener y proteger la buena salud de la población laboral contratada para la ejecución de las obras.
- El equipo de protección personal está conformado por ropa de trabajo, protección craneal (casco de seguridad), auditiva, facial, visual, de vías respiratorias y calzado de seguridad, los mismos que deben reunir las condiciones de calidad, resistencia, durabilidad y comodidad adecuadas, de forma que contribuyan a proteger la salud y seguridad de los trabajadores.

C. Equipos contra incendios.

Se contará con equipos contra incendios, compuestos principalmente por extintores de polvo químico seco (ABC) de 10 Kg. (se debe verificar que los extintores no contengan compuestos flurocarbonados porque esta sustancia daña la capa de ozono), implementados en todas las unidades móviles e instalaciones del proyecto (campamento, talleres, etc.), localizadas en espacios libres que no debe estar bloqueado o interferido, por mercancías o equipos.

Cada extintor será inspeccionado mensualmente, puesto a prueba y su respectivo mantenimiento, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante; debe llevar un rótulo con la fecha de prueba, y con la fecha de caducidad del mismo. Si se usa un extintor, se volverá a llenar inmediatamente. Adicionalmente se tendrá disponible arena seca en cilindros ubicados estratégicamente dentro del campamento.

Asimismo, se recomienda contar con equipos de respuesta al incendio, conformado por radios portátiles, extintores, botines de seguridad, equipos y materiales de primeros auxilios.

D. Equipo para los derrames de sustancias químicas.

- Absorbentes: almohadas, paños, etc., para la contención y recolección de los líquidos derramados.
- Equipos comerciales para derrames (o su equivalente funcional) que viene pre empaquetados con una gran variedad de absorbentes para derrames grandes o pequeños.
- Herramientas manuales y/o equipos para la excavación de materiales contaminados. Contenedores, tambores y bolsas de almacenamiento temporal para limpiar y transportar los materiales contaminados.

Listado de equipos de protección personal y otros a usarse para la prevención de accidentes laborales.

- Baños portátiles según diseño
- Botiquín portátil
- Camilla portátil
- Casco de seguridad para personal obrero
- Chaleco de seguridad con cintas reflectoras
- Cinta de seguridad x 50 m
- Extintor de 6kg
- Guantes de cuero triple costura
- Guantes de jebe
- Implementación básicos para botiquín
- Lentes de seguridad con protección UV
- Lentes de seguridad transparentes
- Malla seguridad x 50 m
- Parantes para malla de seguridad con cintas reflectoras
- Zapatos de seguridad punta acero

Tabla 191. Cargos y responsabilidades en los equipos de contingencias.

CARGO	ESPECIALIDAD	RESPONSABILIDADES
Almacenero.	Atención de eventos de emergencia.	• Apoyo a los trabajos de contingencia. • Dotar de equipos e insumos para afrontar la contingencia.

Promotor de Salud	Técnico en enfermería	• Evacuación de personas accidentadas. • Atención de primeros auxilios.
Personal obrero - población	Manejo de Áreas Naturales	• Evaluación de los daños ambientales. • Planificación y ejecución de las acciones de contingencia.
Asesor en Seguridad y Salud Ocupacional	Seguridad y salud Ocupacional	• Evaluación de los daños. • Planificación y ejecución de las acciones de contingencia.

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 192. Acciones a implementarse durante y después de las contingencias

CONTINGENCIA	CATEGORÍA DE PROBABILIDAD DEL IMPACTO	ACCIONES	
		DURANTE LA CONTINGENCIA	DESPUÉS DE LA CONTINGENCIA
Inundaciones	Media	Retirar a todo el personal.	Suspender la operación apoyo en la rehabilitacion de las areas afectadas.
Derrumbes	Despreciable	Retirar a todo el personal.	Cerrar el ingreso a las áreas afectadas. Reubicar el campamento, retirar todos los escombros y realizar la reposición forestal
Incendios	Baja	Todos los ambientes están aislados, uno de los otros, especialmente del almacén de combustibles.	Reubicar el campamento, retirar todos los escombros y realizar la reposición forestal.
Accidentes personales	Baja	Aplicar tratamientos de primeros auxilios.	Tratamiento especializado y personalizado.
Derrames de sustancia químicas	Baja	Retirar a todos los trabajadores.	Tratamiento especializado y personalizado.

Fuente: Elaboracion propia.

El Plan permitirá contrarrestar y/o evitar los efectos generados por eventos asociados a fenómenos naturales a los causados por el hombre (actividades relacionadas por el proyecto) y que se encuentren relacionados con la conservación del ambiente. El Programa está orientado a lograr una intervención eficaz en los sucesos o procesos que podrían alterar el normal desarrollo del proyecto.

Es importante que el personal que participe cuente con la capacitación, calificación y especialización requerida para garantizar el éxito del Plan y que los resultados del mismo, repercutirán en beneficio de la integridad física de los trabajadores o personal de las áreas vecinas, así como en la disminución de las posibles pérdidas económicas para la entidad ejecutora.

Asimismo, el Plan de Contingencias permitirá establecer lineamientos para evitar retrasos y sobrecostos que puedan interferir con el normal desarrollo de las obras del Proyecto.

6.5.3.2.1 Plan de Manejo de Residuos Solidos

Se detallan los tipos y actividades donde se generarán los residuos sólidos.

A. Manejo de Residuos Sólidos Domésticos.

Para el caso de los residuos sólidos, productos de la elaboración y consumo de alimentos, se deberá contar con los servicios adecuados de higiene, para lo cual la entidad ejecutora deberá seguir con el siguiente procedimiento:

- Los campamentos deberán contar con recipientes con bolsas (de colores para clasificarlos y/o segregarlos), distribuidos al interior del campamento, en donde se depositará los residuos del día.
- Al final del día las bolsas de los recipientes deberán ser selladas y conducidas a un recipiente de mayor capacidad; estos recipientes deberán tener la capacidad de almacenar la basura del campamento de tres días. Se recomienda utilizar cilindros de plástico de 200 litros por su peso liviano y fácil transporte.
- La basura producida por los grupos de trabajo de la línea deberá ser conducida al botadero del campamento y/o un lugar destinado para dicho fin.

B. Manejo de Residuos de Actividades de Construcción.

Busca disponer adecuadamente los residuos sólidos provenientes de las labores propias del proceso de construcción, tales como trapos, cartones,

envases, material excedente de las excavaciones realizadas, etc., para evitar el deterioro del paisaje y la contaminación del suelo. El manejo de residuos será implementado sobre la base de los siguientes aspectos:

- Capacitación de los obreros sobre principios de manejo de residuos.
- Segregación de residuos sólidos.
- Minimización de producción de residuos.
- Maximización de reciclaje y reutilización.
- Determinación y señalización de los lugares de almacenamiento de residuos sólidos.
- Etiquetado de los contenedores de residuos sólidos.
- Recolección y disposición final adecuada de los residuos.

El traslado de residuos sólidos para su disposición en rellenos sanitarios y su respectivo tratamiento estará ubicado a 300 metros aproximadamente aguas debajo de la represa donde se encuentra áreas sin vegetación, su tratamiento se realizará con la misma geomembrana que se utilizará en la cortina de la represa, lo cual está contemplado en la planilla de metrados.

C. Materiales sobrantes producto de la Excavación.

Considerando que las estructuras de la obra se encuentran en el mismo lugar y teniendo en cuenta la topografía y accesibilidad del terreno para cada obra, se reunirá el material excedente de las excavaciones realizadas, para ser depositados en un relleno o será tendido en áreas cercanas al proyecto, sin afectar cobertura vegetal y cursos naturales de agua.

Para el caso del material sobrante producto de la excavación se recomienda depositar sobre el terreno colindante, de manera que este sea trasladado posteriormente a las canteras de explotación para su respectiva restitución de la cobertura vegetal.

D. Materiales sobrantes producto de la Construcción.

Para el caso de los materiales sobrantes producto de la construcción, tales como residuos de acero, maderas, papeles, envolturas, y otros, la entidad ejecutora deberá seguir con el siguiente procedimiento:

- Todos los residuos sólidos que se generará durante la ejecución de la obra, diferenciando tanto los peligrosos, como los no peligrosos, conforme lo dispuesto en artículo 115° del D. S. Nº 057-2004. Los residuos peligrosos que se generarán son los siguientes: Envases de pintura esmalte, pegamentos y aditivos, thinner, aceites, brochas, waypes impregnados con pintura o esmalte.
- Todos los residuos sólidos generados durante la obra deberán ser recolectados y clasificados por los trabajadores y conducidos finalmente a los rellenos sanitarios dispuestos, los responsables de la ejecución del proyecto están obligado a acondicionar y almacenar en forma segura, sanitaria y ambientalmente adecuada los residuos; por ningún motivo se dejarán expuestos al medio ambiente (según D. S. Nº 057-2004).
- Los responsables de la ejecución del proyecto contaran con un manual práctico respecto a la eliminación de residuos sólidos, que será explicado y entregado a cada uno de los trabajadores, y mantendrá una política de sanción drástica a los trabajadores que se le detecten arrojando materiales en: la laguna, quebradas tributarias o cualquier otra fuente o curso de agua.
- La disposición de desechos de construcción se hará en rellenos sanitarios ubicados a 300 metros aproximadamente aguas debajo de la represa donde se encuentra áreas sin vegetación. Al finalizar la obra, la entidad ejecutora deberá desmantelar las casetas temporales, patios de almacenamiento, talleres y demás construcciones temporales (de haberlos ejecutado), disponer los escombros y restaurar el paisaje a condiciones iguales o mejores a las iníciales.
- Los materiales excedentes de las excavaciones se retirarán en forma inmediata de las áreas de trabajo, protegiéndolos adecuadamente, y se colocarán en las zonas de depósito previamente seleccionadas.
- Los residuos de derrames accidentales de concreto, lubricantes, combustibles, deben ser recolectados de inmediato y su disposición final debe hacerse de acuerdo con las normas ambientales vigentes.

E. Manejo de Residuos Sólidos No Biodegradables e Industriales.

Los residuos sólidos a producirse durante la tala, arrastre y transporte son de carácter doméstico e industrial. Los de carácter doméstico serán clasificados en no degradables y biodegradables; de tal manera los biodegradables serán enterrados en pozos sépticos para su descomposición y los no degradables serán almacenados en sacos de polietileno y serán retirados fuera y depositados en el vertedero municipal del centro poblado, si no fuese el caso los desechos serán confinados a un vertedero mas cercano.

En el caso de los residuos industriales tales como grasas y lubricantes; estos serán almacenados en un ambiente seguro, a donde concurrirán las unidades móviles para ser recargado con estos elementos.

Además, los residuos producidos de los cambios de aceite del motor, caja y corona serán almacenados en bidones de 50 galones de capacidad y serán utilizados en la lubricación de la cadena de las motosierras. Mientras que los residuos producto del lavado y el engrase de las maquinarias serán tratados en un pozo API, para separar el agua del aceite, por densidad diferencial y el aceite será trasladado a la comunidad de Chumpe, para darle en el tratamiento de maderas susceptibles a ataque de hongos e insectos xilófagos.

F. Transporte, Almacenamiento y Manejo de Combustibles y Lubricantes.

Los combustibles y lubricantes serán adquiridos en Cusco, donde serán envasados en cilindros metálicos de 55 galones de capacidad cada uno.
El transporte se realizará por carretera en los camiones de plataforma que ingresan a transportar la madera rolliza; una vez llegado al campamento serán almacenados, en los mismos cilindros que han sido transportados, en un ambiente construido específicamente para el almacenamiento de combustibles y lubricantes.

Estos almacenes estarán ubicados lejos de las viviendas de los trabajadores, la cocina y el comedor; así mismo estarán equipados con extintores de polvo seco, cilindros de arena fina y un grifo de agua.

En cuanto al manejo de los combustibles y lubricantes; las máquinas y los vehículos de transporte serán cebados solamente en el almacén; estando completamente prohibido el traslado hacia el lugar de trabajo de las maquinarias.

El manejo del almacén de combustibles y lubricantes estará a cargo de un almacenero; quién deberá tomar todas las medidas de seguridad para evitar derrames, usos indebidos y lo que es más controlar la manipulación de fuegos.

G. Conservación de la Biodiversidad (flora y fauna) en Áreas Vulnerables.

Los bosques comunales de los sectores Chumpe y Poques, tiene áreas vulnerables para la caza furtiva. Las medidas a adoptarse para garantizar la conservación de la biodiversidad en el área, son los siguientes:

- Prohibir la comercialización de carne de monte, por parte de los miembros de la comunidad y los trabajadores.
- Los trabajadores consumirán víveres y carne adquiridos en Poques, Lamay y Cusco.
- Se desarrollarán charlas y talleres de sensibilización con los miembros de la comunidad, incidiendo en la importancia de la conservación para el desarrollo socio económico de la población local.
- Se prepararán y distribuirán cartillas de información sobre las especies de flora y fauna legalmente protegidas y la prohibición de uso y las penalidades que se aplican a los infractores.
- Organizarlos a la comunidad para que realicen patrullajes de control y vigilancia de los sectores críticos y vulnerables.
- Toda invasión de cazadores furtivos y extractores clandestinos, a los bosques comunales serán denunciados ante la Fiscalía de Delitos Ecológicos y la DGFFS.

H. Manejo de Aguas Servidas Generadas en los Campamentos.

En los campamentos se generará aguas servidas producto de la preparación de alimentos, el lavado de los utensilios, los servicios higiénicos, el lavado de las ropas y aseo. Las aguas servidas que se genere en los campamentos serán colectadas mediante tuberías de PVC SAP en pozos de percolación e infiltración ubicado a una distancia mínima de 30 m aguas abajo de la presa y a 15 m de distancia de las corrientes de agua sin cobertura vegetal.

Por otro lado, se dotará al personal de detergentes biodegradables de color blanco, especialmente jabones y pastas dentales de color blanco.

Se propone el cumplimiento de las actividades de monitoreo ambiental hasta el quinto año como lo establece la normativa ambiental vigente para su evaluación

6.5.3.2.2 Plan de Educación Ambiental

Se consideran las actividades de:

A. Educación Ambiental.

- Efectuar charlas técnicas al personal administrativo, técnico y obrero en temas de conservación de los recursos naturales y medio ambiente, manejo de residuos sólidos, infraestructura de riego y mitigación de impactos ambientales, etc. durante la fase de construcción y operación del proyecto.
- Efectuar talleres de capacitación a los beneficiarios y población del ámbito del proyecto en temas de conservación de los recursos naturales y el medio ambiente, manejo de residuos sólidos, etc.
- Se realizará talleres en temas de reforestación (Promoción de los beneficios de las Plantaciones Forestales y Agroforestales), como medida de recuperación de las áreas de canteras, caminos de acceso y demás actividades para la recuperación de estas áreas.
- Se realizará talleres en temas de Incendios Forestales, causas y efectos, como medida de prevención de las áreas de la presa de muchillay, cabeceras de cuenca, caminos de acceso y actividades afines para la minimizar sus efectos.

- Se realizará talleres en temas de Gestión del Medio Ambiente y Manejo de los Recursos Agua – Suelo – Planta, para concientizar a la población beneficiaria durante la fase de construcción y operación del proyecto.
- Se establecerán plantaciones con especies nativas y/o exóticas adaptadas a la zona en las áreas de canteras, caminos de acceso, cabeceras de cuenca, y otros, para la recuperación del suelo, flora y fauna existente.

B. Señalización ambiental.

La señalización que se propone consistirá básicamente en la colocación de letreros y/o señales informativas en puntos más visibles, en la que se indique al personal de obra, sobre la importancia de la conservación de los recursos naturales y seguridad personal. Entre cuyos objetivos estarán:

- La prohibición a la eliminación indiscriminada de arbustos.
- La prohibición de la caza furtiva.
- La no contaminación del aire, agua y suelo.

C. Restauración del paisaje.

Dentro de este plan se considera realizar las actividades de reacondicionamiento, del paisaje que consiste en devolver las propiedades de los suelos a su condición natural original o a un nivel adecuado para el uso deseado y aprobado. El trabajo puede incluir aspectos de relleno, reconstrucción y devolución del entorno natural, reemplazo de suelos, rectificación de la calidad del suelo, descontaminación y protección contra la erosión, teniendo en cuenta las condiciones climáticas y topográficas de la zona de estudio.

Evitar la reforestación con plantas en líneas rectas o trazos geométricos definidos. imitar la distribución aleatoria natural.

6.5.3.3 PLAN DE ABANDONO Y CIERRE.

El plan de abandono abarca las actividades de cierre de la construcción, que se realizará con la finalidad de restaurar las áreas intervenidas y dejar libre el área de influencia directa de la construcción.

Un Plan de Cierre define las medidas a tomar para prevenir daños ambientales que pudiera ocurrir como consecuencia del cierre o reubicación de la infraestructura; este plan permite prever una respuesta organizada y competente para prevenir o minimizar cualquier daño al medio ambiente.

- Antes de la instalación de los campamentos y los patios de acopio, una vez elegido el área, se realizará un inventario de todos los bienes.
- Retirar fuera del área todos los materiales utilizados en la construcción de los campamentos.
- En el caso de los patios de acopio se realizará un nivelado del área y se procederá a realizar una remoción del suelo, para luego proceder a la reposición de la cobertura vegetal, preferentemente con especies forestales valiosas y/o las encontradas en el inventario inicial, tanto en los patios de acopio, así como en las canteras.
- Los materiales; palos rollizos, tablas, tubos PVC, sanitarios y otros serán trasladados hasta la comunidad campesina de Chumpe, donde podrán ser reutilizados en obras municipales.
- Los pozos de percolación e infiltración serán rellenados con tierra del lugar y luego se realizará plantación, preferentemente con especies que han sido retirados al momento de la construcción de la presa; para ello se cuenta con un inventario forestal de las plantas retiradas al momento del despeje del área para ubicar la construcción de la presa y campamentos.
- Mantenimiento de las plantaciones, durante 3 años; momento en que estén libres de ataques de predadores y hayan ganado altura suficiente que garantice su supervivencia.

El objetivo fundamental del plan de abandono es dejar el área afectada en las mejores condiciones en que se encontraba originalmente. Se ha identificado las principales actividades de abandono, indicándose en el cuadro Nº 179

Tabla 193. Actividades de cierre.

FASE Y/O ETAPA	TEMPORALIDAD	ACTIVIDADES	LUGAR
Cierre de construcción	Al término de la fase de construcción.	Desmantelamiento de campamentos. Recojo de residuos sólidos inorgánicos, para su traslado al relleno sanitario más cercano y para los residuos orgánicos la apertura de una fosa para enterrar.	Campamentos a pie de obra.
Cierre de construcción	A la conclusión de la fase de construcción	Recomposición y reforestación de áreas afectadas.	Canchas de acopio de agregados, superficie ocupada por campamentos.

Fuente: Elaboracion propia.

El Plan de Contingencia para el proyecto podemos asegurar que éste no significa ningún riesgo para la salud humana ni el medio ambiente, del área de influencia; por lo tanto, el plan se reducirá al mínimo teniendo en consideración que el único riesgo que tiene el proyecto es la salud de los visitantes y sus trabajadores, que podrían verse afectados en caso de accidentes y afecciones comunes, para ello se contemplará:

- La conformación de un equipo médico, entrenado y capacitado para evacuación y atenciones de emergencia en caso de accidentes incendios, picaduras de arácnidos y algunas afecciones bronquiales y estomacales.
- En cuanto a la administración de recursos, capacitara y entrenara a su personal de guías y transporte en primeros auxilios y evacuación de accidentados; para ello tanto en el campamento como en las unidades móviles y embarcaciones cuenta con un botiquín con medicamentos y equipos básicos (suero antiofídico).
- Adicionalmente y en los centros de salud más próximos; tener una lista de los recursos disponibles para responder a emergencias.
- Describir el programa de capacitación para el personal del proyecto.

6.5.3.4 CRONOGRAMA

6.5.3.4.1 Cronograma de ejecución.

A. Cronograma de ejecución.

Las actividades de recuperación y/o reposición de zonas intervenidas se realizarán en un año paralelo a las actividades constructivas (obras civiles) y el fortalecimiento de las organizaciones (CGSR), se detallan cada una de las actividades en el siguiente cuadro.

Tabla 194. Cronograma anual de mitigación ambiental

ACTIVIDADES DE MITIGACIÓN	AÑO
	1
Reforestación de las fuentes hídricas	X
Reforestación en zonas de deslizamiento	X
Reforestación de zonas de bajo riesgo	X
Reforestación de zonas impactadas por apertura de acceso.	X
Transporte menor	X
Análisis de agua (muestreo)	X
Análisis de suelo (muestreo)	X
Equipos para contingencia	X
Señalización	X
Capacitación	X
Personal técnico	X

Fuente: Elaboracion propia.

En el siguiente cuadro detallamos las actividades de mitigación ambiental (recuperación y/o reposición de zonas intervenidas, Limpieza de cauces, muestro de suelo y agua para su monitoreo, señalización y capacitación), dichas actividades se iniciarán al quinto mes de iniciado la construcción de la presa, teniendo en cuenta que la reforestación debe condicionarse a las épocas de lluvias para asegurar su crecimiento.

Tabla 195. Cronograma mensualizado de mitigación ambiental

ACTIVIDADES DE	AÑO 1

MITIGACIÓN	1-5	6	7	8	9	10	11
Reforestación de las fuentes hídricas					X	X	X
Reforestación en zonas de deslizamiento						X	X
Reforestación de zonas de bajo riesgo						X	X
Transporte menor			X	X	X	X	X
Análisis de agua (muestreo)		X					
Equipos para contingencia		X					
Señalización		X					
Capacitación		X	X	X	X	X	
Personal técnico		X	X	X	X	X	

Fuente: Elaboracion propia.

6.5.3.4.2 Resumen de compromisos ambientales en los planes establecidos y responsables.

Los componentes ambientales planteados en el Estudio de Impacto Ambiental y los que están contenidos en el presente documento se irán desarrollando en los planes operativos anuales (POAs). Siendo este un compromiso ineludible de la Junta Directiva y beneficiarios del proyecto de riego y Municipalidad Distrital de Lamay.

- Acta de Compromiso de Libre disponibilidad de Terrenos.
- Acta de Compromiso de Aporte Comunal.
- Acta de compromiso con respecto a la Operación y Mantenimiento de la presa.
- Acta de compromiso a cumplir con el Plan de Manejo Ambiental (Monitoreo).

Finalmente se concluye que las actividades de construcción y operación de la presa ocasionarán cambios en los componentes bióticos, físicos y socioeconómicos, asociados principalmente a la modificación del régimen de caudales de la zona alta de Chumpe.

Durante el periodo de embalse, en la etapa de operación, se ha identificado impactos potenciales positivo, relacionado a la reserva del recurso hídrico de la laguna, independientemente del modelo operativo del embalse en la época de estiaje, la entrada en operación de la represa permitirá desarrollar una regulación del recurso y almacenarlo en épocas de superávit (temporada de lluvias) para su uso y aprovechamiento en épocas de déficit (temporada de estiaje), de manera que existiría un valor estratégico del embalse para garantizar la disponibilidad del recurso hídrico durante los meses críticos.

El valor estratégico del embalse, para ser entendido como tal, debe estar asociado a un modelo de operación sostenible, que considere criterios ambientales, sociales y ecológicos al momento de establecer un plan de embalse y desembalse.

Como parte del presente estudio, se ha diseñado un Plan de Manejo Ambiental dirigido a internalizar los efectos ambientales asociados al proyecto, garantizando que su ejecución se desarrolle de manera sostenible, sin reducir el valor del patrimonio ambiental del área de estudio.

De este modo, el Plan de Manejo Ambiental ha sido elaborado contemplando tres tipos de medidas: o Medidas de manejo de carácter preventivo y de control, para aquellos impactos que puedan ser manejados y/o controlados o Medidas de contingencia, asociadas a eventos extraordinarios o de riesgo que puedan presentarse. o Medidas de restauración ambiental compensatoria, dirigidas a compensar ambientalmente y a la sociedad (principal beneficiaria de los servicios ambientales) por los cambios y/o impactos residuales que no podrán ser manejados a través de las otras medidas.

CAPÍTULO VII: COSTOS Y PRESUPUESTO

7.1 Planilla de metrados

Los metrados se realizarán en forma independiente para cada partida o sub partida, para cada sistema desarrollado, así tenemos:

El metrado de movimiento de tierras y conformación del terraplén de la presa se calcularon en el software Autocad Civil 3D, clasificando dichos materiales de acuerdo a los datos de campo y estudios geológicos. El metrado de obras de concreto, tubería, y accesorios, se realizará de los planos correspondientes.

El desagregado de planilla de metrado se presenta en los Anexos de Presupuestos.

7.2 Análisis de costos unitarios

Los análisis de costos unitarios de todas las partidas y sub partidas se muestran después de los presupuestos. Los rendimientos serán según CAPECO y de los proyectos:
" Mejoramiento del servicio de transitabilidad peatonal y vehicular de la prolongación de la calle lima de la localidad de Lamay, distrito de Lamay - Calca - Cusco " Código único de inversiones: 2311774” De la municipalidad distrital de Lamay

"Manejo y gestión sostenible de cosecha de agua en ecosistemas lacustres alto andinos en la cuenca del Vilcanota – Urubamba – Calca” - "construcción de la presa Totoracocha - Lamay” Código único de inversiones: 2094055” Del Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente (IMA)

El detalle de los Costos Unitarios se presenta en Anexos de Presupuestos.

7.3 Presupuesto general de la obra

A continuación, se presentan los presupuestos para la alternativa elegida, constando las siguientes partes:

- Presupuesto general, en el que se detallan todas las partidas y sub partidas con el metrado y costo unitario de cada una tomando como referencia las cotizaciones actuales al 2023 que maneja el área de logística de la municipalidad distrital de Lamay así como el costo de hora – hombre incluyendo las leyes sociales.
- Insumos
- Mano de obra, etc.

El detalle del Presupuesto se presenta en Anexos de Presupuestos.

7.4 Presupuesto analítico de obra

El detalle del desagregado del presupuesto analítico según la escala remunerativa de la municipalidad distrital de Lamay incluyendo las leyes sociales por categorías se presenta en Anexos de Presupuestos.

7.4.1 Requerimiento y desagregado de Recursos

El residente de obra y la municipalidad distrital de Lamay serán los responsables de que los requerimientos lleguen en los plazos establecidos según el calendario de adquisición de máquinas, equipo, personal y materiales y programación de obra del proyecto, evitando retrasos en la obra.

El desagregado de recursos consta de lo siguiente:
- Lista detallada de los materiales, especificando cantidades y precios.
- Lista de la mano de obra a utilizar.
- Lista de los equipos a utilizar durante la obra.

El detalle de requerimientos se presenta en Anexos de Presupuestos - Calendario de adquisiciones del proyecto.

7.5 Insumos

El detalle de los insumos se presenta en Anexos de Presupuestos.

Siendo los equipos los insumos más preponderantes en la ejecución del proyecto lo cual debe ser previsto con anticipación por el residente de obra para cumplir los plazos establecidos de la programación del proyecto.

7.6 Fórmula polinómica

La fórmula polinómica, sirve para efectuar el reajuste automático de precios, adopta la siguiente ecuación general básica:

$$K = a\frac{J_r}{J_O} + b\frac{M_r}{M_O} + c\frac{E_C}{E_0} + d\frac{GU_r}{GU_O} + e\frac{V_r}{V_O}$$

Donde K= Coeficiente de ajuste de valorizaciones de obra como resultado de la variación de precios de los elementos que intervienen en la construcción, será expresado con aproximación al milésimo.

a,b,c,d,e= Son cifras decimales con aproximación al milésimo, que representa los coeficientes de incidencia en el costo de la obra.

Jo, Mo, Eo, GUo, Vo = Son los Índices de precios de los elementos como son la mano de obra, materiales, equipo de construcción, varios y gastos generales y utilidad respectivamente, a la fecha del presupuesto base, los cuales permanecen invariable durante la ejecución de la obra.

Jr, Mr, Er, GUr, Vr = Son los índices de precios de los mismos elementos a la fecha de reajuste correspondiente.

Para la presente tesis se realizó la fórmula polinómica con el programa Delphin Expres 2022.

El detalle de la formula polinómica se presenta en Anexos de Presupuestos.

CAPÍTULO VIII: PROGRAMACIÓN DE OBRA

La programación de obras se ha realizado procurando obtener un tiempo prudencial para la realización de las obras, sin que esto signifique tener una duración extremadamente holgada o demasiado ajustada, también se han considerado cuadrillas y rendimientos de acuerdo a la cantidad de personal obrero disponible en la zona información recabada de experiencias en la ejecución de otros proyectos en la zona.

Las herramientas gráficas utilizadas en el proyecto son el diagrama de flechas y diagrama de Gantt con el método Pert-CPM, cuyo objetivo es exponer el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado.

8.1 Diagrama de flechas.

El Diagrama de Flechas indica el orden en que deben ser ejecutadas las actividades de un proyecto, permitiendo planificar y controlar su desarrollo. Para este fin, identifica las actividades que lo componen y determina su ruta crítica, mediante una representación de red.

8.2 Diagrama de Gantt con el método Pert-CPM.

Un diagrama de Gantt con el método Pert-CPM es una herramienta útil para planificar proyectos. Nos proporciona una vista general de las tareas programadas, todas las partes implicadas sabrán qué tareas tienen que completarse, en qué fecha e identificar las actividades denominadas críticas que son aquellas que hacen que la duración de proyecto sea la que es y no otra.

El tiempo según la programación de obra es de 120 días calendarios y se ejecutara con recursos proveniente de la municipalidad distrital de Lamay.

El detalle de los diagramas se presenta en Anexos de la programación de obra.

CAPÍTULO IX: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas son los documentos en los cuales se definen las normas, exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en todos los trabajos de construcción de obras, elaboración de estudios, fabricación de equipos, etc.

En el caso de la realización de estudios, o construcción de obras forman parte integral del proyecto y complementan lo indicado en los planos respectivos, y en el contrato. Son muy importantes para definir la calidad de los trabajos en general y de los acabados en particular.

Las Especificaciones Técnicas pueden dividirse en Generales y Específicas.

10.1 Especificaciones técnicas Generales

Las Especificaciones Técnicas Generales definen los grandes rubros de la obra, detallando la forma como se ha previsto su ejecución.

Los grandes temas tratados en las Especificaciones Técnicas Generales son:

- Trabajos preliminares
- Movimientos de tierra
- Hormigones
- Enfierraduras.
- Normativas de seguridad industrial.
- Normas de protección ambiental.
- Tuberías y dispositivos hidráulicos.

El detalle de las especificaciones técnicas generales se presenta en Anexos de Especificaciones técnicas.

10.2 Especificaciones técnicas Especificas

Generalmente las Especificaciones Técnicas Específicas completan y detallan las Especificaciones Técnicas Generales y cubren, como mínimo, los siguientes ítems:

El detalle de las especificaciones técnicas especificas se presenta en Anexos de Especificaciones técnicas.

- Definición de item
- Materiales y herramientas
- Procedimiento de ejecución
- Medición
- Forma de pago

CAPÍTULO X: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1 Conclusiones

- La ejecución del proyecto “DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO” mejorará de sobremanera principalmente actividades de riego, forestación, piscicultura, actividades turísticas, recreativas entre otros, lo cual contribuirá al desarrollo económico, social y cultural de los pobladores de la comunidad campesina de Chumpe.

- La oferta hídrica total de la laguna de Muchillay es de 210,508.80 m3 anuales, frente a una demanda total de 197,354.16 m3, lo cual cubrirá satisfactoriamente las demandas agrícolas de la comunidad campesina de Chumpe.

- La presa contara con una tubería PVC UF PN 5 de descarga con un gasto diario de 12.37 l/s, caja de válvulas y con un vertedero de demasías de concreto en el flanco izquierdo de la presa que evacuara un caudal laminado de 0.38 $m^3 . s^{-1}$ en épocas de avenidas máximas.

- De los estudios geofísicos, geológicos y geotécnicos se concluye que el basamento rocoso se encuentra a profundidades que varían entre 0.50 hasta un máximo de 2.80 m, con condiciones favorables para la cimentación de la cortina de la presa.

- El talud de la Presa Laguna de Muchillay estará conformado de tierra homogénea con una altura de 6.20 m y una sección trapezoidal de base menor de 4.5m de ancho de corona, base mayor con 24.8m y longitud de 58.0 m.

- El costo del proyecto asciende a S/ 974,677.51, en un plazo de ejecución de 120 días calendarios.

- El análisis de los resultados, permite expresar que la zona estudiada posee condiciones favorables para la construcción de la presa sin mayores riesgos.

11.2 Recomendaciones

- Se recomienda al equipo técnico responsable de la ejecución de la obra, cumplir con las normativas vigentes para la ejecución del proyecto.

- Se recomienda al equipo técnico responsable de la ejecución de la obra realizar ensayos de control de la compactación por capas de 0.20 m de espesor en distintos lados de la conformación, a humedades desde 6.7% a 7.7%, pudiendo alcanzar desde un 95% a 100% de su densidad seca máxima de 2.243gr/cm3.

- Se recomienda al equipo técnico responsable que el dentellón de cimentación de la presa descanse directamente sobre el basamento rocoso.

- Se recomienda al equipo técnico responsable de la ejecución de la obra, durante el proceso constructivo de la presa Muchillay, el control permanente de las características técnicas de los materiales provenientes de las Canteras seleccionadas, puesto que la variación heterogénea común de los suelos y rocas alteraría las propiedades inicialmente determinadas en el Laboratorio y pudiese ocasionar una mala selección de los materiales de construcción.

Referencias

Bureau of Reclamation, 2012. Design of Small Dams. United States Department of the Interior. Tercera edición revisada.

Soil Conservation Service, SCS, 1986. Urban hydrology for small watersheds. Technical
Release 55. Washington D.C. Departamento de Agricultura de EEUUA.

U.S.B.R., 1967. Diseño de Presas Pequeñas. United States Department of Interior.

Máximo Villón Béjar 2002, Hidrología Instituto Tecnológico de Costa Rica. Segunda edición: Editorial Villon Lima-Perú.

Ven Te Chow, 1994. Hidrologia Aplicada - Editorial: McGraw-Hill

Máximo Villón Béjar, 2005. Diseño de estructuras hidráulicas - Máximo Villón Béjar

Autoridad Nacional del Agua, 2017. Normas y reglamento de seguridad de presas en el Perú.

Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado, 2020. Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima, Perú.

Tim Stephens, 2010. Manual sobre pequeñas presas de tierra – Una guía para la selección del emplazamiento, diseño y construcción

Díez Cascón J., 2015. Curso de Especialización en Ingeniería de Presas. Universidad de
Cantabria.

Teresa Velásquez Bejarano, 2014. Diseño de presas de tierra y enrocado en el Peru – Historia, perspectiva y tendencias. Lima: Fondo editorial - UnalM.

Ministerio de medio ambiente y medio rural marino, 2005. Manual para el diseño, construcción, explotación y mantenimiento de balsas. Gobierno de España

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. 2008. Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. Rimac (Lima, Perú).

Guevara, Edilberto (2014) Métodos para el Análisis de variables Hidrológicas y

Ambientales. Lima: Autoridad Nacional del Agua, Ministerio de Agricultura.

Angelone, Silvia, 2012. Redes de Filtración en Presas de Tierra. Presentación PowerPoint. Lima.

SEMARNAT, 2007. Manual geotécnico para el diseño de presas pequeñas Gobierno federal

Alvarez Manilla Aceves, A. 2003. Geofisica Aplicada en los Proyectos Basicos de Ingenieria Civil. Mexico.

Scholz, L. 1980. Generación de Caudales Mensuales en la Sierra Peruana. Cusco, Peru: Plan Meris II.

Suarez, L. M. 1982. Ingenieria de Presas Obras de toma, descarga y desviacion. Caracas, Venezuela: Ediciones Vega S.R.L. Recuperado el diciembre de 2022

Pérez Preciado M. 2016.Estudio hidráulico y de estabilidad de una presa de materiales sueltos sobre el río callazas en la región de Tacna

Pinilla Perez, Gallego vazquez. 2020. Proyecto de presa para almacenamiento de 550.00m3 de agua en Almaraz de Duero (ZAMORA)

Briones, Jorge Alfredo (2008) Estudio Comparativo del Diseño de la Presa de Tierra Limón del Proyecto Olmos con Pantalla de Concreto versus Núcleo de Material Arcilloso (Tesis de Pregrado). Lima: Universidad Ricardo Palma.

ANEXOS

CAPITULO VII: COSTOS Y PRESUPUESTO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROY: **"DISEÑO DE INGENIERIA DE LA PRESA EN LA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO"**

UBICACION: **CUSCO - CALCA - LAMAY**

HOJA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCION	VECES	AREA	LONG/LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	METRADO	Und.
1.0	**PRESA MUCHILLAY**								
1.1	OBRAS PRELIMINARES								
1.1.1	CONSTRUCION DE CAMPAMENTOS Y VIVIENDA EN OBRA	2		7.00	5.00		70.00	**70.00**	m2
1.1.2	CARTEL DE OBRA DE ADOBE 5.00 X 3.00M.	1					1.00	**1.00**	und
1.1.3	CONTROL PLANIMETRICO Y ALTIMETRICO.	3					3.00	**3.00**	mes
1.1.4	HABILITACION DE CANCHA DE ALMACENAMIENTO								
1.4.1.1	EXPLANACION DE TERRENO CON EQUIPO	1		25.00	25.00	0.35	218.75	**218.75**	m3
1.4.1.2	DESBROCE CON EQUIPO (LIMPIEZA CAPA SUPERFICIAL DE HASTA 0.25M)	1		25.00	25.00	0.25	156.25	**156.25**	m3
1.1.5	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO								
1.1.5.1	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO A MUCHILLAY	1					1.00	**1.00**	GLB
1.1.6	DIQUE TEMPORAL								
1.1.6.1	EXCAVACION PLATAFORMA MATERIAL ROCA SUELTA CON EQUIPO	1		58.00	1.00	1.50	87.00	**87.00**	m3
1.1.6.2	CONSTRUCCION TEMPORAL DE DIQUE DE TIERRA H=1.00M	1		58.00			58.00	**58.00**	m
1.1.7	CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETO								
1.1.7.1	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO	2					2.00	**2.00**	ENS
1.1.7.2	CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETO CADA 10 M3	36					36.00	**36.00**	ENS
1.2	CONSTRUCCION DE EJE DE PRESA								
1.2.1	EXCAVACION CIMENTACION DE PRESA								
	Volumen de Exacavacion (De movimiento de Tierras)							1,983.13	
1.2.1.1	EXCAVACION CIMIENTO DE PRESA MATERIAL SUELTO A MANO	0.15						**297.47**	m3
1.2.1.2	EXCAVACION CIMENTACION DE MATERIAL SUELTO CON EQUIPO	0.4						**793.25**	m3
1.2.1.3	EXCAVACION CIMENTACION EN ROCA SUELTA A MANO	0.15						**297.47**	m3
1.2.1.4	EXCAVACION CIMENTACION EN ROCA SUELTA CON EQUIPO	0.3						**594.94**	m3
1.2.1.5	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO (HASTA 500M)	1	Vol =	1983.13	Esp =	1.30	2578.07	**2,578.07**	m3
1.2.2	TERRAPLEN								
	Volume requerido de cantera para el terraplen							4,015.06	
1.2.2.1	EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL EN CANTERA	1.35						**5,420.33**	m3
1.2.2.2	ZARANDEO, APILADO Y ELIMINACION DE EXCEDENTES EN CANTERA	1.35						**5,420.33**	m3
1.2.2.3	CARGUIO DE MATERIAL DE PRESTAMO CON CARGADOR FRONTAL	1.30						**5,219.58**	m3
1.2.2.4	MEZCLADO DE MATERIAL DE DIFERENTES CANTERAS	1.30						**5,219.58**	m3
1.2.2.5	TRANSPORTE DE MATERIAL CON VOLQUETE 15 M3 -CARGUIO CON EQUIPO	1.30						**5,219.58**	m3
1.2.2.6	CONFORMACION Y COMPACTADO DE TERRAPLENES	1.25						**5,018.83**	m3
1.2.3	FILTRO Y DRENAJES								
1.2.3.1	EXCAVACION MATERIAL SUELTO A MANO							**16.32**	m3
	Tuberia de drenaje	1	0.48	20.00			9.60		
	Tuberia de desfogue	1		16.00	0.60	0.70	6.72		
1.2.3.2	MATERIAL DE FILTRO PREPARADO 80%-20%	1.4						**156.94**	m3
	Dren	1		20.00	10.25	0.50	102.50		
	Tuberia de drenaje	1	0.48	20.00			9.60		
1.2.3.3	CARGUIO DE MATERIAL DE PRESTAMO CON CARGADOR FRONTAL	0.9					156.94	**141.25**	m3
1.2.3.4	TRANSPORTE DE MATERIAL CON VOLQUETE 15 M3 -CARGUIO CON EQUIPO	0.9					156.94	**141.25**	m3
1.2.3.5	CONFORMACION Y COMPACTADO DE FILTROS	0.85					156.94	**133.40**	m3
1.2.3.6	COMPACTACION MANUAL DE FILTRO EN CAPAS DE 10 CM	0.85					156.94	**133.40**	m3
1.2.3.7	TUBERÍA PERFORADA CORRUGADA PARA DRENAJE 4"	1		20.00			20.00	**20.00**	m
1.2.3.8	TUBERIA PARA DESAGUE DE DRENAJE PVC SAP 4"	1		16.00			16.00	**16.00**	m
1.2.3.9	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO EN ZANJAS	1		16.00	0.50	0.60	4.80	**4.80**	m3
1.2.3.10	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO (HASTA 500M)	1	Vol =	16.32	Esp =	1.25	20.40	**20.40**	m3
1.2.3.11	PREPARACION Y VACEADO DE Cº Sº F`C=175 KG/CM2 (Dados)	1		0.30	0.30	0.60	0.05	**0.05**	m3
1.2.3.12	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 200 GR/M2	1		22.10	20.00		442.00	**442.00**	m2
1.2.3.13	SUMINISTRO Y COLOCACION ACCESORIOS DE DRENAJE	1					1.00	**1.00**	glb
1.2.4	IMPERMEABILIZACION Y ESTABILIZACION DE TALUDES								
1.2.4.1	PERFILADO MANUAL EN TALUD DE PRESA	1						**963.18**	m2
	talud aguas arriba			58.00	26.00	10.64	446.88		
	talud aguas abajo			58.00	26.50	12.22	516.30		
1.2.4.2	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 200 GR/M2							**1,832.05**	m2
	talud	2		60.00	10.64		1276.80		
	anclaje	2		64.65	2.50		323.25		
	corona	2		58.00	2.00		232.00		
1.2.4.3	IMPERMEABILIZACION CON GEOMEMBRANA HDPE, E=2 MM.							**916.03**	m2
	talud	1		60.00	10.64		638.40		
	anclaje	1		64.65	2.50		161.63		
	corona	1		58.00	2.00		116.00		
	Volumen de Roca requerido para espaldon y corona (Enrocado)							522.15	
1.2.4.4	EXPLOTACION DE ROCA PARA ESPALDON Y CORONA	1						**522.15**	m3
1.2.4.5	TRANSPORTE DE ROCA DE CANTERAS A ALA PRESA	1						**522.15**	m3
1.2.4.6	ENROCADO CON PIEDRA PESADA	1						**522.15**	m3
1.2.5	CONTROL DE CAMPO								
1.2.5.1	CONTROL DE COMPACTACION EN CAMPO POR CAPA	1					60.00	**60.00**	und
1.2.5.2	CONTROL DE COMPACTACION CADA 2500 M3	1					6.00	**6.00**	und
1.2.5.3	CONTROL DE MATERIAL DE CANTERA CADA 5000 M3	1					3.00	**3.00**	und

ITEM	DESCRIPCION	VECES	AREA	LONG/LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	METRADO	Und.
1.2.6	SISTEMA DE CAPTACION Y SALIDA								
1.2.6.1	TOMA DE TUBERIA (ESTRUCTURA DE INGRESO)								
1.2.6.1.1	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO A MANO	1		1.10	0.90	0.50	0.50	**0.50**	m3
1.2.6.1.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADOS DE OBRAS DE ARTE	1		5.00		0.70	3.50	**3.50**	m2
1.2.6.1.3	ACERO DE REFUERZO FY= 4200 KG/CM2	2						**26.21**	kg
	Acero colocado horzontalmente en muros	3	Ø = 3/8"	2.40	Peso =	0.56	4.03		
	Acero en piso	4	Ø = 3/8"	1.30	Peso =	0.56	2.91		
	Acero Vertical en muros y piso	4	Ø = 3/8"	2.30	Peso =	0.56	5.15		
	Acero horizontal en pantalla fondo	2	Ø = 3/8"	0.90	Peso =	0.56	1.01		
1.2.6.1.4	PREPARACION Y VACEADO CºSº F`c=210 KG/CM2.	1						**0.54**	m3
	Muros de camara de ingreso	1		2.50	0.20	0.70	0.35		
	Piso	1		1.10	0.90	0.10	0.10		
	Pantalla	1		1.10	0.20	0.40	0.09		
1.2.6.1.5	REJILLA DE INGRESO SEGUN DISEÑO	1					1.00	**1.00**	und
1.2.6.2	TUBERIA DE CONDUCCION								
1.2.6.2.1	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO A MANO							**3.28**	m3
	zanja para tuberia	1		28.00	0.30	0.30	2.52		
	pantallas	7		0.90	0.60	0.20	0.76		
1.2.6.2.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADOS DE OBRAS DE ARTE							**4.62**	m2
	Pantalla interceptoras Dique	7		2.20		0.30	4.62		
1.2.6.2.3	ACERO DE REFUERZO FY= 4200 KG/CM2							**92.96**	kg
	Acero colocado horizontal en viga protectora Dique	4	Ø = 3/8"	28.00	Peso =	0.56	62.72		
	Estribos en @ 0.25 m	112	Ø = 1/4"	1.08	Peso =	0.25	30.24		
1.2.6.2.4	PREPARACION Y VACEADO DE Cº Sº F`C=175 KG/CM2							**3.78**	m3
	Viga Protectora Dique	1		28.00	0.30	0.30	2.52		
	Pantalla interceptora Dique	7		0.90	0.90	0.20	1.13		
	descuento	7		0.30	0.30	0.20	0.13		
1.2.6.2.5	TUBERIA DE DESACRGA PVC 160 mm ISO 4422 CLASE 5							**30.00**	m
	Dique	1		30.00			30.00		
1.2.6.3	CAMARA DE PANTALLA DISIPADORA DE IMPACTO DE AGUA Y CAJA DE VALVULAS								
1.2.6.3.1	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO A MANO							**1.22**	m3
		1		3.70	1.10	0.30	1.22		
1.2.6.3.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADOS DE OBRAS DE ARTE							**10.11**	m2
	interiores caja de valvulas	1		2.40		0.70	1.68		
	exteriores caja de valvulas	1		2.80		0.70	1.96		
	exterior camara humeda	1		2.40		0.70	1.68		
	interior camara humeda	1		1.60		0.70	1.12		
	fondo de tapa	1		0.80		0.40	0.32		
	muro de salida	4		1.05		0.50	2.10		
	pantalla	2		0.80		0.47	0.75		
	fondo de pantalla	1		0.80		0.15	0.12		
	tapa muro de salida	2		0.15		0.55	0.17		
	pestaña de salida	2		0.80		0.13	0.21		
1.2.6.3.3	ACERO DE REFUERZO FY= 4200 KG/CM2	1						**54.06**	kg
	Acero en muro y piso longitudinal	6	Ø = 3/8"	3.43	Peso =	0.56	11.52		
	Acero en muro y piso transversal	12	Ø = 3/8"	2.45	Peso =	0.56	16.46		
	Acero colocado horizontal en muros	8	Ø = 3/8"	2.47	Peso =	0.56	11.07		
	Pantalla separadora de camaras horizontal	4	Ø = 3/8"	0.95	Peso =	0.56	2.13		
	Pantalla separadora de camaras vertical	4	Ø = 3/8"	0.75	Peso =	0.56	1.68		
	Bafle disipador de energia horizontal	3	Ø = 3/8"	0.95	Peso =	0.56	1.60		
	Bafle disipador de energia vertical	4	Ø = 3/8"	0.50	Peso =	0.56	1.12		
	Tapa en camra humeda longitudinal	6	Ø = 3/8"	1.10	Peso =	0.56	3.70		
	Tapa en camra humeda transversal	5	Ø = 3/8"	1.15	Peso =	0.56	3.22		
	Conexión de tapta longitudinal	2	Ø = 3/8"	0.90	Peso =	0.56	1.01		
	Conexión de tapta transversal	4	Ø = 3/8"	0.25	Peso =	0.56	0.56		
1.2.6.3.4	PREPARACION Y VACEADO CºSº F`c=210 KG/CM2.	1						**1.08**	m3
	Muros de caja de valvulas	1		2.60	0.10	0.70	0.18		
	Piso caja de Valvulas	1		1.10	0.90	0.15	0.15		
	Conecion de tapas metalicas	1		0.80	0.30	0.10	0.02		
	Muros camara humeda	1		2.10	0.15	0.60	0.19		
	muro de salida	2		1.05	0.15	0.50	0.16		
	Piso en camara humeda	1		1.70	1.10	0.15	0.28		
	Tapa en camara humeda	1		0.80	0.50	0.10	0.04		
	pantalla disipadora	1		0.80	0.47	0.10	0.04		
	Trabe de salida	1		0.80	0.15	0.15	0.02		
1.2.6.3.5	VALVULA COMPUERTA DE 160 MM pn 10	1					1.00	**1.00**	und
1.2.6.3.6	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLANCHA METALICA PARA PANTALLA DISIPADORA	1					1.00	**1.00**	und
1.2.6.3.7	TAPA METALICA 0.80 X 0.80	1					1.00	**1.00**	und
1.3	SISTEMA DE CONTROL DE EXCEDENCIAS								
1.3.1	VERTEDERO CANALES Y TRANSICION								
1.3.1.1	EXCAVACION MATERIAL SUELTO A MANO							**35.12**	m3
	Vertedero	1		4.00	2.70	1.40	15.12		
	Transicion	1		4.00	2.00	2.50	20.00		
1.3.1.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADOS DE OBRAS DE ARTE							**29.82**	m2

ITEM	DESCRIPCION	VECES	AREA	LONG/LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	METRADO	Und.
	Muros de encausamiento interno	2		2.08		1.20	4.99		
	Muros de encausamiento externo	2		2.08		1.20	4.99		
	poza disipadora interno	2		1.92		0.75	2.88		
	poza disipadora externo	2		1.92		0.75	2.88		
	Azud	1		2.00		0.50	1.00		
	transicion	4		4.20		0.75	12.60		
	tapa salida	2		0.20		1.20	0.48		
1.3.1.3	PREPARACION Y VACEADO CºSº F`c=140 KG/CM2.+30%	1						**7.36**	m3
	Azud	1	0.14	2.00			0.28		
	Piso vertedero	1	0.91	2.70			2.46		
	muro 1	2	1.76	1.20	0.20		0.84		
	muro 2	2	0.30	1.03	0.20		0.12		
	muro 3	2	1.92	0.85	0.20		0.65		
	piso transicion	1	0.89	2.00			1.78		
	muros transicion	2	4.06	0.75	0.20		1.22		
1.3.2	CANAL RAPIDA								
1.3.2.1	EXCAVACION MATERIAL SUELTO A MANO							**9.60**	m3
	Canal rapida	1		35.56	0.90	0.30	9.60		
1.3.2.2	ACERO DE REFUERZO FY= 4200 KG/CM2							**319.33**	kg
	Canal Colocacion longitudinal por paños de 9 m con 4 paños	36	Ø = 3/8"	9.00	Peso =	0.56	181.44		
	Canal Colocacion transversal por paños de 9 m con 4 paños	144	Ø = 3/8"	1.71	Peso =	0.56	137.89		
1.3.2.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADOS DE OBRAS DE ARTE							**56.90**	m2
	Canal rapida interior	2		35.56		0.30	21.34		
	Canal rapida exterior	2		35.56		0.50	35.56		
1.3.2.4	PREPARACION Y VACEADO DE Cº Sº F`C=175 KG/CM2							**10.02**	m3
	Canal rapida tramo 01 muros	2		0.60	0.15	0.53	0.09		
	Canal rapida tramo 02 muros	2		33.16	0.15	0.30	2.98		
	Canal rapida tramo 03 muros	2		1.75	0.15	0.75	0.39		
	Piso Canal	1		35.56	0.90	0.20	6.40		
	Anclajes para juntas	4		0.20	0.90	0.20	0.14		
1.3.2.5	JUNTAS ASFALTICAS							**5.00**	m
	Junta de Vertedero con canal 01	1		2.00			2.00		
	Junta en posa disipadora y canal 02	1		0.60			0.60		
	Junta canal canal transicion y canal rapida	4		0.60			2.40		
1.3.3	POZA DISIPADORA								
1.3.3.1	EXCAVACION MATERIAL SUELTO A MANO							**2.88**	m3
	Piso poza 01	1		4.00	1.20	0.60	2.88		
1.3.3.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADOS DE OBRAS DE ARTE							**20.18**	m2
	cara interior de muro	2		3.88		1.20	9.31		
	cara exterior de muro	2		3.88		1.40	10.86		
1.3.3.3	ACERO DE REFUERZO FY= 4200 KG/CM2							**64.48**	kg
	Poza disipadora muros colocacion posicion horizontal	15	Ø = 3/8"	3.83	Peso =	0.56	32.17		
	Poza disipadora muros colocacion posicion vertical	16	Ø = 3/8"	3.40	Peso =	0.56	30.46		
	anclaje y pestaña de salida	3	Ø = 3/8"	0.50	Peso =	0.56	0.84		
	anclaje y pestaña de salida	2	Ø = 3/8"	0.90	Peso =	0.56	1.01		
1.3.3.4	PREPARACION Y VACEADO DE Cº Sº F`C=175 KG/CM2							**2.13**	m3
	Muros poza	2		3.88	0.15	1.20	1.40		
	Piso poza	1		3.88	0.90	0.20	0.70		
	Anclaje	1		0.90	0.15	0.15	0.02		
	pestaña	1		0.60	0.15	0.20	0.02		
1.4	FLETE								
1.4.1	FLETE TERRESTRE CUSCO - LAMAY								kg
1.4.2	FLETE TERRESTRE LAMAY - LAGUNA MUCHILLAY								kg
1.5	ACCIONES COMPLEMENTARIAS								
1.5.1	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL								
1.5.1.1	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL	1					1.00	**1.00**	glb
1.5.2	SEGURIDAD Y SALUD								
1.5.2.1	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA	1					1.00	**1.00**	glb
1.5.3	PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO								
1.5.3.1	SERVICIO DE PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO	1					1.00	**1.00**	glb
1.6	MONITOREO DE PRESAS								
1.6.1	INSTALACION DE BMS DE CONTROL								
1.6.1.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE BMS DE CONTROL							**15.00**	Und
	Estribo derecho	3					3.00		
	Estribo izquierdo	3					3.00		
	Eje central	3					3.00		
	Aguas arriba	3					3.00		
	Aguas abajo	3					3.00		
1.6.2	COLOCACION DE LIMNIMETRO								
1.6.2.1	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	1	9.00				9.00	**9.00**	m2
1.6.2.2	PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=140KG/CM2+50%PG	1	1.00				1.00	**1.00**	m3
1.6.2.3	LIMNIMETRO METALICO GRADUADO PARA PRESA	1	2.00				2.00	**2.00**	Und

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

CALCULO DEL FLETE

PROYECTO DE TESIS:

"DISEÑO DE INGENIERIA DE LA PRESA EN LA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO"

OFICINA ZONAL **CUSCO**

UBICACIÓN: **CUSCO - CALCA - LAMAY**

1- DATOS GENERALES

A-POR PESO

MATERIALES	UNIDAD	AFECTO IGV	PESO.UNIT.	PESO.TOTAL
CEMENTO	BL.	213.00	42.50	9,052.50
FIERRO, CLAV. ETC	KG	750.00	1.00	750.00
MADERA	P2	623.00	1.50	934.50
DINAMITA AL 65%	KG	193.00	1.00	193.00
FULMINANTE	UND	1,265.00	0.25	316.25
CALAMINA	UN	63.00	3.00	189.00
PETROLEO DIESEL B5 S50	GL	2,079.00	0.95	1,975.05
GASOHOL PLUS	GL	10.00	0.95	9.50
GEOTEXTIL	M2	2,389.00	0.45	1,075.05
GEOMEMBRANA	M2	962.00	0.25	240.50
TRIPLAY	UND	88.00	3.70	325.60
OTROS	KG	3,000.00	1.00	3,000.00
PESO TOTAL				18,060.95

EN TUBERIA UNIDAD DE (2.20 M. x 3.00 M.) DE CARROCERIA, CON H= 1.50 M.

CAPACIDAD DEL CAMION EN TUBOS / VIAJE			ML	No de tubos	No VIAJES
Tub 4":	259.00	U	47.00	9.40	0.04
Tub 6" U-PVC	65.00	U	33.00	6.60	0.10

NUMERO TOTAL DE VIAJES	0.14
REDONDEO	0.00
TUBERIA EN VOLUMEN	2

2- FLETE TERRESTRE

UNIDAD DE TRANSPORTE			
UNIDAD INTERPROVINCIAL		UNIDAD LOCAL	
CAPACIDAD DEL CAMION (M3)	**6.00**	CAPACIDAD DEL CAMION (M3)	**6.00**
COSTO POR VIAJE S/.	**900.00**	COSTO POR VIAJE S/.	**1,500.00**
CAPACIDAD DEL CAMION (KG)	**6,000.00**	CAPACIDAD DEL CAMION (KG)	**6,000.00**
FLETE POR KG	0.1500		0.2500

PESO TOTAL DE TUBERIA Y MATERIALES = 18,333.31 KG

AFECTO IGV	
FLETE POR PESO INTERPROVINCIAL	2,750.00
FLETE POR PESO LOCAL	4,583.33
COSTO TOTAL FLETE TERR.	7,333.33

Analisis de Costos Unitarios

PROYECTO : "DISEÑO DE INGENIERIA DE LA PRESA EN LA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO"
PRESUPUESTO 1.0 : PRESA MUCHILLAY
PROPIETARIO : TESISTAS: HECTOR CAHUANA GUILLEN, AJMAR GAMARRA HUALLPA
UBICACION : DPTO: CUSCO PROV: CALCA DIST: LAMAY LOC: MUCHILLAY
FECHA PROYECTO : 5/10/2023

Partida: 1.1.1 CONSTRUCCION DE CAMPAMENTOS VIVIENDAS A PIE DE OBRA — Rendimiento:10 m²/Día

Costo unitario por m² **223.23**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**65.96**
47		OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	12.6100	10.09
47		PEON	hh	6.0000	4.8000	11.6400	55.87
MATERIALES							**153.97**
04		CLAVO PARA MADERA C/C 3"	kg	-	0.3000	5.0000	1.50
43		LISTONES DE 2"X3"X10´	pza	-	2.5000	25.0000	62.50
31		TRIPLAY DE 1.20 X 2.40 m X 6 mm	pln	-	1.2500	54.0000	67.50
04		CALAMINA ACERO GALVANIZADO 0.22 MM X 83 CM X 1.80 M	pza	-	0.9000	18.3000	16.47
43		ROLLIZO DE ECUCALIPTO DE 3.00 M x 4"	pza	-	0.2400	25.0000	6.00
EQUIPO							**3.30**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	65.9600	3.30

Partida: 1.1.2 CARTEL DE OBRA DE ADOBE 5.00X3.00M — Rendimiento:0.25 und/Día

Costo unitario por und **3,894.81**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**2,296.96**
47		OFICIAL	hh	2.0000	64.0000	12.6100	807.04
47		PEON	hh	4.0000	128.0000	11.6400	1,489.92
MATERIALES							**1,483.00**
04		CLAVO PARA MADERA C/C 3"	kg	-	3.0000	5.0000	15.00
04		ARENA GRUESA	m³	-	1.5000	92.0000	138.00
07		PIEDRA GRANDE	m³	-	0.5000	40.0000	20.00
17		ADOBE 50X24X12M	und	-	375.0000	1.5000	562.50
21		CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 Kg)	bol	-	5.0000	27.5000	137.50
54		PINTURA ESMALTE P/METAL-MADERA	gln	-	2.0000	45.0000	90.00
54		THINER	gln	-	3.0000	15.0000	45.00
49		YESO (BOL 25 KG)	bol	-	40.0000	10.0000	400.00
24		TEJA ARTESANAL	und	-	30.0000	2.5000	75.00
EQUIPO							**114.85**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	2,296.960	114.85

Partida: 1.1.3 CONTROL PLANIMETRICO Y ALTIMETRICO — Rendimiento:0.03333333333 mes/Día

Costo unitario por mes **5,063.98**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**3,837.60**
47		OPERARIO	hh	0.5000	120.0000	14.5200	1,742.40
47		PEON	hh	0.7500	180.0000	11.6400	2,095.20
MATERIALES							**122.50**
02		CLAVO PARA MADERA C/C 4"	kg	-	5.0000	5.0000	25.00
31		ESTACA DE MADERA	pza	-	15.0000	2.5000	37.50
54		PINTURA ESMALTE P/METAL-MADERA	gln	-	1.0000	45.0000	45.00
54		THINER	gln	-	1.0000	15.0000	15.00
EQUIPO							**1,103.88**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	3,837.600	191.88
49		NIVEL	hm	0.2000	48.0000	7.0000	336.00
49		ESTACION TOTAL	hm	0.2000	48.0000	12.0000	576.00

Partida: 1.1.4.1 EXPLANACION DE TERRENO CON EQUIPO — Rendimiento:45 m³/Día

Costo unitario por m³ **34.94**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**33.28**
47		OFICIAL	hh	1.0000	0.1778	12.6100	2.24
47		PEON	hh	15.0000	2.6667	11.6400	31.04
EQUIPO							**1.66**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	33.2800	1.66

Partida: 1.1.4.2 DESBROCE CON EQUIPO (LIMPIEZA CAPA SUPERFICIAL DE HASTA 0.25M) Rendimiento:50 m³/Día

Costo unitario por m³ **23.79**

Ind	Cod. Elast	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**22.66**
47		OFICIAL	hh	2.0000	0.3200	12.6100	4.04
47		PEON	hh	10.0000	1.6000	11.6400	18.62
EQUIPO							**1.13**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	22.6600	1.13

Partida: 1.1.5.1 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS A LA LAGUNA MUCHILLAY Rendimiento:8 glb/Día

Costo unitario por glb **20,000.00**

Ind	Cod. Elast	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
SUB-CONTRATOS							**20,000.00**
32		SERVICIO DE MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO MECANICO CUSCO-TOTORACOCHA	gbl	-	1.0000	20,000.0000	20,000.00

Partida: 1.1.6.1 EXCAVACION PLATAFORMA MATERIAL ROCA SUELTA CON EQUIPO Rendimiento:75 m³/Día

Costo unitario por m³ **59.77**

Ind	Cod. Elast	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**21.72**
47		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.1067	14.5200	1.55
47		OPERARIO	hh	1.0000	0.1067	14.5200	1.55
47		PEON	hh	15.0000	1.6000	11.6400	18.62
MATERIALES							**4.95**
53		PETROLEO DIESEL B5 S50	gln	-	0.3000	16.5000	4.95
EQUIPO							**33.10**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	21.7200	1.09
49		EXCAVADORA SOBRE ORUGAS DE 140-180 HP	hm	1.0000	0.1067	300.0000	32.01

Partida: 1.1.6.2 CONSTRUCCION TEMPORAL DE DIQUE DE TIERRA H=1.00M Rendimiento:16 m/Día

Costo unitario por m **138.13**

Ind	Cod. Elast	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**101.82**
47		OPERARIO	hh	2.0000	1.0000	14.5200	14.52
47		PEON	hh	15.0000	7.5000	11.6400	87.30
MATERIALES							**26.72**
28		SACOS DE POLIETILENO	und	-	8.0000	2.8000	22.40
05		TUBERIA PVC SAL 200MM. X 6M. SN-2	m	-	0.2000	18.2200	3.64
43		GASOHOL 90 PLUS	gln	-	0.0400	16.9900	0.68
EQUIPO							**9.59**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	101.8200	5.09
49		APISONADOR TIPO BAILARINA 4.0 HP	hm	1.0000	0.5000	9.0000	4.50

Partida: 1.1.7.1 DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO Rendimiento:300 ens/Día

Costo unitario por ens **250.00**

Ind	Cod. Elast	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
SUB-CONTRATOS							**250.00**
47		DISEÑO DE MEZCLAS	gbl	-	1.0000	250.0000	250.00

Partida: 1.1.7.2 CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETO CADA 10M3 Rendimiento:300 ens/Día

Costo unitario por ens **35.00**

Ind	Cod. Elast	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
SUB-CONTRATOS							**35.00**
47		SERVICIO DE ROTURA DE BRIQUETAS (INCLUYE TRASLADO A LABORATORIO)	und	-	1.0000	35.0000	35.00

Partida: 1.2.1.1 EXCAVACION CIMIENTO DE PRESA MATERIAL SUELTO A MANO — Rendimiento:40 m³/Día

Costo unitario por m³ **39.71**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**37.82**
47		OPERARIO	hh	1.0000	0.2000	14.5200	2.90
47		PEON	hh	15.0000	3.0000	11.6400	34.92
EQUIPO							**1.89**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	37.8200	1.89

Partida: 1.2.1.2 EXCAVACION CIMENTACION DE MATERIAL SUELTO CON EQUIPO — Rendimiento:350 m³/Día

Costo unitario por m³ **9.27**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**1.03**
47		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.0229	14.5200	0.33
47		OPERARIO	hh	0.5000	0.0114	14.5200	0.17
47		PEON	hh	2.0000	0.0457	11.6400	0.53
MATERIALES							**1.32**
53		PETROLEO DIESEL B5 S50	gln	-	0.0800	16.5000	1.32
EQUIPO							**6.92**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	1.0300	0.05
49		EXCAVADORA SOBRE ORUGAS DE 140-180 HP	hm	1.0000	0.0229	300.0000	6.87

Partida: 1.2.1.3 EXCAVACION CIMENTACION EN ROCA SUELTA A MANO — Rendimiento:80 m³/Día

Costo unitario por m³ **28.70**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**22.69**
47		OPERARIO	hh	1.0000	0.1000	14.5200	1.45
47		OFICIAL	hh	3.0000	0.3000	12.6100	3.78
47		PEON	hh	15.0000	1.5000	11.6400	17.46
MATERIALES							**1.88**
49		GUIA O MECHA	m	-	0.5000	1.0000	0.50
55		FULMINANTE	und	-	0.5000	1.0000	0.50
55		DINAMITA AL 65%	kg	-	0.1000	7.5600	0.76
37		BARRENOS HEXAGONAL 7/8" X 3´	und	-	0.0040	30.0000	0.12
EQUIPO							**4.13**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	22.6900	1.13
48		COMPRESORA NEUMATICA DE 250 - 330 PCM-87HP	hm	0.3000	0.0300	100.0000	3.00

Partida: 1.2.1.4 EXCAVACION CIMENTACION EN ROCA SUELTA CON EQUIPO — Rendimiento:220 m³/Día

Costo unitario por m³ **16.29**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**2.75**
47		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.0364	14.5200	0.53
47		OPERARIO	hh	1.0000	0.0364	14.5200	0.53
47		PEON	hh	4.0000	0.1455	11.6400	1.69
MATERIALES							**2.48**
53		PETROLEO DIESEL B5 S50	gln	-	0.1500	16.5000	2.48
EQUIPO							**11.06**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	2.7500	0.14
49		EXCAVADORA SOBRE ORUGAS DE 140-180 HP	hm	1.0000	0.0364	300.0000	10.92

Partida: 1.2.1.5 ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO (HASTA 500M) — Rendimiento:400 m³/Día

Costo unitario por m³ **17.82**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**1.28**
47		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	2.0000	0.0400	14.5200	0.58
47		PEON	hh	3.0000	0.0600	11.6400	0.70
MATERIALES							**2.48**
53		PETROLEO DIESEL B5 S50	gln	-	0.1500	16.5000	2.48
EQUIPO							**14.06**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	1.2800	0.06
48		VOLQUETE 6x4 370 HP 15 m3	hm	2.0000	0.0400	200.0000	8.00
49		EXCAVADORA SOBRE ORUGAS DE 140-180 HP	hm	1.0000	0.0200	300.0000	6.00

Partida: 1.2.2.1 EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL EN CANTERA — Rendimiento:200 m³/Día

Costo unitario por m³ **15.65**

Ind	Cod. Fleet	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**1.11**
47		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.0400	14.5200	0.58
47		OPERARIO	hh	0.1000	0.0040	14.5200	0.06
47		PEON	hh	1.0000	0.0400	11.6400	0.47
MATERIALES							**2.48**
53		PETROLEO DIESEL B5 S50	gln	-	0.1500	16.5000	2.48
EQUIPO							**12.06**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	1.1100	0.06
49		EXCAVADORA SOBRE ORUGAS DE 140-180 HP	hm	1.0000	0.0400	300.0000	12.00

Partida: 1.2.2.2 ZARANDEO, APILADO Y ELIMINACION DE EXCEDENTES EN CANTERA — Rendimiento:450 m³/Día

Costo unitario por m³ **8.42**

Ind	Cod. Fleet	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
SUB-PARTIDAS							**8.42**
CU		ZARANDEO	m³	-	1.0000	2.6300	2.63
CU		EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL GRANULAR	m³	-	1.0000	3.8900	3.89
CU		ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO	m³	-	0.5000	3.8000	1.90

Partida: 1.2.2.3 CARGUIO DE MATERIAL DE PRESTAMO CON CARGADOR FRONTAL — Rendimiento:650 m³/Día

Costo unitario por m³ **8.11**

Ind	Cod. Fleet	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**0.37**
47		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.0123	14.5200	0.18
47		OPERARIO	hh	1.0000	0.0123	14.5200	0.18
47		PEON	hh	0.1000	0.0012	11.6400	0.01
MATERIALES							**0.83**
53		PETROLEO DIESEL B5 S50	gln	-	0.0500	16.5000	0.83
EQUIPO							**6.91**
49		CARGADOR S/LLANTA 160-210 HP	hm	2.0000	0.0246	280.0000	6.89
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	0.3700	0.02

Partida: 1.2.2.4 MEZCLADO DE MATERIAL DE DIFERENTES CANTERAS — Rendimiento:650 m³/Día

Costo unitario por m³ **8.12**

Ind	Cod. Fleet	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**0.38**
47		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.0123	14.5200	0.18
47		OPERARIO	hh	1.0000	0.0123	14.5200	0.18
47		OFICIAL	hh	0.1000	0.0012	12.6100	0.02
MATERIALES							**0.83**
53		PETROLEO DIESEL B5 S50	gln	-	0.0500	16.5000	0.83
EQUIPO							**6.91**
49		CARGADOR S/LLANTA 160-210 HP	hm	2.0000	0.0246	280.0000	6.89
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	0.3800	0.02

Partida: 1.2.2.5 TRANSPORTE DE MATERIAL CON VOLQUETE DE 15 M3-CARGUIO CON EQUIPO — Rendimiento:450 m³/Día

Costo unitario por m³ **15.67**

Ind	Cod. Fleet	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**1.04**
47		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	2.0000	0.0356	14.5200	0.52
47		OFICIAL	hh	0.5000	0.0089	12.6100	0.11
47		PEON	hh	2.0000	0.0356	11.6400	0.41
MATERIALES							**2.48**
53		PETROLEO DIESEL B5 S50	gln	-	0.1500	16.5000	2.48
EQUIPO							**12.15**
48		VOLQUETE 6x4 370 HP 15 m3	hm	2.0000	0.0356	200.0000	7.12
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	1.0400	0.05
49		CARGADOR S/LLANTA 160-210 HP	hm	1.0000	0.0178	280.0000	4.98

Partida: 1.2.2.6 CONFORMACION Y COMPACTACION DE TERRAPLENES — Rendimiento:300 m³/Día

Costo unitario por m³ **22.64**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**4.93**
47		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	2.0000	0.0533	14.5200	0.77
47		OPERARIO	hh	1.0000	0.0267	14.5200	0.39
47		OFICIAL	hh	2.0000	0.0533	12.6100	0.67
47		PEON	hh	10.0000	0.2667	11.6400	3.10
MATERIALES							**3.30**
53		PETROLEO DIESEL B5 S50	gln	-	0.2000	16.5000	3.30
EQUIPO							**14.41**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	4.9300	0.25
01		RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9T	hm	1.0000	0.0267	250.0000	6.68
49		CARGADOR S/LLANTA 160-210 HP	hm	1.0000	0.0267	280.0000	7.48

Partida: 1.2.3.1 EXCAVACION MATERIAL SUELTO A MANO — Rendimiento:50 m³/Día

Costo unitario por m³ **41.55**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**39.57**
47		OPERARIO	hh	1.0000	0.1600	14.5200	2.32
47		PEON	hh	20.0000	3.2000	11.6400	37.25
EQUIPO							**1.98**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	39.5700	1.98

Partida: 1.2.3.2 MATERIAL DE FILTRO PREPARADO 80%-20% — Rendimiento:75 m³/Día

Costo unitario por m³ **8.35**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
SUB-PARTIDAS							**8.35**
CU		ZARANDEO	m³	-	1.0000	8.3500	8.35

Partida: 1.2.3.3 CARGUIO DE MATERIAL DE PRESTAMO CON CARGADOR FRONTAL — Rendimiento:650 m³/Día

Costo unitario por m³ **7.93**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**0.20**
47		OFICIAL	hh	0.1000	0.0012	12.6100	0.02
47		OPERARIO	hh	1.0000	0.0123	14.5200	0.18
MATERIALES							**0.83**
53		PETROLEO DIESEL B5 S50	gln	-	0.0500	16.5000	0.83
EQUIPO							**6.90**
49		CARGADOR S/LLANTA 160-210 HP	hm	2.0000	0.0246	280.0000	6.89
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	0.2000	0.01

Partida: 1.2.3.4 TRANSPORTE DE MATERIAL CON VOLQUETE DE 15 M3-CARGUIO CON EQUIPO — Rendimiento:450 m³/Día

Costo unitario por m³ **15.13**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**0.52**
47		OFICIAL	hh	0.5000	0.0089	12.6100	0.11
47		PEON	hh	2.0000	0.0356	11.6400	0.41
MATERIALES							**2.48**
53		PETROLEO DIESEL B5 S50	gln	-	0.1500	16.5000	2.48
EQUIPO							**12.13**
48		VOLQUETE 6x4 370 HP 15 m3	hm	2.0000	0.0356	200.0000	7.12
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	0.5200	0.03
49		CARGADOR S/LLANTA 160-210 HP	hm	1.0000	0.0178	280.0000	4.98

Partida: 1.2.3.5 CONFORMACION Y COMPACTADO DE FILTROS

Rendimiento:55 m³/Día

Costo unitario por m³ **7.01**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**5.22**
47		OFICIAL	hh	1.0000	0.1455	12.6100	1.83
47		PEON	hh	2.0000	0.2909	11.6400	3.39
MATERIALES							**0.51**
43		GASOHOL 90 PLUS	gln	-	0.0300	16.9900	0.51
EQUIPO							**1.28**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	5.2200	0.26
01		COMPACTADORA TIPO PLANCHA 7HP	hm	1.0000	0.1455	7.0000	1.02

Partida: 1.2.3.6 COMPACTACION MANUAL DE FILTRO EN CAPAS DE 10 CM

Rendimiento:55 m³/Día

Costo unitario por m³ **6.84**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**5.22**
47		OFICIAL	hh	1.0000	0.1455	12.6100	1.83
47		PEON	hh	2.0000	0.2909	11.6400	3.39
MATERIALES							**0.34**
43		GASOHOL 90 PLUS	gln	-	0.0200	16.9900	0.34
EQUIPO							**1.28**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	5.2200	0.26
01		COMPACTADORA TIPO PLANCHA 7HP	hm	1.0000	0.1455	7.0000	1.02

Partida: 1.2.3.7 TUBERÍA PERFORADA CORRUGADA PARA DRENAJE 4"

Rendimiento:60 m/Día

Costo unitario por m **26.17**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**3.49**
47		OPERARIO	hh	1.0000	0.1333	14.5200	1.94
47		PEON	hh	1.0000	0.1333	11.6400	1.55
MATERIALES							**22.51**
15		PEGAMENTO PVC	gal	-	0.0500	101.5900	5.08
66		TUBERIA PVC PERFORADA CORRUGADA DE DRENAJE 4"	m	-	1.0500	16.6000	17.43
EQUIPO							**0.17**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	3.4900	0.17

Partida: 1.2.3.8 TUBERIA PARA DESAGUE DE DRENAJE PVC SAP 4"

Rendimiento:60 m/Día

Costo unitario por m **23.54**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**3.49**
47		OPERARIO	hh	1.0000	0.1333	14.5200	1.94
47		PEON	hh	1.0000	0.1333	11.6400	1.55
MATERIALES							**19.88**
15		PEGAMENTO PVC	gal	-	0.0200	101.5900	2.03
72		TUBERIA PVC SAP 4" CLASE 5	m	-	1.0500	17.0000	17.85
EQUIPO							**0.17**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	3.4900	0.17

Partida: 1.2.3.9 RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO EN ZANJAS

Rendimiento:45 m³/Día

Costo unitario por m³ **13.58**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**12.93**
47		OPERARIO	hh	1.0000	0.1778	14.5200	2.58
47		PEON	hh	5.0000	0.8889	11.6400	10.35
EQUIPO							**0.65**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	12.9300	0.65

Partida: 1.2.3.10 ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO (HASTA 500M) Rendimiento:400 m³/Día

Costo unitario por m³ **16.15**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**1.18**
47		OPERARIO	hh	2.0000	0.0400	14.5200	0.58
47		OFICIAL	hh	0.5000	0.0100	12.6100	0.13
47		PEON	hh	2.0000	0.0400	11.6400	0.47
MATERIALES							**0.91**
53		PETROLEO DIESEL B5 S50	gln	-	0.0550	16.5000	0.91
EQUIPO							**14.06**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	1.1800	0.06
48		VOLQUETE 6x4 370 HP 15 m3	hm	2.0000	0.0400	200.0000	8.00
49		EXCAVADORA SOBRE ORUGAS DE 140-180 HP	hm	1.0000	0.0200	300.0000	6.00

Partida: 1.2.3.11 PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=175 KG/CM2 Rendimiento:8 m²/Día

Costo unitario por m² **516.37**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**143.53**
47		OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	14.5200	14.52
47		OFICIAL	hh	1.0000	1.0000	12.6100	12.61
47		PEON	hh	10.0000	10.0000	11.6400	116.40
MATERIALES							**350.66**
05		PIEDRA CHANCADA 1/2"	m³	-	0.7920	90.0000	71.28
04		ARENA GRUESA	m³	-	0.6380	92.0000	58.70
21		CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 Kg)	bol	-	8.0000	27.5000	220.00
43		GASOHOL 90 PLUS	gln	-	0.0400	16.9900	0.68
EQUIPO							**22.18**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	143.5300	7.18
48		VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	1.0000	6.0000	6.00
48		MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11 P3	hm	1.0000	1.0000	9.0000	9.00

Partida: 1.2.3.12 SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 200 GR/M2 Rendimiento:200 m²/Día

Costo unitario por m² **10.48**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**2.48**
47		OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	14.5200	0.58
47		OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	12.6100	0.50
47		PEON	hh	3.0000	0.1200	11.6400	1.40
MATERIALES							**7.88**
49		GEOTEXTIL NO TEJIDO 200 GR/CM2	m²	-	1.0500	7.5000	7.88
EQUIPO							**0.12**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	2.4800	0.12

Partida: 1.2.3.13 SUMINISTRO Y COLOCACION ACCESORIOS DE DRENAJE Rendimiento:4 glb/Día

Costo unitario por glb **185.70**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**52.32**
47		OPERARIO	hh	1.0000	2.0000	14.5200	29.04
47		PEON	hh	1.0000	2.0000	11.6400	23.28
MATERIALES							**130.76**
15		PEGAMENTO PVC	gal	-	0.1000	101.5900	10.16
72		CODO PVC SAP 4" X 45°	und	-	4.0000	17.5000	70.00
72		TEE PVC SAP 4"	und	-	2.0000	25.3000	50.60
EQUIPO							**2.62**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	52.3200	2.62

Partida: 1.2.4.1 PERFILADO MANUAL EN TALUD DE PRESA Rendimiento:180 m²/Día

Costo unitario por m² **6.10**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**5.81**
47		OPERARIO	hh	1.0000	0.0444	14.5200	0.64
47		PEON	hh	10.0000	0.4444	11.6400	5.17
EQUIPO							**0.29**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	5.8100	0.29

Partida: 1.2.4.2 SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 200 GR/M2 Rendimiento:400 m²/Día

Costo unitario por m² **9.12**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**1.24**
47		OPERARIO	hh	1.0000	0.0200	14.5200	0.29
47		OFICIAL	hh	1.0000	0.0200	12.6100	0.25
47		PEON	hh	3.0000	0.0600	11.6400	0.70
MATERIALES							**7.88**
49		GEOTEXTIL NO TEJIDO 200 GR/CM2	m²	-	1.0500	7.5000	7.88

Partida: 1.2.4.3 IMPERMEABILIZACION CON GEOMEMBRANA HDPE, E=2 MM. Rendimiento:250 m²/Día

Costo unitario por m² **22.26**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**1.20**
47		OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	14.5200	0.46
47		PEON	hh	2.0000	0.0640	11.6400	0.74
MATERIALES							**21.00**
49		GEOMEMBRANA DE PVC E=2 MM	m²	-	1.0500	20.0000	21.00
EQUIPO							**0.06**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	1.2000	0.06

Partida: 1.2.4.4 EXPLOTACION DE ROCA PARA ESPALDON Y CORONA Rendimiento:40 m³/Día

Costo unitario por m³ **66.35**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**40.92**
47		OPERARIO	hh	2.0000	0.4000	14.5200	5.81
47		OFICIAL	hh	1.0000	0.2000	12.6100	2.52
47		PEON	hh	14.0000	2.8000	11.6400	32.59
MATERIALES							**3.38**
49		GUIA O MECHA	m	-	0.7500	1.0000	0.75
55		FULMINANTE	und	-	1.0000	1.0000	1.00
55		DINAMITA AL 65%	kg	-	0.2000	7.5600	1.51
37		BARRENOS HEXAGONAL 7/8" X 3´	und	-	0.0040	30.0000	0.12
EQUIPO							**22.05**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	40.9200	2.05
49		COMPRESORA NEUMATICA 93 HP 335-375 PCM	hm	1.0000	0.2000	100.0000	20.00

Partida: 1.2.4.5 TRANSPORTE DE ROCA DE CANTERAS A LA PRESA Rendimiento:70 m³/Día

Costo unitario por m³ **24.20**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**23.05**
47		OPERARIO	hh	1.0000	0.1143	14.5200	1.66
47		OFICIAL	hh	1.0000	0.1143	12.6100	1.44
47		PEON	hh	15.0000	1.7143	11.6400	19.95
EQUIPO							**1.15**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	23.0500	1.15

Partida: 1.2.4.6 ENROCADO CON PIEDRA PESADA Rendimiento:120 m³/Día

Costo unitario por m³ **14.32**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**13.64**
47		OPERARIO	hh	2.0000	0.1333	14.5200	1.94
47		OFICIAL	hh	1.0000	0.0667	12.6100	0.84
47		PEON	hh	14.0000	0.9333	11.6400	10.86
EQUIPO							**0.68**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	13.6400	0.68

Partida: 1.2.5.1 CONTROL DE COMPACTACION EN CAMPO POR CAPA Rendimiento:1 und/Día

Costo unitario por und **82.60**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES							**82.60**
62		ENSAYO DE COMPACTACION EN CAMPO	und	-	1.0000	82.6000	82.60

Partida: 1.2.5.2 CONTROL DE COMPACTACION CADA 2500 M3 Rendimiento:1 und/Día

Costo unitario por und **245.00**

Ind	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES							**245.00**
49		ENSAYO DE LIMITES DE ATEMBERG	und	-	1.0000	35.0000	35.00
49		ENSAYO PROCTOR	und	-	1.0000	150.0000	150.00
49		ENSAYO DE GRANULOMETRIA	und	-	1.0000	60.0000	60.00

Partida: 1.2.5.3 CONTROL DE MATERIAL DE CANTERA CADA 5000 M3 Rendimiento:1 und/Día

Costo unitario por und **245.00**

Ind	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES							**245.00**
49		ENSAYO DE LIMITES DE ATEMBERG	und	-	1.0000	35.0000	35.00
49		ENSAYO PROCTOR	und	-	1.0000	150.0000	150.00
49		ENSAYO DE GRANULOMETRIA	und	-	1.0000	60.0000	60.00

Partida: 1.2.6.1.1 EXCAVACION DE MATERIAL SUELTOM A MANO Rendimiento:80 m³/Día

Costo unitario por m³ **38.19**

Ind	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**36.37**
47		OPERARIO	hh	1.0000	0.1000	14.5200	1.45
47		PEON	hh	30.0000	3.0000	11.6400	34.92
EQUIPO							**1.82**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	36.3700	1.82

Partida: 1.2.6.1.2 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE Rendimiento:25 m²/Día

Costo unitario por m² **48.59**

Ind	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**24.81**
47		OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	14.5200	9.29
47		OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	12.6100	8.07
47		PEON	hh	2.0000	0.6400	11.6400	7.45
MATERIALES							**22.54**
02		ALAMBRE NEGRO N° 8	kg	-	0.3000	6.0000	1.80
04		CLAVO PARA MADERA C/C 3"	kg	-	0.2000	5.0000	1.00
43		LISTONES DE 2"X3"X10´	pza	-	0.3000	25.0000	7.50
43		MADERA PARA ENCOFRADO	p²	-	3.6000	3.4000	12.24
EQUIPO							**1.24**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	24.8100	1.24

Partida: 1.2.6.1.3 ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 Rendimiento:180 kg/Día

Costo unitario por kg **5.40**

Ind	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**1.20**
47		OPERARIO	hh	1.0000	0.0444	14.5200	0.64
47		OFICIAL	hh	1.0000	0.0444	12.6100	0.56
MATERIALES							**4.14**
49		ALAMBRE NEGRO N°16	kg	-	0.0600	6.0000	0.36
04		ACERO DE REFUERZO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	-	1.0500	3.6000	3.78
EQUIPO							**0.06**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	1.2000	0.06

Partida: 1.2.6.1.4 PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=210KG/CM2 Rendimiento:8 m²/Día

Costo unitario por m² **603.86**

Ind	Cod. Elast	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**156.14**
47		OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	14.5200	14.52
47		OFICIAL	hh	2.0000	2.0000	12.6100	25.22
47		PEON	hh	10.0000	10.0000	11.6400	116.40
MATERIALES							**424.91**
05		PIEDRA CHANCADA 1/2"	m³	-	0.7920	90.0000	71.28
04		ARENA GRUESA	m³	-	0.6380	92.0000	58.70
21		CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 Kg)	bol	-	10.7000	27.5000	294.25
43		GASOHOL 90 PLUS	gln	-	0.0400	16.9900	0.68
EQUIPO							**22.81**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	156.1400	7.81
48		VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	1.0000	6.0000	6.00
48		MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11 P3	hm	1.0000	1.0000	9.0000	9.00

Partida: 1.2.6.1.5 REJILLA DE INGRESO SEGUN DISEÑO Rendimiento:1 und/Día

Costo unitario por und **369.74**

Ind	Cod. Elast	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**209.28**
47		OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	14.5200	116.16
47		PEON	hh	1.0000	8.0000	11.6400	93.12
MATERIALES							**150.00**
49		REJILLA DE INGRESO SEGUN DISEÑO	und	-	1.0000	150.0000	150.00
EQUIPO							**10.46**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	209.2800	10.46

Partida: 1.2.6.2.1 EXCAVACION DE MATERIAL SUELTOM A MANO Rendimiento:80 m³/Día

Costo unitario por m³ **38.19**

Ind	Cod. Elast	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**36.37**
47		OPERARIO	hh	1.0000	0.1000	14.5200	1.45
47		PEON	hh	30.0000	3.0000	11.6400	34.92
EQUIPO							**1.82**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	36.3700	1.82

Partida: 1.2.6.2.2 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE Rendimiento:25 m²/Día

Costo unitario por m² **48.59**

Ind	Cod. Elast	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**24.81**
47		OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	14.5200	9.29
47		OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	12.6100	8.07
47		PEON	hh	2.0000	0.6400	11.6400	7.45
MATERIALES							**22.54**
02		ALAMBRE NEGRO N° 8	kg	-	0.3000	6.0000	1.80
04		CLAVO PARA MADERA C/C 3"	kg	-	0.2000	5.0000	1.00
43		LISTONES DE 2"X3"X10´	pza	-	0.3000	25.0000	7.50
43		MADERA PARA ENCOFRADO	p²	-	3.6000	3.4000	12.24
EQUIPO							**1.24**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	24.8100	1.24

Partida: 1.2.6.2.3 ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 Rendimiento:180 kg/Día

Costo unitario por kg **5.40**

Ind	Cod. Elast	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**1.20**
47		OPERARIO	hh	1.0000	0.0444	14.5200	0.64
47		OFICIAL	hh	1.0000	0.0444	12.6100	0.56
MATERIALES							**4.14**
49		ALAMBRE NEGRO N°16	kg	-	0.0600	6.0000	0.36
04		ACERO DE REFUERZO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	-	1.0500	3.6000	3.78
EQUIPO							**0.06**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	1.2000	0.06

Partida: 1.2.6.2.4 PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=175KG/CM2 Rendimiento:8 m³/Día

Costo unitario por m³ **603.86**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**156.14**
47		OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	14.5200	14.52
47		OFICIAL	hh	2.0000	2.0000	12.6100	25.22
47		PEON	hh	10.0000	10.0000	11.6400	116.40
MATERIALES							**424.91**
05		PIEDRA CHANCADA 1/2"	m³	-	0.7920	90.0000	71.28
04		ARENA GRUESA	m³	-	0.6380	92.0000	58.70
21		CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 Kg)	bol	-	10.7000	27.5000	294.25
43		GASOHOL 90 PLUS	gln	-	0.0400	16.9900	0.68
EQUIPO							**22.81**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	156.1400	7.81
48		VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	1.0000	6.0000	6.00
48		MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11 P3	hm	1.0000	1.0000	9.0000	9.00

Partida: 1.2.6.2.5 TUBERIA DE DESCARGA PVC 160 mm ISO 4422 CLASE 5 Rendimiento:100 m/Día

Costo unitario por m **46.29**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**2.87**
47		OFICIAL	hh	1.0000	0.0800	12.6100	1.01
47		PEON	hh	2.0000	0.1600	11.6400	1.86
MATERIALES							**43.28**
49		ANILLO DE JEBE	und	-	0.1667	4.5000	0.75
72		TUBERIA DE DESCARGA PVC 160 mm ISO 4422 CLASE 5	m	-	1.0700	35.0000	37.45
15		PEGAMENTO PVC	gal	-	0.0500	101.5900	5.08
EQUIPO							**0.14**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	2.8700	0.14

Partida: 1.2.6.3.1 EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO A MANO Rendimiento:80 m³/Día

Costo unitario por m³ **38.19**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**36.37**
47		OPERARIO	hh	1.0000	0.1000	14.5200	1.45
47		PEON	hh	30.0000	3.0000	11.6400	34.92
EQUIPO							**1.82**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	36.3700	1.82

Partida: 1.2.6.3.2 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE Rendimiento:25 m²/Día

Costo unitario por m² **48.59**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**24.81**
47		OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	14.5200	9.29
47		OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	12.6100	8.07
47		PEON	hh	2.0000	0.6400	11.6400	7.45
MATERIALES							**22.54**
02		ALAMBRE NEGRO N° 8	kg	-	0.3000	6.0000	1.80
04		CLAVO PARA MADERA C/C 3"	kg	-	0.2000	5.0000	1.00
43		LISTONES DE 2"X3"X10´	pza	-	0.3000	25.0000	7.50
43		MADERA PARA ENCOFRADO	p²	-	3.6000	3.4000	12.24
EQUIPO							**1.24**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	24.8100	1.24

Partida: 1.2.6.3.3 ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 Rendimiento:180 kg/Día

Costo unitario por kg **5.40**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**1.20**
47		OPERARIO	hh	1.0000	0.0444	14.5200	0.64
47		OFICIAL	hh	1.0000	0.0444	12.6100	0.56
MATERIALES							**4.14**
49		ALAMBRE NEGRO N°16	kg	-	0.0600	6.0000	0.36
04		ACERO DE REFUERZO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	-	1.0500	3.6000	3.78
EQUIPO							**0.06**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	1.2000	0.06

Partida: 1.2.6.3.4 PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=210KG/CM2 Rendimiento:8 m³/Día

Costo unitario por m³ **603.86**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**156.14**
47		OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	14.5200	14.52
47		OFICIAL	hh	2.0000	2.0000	12.6100	25.22
47		PEON	hh	10.0000	10.0000	11.6400	116.40
MATERIALES							**424.91**
05		PIEDRA CHANCADA 1/2"	m³	-	0.7920	90.0000	71.28
04		ARENA GRUESA	m³	-	0.6380	92.0000	58.70
21		CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 Kg)	bol	-	10.7000	27.5000	294.25
43		GASOHOL 90 PLUS	gln	-	0.0400	16.9900	0.68
EQUIPO							**22.81**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	156.1400	7.81
48		VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	1.0000	6.0000	6.00
48		MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11 P3	hm	1.0000	1.0000	9.0000	9.00

Partida: 1.2.6.3.5 VALVULA COMPUERTA DE 160 MM pn 10 Rendimiento:1 und/Día

Costo unitario por und **1,616.16**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**116.16**
47		OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	14.5200	116.16
MATERIALES							**1,500.00**
77		VALVULA COMPUERTA D=160 mm.	und	-	1.0000	1,500.000	1,500.00

Partida: 1.2.6.3.6 SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLANCHA METALICA PARA PANTALLA DISIPADORA Rendimiento:4 und/Día

Costo unitario por und **266.07**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**52.32**
47		OPERARIO	hh	1.0000	2.0000	14.5200	29.04
47		PEON	hh	1.0000	2.0000	11.6400	23.28
MATERIALES							**213.75**
21		CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 Kg)	bol	-	0.5000	27.5000	13.75
61		PLANCHA ACERO E= 1/4" X0.90 X0.40 M.	und	-	1.0000	200.0000	200.00

Partida: 1.2.6.3.7 TAPA METALICA 0.80 X 0.80 Rendimiento:4 und/Día

Costo unitario por und **229.04**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**29.04**
47		OPERARIO	hh	1.0000	2.0000	14.5200	29.04
MATERIALES							**200.00**
49		TAPA METALICA 0.80 X 0.80	und	-	1.0000	200.0000	200.00

Partida: 1.3.1.1 EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO A MANO Rendimiento:25 m³/Día

Costo unitario por m³ **43.35**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**41.29**
47		OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	12.6100	4.04
47		PEON	hh	10.0000	3.2000	11.6400	37.25
EQUIPO							**2.06**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	41.2900	2.06

Partida: 1.3.1.2 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE

Rendimiento:25 m²/Día

Costo unitario por m² **90.02**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**32.26**
47		OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	14.5200	9.29
47		OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	12.6100	8.07
47		PEON	hh	4.0000	1.2800	11.6400	14.90
MATERIALES							**51.67**
02		ALAMBRE NEGRO N° 8	kg	-	0.3000	6.0000	1.80
04		CLAVO PARA MADERA C/C 3"	kg	-	0.2000	5.0000	1.00
43		LISTONES DE 2"X3"X10´	pza	-	0.3000	25.0000	7.50
43		TRIPLAY (TABLERO CONTRACHAPADO) DE FENÓLICO 18MMX1.22MX2.44M	und	-	0.3400	120.0000	40.80
02		LACA DESMOLDANTE	gln	-	0.0005	106.0900	0.05
54		THINER	gln	-	0.0005	15.0000	0.01
43		GASOHOL 90 PLUS	gln	-	0.0300	16.9900	0.51
EQUIPO							**6.09**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	32.2600	1.61
49		GENERADOR ELECTRICO	hm	1.0000	0.3200	9.0000	2.88
49		SIERRA CIRCULAR	hm	1.0000	0.3200	2.5000	0.80
37		TALADRO ELECTRICO	hm	1.0000	0.3200	2.5000	0.80

Partida: 1.3.1.3 PREPARACION Y VACEADO CºSº F`c=140 KG/CM2.+30%

Rendimiento:4 m³/Día

Costo unitario por m³ **436.19**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**122.16**
47		OPERARIO	hh	1.0000	2.0000	14.5200	29.04
47		PEON	hh	4.0000	8.0000	11.6400	93.12
MATERIALES							**289.92**
07		PIEDRA MEDIANA DE 4"	m³	-	0.3800	48.0000	18.24
21		CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 Kg)	bol	-	6.2000	27.5000	170.50
05		PIEDRA CHANCADA 1/2"	m³	-	0.6400	90.0000	57.60
04		ARENA GRUESA	m³	-	0.4700	92.0000	43.24
43		GASOHOL 90 PLUS	gln	-	0.0200	16.9900	0.34
EQUIPO							**24.11**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	122.1600	6.11
48		MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11 P3	hm	1.0000	2.0000	9.0000	18.00

Partida: 1.3.2.1 EXCAVACION DE MATERIAL SUELTOM A MANO

Rendimiento:80 m³/Día

Costo unitario por m³ **38.19**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**36.37**
47		OPERARIO	hh	1.0000	0.1000	14.5200	1.45
47		PEON	hh	30.0000	3.0000	11.6400	34.92
EQUIPO							**1.82**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	36.3700	1.82

Partida: 1.3.2.2 ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2

Rendimiento:180 kg/Día

Costo unitario por kg **5.40**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**1.20**
47		OPERARIO	hh	1.0000	0.0444	14.5200	0.64
47		OFICIAL	hh	1.0000	0.0444	12.6100	0.56
MATERIALES							**4.14**
49		ALAMBRE NEGRO N°16	kg	-	0.0600	6.0000	0.36
04		ACERO DE REFUERZO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	-	1.0500	3.6000	3.78
EQUIPO							**0.06**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	1.2000	0.06

Partida: 1.3.2.3 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE

Rendimiento:25 m²/Día

Costo unitario por m² **48.59**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**24.81**
47		OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	14.5200	9.29
47		OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	12.6100	8.07
47		PEON	hh	2.0000	0.6400	11.6400	7.45
MATERIALES							**22.54**
02		ALAMBRE NEGRO N° 8	kg	-	0.3000	6.0000	1.80
04		CLAVO PARA MADERA C/C 3"	kg	-	0.2000	5.0000	1.00
43		LISTONES DE 2"X3"X10´	pza	-	0.3000	25.0000	7.50
43		MADERA PARA ENCOFRADO	p²	-	3.6000	3.4000	12.24
EQUIPO							**1.24**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	24.8100	1.24

Partida: 1.3.2.4 PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=175 KG/CM2

Rendimiento:8 m³/Día

Costo unitario por m³ **516.37**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**143.53**
47		OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	14.5200	14.52
47		OFICIAL	hh	1.0000	1.0000	12.6100	12.61
47		PEON	hh	10.0000	10.0000	11.6400	116.40
MATERIALES							**350.66**
05		PIEDRA CHANCADA 1/2"	m³	-	0.7920	90.0000	71.28
04		ARENA GRUESA	m³	-	0.6380	92.0000	58.70
21		CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 Kg)	bol	-	8.0000	27.5000	220.00
43		GASOHOL 90 PLUS	gln	-	0.0400	16.9900	0.68
EQUIPO							**22.18**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	143.5300	7.18
48		VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	1.0000	6.0000	6.00
48		MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11 P3	hm	1.0000	1.0000	9.0000	9.00

Partida: 1.3.2.5 JUNTA CON WATER STOP E=6"

Rendimiento:50 m/Día

Costo unitario por m **18.39**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**3.88**
47		OFICIAL	hh	1.0000	0.1600	12.6100	2.02
47		PEON	hh	1.0000	0.1600	11.6400	1.86
MATERIALES							**14.32**
10		WATER STOP PVC DE 6"	m	-	1.0000	14.3200	14.32
EQUIPO							**0.19**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	3.8800	0.19

Partida: 1.3.3.1 EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO A MANO

Rendimiento:80 m³/Día

Costo unitario por m³ **38.19**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**36.37**
47		OPERARIO	hh	1.0000	0.1000	14.5200	1.45
47		PEON	hh	30.0000	3.0000	11.6400	34.92
EQUIPO							**1.82**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	36.3700	1.82

Partida: 1.3.3.2 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE

Rendimiento:25 m²/Día

Costo unitario por m² **48.59**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**24.81**
47		OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	14.5200	9.29
47		OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	12.6100	8.07
47		PEON	hh	2.0000	0.6400	11.6400	7.45
MATERIALES							**22.54**
02		ALAMBRE NEGRO N° 8	kg	-	0.3000	6.0000	1.80
04		CLAVO PARA MADERA C/C 3"	kg	-	0.2000	5.0000	1.00
43		LISTONES DE 2"X3"X10´	pza	-	0.3000	25.0000	7.50
43		MADERA PARA ENCOFRADO	p²	-	3.6000	3.4000	12.24
EQUIPO							**1.24**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	24.8100	1.24

Partida: 1.3.3.3 ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 Rendimiento:180 kg/Día

Costo unitario por kg **5.40**

Ind	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**1.20**
47		OPERARIO	hh	1.0000	0.0444	14.5200	0.64
47		OFICIAL	hh	1.0000	0.0444	12.6100	0.56
MATERIALES							**4.14**
49		ALAMBRE NEGRO N°16	kg	-	0.0600	6.0000	0.36
04		ACERO DE REFUERZO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	-	1.0500	3.6000	3.78
EQUIPO							**0.06**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	1.2000	0.06

Partida: 1.3.3.4 PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=175 KG/CM2 Rendimiento:8 m²/Día

Costo unitario por m² **516.37**

Ind	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**143.53**
47		OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	14.5200	14.52
47		OFICIAL	hh	1.0000	1.0000	12.6100	12.61
47		PEON	hh	10.0000	10.0000	11.6400	116.40
MATERIALES							**350.66**
05		PIEDRA CHANCADA 1/2"	m³	-	0.7920	90.0000	71.28
04		ARENA GRUESA	m³	-	0.6380	92.0000	58.70
21		CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 Kg)	bol	-	8.0000	27.5000	220.00
43		GASOHOL 90 PLUS	gln	-	0.0400	16.9900	0.68
EQUIPO							**22.18**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	143.5300	7.18
48		VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	1.0000	6.0000	6.00
48		MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11 P3	hm	1.0000	1.0000	9.0000	9.00

Partida: 1.4.1 FLETE TERRESTRE CUSCO - LAMAY Rendimiento:7000 kgr/Día

Costo unitario por kgr **0.15**

Ind	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
SUB-CONTRATOS							**0.15**
32		SERVICIO DE FLETE CUSCO- TOTORACOCHA	kg	-	1.0000	0.1500	0.15

Partida: 1.4.2 FLETE TERRESTRE LAMAY - MUCHILLAY Rendimiento:7000 kgr/Día

Costo unitario por kgr **0.25**

Ind	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
SUB-CONTRATOS							**0.25**
32		SERVICIO DE FLETE CUSCO- TOTORACOCHA	kg	-	1.0000	0.2500	0.25

Partida: 1.5.1.1 MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL Rendimiento:1 glb/Día

Costo unitario por glb **3,500.00**

Ind	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
SUB-CONTRATOS							**3,500.00**
49		MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL	und	-	1.0000	3,500.000	3,500.00

Partida: 1.5.2.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA — Rendimiento:8 glb/Día

Costo unitario por glb **25,870.00**

Ind	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES							**25,870.00**
28		LENTES DE PROTECCIÓN DE POLICARBONATO CON PROTECCIÓN ANTI UV	und	-	20.0000	35.0000	700.00
27		LENTES DE SEGURIDAD CON PROTECCIÓN ULTRAVIOLETA	und	-	80.0000	8.0000	640.00
27		PONCHO IMPERMEABLE	und	-	80.0000	14.0000	1,120.00
27		PROTECTOR AUDITIVO TIPO TAPÓN	und	-	100.0000	2.0000	200.00
27		PROTECTOR NASAL DE UN FILTRO	und	-	7.0000	200.0000	1,400.00
03		UNIFORME (CHAQUETA - PANTALON) DRIL UNISEX	und	-	80.0000	45.0000	3,600.00
37		ZAPATO DE CUERO CON PUNTA ACERO UNISEX	und	-	80.0000	45.0000	3,600.00
37		ZAPATO DE CUERO CON PUNTA ACERO TECNICO UNISEX	und	-	20.0000	400.0000	8,000.00
37		BOTA DE JEBE CAÑA ALTA UNISEX	und	-	80.0000	26.0000	2,080.00
37		BOTA DE JEBE CAÑA ALTA UNISEX	und	-	20.0000	100.0000	2,000.00
37		CASCO DE SEGURIDAD DE PLÁSTICO COLOR BLANCO	und	-	20.0000	25.0000	500.00
27		CHALECO DE DRIL UNISEX	und	-	20.0000	35.0000	700.00
37		CORTAVIENTO DE DRIL PARA USO DEBAJO DEL CASCO	und	-	80.0000	3.5000	280.00
37		GUANTE BADANA PARA CABALLERO CORTO	und	-	150.0000	7.0000	1,050.00

Partida: 1.5.3.1 SERVICIO DE PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO — Rendimiento: glb

Costo unitario por glb **10,500.00**

Ind	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
SUB-CONTRATOS							**10,500.00**
49		SERVICIO DE PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO	glb	-	1.0000	10,500.00	10,500.00

Partida: 1.6.1.1 SUMINISTRO E INSTALACION DE BMS DE CONTROL — Rendimiento:7 glb/Día

Costo unitario por glb **105.71**

Ind	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**27.71**
47		OFICIAL	hh	1.0000	1.1429	12.6100	14.41
47		PEON	hh	1.0000	1.1429	11.6400	13.30
MATERIALES							**78.00**
49		HITO DE CONCRETO	und	-	1.0000	78.0000	78.00

Partida: 1.6.2.1 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE — Rendimiento:25 m²/Día

Costo unitario por m² **90.90**

Ind	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**16.14**
47		OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	14.5200	4.65
47		OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	12.6100	4.04
47		PEON	hh	2.0000	0.6400	11.6400	7.45
MATERIALES							**69.47**
02		ALAMBRE NEGRO N° 8	kg	-	0.3000	6.0000	1.80
04		CLAVO PARA MADERA C/C 3"	kg	-	0.2000	5.0000	1.00
43		TRIPLAY (TABLERO CONTRACHAPADO) DE FENÓLICO 18MMX1.22MX2.44M	und	-	0.4500	120.0000	54.00
43		LISTONES DE 2"X3"X10´	pza	-	0.2500	25.0000	6.25
43		LISTONES DE 2"X2"X10	pza	-	0.2500	25.0000	6.25
43		GASOHOL 90 PLUS	gln	-	0.0100	16.9900	0.17
EQUIPO							**5.29**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	16.1400	0.81
49		GENERADOR ELECTRICO	hm	1.0000	0.3200	9.0000	2.88
49		SIERRA CIRCULAR	hm	1.0000	0.3200	2.5000	0.80
37		TALADRO ELECTRICO	hm	1.0000	0.3200	2.5000	0.80

Partida: 1.6.2.2 PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=140KG/CM2+50%PG

Rendimiento:8 m³/Día

Costo unitario por m³ **477.23**

Ind	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**156.14**
47		OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	14.5200	14.52
47		OFICIAL	hh	2.0000	2.0000	12.6100	25.22
47		PEON	hh	10.0000	10.0000	11.6400	116.40
MATERIALES							**298.28**
05		PIEDRA CHANCADA 1/2"	m³	-	0.7600	90.0000	68.40
04		ARENA GRUESA	m³	-	0.6380	92.0000	58.70
21		CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 Kg)	bol	-	6.2000	27.5000	170.50
43		GASOHOL 90 PLUS	gln	-	0.0400	16.9900	0.68
EQUIPO							**22.81**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	156.1400	7.81
48		VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	1.0000	6.0000	6.00
48		MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11 P3	hm	1.0000	1.0000	9.0000	9.00

Partida: 1.6.2.3 LIMNIMETRO METALICO GRADUADO PARA PRESA

Rendimiento:3 und/Día

Costo unitario por und **1,236.14**

Ind	Cod. Fleet	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**33.63**
47		OFICIAL	hh	1.0000	2.6667	12.6100	33.63
MATERIALES							**1,200.83**
21		CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 Kg)	bol	-	0.0300	27.5000	0.83
49		LIMNIMETRO METALICO 3/16" GRADUADO	und	-	1.0000	1,200.000	1,200.00
EQUIPO							**1.68**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	33.6300	1.68

Detalle de sub-partidas del presupuesto

CU0040012 ZARANDEO

Rendimiento:960 m³/Día

Costo unitario por m³ **2.63**

Ind	Cod. Fleet	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**0.39**
47		PEON	hh	4.0000	0.0333	11.6400	0.39
MATERIALES							**0.83**
53		PETROLEO DIESEL B5 S50	gln	-	0.0500	16.5000	0.83
EQUIPO							**1.41**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	0.3900	0.02
49		ZARANDA ESTACIONARIA	hm	1.0000	0.0083	25.0000	0.21
49		CARGADOR S/LLANTA 160-210 HP	hm	0.5000	0.0042	280.0000	1.18

CU0040011 EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL GRANULAR

Rendimiento:825 m³/Día

Costo unitario por m³ **3.89**

Ind	Cod. Fleet	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**0.23**
47		PEON	hh	2.0000	0.0194	11.6400	0.23
MATERIALES							**0.74**
53		PETROLEO DIESEL B5 S50	gln	-	0.0450	16.5000	0.74
EQUIPO							**2.92**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	0.2300	0.01
49		EXCAVADORA SOBRE ORUGAS DE 140-180 HP	hm	1.0000	0.0097	300.0000	2.91

CU0050065 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO

Rendimiento:1850 m³/Día

Costo unitario por m³ **3.80**

Ind	Cod. Fleet	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**0.05**
47		PEON	hh	1.0000	0.0043	11.6400	0.05
MATERIALES							**0.83**
53		PETROLEO DIESEL B5 S50	gln	-	0.0500	16.5000	0.83
EQUIPO							**2.92**
48		VOLQUETE 6x4 370 HP 15 m3	hm	2.0000	0.0086	200.0000	1.72
49		CARGADOR S/LLANTA 160-210 HP	hm	1.0000	0.0043	280.0000	1.20

CU0040012 ZARANDEO

Rendimiento:300 m³/Día

Costo unitario por m³ **8.35**

Ind	Cod. Fleet	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							**0.62**
47		PEON	hh	2.0000	0.0533	11.6400	0.62
MATERIALES							**2.81**
53		PETROLEO DIESEL B5 S50	gln	-	0.1700	16.5000	2.81
EQUIPO							**4.92**
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	0.6200	0.03
49		GENERADOR ELECTRICO	hm	1.0000	0.0267	9.0000	0.24
49		FAJA TRANSPORTADORA 18"x 40 pies ME HP 3HP 150 tn/hr	hm	1.0000	0.0267	9.6900	0.26
49		ZARANDA ESTACIONARIA	hm	1.0000	0.0267	25.0000	0.67
49		CARGADOR S/LLANTA 160-210 HP	hm	0.5000	0.0133	280.0000	3.72

PRESUPUESTO ANALÍTICO - GASTOS GENERALES

CÓDIGO	ESPECIFICA DE GASTOS	GASTOS GENERALES
2.6.2 3.2 4	REMUNERACIONES	91,999.97
2.6.2 3.2 5	BIENES	12,150.65
2.6.2 3.2 6	SERVICIOS	18,100.00
TOTAL GASTOS GENERALES (S/.)		**122,250.62**

DESAGREGADO GASTOS GENERALES

2.6.2 3.2 4	REMUNERACIONES	S/.	91,999.97

01. RETRIBUCIONES COMPLEMENTARIAS		**S/.**	**64,601.09**

01.01. JORNAL

CARGO	NUMERO DE PERSONAS	MESES	COSTO	SUB TOTAL
AREA DE PRODUCCION				
ING. RESIDENTE DE OBRA	1.00	4.00	3,829.84	15,319.35
ING. ASISTENTE DE OBRA	1.00	4.00	2,553.23	10,212.90
ING. DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE	1.00	4.00	2,553.23	10,212.90
AREA ADMINISTRATIVA				
ADMINISTRADOR DE OBRA	0.50	4.00	2,553.23	5,106.45
ALMACENERO	1.00	4.00	1,914.92	7,659.68
ASISTENCIA TECNICA				
MAESTRO DE OBRA	1.00	4.00	2,553.23	10,212.90
MONTO TOTAL JORNAL PERSONAL TECNICO - ADMINISTRATIVO (S/.)				**58,724.18**

01.02. BONIFICACIÓN FAMILIAR

CARGO	NUMERO DE PERSONAS	MESES	COSTO	SUB TOTAL
AREA DE PRODUCCION				
ING. RESIDENTE DE OBRA	1.00	4.00	59.19	236.75
ING. ASISTENTE DE OBRA	1.00	4.00	39.46	157.84
ING. DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE	1.00	4.00	39.46	157.84
AREA ADMINISTRATIVA				
ADMINISTRADOR DE OBRA	0.50	4.00	39.46	78.92
ALMACENERO	1.00	4.00	29.59	118.38
ASISTENCIA TECNICA				
MAESTRO DE OBRA	1.00	4.00	39.46	157.84
MONTO TOTAL BONIFICACION FAMILIAR PERSONAL TECNICO - ADMINISTRATIVO (S/.)				**907.56**

01.03. BENEFICIOS DEL EMPLEADO EVENTUAL (VACACIONES)

CARGO	NUMERO DE PERSONAS	MESES	COSTO	SUB TOTAL
AREA DE PRODUCCION				
ING. RESIDENTE DE OBRA	1.00	4.00	324.09	1,296.35
ING. ASISTENTE DE OBRA	1.00	4.00	216.06	864.23
ING. DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE	1.00	4.00	216.06	864.23
AREA ADMINISTRATIVA				
ADMINISTRADOR DE OBRA	0.50	4.00	216.06	432.12
ALMACENERO	1.00	4.00	162.04	648.18
ASISTENCIA TECNICA				
MAESTRO DE OBRA	1.00	4.00	216.06	864.23
MONTO TOTAL BENEFICIOS PERSONAL TECNICO - ADMINISTRATIVO (S/.)				**4,969.35**

02. OBLIGACIONES DEL EMPLEADOR		**S/.**	**6,279.22**

02.01. ESSALUD (9%)

CARGO	NUMERO DE PERSONAS	MESES	COSTO	SUB TOTAL
AREA DE PRODUCCION				
ING. RESIDENTE DE OBRA	1.00	4.00	350.01	1,400.05

PRESUPUESTO ANALÍTICO - GASTOS GENERALES

CÓDIGO	ESPECIFICA DE GASTOS	GASTOS GENERALES
2.6.2 3.2 4	REMUNERACIONES	91,999.97
2.6.2 3.2 5	BIENES	12,150.65
2.6.2 3.2 6	SERVICIOS	18,100.00
TOTAL GASTOS GENERALES (S/.)		**122,250.62**

DESAGREGADO GASTOS GENERALES

ING. ASISTENTE DE OBRA	1.00	4.00	233.34	933.37
ING. DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE	1.00	4.00	233.34	933.37
AREA ADMINISTRATIVA				
ADMINISTRADOR DE OBRA	0.50	4.00	233.34	466.68
ALMACENERO	1.00	4.00	175.01	700.02
ASISTENCIA TECNICA				
MAESTRO DE OBRA	1.00	4.00	233.34	933.37
MONTO TOTAL ESSALUD PERSONAL TECNICO - ADMINISTRATIVO (S/.)				**5,366.86**

02.02. SEGURO COMPLEMENTARIO DE TRABAJO DE RIESGO (1.53%)

CARGO	NUMERO DE PERSONAS	MESES	COSTO	SUB TOTAL
AREA DE PRODUCCION				
ING. RESIDENTE DE OBRA	1.00	4.00	59.50	238.01
ING. ASISTENTE DE OBRA	1.00	4.00	39.67	158.67
ING. DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE	1.00	4.00	39.67	158.67
AREA ADMINISTRATIVA				
ADMINISTRADOR DE OBRA	0.50	4.00	39.67	79.34
ALMACENERO	1.00	4.00	29.75	119.00
ASISTENCIA TECNICA				
MAESTRO DE OBRA	1.00	4.00	39.67	158.67
MONTO TOTAL SEGURO COMPLEMENTARIO DE TRABAJO DE RIESGO PERSONAL TECNICO - ADMINISTRATIVO (S/.)				**912.36**

03. GASTOS VARIABLES Y OCASIONALES	**S/.**	**6,211.63**

03.01. BENEFICIOS POR TIEMPO DE SERVICIO (CTS)

CARGO	NUMERO DE PERSONAS	MESES	COSTO	SUB TOTAL
AREA DE PRODUCCION				
ING. RESIDENTE DE OBRA	1.00	4.00	405.11	1,620.43
ING. ASISTENTE DE OBRA	1.00	4.00	270.07	1,080.28
ING. DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE	1.00	4.00	270.07	1,080.28
AREA ADMINISTRATIVA				
ADMINISTRADOR DE OBRA	0.50	4.00	270.07	540.14
ALMACENERO	1.00	4.00	202.55	810.21
ASISTENCIA TECNICA				
MAESTRO DE OBRA	1.00	4.00	270.07	1,080.28
MONTO TOTAL BENEFICIOS POR TIEMPO DE SERVICIO PERSONAL TECNICO - ADMINISTRATIVO (S/.)				**6,211.63**

4. ESCOLARIDAD, AGUINALDOS Y GRATIFICACIONES	**S/.**	**14,908.04**

04.01. AGUINALDO POR ESCOLARIDAD

CARGO	NUMERO DE PERSONAS	MESES	COSTO	SUB TOTAL
AREA DE PRODUCCION				
ING. RESIDENTE DE OBRA	1.00	4.00	324.09	1,296.35
ING. ASISTENTE DE OBRA	1.00	4.00	216.06	864.23
ING. DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE	1.00	4.00	216.06	864.23
AREA ADMINISTRATIVA				
ADMINISTRADOR DE OBRA	0.50	4.00	216.06	432.12
ALMACENERO	1.00	4.00	162.04	648.18
ASISTENCIA TECNICA				

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PRESUPUESTO ANALÍTICO - GASTOS GENERALES

CÓDIGO	ESPECIFICA DE GASTOS	GASTOS GENERALES
2.6.2 3.2 4	REMUNERACIONES	91,999.97
2.6.2 3.2 5	BIENES	12,150.65
2.6.2 3.2 6	SERVICIOS	18,100.00
TOTAL GASTOS GENERALES (S/.)		**122,250.62**

DESAGREGADO GASTOS GENERALES

MAESTRO DE OBRA	1.00	4.00	216.06	864.23
MONTO TOTAL AGUINALDO POR ESCOLARIDAD PERSONAL TECNICO - ADMINISTRATIVO (S/.)				**4,969.35**

04.02. AGUINALDO POR FIESTAS PATRIAS

CARGO	NUMERO DE PERSONAS	MESES	COSTO	SUB TOTAL
AREA DE PRODUCCION				
ING. RESIDENTE DE OBRA	1.00	4.00	324.09	1,296.35
ING. ASISTENTE DE OBRA	1.00	4.00	216.06	864.23
ING. DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE	1.00	4.00	216.06	864.23
AREA ADMINISTRATIVA				
ADMINISTRADOR DE OBRA	0.50	4.00	216.06	432.12
ALMACENERO	1.00	4.00	162.04	648.18
ASISTENCIA TECNICA				
MAESTRO DE OBRA	1.00	4.00	216.06	864.23
MONTO TOTAL AGUINALDO POR FIESTAS PATRIAS PERSONAL TECNICO - ADMINISTRATIVO (S/.)				**4,969.35**

04.03. AGUINALDO POR NAVIDAD

CARGO	NUMERO DE PERSONAS	MESES	COSTO	SUB TOTAL
AREA DE PRODUCCION				
ING. RESIDENTE DE OBRA	1.00	4.00	324.09	1,296.35
ING. ASISTENTE DE OBRA	1.00	4.00	216.06	864.23
ING. DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE	1.00	4.00	216.06	864.23
AREA ADMINISTRATIVA				
ADMINISTRADOR DE OBRA	0.50	4.00	216.06	432.12
ALMACENERO	1.00	4.00	162.04	648.18
ASISTENCIA TECNICA				
MAESTRO DE OBRA	1.00	4.00	216.06	864.23
MONTO TOTAL AGUINALDO POR NAVIDAD PERSONAL TECNICO - ADMINISTRATIVO (S/.)				**4,969.35**

2.6.2 3.2 5	BIENES	S/.	12,150.65

01 MATERIALES DE ESCRITORIO

DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
PAPEL FOTOCOPIA 80 GR A-4	MLL	10.00	24.44	244.42
CUADERNO DE 100 HJAS ANILLADO TAMAÑO OFICIO	UND	6.00	8.47	50.85
CUADERNO DE 200 HJAS ANILLADO PEQUEÑO	UND	6.00	12.71	76.27
CUADERNO 100 HJAS SIN ANILLAR	UND	6.00	1.69	10.17
CUADERNO DE OBRA X 100 FOLIOS	UND	1.00	87.52	87.52
BITÁCORAS	UND	0.00	12.71	0.00
LIBRETA TOPOGRÁFICA FIELD BOOK	UND	2.00	3.39	6.78
LIBRETA TOPOGRÁFICA LEVEL BOOK	UND	2.00	3.39	6.78
LIBRETA TOPOGRÁFICA TRANSIT BOOK	UND	1.00	3.39	3.39
CD	CTO	0.25	63.56	15.89
DVD	CTO	0.25	63.56	15.89
FOLDER MANILA	MLL	0.20	254.24	50.85
SOBRES MANILA	MLL	0.20	254.24	50.85
PAPEL CARBON AZUL	CJA	2.00	23.73	47.46
ARCHIVADOR DE LOMO ANCHO PARA FORMATO A-4	UND	20.00	7.63	152.54

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PRESUPUESTO ANALÍTICO - GASTOS GENERALES

CÓDIGO	ESPECIFICA DE GASTOS	GASTOS GENERALES
2.6.2 3.2 4	REMUNERACIONES	91,999.97
2.6.2 3.2 5	BIENES	12,150.65
2.6.2 3.2 6	SERVICIOS	18,100.00
TOTAL GASTOS GENERALES (S/.)		**122,250.62**

DESAGREGADO GASTOS GENERALES

SELLO AUTOMATICO DE OBRA	UND	10.00	15.25	152.54
TARJETAS DE CONTROL VISIBLE DE ALMACEN	MILLAR	0.50	118.64	59.32
PORTAMINAS PUNTA METALICA	UND	10.00	8.47	84.75
BLOCK DE PARTES DIARIOS	BLOCK	15.00	8.47	127.12
FORMATO NOTA SALIDA Y ENTRADA DE ALMACEN	BLOCK	15.00	8.47	127.12
BLOCK VALES DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE	BLOCK	15.00	8.47	127.12
GUIAS DE REMISION	BLOCK	10.00	8.47	84.75
MINAS DE LÁPIZ 0.5	CAJA	3.00	6.78	20.34
POST IT DE DIFERENTES COLORES	PQTE	6.00	16.95	101.69
LAPICEROS TINTA SECA (AZUL, NEGRO, ROJO)	CJA	1.00	25.42	25.42
LAPICEROS TINTA LIQUIDA (AZUL, NEGRO, ROJO)	UND	15.00	3.22	48.31
CUTER	UND	5.00	2.54	12.71
BORRADOR DE LÁPIZ	CAJA	5.00	4.24	21.19
CINTA MASKING 3/4"	RLLO	10.00	2.97	29.66
CINTA DE EMBALAJE	RLLO	10.00	2.97	29.66
CLIPS PEQUEÑOS	CJA	5.00	1.27	6.36
CLIPS TIPO MARIPOSA	CJA	5.00	2.12	10.59
CHINCHES	CJA	5.00	1.27	6.36
GRAPAS	CJA	2.00	4.24	8.47
RESALTADORES	UND	5.00	1.69	8.47
CORRECTORES	UND	5.00	2.97	14.83
MICAS	CIENTO	0.25	42.37	10.59
ANILLOS	CIENTO	0.25	29.66	7.42
PLUMON PARA PIZARRA ACRILICA	UND.	10.00	1.69	16.95
PEGAMENTO EN BARRA	UND	5.00	4.24	21.19
ENGRAMPADOR	UND	2.00	21.19	42.37
PERFORADOR	UND	2.00	21.19	42.37
PIZARRA ACRILICA (1.2m x 2.4m)	UND	1.00	169.49	169.49
ESPIRALADORA	UND	0.00	254.24	0.00
RELOJ DE PARED	UND	0.00	29.66	0.00
TOTAL				**2,236.81**

02 MATERIALES DE LIMPIEZA PARA CAMPAMENTO

DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
FRANELA	M.	100.00	5.08	508.47
ESCOBAS DE PAJA (BARRIDO PARA ESPARCIDO ASFALTICO)	UND.	3.00	12.71	38.14
MANGUERA	ML	100.00	2.57	257.13
ESCOBAS FLORINDA	UND.	3.00	15.25	45.76
RECOJEDORES METALICOS	UND.	3.00	16.95	50.85
TACHOS DE BASURA	UND.	3.00	29.66	88.98
TACHOS GRANDES PARA BASURA	UND.	3.00	127.12	381.36
BOLSAS PLASTICAS GRANDES PARA DESPERDICIOS SOLIDO	CTO	4.00	42.37	169.49
INSECTICIDAS	UND.	4.00	16.95	67.80
AMBIENTADORES	UND.	4.00	16.95	67.80
JABONES	DOC	3.00	40.68	122.03
DETERGENTE x 5 KG	UND.	4.00	55.08	220.34
PAPEL HIGIENICO X 24 UND	PQT	6.00	25.42	152.54
TOTAL				**2,170.69**

PRESUPUESTO ANALÍTICO - GASTOS GENERALES

CÓDIGO	ESPECIFICA DE GASTOS	GASTOS GENERALES
2.6.2 3.2 4	REMUNERACIONES	91,999.97
2.6.2 3.2 5	BIENES	12,150.65
2.6.2 3.2 6	SERVICIOS	18,100.00
TOTAL GASTOS GENERALES (S/.)		**122,250.62**

DESAGREGADO GASTOS GENERALES

03 IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD

DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
CASCOS DE PROTECCION COLOR BLANCO (INC. BARBIQUEJO	UND	6.00	60.00	360.00
PROTECTOR DE OIDOS TIPO VINCHA	UND	6.00	25.00	150.00
PROTECTOR BUCAL CON FILTRO	UND	6.00	15.00	90.00
TOTAL				**600.00**

04 VESTUARIO

DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
CASACAS PARA BAJAS TEMPERATURAS	UND	3.00	169.37	508.11
ZAPATOS DE CUERO REFORZADO	UND	3.00	322.03	966.10
CAMISA PARA INGENIEROS C/ LOGO	UND	3.00	67.80	203.39
PANTALON JEAN REFORZADO	UND	3.00	127.12	381.36
CHALECO PARA PERSONAL TECNICO ADMINISTRATIVO C/ LO	UND	1.00	101.69	101.69
TOTAL				**2,160.65**

05 EQUIPO Y MATERIAL DURADERO

DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
BRIQUETERAS	UND	12.00	35.00	420.00
TOTAL				**420.00**

06 VARIOS

DESCRIPCIÓN	MESES	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
LINTERNAS DE LARGO ALCANCE	UND	2.00	65.00	130.00
CANDADOS DE SEGURIDAD	UND	2.00	45.00	90.00
WINCHA DE 5M	UND	5.00	12.50	62.50
WINCHA DE 8M	UND	1.00	20.00	20.00
WINCHA DE 50M	UND	4.00	65.00	260.00
TOTAL				**562.50**

07 CAJA CHICA

DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
CAJA CHICA (FPPEE)	GLB.	1.00	4,000.00	4,000.00
TOTAL				**4,000.00**

2.6.2 3.2 6	SERVICIOS	S/.	18,100.00

01 ALQUILERES

DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
ALQ. DE CAMIONETA 4X4 (Residencia)	MES	4.00	4,500.00	18,000.00
TOTAL				**18,000.00**

02 GASTOS NOTARIALES Y ADMINISTRATIVOS

DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
LEGALIZACION DE CUADERNO DE OBRA	UND	2.00	50.00	100.00
TOTAL				**100.00**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PRESUPUESTO ANALÍTICO - GASTOS DE SUPERVISIÓN

CÓDIGO	ESPECIFICA DE GASTOS	GASTOS DE SUPERVISION
2.6.2 3.2 4	REMUNERACIONES	47,016.71
2.6.2 3.2 5	BIENES	4,925.73
2.6.2 3.2 6	SERVICIOS	18,500.00
2.6.2 3.2 7	OTROS	600.00
TOTAL GASTOS GENERALES (S/.)		**71,042.44**

DESAGREGADO DEL GASTOS SUPERVISION

2.6.2 3.2 4	REMUNERACIONES	S/.	47,016.71

01. RETRIBUCIONES COMPLEMENTARIAS - CONTRATOS A PLAZO FIJO	**S/.**	**28,325.63**

01.01. JORNAL

CARGO	NUMERO DE PERSONAS	MESES	COSTO	SUB TOTAL
AREA DE SUPERVISION				
ING. SUPERVISOR DE OBRA	1.00	4.00	3,829.84	15,319.35
ING. ASISTENTE DE SUPERVISION	1.00	4.00	2,234.07	8,936.28
MONTO TOTAL JORNAL PERSONAL TECNICO - ADMINISTRATIVO (S/.)				**24,255.63**

01.02. BONIFICACIÓN FAMILIAR

CARGO	NUMERO DE PERSONAS	MESES	COSTO	SUB TOTAL
AREA DE SUPERVISION				
ING. SUPERVISOR DE OBRA	1.00	4.00	85.00	340.00
ING. ASISTENTE DE SUPERVISION	1.00	4.00	85.00	340.00
MONTO TOTAL BONIFICACION FAMILIAR PERSONAL TECNICO - ADMINISTRATIVO (S/.)				**680.00**

01.03. BENEFICIOS DEL EMPLEADO EVENTUAL (VACACIONES)

CARGO	NUMERO DE PERSONAS	MESES	COSTO	SUB TOTAL
AREA DE SUPERVISION				
ING. SUPERVISOR DE OBRA	1.00	4.00	465.42	1,861.68
ING. ASISTENTE DE SUPERVISION	1.00	4.00	382.08	1,528.32
MONTO TOTAL BENEFICIOS PERSONAL TECNICO - ADMINISTRATIVO (S/.)				**3,390.00**

02. OBLIGACIONES DEL EMPLEADOR	**S/.**	**4,283.60**

02.01. ESSALUD (9%)

CARGO	NUMERO DE PERSONAS	MESES	COSTO	SUB TOTAL
AREA DE SUPERVISION				
ING. SUPERVISOR DE OBRA	1.00	4.00	502.65	2,010.60
ING. ASISTENTE DE SUPERVISION	1.00	4.00	412.65	1,650.60
MONTO TOTAL ESSALUD PERSONAL TECNICO - ADMINISTRATIVO (S/.)				**3,661.20**

02.02. SEGURO COMPLEMENTARIO DE TRABAJO DE RIESGO (1.53%)

CARGO	NUMERO DE PERSONAS	MESES	COSTO	SUB TOTAL
AREA DE SUPERVISION				
ING. SUPERVISOR DE OBRA	1.00	4.00	85.45	341.80
ING. ASISTENTE DE SUPERVISION	1.00	4.00	70.15	280.60
MONTO TOTAL SEGURO COMPLEMENTARIO DE TRABAJO DE RIESGO PERSONAL TECNICO - ADMINISTRATIVO (S/.)				**622.40**

03. GASTOS VARIABLES Y OCASIONALES	**S/.**	**4,237.48**

03.01. BENEFICIOS POR TIEMPO DE SERVICIO (CTS)

CARGO	NUMERO DE PERSONAS	MESES	COSTO	SUB TOTAL
AREA DE SUPERVISION				
ING. SUPERVISOR DE OBRA	1.00	4.00	581.77	2,327.08
ING. ASISTENTE DE SUPERVISION	1.00	4.00	477.60	1,910.40
MONTO TOTAL BENEFICIOS POR TIEMPO DE SERVICIO PERSONAL TECNICO - ADMINISTRATIVO (S/.)				**4,237.48**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PRESUPUESTO ANALÍTICO - GASTOS DE SUPERVISIÓN

CÓDIGO	ESPECIFICA DE GASTOS	GASTOS DE SUPERVISION
2.6.2 3.2 4	REMUNERACIONES	47,016.71
2.6.2 3.2 5	BIENES	4,925.73
2.6.2 3.2 6	SERVICIOS	18,500.00
2.6.2 3.2 7	OTROS	600.00
TOTAL GASTOS GENERALES (S/.)		**71,042.44**

DESAGREGADO DEL GASTOS SUPERVISION

04. ESCOLARIDAD, AGUINALDOS Y GRATIFICACIONES	**S/.**	**10,170.00**

04.01. AGUINALDO POR ESCOLARIDAD

CARGO	NUMERO DE PERSONAS	MESES	COSTO	SUB TOTAL
AREA DE SUPERVISION				
ING. SUPERVISOR DE OBRA	1.00	4.00	465.42	1,861.68
ING. ASISTENTE DE SUPERVISION	1.00	4.00	382.08	1,528.32
MONTO TOTAL AGUINALDO POR ESCOLARIDAD PERSONAL TECNICO - ADMINISTRATIVO (S/.)				**3,390.00**

04.02. AGUINALDO POR FIESTAS PATRIAS

CARGO	NUMERO DE PERSONAS	MESES	COSTO	SUB TOTAL
AREA DE SUPERVISION				
ING. SUPERVISOR DE OBRA	1.00	4.00	465.42	1,861.68
ING. ASISTENTE DE SUPERVISION	1.00	4.00	382.08	1,528.32
MONTO TOTAL AGUINALDO POR FIESTAS PATRIAS PERSONAL TECNICO - ADMINISTRATIVO (S/.)				**3,390.00**

04.03. AGUINALDO POR NAVIDAD

CARGO	NUMERO DE PERSONAS	MESES	COSTO	SUB TOTAL
AREA DE SUPERVISION				
ING. SUPERVISOR DE OBRA	1.00	4.00	465.42	1,861.68
ING. ASISTENTE DE SUPERVISION	1.00	4.00	382.08	1,528.32
MONTO TOTAL AGUINALDO POR NAVIDAD PERSONAL TECNICO - ADMINISTRATIVO (S/.)				**3,390.00**

2.6.2 3.2 5	BIENES	S/.	4,925.73

01 MATERIALES DE ESCRITORIO

DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
PAPEL FOTOCOPIA 80 GR A-4	MLL	10.00	28.00	280.00
CUADERNO DE 100 HJAS ANILLADO TAMAÑO OFICIO	UND	1.00	14.84	14.84
BITÁCORAS	UND	2.00	15.00	30.00
LIBRETA TOPOGRÁFICA FIELD BOOK	UND	0.00	4.00	0.00
LIBRETA TOPOGRÁFICA LEVEL BOOK	UND	0.00	4.00	0.00
CD	CTO	0.00	75.00	0.00
FOLDER MANILA	CTO	0.50	300.00	150.00
SOBRES MANILA	CTO	0.25	300.00	75.00
ARCHIVADOR DE LOMO ANCHO PARA FORMATO A-4	UND	12.00	9.00	108.00
SELLO AUTOMATICO DE OBRA	UND	1.00	26.89	26.89
POST IT DE DIFERENTES COLORES	PQTE	5.00	20.00	100.00
LAPICEROS TINTA LIQUIDA (AZUL, NEGRO, ROJO)	UND	5.00	3.80	19.00
CLIPS PEQUEÑOS	CJA	1.00	1.50	1.50
CHINCHES	CJA	1.00	1.50	1.50
GRAPAS	CJA	2.00	2.00	4.00
RESALTADORES	UND	2.00	2.00	4.00
CORRECTORES	UND	2.00	3.50	7.00
PLUMON PARA PIZARRA ACRILICA	UND.	5.00	2.00	10.00
PEGAMENTO EN BARRA	UND	3.00	5.00	15.00
ENGRAPADOR	UND	1.00	25.00	25.00
PERFORADOR	UND	1.00	25.00	25.00

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PRESUPUESTO ANALÍTICO - GASTOS DE SUPERVISIÓN

CÓDIGO	ESPECIFICA DE GASTOS	GASTOS DE SUPERVISION
2.6.2 3.2 4	REMUNERACIONES	47,016.71
2.6.2 3.2 5	BIENES	4,925.73
2.6.2 3.2 6	SERVICIOS	18,500.00
2.6.2 3.2 7	OTROS	600.00
TOTAL GASTOS GENERALES (S/.)		**71,042.44**

DESAGREGADO DEL GASTOS SUPERVISION

PIZARRA ACRILICA (1.2m x 2.4m)	UND	0.00	200.00	0.00
RELOJ DE PARED	UND	0.00	35.00	0.00
TOTAL				**896.73**

02 MATERIALES DE LIMPIEZA

DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
FRANELA	M.	10.00	6.00	60.00
ESCOBAS FLORINDA	UND.	0.00	18.00	0.00
RECOJEDORES METALICOS	UND.	0.00	20.00	0.00
TACHOS DE BASURA	UND.	1.00	35.00	35.00
BOLSAS PLASTICAS GRANDES PARA DESPERDICIOS SOLIDO	CTO	2.00	50.00	100.00
AMBIENTADORES	UND.	5.00	20.00	100.00
JABONES	DOC	0.50	48.00	24.00
PAPEL HIGIENICO X 24 UND	PQT	1.00	30.00	30.00
TOTAL				**349.00**

03 IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD

DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
CASCOS DE PROTECCION COLOR BLANCO PARA INGENIERO	UND	1.00	60.00	60.00
PROTECTOR DE OIDOS TIPO VINCHA	UND	1.00	25.00	25.00
PROTECCTOR BUCAL CON FILTRO	UND	1.00	15.00	15.00
EQUIPO CONTRA INCENDIOS (EXTINTORES)	UND	1.00	250.00	250.00
TOTAL				**350.00**

04 VESTUARIO

DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
CASACAS PARA BAJAS TEMPERATURAS	UND	2.00	400.00	800.00
ZAPATOS DE CUERO REFORZADO	UND	2.00	380.00	760.00
CAMISA PARA INGENIEROS C/ LOGO	UND	2.00	80.00	160.00
CHALECO PARA PERSONAL TECNICO ADMINISTRATIVO C/ LO	UND	2.00	120.00	240.00
PONCHOS PARA LLUVIA	UND	2.00	65.00	130.00
TOTAL				**2,090.00**

05 ENSERES

DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
ESCRITORIOS DE MELAMINA DE ALTA CALIDAD	UND	1.00	500.00	500.00
ESTANTES PARA ARCHIVADORES, LIBROS, INFORMES, ETC	UND	1.00	400.00	400.00
SILLAS GIRATORIAS ACOLCHONADAS	UND	1.00	200.00	200.00
TOTAL				**1,100.00**

06 VARIOS

DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
MEMORIAS USB 16 GB	UND.	1.00	45.00	45.00
WINCHA DE 5M	UND	1.00	10.00	10.00
WINCHA DE 8M	UND	1.00	20.00	20.00
WINCHA DE 50M	UND	1.00	65.00	65.00
TOTAL				**140.00**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PRESUPUESTO ANALÍTICO - GASTOS DE SUPERVISIÓN

CÓDIGO	ESPECIFICA DE GASTOS	GASTOS DE SUPERVISION
2.6.2 3.2 4	REMUNERACIONES	47,016.71
2.6.2 3.2 5	BIENES	4,925.73
2.6.2 3.2 6	SERVICIOS	18,500.00
2.6.2 3.2 7	OTROS	600.00
TOTAL GASTOS GENERALES (S/.)		**71,042.44**

DESAGREGADO DEL GASTOS SUPERVISION

2.6.2 3.2 6	**SERVICIOS**	S/.	18,500.00

01 VIATICOS

CARGO		PERSONAS	DÍAS x MES	MESES	S/. X DIA	SUB TOTAL
DIRECTOR DE SUPERVISION		0.00	1.00	7.00	80.00	0.00
PERSONAL PROFESIONAL - TECNICO I		0.00	1.00	7.00	80.00	0.00
TOTAL						**0.00**

02 ALQUILERES

DESCRIPCION			UND	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
ALQ. DE CAMIONETA 4X4 (Supervision)			MES	4.00	4,500.00	18,000.00
TOTAL						**18,000.00**

03 ENSAYOS DE CALIDAD

DESCRIPCION			UND	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD			GLB	1.00	500.00	500.00
TOTAL						**500.00**

2.6.2 3.2 7	OTROS	S/.	600.00

01 OTROS

DESCRIPCION			UND	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
OTRAS PREVISIONES			GLB	1.00	600.00	600.00
TOTAL						**600.00**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DESAGREGADO - LIQUIDACION

CÓDIGO	ESPECIFICA DE GASTOS			G. LIQ
2.6.23.24	COSTO DE CONSTRUCCION POR ADMINISTRACION DIRECTA - PERSONAL			8,946.53
2.6.23.25	COSTO DE CONSTRUCCION POR ADMINISTRACION DIRECTA - BIENES			593.47
2.6.23.26	COSTO DE CONSTRUCCION POR ADMINISTRACION DIRECTA - SERVICIOS			460.00
TOTAL GASTOS LIQUIDACIÓN				10000

GASTOS DE LIQUIDACION

2.6.23.24 COSTO DE CONSTRUCCION POR ADMINISTRACION DIRECTA - PERSONAL S/. 8,946.53

1° INGRESOS FIJOS S/. 8,000.00

01 REMUNERACION BASICA

CARGO	N° DE PERSONAS	MESES	COSTO	TOTAL
LIQUIDADOR TECNICO DE OBRA	1.00	1.00	3,415.30	3,415.30
LIQUIDADOR CONTABLE DE OBRA	1.00	1.00	3,415.30	3,415.30
TOTAL				6830.6

02 BENEFICIOS VACACIONES TRUNCAS

CARGO	N° DE PERSONAS	MESES	COSTO	TOTAL
LIQUIDADOR TECNICO DE OBRA	1.00	1.00	280.74	280.74
LIQUIDADOR CONTABLE DE OBRA	1.00	1.00	280.74	280.74
TOTAL				561.48

03 COMPENSACION POR TIEMPO DE SERVICIOS

CARGO	N° DE PERSONAS	MESES	COSTO	TOTAL
LIQUIDADOR TECNICO DE OBRA	1.00	1.00	303.96	303.96
LIQUIDADOR CONTABLE DE OBRA	1.00	1.00	303.96	303.96
TOTAL				607.9234

2° APORTES DEL EMPLEADOR S/. 779.86

01 ESSALUD (9%), DEL EMPLEADO EVENTUAL

CARGO	N° DE PERSONAS	MESES	COSTO	TOTAL
LIQUIDADOR TECNICO DE OBRA	1.00	1.00	332.64	332.64
LIQUIDADOR CONTABLE DE OBRA	1.00	1.00	332.64	332.64
TOTAL				665.2867788

02 SEGURO COMPLEMENTARIO DE RIESGO DE TRABAJO (1.55%)

CARGO	N° DE PERSONAS	MESES	COSTO	TOTAL
LIQUIDADOR TECNICO DE OBRA	1.00	1.00	57.29	57.29
LIQUIDADOR CONTABLE DE OBRA	1.00	1.00	57.29	57.29
TOTAL				114.5771675

DESAGREGADO - LIQUIDACION

CÓDIGO	ESPECIFICA DE GASTOS			G. LIQ
2.6.23.24	COSTO DE CONSTRUCCION POR ADMINISTRACION DIRECTA - PERSONAL			8,946.53
2.6.23.25	COSTO DE CONSTRUCCION POR ADMINISTRACION DIRECTA - BIENES			593.47
2.6.23.26	COSTO DE CONSTRUCCION POR ADMINISTRACION DIRECTA - SERVICIOS			460.00
TOTAL GASTOS LIQUIDACIÓN				10000

GASTOS DE LIQUIDACION

3° BONIFICACIONES Y AGUINALDOS **S/. 166.67**

01 AGUINALDO POR ESCOLARIDAD (FEBRERO)

CARGO	N° DE PERSONAS	MESES	COSTO	TOTAL
LIQUIDADOR TECNICO DE OBRA	1.00	1.00	33.33	33.33
LIQUIDADOR CONTABLE DE OBRA	1.00	1.00	33.33	33.33
TOTAL				66.66666667

02 AGUINALDO POR FIESTAS PATRIAS (JULIO)

CARGO	N° DE PERSONAS	MESES	COSTO	TOTAL
LIQUIDADOR TECNICO DE OBRA	1.00	1.00	25.00	25.00
LIQUIDADOR CONTABLE DE OBRA	1.00	1.00	25.00	25.00
TOTAL				50

03 AGUINALDO POR NAVIDAD (DICIEMBRE)

CARGO	N° DE PERSONAS	MESES	COSTO	TOTAL
LIQUIDADOR TECNICO DE OBRA	1.00	1.00	25.00	25.00
LIQUIDADOR CONTABLE DE OBRA	1.00	1.00	25.00	25.00
TOTAL				50

2.6.23.25 COSTO DE CONSTRUCCION POR ADMINISTRACION DIRECTA - BIENES **S/. 593.47**

02 MATERIALES DE ESCRITORIO

CARGO	UND.	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
ARCHIVADOR DE LOMO ANCHO PARA FORMATO A-4	UND	20.00	5.50	110.00
BORRADOR BR40	UND	10.00	1.00	10.00
CDR	CTO	1.00	45.00	45.00
CHINCHES	CJA	1.00	2.00	2.00
CINTA DE EMBALAJE	RLLO	2.00	3.50	7.00
CINTA MASKINTEY 1/2"	RLLO	2.00	3.50	7.00
CLIPS PEQUEÑOS	CJA	2.00	1.00	2.00
CLIPS TIPO MARIPOSA	CJA	2.00	1.50	3.00
CORRECTORES	UND	2.00	5.00	10.00
CUADERNO DE 200 HJAS ANILLADO PORTE OFICIO	UND	2.00	7.50	15.00
CUTER GRANDE	UND	2.00	1.50	3.00
ENGRAMPADOR	UND	1.00	20.00	20.00
FASTENER	CJA	0.25	6.00	1.50
FILES COLOR AMARILLO	CTO	0.25	50.00	12.50
GRAPAS	CJA	1.00	5.00	5.00
LAPICEROS (AZUL, NEGRO, ROJO)	DOCENA	1.00	18.00	18.00
LIBRETA TOPOGRÁFICA TRANSIT BOOK	UND	1.00	3.50	3.50
PAPEL CARBON AZUL	CJA	0.50	17.40	8.70
PAPEL FOTOCOPIA 80 GR A-4	MLL	3.00	20.76	62.27
PAPEL PLOTTER 80 GR.	RLL	1.00	70.00	70.00
PEGAMENTO UHU	UND	1.00	5.00	5.00

DESAGREGADO - LIQUIDACION

CÓDIGO	ESPECIFICA DE GASTOS			G. LIQ
2.6.23.24	COSTO DE CONSTRUCCION POR ADMINISTRACION DIRECTA - PERSONAL			8,946.53
2.6.23.25	COSTO DE CONSTRUCCION POR ADMINISTRACION DIRECTA - BIENES			593.47
2.6.23.26	COSTO DE CONSTRUCCION POR ADMINISTRACION DIRECTA - SERVICIOS			460.00
TOTAL GASTOS LIQUIDACIÓN				10000

GASTOS DE LIQUIDACION

PERFORADOR S/C	UND	1.00	15.00	15.00
PLUMON PARA PIZARRA ACRILICA	UND.	2.00	2.00	4.00
PLUMONES DELGADOS	ESTUCHE	1.00	2.00	2.00
PLUMONES INDELEBLES DIF. COLORES	UND	2.00	4.50	9.00
PORTAMINAS PUNTA METALICA	UND	2.00	8.00	16.00
POST IT CUADRADO COLORES	PZA	2.00	15.00	30.00
REPUESTOS PARA PORTAMINAS PUNTA METALICA	UND	2.00	1.50	3.00
RESALTADORES	UND	2.00	2.00	4.00
TOTAL				503.4706671

04 OTROS

CARGO	UND.	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
WINCHA DE 5 MT.	UND.	1.00	30.00	30.00
WINCHA DE 50 MT.	UND.	1.00	60.00	60.00
TOTAL				90

2.6.23.26 COSTO DE CONSTRUCCION POR ADMINISTRACION DIRECTA - SERVICIOS S/. 460.00

DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
SERVICIO DE FOTOCOPIADORA	UND	2,300.00	0.20	460.00
TOTAL				460

COSTO TOTAL LIQUIDACION 10,000.00

PRESUPUESTO DE OBRA

PROYECTO : "DISEÑO DE INGENIERIA DE LA PRESA EN LA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO"
PRESUPUESTO 1.0 : PRESA MUCHILLAY
PROPIETARIO : TESISTAS: HECTOR CAHUANA GUILLEN, AJMAR GAMARRA HUALLPA
UBICACION : DPTO: CUSCO PROV: CALCA DIST: LAMAY LOC: MUCHILLAY
FECHA PROYECTO : 5/10/2023

Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Parcial	Sub Total
1.0	**PRESA MUCHILLAY**					**771,384.45**
1.1	**OBRAS PRELIMINARES**					**81,044.70**
1.1	CONSTRUCCION DE CAMPAMENTOS VIVIENDAS A PIE DE OBRA	m²	70.00	223.23	15,626.10	
1.1.2	CARTEL DE OBRA DE ADOBE 5.00X3.00M	und	1.00	3,894.81	3,894.81	
1.1.3	CONTROL PLANIMETRICO Y ALTIMETRICO	mes	3.00	5,063.98	15,191.94	
1.1.4	HABILITACION DE CANCHAS DE ALMACENAMIENTO					11,360.32
1.1.4.1	EXPLANACION DE TERRENO CON EQUIPO	m³	218.75	34.94	7,643.13	
1.1.4.2	DESBROCE CON EQUIPO (LIMPIEZA CAPA SUPERFICIAL DE HASTA 0.25M)	m³	156.25	23.79	3,717.19	
1.1.5	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS					20,000.00
1.1.5.1	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS A LA LAGUNA MUCHILLAY	glb	1.00	20,000.00	20,000.00	
1.1.6	DIQUE TEMPORAL					13,211.53
1.1.6.1	EXCAVACION PLATAFORMA MATERIAL ROCA SUELTA CON EQUIPO	m³	87.00	59.77	5,199.99	
1.1.6.2	CONSTRUCCION TEMPORAL DE DIQUE DE TIERRA H=1.00M	m	58.00	138.13	8,011.54	
1.1.7	CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETO					1,760.00
1.1.7.1	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO	ens	2.00	250.00	500.00	
1.1.7.2	CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETO CADA 10M3	ens	36.00	35.00	1,260.00	
1.2	**CONSTRUCCION DE EJE DE PRESA**					**617,650.43**
1.2.1	EXCAVACION CIMENTACION DE PRESA					83,336.13
1.2.1.1	EXCAVACION CIMIENTO DE PRESA MATERIAL SUELTO A MANO	m³	297.47	39.71	11,812.53	
1.2.1.2	EXCAVACION CIMENTACION DE MATERIAL SUELTO CON EQUIPO	m³	793.25	9.27	7,353.43	
1.2.1.3	EXCAVACION CIMENTACION EN ROCA SUELTA A MANO	m³	297.47	28.70	8,537.39	
1.2.1.4	EXCAVACION CIMENTACION EN ROCA SUELTA CON EQUIPO	m³	594.94	16.29	9,691.57	
1.2.1.5	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO (HASTA 500M)	m³	2,578.07	17.82	45,941.21	
1.2.2	TERRAPLEN					410,598.25
1.2.2.1	EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL EN CANTERA	m³	5,420.33	15.65	84,828.16	
1.2.2.2	ZARANDEO, APILADO Y ELIMINACION DE EXCEDENTES EN CANTERA	m³	5,420.33	8.42	45,639.18	
1.2.2.3	CARGUIO DE MATERIAL DE PRESTAMO CON CARGADOR FRONTAL	m³	5,219.58	8.11	42,330.79	
1.2.2.4	MEZCLADO DE MATERIAL DE DIFERENTES CANTERAS	m³	5,219.58	8.12	42,382.99	
1.2.2.5	TRANSPORTE DE MATERIAL CON VOLQUETE DE 15 M3-CARGUIO CON EQUIPO	m³	5,219.58	15.67	81,790.82	
1.2.2.6	CONFORMACION Y COMPACTACION DE TERRAPLENES	m³	5,018.83	22.64	113,626.31	
1.2.3	FILTRO Y DRENAJES					13,231.72
1.2.3.1	EXCAVACION MATERIAL SUELTO A MANO	m³	16.32	41.55	678.10	
1.2.3.2	MATERIAL DE FILTRO PREPARADO 80%-20%	m³	156.94	8.35	1,310.45	
1.2.3.3	CARGUIO DE MATERIAL DE PRESTAMO CON CARGADOR FRONTAL	m³	141.25	7.93	1,120.11	
1.2.3.4	TRANSPORTE DE MATERIAL CON VOLQUETE DE 15 M3-CARGUIO CON EQUIPO	m³	141.25	15.13	2,137.11	
1.2.3.5	CONFORMACION Y COMPACTADO DE FILTROS	m³	133.40	7.01	935.13	
1.2.3.6	COMPACTACION MANUAL DE FILTRO EN CAPAS DE 10 CM	m³	133.40	6.84	912.46	
1.2.3.7	TUBERÍA PERFORADA CORRUGADA PARA DRENAJE 4"	m	20.00	26.17	523.40	
1.2.3.8	TUBERIA PARA DESAGUE DE DRENAJE PVC SAP 4"	m	16.00	23.54	376.64	
1.2.3.9	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO EN ZANJAS	m³	4.80	13.58	65.18	
1.2.3.10	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO (HASTA 500M)	m³	20.40	16.15	329.46	
1.2.3.11	PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=175 KG/CM2	m²	0.05	516.37	25.82	
1.2.3.12	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 200 GR/M2	m²	442.00	10.48	4,632.16	
1.2.3.13	SUMINISTRO Y COLOCACION ACCESORIOS DE DRENAJE	glb	1.00	185.70	185.70	
1.2.4	IMPERMEABILIZACION Y ESTABILIZACION DE TALUDES					97,732.40
1.2.4.1	PERFILADO MANUAL EN TALUD DE PRESA	m²	963.18	6.10	5,875.40	
1.2.4.2	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 200 GR/M2	m²	1,832.05	9.12	16,708.30	
1.2.4.3	IMPERMEABILIZACION CON GEOMEMBRANA HDPE, E=2 MM.	m²	916.03	22.26	20,390.83	
1.2.4.4	EXPLOTACION DE ROCA PARA ESPALDON Y CORONA	m³	522.15	66.35	34,644.65	
1.2.4.5	TRANSPORTE DE ROCA DE CANTERAS A LA PRESA	m³	522.15	24.20	12,636.03	
1.2.4.6	ENROCADO CON PIEDRA PESADA	m³	522.15	14.32	7,477.19	
1.2.5	CONTROL DE CAMPO					3,609.20
1.2.5.1	CONTROL DE COMPACTACION EN CAMPO POR CAPA	und	17.00	82.60	1,404.20	
1.2.5.2	CONTROL DE COMPACTACION CADA 2500 M3	und	6.00	245.00	1,470.00	
1.2.5.3	CONTROL DE MATERIAL DE CANTERA CADA 5000 M3	und	3.00	245.00	735.00	
1.2.6	SISTEMA DE CAPTACION Y SALIDA					9,142.73
1.2.6.1	TOMA DE TUBERIA (ESTRUCTURA DE INGRESO)					1,026.52
1.2.6.1.1	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTOM A MANO	m³	0.50	38.19	19.10	
1.2.6.1.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	m²	3.50	48.59	170.07	
1.2.6.1.3	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	26.21	5.40	141.53	
1.2.6.1.4	PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=210KG/CM2	m²	0.54	603.86	326.08	
1.2.6.1.5	REJILLA DE INGRESO SEGUN DISEÑO	und	1.00	369.74	369.74	
1.2.6.2	TUBERIA DE CONDUCCION					4,523.02
1.2.6.2.1	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTOM A MANO	m³	3.28	38.19	125.26	
1.2.6.2.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	m²	4.62	48.59	224.49	
1.2.6.2.3	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	92.96	5.40	501.98	

Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Parcial	Sub Total
1.2.6.2.4	PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=175KG/CM2	m³	3.78	603.86	2,282.59	
1.2.6.2.5	TUBERIA DE DESCARGA PVC 160 mm ISO 4422 CLASE 5	m	30.00	46.29	1,388.70	
1.2.6.3	CAMARA DE PANTALLA DISIPADORA DE IMPACTO DE AGUA Y CAJA DE VALVULAS					3,593.19
1.2.6.3.1	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO A MANO	m³	1.22	38.19	46.59	
1.2.6.3.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	m²	10.11	48.59	491.24	
1.2.6.3.3	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	54.06	5.40	291.92	
1.2.6.3.4	PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=210KG/CM2	m³	1.08	603.86	652.17	
1.2.6.3.5	VALVULA COMPUERTA DE 160 MM pn 10	und	1.00	1,616.16	1,616.16	
1.2.6.3.6	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLANCHA METALICA PARA PANTALLA DISIPADORA	und	1.00	266.07	266.07	
1.2.6.3.7	TAPA METALICA 0.80 X 0.80	und	1.00	229.04	229.04	
1.3	**SISTEMA DE CONTROL DE EXCEDENCIAS**					**20,132.73**
1.3.1	VERTEDERO CANALES Y TRANSICION					7,417.21
1.3.1.1	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO A MANO	m³	35.12	43.35	1,522.45	
1.3.1.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	m²	29.82	90.02	2,684.40	
1.3.1.3	PREPARACION Y VACEADO C°S° F`c=140 KG/CM2.+30%	m³	7.36	436.19	3,210.36	
1.3.2	CANAL RAPIDA					10,176.92
1.3.2.1	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTOM A MANO	m³	9.60	38.19	366.62	
1.3.2.2	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	319.33	5.40	1,724.38	
1.3.2.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	m²	56.90	48.59	2,764.77	
1.3.2.4	PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=175 KG/CM2	m³	10.02	516.37	5,174.03	
1.3.2.5	JUNTA CON WATER STOP E=6"	m	8.00	18.39	147.12	
1.3.3	POZA DISIPADORA					2,538.60
1.3.3.1	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO A MANO	m³	2.88	38.19	109.99	
1.3.3.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	m²	20.18	48.59	980.55	
1.3.3.3	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	64.48	5.40	348.19	
1.3.3.4	PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=175 KG/CM2	m²	2.13	516.37	1,099.87	
1.4	**FLETE**					**7,333.33**
1.4.1	FLETE TERRESTRE CUSCO - LAMAY	kgr	18,333.31	0.15	2,750.00	
1.4.2	FLETE TERRESTRE LAMAY - MUCHILLAY	kgr	18,333.31	0.25	4,583.33	
1.5	**ACCIONES COMPLEMENTARIAS**					**39,870.00**
1.5.1	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL					3,500.00
1.5.1.1	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL	glb	1.00	3,500.00	3,500.00	
1.5.2	SEGURIDAD Y SALUD					25,870.00
1.5.2.1	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA	glb	1.00	25,870.00	25,870.00	
1.5.3	PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO					10,500.00
1.5.3.1	SERVICIO DE PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO	glb	1.00	10,500.00	10,500.00	
1.6	**MONITOREO DE PRESAS**					**5,353.26**
1.6.1	INSTALACION DE BMS DE CONTROL					1,585.65
1.6.1.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE BMS DE CONTROL	glb	15.00	105.71	1,585.65	
1.6.2	COLOCACION DE LIMNIMETRO					3,767.61
1.6.2.1	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	m²	9.00	90.90	818.10	
1.6.2.2	PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=140KG/CM2+50%PG	m³	1.00	477.23	477.23	
1.6.2.3	LIMNIMETRO METALICO GRADUADO PARA PRESA	und	2.00	1,236.14	2,472.28	

Costo Directo		771,384.45
Gastos Generales	15.84820961%	122,250.62
Gastos de Supervisión	9.209732402%	71,042.44
Liquidación	1.296370441%	10,000.00
Presupuesto Total		**974,677.51**

[Son: novecientos setenta y cuatro mil seiscientos setenta y siete Soles con cincuenta y un céntimos]

LISTA DE INSUMOS DEL PROYECTO

PROYECTO : "DISEÑO DE INGENIERIA DE LA PRESA EN LA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO"
PROPIETARIO : TESISTAS: HECTOR CAHUANA GUILLEN, AJMAR GAMARRA HUALLPA
UBICACION : DPTO: CUSCO PROV: CALCA DIST: LAMAY LOC: MUCHILLAY
FECHA PROYECTO : 5/10/2023

Ind.	Cod. Elect	Descripción	Unid.	Cantidad	Costo	Total
		MANO DE OBRA				**168,365.68**
47		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	951.0153	14.52	13,808.75
47		OPERARIO	hh	1,473.5283	14.52	21,395.63
47		PEON	hh	10,268.1627	11.64	119,521.41
47		OFICIAL	hh	1,081.6721	12.61	13,639.89
		MATERIALES				**179,470.42**
53		PETROLEO DIESEL B5 S50	gln	4,402.8413	16.50	72,646.88
62		ENSAYO DE COMPACTACION EN CAMPO	und	17.0000	82.60	1,404.20
04		CLAVO PARA MADERA C/C 3"	kg	50.8260	5.00	254.13
43		LISTONES DE 2"X3"X10´	pza	214.7890	25.00	5,369.73
31		TRIPLAY DE 1.20 X 2.40 m X 6 mm	pln	87.5000	54.00	4,725.00
04		CALAMINA ACERO GALVANIZADO 0.22 MM X 83 CM X 1.80 M	pza	63.0000	18.30	1,152.90
43		ROLLIZO DE ECUCALIPTO DE 3.00 M x 4"	pza	16.8000	25.00	420.00
49		HITO DE CONCRETO	und	15.0000	78.00	1,170.00
02		ALAMBRE NEGRO N° 8	kg	40.2390	6.00	241.43
43		TRIPLAY (TABLERO CONTRACHAPADO) DE FENÓLICO 18MMX1.22MX2.44M	und	14.1888	120.00	1,702.66
43		LISTONES DE 2"X2"X10	pza	2.2500	25.00	56.25
43		GASOHOL 90 PLUS	gln	10.8722	16.99	184.72
28		LENTES DE PROTECCIÓN DE POLICARBONATO CON PROTECCIÓN ANTI UV	und	20.0000	35.00	700.00
27		LENTES DE SEGURIDAD CON PROTECCIÓN ULTRAVIOLETA	und	80.0000	8.00	640.00
27		PONCHO IMPERMEABLE	und	80.0000	14.00	1,120.00
27		PROTECTOR AUDITIVO TIPO TAPÓN	und	100.0000	2.00	200.00
27		PROTECTOR NASAL DE UN FILTRO	und	7.0000	200.00	1,400.00
03		UNIFORME (CHAQUETA - PANTALON) DRIL UNISEX	und	80.0000	45.00	3,600.00
37		ZAPATO DE CUERO CON PUNTA ACERO UNISEX	und	80.0000	45.00	3,600.00
37		ZAPATO DE CUERO CON PUNTA ACERO TECNICO UNISEX	und	20.0000	400.00	8,000.00
37		BOTA DE JEBE CAÑA ALTA UNISEX	und	80.0000	26.00	2,080.00
37		BOTA DE JEBE CAÑA ALTA UNISEX	und	20.0000	100.00	2,000.00
37		CASCO DE SEGURIDAD DE PLÁSTICO COLOR BLANCO	und	20.0000	25.00	500.00
27		CHALECO DE DRIL UNISEX	und	20.0000	35.00	700.00
37		CORTAVIENTO DE DRIL PARA USO DEBAJO DEL CASCO	und	80.0000	3.50	280.00
37		GUANTE BADANA PARA CABALLERO CORTO	und	150.0000	7.00	1,050.00
28		SACOS DE POLIETILENO	und	464.0000	2.80	1,299.20
05		TUBERIA PVC SAL 200MM. X 6M. SN-2	m	11.5873	18.22	211.12
43		MADERA PARA ENCOFRADO	p²	343.1160	3.40	1,166.59
02		LACA DESMOLDANTE	gln	0.0141	106.09	1.49
54		THINER	gln	6.0199	15.00	90.30
49		ALAMBRE NEGRO N°16	kg	33.4224	6.00	200.53
04		ACERO DE REFUERZO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	584.8920	3.60	2,105.61
49		GEOTEXTIL NO TEJIDO 200 GR/CM2	m²	2,389.2685	7.50	17,919.51
49		ENSAYO DE LIMITES DE ATEMBERG	und	9.0000	35.00	315.00
49		ENSAYO PROCTOR	und	9.0000	150.00	1,350.00
49		ENSAYO DE GRANULOMETRIA	und	9.0000	60.00	540.00
04		ARENA GRUESA	m³	16.8268	92.00	1,548.07
07		PIEDRA GRANDE	m³	0.5000	40.00	20.00
17		ADOBE 50X24X12M	und	375.0000	1.50	562.50
21		CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 Kg)	bol	212.7724	27.50	5,851.24
54		PINTURA ESMALTE P/METAL-MADERA	gln	5.0000	45.00	225.00
49		YESO (BOL 25 KG)	bol	40.0000	10.00	400.00
24		TEJA ARTESANAL	und	30.0000	2.50	75.00
05		PIEDRA CHANCADA 1/2"	m³	19.4096	90.00	1,746.86
49		GUIA O MECHA	m	540.3475	1.00	540.35
55		FULMINANTE	und	670.8850	1.00	670.89
55		DINAMITA AL 65%	kg	134.1963	7.56	1,014.52
37		BARRENOS HEXAGONAL 7/8" X 3´	und	3.2785	30.00	98.35
49		GEOMEMBRANA DE PVC E=2 MM	m²	961.8315	20.00	19,236.63
02		CLAVO PARA MADERA C/C 4"	kg	15.0000	5.00	75.00
31		ESTACA DE MADERA	pza	45.0000	2.50	112.50
07		PIEDRA MEDIANA DE 4"	m³	2.7968	48.00	134.25
49		LIMNIMETRO METALICO 3/16" GRADUADO	und	2.0000	1,200.00	2,400.00
49		REJILLA DE INGRESO SEGUN DISEÑO	und	1.0000	150.00	150.00
49		ANILLO DE JEBE	und	5.0000	4.50	22.50
72		TUBERIA DE DESCARGA PVC 160 mm ISO 4422 CLASE 5	m	32.1000	35.00	1,123.50
15		PEGAMENTO PVC	gal	2.9200	101.59	296.64
77		VALVULA COMPUERTA D=160 mm.	und	1.0000	1,500.00	1,500.00
10		WATER STOP PVC DE 6"	m	8.0000	14.32	114.56
61		PLANCHA ACERO E= 1/4" X0.90 X0.40 M.	und	1.0000	200.00	200.00
66		TUBERIA PVC PERFORADA CORRUGADA DE DRENAJE 4"	m	21.0000	16.60	348.60
49		TAPA METALICA 0.80 X 0.80	und	1.0000	200.00	200.00
72		TUBERIA PVC SAP 4" CLASE 5	m	16.8000	17.00	285.60
72		CODO PVC SAP 4" X 45°	und	4.0000	17.50	70.00
72		TEE PVC SAP 4"	und	2.0000	25.30	50.60
		EQUIPO				**380,455.03**

Ind.	Cod. Eleat	Descripción	Unid.	Cantidad	Costo	Total
49		EXCAVADORA SOBRE ORUGAS DE 140-180 HP	hm	370.4639	300.00	111,139.18
49		GENERADOR ELECTRICO	hm	16.6075	9.00	149.47
49		SIERRA CIRCULAR	hm	12.4224	2.50	31.06
37		TALADRO ELECTRICO	hm	12.4224	2.50	31.06
49		APISONADOR TIPO BAILARINA 4.0 HP	hm	29.0000	9.00	261.00
49		ZARANDA ESTACIONARIA	hm	49.7368	25.00	1,243.42
49		CARGADOR S/LLANTA 160-210 HP	hm	526.3172	280.00	147,368.81
48		VOLQUETE 6X4 370 HP 15M3	hm	318.0918	200.00	63,618.35
49		FAJA TRANSPORTADORA 18"x 40 pies ME HP 3HP 150 tn/hr	hm	4.2110	9.69	40.80
48		VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	18.6000	6.00	111.60
48		MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11 P3	hm	33.3200	9.00	299.88
48		COMPRESORA NEUMATICA DE 250 - 330 PCM-87HP	hm	8.9241	100.00	892.41
49		NIVEL	hm	144.0000	7.00	1,008.00
49		ESTACION TOTAL	hm	144.0000	12.00	1,728.00
49		COMPRESORA NEUMATICA 93 HP 335-375 PCM	hm	104.4300	100.00	10,443.00
01		COMPACTADORA TIPO PLANCHA 7HP	hm	38.8766	7.00	272.14
01		RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9T	hm	134.1031	250.00	33,525.78
37		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	4.9244	168,365.67	8,291.07
		SUB-CONTRATOS				**43,093.32**
32		SERVICIO DE MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO MECANICO CUSCO-TOTORACOCHA	gbl	1.0000	20,000.00	20,000.00
47		DISEÑO DE MEZCLAS	gbl	2.0000	250.00	500.00
49		MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL	und	1.0000	3,500.00	3,500.00
49		SERVICIO DE PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO	glb	1.0000	10,500.00	10,500.00
32		SERVICIO DE FLETE CUSCO- TOTORACOCHA	kg	18,333.3100	0.15	2,750.00
47		SERVICIO DE ROTURA DE BRIQUETAS (INCLUYE TRASLADO A LABORATORIO)	und	36.0000	35.00	1,260.00
32		SERVICIO DE FLETE CUSCO- TOTORACOCHA	kg	18,333.3100	0.25	4,583.33
					TOTAL:	**771,384.45**

FORMULA POLINOMICA

PROYECTO : "DISEÑO DE INGENIERIA DE LA PRESA EN LA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO"
PRESUPUESTO 1.0 : PRESA MUCHILLAY
PROPIETARIO : TESISTAS: HECTOR CAHUANA GUILLEN, AJMAR GAMARRA HUALLPA
UBICACION : DPTO: CUSCO PROV: CALCA DIST: LAMAY LOC: MUCHILLAY
FECHA PROYECTO : 5/10/2023

$$K1= 0.221 \frac{MXr}{MXo} + 0.054 \frac{HEr}{HEo} + 0.141 \frac{PEr}{PEo} + 0.514 \frac{MZr}{MZo} + 0.068 \frac{FLr}{FLo}$$

Descripción	Nomenclatura	Coeficiente	Porcentaje (%)
47 Mano de Obra (Incluido Leyes Sociales)	**MX**	**0.221**	**100.00**
47 Mano de Obra (Incluido Leyes Sociales)		0.221	100.00
37 Herramienta Manual	**HE**	**0.054**	**100.00**
37 Herramienta Manual		0.034	61.78
21 Cemento Portland Tipo I		0.021	38.22
21 Cemento Portland Tipo I		0.008	36.47
03 Acero de Construcción Corrugado		0.013	63.53
53 Petróleo Diesel	**PE**	**0.141**	**100.00**
53 Petróleo Diesel		0.094	66.99
55 Pintura Temple		0.003	1.84
55 Pintura Temple		0.002	84.23
54 Pintura Látex		0.000	15.77
01 Aceite, Lubricantes		0.044	31.17
49 Maquinaria y Equipo Importados	**MZ**	**0.514**	**100.00**
49 Maquinaria y Equipo Importados		0.430	83.64
48 Maquinaria y Equipo Nacional		0.084	16.36
32 Flete Terrestre	**FL**	**0.068**	**100.00**
32 Flete Terrestre		0.035	52.46
43 Madera Nacional para Encofrado y Carpintería		0.032	47.54
43 Madera Nacional para Encofrado y Carpintería		0.012	35.93
72 Tubería de PVC para Agua		0.006	19.31
27 Detonante		0.014	44.76
TOTAL		**0.997**	

HOJA RESUMEN

PROYECTO : "DISEÑO DE INGENIERIA DE LA PRESA EN LA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO"
PROPIETARIO : TESISTAS: HECTOR CAHUANA GUILLEN, AJMAR GAMARRA HUALLPA
UBICACION : DPTO: CUSCO PROV: CALCA DIST: LAMAY LOC: MUCHILLAY
FECHA PROYECTO : 5/10/2023

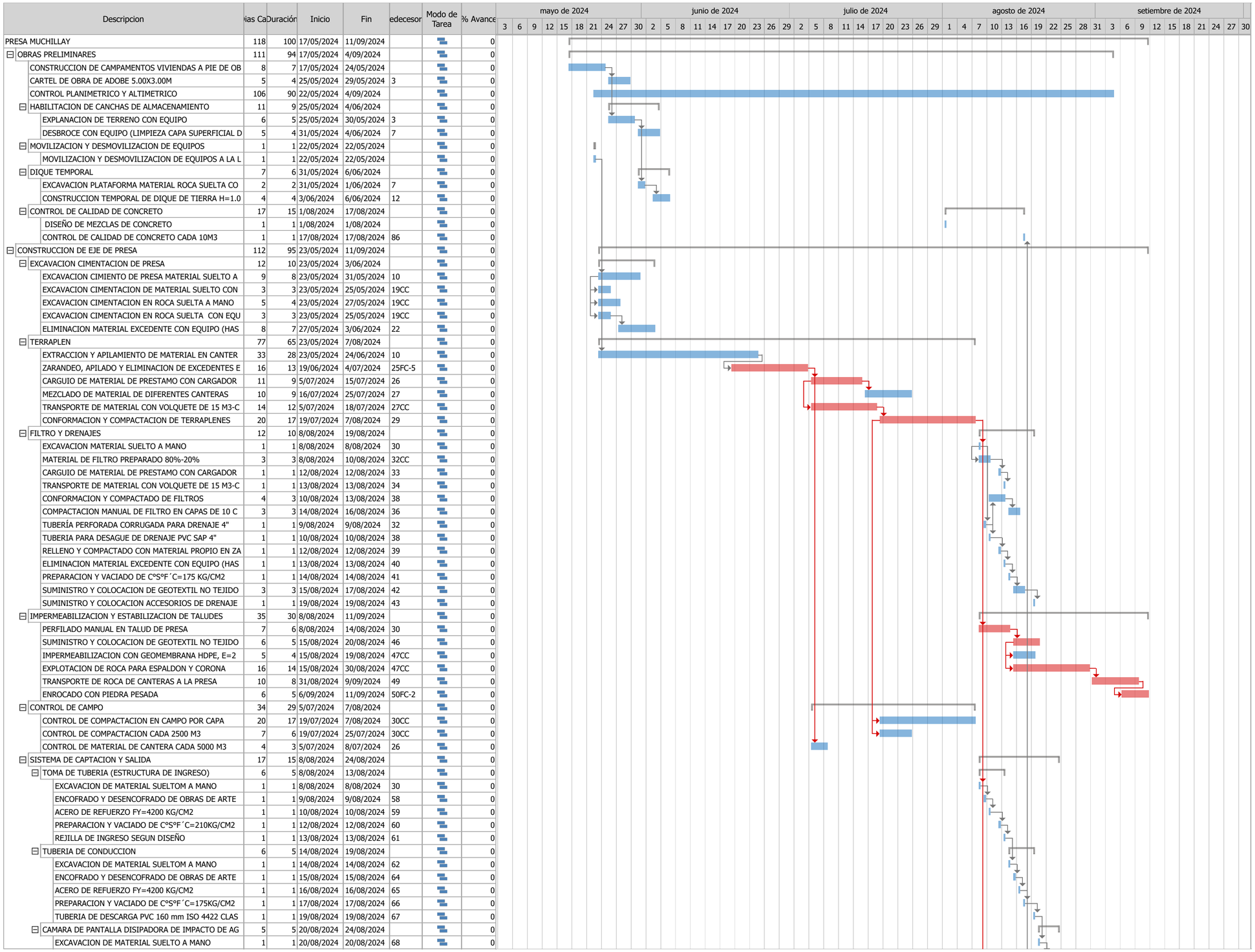
Item	Descripción	Parcial
1.0	PRESA MUCHILLAY	771,384.45

Costo Directo		771,384.45
Gastos Generales	15.848209%	122,250.62
Gastos de Supervisión	9.209732%	71,042.44
Liquidación	1.29637%	10,000.00
Presupuesto Total		**974,677.51**

[Son: novecientos setenta y cuatro mil seiscientos setenta y siete Soles con cincuenta y un céntimos]

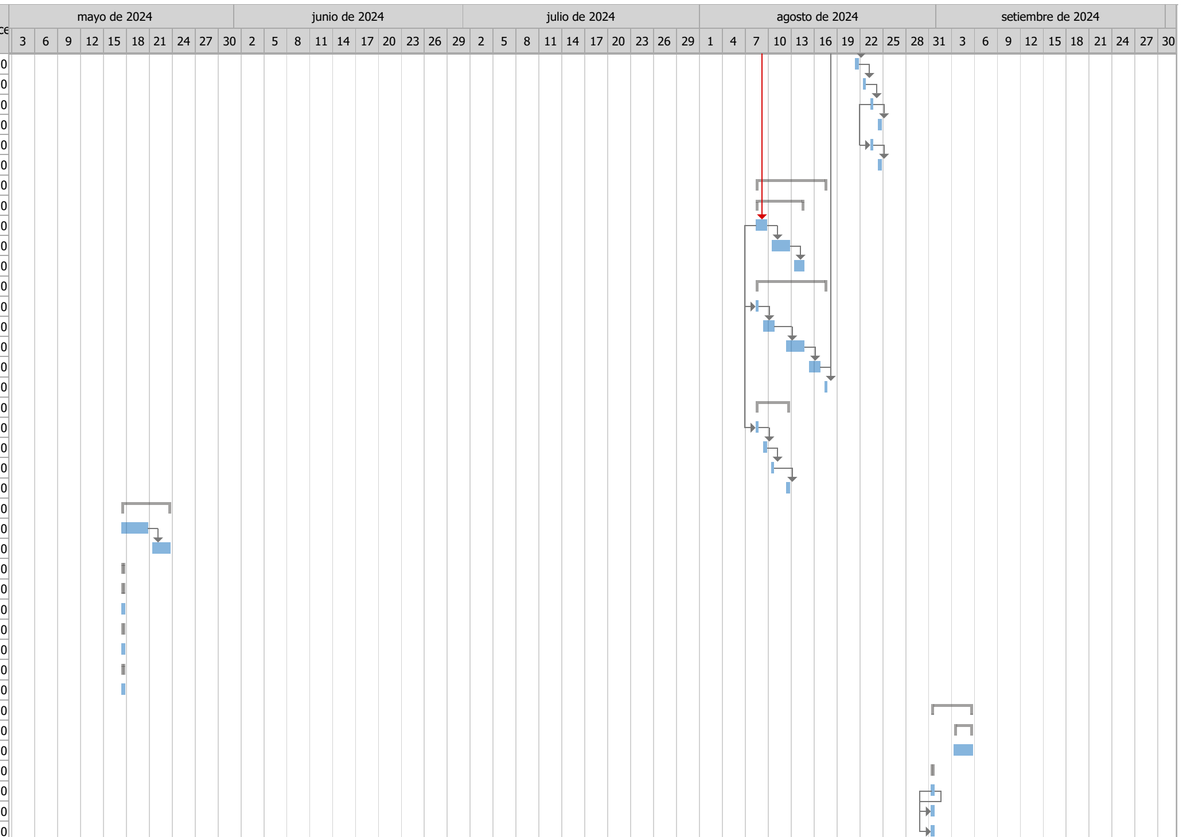
CAPITULO VIII: PROGRAMACIÓN DE OBRA

Descripcion	ias	Ca	Duración	Inicio	Fin	edecesor	Modo de Tarea	% Avance
PRESA MUCHILLAY	118		100	17/05/2024	11/09/2024			0
OBRAS PRELIMINARES	111		94	17/05/2024	4/09/2024			0
CONSTRUCCION DE CAMPAMENTOS VIVIENDAS A PIE DE OB	8		7	17/05/2024	24/05/2024			0
CARTEL DE OBRA DE ADOBE 5.00X3.00M	5		4	25/05/2024	29/05/2024	3		0
CONTROL PLANIMETRICO Y ALTIMETRICO	106		90	22/05/2024	4/09/2024			0
HABILITACION DE CANCHAS DE ALMACENAMIENTO	11		9	25/05/2024	4/06/2024			0
EXPLANACION DE TERRENO CON EQUIPO	6		5	25/05/2024	30/05/2024	3		0
DESBROCE CON EQUIPO (LIMPIEZA CAPA SUPERFICIAL D	5		4	31/05/2024	4/06/2024	7		0
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	1		1	22/05/2024	22/05/2024			0
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS A LA L	1		1	22/05/2024	22/05/2024			0
DIQUE TEMPORAL	7		6	31/05/2024	6/06/2024			0
EXCAVACION PLATAFORMA MATERIAL ROCA SUELTA CO	2		2	31/05/2024	1/06/2024	7		0
CONSTRUCCION TEMPORAL DE DIQUE DE TIERRA H=1.0	4		4	3/06/2024	6/06/2024	12		0
CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETO	17		15	1/08/2024	17/08/2024			0
DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO	1		1	1/08/2024	1/08/2024			0
CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETO CADA 10M3	1		1	17/08/2024	17/08/2024	86		0
CONSTRUCCION DE EJE DE PRESA	112		95	23/05/2024	11/09/2024			0
EXCAVACION CIMENTACION DE PRESA	12		10	23/05/2024	3/06/2024			0
EXCAVACION CIMIENTO DE PRESA MATERIAL SUELTO A	9		8	23/05/2024	31/05/2024	10		0
EXCAVACION CIMENTACION DE MATERIAL SUELTO CON	3		3	23/05/2024	25/05/2024	19CC		0
EXCAVACION CIMENTACION EN ROCA SUELTA A MANO	5		4	23/05/2024	27/05/2024	19CC		0
EXCAVACION CIMENTACION EN ROCA SUELTA CON EQU	3		3	23/05/2024	25/05/2024	19CC		0
ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO (HAS	8		7	27/05/2024	3/06/2024	22		0
TERRAPLEN	77		65	23/05/2024	7/08/2024			0
EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL EN CANTER	33		28	23/05/2024	24/06/2024	10		0
ZARANDEO, APILADO Y ELIMINACION DE EXCEDENTES E	16		13	19/06/2024	4/07/2024	25FC-5		0
CARGUIO DE MATERIAL DE PRESTAMO CON CARGADOR	11		9	5/07/2024	15/07/2024	26		0
MEZCLADO DE MATERIAL DE DIFERENTES CANTERAS	10		9	16/07/2024	25/07/2024	27		0
TRANSPORTE DE MATERIAL CON VOLQUETE DE 15 M3-C	14		12	5/07/2024	18/07/2024	27CC		0
CONFORMACION Y COMPACTACION DE TERRAPLENES	20		17	19/07/2024	7/08/2024	29		0
FILTRO Y DRENAJES	12		10	8/08/2024	19/08/2024			0
EXCAVACION MATERIAL SUELTO A MANO	1		1	8/08/2024	8/08/2024	30		0
MATERIAL DE FILTRO PREPARADO 80%-20%	3		3	8/08/2024	10/08/2024	32CC		0
CARGUIO DE MATERIAL DE PRESTAMO CON CARGADOR	1		1	12/08/2024	12/08/2024	33		0
TRANSPORTE DE MATERIAL CON VOLQUETE DE 15 M3-C	1		1	13/08/2024	13/08/2024	34		0
CONFORMACION Y COMPACTADO DE FILTROS	4		3	10/08/2024	13/08/2024	38		0
COMPACTACION MANUAL DE FILTRO EN CAPAS DE 10 C	3		3	14/08/2024	16/08/2024	36		0
TUBERÍA PERFORADA CORRUGADA PARA DRENAJE 4"	1		1	9/08/2024	9/08/2024	32		0
TUBERIA PARA DESAGUE DE DRENAJE PVC SAP 4"	1		1	10/08/2024	10/08/2024	38		0
RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO EN ZA	1		1	12/08/2024	12/08/2024	39		0
ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO (HAS	1		1	13/08/2024	13/08/2024	40		0
PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=175 KG/CM2	1		1	14/08/2024	14/08/2024	41		0
SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO	3		3	15/08/2024	17/08/2024	42		0
SUMINISTRO Y COLOCACION ACCESORIOS DE DRENAJE	1		1	19/08/2024	19/08/2024	43		0
IMPERMEABILIZACION Y ESTABILIZACION DE TALUDES	35		30	8/08/2024	11/09/2024			0
PERFILADO MANUAL EN TALUD DE PRESA	7		6	8/08/2024	14/08/2024	30		0
SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO	6		5	15/08/2024	20/08/2024	46		0
IMPERMEABILIZACION CON GEOMEMBRANA HDPE, E=2	5		4	15/08/2024	19/08/2024	47CC		0
EXPLOTACION DE ROCA PARA ESPALDON Y CORONA	16		14	15/08/2024	30/08/2024	47CC		0
TRANSPORTE DE ROCA DE CANTERAS A LA PRESA	10		8	31/08/2024	9/09/2024	49		0
ENROCADO CON PIEDRA PESADA	6		5	6/09/2024	11/09/2024	50FC-2		0
CONTROL DE CAMPO	34		29	5/07/2024	7/08/2024			0
CONTROL DE COMPACTACION EN CAMPO POR CAPA	20		17	19/07/2024	7/08/2024	30CC		0
CONTROL DE COMPACTACION CADA 2500 M3	7		6	19/07/2024	25/07/2024	30CC		0
CONTROL DE MATERIAL DE CANTERA CADA 5000 M3	4		3	5/07/2024	8/07/2024	26		0
SISTEMA DE CAPTACION Y SALIDA	17		15	8/08/2024	24/08/2024			0
TOMA DE TUBERIA (ESTRUCTURA DE INGRESO)	6		5	8/08/2024	13/08/2024			0
EXCAVACION DE MATERIAL SUELTOM A MANO	1		1	8/08/2024	8/08/2024	30		0
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	1		1	9/08/2024	9/08/2024	58		0
ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	1		1	10/08/2024	10/08/2024	59		0
PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=210KG/CM2	1		1	12/08/2024	12/08/2024	60		0
REJILLA DE INGRESO SEGUN DISEÑO	1		1	13/08/2024	13/08/2024	61		0
TUBERIA DE CONDUCCION	6		5	14/08/2024	19/08/2024			0
EXCAVACION DE MATERIAL SUELTOM A MANO	1		1	14/08/2024	14/08/2024	62		0
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	1		1	15/08/2024	15/08/2024	64		0
ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	1		1	16/08/2024	16/08/2024	65		0
PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=175KG/CM2	1		1	17/08/2024	17/08/2024	66		0
TUBERIA DE DESCARGA PVC 160 mm ISO 4422 CLAS	1		1	19/08/2024	19/08/2024	67		0
CAMARA DE PANTALLA DISIPADORA DE IMPACTO DE AG	5		5	20/08/2024	24/08/2024			0
EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO A MANO	1		1	20/08/2024	20/08/2024	68		0



Tarea Programada
Critical
Hito
Resumen de Tarea
Progreso
División de Tarea
Critical Split

Descripcion	ias	Ca	Duración	Inicio	Fin	edecesor	Modo de Tarea	% Avance
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	1		1	21/08/2024	21/08/2024	70		0
ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	1		1	22/08/2024	22/08/2024	71		0
PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=210KG/CM2	1		1	23/08/2024	23/08/2024	72		0
VALVULA COMPUERTA DE 160 MM pn 10	1		1	24/08/2024	24/08/2024	73		0
SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLANCHA METALIC	1		1	23/08/2024	23/08/2024	73CC		0
TAPA METALICA 0.80 X 0.80	1		1	24/08/2024	24/08/2024	75		0
SISTEMA DE CONTROL DE EXCEDENCIAS	10		9	8/08/2024	17/08/2024			0
VERTEDERO CANALES Y TRANSICION	7		6	8/08/2024	14/08/2024			0
EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO A MANO	2		2	8/08/2024	9/08/2024	30		0
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	3		2	10/08/2024	12/08/2024	79		0
PREPARACION Y VACEADO C°S° F`c=140 KG/CM2.+30%	2		2	13/08/2024	14/08/2024	80		0
CANAL RAPIDA	10		9	8/08/2024	17/08/2024			0
EXCAVACION DE MATERIAL SUELTOM A MANO	1		1	8/08/2024	8/08/2024	79CC		0
ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	2		2	9/08/2024	10/08/2024	83		0
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	3		3	12/08/2024	14/08/2024	84		0
PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=175 KG/CM2	2		2	15/08/2024	16/08/2024	85		0
JUNTA CON WATER STOP E=6"	1		1	17/08/2024	17/08/2024	86		0
POZA DISIPADORA	5		4	8/08/2024	12/08/2024			0
EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO A MANO	1		1	8/08/2024	8/08/2024	79CC		0
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	1		1	9/08/2024	9/08/2024	89		0
ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	1		1	10/08/2024	10/08/2024	90		0
PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=175 KG/CM2	1		1	12/08/2024	12/08/2024	91		0
FLETE	7		6	17/05/2024	23/05/2024			0
FLETE TERRESTRE CUSCO - LAMAY	4		3	17/05/2024	20/05/2024			0
FLETE TERRESTRE LAMAY - MUCHILLAY	3		3	21/05/2024	23/05/2024	94		0
ACCIONES COMPLEMENTARIAS	1		1	17/05/2024	17/05/2024			0
PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	1		1	17/05/2024	17/05/2024			0
MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL	1		1	17/05/2024	17/05/2024			0
SEGURIDAD Y SALUD	1		1	17/05/2024	17/05/2024			0
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA	1		1	17/05/2024	17/05/2024			0
PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO	1		1	17/05/2024	17/05/2024			0
SERVICIO DE PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO	1		1	17/05/2024	17/05/2024			0
MONITOREO DE PRESAS	6		5	31/08/2024	5/09/2024			0
INSTALACION DE BMS DE CONTROL	3		3	3/09/2024	5/09/2024			0
SUMINISTRO E INSTALACION DE BMS DE CONTROL	3		3	3/09/2024	5/09/2024			0
COLOCACION DE LIMNIMETRO	1		1	31/08/2024	31/08/2024			0
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	1		1	31/08/2024	31/08/2024			0
PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=140KG/CM2+50	1		1	31/08/2024	31/08/2024	107		0
LIMNIMETRO METALICO GRADUADO PARA PRESA	1		1	31/08/2024	31/08/2024	107CC		0



Tarea Programada
Critical
Hito
Resumen de Tarea

Progreso
División de Tarea
Critical Split

1.1 CONSTRUCCION DE CAMPAMENTOS VIVIENDAS A PIE DE OBRA	
17/05/2024	24/05/2024
7d	

1.1.2 CARTEL DE OBRA DE ADOBE 5.00X3.00M	
25/05/2024	29/05/2024
4d	

1.1.4.2 DESBROCE CON EQUIPO (LIMPIEZA CAPA SUPERFICIAL DE HASTA 0.25M)	
31/05/2024	4/06/2024
4d	

1.1.6.2 CONSTRUCCION TEMPORAL DE DIQUE DE TIERRA H=1.00M	
3/06/2024	6/06/2024
4d	

1.2.2.4 MEZCLADO DE MATERIAL DE DIFERENTES CANTERAS	
16/07/2024	25/07/2024
9d	

1.2.2.6 CONFORMACION Y COMPACTACION DE TERRAPLENES	
19/07/2024	7/08/2024
17d	

1.2.3.1 EXCAVACION MATERIAL SUELTO A MANO	
8/08/2024	8/08/2024
1d	

1.2.3.2 MATERIAL DE FILTRO PREPARADO 80%-20%	
8/08/2024	10/08/2024
3d	

1.2.3.3 CARGUIO DE MATERIAL DE PRESTAMO CON CARGADOR FRONTAL	
12/08/2024	12/08/2024
1d	

1.2.3.4 TRANSPORTE DE MATERIAL CON VOLQUETE DE 15 M3-CARGUIO CON EQUIPO	
13/08/2024	13/08/2024
1d	

1.2.3.10 ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO (HASTA 500M)	
13/08/2024	13/08/2024
1d	

1.1.7.2 CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETO CADA 10M3	
17/08/2024	17/08/2024
1d	

1.2.3.12 SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 200 GR/M2	
15/08/2024	17/08/2024
3d	

1.1.3 CONTROL PLANIMETRICO Y ALTIMETRICO	
22/05/2024	4/09/2024
90d	

1.1.4.1 EXPLANACION DE TERRENO CON EQUIPO	
25/05/2024	30/05/2024
5d	

1.1.6.1 EXCAVACION PLATAFORMA MATERIAL ROCA SUELTA CON EQUIPO	
31/05/2024	1/06/2024
2d	

1.2.1.5 ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO (HASTA 500M)	
27/05/2024	3/06/2024
7d	

1.2.2.5 TRANSPORTE DE MATERIAL CON VOLQUETE DE 15 M3-CARGUIO CON EQUIPO	
5/07/2024	18/07/2024
12d	

1.2.4.1 PERFILADO MANUAL EN TALUD DE PRESA	
8/08/2024	14/08/2024
6d	

1.2.3.7 TUBERÍA PERFORADA CORRUGADA PARA DRENAJE 4"	
9/08/2024	9/08/2024
1d	

1.2.3.5 CONFORMACION Y COMPACTADO DE FILTROS	
10/08/2024	13/08/2024
3d	

1.2.3.6 COMPACTACION MANUAL DE FILTRO EN CAPAS DE 10 CM	
14/08/2024	16/08/2024
3d	

1.2.4.6 ENROCADO CON PIEDRA PESADA	
6/09/2024	11/09/2024
5d	

1.2.3.11 PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=175 KG/CM2	
14/08/2024	14/08/2024
1d	

1.2.3.13 SUMINISTRO Y COLOCACION ACCESORIOS DE DRENAJE	
19/08/2024	19/08/2024
1d	

1.1.5.1 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS A LA LAGUNA MUCHILLAY	
22/05/2024	22/05/2024
1d	

1.2.1.1 EXCAVACION CIMIENTO DE PRESA MATERIAL SUELTO A MANO	
23/05/2024	31/05/2024
8d	

1.2.1.2 EXCAVACION CIMENTACION DE MATERIAL SUELTO CON EQUIPO	
23/05/2024	25/05/2024
3d	

1.2.2.3 CARGUIO DE MATERIAL DE PRESTAMO CON CARGADOR FRONTAL	
5/07/2024	15/07/2024
9d	

1.2.5.1 CONTROL DE COMPACTACION EN CAMPO POR CAPA	
19/07/2024	7/08/2024
17d	

1.2.4.2 SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 200 GR/M2	
15/08/2024	20/08/2024
5d	

1.2.3.8 TUBERIA PARA DESAGUE DE DRENAJE PVC SAP 4"	
10/08/2024	10/08/2024
1d	

1.2.3.9 RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO EN ZANJAS	
12/08/2024	12/08/2024
1d	

1.2.6.1.5 REJILLA DE INGRESO SEGUN DISEÑO	
13/08/2024	13/08/2024
1d	

1.2.6.2.1 EXCAVACION DE MATERIAL SUELTOM A MANO	
14/08/2024	14/08/2024
1d	

1.2.6.2.2 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	
15/08/2024	15/08/2024
1d	

1.1.7.1 DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO	
1/08/2024	1/08/2024
1d	

1.2.2.1 EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL EN CANTERA	
23/05/2024	24/06/2024
28d	

1.2.1.3 EXCAVACION CIMENTACION EN ROCA SUELTA A MANO	
23/05/2024	27/05/2024
4d	

1.2.5.2 CONTROL DE COMPACTACION CADA 2500 M3	
19/07/2024	25/07/2024
6d	

1.2.6.1.2 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	
9/08/2024	9/08/2024
1d	

1.2.4.3 IMPERMEABILIZACION CON GEOMEMBRANA HDPE, E=2 MM.	
15/08/2024	19/08/2024
4d	

1.2.4.5 TRANSPORTE DE ROCA DE CANTERAS A LA PRESA	
31/08/2024	9/09/2024
8d	

1.3.2.4 PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=175 KG/CM2	
15/08/2024	16/08/2024
2d	

1.2.6.2.3 ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	
16/08/2024	16/08/2024
1d	

1.2.5.3 CONTROL DE MATERIAL DE CANTERA CADA 5000 M3	
5/07/2024	8/07/2024
3d	

1.4.2 FLETE TERRESTRE LAMAY - MUCHILLAY	
21/05/2024	23/05/2024
3d	

1.2.1.4 EXCAVACION CIMENTACION EN ROCA SUELTA CON EQUIPO	
23/05/2024	25/05/2024
3d	

1.2.6.1.1 EXCAVACION DE MATERIAL SUELTOM A MANO	
8/08/2024	8/08/2024
1d	

1.3.1.2 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	
10/08/2024	12/08/2024
2d	

1.2.4.4 EXPLOTACION DE ROCA PARA ESPALDON Y CORONA	
15/08/2024	30/08/2024
14d	

1.2.6.1.4 PREPARACION Y VACIADO DE C°S° F´C=210KG/CM2	
12/08/2024	12/08/2024
1d	

1.3.3.4 PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=175 KG/CM2	
12/08/2024	12/08/2024
1d	

1.2.6.2.4 PREPARACION Y VACIADO DE C°S° F´C=175KG/CM2	
17/08/2024	17/08/2024
1d	

1.4.1 FLETE TERRESTRE CUSCO - LAMAY	
17/05/2024	20/05/2024
3d	

1.6.2.2 PREPARACION Y VACIADO DE C°S° F´C=140KG/CM2+50%PG	
31/08/2024	31/08/2024
1d	

1.2.2.2 ZARANDEO, APILADO Y ELIMINACION DE EXCEDENTES EN CANTERA	
19/06/2024	4/07/2024
13d	

1.3.1.1 EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO A MANO	
8/08/2024	9/08/2024
2d	

1.3.2.1 EXCAVACION DE MATERIAL SUELTOM A MANO	
8/08/2024	8/08/2024
1d	

1.2.6.1.3 ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	
10/08/2024	10/08/2024
1d	

1.3.2.3 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	
12/08/2024	14/08/2024
3d	

1.2.6.2.5 TUBERIA DE DESCARGA PVC 160 mm ISO 4422 CLASE 5	
19/08/2024	19/08/2024
1d	

1.5.1.1 MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL	
17/05/2024	17/05/2024
1d	

1.6.2.3 LIMNIMETRO METALICO GRADUADO PARA PRESA	
31/08/2024	31/08/2024
1d	

1.3.3.1 EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO A MANO	
8/08/2024	8/08/2024
1d	

1.3.1.3 PREPARACION Y VACEADO C°S° F´c=140 KG/CM2.+30%	
13/08/2024	14/08/2024
2d	

1.3.3.3 ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	
10/08/2024	10/08/2024
1d	

1.2.6.3.1 EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO A MANO	
20/08/2024	20/08/2024
1d	

1.5.2.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA	
17/05/2024	17/05/2024
1d	

1.3.2.2 ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	
9/08/2024	10/08/2024
2d	

1.2.6.3.2 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	
21/08/2024	21/08/2024
1d	

1.5.3.1 SERVICIO DE PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO	
17/05/2024	17/05/2024
1d	

1.3.3.2 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	
9/08/2024	9/08/2024
1d	

1.2.6.3.3 ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	
22/08/2024	22/08/2024
1d	

1.6.1.1 SUMINISTRO E INSTALACION DE BMS DE CONTROL	
3/09/2024	5/09/2024
3d	

1.2.6.3.6 SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLANCHA METALICA PARA PANTALLA DISIPADORA	
23/08/2024	23/08/2024
1d	

1.2.6.3.4 PREPARACION Y VACIADO DE C°S° F´C=210KG/CM2	
23/08/2024	23/08/2024
1d	

1.6.2.1 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	
31/08/2024	31/08/2024
1d	

1.2.6.3.7 TAPA METALICA 0.80 X 0.80	
24/08/2024	24/08/2024
1d	

1.2.6.3.5 VALVULA COMPUERTA DE 160 MM pn 10	
24/08/2024	24/08/2024
1d	

PLANILLA DE METRADOS

PROYECTO : "DISEÑO DE INGENIERIA DE LA PRESA EN LA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO"
PRESUPUESTO 1.0 : PRESA MUCHILLAY
PROPIETARIO : TESISTAS: HECTOR CAHUANA GUILLEN, AJMAR GAMARRA HUALLPA
UBICACION : DPTO: CUSCO PROV: CALCA DIST: LAMAY LOC: MUCHILLAY
FECHA PROYECTO : 5/10/2023

Item	Descripción	Unid.	Metrado	MAYO 2024	JUNIO 2024	JULIO 2024	AGOSTO 2024	SETIEMBRE 2024	Acumulado Total	Saldo por Ejecutar	% de Avance
1.1	OBRAS PRELIMINARES										
1.1	CONSTRUCCION DE CAMPAMENTOS VIVIENDAS A PIE DE OBRA	m²	70.00							70.00	0.00%
1.1.2	CARTEL DE OBRA DE ADOBE 5.00X3.00M	und	1.00							1.00	0.00%
1.1.3	CONTROL PLANIMETRICO Y ALTIMETRICO	mes	3.00							3.00	0.00%
1.1.4	HABILITACION DE CANCHAS DE ALMACENAMIENTO										
1.1.4.1	EXPLANACION DE TERRENO CON EQUIPO	m³	218.75							218.75	0.00%
1.1.4.2	DESBROCE CON EQUIPO (LIMPIEZA CAPA SUPERFICIAL DE HASTA 0.25M)	m³	156.25							156.25	0.00%
1.1.5	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS										
1.1.5.1	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS A LA LAGUNA MUCHILLAY	glb	1.00							1.00	0.00%
1.1.6	DIQUE TEMPORAL										
1.1.6.1	EXCAVACION PLATAFORMA MATERIAL ROCA SUELTA CON EQUIPO	m³	87.00							87.00	0.00%
1.1.6.2	CONSTRUCCION TEMPORAL DE DIQUE DE TIERRA H=1.00M	m	58.00							58.00	0.00%
1.1.7	CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETO										
1.1.7.1	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO	ens	2.00							2.00	0.00%
1.1.7.2	CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETO CADA 10M3	ens	36.00							36.00	0.00%
1.2	CONSTRUCCION DE EJE DE PRESA										
1.2.1	EXCAVACION CIMENTACION DE PRESA										
1.2.1.1	EXCAVACION CIMIENTO DE PRESA MATERIAL SUELTO A MANO	m³	297.47							297.47	0.00%
1.2.1.2	EXCAVACION CIMENTACION DE MATERIAL SUELTO CON EQUIPO	m³	793.25							793.25	0.00%
1.2.1.3	EXCAVACION CIMENTACION EN ROCA SUELTA A MANO	m³	297.47							297.47	0.00%
1.2.1.4	EXCAVACION CIMENTACION EN ROCA SUELTA CON EQUIPO	m³	594.94							594.94	0.00%
1.2.1.5	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO (HASTA 500M)	m³	2,578.07							2,578.07	0.00%
1.2.2	TERRAPLEN										
1.2.2.1	EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL EN CANTERA	m³	5,420.33							5,420.33	0.00%
1.2.2.2	ZARANDEO, APILADO Y ELIMINACION DE EXCEDENTES EN CANTERA	m³	5,420.33							5,420.33	0.00%
1.2.2.3	CARGUIO DE MATERIAL DE PRESTAMO CON CARGADOR FRONTAL	m³	5,219.58							5,219.58	0.00%

Item	Descripción	Unid.	Metrado	MAYO 2024	JUNIO 2024	JULIO 2024	AGOSTO 2024	SETIEMBRE 2024	Acumulado Total	Saldo por Ejecutar	% de Avance
1.2.2.4	MEZCLADO DE MATERIAL DE DIFERENTES CANTERAS	m³	5,219.58							5,219.58	0.00%
1.2.2.5	TRANSPORTE DE MATERIAL CON VOLQUETE DE 15 M3-CARGUIO CON EQU	m³	5,219.58							5,219.58	0.00%
1.2.2.6	CONFORMACION Y COMPACTACION DE TERRAPLENES	m³	5,018.83							5,018.83	0.00%
1.2.3	FILTRO Y DRENAJES										
1.2.3.1	EXCAVACION MATERIAL SUELTO A MANO	m³	16.32							16.32	0.00%
1.2.3.2	MATERIAL DE FILTRO PREPARADO 80%-20%	m³	156.94							156.94	0.00%
1.2.3.3	CARGUIO DE MATERIAL DE PRESTAMO CON CARGADOR FRONTAL	m³	141.25							141.25	0.00%
1.2.3.4	TRANSPORTE DE MATERIAL CON VOLQUETE DE 15 M3-CARGUIO CON EQU	m³	141.25							141.25	0.00%
1.2.3.5	CONFORMACION Y COMPACTADO DE FILTROS	m³	133.40							133.40	0.00%
1.2.3.6	COMPACTACION MANUAL DE FILTRO EN CAPAS DE 10 CM	m³	133.40							133.40	0.00%
1.2.3.7	TUBERIA PERFORADA CORRUGADA PARA DRENAJE 4"	m	20.00							20.00	0.00%
1.2.3.8	TUBERIA PARA DESAGUE DE DRENAJE PVC SAP 4"	m	16.00							16.00	0.00%
1.2.3.9	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO EN ZANJAS	m³	4.80							4.80	0.00%
1.2.3.10	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO (HASTA 500M)	m³	20.40							20.40	0.00%
1.2.3.11	PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=175 KG/CM2	m²	0.05							0.05	0.00%
1.2.3.12	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 200 GR/M2	m²	442.00							442.00	0.00%
1.2.3.13	SUMINISTRO Y COLOCACION ACCESORIOS DE DRENAJE	glb	1.00							1.00	0.00%
1.2.4	IMPERMEABILIZACION Y ESTABILIZACION DE TALUDES										
1.2.4.1	PERFILADO MANUAL EN TALUD DE PRESA	m²	963.18							963.18	0.00%
1.2.4.2	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 200 GR/M2	m²	1,832.05							1,832.05	0.00%
1.2.4.3	IMPERMEABILIZACION CON GEOMEMBRANA HDPE, E=2 MM.	m²	916.03							916.03	0.00%
1.2.4.4	EXPLOTACION DE ROCA PARA ESPALDON Y CORONA	m³	522.15							522.15	0.00%
1.2.4.5	TRANSPORTE DE ROCA DE CANTERAS A LA PRESA	m³	522.15							522.15	0.00%
1.2.4.6	ENROCADO CON PIEDRA PESADA	m³	522.15							522.15	0.00%
1.2.5	CONTROL DE CAMPO										
1.2.5.1	CONTROL DE COMPACTACION EN CAMPO POR CAPA	und	17.00							17.00	0.00%
1.2.5.2	CONTROL DE COMPACTACION CADA 2500 M3	und	6.00							6.00	0.00%

Item	Descripción	Unid.	Metrado	MAYO 2024	JUNIO 2024	JULIO 2024	AGOSTO 2024	SETIEMBRE 2024	Acumulado Total	Saldo por Ejecutar	% de Avance
1.2.5.3	CONTROL DE MATERIAL DE CANTERA CADA 5000 M3	und	3.00							3.00	0.00%
1.2.6	SISTEMA DE CAPTACION Y SALIDA										
1.2.6.1	TOMA DE TUBERIA (ESTRUCTURA DE INGRESO)										
1.2.6.1.1	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTOM A MANO	m³	0.50							0.50	0.00%
1.2.6.1.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	m²	3.50							3.50	0.00%
1.2.6.1.3	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	26.21							26.21	0.00%
1.2.6.1.4	PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=210KG/CM2	m²	0.54							0.54	0.00%
1.2.6.1.5	REJILLA DE INGRESO SEGUN DISEÑO	und	1.00							1.00	0.00%
1.2.6.2	TUBERIA DE CONDUCCION										
1.2.6.2.1	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTOM A MANO	m³	3.28							3.28	0.00%
1.2.6.2.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	m²	4.62							4.62	0.00%
1.2.6.2.3	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	92.96							92.96	0.00%
1.2.6.2.4	PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=175KG/CM2	m³	3.78							3.78	0.00%
1.2.6.2.5	TUBERIA DE DESCARGA PVC 160 mm ISO 4422 CLASE 5	m	30.00							30.00	0.00%
1.2.6.3	CAMARA DE PANTALLA DISIPADORA DE IMPACTO DE AGUA Y CAJA DE VALVULAS										
1.2.6.3.1	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO A MANO	m³	1.22							1.22	0.00%
1.2.6.3.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	m²	10.11							10.11	0.00%
1.2.6.3.3	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	54.06							54.06	0.00%
1.2.6.3.4	PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=210KG/CM2	m³	1.08							1.08	0.00%
1.2.6.3.5	VALVULA COMPUERTA DE 160 MM pn 10	und	1.00							1.00	0.00%
1.2.6.3.6	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLANCHA METALICA PARA PANTALLA DISIPADORA	und	1.00							1.00	0.00%
1.2.6.3.7	TAPA METALICA 0.80 X 0.80	und	1.00							1.00	0.00%
1.3	SISTEMA DE CONTROL DE EXCEDENCIAS										
1.3.1	VERTEDERO CANALES Y TRANSICION										
1.3.1.1	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO A MANO	m³	35.12							35.12	0.00%
1.3.1.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	m²	29.82							29.82	0.00%
1.3.1.3	PREPARACION Y VACEADO C°S° F`c=140 KG/CM2.+30%	m³	7.36							7.36	0.00%
1.3.2	CANAL RAPIDA										
1.3.2.1	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTOM A MANO	m³	9.60							9.60	0.00%
1.3.2.2	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	319.33							319.33	0.00%
1.3.2.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	m²	56.90							56.90	0.00%

Item	Descripción	Unid.	Metrado	MAYO 2024	JUNIO 2024	JULIO 2024	AGOSTO 2024	SETIEMBRE 2024	Acumulado Total	Saldo por Ejecutar	% de Avance
1.3.2.4	PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=175 KG/CM2	m³	10.02							10.02	0.00%
1.3.2.5	JUNTA CON WATER STOP E=6"	m	8.00							8.00	0.00%
1.3.3	POZA DISIPADORA										
1.3.3.1	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO A MANO	m³	2.88							2.88	0.00%
1.3.3.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	m²	20.18							20.18	0.00%
1.3.3.3	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	64.48							64.48	0.00%
1.3.3.4	PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=175 KG/CM2	m²	2.13							2.13	0.00%
1.4	FLETE										
1.4.1	FLETE TERRESTRE CUSCO - LAMAY	kgr	18,333.31							18,333.31	0.00%
1.4.2	FLETE TERRESTRE LAMAY - MUCHILLAY	kgr	18,333.31							18,333.31	0.00%
1.5	ACCIONES COMPLEMENTARIAS										
1.5.1	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL										
1.5.1.1	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL	glb	1.00							1.00	0.00%
1.5.2	SEGURIDAD Y SALUD										
1.5.2.1	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL Y COLECTIVA	glb	1.00							1.00	0.00%
1.5.3	PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO										
1.5.3.1	SERVICIO DE PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO	glb	1.00							1.00	0.00%
1.6	MONITOREO DE PRESAS										
1.6.1	INSTALACION DE BMS DE CONTROL										
1.6.1.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE BMS DE CONTROL	glb	15.00							15.00	0.00%
1.6.2	COLOCACION DE LIMNIMETRO										
1.6.2.1	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	m²	9.00							9.00	0.00%
1.6.2.2	PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=140KG/CM2+50%PG	m³	1.00							1.00	0.00%
1.6.2.3	LIMNIMETRO METALICO GRADUADO PARA PRESA	und	2.00							2.00	0.00%

CALENDARIO DE ADQUISICIONES DEL PROYECTO

PROYECTO : "DISEÑO DE INGENIERIA DE LA PRESA EN LA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO"
PROPIETARIO : TESISTAS: HECTOR CAHUANA GUILLEN, AJMAR GAMARRA HUALLPA
UBICACION : DPTO: CUSCO PROV: CALCA DIST: LAMAY LOC: MUCHILLAY
FECHA PROYECTO : 5/10/2023

Tipo	Descripcion	Unidad	Precio Unit.	Mes 1 Del 17/05/2024 Al 31/05/2024		Mes 2 Del 1/06/2024 Al 30/06/2024		Mes 3 Del 1/07/2024 Al 31/07/2024		Mes 4 Del 1/08/2024 Al 31/08/2024		Mes 5 Del 1/09/2024 Al 18/09/2024		Total Cantidad	Total Parcial S/
				Cantidad	Parcial S/	Cantidad	Parcial S/	Cantidad	Parcial S/	Cantidad	Parcial S/	Cantidad	Parcial S/		
MANO DE OBRA	OFICIAL	hh	12.61	260.5543	3,285.59	37.5446	473.44	226.3565	2,854.36	453.1196	5,713.84	104.0971	1,312.67	1,081.6721	13,639.89
	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	14.52	179.8071	2,610.80	188.7199	2,740.21	488.5529	7,093.79	93.9353	1,363.94			951.0153	13,808.74
	OPERARIO	hh	14.52	167.1646	2,427.23	174.6422	2,535.80	324.6367	4,713.73	673.0880	9,773.24	133.9968	1,945.63	1,473.5283	21,395.63
	PEON	hh	11.64	2,867.7793	33,380.95	1,244.6085	14,487.24	1,307.6300	15,220.81	3,542.7883	41,238.06	1,305.3565	15,194.35	10,268.1627	119,521.41
Total MANO DE OBRA					41,704.57		20,236.70		29,882.68		58,089.07		18,452.65		168,365.67
MATERIALES	ACERO DE REFUERZO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	3.60							584.8920	2,105.61			584.8920	2,105.61
	ADOBE 50X24X12M	und	1.50	375.0000	562.50									375.0000	562.50
	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg	6.00							40.2390	241.43			40.2390	241.43
	ALAMBRE NEGRO N°16	kg	6.00							33.4224	200.53			33.4224	200.53
	ANILLO DE JEBE	und	4.50							5.0000	22.50			5.0000	22.50
	ARENA GRUESA	m³	92.00	1.5000	138.00					15.3268	1,410.07			16.8268	1,548.07
	BARRENOS HEXAGONAL 7/8" X 3´	und	30.00	1.1899	35.70					2.0886	62.66			3.2785	98.35
	BOTA DE JEBE CAÑA ALTA UNISEX	und	26.00	80.0000	2,080.00									80.0000	2,080.00
			100.00	20.0000	2,000.00									20.0000	2,000.00
	CALAMINA ACERO GALVANIZADO 0.22 MM X 83 CM X 1.80 M	pza	18.30	63.0000	1,152.90									63.0000	1,152.90
	CASCO DE SEGURIDAD DE PLÁSTICO COLOR BLANCO	und	25.00	20.0000	500.00									20.0000	500.00
	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 Kg)	bol	27.50	5.0000	137.50					0.5000	13.75			5.5000	151.25
	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 Kg)	bol	27.50							207.2724	5,699.99			207.2724	5,699.99
	CHALECO DE DRIL UNISEX	und	35.00	20.0000	700.00									20.0000	700.00
	CLAVO PARA MADERA C/C 3"	kg	5.00	24.0000	120.00					26.8260	134.13			50.8260	254.13
	CLAVO PARA MADERA C/C 4"	kg	5.00	1.5000	7.50	4.0000	20.00	4.5000	22.50	4.5000	22.50	0.5000	2.50	15.0000	75.00
	CODO PVC SAP 4" X 45°	und	17.50							4.0000	70.00			4.0000	70.00
	CORTAVIENTO DE DRIL PARA USO DEBAJO DEL CASCO	und	3.50	80.0000	280.00									80.0000	280.00
	DINAMITA AL 65%	kg	7.56	29.9044	226.08					104.2919	788.45			134.1963	1,014.52
	ENSAYO DE COMPACTACION EN CAMPO	und	82.60					11.0000	908.60	6.0000	495.60			17.0000	1,404.20
	ENSAYO DE GRANULOMETRIA	und	60.00					9.0000	540.00					9.0000	540.00
	ENSAYO DE LIMITES DE ATEMBERG	und	35.00					9.0000	315.00					9.0000	315.00
	ENSAYO PROCTOR	und	150.00					9.0000	1,350.00					9.0000	1,350.00
	ESTACA DE MADERA	pza	2.50	4.5000	11.25	12.0000	30.00	13.5000	33.75	13.5000	33.75	1.5000	3.75	45.0000	112.50
	FULMINANTE	und	1.00	148.7350	148.74					522.1500	522.15			670.8850	670.89
	GASOHOL 90 PLUS	gln	16.99			2.3214	39.44			8.5508	145.28			10.8722	184.72
	GEOMEMBRANA DE PVC E=2 MM	m²	20.00							961.8315	19,236.63			961.8315	19,236.63
	GEOTEXTIL NO TEJIDO 200 GR/CM2	m²	7.50							2,389.2685	17,919.51			2,389.2685	17,919.51
	GUANTE BADANA PARA CABALLERO CORTO	und	7.00	150.0000	1,050.00									150.0000	1,050.00
	GUIA O MECHA	m	1.00	148.7350	148.74					391.6125	391.61			540.3475	540.35
	HITO DE CONCRETO	und	78.00									15.0000	1,170.00	15.0000	1,170.00
	LACA DESMOLDANTE	gln	106.09							0.0141	1.49			0.0141	1.49
	LENTES DE PROTECCIÓN DE POLICARBONATO CON PROTECCIÓN ANTI UV	und	35.00	20.0000	700.00									20.0000	700.00
	LENTES DE SEGURIDAD CON PROTECCIÓN ULTRAVIOLETA	und	8.00	80.0000	640.00									80.0000	640.00
	LIMNIMETRO METALICO 3/16" GRADUADO	und	1,200.00							2.0000	2,400.00			2.0000	2,400.00
	LISTONES DE 2"X2"X10	pza	25.00							2.2500	56.25			2.2500	56.25
	LISTONES DE 2"X3"X10´	pza	25.00	175.0000	4,375.00					39.7890	994.73			214.7890	5,369.73
	MADERA PARA ENCOFRADO	p²	3.40							343.1160	1,166.59			343.1160	1,166.59
	PEGAMENTO PVC	gal	101.59							2.9200	296.64			2.9200	296.64
	PETROLEO DIESEL B5 S50	gln	16.50	675.4802	11,145.42	1,157.1263	19,092.58	2,159.7764	35,636.31	410.4584	6,772.56			4,402.8413	72,646.88
	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m³	90.00							19.4096	1,746.86			19.4096	1,746.86
	PIEDRA GRANDE	m³	40.00	0.5000	20.00									0.5000	20.00
	PIEDRA MEDIANA DE 4"	m³	48.00							2.7968	134.25			2.7968	134.25
	PINTURA ESMALTE P/METAL-MADERA	gln	45.00	2.3000	103.50	0.8000	36.00	0.9000	40.50	0.9000	40.50	0.1000	4.50	5.0000	225.00
	PLANCHA ACERO E= 1/4" X0.90 X0.40 M.	und	200.00							1.0000	200.00			1.0000	200.00
	PONCHO IMPERMEABLE	und	14.00	80.0000	1,120.00									80.0000	1,120.00
	PROTECTOR AUDITIVO TIPO TAPÓN	und	2.00	100.0000	200.00									100.0000	200.00

Tipo	Descripcion	Unidad	Precio Unit.	Mes 1 Del 17/05/2024 Al 31/05/2024		Mes 2 Del 1/06/2024 Al 30/06/2024		Mes 3 Del 1/07/2024 Al 31/07/2024		Mes 4 Del 1/08/2024 Al 31/08/2024		Mes 5 Del 1/09/2024 Al 18/09/2024		Total Cantidad	Total Parcial S/
				Cantidad	Parcial S/	Cantidad	Parcial S/	Cantidad	Parcial S/	Cantidad	Parcial S/	Cantidad	Parcial S/		
	PROTECTOR NASAL DE UN FILTRO	und	200.00	7.0000	1,400.00									7.0000	1,400.00
	REJILLA DE INGRESO SEGUN DISEÑO	und	150.00							1.0000	150.00			1.0000	150.00
	ROLLIZO DE ECUCALIPTO DE 3.00 M x 4"	pza	25.00	16.8000	420.00									16.8000	420.00
	SACOS DE POLIETILENO	und	2.80			464.0000	1,299.20							464.0000	1,299.20
	TAPA METALICA 0.80 X 0.80	und	200.00							1.0000	200.00			1.0000	200.00
	TEE PVC SAP 4"	und	25.30							2.0000	50.60			2.0000	50.60
	TEJA ARTESANAL	und	2.50	30.0000	75.00									30.0000	75.00
	THINER	gln	15.00	3.3000	49.50	0.8000	12.00	0.9000	13.50	0.9199	13.80	0.1000	1.50	6.0199	90.30
	TRIPLAY (TABLERO CONTRACHAPADO) DE FENÓLICO 18MMX1.22MX2.44M	und	120.00							14.1888	1,702.66			14.1888	1,702.66
	TRIPLAY DE 1.20 X 2.40 m X 6 mm	pln	54.00	87.5000	4,725.00									87.5000	4,725.00
	TUBERIA DE DESCARGA PVC 160 mm ISO 4422 CLASE 5	m	35.00							32.1000	1,123.50			32.1000	1,123.50
	TUBERIA PVC PERFORADA CORRUGADA DE DRENAJE 4"	m	16.60							21.0000	348.60			21.0000	348.60
	TUBERIA PVC SAL 200MM. X 6M. SN-2	m	18.22			11.5873	211.12							11.5873	211.12
	TUBERIA PVC SAP 4" CLASE 5	m	17.00							16.8000	285.60			16.8000	285.60
	UNIFORME (CHAQUETA - PANTALON) DRIL UNISEX	und	45.00	80.0000	3,600.00									80.0000	3,600.00
	VALVULA COMPUERTA D=160 mm.	und	1,500.00							1.0000	1,500.00			1.0000	1,500.00
	WATER STOP PVC DE 6"	m	14.32							8.0000	114.56			8.0000	114.56
	YESO (BOL 25 KG)	bol	10.00	40.0000	400.00									40.0000	400.00
	ZAPATO DE CUERO CON PUNTA ACERO TECNICO UNISEX	und	400.00	20.0000	8,000.00									20.0000	8,000.00
	ZAPATO DE CUERO CON PUNTA ACERO UNISEX	und	45.00	80.0000	3,600.00									80.0000	3,600.00
Total MATERIALES					49,872.32		20,740.34		38,860.16		68,815.34		1,182.25		179,470.42
	APISONADOR TIPO BAILARINA 4.0 HP	hm	9.00			29.0000	261.00							29.0000	261.00
	CARGADOR S/LLANTA 160-210 HP	hm	280.00			23.8554	6,679.51	447.0683	125,179.13	55.3934	15,510.17			526.3172	147,368.81
	COMPACTADORA TIPO PLANCHA 7HP	hm	7.00							38.8766	272.14			38.8766	272.14
	COMPRESORA NEUMATICA 93 HP 335-375 PCM	hm	100.00							104.4300	10,443.00			104.4300	10,443.00
	COMPRESORA NEUMATICA DE 250 - 330 PCM-87HP	hm	100.00	8.9241	892.41									8.9241	892.41
	ESTACION TOTAL	hm	12.00	14.4000	172.80	38.4000	460.80	43.2000	518.40	43.2000	518.40	4.8000	57.60	144.0000	1,728.00
	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS DE 140-180 HP	hm	300.00	143.2389	42,971.67	210.6395	63,191.84	16.1776	4,853.28	0.4080	122.40			370.4639	111,139.18
	FAJA TRANSPORTADORA 18"x 40 pies ME HP 3HP 150 tn/hr	hm	9.69							4.2110	40.80			4.2110	40.80
EQUIPO	GENERADOR ELECTRICO	hm	9.00							16.6075	149.47			16.6075	149.47
	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	168,365.67	1.2371	2,082.82	0.6044	1,017.63	0.8935	1,504.36	1.6551	2,786.60	0.5344	899.66	4.9244	8,291.07
	MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11 P3	hm	9.00							33.3200	299.88			33.3200	299.88
	NIVEL	hm	7.00	14.4000	100.80	38.4000	268.80	43.2000	302.40	43.2000	302.40	4.8000	33.60	144.0000	1,008.00
	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9T	hm	250.00					86.7726	21,693.15	47.3305	11,832.63			134.1031	33,525.78
	SIERRA CIRCULAR	hm	2.50							12.4224	31.06			12.4224	31.06
	TALADRO ELECTRICO	hm	2.50							12.4224	31.06			12.4224	31.06
	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	6.00							18.6000	111.60			18.6000	111.60
	VOLQUETE 6x4 370 HP 15 m3	hm	200.00	73.6591	14,731.83	45.5996	9,119.91	192.9886	38,597.71	5.8445	1,168.90			318.0918	63,618.35
	ZARANDA ESTACIONARIA	hm	25.00			31.5213	788.03	14.0095	350.24	4.2060	105.15			49.7368	1,243.42
Total EQUIPO					60,952.32		81,787.53		192,998.67		43,725.65		990.86		380,455.03
	DISEÑO DE MEZCLAS	gbl	250.00							2.0000	500.00			2.0000	500.00
	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL	und	3,500.00	1.0000	3,500.00									1.0000	3,500.00
	SERVICIO DE FLETE CUSCO- TOTORACOCHA	kg	0.15	18,333.3100	2,750.00									18,333.3100	2,750.00
			0.25	18,333.3100	4,583.33									18,333.3100	4,583.33
SUB-CONTRATOS	SERVICIO DE MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO MECANICO CUSCO-TOTORACOCHA	gbl	20,000.00	1.0000	20,000.00									1.0000	20,000.00
	SERVICIO DE PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO	glb	10,500.00	1.0000	10,500.00									1.0000	10,500.00
	SERVICIO DE ROTURA DE BRIQUETAS (INCLUYE TRASLADO A LABORATORIO)	und	35.00							36.0000	1,260.00			36.0000	1,260.00
Total SUB-CONTRATOS					41,333.32						1,760.00				43,093.32
Total General					193,862.53		122,764.57		261,741.52		172,390.06		20,625.76		771,384.44

CRONOGRAMA VALORIZADO DEL PROYECTO

PROYECTO : "DISEÑO DE INGENIERIA DE LA PRESA EN LA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO"
PROPIETARIO : TESISTAS: HECTOR CAHUANA GUILLEN, AJMAR GAMARRA HUALLPA
UBICACION : DPTO: CUSCO PROV: CALCA DIST: LAMAY LOC: MUCHILLAY
FECHA PROYECTO : 5/10/2023

Item	Descripción	Unid.	Cantidad	Precio	Parcial	Mes 1 Del 17/05/2024 Al 31/05/2024	Mes 2 Del 1/06/2024 Al 30/06/2024	Mes 3 Del 1/07/2024 Al 31/07/2024	Mes 4 Del 1/08/2024 Al 31/08/2024	Mes 5 Del 1/09/2024 Al 18/09/2024
1	**PRESA MUCHILLAY**				**771,384.45**	**193,862.54**	**122,764.57**	**261,741.51**	**172,390.06**	**20,625.76**
1.1	**OBRAS PRELIMINARES**				**81,044.70**	**52,212.53**	**17,450.61**	**4,557.58**	**6,317.58**	**506.40**
1.1	CONSTRUCCION DE CAMPAMENTOS VIVIENDAS A PIE DE OBRA	m²	70.00	223.23	15,626.10	15,626.10				
1.1.2	CARTEL DE OBRA DE ADOBE 5.00X3.00M	und	1.00	3,894.81	3,894.81	3,894.81				
1.1.3	CONTROL PLANIMETRICO Y ALTIMETRICO	mes	3.00	5,063.98	15,191.94	1,519.19	4,051.18	4,557.58	4,557.58	506.40
1.1.4	HABILITACION DE CANCHAS DE ALMACENAMIENTO				11,360.32	8,572.43	2,787.89			
1.1.4.1	EXPLANACION DE TERRENO CON EQUIPO	m³	218.75	34.94	7,643.13	7,643.13				
1.1.4.2	DESBROCE CON EQUIPO (LIMPIEZA CAPA SUPERFICIAL DE HASTA 0.25M)	m³	156.25	23.79	3,717.19	929.30	2,787.89			
1.1.5	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS				20,000.00	20,000.00				
1.1.5.1	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS A LA LAGUNA MUCHILLAY	glb	1.00	20,000.00	20,000.00	20,000.00				
1.1.6	DIQUE TEMPORAL				13,211.53	2,600.00	10,611.54			
1.1.6.1	EXCAVACION PLATAFORMA MATERIAL ROCA SUELTA CON EQUIPO	m³	87.00	59.77	5,199.99	2,600.00	2,600.00			
1.1.6.2	CONSTRUCCION TEMPORAL DE DIQUE DE TIERRA H=1.00M	m	58.00	138.13	8,011.54		8,011.54			
1.1.7	CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETO				1,760.00				1,760.00	
1.1.7.1	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO	ens	2.00	250.00	500.00				500.00	
1.1.7.2	CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETO CADA 10M3	ens	36.00	35.00	1,260.00				1,260.00	
1.2	**CONSTRUCCION DE EJE DE PRESA**				**617,650.43**	**94,446.69**	**105,313.96**	**257,183.93**	**142,172.14**	**18,533.72**
1.2.1	EXCAVACION CIMENTACION DE PRESA				83,336.13	70,210.07	13,126.06			
1.2.1.1	EXCAVACION CIMIENTO DE PRESA MATERIAL SUELTO A MANO	m³	297.47	39.71	11,812.53	11,812.53				
1.2.1.2	EXCAVACION CIMENTACION DE MATERIAL SUELTO CON EQUIPO	m³	793.25	9.27	7,353.43	7,353.43				
1.2.1.3	EXCAVACION CIMENTACION EN ROCA SUELTA A MANO	m³	297.47	28.70	8,537.39	8,537.39				
1.2.1.4	EXCAVACION CIMENTACION EN ROCA SUELTA CON EQUIPO	m³	594.94	16.29	9,691.57	9,691.57				
1.2.1.5	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO (HASTA 500M)	m³	2,578.07	17.82	45,941.21	32,815.15	13,126.06			
1.2.2	TERRAPLEN				410,598.25	24,236.62	92,187.90	254,070.33	40,103.40	
1.2.2.1	EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL EN CANTERA	m³	5,420.33	15.65	84,828.16	24,236.62	60,591.54			
1.2.2.2	ZARANDEO, APILADO Y ELIMINACION DE EXCEDENTES EN CANTERA	m³	5,420.33	8.42	45,639.18		31,596.36	14,042.82		
1.2.2.3	CARGUIO DE MATERIAL DE PRESTAMO CON CARGADOR FRONTAL	m³	5,219.58	8.11	42,330.79			42,330.79		

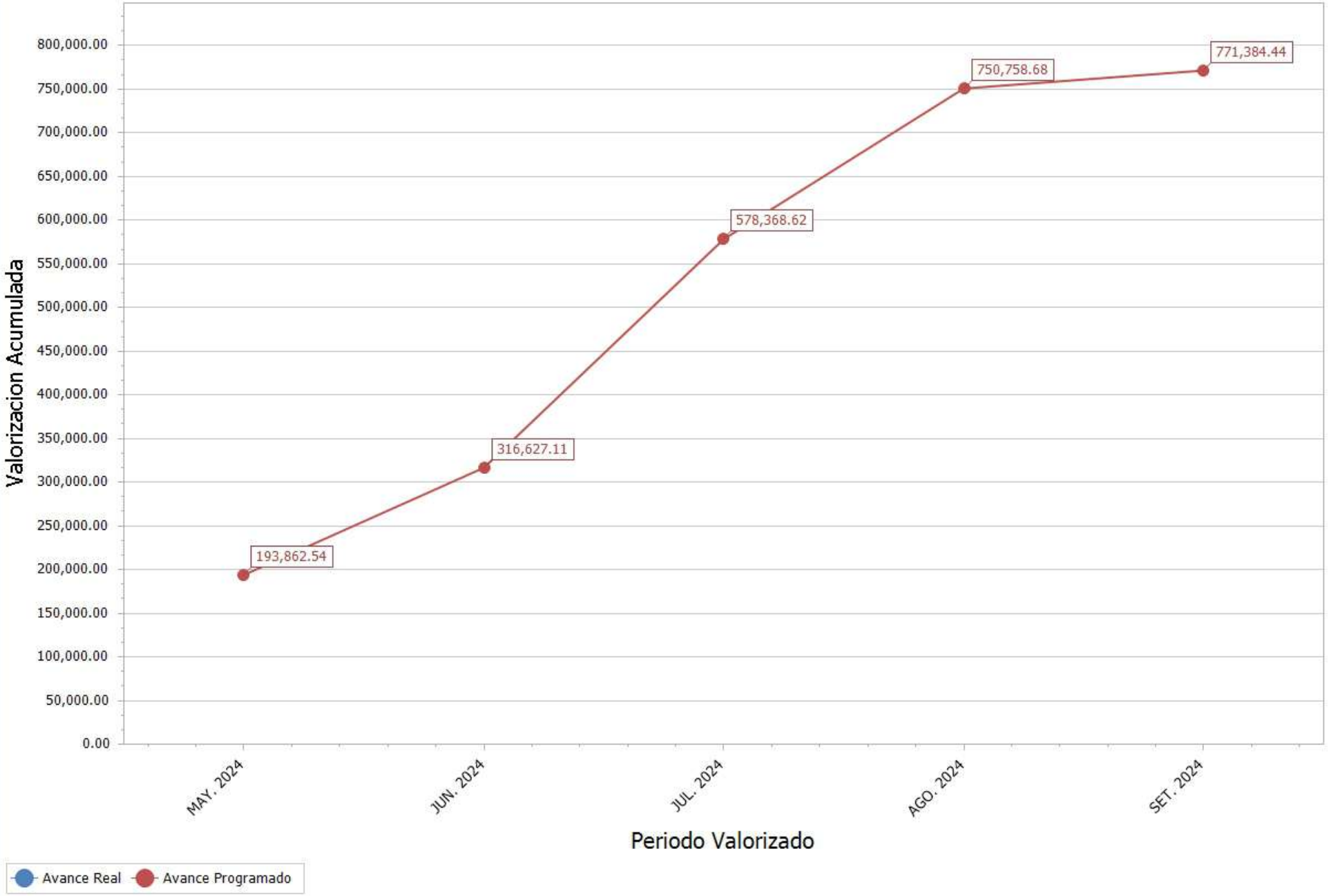
Item	Descripción	Unid.	Cantidad	Precio	Parcial	Mes 1 Del 17/05/2024 Al 31/05/2024	Mes 2 Del 1/06/2024 Al 30/06/2024	Mes 3 Del 1/07/2024 Al 31/07/2024	Mes 4 Del 1/08/2024 Al 31/08/2024	Mes 5 Del 1/09/2024 Al 18/09/2024
1.2.2.4	MEZCLADO DE MATERIAL DE DIFERENTES CANTERAS	m³	5,219.58	8.12	42,382.99			42,382.99		
1.2.2.5	TRANSPORTE DE MATERIAL CON VOLQUETE DE 15 M3-CARGUIO CON EQU	m³	5,219.58	15.67	81,790.82			81,790.82		
1.2.2.6	CONFORMACION Y COMPACTACION DE TERRAPLENES	m³	5,018.83	22.64	113,626.31			73,522.91	40,103.40	
1.2.3	FILTRO Y DRENAJES				13,231.72				13,231.72	
1.2.3.1	EXCAVACION MATERIAL SUELTO A MANO	m³	16.32	41.55	678.10				678.10	
1.2.3.2	MATERIAL DE FILTRO PREPARADO 80%-20%	m³	156.94	8.35	1,310.45				1,310.45	
1.2.3.3	CARGUIO DE MATERIAL DE PRESTAMO CON CARGADOR FRONTAL	m³	141.25	7.93	1,120.11				1,120.11	
1.2.3.4	TRANSPORTE DE MATERIAL CON VOLQUETE DE 15 M3-CARGUIO CON EQU	m³	141.25	15.13	2,137.11				2,137.11	
1.2.3.5	CONFORMACION Y COMPACTADO DE FILTROS	m³	133.40	7.01	935.13				935.13	
1.2.3.6	COMPACTACION MANUAL DE FILTRO EN CAPAS DE 10 CM	m³	133.40	6.84	912.46				912.46	
1.2.3.7	TUBERÍA PERFORADA CORRUGADA PARA DRENAJE 4"	m	20.00	26.17	523.40				523.40	
1.2.3.8	TUBERIA PARA DESAGUE DE DRENAJE PVC SAP 4"	m	16.00	23.54	376.64				376.64	
1.2.3.9	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO EN ZANJAS	m³	4.80	13.58	65.18				65.18	
1.2.3.10	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO (HASTA 500M)	m³	20.40	16.15	329.46				329.46	
1.2.3.11	PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=175 KG/CM2	m²	0.05	516.37	25.82				25.82	
1.2.3.12	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 200 GR/M2	m²	442.00	10.48	4,632.16				4,632.16	
1.2.3.13	SUMINISTRO Y COLOCACION ACCESORIOS DE DRENAJE	glb	1.00	185.70	185.70				185.70	
1.2.4	IMPERMEABILIZACION Y ESTABILIZACION DE TALUDES				97,732.40				79,198.68	18,533.72
1.2.4.1	PERFILADO MANUAL EN TALUD DE PRESA	m²	963.18	6.10	5,875.40				5,875.40	
1.2.4.2	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 200 GR/M2	m²	1,832.05	9.12	16,708.30				16,708.30	
1.2.4.3	IMPERMEABILIZACION CON GEOMEMBRANA HDPE, E=2 MM.	m²	916.03	22.26	20,390.83				20,390.83	
1.2.4.4	EXPLOTACION DE ROCA PARA ESPALDON Y CORONA	m³	522.15	66.35	34,644.65				34,644.65	
1.2.4.5	TRANSPORTE DE ROCA DE CANTERAS A LA PRESA	m³	522.15	24.20	12,636.03				1,579.50	11,056.53
1.2.4.6	ENROCADO CON PIEDRA PESADA	m³	522.15	14.32	7,477.19					7,477.19
1.2.5	CONTROL DE CAMPO				3,609.20			3,113.60	495.60	
1.2.5.1	CONTROL DE COMPACTACION EN CAMPO POR CAPA	und	17.00	82.60	1,404.20			908.60	495.60	
1.2.5.2	CONTROL DE COMPACTACION CADA 2500 M3	und	6.00	245.00	1,470.00			1,470.00		

Item	Descripción	Unid.	Cantidad	Precio	Parcial	Mes 1 Del 17/05/2024 Al 31/05/2024	Mes 2 Del 1/06/2024 Al 30/06/2024	Mes 3 Del 1/07/2024 Al 31/07/2024	Mes 4 Del 1/08/2024 Al 31/08/2024	Mes 5 Del 1/09/2024 Al 18/09/2024
1.2.5.3	CONTROL DE MATERIAL DE CANTERA CADA 5000 M3	und	3.00	245.00	735.00			735.00		
1.2.6	SISTEMA DE CAPTACION Y SALIDA				9,142.73				9,142.73	
1.2.6.1	TOMA DE TUBERIA (ESTRUCTURA DE INGRESO)				1,026.52				1,026.52	
1.2.6.1.1	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTOM A MANO	m³	0.50	38.19	19.10				19.10	
1.2.6.1.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	m²	3.50	48.59	170.07				170.07	
1.2.6.1.3	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	26.21	5.40	141.53				141.53	
1.2.6.1.4	PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=210KG/CM2	m²	0.54	603.86	326.08				326.08	
1.2.6.1.5	REJILLA DE INGRESO SEGUN DISEÑO	und	1.00	369.74	369.74				369.74	
1.2.6.2	TUBERIA DE CONDUCCION				4,523.02				4,523.02	
1.2.6.2.1	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTOM A MANO	m³	3.28	38.19	125.26				125.26	
1.2.6.2.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	m²	4.62	48.59	224.49				224.49	
1.2.6.2.3	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	92.96	5.40	501.98				501.98	
1.2.6.2.4	PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=175KG/CM2	m³	3.78	603.86	2,282.59				2,282.59	
1.2.6.2.5	TUBERIA DE DESCARGA PVC 160 mm ISO 4422 CLASE 5	m	30.00	46.29	1,388.70				1,388.70	
1.2.6.3	CAMARA DE PANTALLA DISIPADORA DE IMPACTO DE AGUA Y CAJA DE VALVULAS				3,593.19				3,593.19	
1.2.6.3.1	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO A MANO	m³	1.22	38.19	46.59				46.59	
1.2.6.3.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	m²	10.11	48.59	491.24				491.24	
1.2.6.3.3	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	54.06	5.40	291.92				291.92	
1.2.6.3.4	PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=210KG/CM2	m³	1.08	603.86	652.17				652.17	
1.2.6.3.5	VALVULA COMPUERTA DE 160 MM pn 10	und	1.00	1,616.16	1,616.16				1,616.16	
1.2.6.3.6	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLANCHA METALICA PARA PANTALLA DISIPADORA	und	1.00	266.07	266.07				266.07	
1.2.6.3.7	TAPA METALICA 0.80 X 0.80	und	1.00	229.04	229.04				229.04	
1.3	**SISTEMA DE CONTROL DE EXCEDENCIAS**				**20,132.73**				**20,132.73**	
1.3.1	VERTEDERO CANALES Y TRANSICION				7,417.21				7,417.21	
1.3.1.1	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO A MANO	m³	35.12	43.35	1,522.45				1,522.45	
1.3.1.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	m²	29.82	90.02	2,684.40				2,684.40	
1.3.1.3	PREPARACION Y VACEADO C°S° F`c=140 KG/CM2.+30%	m³	7.36	436.19	3,210.36				3,210.36	
1.3.2	CANAL RAPIDA				10,176.92				10,176.92	
1.3.2.1	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTOM A MANO	m³	9.60	38.19	366.62				366.62	
1.3.2.2	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	319.33	5.40	1,724.38				1,724.38	
1.3.2.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	m²	56.90	48.59	2,764.77				2,764.77	

Item	Descripción	Unid.	Cantidad	Precio	Parcial	Mes 1 Del 17/05/2024 Al 31/05/2024	Mes 2 Del 1/06/2024 Al 30/06/2024	Mes 3 Del 1/07/2024 Al 31/07/2024	Mes 4 Del 1/08/2024 Al 31/08/2024	Mes 5 Del 1/09/2024 Al 18/09/2024
1.3.2.4	PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=175 KG/CM2	m³	10.02	516.37	5,174.03				5,174.03	
1.3.2.5	JUNTA CON WATER STOP E=6"	m	8.00	18.39	147.12				147.12	
1.3.3	POZA DISIPADORA				2,538.60				2,538.60	
1.3.3.1	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO A MANO	m³	2.88	38.19	109.99				109.99	
1.3.3.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	m²	20.18	48.59	980.55				980.55	
1.3.3.3	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	64.48	5.40	348.19				348.19	
1.3.3.4	PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=175 KG/CM2	m²	2.13	516.37	1,099.87				1,099.87	
1.4	**FLETE**				**7,333.33**	**7,333.33**				
1.4.1	FLETE TERRESTRE CUSCO - LAMAY	kgr	18,333.31	0.15	2,750.00	2,750.00				
1.4.2	FLETE TERRESTRE LAMAY - MUCHILLAY	kgr	18,333.31	0.25	4,583.33	4,583.33				
1.5	**ACCIONES COMPLEMENTARIAS**				**39,870.00**	**39,870.00**				
1.5.1	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				3,500.00	3,500.00				
1.5.1.1	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL	glb	1.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00				
1.5.2	SEGURIDAD Y SALUD				25,870.00	25,870.00				
1.5.2.1	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA	glb	1.00	25,870.00	25,870.00	25,870.00				
1.5.3	PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO				10,500.00	10,500.00				
1.5.3.1	SERVICIO DE PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO	glb	1.00	10,500.00	10,500.00	10,500.00				
1.6	**MONITOREO DE PRESAS**				**5,353.26**				**3,767.61**	**1,585.65**
1.6.1	INSTALACION DE BMS DE CONTROL				1,585.65					1,585.65
1.6.1.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE BMS DE CONTROL	glb	15.00	105.71	1,585.65					1,585.65
1.6.2	COLOCACION DE LIMNIMETRO				3,767.61				3,767.61	
1.6.2.1	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE	m²	9.00	90.90	818.10				818.10	
1.6.2.2	PREPARACION Y VACIADO DE C°S°F´C=140KG/CM2+50%PG	m³	1.00	477.23	477.23				477.23	
1.6.2.3	LIMNIMETRO METALICO GRADUADO PARA PRESA	und	2.00	1,236.14	2,472.28				2,472.28	
	Costo directo:				771,384.45	193,862.54	122,764.57	261,741.51	172,390.06	20,625.76

	Porcentaje de avance por Día					25.13%	15.91%	33.93%	22.35%	2.68%
	Porcentaje de avance acumulado					25.13%	41.04%	74.97%	97.32%	100.00%

Avance Real vs. Avance Programado



CAPITULO IX: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

PRESA DE TIERRA MUCHILLAY

GENERALIDADES

Este documento técnico ha sido elaborado teniendo en consideración los siguientes criterios:

A. Consideraciones Generales

Conllevan a tomar y asumir criterios dirigidos al aspecto netamente constructivo al nivel de indicación, materiales y metodología de dosificación, procedimientos constructivos y otros, los cuales por su carácter general capacita el documento a constituirse como auxiliar técnico en el proceso de construcción.

B. Consideraciones Particulares

Como su nombre lo indica, incluyen la gama de variaciones en cuanto a tratamiento y aplicación de las partidas, por su naturaleza son susceptibles a cambios debido a que:

1. El nivel estratigráfico y las distintas variaciones del mismo de acuerdo a una localización geográfica determinada, sugieren técnicas diversas en cuanto al tratamiento de la cimentación que el proyectista tendrá que definir de acuerdo al estudio de suelos.

2. El clima y las variaciones atmosféricas inciden notablemente en el comportamiento de los materiales encauzando a un tratamiento especial en cuanto al proceso constructivo y dosificaciones en sí.

ALCANCES DE LAS ESPECIFICACIONES

Las especificaciones tienen un carácter general y donde sus términos no lo precisen, el residente tiene autoridad en la obra respecto a los procedimientos, calidad de los materiales y método de trabajo.

Todos los trabajos sin excepción se desenvolverán dentro de las mejores prácticas constructivas a fin de asegurar su correcta ejecución y estarán sujetos

a la aprobación y plena satisfacción del Supervisor.

VALIDEZ DE ESPECIFICACIONES, PLANOS Y METRADOS

En caso de existir divergencia entre los documentos del proyecto, los planos tienen primacía sobre las Especificaciones Técnicas.

Los metrados son referenciales y complementarios y la omisión parcial o total de una partida no dispensará al Residente de su ejecución, si está prevista en los planos y/o especificaciones técnicas.

CONSULTAS

Todas las consultas relativas a la construcción serán efectuadas por el residente, quien de considerarlo necesario podrá solicitar el apoyo de los proyectistas.

Cuando en los planos y/o especificaciones técnicas se indique: “igual o similar”, solo el residente decidirá sobre la igualdad o semejanza.

MATERIALES

Todos los materiales a usarse serán de reconocida calidad, debiendo cumplir con todos los requerimientos indicados en las presentes especificaciones técnicas. Se deberá respetar todas las indicaciones en cuanto a la forma de emplearse, almacenamiento y protección de los mismos.

Los materiales que vinieran envasados, deberán entrar en la obra en sus recipientes originales, intactos y debidamente sellados.

El ensayo de materiales, pruebas, así como los muestreos se llevarán a cabo por cuenta del ejecutor, en la forma que se especifiquen y cuantas veces lo solicite oportunamente el Supervisor.

Además, el Residente tomará especial previsión en lo referente al aprovisionamiento de materiales nacionales o importados, sus dificultades no podrán excusarlo del incumplimiento de su programación, se admitirán cambios en las especificaciones siempre y cuando se cuente con la aprobación previa del Supervisor.

El almacenamiento de los materiales debe hacerse de tal manera que este proceso no desmejore las propiedades de estos, ubicándolos en lugares

adecuados, tanto para su descarga, protección, así como para su despacho.

El Supervisor está autorizado a rechazar el empleo de materiales, pruebas, análisis o ensayos que no cumplan con las normas mencionadas o con las especificaciones técnicas.

Cuando exista duda sobre la calidad, características o propiedades de algún material, el Supervisor podrá solicitar muestras, análisis, pruebas o ensayos del material que crea conveniente, el que previa aprobación podrá usarse en la obra. El costo de estos análisis, pruebas o ensayos serán por cuenta del ejecutor.

PROGRAMACIÓN DE LOS TRABAJOS

El Residente, de acuerdo al estudio de los planos y documentos del proyecto programará su trabajo de obra en forma tal que su avance sea sistemático y pueda lograr su terminación en forma ordenada, armónica y en el tiempo previsto. Si existiera incompatibilidad en los planos de las diferentes especialidades, el Residente deberá hacer de conocimiento por escrito al Supervisor, con la debida anticipación y éste deberá resolver sobre el particular a la brevedad.

El Residente deberá hacer cumplir las normas de seguridad vigentes, siendo el ejecutor responsable de cualquier daño material o personal que ocasione la ejecución de la obra.

SUPERVISIÓN DE OBRA

El Municipio Distrital de Lamay el ejecutor de obra, contratará a un Ingeniero Civil de amplia experiencia en obras de esta naturaleza y profesionalmente calificado, quien los representará en obra, el cual velará por el cumplimiento de una buena práctica de los procesos constructivos, reglamentos y correcta aplicación de las normas establecidas.

PERSONAL DE OBRA

El ejecutor de la obra deberá presentar al Supervisor la relación del personal, incluyendo al Residente, así mismo puede sustituir al personal que a su juicio o que en el transcurso de la obra demuestren ineptitud en el cargo encomendado.

EQUIPO DE OBRA

El equipo a utilizar en la obra, estará en proporción a la magnitud de la obra y debe ser el suficiente para que la obra no sufra retrasos en su ejecución. Comprende la maquinaria necesaria para la obra, así como el equipo auxiliar.

GUARDIANÍA DE OBRA

La obra en ejecución contará con una guardianía durante las 24 horas del día, siendo su responsabilidad el cuidado de los materiales, equipos, herramientas y muebles que están en obra.

LIMPIEZA FINAL

Al terminar los trabajos y antes de entregar la obra, se procederá a la demolición de las obras provisionales, eliminando cualquier área deteriorada por él, dejándola limpia y conforme a los planos.

ENTREGA DE LA OBRA

Al terminar la obra, se hará entrega de la misma a la Municipalidad Distrital de Lamay, designándose una Comisión de Recepción para tal efecto.

Previamente a la inspección, hará una revisión final de todos los componentes del proyecto y establecerá su conformidad, haciéndola conocer por escrito a la Municipalidad.

Se levantará un acta donde se establezca la conformidad con la obra o se establezcan los defectos observados.

1.0 OBRAS PRELIMINARES

1.1 OBRAS PRELIMINARES

1.1.1 CONSTRUCCIÓN DE CAMPAMENTOS Y VIVIENDA EN OBRA m2

Descripción

Comprende la construcción de ambientes de carácter temporal, para la construcción de la presa Muchillay, en un área cercana donde se ubicará el almacén, oficinas, dormitorios, comedor, cocina, guardianía, Estará ubicado en la parte de más fácil acceso a la trocha carrozable y a la obra, para el almacenamiento y custodia temporal, de materiales, herramientas y equipos menores, y facilitar su traslado a obra cuando se requiera.

Materiales a utilizar

Básicamente se utilizará paredes de calaminas, vigas de madera, clavos, calaminas, pisos de tierra, puertas de madera y calamina.

Modo de ejecución de la partida

En la construcción, se utilizará para las paredes de calamina madera rolliza, calamina sobre bastidores de madera corriente para el techo, madera para las puertas y pintado de protección de los materiales.

Controles

Debe verificarse la perfecta trabazón entre los extremos de los palos rollizos, de los entramados de madera corriente y de las planchas de calamina, de modo de comprobar principalmente la impermeabilidad de los techos que deben tener la pendiente adecuada para permitir el libre escurrimiento de las aguas de lluvia, así como su resistencia a la acción de vientos fuertes.

Aceptación de trabajos

Una vez comprobada la impermeabilidad de la obra y la buena unión entre los elementos calamina-madera, la supervisión aceptará dichos trabajos como concluidos.

Medición y forma de valorización

La forma de valorizar el trabajo efectuado será por METRO CUADRADO de área

techada ejecutada y de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico Aprobado, y según el metrado especificado del expediente técnico, considerando que ha de haber un total de 5 traslados.

1.1.2 CARTEL DE OBRA DE ADOBE 5.00 X 3.00M. und.

Descripción

Se fabricará y colocará un cartel de obra de las siguientes dimensiones: 5 x 3 m con las características del modelo que se adjunta. Este cartel se ejecutará de material de adobe revestido o frotachado con cemento hasta que quede una superficie lisa como para poder dibujar los detalles con grafico alusivo con datos de la obra a realizarse por lo que se indicará claramente el nombre del proyecto, el tiempo de duración de la obra, el monto de financiamiento, el nombre de la entidad ejecutora, el nombre de la entidad ejecutora (residente de obra) y de la supervisión.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar la ejecución de la partida será por UNIDAD, según las dimensiones establecidas en el presupuesto.

1.1.3 CONTROL PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO. Mes.

Descripción

Comprende el control topográfico de nivelación de las capas de compactación de 0.30 m cada una, desde la base de la cimentación excavada, hasta la coronación de la presa, asimismo el replanteo de los planos de las diferentes partes de la presa incluyendo las obras conexas y de arte de la Presa en el terreno, fijando los ejes de referencia y las estacas de nivelación. Los ejes deberán ser determinados preferentemente con los BMs. de referencia fijadas en el terreno, durante la ejecución de la obra.

Modo de ejecución de la partida

Se deberá de hacer el replanteo planimétrico y altimétrico del eje principal de las obras, así como de los demás compartimientos de la presa con teodolito y nivel,

antes del inicio de las excavaciones, y durante la ejecución de la obra, debiendo verificarse dicho replanteo con puntos de referencia dejados sobre hitos de concreto, con pintura visible, indicándose las cotas y señales correspondientes.

Controles

Después de la excavación de la cimentación, el Residente deberá de verificar permanentemente dichos trabajos tanto planimétrico como altimétrico, para tener un perfil real del terreno.

Aceptación de trabajos

Los trabajos serán aceptados por la supervisión, cuando se verifique el correcto replanteo de todos las partes de la presa, obras conexas y de arte, caso contrario se deberá volver a realizar dicho trabajo.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar la ejecución de la partida es por día de trabajo del topógrafo y sus ayudantes, de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado.

1.1.4 HABILITACIÓN DE CANCHA DE ALMACENAMIENTO

1.1.4.1 EXPLANACIÓN DE TERRENO CON EQUIPO m3

Descripción de la partida

Se refiere a la construcción de la cancha de almacenamiento, para lo cual se deberá efectuar trabajos de corte y relleno para construir una explanada suficientemente grande como para realizar la acumulación y preparación de los materiales de construcción de la obra. El Ing. Residente deberá evaluar y aprobar la ubicación, extensiones, y demás características de este trabajo, el mismo que deberá ser aprobado por la supervisión.

Modo de ejecución de la partida

Trabajos de corte y relleno con maquinaria pesada, para la construcción de una cancha de almacenamiento de materiales.

Equipos a utilizar en la partida

Se empleará maquinaria pesada, como tractor sobre orugas o una excavadora, debiendo el Ing. Residente, evaluar la funcionabilidad y operatividad de los mismos para este tipo de trabajo, y poner los más adecuados.

Aceptación de los trabajos

La supervisión debe comprobar in situ la ejecución de la referida construcción de cancha para almacenamiento de materiales para la obra. De acuerdo a lo previsto y según las condiciones requeridas por la obra, luego del cual procederá a aceptar dichos trabajos.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar la partida será por METRO CUBICO de explanación ejecutado y de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado por la institución y según el metrado especificado.

1.4.1.2 DESBROCE CON EQUIPO (LIMPIEZA CAPA SUPERFICIAL DE HASTA 0.25M) m3

Descripción de la partida

Se refiere a los trabajos de desbroce de los materiales de cantera para lo que se debe efectuar trabajos de corte y relleno para construir una explanada suficientemente grande como para realizar la acumulación y preparación de los materiales de construcción de la obra. El Ing. Residente deberá evaluar y aprobar la ubicación, extensiones, y demás características de este trabajo, el mismo que deberá ser aprobado por la supervisión.

Modo de ejecución de la partida

Trabajos de desbroce con maquinaria pesada, de la cantera.

Equipos a utilizar en la partida

Se empleará maquinaria pesada, como tractor sobre orugas o una excavadora, debiendo el Ing. Residente, evaluar la funcionabilidad y operatividad de los mismos para este tipo de trabajo, y poner los más adecuados.

Aceptación de los trabajos

La supervisión debe comprobar in situ la ejecución de los referidos trabajos de desbroce de canteras para almacenamiento de materiales para la obra. De

acuerdo a lo previsto y según las condiciones requeridas por la obra, luego del cual procederá a aceptar dichos trabajos.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar la partida será por METRO CUBICO de desbroce ejecutado y de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado por la institución y según el metrado especificado.

1.1.5 MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO

1.1.5.1 MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO A LA PRESA MUCHILLAY Glb.

Descripción

Consiste en el transporte de ida y vuelta de todas las maquinarias, equipos, campamentos, herramientas, combustibles, alimentos, etc. que se van a necesitar para la ejecución de la obra y cuyo transporte tiene su costo correspondiente.

Materiales, equipos y herramientas a utilizar en la partida

Equipos de transporte como plataformas, camiones, camionetas, tanque cisterna, etc.

Modo de ejecución de la partida

Es necesario transportar de Cusco hasta Muchillay toda la maquinaria, equipo, herramientas, etc. Tanto de ida como de regreso.

Controles

Se llevará control de las acciones de transporte de equipos, maquinaria, herramientas, etc. tanto de ida como de vuelta de la obra.

Aceptación de los trabajos

Una vez comprobada la óptima culminación de estas actividades, se dará por aprobada la partida ejecutada.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar la partida será en global de acuerdo al monto especificado en el Expediente Técnico aprobado por la institución.

1.1.6 DIQUE TEMPORAL

1.1.6.1 EXCAVACIÓN PLATAFORMA MATERIAL ROCA SUELTA CON EQUIPO m3

Naturaleza de los trabajos

Se refiere a los trabajos de excavación a realizar para la construcción del dique de tierra temporal, aguas arriba de la presa, para poder construir el terraplén de seguridad, descrita en la partida anterior. Debiendo tenerse cuidado de evitar que los flujos de lodo existentes en esta laguna (al bajar el nivel del terreno natural actual al realizar los trabajos de excavación de la cimentación), fluyan masivamente hacia aguas abajo, inundando la zona de desbroce e impidiendo la mayor profundización de dicha cimentación.

Equipos a utilizar en la partida

Los equipos que se debe utilizar son, tractor de 140 HP o excavadora, debiendo el Ing. Residente, evaluar la funcionabilidad y operatividad de los mismos para este tipo de trabajo, y poner los más adecuados.

Modo de ejecución de la partida

Los trabajos mencionados se ejecutarán utilizando equipo y maquinaria pesada, tales como tractor o excavadora. La utilización de los referidos equipos se hará bajo la supervisión permanente del Ing. Residente y técnicos controladores, sin descuidar ni un momento su control y supervisión.

Controles

Se constatará que la ejecución de las excavaciones para la construcción del dique de tierra temporal, no represente peligro alguno para los trabajadores y equipo de obra. El Ing. Residente deberá poner la máxima atención a los referidos trabajos, bajo responsabilidad.

Aceptación de los trabajos

La supervisión debe comprobar in situ la ejecución de las referidas excavaciones,

para el dique temporal, de acuerdo a lo previsto y según las condiciones requeridas por la obra, luego del cual procederá a aceptar dichos trabajos, así mismo deberá estar permanentemente presente en obra, durante los referidos trabajos.

Medición y forma de valorización.

La forma de medir y valorizar la partida será por METRO CUBICO de excavación ejecutado y de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado por la institución y según el metrado especificado.

1.16.2 CONSTRUCCIÓN TEMPORAL DE DIQUE DE TIERRA H=1.00M m.

Naturaleza de los trabajos

Se refiere a los trabajos a realizar para suspender temporalmente el flujo de agua actual que hay en la laguna con la finalidad de evitar que continúe el ingreso de mayores cantidades de agua a la zona de los trabajos.

Modo de ejecución de la partida

Si las condiciones geomorfológicas y geotécnicas del terreno se prestaran, para el caso, se construirá el terraplén de seguridad aguas arriba de la presa, con la finalidad de evitar mayores inundaciones a la cimentación en excavación. Caso contrario solamente se dejará fluir el lodo proveniente de la laguna por el cauce en desbroce hasta que de por si se estabilice el talud del lago.

Los trabajos mencionados se ejecutarán utilizando equipo y maquinaria pesada, tales como tractor, cargador frontal, volquetes y retroexcavadora. La utilización de los referidos equipos se hará bajo la supervisión permanente del Ing. Residente, y técnicos controladores, sin descuidar ni un momento su control.

Materiales a utilizar en la partida

Los materiales glaciofluviales y morrénicos existentes en las zonas de canteras.

Herramientas

Como herramientas se utilizarán picos, palas.

Controles

Se constatará que la ejecución del dique de tierra temporal, no represente peligro alguno para los trabajadores y equipo de obra. El Ing. Residente deberá poner la máxima atención a los referidos trabajos, bajo responsabilidad.

Aceptación de los trabajos

La supervisión debe comprobar in situ la ejecución del dique temporal, de acuerdo a lo previsto y según las condiciones requeridas por la obra, luego del cual procederá a aceptar dichos trabajos, así mismo deberá estar permanentemente presente en obra, durante los referidos trabajos.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar la partida será por METRO LINEAL de construcción del dique temporal ejecutado y de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado por la institución y según el metrado especificado.

1.1.7 CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETO

1.1.7.1 DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

Estas pruebas de calidad se ejecutarán según las normas de edificaciones y de calidad según canal o procedimientos técnicos de ingeniería.

1.1.7.2 CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETO CADA 10 M3 Ens.

Descripción

Se refiere a los trabajos que son necesarios realizar, con el fin de controlar y verificar la calidad del concreto en obra, según las dosificaciones que apruebe el Supervisor de Obra y de acuerdo con el respectivo diseño de mezclas. En todos los casos la resistencia mínima a la compresión requerida es a los 28 días.

Materiales y herramientas a utilizar

Se utilizarán moldes cilíndricos reutilizables, de 150 mm de diámetro por 300 mm de altura de acuerdo a la especificación ASTM C - 470 “Molds For Forming Concrete Test Cyllinders Vertically”.

La varilla compactadora puede ser de 5/8” (16 mm) de diámetro y 24” (600 mm) de longitud o de 3/8” (10 mm) y 12” (300 mm) de longitud. Cono para el medir el asentamiento (Slump)

Modo de ejecución de la partida

Comprende la preparación y obtención de las muestras de concreto (3 und) y la rotura de las briquetas de acuerdo con las normas y especificaciones MTC E702-1999 Y NTP 339.033; y de acuerdo con las disposiciones generales numeral 16.00 de este documento de especificaciones.

Controles

Se verificará la tolerancia en la medida del diámetro, que debe ser de ± 2,0 mm y en la altura de ± 6,00 mm. Asimismo se verificará que las superficies sean lisas y las caras inferior y superior paralelas. Antes de ser remitido para su rotura, se verificará que tengan pintado como mínimo, la siguiente información: Código correlativo de la briqueta, nombre del proyecto, fecha de moldeo y frente de trabajo con indicación de la progresiva respectiva. Se verificará que el envío sea en cajas de madera adecuadamente protegidas, de tal forma que en el transporte no se dañen.

Aceptación de trabajos

Se aceptará únicamente para su valorización, las briquetas que cumplan con lo indicado anteriormente.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar la partida será por ENSAYO de 3 briquetas, de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado y según la cantidad especificada.

1.2 CONSTRUCCIÓN DE EJE DE PRESA

1.2.1 EXCAVACIÓN CIMENTACIÓN DE PRESA

1.2.1.1 EXCAVACIÓN CIMIENTO DE PRESA MATERIAL SUELTO A MANO m3

Descripción

Se refiere a los trabajos de excavación a mano por realizar en el área de la cimentación de la presa, hasta alcanzar la profundidad especificada en los planos, en los lugares donde por razones de espacio y pendientes no pueda ingresar el equipo pesado, como son los estribos derecho e izquierdo, parte alta hasta la altura de la coronación, donde solo se desbrozará de 0,80 a 1,0 m de espesor.

Modo de ejecución de la partida

Los trabajaos de desbroce en la zona de los estribos se efectuarán a mano, utilizando personal obrero.

Equipos a utilizar en la partida

Las herramientas que se deben utilizar en esta partida son picos, palas, barretas carretillas.

Controles

Se constatará que la ejecución de las excavaciones en la cimentación de la presa, no representen peligro alguno para los trabajadores y equipo de obra. El Ing. Residente deberá poner la máxima atención a los referidos trabajos, bajo responsabilidad.

Aceptación de los trabajos

La supervisión debe comprobar in situ la ejecución de las referidas excavaciones de la cimentación de la presa, de acuerdo a lo previsto y según las condiciones requeridas por la obra, luego del cual procederá a aceptar dichos trabajos, asimismo deberán estar permanentemente presente en obra, durante los referidos trabajos.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar la partida será por METRO CUBICO de excavación ejecutado y de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado por la institución y según el metrado especificado.

~~1.2.1.2~~ EXCAVACIÓN CIMENTACIÓN DE MATERIAL SUELTO CON EQUIPO m3

Descripción

Se refiere a los trabajos de excavación a realizar en el área de la cimentación de la presa Muchillay hasta alcanzar la profundidad especificada en los planos, es decir de 2 a 4 m en la zona del cauce del río y de 1 a 2 m. en la zona de los taludes izquierdo y derecho. Debiendo tenerse cuidado de evitar que los flujos de lodo existentes en esta laguna (al bajar el nivel del terreno natural actual al realizar los trabajos de excavación de la cimentación), fluyan masivamente hacia aguas abajo, inundando la zona de desbroce e impidiendo la mayor profundización de dicha cimentación.

Modo de ejecución de la partida

Si las condiciones geomorfológicas y geotécnicas del terreno se prestaran, para el caso, se llevará a cabo esta partida de la forma como se indica, caso contrario será suspendida. Debiendo el Ing. Residente optar por otro sistema de excavación. Deberá tenerse cuidado de que se presenten flujos de lodo que pongan en peligro la integridad de los trabajadores y de la maquinaria pesada, con una supervisión estricta de los trabajos de excavación por parte del Ing. Residente y personal técnico de la obra.

Equipos a utilizar en la partida

Los equipos que se debe utilizar son, excavadora de 200 HP o dragalina, debiendo el Ing. Residente, evaluar la funcionabilidad y operatividad de los mismos para este tipo de trabajo, y poner los más adecuados y retirando la inadecuada. Se debe tener en cuenta la versatilidad de las dragalinas, las mismas que estacionándose a un costado del cauce del río en terreno firme, pueden efectuar el retiro del lodo que fluye por el cauce, sin ingresar a este.

Controles

Se constatará que la ejecución de las excavaciones en la cimentación de la presa, no representen peligro alguno para los trabajadores y equipo de obra. El Ing. Residente deberá poner la máxima atención a los referidos trabajos, bajo responsabilidad.

Aceptación de los trabajos

La supervisión debe comprobar in situ la ejecución de las referidas excavaciones

de la cimentación de la presa, de acuerdo a lo previsto y según las condiciones requeridas por la obra, luego del cual procederá a aceptar dichos trabajos, asimismo deberán estar permanentemente presente en obra, durante los referidos trabajos.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar la partida será por METRO CUBICO de excavación ejecutado y de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado por la institución y según el metrado especificado.

1.2.1.3 EXCAVACIÓN CIMENTACIÓN EN ROCA SUELTA A MANO m3

Descripción

Se refiere a los trabajos de excavación en roca suelta a mano, por realizar en el área de la cimentación de la presa, hasta alcanzar la profundidad especificada en los planos, en los lugares donde por razones de espacio y pendientes no pueda ingresar el equipo pesado, como son los estribos derecho e izquierdo, parte alta hasta la altura de la coronación.

Modo de ejecución de la partida

Los trabajos de desbroce en la zona de los estribos se efectuarán a mano, utilizando personal obrero y equipo compresora. En los casos que se requiera se hará uso de explosivos, según se tenga roca de gran tamaño.

Equipos a utilizar en la partida

Se utilizará compresora de 100 HP, y herramientas como picos, palas, barretas carretillas.

Controles

Se constatará que la ejecución de las excavaciones en la cimentación de la presa, no representen peligro alguno para los trabajadores y equipo de obra. El Ing. Residente deberá poner la máxima atención a los referidos trabajos, bajo responsabilidad.

Aceptación de los trabajos

La supervisión debe comprobar in situ la ejecución de las referidas excavaciones de la cimentación de la presa, de acuerdo a lo previsto y según las condiciones

requeridas por la obra, luego del cual procederá a aceptar dichos trabajos, asimismo deberán estar permanentemente presente en obra, durante los referidos trabajos.

Medición y forma de Valorización

La forma de medir y valorizar la partida será por METRO CUBICO de excavación ejecutado y de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado por la institución y según el metrado especificado.

1.2.1.4 EXCAVACIÓN CIMENTACIÓN EN ROCA SUELTA CON EQUIPO m3

Descripción

Se refiere a los trabajos de excavación en roca suelta con equipo, por realizar en el área de la cimentación de la presa, hasta alcanzar la profundidad especificada en los planos, en los lugares donde por razones de espacio y pendientes no pueda ingresar el equipo pesado, como son los estribos derecho e izquierdo, parte alta hasta la altura de la coronación. El Ing. Residente se encontrará en forma permanente en obra para la ejecución de esta partida, ejerciendo una observación minuciosa de la forma de ejecutar esta partida.

Modo de ejecución de la partida

Los trabajaos de desbroce en la zona de los estribos se efectuarán con equipo, cuando no se puedan ejecutar a mano, utilizando personal obrero, equipo necesario como compresora.

Equipos y materiales a utilizar en la partida

Los equipos a utilizar son: excavadora de 200 H, compresora de dos martillos de 100 HP, y explosivos para la disgregación de las rocas. Las herramientas que se deben utilizar complementariamente en esta partida son picos, palas, barretas, carretillas y otros necesarios.

Controles

Se constatará que la ejecución de las excavaciones en la cimentación de la presa, no representen peligro alguno para los trabajadores y equipo de obra. El Ing. Residente deberá poner la máxima atención a los referidos trabajos, bajo responsabilidad.

Aceptación de los trabajos

La supervisión debe comprobar in situ la ejecución de las referidas excavaciones de la cimentación de la presa, de acuerdo a lo previsto y según las condiciones requeridas por la obra, luego del cual procederá a aceptar dichos trabajos, así mismo deberá estar permanentemente presente en obra, durante los referidos trabajos.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar la partida será por METRO CUBICO de excavación ejecutado y de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado por la institución y según el metrado especificado.

12.15 ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO (HASTA 500M)

Descripción

Se refiere a la evacuación de los materiales extraídos procedentes de la excavación de la cimentación de la presa, hacia lugares que no interfieran con las obras, ni provoquen otro tipo de acumulaciones inconvenientes en la zona de obra y fuera de ella, los cuales se muestran en el plano denominado “Ubicación de Canteras y zonas de eliminación de desmonte”

Equipos y/o herramientas

Como herramientas se utilizarán picos, palas, buggies, etc. Como equipos se utilizarán volquetes de 10 m3, cargador frontal 140 HP, excavadora de 200 HP, y otros que el Ing. Residente considere necesarios para realizar esta partida.

Modo de ejecución de la partida

La evacuación de los escombros y lodos será hacia lugares lejanos a la presa donde no vaya a interferir con el movimiento de maquinaria, caminos de acceso y no origine aspectos contraproducentes con la protección del medio ambiental, contaminación, etc. El Ing. Residente y Supervisión trataran coordinadamente de estos aspectos en la obra.

Controles

Se verificarán los volúmenes transportados o evacuados y los lugares de

botaderos.

Aceptación

Se verificarán las dimensiones y calidad de ejecución de las mismas, luego del cual la supervisión procederá a aceptar dichas obras.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar el trabajo efectuado será por METRO CUBICO de evacuación de escombros y lodos a lugares apropiados de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado y según el metrado especificado en dicho expediente.

1.2.2 TERRAPLÉN

1221 EXTRACCIÓN Y APILAMIENTO DE MATERIAL EN CANTERA m3

Descripción

Consiste en los trabajos de canteras, donde se efectuará el desbroce de los materiales de recubrimiento, luego la extracción de los materiales requeridos para la conformación y compactación del terraplén del cuerpo de la presa. Luego dichos materiales deben apilarse y prepararse de acuerdo a las especificaciones del tipo de material a utilizarse, para cumplir con la granulometría especificada. El Ing. Residente deberá realizar el control minucioso de las características geotécnicas del material apilado y preparado.

Equipos y/o herramientas

El equipo a utilizar, en esta partida será tractor de oruga de 200 HP, y otras herramientas pertinentes.

Modo de ejecución de la partida

Debe ejecutarse primeramente el desbroce del material de recubrimiento, del terreno con materia orgánica y otras impurezas las mismas que deben separarse del resto. Luego debe explotarse el material bueno para el compactado del terraplén y apilarse en la cancha de almacenamiento, deben realizarse pruebas de laboratorio de control de la calidad.

Controles

Estos trabajos deben ser estrictamente controlados por el Ing. Supervisor, quien debe estar presente en la obra en todo momento de la realización de estos trabajos, y debe dar el visto bueno después de certificar efectivamente la buena calidad del material.

Aceptación

Se verificará la calidad de eriales extraídos de canteras y apilados en la cancha de almacenamiento, luego de lo cual la supervisión procederá a aceptar dichas obras.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar el trabajo efectuado será por METRO CUBICO de extracción y apilado del material a compactar en el terraplén de la presa.

1222 ZARANDEO, APILADO Y ELIMINACION DE EXCEDENTES EN CANTERA m3.

Descripción

Consiste en someter a los materiales extraídos de las canteras a un mezclado y zarandeado con la finalidad de cumplir con las especificaciones de los materiales que deben extenderse en terraplén del cuerpo de la presa, el zarandeado debe efectuarse en los materiales que no cumplan con los requisitos de granulometría.

Equipos y/o herramientas

Los equipos requeridos para realizar esta partida son cargador frontal, zarandas graduadas, tractor y otros según sea el caso.

Modo de ejecución de la partida

El cargador frontal debe levantar los materiales y echarlos sobre las zarandas luego los materiales que sobran deben ser retirados, y los de utilidad deben ser apilados en la cancha.

Controles

Estos trabajos deben ser estrictamente controlados por el Ing. Supervisor, quien debe estar presente en la obra en todo momento de la realización de los mismos, y debe dar el visto bueno después de certificar efectivamente la buena calidad

del material.

Aceptación

Se verificará la calidad de los materiales extraídos de canteras, zarandeados y apilados en la cancha de almacenamiento. Luego de lo cual la supervisión procederá a aceptar dichas obras.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar el trabajo efectuado será por METRO CUBICO de zarandeo de materiales de canteras, de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado y según el metrado especificado en dicho expediente.

1223 CARGUÍO DE MATERIAL DE PRÉSTAMO CON CARGADOR FRONTAL m3

Descripción

Consiste en el carguío con cargador frontal hacia los volquetes de los materiales preparados en la cancha de almacenamiento para cuyo efecto deben estar listos dichos materiales.

Equipos y/o herramientas

Los equipos necesarios para la realización de esta partida son cargador frontal de 140 HP y volquetes, así como otras herramientas como palas y picos.

Modo de ejecución de la partida

El cargador frontal debe moverse para cargar el material al volquete, procurando que el tiempo por carguío, descargue y por efecto de la maniobra sea el mínimo posible.

Controles

Estos trabajos deben ser estrictamente controlados por el Ing. Supervisor, quien debe estar presente en la obra en todo momento de la realización de los mismos, y debe dar el visto bueno después de certificar efectivamente la buena ejecución de esta partida.

Aceptación

Se verificará la calidad de los materiales extraídos de canteras, zarandeados y apilados y cargados en la cancha de almacenamiento, a los volquetes. Luego de lo cual la supervisión procederá a aceptar dichas obras.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar el trabajo efectuado será por METRO CUBICO de carguío de los materiales a los volquetes, de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado y según el metrado especificado en dicho expediente.

1224 MEZCLADO DE MATERIAL DE DIFERENTES CANTERAS m3

Descripción

Consiste en la mezcla de los materiales de las diferentes canteras identificadas y delimitadas en el plano de canteras, para la uniformizar sus composiciones y densidades para la mejor utilización en la compactación del dique de tierra.

Equipos y/o herramientas

Los equipos necesarios para la realización de esta partida son cargador frontal de 140 HP y volquetes.

Modo de ejecución de la partida

El cargador frontal debe moverse para cargar el material al volquete, procurando que el tiempo por carguío, el volquete deberá traer todo el material hacia la cancha de almacenamiento donde se realizará el mezclado.

Posteriormente con el cargador frontal, procera al mezclado procurando no tener pérdidas de material

Controles

Estos trabajos deben ser estrictamente controlados por el Ing. Supervisor, quien debe estar presente en la obra en todo momento de la realización de los mismos procurando tener la mezcla más favorable tanto en composición y densidad, y debe dar el visto bueno después de certificar efectivamente la buena ejecución de esta partida.

Aceptación

Se verificará la calidad de los materiales extraídos de canteras, zarandeados y apilados y cargados en la cancha de almacenamiento, a los volquetes. Luego de lo cual la supervisión procederá a aceptar dichas obras.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar el trabajo efectuado será por METRO CUBICO de carguío de los materiales a los volquetes, de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado y según el metrado especificado en dicho expediente.

1225 TRANSPORTE DE MATERIAL CON VOLQUETE 15 M3 -CARGUÍO CON EQUIPO m3

Descripción

Consiste en el transporte de los materiales desde la cancha de almacenamiento o canteras hasta la presa en construcción ida y vuelta.

Equipos y/o herramientas

Los equipos necesarios para la realización de esta partida son volquetes de 10 m3, así como otras herramientas como palas y picos.

Controles

Se efectuarán los controles por cada viaje realizado por los volquetes, para lo cual debe colocarse un controlador específicamente para esta partida

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar el trabajo efectuado será por METRO CUBICO de transporte de los materiales a compactar, así como de los otros transportes como los escombros y lodos a lugares apropiados de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado y según el metrado especificado en dicho expediente.

1226 CONFORMACIÓN Y COMPACTADO DE TERRAPLENES m3

Descripción

Consiste en la construcción del cuerpo de la presa con las características físicas

que se detallan a continuación. Se trata de una presa trapezoidal, constituida por material SUCS = GC material gravo/arcilloso, con las siguientes dimensiones y datos necesarios.

Borde libre : 1,20 m
Ancho del coronamiento : 4,5 m
Talud aguas arriba : 1 vertical 2.5 horiz.
Talud aguas abajo : 1 vertical 2.00 horiz.
Altura total de la presa : 5.7 m
Ancho de la base mayor : 3.50 m
Altura total de relleno del terraplén : 5.00 m
Altura de excavación de la cimentación(desbroce) : 1.50 a 3.00 m
material del cuerpo de la presa : GC, SM, SC, GC
Tratamiento e impermeabilización aguas arriba : geomembrana
con delantal protección talud aguas arriba : enrocado

Equipos y/o herramientas

Se utilizarán los equipos adecuados tales como Tractor, motoniveladora, volquetes, rodillo vibrador, compactadoras de mano, herramientas como. Picos, palas, barretas, etc.

Modo de ejecución de la partida

Después del desbroce total del terreno de la cimentación se procederá a compactar por capas el material traído de la cancha de almacenamiento y/o canteras. Luego del transporte y descargado en rumas por los volquetes, se procederá a extender el material en capas de 0.30 m de espesor por todo el área del cuerpo de la presa con una motoniveladora, hasta que quede bien nivelado, luego de esto se procederá a compactar dichos materiales con el concurso de un rodillo vibrador hasta alcanzar un mínimo del 95% de la Máxima Densidad Seca obtenida en el laboratorio de mecánica de suelos, en la prueba de compactación modificada, para cuyo efecto el material deberá tener un contenido de humedad igual al Optimo de la referida prueba de laboratorio.

Controles

Se efectuaran los controles de compactación de acuerdo a los resultados

obtenidos en el laboratorio de mecánica de suelos de la obra, en los ensayos de Proctor Modificado, realizados con los mismos materiales que se van a compactar en el terreno, estos controles deben ser lo más estrictos posibles puesto que de esto depende el buen comportamiento estructural del cuerpo de la presa en el futuro, el proceso de compactación de los materiales seleccionados y transportados a la obra, se realizara con el tractor y el rodillo vibrador hasta alcanzar los grados de compactación indicados líneas arriba, tanto en la densidad como en la humedad optima obtenida en laboratorio. El Ing. Residente deberá estar presente en todo momento en el control de la compactación de los materiales en los trabajos tanto de laboratorio como de campo.

El control de la compactación consistirá en el reporte personal diario del Ing. Residente hacia la Supervisión de las hojas de ensayo de laboratorio de campo y gabinete, por cada capa de compactación.

Sobre cada una de la capas de compactación, se realizaran un mínimo de dos (2) ensayos de densidad de campo indicados indistintamente por el Ing. Supervisor. (Quien exigirá a la residencia el control de las zonas que el supone de menor grado de compacidad en el terraplén en compactación).

Aceptación

El Ing. Supervisor en forma estricta verificara en forma estricta, los siguientes aspectos de la compactación. Las dimensiones del área de compactación de cada capa del terraplén, el grado de compactación alcanzado que no debe ser menor al 95% de la MDS y el 100% del OCH, obtenida en laboratorio, el espesor de cada capa de 0,30 m, luego de lo cual, la supervisión procederá a aceptar dichas obras, en vista de la importancia de la buena ejecución de esta partida, tanto el Ing. Residente como el Ing. Supervisor serán solidariamente responsables en la eventualidad de una mala ejecución de esta partida.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar el trabajo efectuado será por METRO CUBICO de compactación de los materiales en el cuerpo de la presa. De acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado y según el metrado especificado en dicho expediente.

1.2.3 FILTRO Y DRENAJES

1231 EXCAVACIÓN MATERIAL SUELTO A MANO m3

Descripción:

En esta partida se consideran los trabajos de corte de terreno suelto a nivel de sub rasante tal como indica los planos del Expediente Técnico.

Materiales y Equipo:

En esta partida se usarán herramientas manuales tal como indica el análisis de costos unitarios.

Método de Ejecución:

Se deberá emplantillar el terreno a intervenir determinando los niveles de sub rasante extrayendo el material excedente para ser acumulado en un lugar adecuado, a fin de que este sea eliminado con comodidad.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar el trabajo efectuado será por METRO CUBICO, La valorización se hará de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado y según el metrado especificado en dicho expediente.

1232 MATERIAL DE FILTRO PREPARADO 80%-20% m3.

Descripción

Consiste en la extracción de canteras de los materiales de arenas gruesas y finas limpias y zarandeado según la granulometría exigida en los diseños de filtros correspondientes.

Equipos y/o herramientas

Los equipos a utilizarse en estos trabajos son un tractor, un cargador frontal, zarandas y otras herramientas pertinentes, como picos palas, carretillas.

Modo de ejecución de la partida

Deberá extraerse el material de las canteras ubicadas hacia aguas arriba del eje de la presa donde existen este tipo de materiales en la cantidad y calidad suficiente. Luego deberá zarandearse entre las mallas adecuadas para la selección de la granulometría exigida en los diseños respectivos.

Controles

Estos trabajos deben ser estrictamente controlados por el Ing. Supervisor, quien debe estar presente en la obra durante la realización de los mismos, y debe dar el visto bueno después de certificar efectivamente la buena calidad del material.

Aceptación

Se verificará la calidad de los materiales extraídos de canteras, zarandeados y apilados. Luego de lo cual la supervisión procederá a aceptar dichas obras.

Medición y Forma de Valorización

La forma de medir y valorizar el trabajo efectuado será por METRO CUBICO de extracción y preparación de los materiales de filtro. La valorización se hará de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado y según el metrado especificado en dicho expediente.

1.2.3.3 CARGUÍO DE MATERIAL DE PRÉSTAMO CON CARGADOR FRONTAL m3

Descripción

Consiste en el transporte de los materiales necesarios desde la cancha de almacenamiento o canteras hasta la presa en construcción ida y vuelta.

Equipos y/o herramientas

Los equipos necesarios para la realización de esta partida son volquetes de 15 m3, cargador frontal, así como otras herramientas como palas y picos.

Controles

Se efectuarán los controles por cada viaje realizado por los volquetes, para lo cual debe colocarse un controlador específicamente para esta partida

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar el trabajo efectuado será por METRO CUBICO de transporte de los materiales a compactar, así como de los otros transportes como los escombros y lodos a lugares apropiados de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado y según el metrado

especificado en dicho expediente.

1.2.3.4 TRANSPORTE DE MATERIAL CON VOLQUETE 15 M3 -CARGUÍO CON EQUIPO m3

Descripción

Consiste en el transporte de los materiales desde la cancha de almacenamiento o canteras hasta la presa en construcción ida y vuelta.

Equipos y/o herramientas

Los equipos necesarios para la realización de esta partida son volquetes de 10 m3, así como otras herramientas como palas y picos.

Controles

Se efectuarán los controles por cada viaje realizado por los volquetes, para lo cual debe colocarse un controlador específicamente para esta partida

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar el trabajo efectuado será por METRO CUBICO de transporte de los materiales a compactar, así como de los otros transportes como los escombros y lodos a lugares apropiados de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado y según el metrado especificado en dicho expediente.

1.2.3.5 CONFORMACIÓN Y COMPACTADO DE FILTROS m3

Descripción

Consiste en la construcción del cuerpo del canal con las características físicas que se detallan en los planos.

Modo de ejecución de la partida

Una vez ejecutado el terraplén se realizará un canal al pie del mismo para recoger las corrientes de agua en el cuerpo de la presa y pueda ser conducido mediante el canal con geotextil rellenado con piedras y grava. Dentro del canal se colocará en todo lo largo del canal una tubería PVC SAP 4” de diámetro.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar el trabajo efectuado será por METRO CUBICO de compactación de los materiales en el cuerpo del filtro. De acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado y según el metrado especificado en dicho expediente.

1.2.3.6 COMPACTACIÓN MANUAL DE FILTRO EN CAPAS DE 10 CM m3

Descripción

Consiste en la construcción de los filtros ubicados horizontalmente al pie del cuerpo de la presa con las características físicas que se detallan en los diseños respetivos, en los lugares donde la maquinaria pesada no tiene acceso por falta de espacio.

Equipos y/o herramientas

Se utilizarán los equipos adecuados tales como carretillas, compactadoras manuales, lampas picos y otros requeridos.

Modo de ejecución de la partida

Después del desbroce total del terreno de la cimentación se procederá a compactar a mano y por capas de 10 cm el material de filtro traído de la cancha de almacenamiento y/o canteras. Luego del transporte y descargado en rumas por los volquetes, se procederá a extender el material en capas de 0,10 m de espesor por todo el área del cuerpo de la presa con una motoniveladora, hasta que quede bien nivelado, luego de esto se procederá a compactar dichos materiales con el concurso de compactadoras de mano, hasta alcanzar un mínimo del 95% de la densidad relativa del material obtenida en el laboratorio de mecánica de suelos, para cuyo efecto el material deberá tener un contenido de humedad igual al Optimo de la referida prueba de laboratorio.

Controles

Se efectuaran los controles de compactación de los materiales de filtro de acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio de mecánica de suelos de la obra, en los ensayos de densidad relativa, realizados con los mismos materiales que se van a compactar en el terreno, estos controles deben ser lo más estrictos posibles puesto que de esto depende el buen comportamiento

estructural del cuerpo de la presa en el futuro., el proceso de compactación de los materiales seleccionados y transportados a la obra, se realizara a mano hasta alcanzar los grados de compactación indicados líneas arriba, tanto en la densidad como en la humedad optima obtenida en laboratorio. El Ing. Residente deberá estar presente en todo momento en el control de la compactación de los materiales en los trabajos tanto de laboratorio como de campo.

El control de la compactación consistirá en el reporte personal diario del Ing. Residente hacia la Supervisión de las hojas de ensayo de laboratorio de campo y gabinete, por cada capa de compactación.

Sobre cada una de las capas de compactación, se realizarán un mínimo de dos (2) ensayos de densidad de campo indicados indistintamente por el Ing. Supervisor. (Quien exigirá a la residencia el control de las zonas que el supone de menor grado de compacidad en el filtro en compactación).

Aceptación

El Ing. Supervisor en forma estricta verificara los siguientes aspectos de la compactación. Las dimensiones del área de compactación de cada capa del filtro, el grado de compactación a mano alcanzado que no debe ser menor al 95% de la DR, obtenida en laboratorio, el espesor de cada capa de 0,10 m, luego de lo cual, la supervisión procederá a aceptar dichas obras.

En vista de la importancia de la buena ejecución de esta partida, tanto el Ing. Residente como el Ing. Supervisor serán solidariamente responsables en la eventualidad de una mala ejecución de esta partida.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar el trabajo efectuado será por METRO CUBICO de compactación de los materiales de filtro en el cuerpo de la presa, de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado y según el metrado especificado en dicho expediente.

1.2.3.7 TUBERÍA PERFORADA CORRUGADA PARA DRENAJE 4”

Descripción

Este trabajo consistirá en la provisión y colocación de tubería perforada

corrugada para drenaje de 4” en los trabajos de obras de protección, destinado a la captación y conducción de aguas drenadas del suelo.

Materiales

La tubería perforada rígida es producida en PVC.

Modo de ejecución de la partida

Se construirá una zanja de drenaje al pie del talud aguas debajo de la presa. Luego se le colocara con una tubería PVC, cubierta en su totalidad por material de filtro.

La tubería perforada rígida deberá ser medida en metros lineales contabilizados de las secciones indicadas en los planos y/o de las indicadas por escrito por la Supervisión.

Controles

Se efectuarán los controles de la ejecución de esta partida, indicando la correcta colocación de la tubería con la zona de la marca arriba para su mejor conducción, para lo cual debe colocarse un controlador específico sobre la colocación y las pendientes.

Medición y forma de valorización

La tubería perforada corrugada deberá ser medida en metros lineales contabilizados de las secciones indicadas en los planos y/o de las indicadas por escrito por la Supervisión.

1.23.8 TUBERÍA PARA DESAGÜE DE DRENAJE PVC SAP 4”

Descripción

Esta partida consistirá en el suministro y colocación de tubería PVC-SAP de 4” de diámetro, para drenaje de aguas dentro del filtro, conectada a la tubería perforada corrugada para drenaje de 4” por medio de una Tee de PVC SAP de 4”, ubicados y con pendiente de acuerdo a los indicado en los planos de proyecto.

Los segmentos de tubo se instalarán con una pendiente mínima de 1% para drenar las filtraciones del agua subterránea en los casos de muros o en la posición que se muestran en los planos para los tubos de desagües en los casos

de losas de pontones.

Estos drenes serán instalados y asegurados en su posición correcta antes del colocado de material de relleno, según corresponda, evitando el ingreso de materiales extraños en el interior de los ductos durante el encofrado, vaciado de relleno. El tipo de embone será espina – campana y utilizando pegamento para PVC.

Equipos y/o herramientas

La ejecución de esta partida requiere principalmente de la mano de obra, para que haga la pequeña zanja por donde se extenderá la tubería de drenaje hasta llegar a la longitud indicada en los planos, aguas abajo de la presa.

Modo de ejecución de la partida

Se construirá una zanja de drenaje al pie del talud aguas debajo de la presa. Luego se le colocara una tubería PVC, cubierta en su totalidad por debajo tierra zarandeada y por encima por material propio de la zona.

Controles

Se efectuarán los controles de la ejecución de esta partida, para lo cual debe colocarse un controlador específico

Medición y forma de valorización

Las tuberías de PVC – SAP serán medidas en metros lineales (m) en su posición final, de acuerdo a lo indicado en los planos.

No se medirán los traslapes.

~~1239~~ RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO EN ZANJAS

Descripción

Consiste en el relleno y compactado con las características físicas que se detallan a continuación. Se trata de una presa trapezoidal, constituida por material SUCS = GC material gravo/arcilloso.

Equipos y/o herramientas

Se utilizarán los equipos adecuados tales como Tractor, motoniveladora, volquetes, rodillo vibrador, compactadoras de mano, herramientas como. Picos, palas, barretas, etc.

Modo de ejecución de la partida

Después del desbroce total del terreno de la cimentación se procederá a compactar por capas el material traído de la cancha de almacenamiento y/o canteras. Luego del transporte y descargado en rumas por los volquetes, se procederá a extender el material en capas de 0.30 m de espesor por todo el área del cuerpo de la presa con una motoniveladora, hasta que quede bien nivelado, luego de esto se procederá a compactar dichos materiales con el concurso de un rodillo vibrador hasta alcanzar un mínimo del 95% de la Máxima Densidad Seca obtenida en el laboratorio de mecánica de suelos, en la prueba de compactación modificada, para cuyo efecto el material deberá tener un contenido de humedad igual al Optimo de la referida prueba de laboratorio.

Controles

Se efectuaran los controles de compactación de acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio de mecánica de suelos de la obra, en los ensayos de Proctor Modificado, realizados con los mismos materiales que se van a compactar en el terreno, estos controles deben ser lo más estrictos posibles puesto que de esto depende el buen comportamiento estructural del cuerpo de la presa en el futuro, el proceso de compactación de los materiales seleccionados y transportados a la obra, se realizara con el tractor y el rodillo vibrador hasta alcanzar los grados de compactación indicados líneas arriba, tanto en la densidad como en la humedad optima obtenida en laboratorio. El Ing. Residente deberá estar presente en todo momento en el control de la compactación de los materiales en los trabajos tanto de laboratorio como de campo.

El control de la compactación consistirá en el reporte personal diario del Ing. Residente hacia la Supervisión de las hojas de ensayo de laboratorio de campo y gabinete, por cada capa de compactación, sobre cada una de las capas de compactación, se realizarán un mínimo de dos (2) ensayos de densidad de campo indicados indistintamente por el Ing. Supervisor. (Quien exigirá a la residencia el control de las zonas que el supone de menor grado de compacidad

en el terraplén en compactación).

Aceptación

El Ing. Supervisor en forma estricta verificara en forma estricta, los siguientes aspectos de la compactación. Las dimensiones del área de compactación de cada capa del terraplén, el grado de compactación alcanzado que no debe ser menor al 95% de la MDS y el 100% del OCH, obtenida en laboratorio, el espesor de cada capa de 0,30 m, luego de lo cual, la supervisión procederá a aceptar dichas obras.

En vista de la importancia de la buena ejecución de esta partida, tanto el Ing. Residente como el Ing. Supervisor serán solidariamente responsables en la eventualidad de una mala ejecución de esta partida.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar el trabajo efectuado será por METRO CUBICO de compactación de los materiales en el cuerpo de la presa. De acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado y según el metrado especificado en dicho expediente.

1.2.3.10 ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO (HASTA 500 M).

Descripción

Se refiere a la evacuación de los materiales extraídos procedentes de la excavación de la cimentación de la presa, hacia lugares que no interfieran con las obras, ni provoquen otro tipo de acumulaciones inconvenientes en la zona de obra y fuera de ella, los cuales se muestran en el plano denominado “Ubicación de Canteras y zonas de eliminación de desmonte”

Equipos y/o herramientas

Como herramientas se utilizarán picos, palas, buggies, etc. Como equipos se utilizarán volquetes de 10 m3, cargador frontal 140 HP, excavadora de 200 HP, y otros que el Ing. Residente considere necesarios para realizar esta partida.

Modo de ejecución de la partida

La evacuación de los escombros y lodos será hacia lugares lejanos a la presa donde no vaya a interferir con el movimiento de maquinaria, caminos de acceso y no origine aspectos contraproducentes con la protección del medio ambiental, contaminación, etc. El Ing. Residente y Supervisión trataran coordinadamente de estos aspectos en la obra.

Controles

Se verificarán los volúmenes transportados o evacuados y los lugares de botaderos.

Aceptación

Se verificarán las dimensiones y calidad de ejecución de las mismas, luego del cual la supervisión procederá a aceptar dichas obras.

Medición y forma de valorización

La medición y forma de valorización será considerada para la ejecución de esta partida es por METRO CUBICO de evacuación de escombros y lodos a lugares apropiados de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado y según el metrado especificado en dicho expediente.

1.2.3.11 PREPARACION Y VACEADO DE CºSº F'c=175 KG/CM2 (DADOS)

Descripción

Se refiere a los trabajos que son necesarios realizar a fin de suministrar, habilitar, preparar y colocar en sus posiciones finales el concreto estructural compuesto por Cemento, Arena, Grava y agua en las dosificaciones que apruebe el Supervisor de Obra según el respectivo diseño de mezclas proporcionado por el Ing° Residente, para el presente caso la resistencia mínima a la compresión requerida a los 28 días será de 175 Kg/cm^2.

Materiales y equipos a utilizar

Cemento, Arena, Grava y agua en las dosificaciones que apruebe el Supervisor de Obra. Como equipos se utilizará vibradora y mezcladora de concreto.

Modo de ejecución de la partida

El procedimiento constructivo y las especificaciones de los materiales a usar

serán estrictamente controlados por la supervisión, previamente al vaciado con concreto de tal manera que verifique las dimensiones finales según los planos. Se tomarán testigos en obra con una frecuencia de tres briquetas por cada 25 m^3 de concreto colado en obra. No se permitirá el uso de menos de 9 bolsas de cemento por m^3

Controles

Se empleará cemento Portland Standard de fabricación nacional que corresponde a las normas americanas ASTM tipo 1, el que se encontrará en perfecto estado en el momento de su utilización. Deberá almacenarse en construcciones aprobadas que lo protejan de la humedad y la intemperie. El espacio de almacenaje será suficientemente amplio para permitir una ventilación conveniente.

Las rumas de bolsas deberán colocarse sobre un entablado, aún en el caso de que el piso del depósito sea de concreto, los envíos de cemento se colocarán por separado, indicándose con carteles de fecha de recepción de cada lote, de modo de proveer su fácil identificación, inspección y empleo de acuerdo al tiempo; para un almacenaje superior a los cuatro meses. El cemento deberá someterse a las pruebas requeridas que determinen su buen estado de conservación. El uso de este material será por orden de envío.

Los agregados necesarios para la fabricación de concreto (arena, grava y piedra) se extraerán de las canteras existentes, previa verificación de las calidades de resistencia y compresión, bajo los cuales se hicieron los diseños de mezclas.

Los agregados deben estar exentos de materiales orgánicos o en todo caso serán previamente lavadas para efectuar el mezclado.

La explotación y utilización de las canteras estarán supeditadas al resultado de las pruebas de laboratorio que la Residencia debe mandar a realizar con dichos materiales para que con la aprobación de la Supervisión determine en última instancia su empleo de la fabricación del concreto.

El agregado fino, consistirá de arena natural u otro material inerte con características similares, sujeto a aprobación previa. Será limpio, libre de impurezas, sales y sustancias orgánicas. La arena es de granulometría variable,

natural o procedente de la trituración de piedra.

Los agregados gruesos constituidos para las gravas o piedras trituradas deben provenir de rocas duras y estables resistentes a la abrasión por impacto y al deterioro causado por cambio de temperatura.

La cantidad de sustancias dañinas no excederá los siguientes límites:

Sustancias	Porcentaje en peso
Arcilloso (terrones de arcilla)	1
Carbón y lignito.	1
Pizarras.	1
Material que pasa la malla N° 200	
a) Concretos sujetos a la abrasión	4
b) Todos los otros tipos de concreto	5

El agua a utilizarse en la mezcla deberá ser limpia exenta de aceites, ácidos, álcalis o materia orgánica. No deberá ser salobre. Al tomar las muestras se tendrá cuidado de que sean representativas y los envases estén limpios.

La resistencia del concreto será comprobada periódicamente. Con este fin se tomarán testigos cilíndricos de acuerdo a las normas ASTM C-172 y ASTM C-131 (probetas cilíndricas de 15 cm. de diámetro y 30 cm. de altura) en las cantidades mínimas siguientes:

Concreto armado

Verificación del diseño de mezcla al inicio de la obra y para los casos de cambio de agregados (canteras) con un ensayo de 6 probetas.

Un ensayo de 3 probetas por cada 25 m^3, de concreto colocado en obra.

Concreto simple

Verificación del diseño de mezcla al inicio de la obra y para los casos de cambio de agregados (canteras) con un ensayo de 6 probetas.

La prueba de la resistencia consistirá en romper los testigos de la misma edad y clase, de acuerdo a lo indicado en la norma ASTM C - 39.

Se llamará resistencia del concreto al promedio de los tres resultados.

La Entidad Ejecutora llevará un registro de cada testigo fabricado en el que constará la fecha y hora de elaboración, la clase de concreto, con lugar específico, edad al momento de la prueba, resultado de la prueba y número de la misma.

Las pruebas serán efectuadas por un laboratorio independiente aprobado por la Supervisión.

La Entidad Operativa debe contar en obra con personal especializado para realizar la toma de testigos y su curado adecuado (mínimo durante 7 días, Norma ACI – 308).

A criterio del Supervisor, se solicitará resultados de ensayos de resistencia en compresión de probetas curadas bajo condiciones de obra, con la finalidad de verificar la calidad de los procesos de curado y protección del concreto (Norma ACI-318 y Norma Peruana E-040 de Concreto Armado).

Las probetas que han de ser curadas bajo condiciones de obra deberán ser moldeadas al mismo tiempo y de la misma muestra con que se preparan las probetas a ser curadas bajo condiciones adecuadas. Deberá procederse a mejorar los procesos de protección y curado del concreto en todos aquellos casos en los que la resistencia a la compresión de las probetas curadas bajo condiciones de obra a la edad elegida para la determinación de la resistencia promedio, sea inferior al 85% de las probetas curadas bajo condiciones óptimas.

Aceptación de los trabajos

Una vez comprobada la calidad de los concretos se dará por aprobada las obras de concreto ejecutadas.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar esta partida será por METRO CUBICO de concreto vaciado en la estructura y de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado por la institución y según el metrado indicado en dicho expediente.

1.2.3.12 SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE

200 GR/M2 m2

Descripción

Consiste en el suministro y colocación de una geomembrana de protección de la tubería de drenaje que ira instalada dentro la zanja de drenaje, especialmente construida según los detalles que se muestran en los planos y secciones correspondientes. Esta geomembrana será instalada por los mismos fabricantes con la finalidad de que sea adecuadamente instalada, El Ing. Residente deberá efectuar el control minucioso de la referida instalación. Luego dicha membrana será protegida por una cama de arena compactada hasta el nivel natural del piso. (Ver planos).

Modo de ejecución de la partida

Esta partida será ejecutada, con la excavación de la zanja de drenaje, según las dimensiones que se indican en los planos respectivos, luego deberá ponerse la cama de arena de protección, después se efectuará la instalación de la tubería con su correspondiente protección de la geomembrana. Nota: Mayor información de la modalidad de instalación se puede observar en las especificaciones técnicas del proveedor de este material que se adjunta al presente.

Equipos y herramientas

Para la realización de esta partida se requiere de herramientas como pala y picos, una retroexcavadora para la zanja y otros que sean necesarios para la buena ejecución de esta partida.

Controles

Se efectuarán los controles de la ejecución de esta partida, el Ing. Residente deberá supervisar al detalle el buen trabajo a desarrollar en esta labor.

Aceptación

Se verificará la calidad de los materiales de filtro y la calidad de la geomembrana, así como su instalación luego de lo cual la supervisión procederá a aceptar dichas obras.

Medición y forma de valorización

La medición y valorización del trabajo efectuado será por METRO CUADRADO de instalación de la geomembrana de acuerdo al precio unitario especificado en

el Expediente Técnico aprobado y según el metrado especificado en dicho expediente.

1.2.3.13 SUMINISTROS Y COLOCACIÓN ACCESORIOS DE DRENAJE Und.

Descripción.

El objetivo de los accesorios de drenaje es unir tanto la tubería cribada y la tubería PVC-SAP en una sola para ser conducido hasta su desfogue según lo indicado en los planos.

El suministro de accesorios se realizará de acuerdo al requerimiento de esta partida que son accesorios que reúnen un propósito de colocación del sistema de drenaje.

Proceso constructivo

Se tendrá que utilizar herramientas adecuadas para la colocación de los accesorios como: Pegamento para PVC Tees, codos y reducciones.

Se tendrá que realizar el colocado y ajuste de los accesorios con herramientas adecuadas.

Medición y forma de valorización

La medición y valorización de esta partida será por UNIDA, se pagará por instalación de accesorios de cámara de reunión en forma correcta como se indica en los planos.

1.2.4 IMPERMEABILIZACIÓN Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES

1.2.4.1 PERFILADO MANUAL EN TALUD DE PRESA m2

Descripción

Esta partida consiste en la nivelación y limpieza de los taludes aguas arriba de la presa, así como el extendido de una delgada cama de arena compactada sobre el talud de la presa, con la finalidad de evitar la presencia de piedras que con el tiempo lleguen a perforar la geomembrana.

Equipos y/o herramientas

Solamente se requieren de palas y picos para la preparación de la cama de arena

para la instalación de la geomembrana.

Modo de ejecución de la partida

Esta partida requiere de trabajos a mano de nivelación y regularización de la superficie del talud construido, para la instalación de la geomembrana, debiendo cumplir con todos los requerimientos en este aspecto, para una buena instalación de dicho material sobre el talud de la presa.

Controles

Antes de efectuar la instalación referida, el Ing. Residente y el Supervisor inspeccionarán adecuadamente este trabajo con el fin de aprobarlos, prestando especial atención a la velación y compactación de la cama de arena en los sectores más complicados del talud.

Aceptación

Se verificará la calidad de los materiales de la cama de arena y propios del talud, luego de lo cual la supervisión procederá a aceptar dichas obras.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar el trabajo efectuado será por METRO CUADRADO de preparación Y nivelación de la superficie del talud aguas arriba de la presa, para la instalación de la geomembrana de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado y según el metrado indicado en dicho expediente.

1242 SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 200 GR/M2

Descripción

Consiste en el suministro y colocación de una geomembrana de protección de la tubería de drenaje que ira instalada dentro la zanja de drenaje, especialmente construida según los detalles que se muestran en los planos y secciones correspondientes. Esta geomembrana será instalada por los mismos fabricantes con la finalidad de que sea adecuadamente instalada, El Ing. Residente deberá efectuar el control minucioso de la referida instalación. Luego dicha membrana será protegida por una cama de arena compactada hasta el nivel natural del piso.

(Ver planos).

Modo de ejecución de la partida

Esta partida será ejecutada, con la excavación de la zanja de drenaje, según las dimensiones que se indican en los planos respectivos, luego deberá ponerse la cama de arena de protección, después se efectuará la instalación de la tubería con su correspondiente protección de la geomembrana. Nota: Mayor información de la modalidad de instalación se puede observar en las especificaciones técnicas del proveedor de este material que se adjunta al presente.

Equipos y herramientas

Para la realización de esta partida se requiere de herramientas como pala y picos, una retroexcavadora para la zanja y otros que sean necesarios para la buena ejecución de esta partida.

Controles

Se efectuarán los controles de la ejecución de esta partida, el Ing. Residente deberá supervisar al detalle el buen trabajo a desarrollar en esta labor.

Aceptación

Se verificará la calidad de los materiales de filtro y la calidad de la geomembrana, así como su instalación luego de lo cual la supervisión procederá a aceptar dichas obras.

Medición y forma de valorización

La medición y valorización del trabajo efectuado será por METRO CUADRADO de instalación de la geomembrana de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado y según el metrado especificado en dicho expediente.

1243 IMPERMEABILIZACIÓN CON GEOMEMBRANA HDPE, E=2 MM. m2

Descripción.

Esta partida comprenderá la provisión del material y la ejecución de todos los trabajos necesarios para la colocación de Geomembrana de alta densidad (HDPE) de 1.0mm cuyas características se indican a continuación. Estos

trabajos se ejecutarán de acuerdo a lo indicado en los planos y las presentes especificaciones.

Materiales.

La geomembrana deberá ser de polietileno de alta densidad (HDPE) de 1mm de espesor, lisa en ambas caras. La geomembrana deberá ser durable y resistente a la degradación química y por rayos ultra violeta.

Procedimiento de instalación.

En primer lugar, se deberá realizar una inspección visual de la rasante para determinar si es apta para ser revestida. La aceptación de la rasante deberá quedar registrada y avalada por el supervisor.

Las láminas deberán extenderse de acuerdo con el panel layout previamente aprobado. Cuando estén en posición se deberá revisar que los paneles no presenten daños físicos producidos, ya que durante la instalación que podría afectar adversamente el muro de la presa.

Soldadura de la geomembrana.

Las uniones mediante traslapes se realizará una vez que los paños se encuentren plenamente ubicados, los traslapes no deberán presentar una longitud inferior a 75 mm todas las costuras HDPE se deberán soldar por extrusión o por fusión.

Medición y forma de valorización

La medición y valorización del trabajo efectuado será por METRO CUADRADO, Este metrado excluye los traslapes.

12.4.4 EXPLOTACIÓN DE ROCA PARA ESPALDÓN Y CORONA m3.

Descripción.

La actividad de acopio y carguío de la piedra será realizada por el personal de la empresa entidad ejecutora este debe proporcionar las herramientas necesarias, para la ejecución de estas actividades.

Las piedras seleccionadas deberán encontrarse en pilas de tal forma que facilite

el carguío con maquinaria.

El tamaño de la piedra no debe exceder los 17 cm de diámetro ni ser menos de 10 cm por consideración al tamaño de abertura de cocos del gavión tipo colcho que es de 8cm.

Medición y forma de valorización

La medida y valorización de la partida se realizará por METRO CUBICO, recolectado de piedras ya sea de rio, ladera o cantera de piedra muy bien apilado o amontonado para su carguío, la medición se realizará en la tolva del volquete.

1.2.4.5 TRANSPORTE DE ROCA DE CANTERAS A ALA PRESA m3.

Descripción

Consiste en el transporte de los materiales desde la cancha de almacenamiento o canteras hasta la presa en construcción ida y vuelta.

Equipos y/o herramientas

Los equipos necesarios para la realización de esta partida son volquetes de 10 m3, así como otras herramientas como palas y picos.

Controles

Se efectuarán los controles por cada viaje realizado por los volquetes, para lo cual debe colocarse un controlador específicamente para esta partida

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar el trabajo efectuado será por METRO CUBICO de transporte de los materiales a compactar, así como de los otros transportes como los escombros y lodos a lugares apropiados de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado y según el metrado especificado en dicho expediente.

1.2.4.6 ENROCADO CON PIEDRA PESADA m3

Descripción.

Este ítem se refiere a todas las obras ejecutadas en enrocado, las que se

realizarán de acuerdo a las presentes especificaciones con los requisitos indicados en los planos.

Materiales.

La piedra será de buena calidad, densa, tenaz, durable, sana, sin defectos que afecten su estructura, libre de grietas y sustancias extrañas adheridas e incrustaciones cuya posterior alteración pudiera afectar la estabilidad de la obra.

El tamaño de la piedra deberá ser lo más regular posible, y tal que sus medidas estén comprendidas entre la mayor dimensión de la abertura de la malla y 2 veces dicho valor. Podrá aceptarse, como máximo, el 5% del volumen de la celda del colchón con piedras del tamaño menor al indicado. El tamaño de piedra deseable estará entre 4" y 8" para el Colchón Reno Fuerte. Antes de su colocación en obra, la piedra deberá ser aprobada por el Ingeniero Inspector.

Ejecución

Antes de proceder a la ejecución de obra Antes de proceder a la ejecución de obras con enrocado la entidad ejecutora deberá obtener la autorización escrita del Ingeniero Inspector, previa aprobación del tipo de red a utilizar. Cualquier modificación en las dimensiones o en la disposición de los colchones a utilizar deberá contar con la aprobación del Ingeniero Inspector. No podrán aprobarse aquellas modificaciones que afecten la forma o la funcionalidad de la estructura.

La base donde los colchones serán colocados deberá ser nivelada hasta obtener un terreno con la pendiente prevista. Los niveles de excavación deberán ser verificados por el Ingeniero Inspector antes de proceder a la colocación de los colchones; se constatará que el material de asiento sea el adecuado para soportar las cargas a que estará sometido y si el Inspector lo cree conveniente, las cotas podrán ser cambiadas hasta encontrar las condiciones adecuadas.

Medición y forma de valorización.

El enrocado se medirá y valorizará por METRO CÚBICO, de acuerdo a las medidas de los planos y a los requisitos de las presentes especificaciones.

1.2.5 CONTROL DE CAMPO

1.2.5.1 CONTROL DE COMPACTACIÓN EN CAMPO POR CAPA und.

Descripción

Esta partida consiste en la ejecución de los trabajos de control de compactación en el campo, siguiéndose las normas técnicas de control correspondientes.

Modo de ejecución de la partida

Los trabajos que deben realizarse en el campo son la densidad de campo por el método del cono de arena, con la obtención de todos los datos que arroja este método, también la humedad natural de compactación de campo, cuyos resultados se deben comparar con los ensayos de laboratorio, de donde se obtendrá la calidad y grado de compactación que se realiza en el campo, en cada capa del terraplén.

Equipos y herramientas

Los equipos a utilizar en esta partida todos los implementos de laboratorio que corresponden a los ensayos de campo mencionados y otros que sean necesarios realizar para un buen control de la compactación en el terreno.

Controles

Debe efectuarse el control estricto de esta partida, tanto por la Residencia como por la Supervisión de la obra.

Debido a la importancia que reviste la buena ejecución de esta partida se establece que la Residencia debe supervisar la ejecución de todos los ensayos de campo, estando obligado a evaluar la calidad de dichos ensayos En caso de que la densidad del material compactado en el terraplén no alcanzara el 95% de la MDS y OCH, deberá ordenar que se continúe compactando
esa capa hasta alcanzar la densidad requerida lo cual conocer con las hojas de ensayo al Ing. Supervisor, quien evaluara estas acciones para la aprobación de la compactación respectiva.

Aceptación

Se verificará la calidad de los ensayos de laboratorio efectuando la evaluación respectiva antes de dar la aprobación de la calidad de la compactación en el campo. Es responsabilidad compartida de la Residencia y de la Supervisión cuando los trabajos no alcancen la compactación suficiente y se dé pase a la

construcción de la próxima capa del terraplén. Luego del procedimiento más correcto, la Supervisión procederá a aceptar dichas obras.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar el trabajo efectuado será por Unidad de juego completo de ensayos de campo, necesario para controlar el grado de compactación de campo.

1252 CONTROL DE COMPACTACIÓN CADA 2500 m3 und

Descripción

Esta partida consiste en la ejecución de los trabajos de control de compactación en el campo, siguiéndose las normas técnicas de control correspondientes.

Modo de ejecución de la partida

Los trabajos que deben realizarse en el campo son la densidad de campo por el método del cono de arena, con la obtención de todos los datos que arroja este método, también la humedad natural de compactación de campo, cuyos resultados se deben comparar con los ensayos de laboratorio, de donde se obtendrá la calidad y grado de compactación que se realiza en el campo, en cada capa del terraplén.

Equipos y herramientas

Los equipos a utilizar en esta partida todos los implementos de laboratorio que corresponden a los ensayos de campo mencionados y otros que sean necesarios realizar para un buen control de la compactación en el terreno.

Controles

Debe efectuarse el control estricto de esta partida, tanto por la Residencia como por la Supervisión de la obra.

Debido a la importancia que reviste la buena ejecución de esta partida se establece que la Residencia debe supervisar la ejecución de todos los ensayos de campo (Proctor Modificado, Granulometría, Limites de Atterberg) estando obligado a evaluar la calidad de dichos ensayos. Los materiales han de ser compactados por capas en el terraplén, los cuales se deben comparar con los

ensayos de densidad de campo, humedad natural y otros resultados de la calidad de compactación del terraplén en el campo.

Aceptación

Se verificará la calidad de los ensayos de laboratorio efectuando la evaluación respectiva antes de dar la aprobación de la calidad de la compactación en el campo. Es responsabilidad compartida de la Residencia y de la Supervisión cuando los trabajos no alcancen la compactación suficiente y se dé pase a la construcción de la próxima capa del terraplén.

Luego del procedimiento más correcto, la Supervisión procederá a aceptar dichas obras.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar el trabajo efectuado será por UNIDAD de juego completo de ensayos de campo, necesario para controlar el grado de compactación de campo.

1253 CONTROL DE MATERIAL DE CANTERA CADA 5000 M3

Descripción

Esta partida consiste en la ejecución de los ensayos de laboratorio efectuados para el conocimiento de las características físico/mecánicas de los materiales de canteras, siguiendo las normas técnicas de control correspondientes.

Modo de ejecución de la partida

Los trabajos que deben realizarse en laboratorio son el Proctor Modificado, análisis granulométricos, límites de plasticidad, pesos específicos, CBR, etc. de los materiales que se han de compactar por capas en el terraplén. Los cuales se deben comparar con los ensayos de densidad de campo, humedad natural y otros resultados de la calidad de compactación del terraplén en el campo.

Equipos y herramientas

Los equipos a utilizar en los trabajos de laboratorio, de esta partida son todos los implementos de laboratorio que corresponden a los ensayos mencionados y otros que sean necesarios realizar para un buen control de la compactación.

Controles

Debe efectuarse el control estricto de los ensayos de laboratorio, de esta partida, tanto por la Residencia como por la Supervisión de la obra.

Debido a la importancia que reviste la buena ejecución de esta partida se establece que la Residencia debe supervisar la ejecución de todos los ensayos de laboratorio, estando obligado a evaluar la calidad de dichos ensayos. Una de las aplicaciones del estudio de los materiales en canteras es la optimización de los materiales en cancha, con el incremento de gravas, arcillas, según el requerimiento necesario para optimizar la calidad del material en cancha, la humedad es otra variable a mejorar, haciendo secar o aumentando agua antes de transportar los materiales a la obra, puesto que estas acciones de optimización de la humedad requieren de tiempo. Por tanto, los ensayos de los materiales de canteras tienen importancia en el proceso de compactación.

Aceptación

Se verificará la calidad de los ensayos de laboratorio efectuando la evaluación respectiva antes de dar la aprobación de la calidad de la compactación en el campo. Es responsabilidad compartida de la Residencia y de la Supervisión cuando los trabajos no alcancen la compactación suficiente y se dé pase a la construcción de la próxima capa del terraplén.

Luego del procedimiento más correcto, la Supervisión procederá a aceptar dichas obras.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar el trabajo efectuado será por UNIDAD del juego de ensayos de laboratorio, necesario para controlar la calidad del material en canteras.

1.2.6 SISTEMA DE CAPTACIÓN Y SALIDA

1.2.6.1 TOMA DE TUBERÍA (ESTRUCTURA DE INGRESO)

1.2.6.1.1 EXCAVACIÓN DE MATERIAL SUELTO A MANO m3.

Descripción

Se refiere a las excavaciones a realizarse en material clasificado como material suelto. De acuerdo con las especificaciones contenidas en esta sección y según se muestra en los planos, el Ejecutor deberá efectuar todas las excavaciones permanentes a cielo abierto y cualquier otra excavación requerida para la cabal ejecución de la obra, así como el transporte y eliminación del material excedente.

La excavación incluirá todas las operaciones de extracción, carguío, transporte de los materiales a los lugares de descarga aprobados. Los límites de excavación están definidos por las líneas de contorno de cimentaciones y los niveles de explanación que se muestran en los planos.

Materiales a utilizar en la partida

No requiere.

Equipos y/o herramientas

Como equipos se utilizará retroexcavadora.

Como herramientas se utilizará barretas, buggies, palas y picos.

Modo de ejecución de la partida

La excavación podrá ejecutarse con retroexcavadora y personal especializado para este tipo de trabajo. El Ing. Residente tomará en cuenta que las excavaciones programadas no son de un solo tipo, sino como se indica en los planos.

El método y plan de excavación a emplearse en las diferentes partes de la obra serán sometidos a la aprobación del Supervisor de Obras.

Controles

Las excavaciones se realizarán de acuerdo a las secciones establecidas en los diseños, estas serán controladas por el supervisor de modo que se cumplan con estos requisitos, se verificara paralelamente el tipo de material excavado y los rendimientos de ser el caso.

Aceptación

Una vez comprobada por parte de la Supervisión la ejecución de la partida de

acuerdo a lo detallado anteriormente se procederá a aceptar dichos trabajos.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar el trabajo efectuado, será por METRO CUBICO de volumen excavado a nivel de caja de canal, de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado y según el metrado indicado en dicho expediente.

1.2.6.1.2 ENCOFRADO Y DESENCOFRADOS DE OBRAS DE ARTE m2.

Descripción:

Esta partida consiste en dar forma y corresponde al encofrado y desencofrado de las caras laterales de la estructura, y deberán ejecutarse cumpliendo con las especificaciones técnicas correspondientes y las características geométricas indicadas en los planos. Los encofrados de la vereda diseñada y presentada para su aprobación por la supervisión la misma que constará en cuaderno de obra.

Este rubro comprende la fabricación colocación, y el retiro del encofrado normal para las estructuras de obras de arte luego de que se cumpla con el tiempo de desencofrado. La madera utilizada para los encofrados será revisada y autorizada por la Supervisión.

Materiales y equipo:

Se usarán clavos para madera de 3”, alambre negro N.º 8, acero corrugado de ½”, rollizo de eucalipto de 4”x3.00m, madera corriente para encofrado en tablones según indica el análisis de precios unitarios.

Método de ejecución:

Los encofrados se usarán donde sean necesarios para la contención del concreto fresco hasta obtener las formas que los detalles de los planos respectivos.

Estos deben tener capacidad suficiente para resistir la presión resultante de la colocación y empuje del concreto y la suficiente rigidez para mantener la tolerancia especificada.

El encofrado será diseñado para resistir con seguridad todas las cargas

impuestas por su propio peso, el peso y el empuje del concreto de una sobrecarga del llenado no inferior de 2000 Kg/m2.

Las formas deberán ser herméticas para prevenir la filtración de mortero y serán debidamente arriostrados o ligadas entre sí de manera que se mantengan en la posición y forma deseada con seguridad.

Donde sea necesario mantener las tolerancias especificadas, el encofrado debe ser bombeado para compensar las deformaciones previamente al endurecimiento del concreto.

Los accesorios de encofrados tales como tirantes deben ser de una calidad óptima para su parcial o total empotrado en el concreto.

Las formas deberán retirarse de manera que se asegure la completa indeformabilidad de la estructura.

En general, las formas no deberán quitarse hasta que el concreto se haya endurecido suficientemente bien superpuestos con seguridad su propio peso y los pesos supuestos que pueden colocarse sobre él.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar el trabajo efectuado, será por METRO CUADRADO de encofrado y desencofrado.

1.2.6.1.3 ACERO DE REFUERZO FY= 4200 KG/CM2 kg.

Descripción

Se refiere a los trabajos que son necesarios realizar a fin de suministrar, habilitar, preparar, doblar e instalar el refuerzo de acero estructural según lo indiquen los planos respectivos, y las normas generales de aceros de refuerzo estructural y de temperatura, el acero será el catalogado con un esfuerzo a la fluencia de 4.200 Kg/cm^2 y según las dimensiones que se especifican en los planos.

Materiales y herramientas a utilizar

Fierro corrugado, alambre, mesa de doblado, etc. Asimismo, herramientas como: grifas, cizallas, alicates, arco de cierra, etc.

Modo de ejecución de la partida

Los refuerzos de acero serán cortados, habilitados de acuerdo a las dimensiones que se especifican en los planos de tal manera que al instalar la armadura en su posición final dentro de los elementos estructurales estas queden completamente embebidas en concreto respetando las distancias mínimas de recubrimiento. Para sujetar el refuerzo de acero se utilizará alambres atortolados y/o soldadura según lo especifiquen los planos. El fierro que este oxidado deberá previamente ser limpiado con escobilla de cerdas metálicas y también debe estar exento de grasas. Previamente al vaciado de concreto en las estructuras, la armadura de acero de refuerzo deberá ser aprobada y revisada por el Supervisor de Obra de

tal manera que verifique las dimensiones finales según los planos. Queda prohibido utilizar elementos de fierro que hayan sido utilizados.

Como partida adicional se considera el transporte interno desde el campamento hasta la obra en una distancia máx. de 500 m

Controles

Se procederá a comprobar que las armaduras de fierro estén de acuerdo a lo especificado en los planos, en cuanto a dimensiones, espaciamientos, recubrimientos y demás características especificadas. El supervisor deberá realizar dicha labor con la frecuencia del caso. Todo vaciado de elementos estructurales con refuerzo metálico deberá tener la autorización escrita del Supervisor, previa verificación.

Aceptación de los trabajos

Previamente al vaciado de concreto en las estructuras, la armadura de acero de refuerzo deberá ser aprobada y revisada por el Supervisor de Obra de tal manera que verifique todas las características dimensionales, de espaciamientos y recubrimientos finales según los planos.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar la ejecución de la partida será por KILOGRAMO de acero de refuerzo colocado en la estructura y de acuerdo al precio unitario

especificado en el Expediente Técnico aprobado por la institución, y según el metrado especificado en dicho expediente.

1.2.6.1.4 PREPARACIÓN Y VACEADO CºSº F`c=210 KG/CM2. m3.

Descripción

Se refiere a los trabajos que son necesarios realizar a fin de suministrar, habilitar, preparar y colocar en sus posiciones finales el concreto estructural compuesto por Cemento, Arena, Grava y agua en las dosificaciones que apruebe el Supervisor de Obra según el respectivo diseño de mezclas proporcionado por el Ing° Residente, para el presente caso la resistencia mínima a la compresión requerida a los 28 días será de 210 Kg/cm^2.

Materiales y equipos a utilizar

Cemento, Arena, Grava y agua en las dosificaciones que apruebe el Supervisor de Obra. Como equipos se utilizará vibradora y mezcladora de concreto.

Modo de ejecución de la partida

El procedimiento constructivo y las especificaciones de los materiales a usar serán estrictamente controlados por la supervisión, previamente al vaciado con concreto de tal manera que verifique las dimensiones finales según los planos. Se tomarán testigos en obra con una frecuencia de tres briquetas por cada 25 m^3 de concreto colado en obra. No se permitirá el uso de menos de 9 bolsas de cemento por m^3

Controles

Se empleará cemento Portland Standard de fabricación nacional que corresponde a las normas americanas ASTM tipo 1, el que se encontrará en perfecto estado en el momento de su utilización. Deberá almacenarse en construcciones aprobadas que lo protejan de la humedad y la intemperie. El espacio de almacenaje será suficientemente amplio para permitir una ventilación conveniente.

Las rumas de bolsas deberán colocarse sobre un entablado, aún en el caso de que el piso del depósito sea de concreto, los envíos de cemento se colocarán

por separado, indicándose con carteles de fecha de recepción de cada lote, de modo de proveer su fácil identificación, inspección y empleo de acuerdo al tiempo; para un almacenaje superior a los cuatro meses. El cemento deberá someterse a las pruebas requeridas que determinen su buen estado de conservación. El uso de este material será por orden de envío.
Los agregados necesarios para la fabricación de concreto (arena, grava y piedra) se extraerán de las canteras existentes, previa verificación de las calidades de resistencia y compresión, bajo los cuales se hicieron los diseños de mezclas.

Los agregados deben estar exentos de materiales orgánicos o en todo caso serán previamente lavadas para efectuar el mezclado.

La explotación y utilización de las canteras estarán supeditadas al resultado de las pruebas de laboratorio que la Residencia debe mandar a realizar con dichos materiales para que con la aprobación de la Supervisión determine en última instancia su empleo de la fabricación del concreto.

El agregado fino, consistirá de arena natural u otro material inerte con características similares, sujeto a aprobación previa. Será limpio, libre de impurezas, sales y sustancias orgánicas. La arena es de granulometría variable, natural o procedente de la trituración de piedra.

Los agregados gruesos constituidos para las gravas o piedras trituradas deben provenir de rocas duras y estables resistentes a la abrasión por impacto y al deterioro causado por cambio de temperatura.

La cantidad de sustancias dañinas no excederá los siguientes límites:

Sustancias	Porcentaje en peso
Arcilloso (terrones de arcilla)	1
Carbón y lignito.	1
Pizarras.	1
Material que pasa la malla N° 200	
a) Concretos sujetos a la abrasión	4
b) Todos los otros tipos de concreto	5

El agua a utilizarse en la mezcla deberá ser limpia exenta de aceites, ácidos, álcalis o materia orgánica. No deberá ser salobre. Al tomar las muestras se tendrá cuidado de que sean representativas y los envases estén limpios.

La resistencia del concreto será comprobada periódicamente. Con este fin se tomarán testigos cilíndricos de acuerdo a las normas ASTM C-172 y ASTM C-131 (probetas cilíndricas de 15 cm. de diámetro y 30 cm. de altura) en las cantidades mínimas siguientes:

Concreto armado

Verificación del diseño de mezcla al inicio de la obra y para los casos de cambio de agregados (canteras) con un ensayo de 6 probetas.

Un ensayo de 3 probetas por cada 25 m^3, de concreto colocado en obra.

Concreto simple

Verificación del diseño de mezcla al inicio de la obra y para los casos de cambio de agregados (canteras) con un ensayo de 6 probetas.

La prueba de la resistencia consistirá en romper los testigos de la misma edad y clase, de acuerdo a lo indicado en la norma ASTM C - 39.

Se llamará resistencia del concreto al promedio de los tres resultados.

La Entidad Ejecutora llevará un registro de cada testigo fabricado en el que constará la fecha y hora de elaboración, la clase de concreto, con lugar específico, edad al momento de la prueba, resultado de la prueba y número de la misma.

Las pruebas serán efectuadas por un laboratorio independiente aprobado por la Supervisión.

La Entidad Operativa debe contar en obra con personal especializado para realizar la toma de testigos y su curado adecuado (mínimo durante 7 días, Norma ACI – 308).

A criterio del Supervisor, se solicitará resultados de ensayos de resistencia en compresión de probetas curadas bajo condiciones de obra, con la finalidad de verificar la calidad de los procesos de curado y protección del concreto (Norma

ACI-318 y Norma Peruana E-040 de Concreto Armado).

Las probetas que han de ser curadas bajo condiciones de obra deberán ser moldeadas al mismo tiempo y de la misma muestra con que se preparan las probetas a ser curadas bajo condiciones adecuadas. Deberá procederse a mejorar los procesos de protección y curado del concreto en todos aquellos casos en los que la resistencia a la compresión de las probetas curadas bajo condiciones de obra a la edad elegida para la determinación de la resistencia promedio, sea inferior al 85% de las probetas curadas bajo condiciones óptimas.

Aceptación de los trabajos

Una vez comprobada la calidad de los concretos se dará por aprobada las obras de concreto ejecutadas.

Medición y forma de valorización

La forma de medición y valorización de la partida será por METRO CÚBICO de concreto vaciado en la estructura y de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado por la institución y según el metrado indicado en dicho expediente.

1.2.6.1.4 REJILLA DE INGRESO SEGÚN DISEÑO und.

Descripción

Se refiere a los trabajos de Suministro, fabricación e instalación de la rejilla de ingreso, elaborada con platinas de acero y según los planos de diseño.

Materiales a utilizar

Angulares, soldaduras, pintura anticorrosiva, brochas, cierra, equipos de soldadura y otros de tipo mecánico.

Modo de ejecución de la partida

La fabricación de la rejilla metálica será utilizando platinas en las dimensiones especificadas en los planos las mismas que irán colocadas mediante anclajes en la ventana de ingreso y desfogue de las bocatomas. Es recomendable que durante la fase de vaciado del concreto se cuenten con las compuertas, de tal modo que se facilite su instalación.

Controles

Se verificará la calidad de los angulares y el espesor de las mismas, estas deben estar adecuadamente pintadas y sin muestras de corrosión. Luego de ello se revisarán las dimensiones especificadas en los planos y la correcta operación de rejilla

Para el proceso de pintado se deberá exigir previamente que la limpieza sea mediante arenado a presión.

Aceptación de los trabajos

Luego de haber aprobado los controles respectivos se aceptará dicho producto.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar la partida será por UNIDAD de compuerta colocada, según lo establecido en los planos y de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado por la institución y según la cantidad especificada en el expediente.

1.2.6.2 TUBERÍA DE CONDUCCIÓN

1.2.6.2.1 EXCAVACIÓN DE MATERIAL SUELTO A MANO m3.

Descripción

Se refiere a las excavaciones a realizarse en la cimentación de la caja del canal para la instalación de la tubería de conducción, en material clasificado como material suelto, en los lugares donde el equipo pesado no pudiera excavar por falta de espacio, refines u otras razones.

De acuerdo con las especificaciones contenidas en esta sección y según se muestra en los planos, el Ing. Residente deberá efectuar todas las excavaciones permanentes a cielo abierto y cualquier otra excavación a mano requerida para la cabal ejecución de la obra, así como el transporte y eliminación del material excedente.

La excavación incluirá todas las operaciones de extracción, carguío, transporte de los materiales, que se requieran realizar a mano, a los lugares de descarga aprobados. Los límites de excavación están definidos por las líneas de contorno

de cimentaciones y los niveles de explanación que se muestran en los planos.

Materiales a utilizar en la partida

No requiere.

Equipos y/o herramientas

Como herramientas se utilizará barretas, buggies, palas y picos.

Modo de ejecución de la partida

La excavación podrá ejecutarse a mano en los lugares donde el equipo pesado no puede acceder por cuestiones de espacio y en las zonas de refine indicados, debe tenerse el personal suficiente para este tipo de trabajo. El Ing. Residente tomará en cuenta que las excavaciones programadas no son de un solo tipo, sino como se indica en los planos.

El método y plan de excavación a emplearse en las diferentes partes del aliviadero serán sometidos a la aprobación del Supervisor de Obras.

Controles

Las excavaciones se realizarán de acuerdo a las secciones establecidas en los diseños, estas serán controladas por el supervisor de modo que se cumplan con estos requisitos, se verificara paralelamente el tipo de material excavado y los rendimientos de ser el caso.

Aceptación

Una vez comprobada por parte de la Supervisión la ejecución de la partida de acuerdo a lo detallado anteriormente se procederá a aceptar dichos trabajos.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar el trabajo efectuado, será por METRO CUBICO de volumen excavado a nivel de caja de la cimentación, de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado y según el metrado indicado.

1.2.6.2.2 ENCOFRADO Y DESENCOFRADOS DE OBRAS DE ARTE m2.

Descripción:

Esta partida consiste en dar forma y corresponde al encofrado y desencofrado

de las caras laterales de la estructura, y deberán ejecutarse cumpliendo con las especificaciones técnicas correspondientes y las características geométricas indicadas en los planos. Los encofrados de la vereda diseñada y presentada para su aprobación por la supervisión la misma que constará en cuaderno de obra.

Este rubro comprende la fabricación colocación, y el retiro del encofrado normal para las estructuras de obras de arte luego de que se cumpla con el tiempo de desencofrado. La madera utilizada para los encofrados será revisada y autorizada por la Supervisión.

Materiales y equipo:

Se usarán clavos para madera de 3”, alambre negro N.º 8, acero corrugado de ½”, rollizo de eucalipto de 4”x3.00m, madera corriente para encofrado en tablones según indica el análisis de precios unitarios.

Método de ejecución:

Los encofrados se usarán donde sean necesarios para la contención del concreto fresco hasta obtener las formas que los detalles de los planos respectivos.

Estos deben tener capacidad suficiente para resistir la presión resultante de la colocación y empuje del concreto y la suficiente rigidez para mantener la tolerancia especificada.

El encofrado será diseñado para resistir con seguridad todas las cargas impuestas por su propio peso, el peso y el empuje del concreto.

Las formas deberán ser herméticas para prevenir la filtración de mortero y serán debidamente arriostrados o ligadas entre sí de manera que se mantengan en la posición y forma deseada con seguridad.

Donde sea necesario mantener las tolerancias especificadas, el encofrado debe ser bombeado para compensar las deformaciones previamente, el endurecimiento del concreto.

Los accesorios de encofrados para su parcial o total empotrado en el concreto, tales como tirantes, deben ser de una calidad óptima.

Inmediatamente después de quitar las formas la superficie de concreto deberá ser tratada como lo ordene el inspector.

Las formas deberán retirarse de manera que se asegure la completa indeformabilidad de la estructura.

En general, las formas no deberán quitarse hasta que el concreto se haya endurecido suficientemente bien superpuestos con seguridad su propio peso y los pesos supuestos que pueden colocarse sobre él.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar el trabajo efectuado, será por METRO CUADRADO de encofrado y desencofrado.

1.2.6.2.3 ACERO DE REFUERZO FY= 4200 KG/CM2 kg

Descripción

Se refiere a los trabajos que son necesarios realizar a fin de suministrar, habilitar, preparar, doblar e instalar el refuerzo de acero estructural según lo indiquen los planos respectivos, y las normas generales de aceros de refuerzo estructural y de temperatura, el acero será el catalogado con un esfuerzo a la fluencia de 4.200 Kg/cm^2 y según las dimensiones que se especifican en los planos.

Materiales y herramientas a utilizar

Fierro corrugado, alambre, mesa de doblado, etc. Asimismo, herramientas como: grifas, cizallas, alicates, arco de cierra, etc.

Modo de ejecución de la partida

Los refuerzos de acero serán cortados y habilitados de acuerdo a las dimensiones que se especifican en los planos de tal manera que al instalar la armadura en su posición final dentro de los elementos estructurales estas queden completamente embebidas en concreto respetando las distancias mínimas de recubrimiento. Para sujetar el refuerzo de acero se utilizará alambres atortolados y/o soldadura según lo especifiquen los planos. El fierro que este severamente oxidado deberá previamente ser limpiado con escobilla de cerdas

metálicas y también debe estar exento de grasas. Previamente al vaciado de concreto en las estructuras, la armadura de acero de refuerzo deberá ser aprobada y revisada por el Supervisor de Obra de tal manera que verifique las dimensiones finales según los planos. Queda prohibido utilizar elementos de fierro que hayan sido utilizados.

Como partida adicional se considera el transporte interno desde el campamento hasta la obra en una distancia máx. de 500 m

Controles

Se procederá a comprobar que las armaduras de fierro estén de acuerdo a lo especificado en los planos, en cuanto a dimensiones, espaciamientos, recubrimientos y demás características especificadas. El supervisor deberá realizar dicha labor con la frecuencia del caso. Todo vaciado de elementos estructurales con refuerzo metálico deberá tener la autorización escrita del Supervisor, previa verificación.

Aceptación de los trabajos

Previamente al vaciado de concreto en las estructuras, la armadura de acero de refuerzo deberá ser aprobada y revisada por el Supervisor de Obra de tal manera que verifique todas las características dimensionales, de espaciamientos y recubrimientos finales según los planos.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar la ejecución de la partida será por KILOGRAMO de acero de refuerzo colocado en la estructura y de acuerdo al precio unitario especificado en el Expediente Técnico aprobado por la institución, y según el metrado especificado en dicho expediente.

1.2.6.2.4 PREPARACIÓN Y VACEADO DE Cº Sº F`C=175 KG/CM2 m3.

Ídem al ítem 1.2.6.1.4

1.2.6.2.5 TUBERÍA DE DESCARGA PVC 160MM ISO 4422 CLASE 5 m.

Descripción.

Esta partida se refiere a los elementos y accesorios para la conducción de agua

de la toma a la pantalla disipadora de energía mediante tuberías de diámetros especificados en los planos.

Esta tubería se coloca con el objeto de realizar la limpieza del dique además se calcula para una evacuación rápida del agua a través de esta tubería de mayor diámetro que la de operación y control.

Proceso constructivo

La tubería tiene un diámetro de 8" el cual se colocará conjuntamente con la tubería de 4" de operación y control de caudal del sistema.

Esta tubería se realiza poniendo una viga de concreto armado que protege a ambas tuberías de la compactación del cuerpo de la presa.

Su colocación de esta tubería comprende que tiene que estar el armado del acero listo y compactado hasta el nivel total de enterrado de la tubería y dejar una zanja bien perfilada para evitar el encofrado y luego esperar por lo menos 24 hora para el fraguado y luego proseguir con la compactación del cuerpo de la presa.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar la ejecución de la partida será por METRO LINEAL.

1.2.6.3 CÁMARA DE PANTALLA DISIPADORA DE IMPACTO DE AGUA Y CAJA DE VÁLVULAS

1.2.6.3.1 EXCAVACIÓN DE MATERIAL SUELTO A MANO m3

Ídem al ítem 1.2.6.2.1

1.2.6.3.2 ENCOFRADO Y DESENCOFRADOS DE OBRAS DE ARTE m2

Ídem al ítem 1.2.6.2.2

1.2.6.3.3 ACERO DE REFUERZO FY= 4200 KG/CM2 kg.

Ídem al ítem 1.2.6.2.3

1.2.6.3.4 PREPARACIÓN Y VACEADO DE Cº Sº F`C=175 KG/CM2 m3.

Ídem al ítem 1.2.6.2.4

1.2.6.3.5 VÁLVULA COMPUERTA DE 160 MM PN 10 und.

Descripción.

Se refiere a la colocación de la válvula de control a la salida de presa que sirve de control de salida de agua para limpieza de sedimentos y lodos.

Proceso constructivo

Se colocará la válvula de compuerta dentro de la caja de concreto construida para la protección de la válvula y que no pueda ser manipulado por terceras personas.

La válvula se embona con bridas y anillos de jebe.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar la ejecución de la partida será por UNIDAD, por instalación de accesorios de válvula de control de 200 mm.

1.2.6.3.6 SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PLANCHA METÁLICA PARA PANTALLA DISIPADORA und.

Descripción.

La plancha metálica se coloca con el fin de romper el agua y no ser erosionado por la fuerza que dispone el agua al momento de impactar con la pantalla de concreto adosada con una plancha metálica.

Proceso constructivo

Cuando el concreto este fraguado a las 24 horas se coloca la plancha metálica, Esta plancha tiene sus pines soldados para su empotramiento al concreto el cual será reforzado a la estructura de acero de la cámara en el sector de la pantalla.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar la ejecución de la partida será por UNIDAD, por colocación de la plancha metálica en la pantalla de concreto.

1.2.6.3.7 TAPA DE METÁLICA SANITARIA DE 0.80 X 0.80 m. und.

Descripción.

Este ítem se refiere a la provisión, fabricación e instalación tapas metálicas o

elementos en carpintería metálica, de acuerdo al diseño, dimensiones y detalles constructivos indicados en los planos, formularios de presentación de propuesta y/o instrucciones del Supervisor de Obra, los que se detallan a continuación.

Materiales, herramientas y equipo

Todos los materiales, herramientas y equipos necesarios para la ejecución de este ítem, deberá ser provistos por la entidad en la obra, previa aprobación del supervisor de Obra.

Se emplearán aceros de perfiles, de doble contacto, barras, chapas laminadas, según norma DIN 1612, así como también las diferentes variedades de tubos de uso industrial cerrados y abiertos, tubos estructurales, perfiles estructurales, perfiles tubulares, Perfiles abiertos en plancha doblada, tuberías de hierro galvanizado y acero de construcción de acuerdo a las especificaciones en los planos de detalle, formulario de presentación de propuesta y/o instrucción del Supervisor de Obra.

Como condición general, el acero de los elementos a emplearse será de grano fino y homogéneo no deberá presentar en la superficie o en el interior de su masa grietas u otra clase de defectos.

La soldadura a emplearse será de tipo y calibre adecuado a los elementos a soldarse. Todos los elementos fabricados en carpintería metálica deberán salir de las maestranzas con una mano de pintura anticorrosiva.

Procedimiento para su ejecución.

En general, la entidad deberá observar las recomendaciones siguientes:

El residente de obra antes de realizar la fabricación de los elementos, deberá verificar cuidadosamente las dimensiones en obra.

En proceso de fabricación deberá emplearse el equipo y herramientas adecuadas, así como la mano de obra, que garantice un trabajo satisfactorio.

Las uniones se realizarán por soldadura a tope y serán lo suficientemente sólidas para resistir los esfuerzos correspondientes al transporte, colocación y operación. Los restos de soldadura se pulirán de modo de no perjudicar su aspecto, estanqueidad y buen funcionamiento.

Las partes móviles deberán practicarse sin dificultad y ajustarse entre ellos o con las partes fijas con una holgura no mayor a 1.5 mm.

La carpintería metálica deberá protegerse conveniente mente con una capa de pintura anticorrosiva y dos de esmalte para exteriores. Las partes que queden ocultas llevaran dos manos de pintura anticorrosiva.

Todos los elementos metálicos en contacto permanentemente con agua llevaran dos baños de pintura con alto contenido, de zinc metálico el polvo.

Antes de aplicar la pintura anticorrosiva se quitará todo el vestigio de oxidación y se desengrasaran las estructuras con aguarrás mineral u otro disolvente.

La colocación de la carpintería metálica, en general, no se efectuará mientras no se haya terminado la obra en fabrica, Se anillarían en el emplazamiento definitivo y se mantendrán mediante elementos auxiliares en condiciones tales que no sufran desplazamiento durante la ejecución de obra.

Tapas metálicas

Las tapas metálicas serán fabricadas de acuerdo al diseño y dimensiones establecidas en los planos con planchas de 1/8", de espesor y angulares de ¾" x 1/8", bisagras apropiadas y en número de dos y deberán tener un destino de cierre casi hermético adecuado en el extremo opuesto a las bisagras.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar la ejecución de la partida será por UNIDAD.

1.3 SISTEMA DE CONTROL DE EXCEDENCIAS

1.3.1 VERTEDERO CANALES Y TRANSICIÓN

1.3.1.1 EXCAVACIÓN MATERIAL SUELTO A MANO m3.

Ídem al ítem 1.2.6.3.1

1.3.1.2 ENCOFRADO Y DESENCOFRADOS DE OBRAS DE ARTE m2.

Ídem al ítem 1.2.6.3.2

1.3.1.3 PREPARACIÓN Y VACEADO DE Cº Sº F`C=140 KG/CM2 + 30% PM m3

Descripción

La dosificación de sus materiales empleadas en las estructuras de concreto simple, estará de acuerdo al diseño de mezclas, por lo que variará de acuerdo al tipo de materiales y a la calidad de sus agregados.

Materiales

Los materiales del concreto deben cumplir con ciertas características, tales que nos permitan garantizar la calidad y la duración de estos.

Cemento

El Cemento a utilizarse deberá cumplir adecuadamente con la especificación para Cemento Portland (ASTM. C-150), debe ser de calidad Portland tipo I para concretos, morteros, etc.

Deben ser frescos; no se utilizará cemento que tenga más de 90 días de almacenaje que tenga envase diferente al de fábrica o que presente grumos.

Deberá guardarse en almacenes apropiados, que lo protejan de la humedad e intemperie. Las rumas de bolsas deberán colocarse sobre tarimas de madera y en un ambiente cerrado.

Los envíos de cemento se colocarán por separado indicándose con tarjeteras la cantidad y fecha de recepción de cada lote, de modo de prevenir su fácil identificación, inspección y empleo de acuerdo al tiempo.

Aditivos

Estos materiales se usarán sólo en casos que sea justificable su utilización; para esto el Residente deberá someter a consideración del Inspector el tipo de aditivo a usar y normas de uso indicadas por el fabricante.

Agregados

Deberán ser limpios sin materiales extraños como arcillas, limos, desechos, materiales orgánicos y/o químicos y otros que atenten con la buena calidad del concreto; satisfaciendo la norma ASTM C-33.

Los agregados para la fabricación del concreto (arena y grava) se extraerán de

las canteras existentes, provenientes de rocas resistentes o en el caso de no existir deberán ser chancados por procedimientos mecánicos.

Agregados finos

Consistirá de arena natural u otro material inerte con características similares, sujeto a aprobación. El agregado fino será convenientemente graduado, debiendo cumplir con los límites establecidos por el ACI al respecto.

TAMIZ	% QUE PASA
# 4	95 - 100
# 8	80 - 100
# 16	50 - 85
# 30	25 - 60
# 50	10 - 30
# 100	2 - 10

Agregado Grueso

Está conformado por piedra partida, grava y canto rodado deberá ser duro, con resistencia última mayor que la del concreto que se va a emplear, además debe ser químicamente estable, durable, sin materias extrañas y orgánicas adheridas a su superficie.

Piedras

Se utilizarán piedras que tengan una adecuada resistencia a la compresión y al desgaste, cuyos diámetros variarán de acuerdo a lo requerido.

Agua

Deberá ser limpia y cristalina, exenta de álcalis, ácidos, nitratos y otros elementos extraños.

Método de ejecución

Para el proceso de preparado de concreto se cuenta con diferentes etapas hasta la entrega de la estructura concluida.

Mezclado

Será de acuerdo a la disponibilidad de mezcladora donde se cumplirá con las condiciones para su funcionamiento y proporción, en caso contrario se efectuar

en forma manual teniéndose en consideración la uniformidad del mezclado y las condiciones técnicas que requiere para su colocación según el ASTM.

El concreto de una tanda deberá ser extraído del tambor de la mezcladora antes de cargar la siguiente tanda, El tiempo de mezclado no será menor de 1´ ni mayor de 5´ (minutos), la secuencia de mezclado será; primero 10% de agua, luego Grava, Cemento, Arena y por último el resto de agua.

Transporte y Colocación

El concreto deberá ser transportado y colocado de modo que no permita la segregación de sus componentes, permitiéndose solamente para su transporte las carretillas, buggies o baldes de pluma. No se aceptarán para el llenado concreto que tengan más de 30' de preparado por lo que el lugar de Preparado deberá estar lo más cercano posible al lugar de vaciado. El lugar de vaciado será limpiado de todo material extraño, sin agua corriente o estancada.

Vibrado

Al depositarse el concreto en las formas, deberá ser convenientemente vibrado de inmediato; se dispondrá de un número suficiente de vibradores, para asegurar la buena calidad del concreto y la resistencia del mismo. Después del vibrado se sugiere el chuseado en los ángulos de las formas donde pudiera ser que no se vibró correctamente.

Curado y Protección del Concreto.

El curado deberá mantener el concreto, para que la hidratación del mismo continúe normalmente, se realizará tan pronto termine el vaciado por un tiempo mínimo de 07 días.

Todo el concreto vaciado deberá seguir un período de curado para prevenir la formación de resquebrajaduras superficiales debido a la pérdida prematura de agua, mientras el concreto esté plástico y para asegurar la obtención de una resistencia específica. Para ello existen varios métodos, entre ellos: Cubrir la superficie con costales de yute, lonas de algodón, una capa de
2.5 cm de arena, tierra o aserrín, una capa de paja o rastrojo de unos 20 cm. de espesor los cuales deberán mantenerse mojadas continuamente.

Medición y forma de valorización

La forma de medir y valorizar la ejecución de la partida será por METRO CÚBICO.

1.3.2 CANAL RÁPIDA

1.3.2.1 EXCAVACIÓN MATERIAL SUELTO A MANO m3

Ídem al ítem 1.2.6.3.1

1.3.2.2 ACERO DE REFUERZO FY= 4200 KG/CM2 kg

Ídem al ítem 1.2.6.3.3

1.3.2.3 ENCOFRADO Y DESENCOFRADOS DE OBRAS DE ARTE m2.

Ídem al ítem 1.2.6.3.2

1.3.2.4 PREPARACIÓN Y VACEADO DE Cº Sº F`C=175 KG/CM2 m3.

Descripción

Empleadas en las estructuras de concreto simple, La dosificación de sus materiales está de acuerdo al diseño de mezclas, por lo que variara de acuerdo al tipo de materiales y a la calidad de sus agregados.

Materiales

Los materiales de los concretos deben cumplir con ciertas características, tales que nos permitan garantizar la calidad y la duración de estos.

Cemento

El Cemento a utilizarse deberá cumplir adecuadamente con la especificación para Cemento Pórtland (ASTM. C-150), debe ser de calidad Pórtland tipo I para concretos, morteros, etc.

Deben ser frescos; no se utilizará cemento que tenga más de 90 días de almacenaje que tenga envase diferente al de fábrica o que presente grumos.

Deberá guardarse en almacenes apropiados, que lo protejan de la humedad e intemperie. Las rumas de bolsas deberán colocarse sobre tarimas de madera y en un ambiente cerrado.

Los envíos de cemento se colocarán por separado indicándose con tarjeteras la

cantidad y fecha de recepción de cada lote, de modo de prevenir su fácil identificación, inspección y empleo de acuerdo al tiempo.

Aditivos

Estos materiales se usarán sólo en casos que sea justificable su utilización; para esto el Residente deberá someter a consideración del Inspector el tipo de aditivo a usar y normas de uso indicadas por el fabricante.

Agregados

Deberán ser limpios sin materiales extraños como arcillas, limos, desechos, materiales orgánicos y/o químicos y otros que atenten con la buena calidad del concreto; satisfaciendo la norma ASTM C-33.

Los agregados para la fabricación del concreto (arena y grava) se extraerán de las canteras existentes, provenientes de rocas resistentes o en el caso de no existir deberán ser chancados por procedimientos mecánicos.

Agregados finos

Consistirá de arena natural u otro material inerte con características similares, sujeto a aprobación. El agregado fino será convenientemente graduado, debiendo cumplir con los límites establecidos por el ACI al respecto.

TAMIZ	% QUE PASA
# 4	95 - 100
# 8	80 - 100
# 16	50 - 85
# 30	25 - 60
# 50	10 - 30
# 100	2 - 10

Agregado Grueso

Está conformado por piedra partida, grava, canto rodado, etc.; deberá ser duro, con resistencia última mayor que la del concreto que se va a emplear, además debe ser químicamente estable, durable, sin materias extrañas y orgánicas adheridas a su superficie.

Piedras

Se utilizarán piedras que tengan una adecuada resistencia a la compresión y al desgaste, cuyos diámetros variarán de acuerdo a lo requerido.

Agua

Deberá ser limpia y cristalina, exenta de álcalis, ácidos, nitratos y otros elementos extraños.

Método de ejecución

Para el proceso de preparado de concreto se cuenta con diferentes etapas hasta la entrega de la estructura concluida.

Mezclado

Será de acuerdo a la disponibilidad de mezcladora donde se cumplirá con las condiciones para su funcionamiento y proporción, en caso contrario se efectuar en forma manual teniéndose en consideración la uniformidad del mezclado y las condiciones técnicas que requiere para su colocación según el ASTM.

El concreto de una tanda deberá ser extraído del tambor de la mezcladora antes de cargar la siguiente tanda, el tiempo de mezclado no será menor de 1´ ni mayor de 5´ (minutos), la secuencia de mezclado será; primero 10% de agua, luego grava, cemento, arena y por último el resto de agua.

Transporte y Colocación

El concreto deberá ser transportado y colocado de modo que no permita la segregación de sus componentes, permitiéndose solamente para su transporte las carretillas, buggies o baldes de pluma. No se aceptarán para el llenado concreto que tengan más de 30' de preparado por lo que el lugar de Preparado deberá estar lo más cercano posible al lugar de vaciado. El lugar de vaciado será limpiado de todo material extraño, sin agua corriente o estancada.

Vibrado

Al depositarse el concreto en las formas, deberá ser convenientemente vibrado de inmediato; se dispondrá de un número suficiente de vibradores, para asegurar la buena calidad del concreto y la resistencia del mismo. Después del vibrado se sugiere el chuseado en los ángulos de las formas donde pudiera ser que no se vibró correctamente.

Curado y Protección del Concreto.

El curado deberá mantener el concreto, para que la hidratación del mismo continúe normalmente, se realizará tan pronto termine el vaciado por un tiempo mínimo de 07 días.

Todo el concreto vaciado deberá seguir un período de curado para prevenir la formación de resquebrajaduras superficiales debido a la pérdida prematura de agua, mientras el concreto esté plástico y para asegurar la obtención de una resistencia específica. Para ello existen varios métodos, entre ellos: Cubrir la superficie con costales de yute, lonas de algodón, una capa de
2.5 cm de arena, tierra o aserrín, una capa de paja o rastrojo de unos 20 cm. de espesor los cuales deberán mantenerse mojadas continuamente.

Medición y forma de valorización

El concreto será medido y valorizado en METRO CÚBICO.

1.3.2.5 JUNTAS ASFÁLTICAS m.

El canal lleva juntas asfálticas de dilatación y de construcción; las primeras a distancias de 3.00
m. entre ellas, y las juntas de construcción a distancias de 30 m de longitud, es decir, se estima que al día pueden cumplir dos tareas de vaciado del concreto, cada una de 30 m. de longitud. Para asegurar la colaboración de las estructuras a los esfuerzos, las dos superficies opuestas que componen la junta tendrán que ser completamente separadas. Los materiales a ser utilizadas en la aplicación de la junta están conformados por asfalto RC – 250 y arena fina, en proporciones que se especifican en los costos unitarios del presupuesto.

Medición y forma de valorización

Esta partida será medida y valorizada en METRO LINEAL.

1.3.3 POZA DISIPADORA

1.3.3.1 EXCAVACIÓN MATERIAL SUELTO A MANO m3

Ídem al ítem 1.3.2.1

1.3.3.2 ENCOFRADO Y DESENCOFRADOS DE OBRAS DE ARTE m2.

Ídem al ítem 1.3.2.3

1.3.3.3 ACERO DE REFUERZO FY= 4200 KG/CM2 kg.

Ídem al ítem 1.3.2.2

1.3.3.4 PREPARACIÓN Y VACEADO DE Cº Sº F`C=175 KG/CM2 m3.

Ídem al ítem 1.3.2.4

1.4 FLETE

1.4.1 FLETE TERRESTRE CUSCO – LAMAY kg.

Descripción

Consiste en el transporte de materiales a obra desde el centro de aprovisionamiento de los insumos que se requieren en obra para la construcción de obras de arte y otros hasta el almacén central en vehículos de gran tonelaje.

Método de ejecución

El trabajo consiste en el transporte de los materiales e insumos como son: cemento, aceros, accesorios de tuberías, maderas, etc. Dicha partida se ejecutará con el debido cuidado.

Medición y forma de valorización

Su medición y valorización será en KILOGRAMO, de acuerdo a la cantidad de materiales transportados.

1.4.2 FLETE TERRESTRE LAMAY - LAGUNA MUCHILLAY kg

Descripción

Consiste en el transporte de materiales a obra desde almacén central de los insumos que se requieren en obra para la construcción de obras de arte y otros hasta pie de obra, para ellos se tendrá que alquilar el transporte local o propio de la empresa entidad ejecutora.

Método de ejecución

El trabajo consiste en el transporte de los materiales e insumos como son:

cemento, aceros, accesorios de tuberías, maderas, etc. Dicha partida se ejecutará con el debido cuidado.

Medición y forma de valorización

Su medición y valorización será en KILOGRAMO, de acuerdo a la cantidad de materiales transportados.

1.5 ACCIONES COMPLEMENTARIAS

1.5.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

1.4.2 MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Glb.

Descripción

Estos trabajos se refieren a restituir el estado natural y ecológico de las áreas de canteras donde se ha interrumpido el medio natural al efectuar la explotación de materiales GC y rocas para la construcción de la presa.

Dicha restitución debe hacerse con el sembrado de plantas de eucalipto con la finalidad de restituir el aspecto natural y ecología de dichas zonas.

Materiales a utilizar en la partida

Se utilizará las plantaciones Equipos y/o herramientas como palas, picos, carretillas y otras.

Medición y forma de valorización

La medición y valorización considerada para la ejecución de esta partida es por el GLOBAL de inversión ambiental.

1.5.2 SEGURIDAD Y SALUD

1.5.2.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA Glb.

Se refiere a los elementos de proyección que llevaran el personal de obra como son cascos, zapato punta de acero, chalecos, etc.

1.5.3 PLAN DE MONITOREO ARQUEOLÓGICO

1.5.3.1 SERVICIO DE PLAN DE MONITOREO ARQUEOLÓGICO Glb.

Descripción

Consiste en que durante el desarrollo de las obras y actividades de ingeniería se cuente con arqueólogo que este permanente, para las actividades que involucran excavaciones remoción de tierras en las obras en general por ejecutar.

El plan de monitoreo arqueológico se presenta como medida de mitigación a fin de evitar la afectación de posibles sitios arqueológicos o cualquier otro resto arqueológico en el trazo de los trabajos a ejecutarse, insertándose en el estudio de impacto ambiental para la ejecución de la obra.

Medición y forma de valorización

La medición y valorización considerada para la ejecución de esta partida es por el GLOBAL. Esta medición se efectuará de cuando se culminan las charlas correspondientes.

1.6 MONITOREO DE PRESAS

1.6.1 INSTALACIÓN DE BMS DE CONTROL

1.6.1.1 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BMS DE CONTROL Und.

Descripción

Estos trabajos consisten en poner puntos de nivelación de precisión en la coronación de la presa así como en los taludes, con la finalidad de llevar el control de los asentamientos de la presa tanto en el sector de la coronación como en los taludes, distribuidos cada 10 m en la coronación de la presa y deberán estar referidos a puntos fijos colocados en lugares seguros en ambos flancos de la quebrada fuera del coronamiento y con el mismo alineamiento del eje de la presa, igualmente será en el área de los taludes.

Dichos puntos de control deben ser colocados con hitos de concretos fijos con su pivote en la punta, colocados al ras del piso del coronamiento y taludes, al estilo de puntos de triangulación

Materiales, equipos y herramientas a utilizar en la partida

Hito de concreto

Modo de ejecución de la partida

Se utilizará los equipos de topografía pata indicar el nivel donde se coloran los hitos

Controles

Se llevará de los niveles de los hitos

Aceptación de los trabajos

Una vez comprobada la calidad de dichas instalaciones, se dará por aprobada la partida ejecutada.

Medición y forma de valorización

La medición y valorización considerada para la ejecución de esta partida es en GLOBAL

1.6.2 INSTALACIÓN DE BMS DE CONTROL

1.6.2.1 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS DE ARTE m2.

Ídem al ítem 1.3.2.4

1.6.2.2 PREPARACIÓN Y VACIADO DE C°S°F´C=140KG/CM2+50%PG m3.

Ídem al ítem 1.3.2.5

1.6.2.3 LIMNÍMETRO METÁLICO GRADUADO PARA PRESA Und

Descripción

Consiste en la perforación y colocación de linmimetros graduados en el canal de excedencias con la finalidad de llevar el control de las variaciones del nivel de excedencias

Materiales, equipos y herramientas a utilizar en la partida

Limnímetro graduado
metálico Cemento
Portland tipo IP

Modo de ejecución de la partida

Se realizará la colocación del Limnímetro en los muros de la estructura de control de excedencias.

Controles

Se llevará control estricto de la verticalidad del Limnímetro

Aceptación de los trabajos

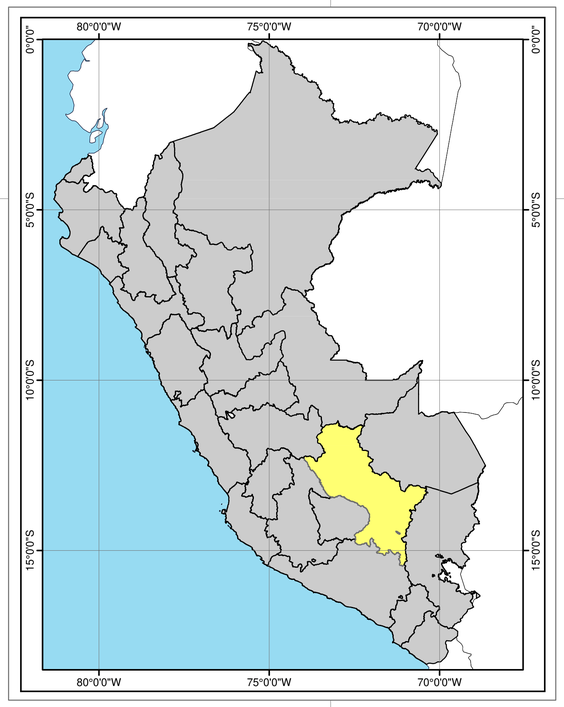
Una vez comprobada la calidad de dichas instalaciones, se dará por aprobada la partida ejecutada.

Medición y forma de valorización

La forma de medición y valorización de la partida será por UNIDAD, de acuerdo al monto especificado en el Expediente Técnico aprobado por la institución.

PLANOS

PLANO DE UBICACIÓN





0 0.5 1 2 3 4 Km

180000 190000

8530000 8520000

CALCA

LAMAY

COLQUEPATA

PISAC

COYA

COYA

N
W E
S

LEYENDA

- CHUMPE - MUCHILLAY
- CUENCA LAGUNA MUCHILLAY
- LAGUNA MUCHILLAY

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

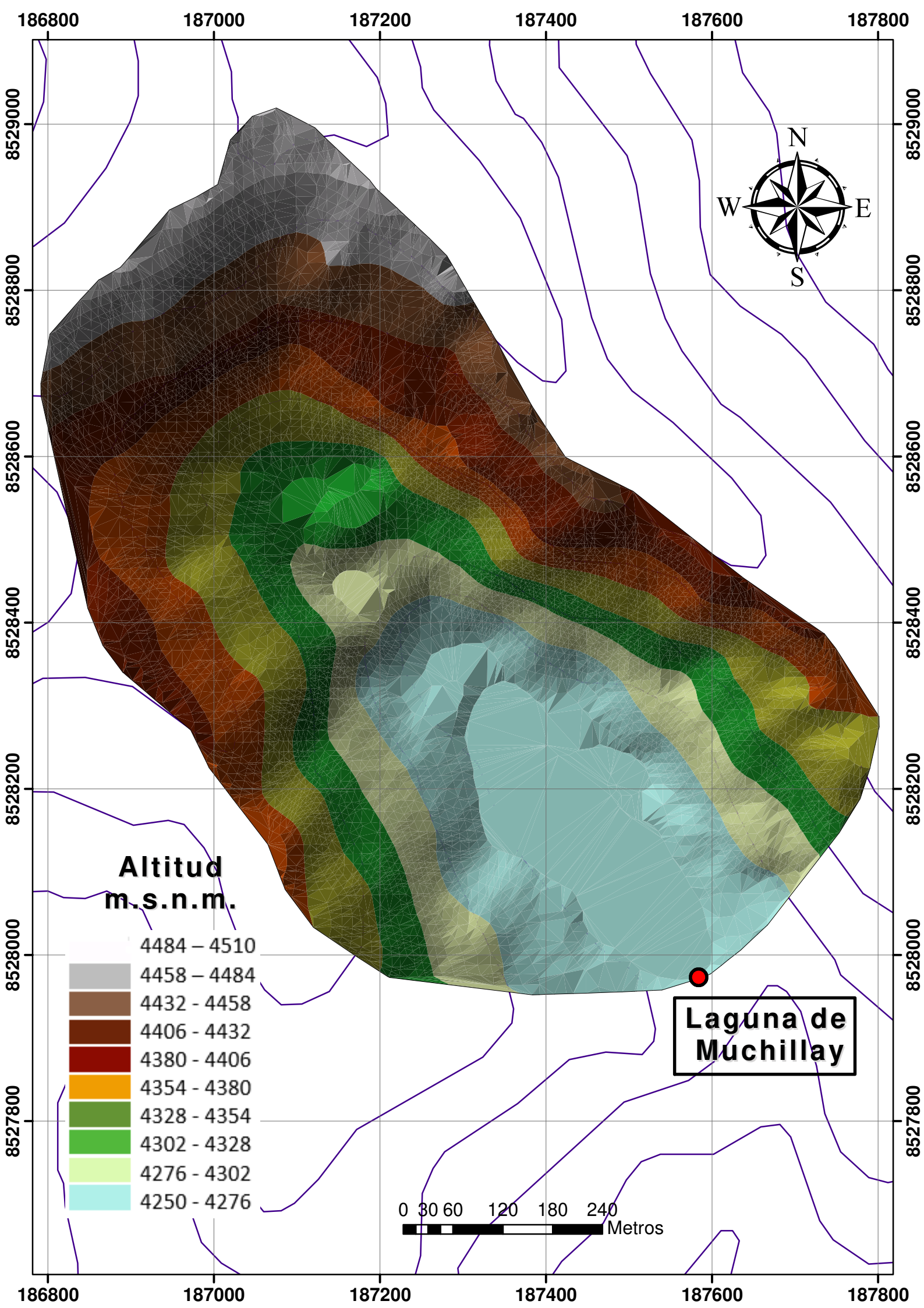
Proyecto de tesis:

"DISEÑO DE INGENIERIA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO"

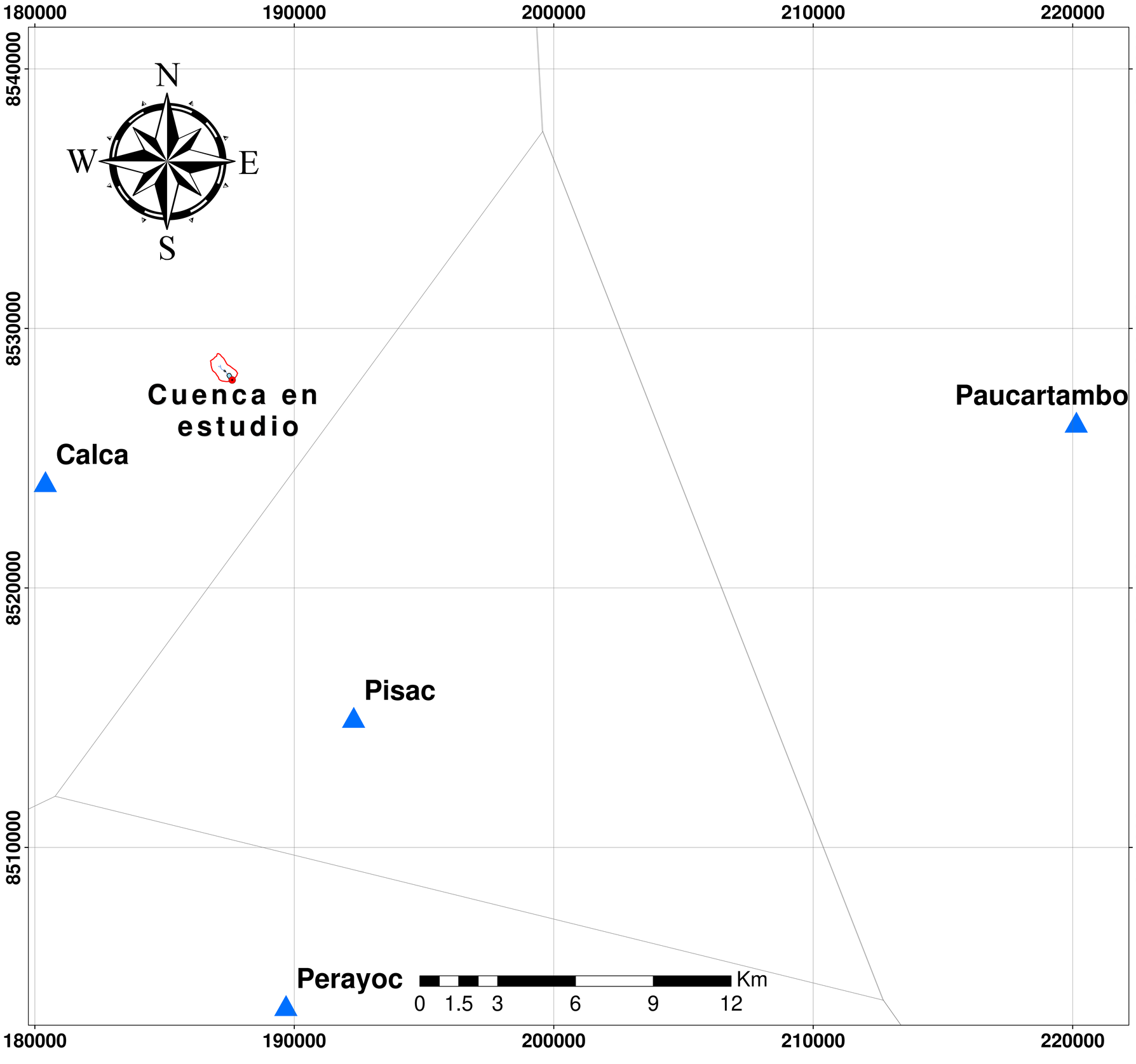
Plano:

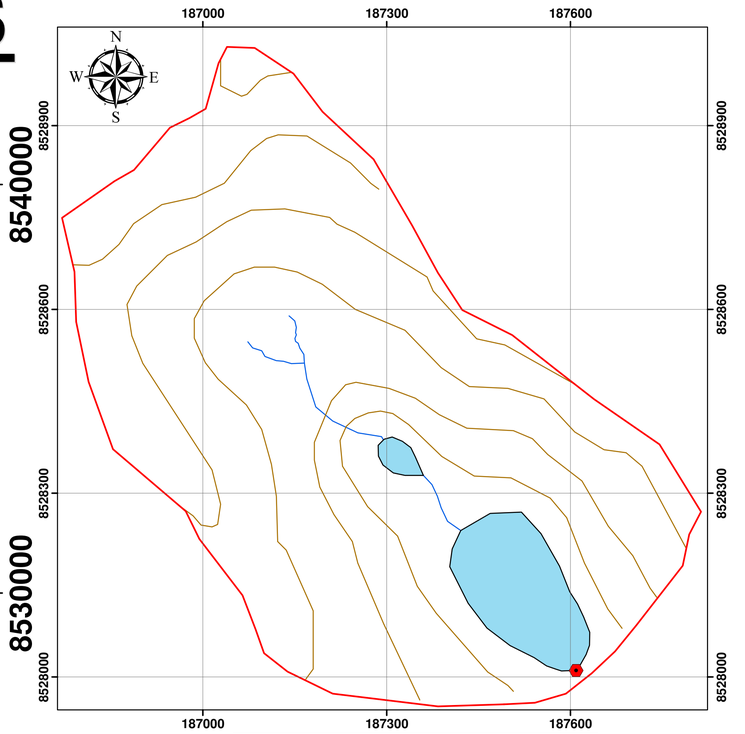
UBICACIÓN DEL PROYECTO

Ubicación:		Escala	: 1 /25000	LÁMINA:
DISTRITO	:Lamay	Coordenadas	: UTM-84	UB-01
PROVINCIA	:Calca	Zona	: 19 Sur	
REGIÓN	:Cusco	Fecha	: 03/01/2023	


186800
187000
187200
187400
187600
187800
8529000
8528800
8528600
8528400
8528200
8528000
8527800
N
W
E
S
Altitud
m.s.n.m.
4484 – 4510
4458 – 4484
4432 - 4458
4406 - 4432
4380 - 4406
4354 - 4380
4328 - 4354
4302 - 4328
4276 - 4302
4250 - 4276
Laguna de
Muchillay
0 30 60 120 180 240
Metros

PLANO: ESTACIONES METEOROLÓGICAS





LEYENDA

- Chumpe - Muchillay
- Cuenca en estudio
- Lagunas
- Rios
- Curvas de Nivel
- Poligono Thiessen
- Estaciones Metereológicas

Estación	Este	Norte	Altura
Paucartambo	220133.9	8526390.9	3042
Perayoc	189317.5	8503538.0	3365
Calca	180398.9	8524472.2	2926
Pisac	192439.5	8514647.2	2950

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto de tesis:

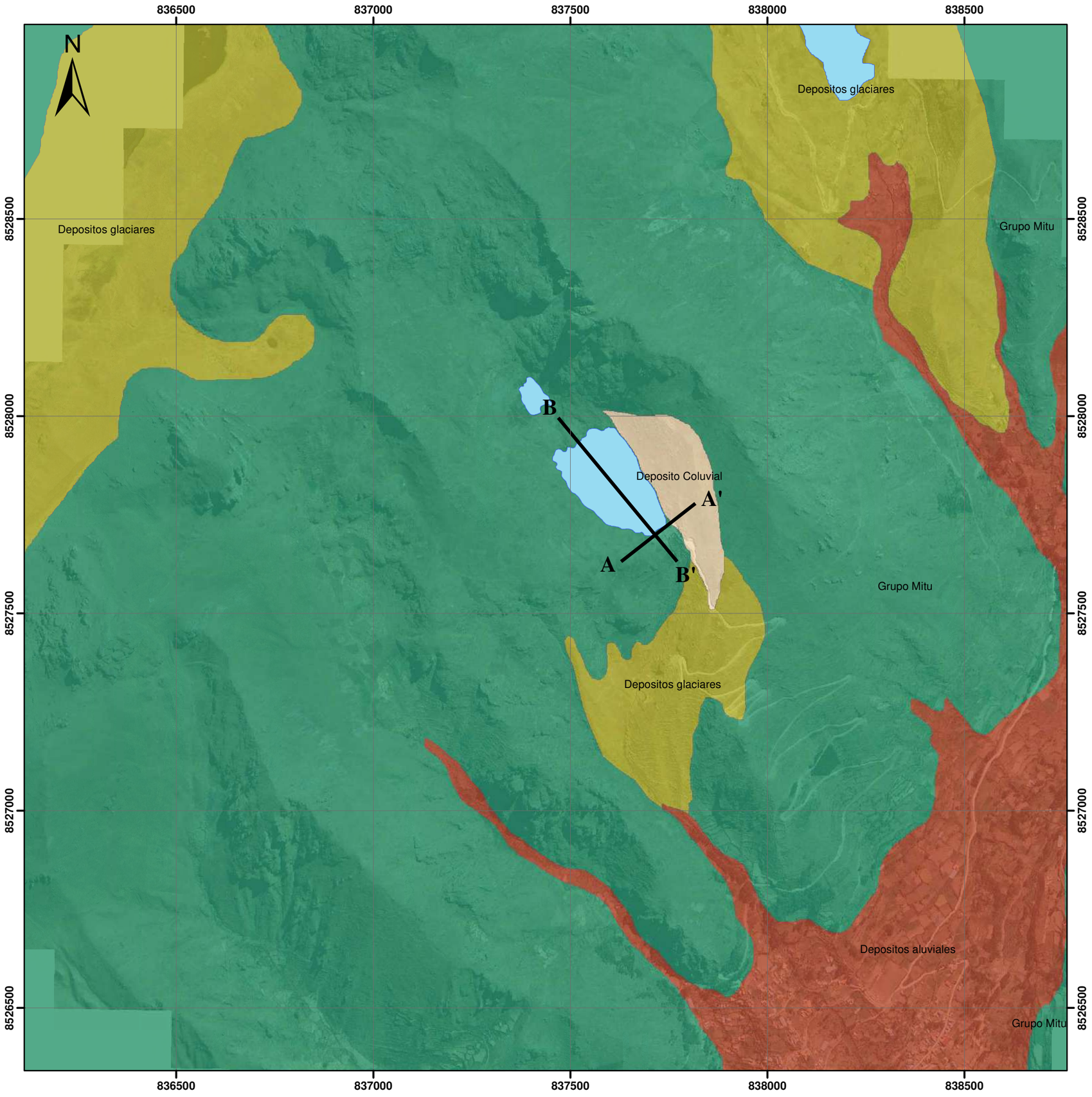
"DISEÑO DE INGENIERIA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO"

Plano:

ESTACIONES METEREOLÓGICAS

Ubicación:			
DISTRITO	:Lamay	Escala	: 1 /75000
PROVINCIA	:Calca	Coordenadas	: UTM-84
REGIÓN	:Cusco	Zona	: 19 Sur
		Fecha	: 03/01/2023

LÁMINA: **E-01**



LEYENDA

Secciones

Geo

- PET-mi2, Grupo Mitu
- Q-al, Depositos aluviales
- Q-col, Deposito Coluvial
- Q-gl, Depositos glaciares

1:10,000

0 0.25 0.5 1 km

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto de tesis:

"DISEÑO DE INGENIERIA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO"

Plano:

GEOLOGIA LOCAL

Ubicación:		Escala	**: 1 /10,000**
DISTRITO	**:Lamay**	Coordenadas	**: UTM-84**
PROVINCIA	**:Calca**	Zona	**: 19 Sur**
REGIÓN	**:Cusco**	Fecha	**: 03/01/2023**

LÁMINA:

G-01

187320 187380 187440 187500 187560 187620 187680 187740

8528280 8528220 8528160 8528100 8528040 8527980

LAGUNA DE MUCHILLAY

BM 3
4306.428 msnm
X=187349.19
Y=8528243.838

BM 1
4331.802 msnm
X=187584.717
Y=8528099.393

BM 4
4308.716 msnm
X=187620.781
Y=8528047.810

BM 5
4305.000 msnm
X=187629.300
Y=8528026.641

ESTACION
4310.211 msnm
X=187525.3050
Y=8527978.5220

BM 2
4308.059 msnm
X=187562.19
Y=8527960.795

BM 6
4305.008 msnm
X=187585.713
Y=8527984.272

MAX

MIN

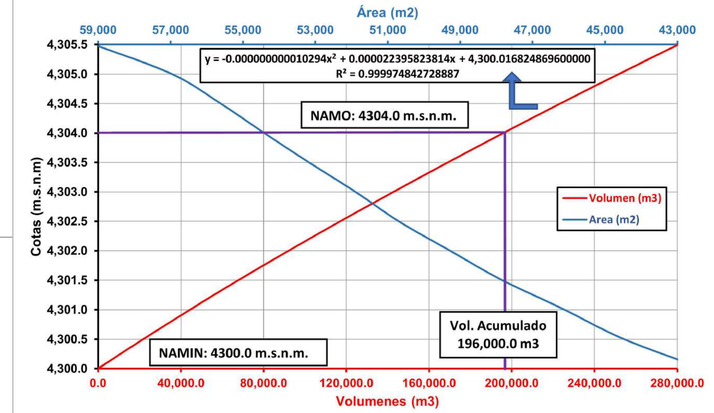
0 18 36 Metros

PLANO TOPOGRAFICO

ESCALA: 1/500

N W E S

Gráfico Cota - Área - Volumen



LEYENDA

- Curva mayor
- Curva menor
- Linea de poligonacion
- Eje de presa
- Quebrada de trasvase
- Orilla
- Nivel minimo
- Nivel maximo
- BM
- Puntos de control

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TESIS: "DISEÑO DE INGENIERIA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO"

PLANO: PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY - PLANO GENERAL

PLANO N° P-01

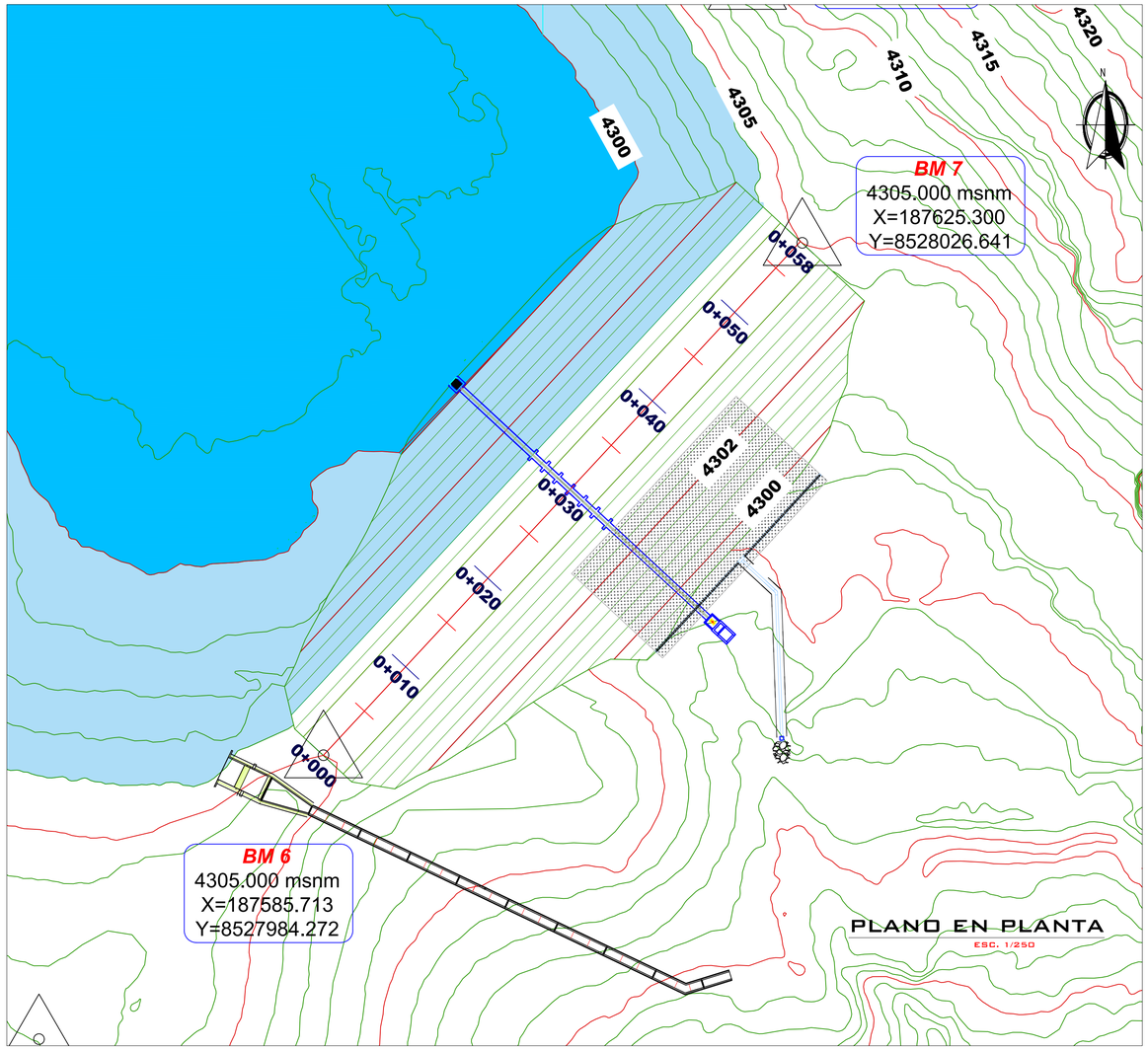
UBICACION: DISTRITO : Lamay; PROVINCIA : Calca; DPTO. : Cusco

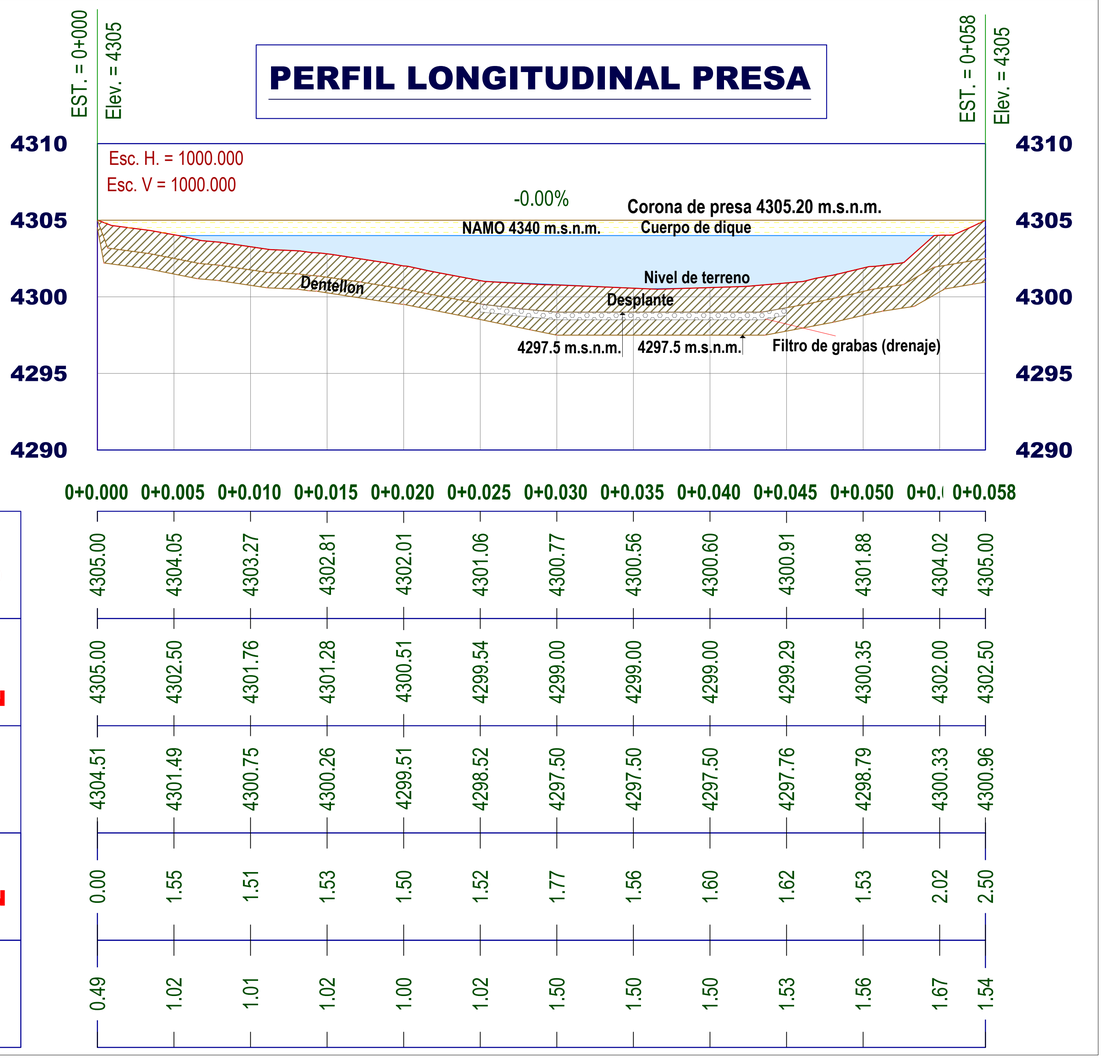
COORDENADAS: Datum: UTM - WGS84

ESCALA: 19 Sur

ESCALA: INDICADAS

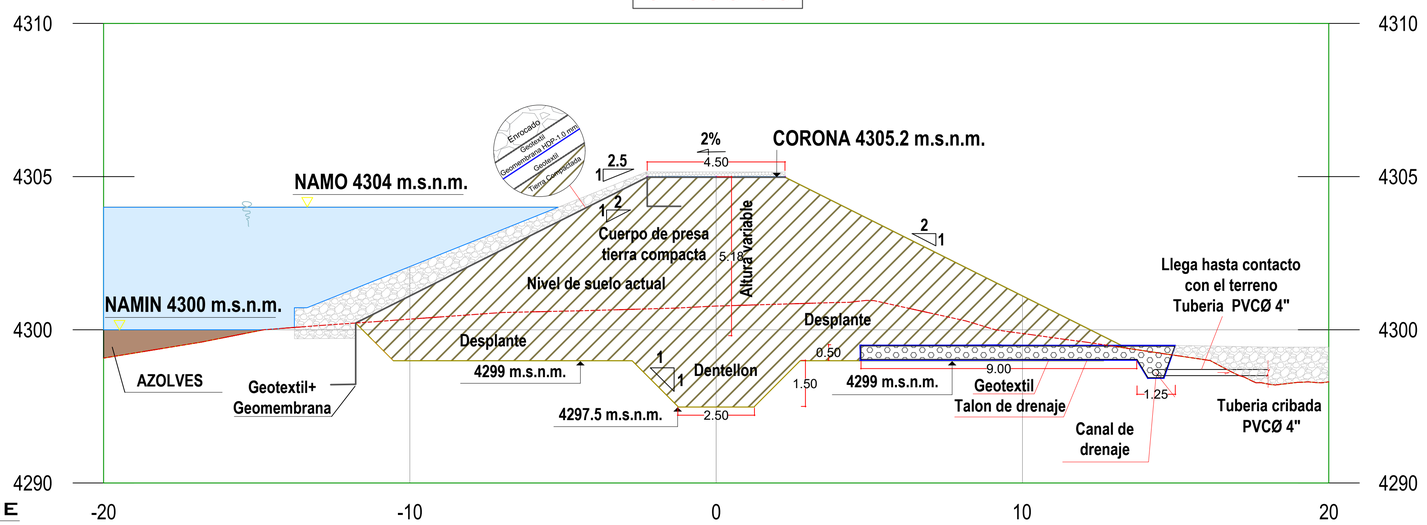
FECHA: SEPT–2023





PERFIL LONGITUDINAL DE PRESA
ESC. 1/200

0+030.00



PERFIL TIPICO DIQUE
ESC. 1/100

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TESIS: "DISEÑO DE INGENIERIA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO"

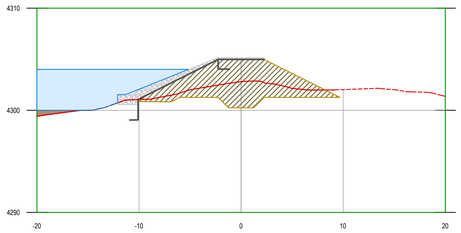
PLANO: PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY - PERFIL LONGITUDINAL - DIQUE — PLANO N° P-03

UBICACION: DISTRITO : Lamay; PROVINCIA : Calca; DPTO. : Cusco

COORDENADAS: Datum: UTM - WGS84

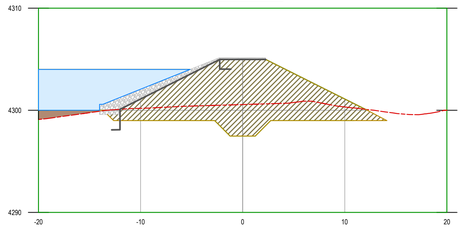
ESCALA: 19 Sur — ESCALA: INDICADAS — FECHA: SEPT–2023

0+015.00



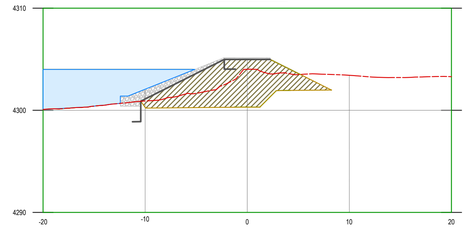
Vol. Total 0+015.00	
Vol. Corte (m3)	129.73
Vol. Relleno (m3)	223.22
Vol. Acum. Corte (m3)	334.11
Vol. Acum. Relleno (m3)	525.31

0+035.00



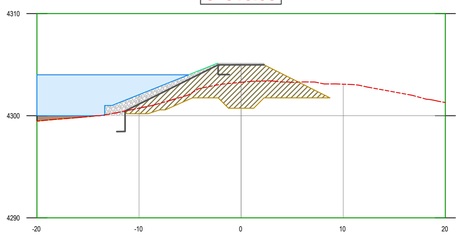
Vol. Total 0+035.00	
Vol. Corte (m3)	220.96
Vol. Relleno (m3)	519.51
Vol. Acum. Corte (m3)	987.45
Vol. Acum. Relleno (m3)	2182.09

0+055.00



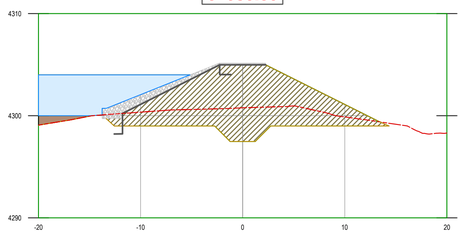
Vol. Total 0+055.00	
Vol. Corte (m3)	187.52
Vol. Relleno (m3)	273.11
Vol. Acum. Corte (m3)	1879.36
Vol. Acum. Relleno (m3)	3892.32

0+010.00



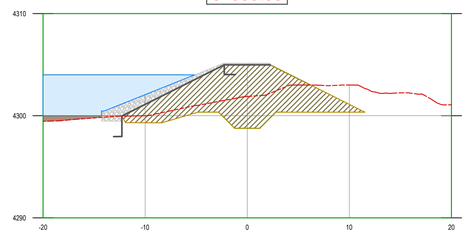
Vol. Total 0+010.00	
Vol. Corte (m3)	122.29
Vol. Relleno (m3)	185.29
Vol. Acum. Corte (m3)	204.38
Vol. Acum. Relleno (m3)	302.09

0+030.00



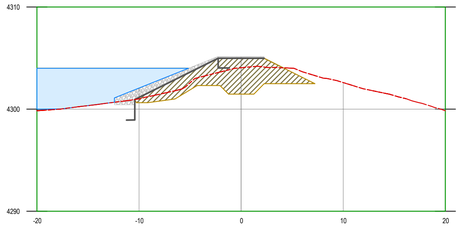
Vol. Total 0+030.00	
Vol. Corte (m3)	188.01
Vol. Relleno (m3)	479.05
Vol. Acum. Corte (m3)	766.49
Vol. Acum. Relleno (m3)	1662.58

0+050.00



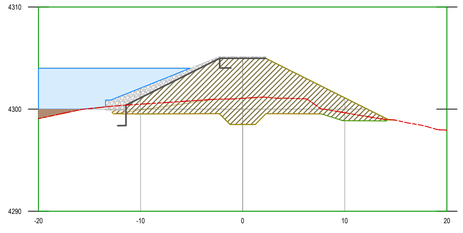
Vol. Total 0+050.00	
Vol. Corte (m3)	235.00
Vol. Relleno (m3)	416.77
Vol. Acum. Corte (m3)	1691.84
Vol. Acum. Relleno (m3)	3619.21

0+005.00



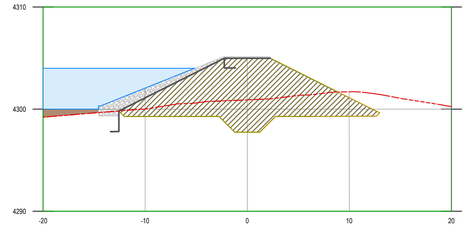
Vol. Total 0+005.00	
Vol. Corte (m3)	82.09
Vol. Relleno (m3)	116.80
Vol. Acum. Corte (m3)	82.09
Vol. Acum. Relleno (m3)	116.8

0+025.00



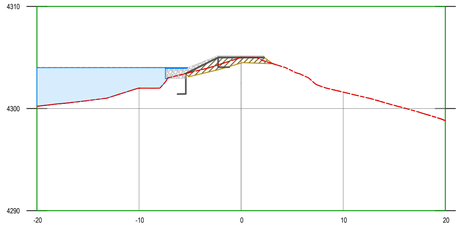
Vol. Total 0+025.00	
Vol. Corte (m3)	131.38
Vol. Relleno (m3)	378.87
Vol. Acum. Corte (m3)	578.48
Vol. Acum. Relleno (m3)	1183.53

0+045.00



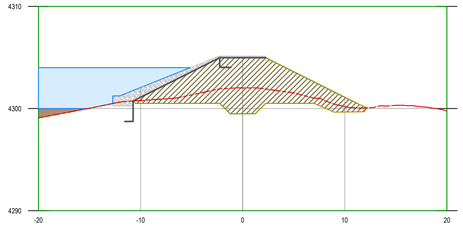
Vol. Total 0+045.00	
Vol. Corte (m3)	241.72
Vol. Relleno (m3)	500.89
Vol. Acum. Corte (m3)	1456.84
Vol. Acum. Relleno (m3)	3202.44

0+000.00



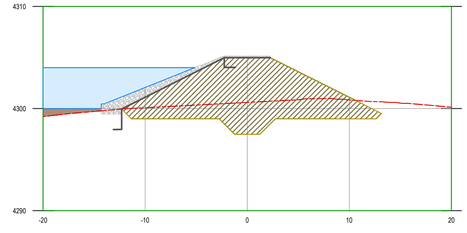
Vol. Total 0+000.00	
Vol. Corte (m3)	0.00
Vol. Relleno (m3)	0.00
Vol. Acum. Corte (m3)	0.00
Vol. Acum. Relleno (m3)	0.00

0+020.00



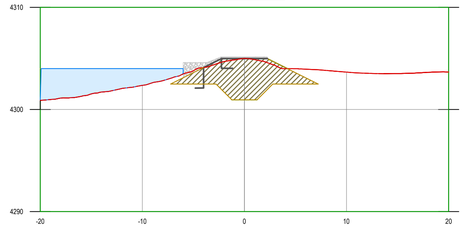
Vol. Total 0+020.00	
Vol. Corte (m3)	112.99
Vol. Relleno (m3)	279.35
Vol. Acum. Corte (m3)	447.1
Vol. Acum. Relleno (m3)	804.66

0+040.00



Vol. Total 0+040.00	
Vol. Corte (m3)	227.67
Vol. Relleno (m3)	519.46
Vol. Acum. Corte (m3)	1215.12
Vol. Acum. Relleno (m3)	2701.55

0+058.00



Vol. Total 0+057.99	
Vol. Corte (m3)	103.77
Vol. Relleno (m3)	122.74
Vol. Acum. Corte (m3)	1983.13
Vol. Acum. Relleno (m3)	4015.06

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TESIS: "DISEÑO DE INGENIERIA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO"

PLANO: PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY - SECCIONES TRANSVERSALES

PLANO N°: P-02

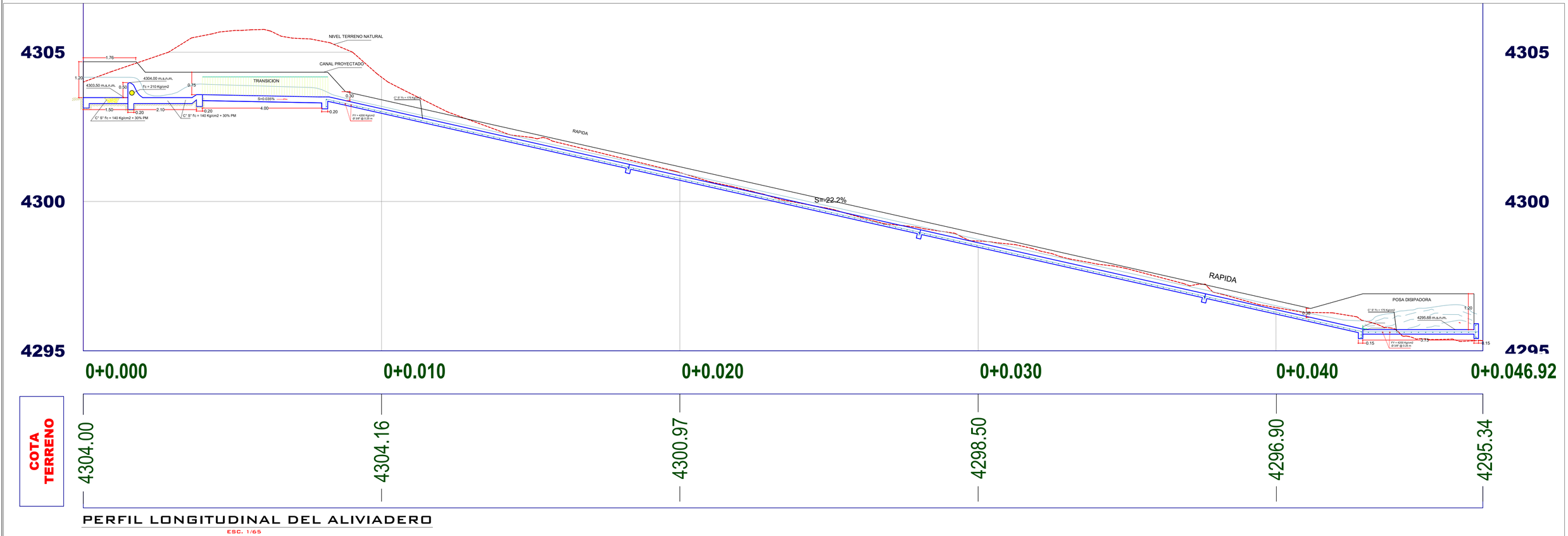
UBICACION: DISTRITO : Lamay; PROVINCIA : Calca; DPTO. : Cusco

COORDENADAS: Datum: UTM - WGS84

ESCALA: 1/9 Sur

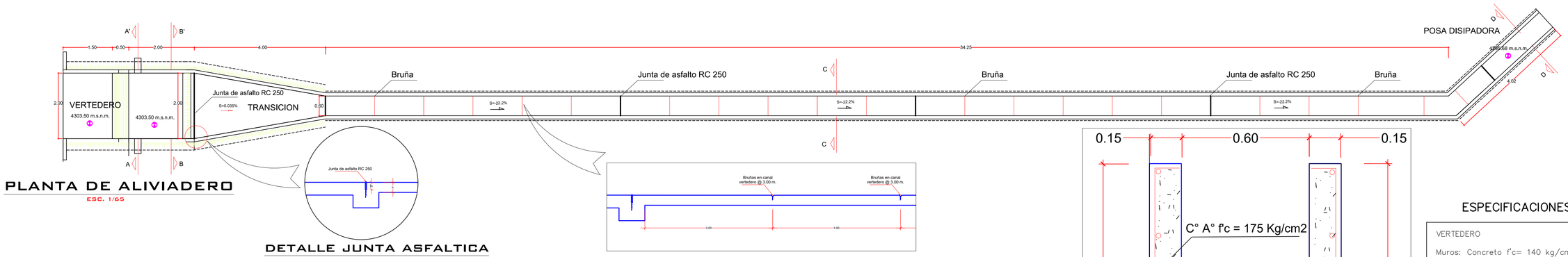
ESCALA: INDICADAS

FECHA: SEPT–2023



PERFIL LONGITUDINAL DEL ALIVIADERO

ESC. 1/65



PLANTA DE ALIVIADERO

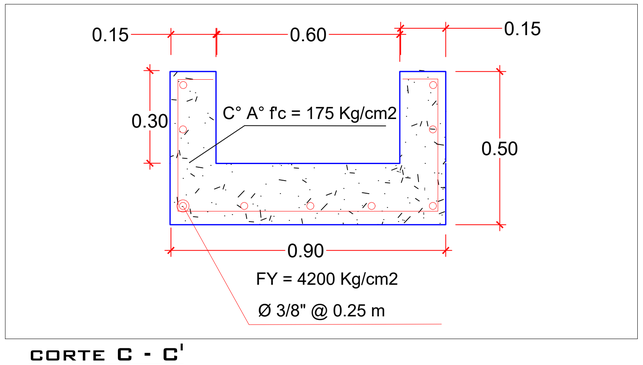
ESC. 1/65

DETALLE JUNTA ASFALTICA

ESC. 1/50

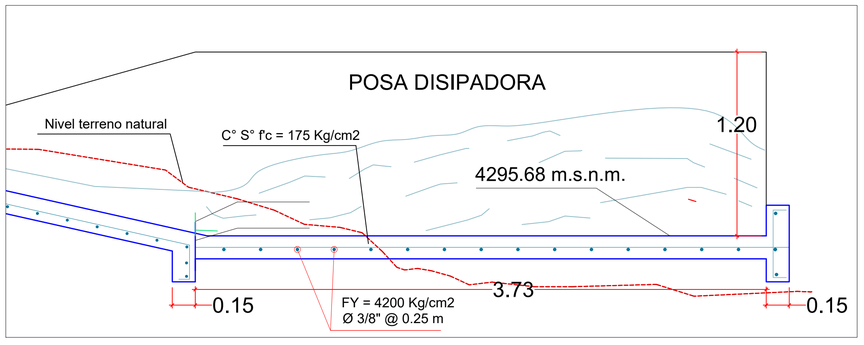
DETALLE DE BRUÑAS EN CANAL VERTEDERO

ESC. 1/25



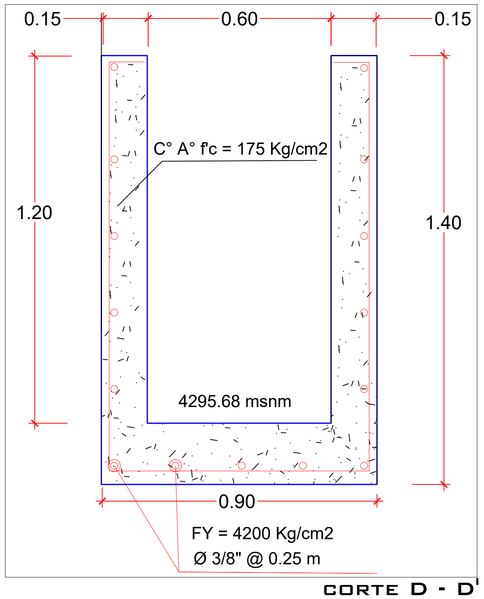
CORTE C - C'

ESC. 1/10



CORTE POZA DISIPADORA DE ENERGIA

ESC. 1/20



CORTE D - D'

ESC. 1/10

ESPECIFICACIONES TECNICAS

VERTEDERO

Muros: Concreto f'c= 140 kg/cm2 + 30% de PM
Azud : Concreto f'c= 175 kg/cm2

TRANSICION

Muros: Concreto f'c= 140 kg/cm2 + 30% de PM
Piso : Concreto f'c= 140 kg/cm2 + 30% de PM

CANAL RAPIDA
Muros y piso Concreto Armado f'c= 175 kg/cm2
Acero fy= 4200 kg/cm2

POSA DISIPADORA

Muros y piso Concreto Armado f'c= 175 kg/cm2
Acero fy= 4200 kg/cm2

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TESIS: "DISEÑO DE INGENIERIA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO"

PLANO: VERTEDERO, TRANSICIONES Y ALIVIADERO: CORTES Y DETALLES

UBICACION: DISTRITO : Lamay; PROVINCIA : Calca; DPTO. : Cusco

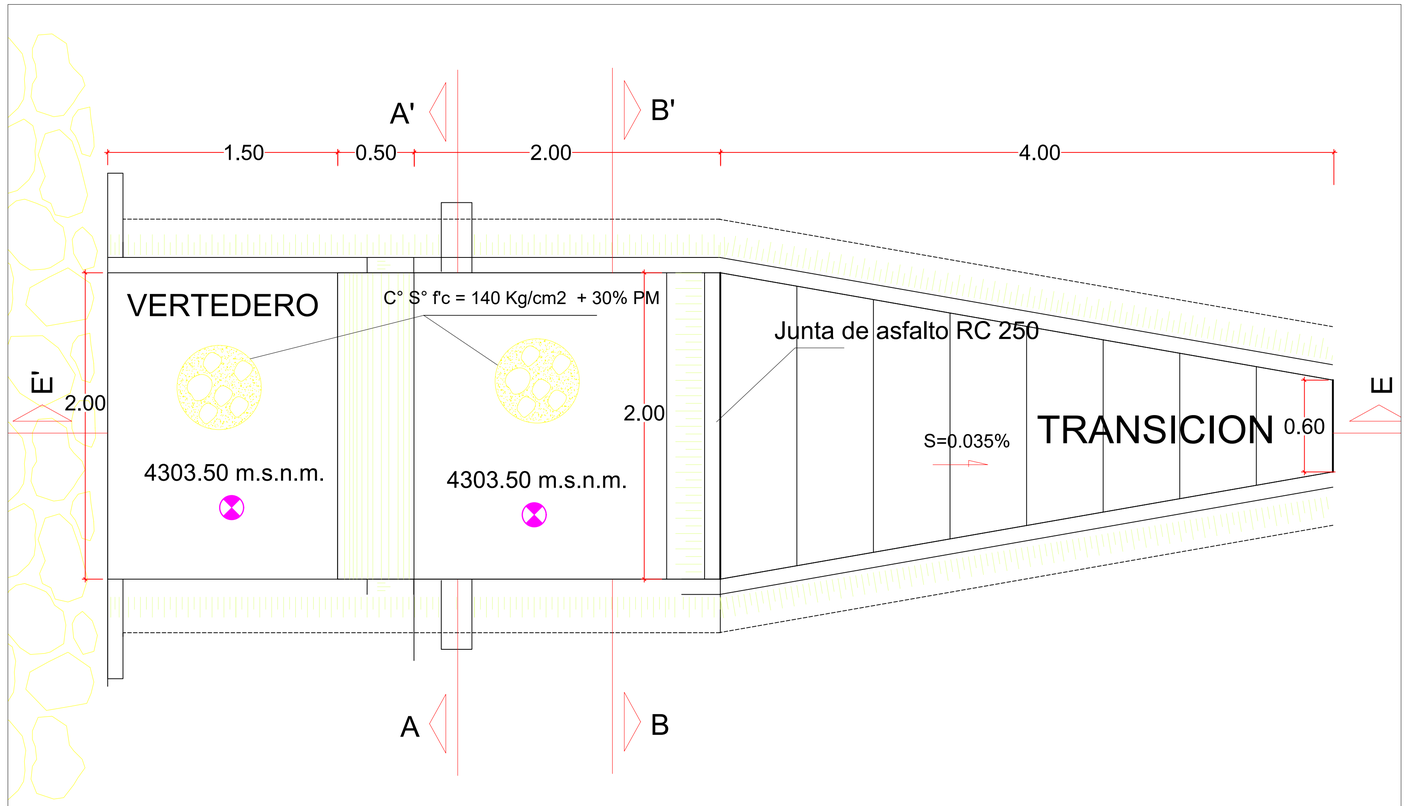
COORDENADAS: Datum: UTM - WGS84

ESCALA: 1:9 Sur

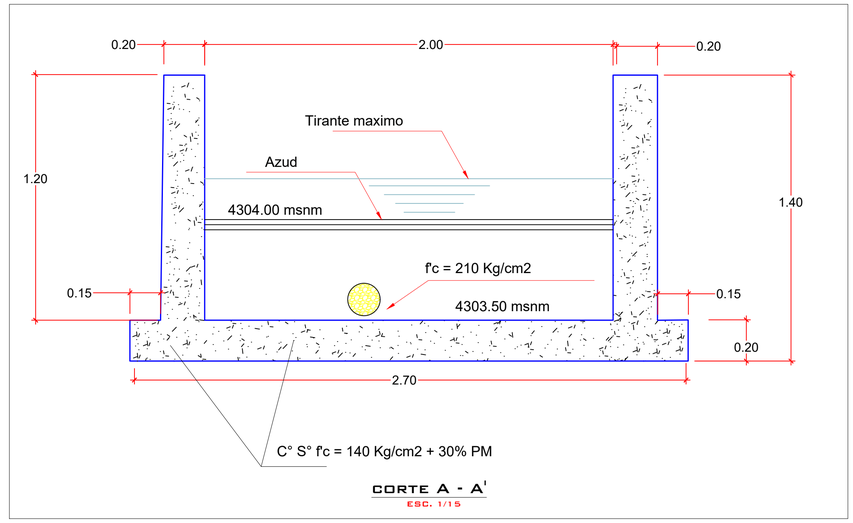
ESCALA: INDICADAS

FECHA: SEPT-2023

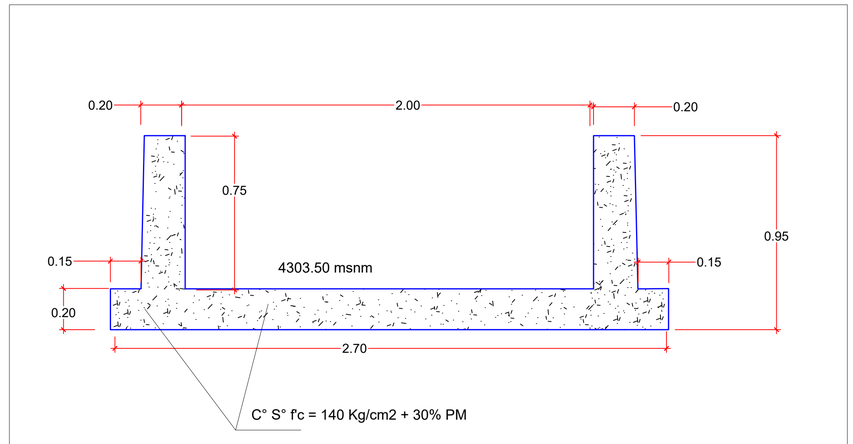
PLANO N° P-04



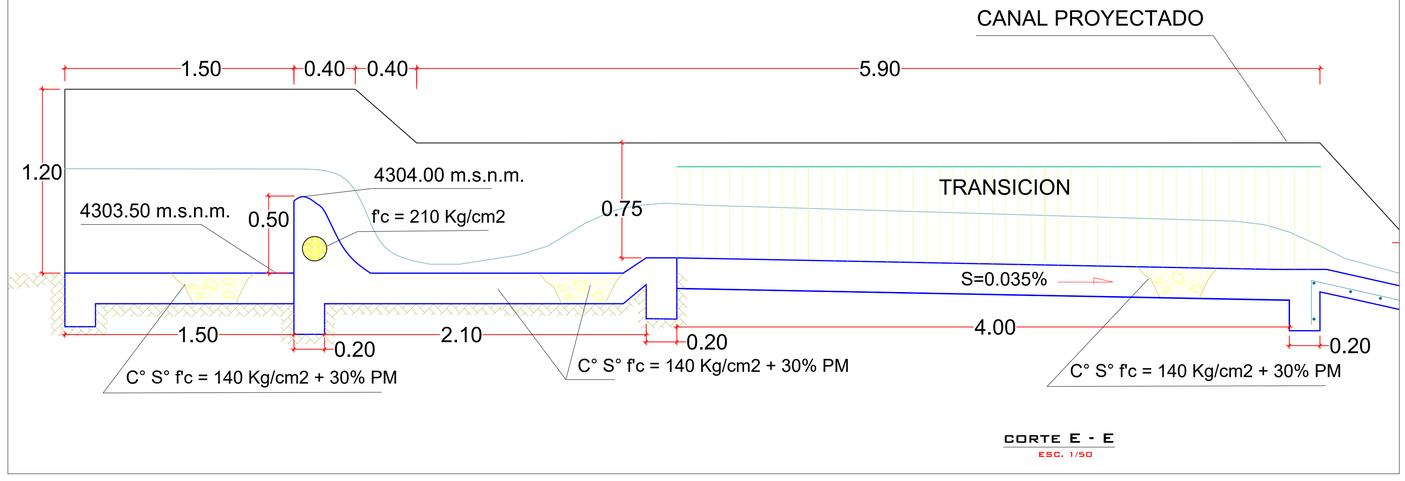
PLANTA ALIVIADERO
ESC. 1/20



CORTE A - A'
ESC. 1/15



CORTE B - B'
ESC. 1/75



CORTE E - E
ESC. 1/50

ESPECIFICACIONES TECNICAS

VERTEDERO

Muros: Concreto f'c= 140 kg/cm2 + 30% de PM
Azud : Concreto f'c= 210 kg/cm2

TRANSICION

Muros: Concreto f'c= 175 kg/cm2
Piso : Concreto f'c= 175 kg/cm2

CANAL RAPIDA

Muros y piso Concreto Armado f'c= 175 kg/cm2
Acero fy= 4200 kg/cm2

POSA DISIPADORA

Muros y piso Concreto Armado f'c= 175 kg/cm2
Acero fy= 4200 kg/cm2

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TESIS: "DISEÑO DE INGENIERIA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO"

PLANO: CORTES ALIVIADERO Y POZA DISIPADORA

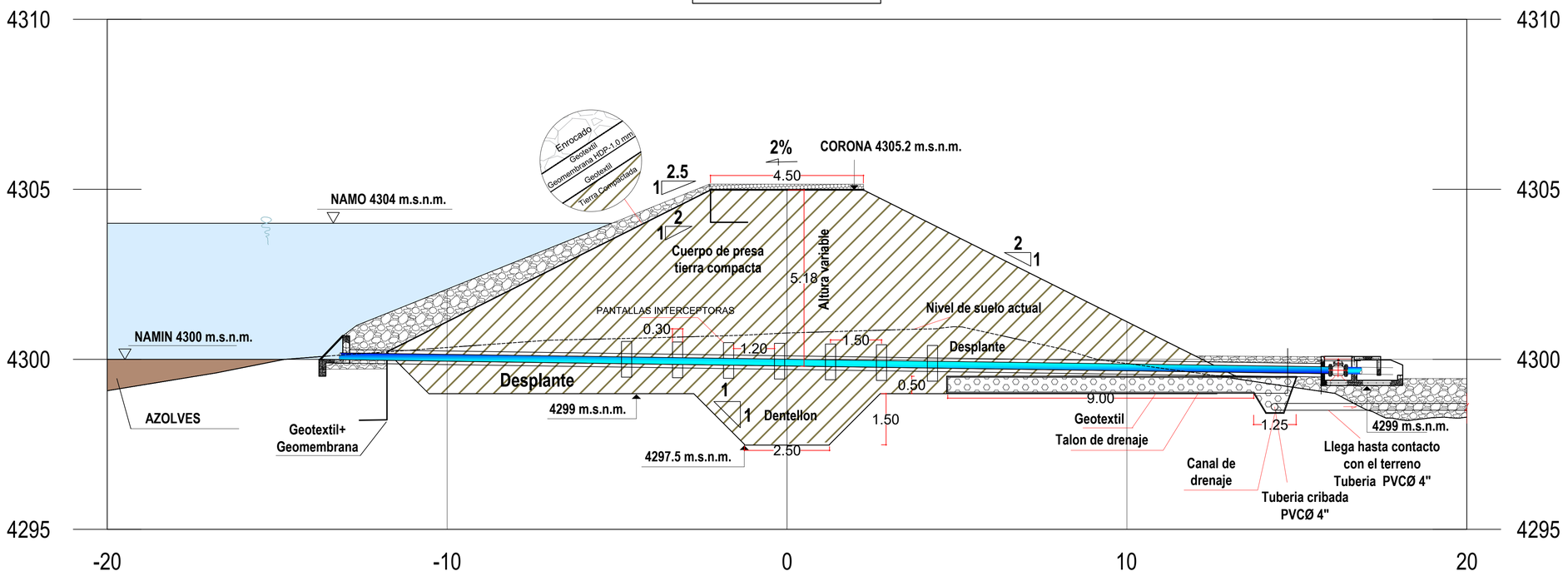
PLANO N°: P-05

UBICACION: DISTRITO : Lamay; PROVINCIA : Calca; DPTO. : Cusco

COORDENADAS: Datum: UTM - WGS84

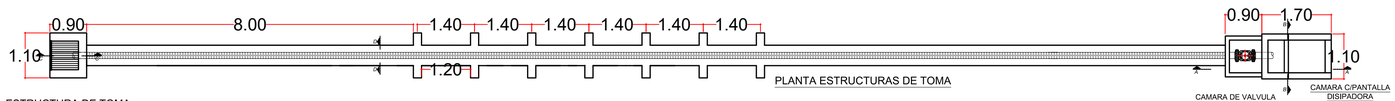
ESCALA: 19 Sur | ESCALA: INDICADAS | FECHA: SEPT–2023

0+030.00



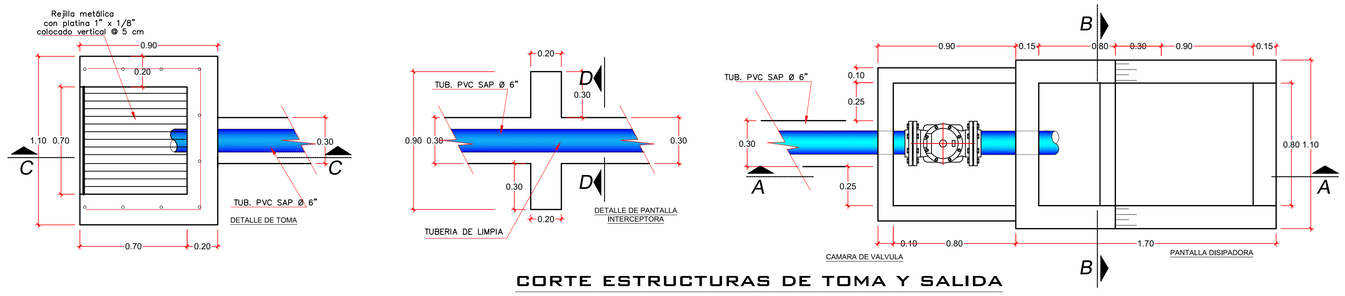
SECCION DE DIQUE

ESC. 1/75



CORTE EN TUBERIA

ESC. 1/125



CORTE ESTRUCTURAS DE TOMA Y SALIDA

ESC. 1/20

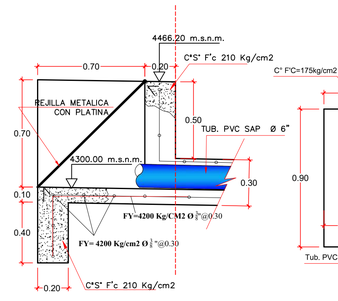
ESPECIFICACIONES TECNICAS

SISTEMA DE CAPTACION Y SALIDA

Estructura de Ingreso.
- Concreto: f'c= 210 kg/cm2
- Acero de refuerzo fy= 4200 kg/cm2

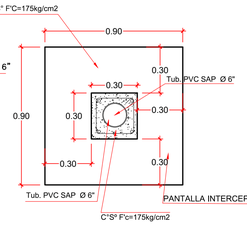
Tuberia de conducción interno.
- Concreto f'c= 175 kg/cm2
- Acero de refuerzo fy= 4200 kg/cm2

Camara de pantalla disipadora de impacto.
- Concreto en Camara humeda f'c= 210 kg/cm2
- Concreto en Camara de Valv. f'c= 175 kg/cm2
- Tapa metalica 0.80 x 0.80 m.



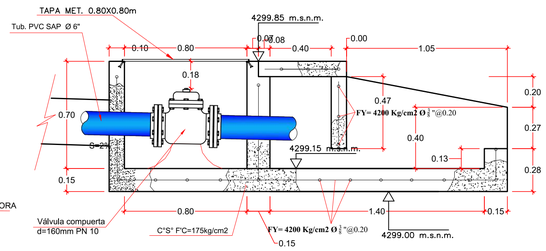
CORTE C-C

ESC. 1/20



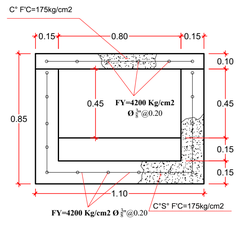
CORTE D-D

ESC. 1/20



CORTE A-A

ESC. 1/20



CORTE B-B

ESC. 1/20

ESPECIFICACIONES TECNICAS

GAVIONES

El gavion tipo Colchón Reforzado es un elemento de forma prismática rectangular, constituido por piedras confinadas exteriormente por una red de alambre de acero protegido con un recubrimiento de Zinc 95% / Aluminio 5% **(ASTM 856)** (lo que se conoce como revestimiento Galfan) y revestidos adicionalmente con PVC. En la cara superior del colchón reforzado, la malla de acero deberá estar embebida en filamentos de polipropileno, formando un único elemento tridimensional de 1cm de espesor y de 90% de vacíos en conjunto con la malla de acero.

El Colchón Reno Reforzado estará dividido en celdas mediante diafragmas intermedios. Todos los bordes libres del colchón, inclusive el lado superior de los diafragmas, deberán estar Reforzados con alambre de mayor diámetro al empleado para la red denominado alambre de borde.

Todos los bordes libres de la malla deberán ser enrollados mecánicamente al alambre de borde

La red será de malla hexagonal a doble torsión, obtenida entrelazando los alambres por tres medios giros. De esta manera se impedirá que la malla se desteja por rotura accidental de los alambres que la conforman.

La abertura de la malla será de 10 x 12 cm para los gaviones Colchones Reforzados y para la tapa de los Colchones Reno será de 6 x 8 cm.

El alambre usado en la fabricación de las mallas y para las operaciones de amarre y atirantamiento durante la colocación en obra, deberá ser de acero dulce recocido con carga de rotura media superior a 3,800 Kg/cm2 y una elongación no inferior al 12% en el momento de ruptura.

El alambre deberá tener un recubrimiento de Zinc 95% / Aluminio 5%, de acuerdo a la Norma **ASTM A856** Mischmetal Alloy Coated Carbon Steel (Revestimiento Galfan), cuyo espesor y adherencia garanticen la durabilidad del revestimiento.

La especificación final para los Gaviones Colchones Reforzados será la siguiente:

Abertura de la malla	: 10 x 12 cm
Diámetro del alambre de la malla	: 2.40 mm
Diámetro del alambre de borde	: 3.00 mm
Recubrimiento del alambre	: Zn - 5 Al - MM **(ASTM A856)**
Revestimiento adicional	: PVC
Diám. Total del alambre de la malla	: 3.40 mm (incluido PVC)
Diám. Total del alambre de borde	: 4.00 mm (incluido PVC)

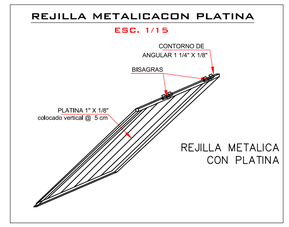
La especificación final para la tapa de los colchones Reno Reforzados será la siguiente:

Abertura de la malla	: 6 x 8 cm
Diámetro del alambre de la malla	: 2.20 mm
Recubrimiento del alambre	: Zn - 5 Al - MM **(ASTM A856)**
Revestimiento adicional	: PVC
Diám. Total del alambre de la malla	: 3.20 mm (incluido PVC)

El alambre para amarre y atirantamiento se proveerá en cantidad suficiente para asegurar la correcta unión entre los Colchones, el cierre de las mallas y la colocación del número adecuado de tirantes. La cantidad estimada de alambre para los Colchones es de 6% en relación a su peso.

REJILLA METALICACON PLATINA

ESC. 1/15



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

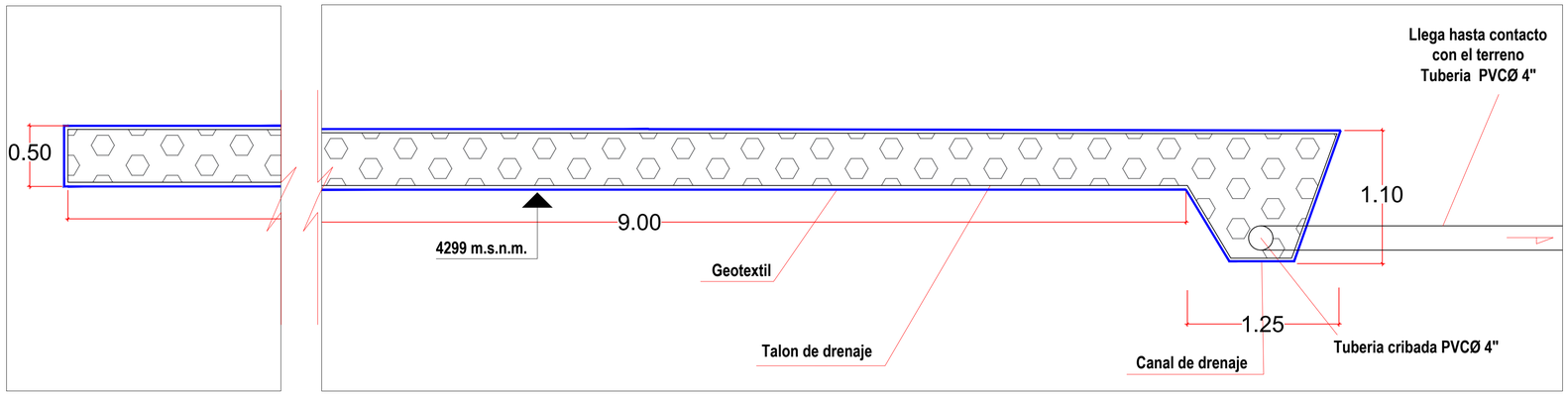
PROYECTO DE TESIS: "DISEÑO DE INGENIERIA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO"

PLANO: CORTE DIQUE DE TIERRA Y OBRA DE TOMA — PLANO N° P-06

UBICACION: DISTRITO : Lamay; PROVINCIA : Calca; DPTO. : Cusco

COORDENADAS: Datum: UTM - WGS84

ESCALA: 19 Sur | ESCALA: INDICADAS | FECHA: SEPT–2023



DETALLE 01 DE DRENAJE

ESC. 1/25

GEOMEMBRANA HDPE, E=2 MM

Las geomembranas de polietileno de alta densidad son producidas con resinas de alto peso molecular resultando geomembranas flexibles de primerísima calidad. Su composición fue formulada para obtener alta resistencia a mayoria de los agentes quimicos, lixiviados y a degradación por rayos ultravioleta.

Propiedades Fisicas			
Espesor nominal	mm	ASTM D5199	2.00
Espesor (valores mínimos)	mm		2.00
Espesor (menor valor individual de 10)	mm		1.80
Densidad (min.)	g/ml	ASTM D1505 / D792	0.94
Cantidad de negro de humo (categoria)	%	ASTM D1603/ D4218	2.0 – 3.0
Dispersión de negro de humo		ASTM D5596	Nota

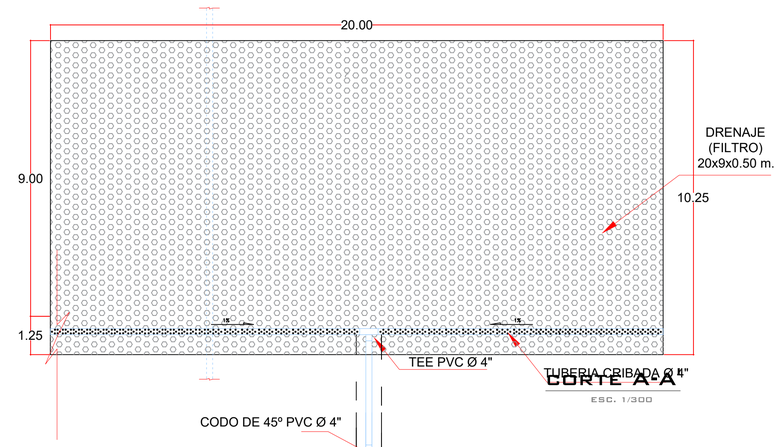
Propiedades Mecánicas			
Resistencia elástica	kN/m	ASTM D6693 Tipo IV (50 mm/min)	29
Deformación elástica	%	ASTM D6693 Tipo IV (33mm gage)	12
Resistencia a la ruptura	kN/m	ASTM D6693 Tipo IV	53.0
Deformación en la ruptura	%	ASTM D6693 Tipo IV (55mm gage)	700
Resistencia al desgarre (valores min.)	N	ASTM D1004	249
Resistencia al estallido (valores min.)	N	ASTM D4833	640
Resistencia a la tensofisoración	horas	ASTM 5397 (App.)	300
Tiempo de oxidación inductiva	minutos	ASTM D3895	>100

ESPECIFICACIONES TECNICAS

GEOTEXTIL NO TEGIDO 200 GR

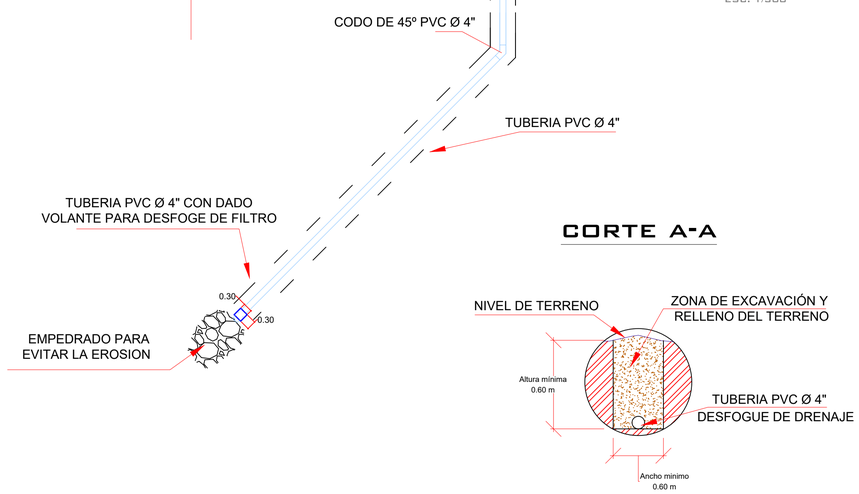
GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 200 GR/M2
Los geotextiles deberán ser no tejidos compuestos de fibras sintéticas. Las fibras deberán estar compuestas por polipropileno 100%virgen.
Los geotextiles deberán ser resistentes al deterioro resultante de la exposición a la luz solar y deberán estar libres de defectos que afecten sus propiedades físicas y de filtración

los Geotextiles estan compuestos de materiales elaborado con fibras sintéticas de polipropileno ó de poliéster, las cuales llevan un proceso mecánico de agujado para realizar el entramado, y añadiendo cuando es necesario un proceso de termo fundido, resultando en una estructura uniforme permeable y con excelente resistencia a la tensión, y deterioro químico.



CORTE A-A

ESC. 1/300



CORTE A-A

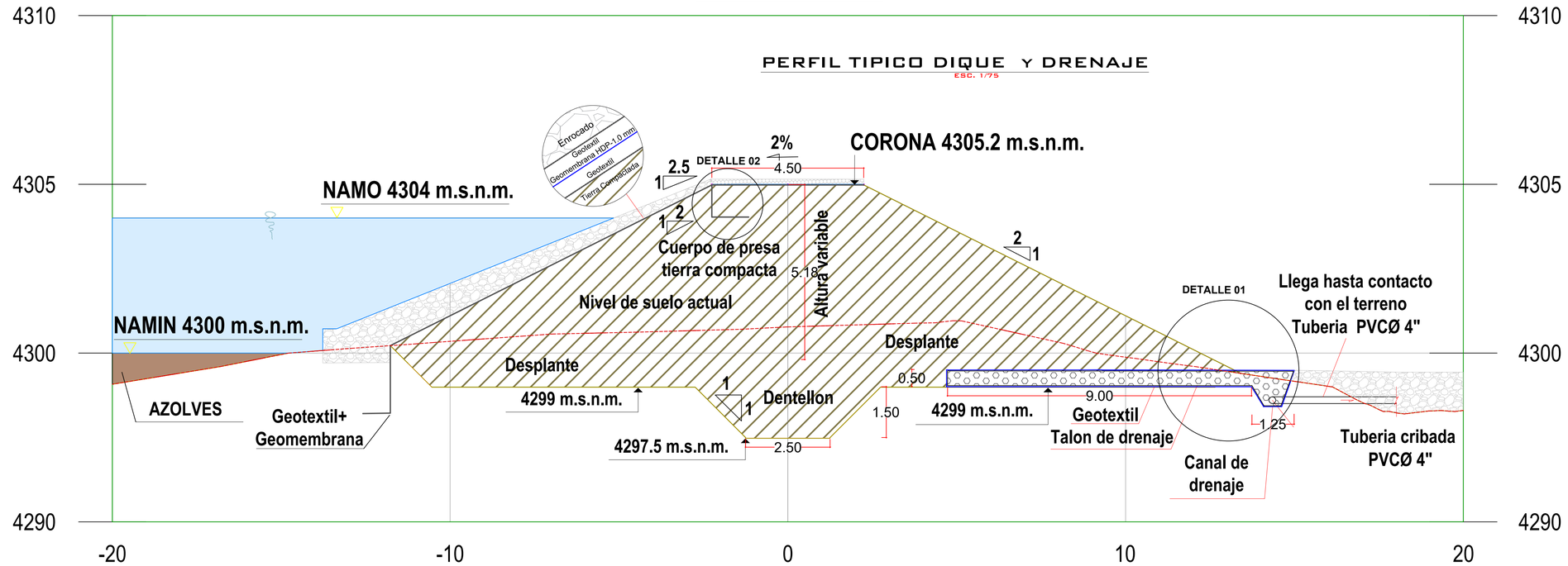
PLANTA DRENAJE

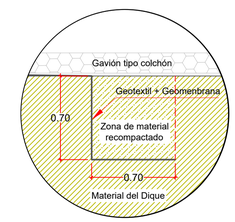
ESC. 1/100

0+030.00

PERFIL TIPICO DIQUE Y DRENAJE

ESC. 1/75





DETALLE 02 DE DIQUE

ESC. 1/25

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TESIS: "DISEÑO DE INGENIERIA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO"

PLANO: SECCION TIPO, PLANTA Y DETALLE DRENAJE, DETALLE IMPERMEABILIZACION DIQUE

UBICACION: DISTRITO : Lamay; PROVINCIA : Calca; DPTO. : Cusco

COORDENADAS: Datum: UTM - WGS84

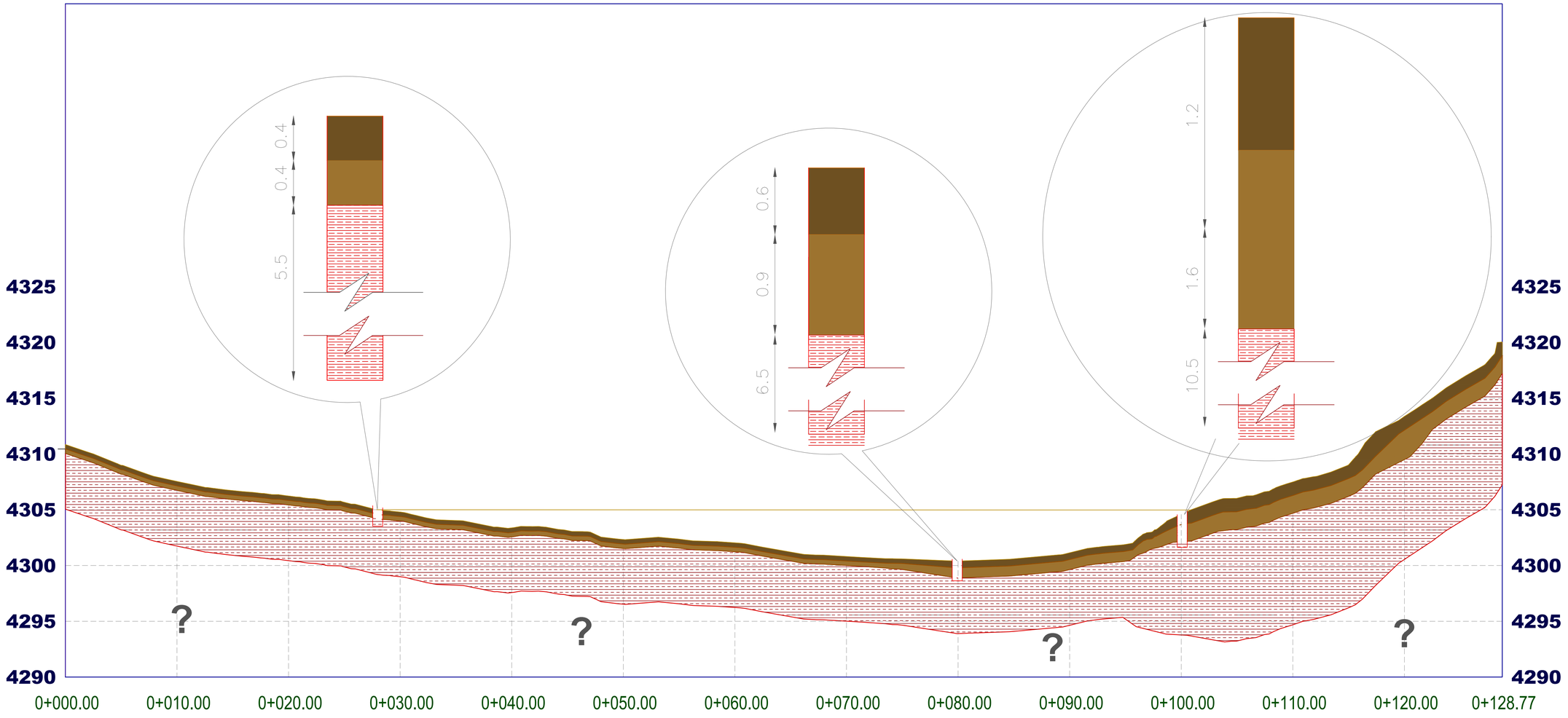
ESCALA: 19 Sur

ESCALA: INDICADAS

FECHA: SEPT–2023

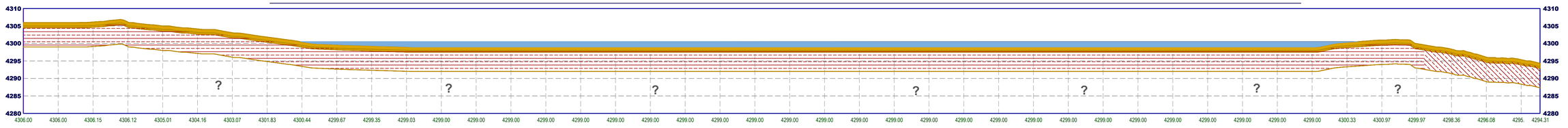
PLANO N° P-07

PERFIL GEOLÓGICO A - A' PRESA MUCHILLAY



ESC. 1/200

PERFIL GEOLÓGICO B - B' PRESA MUCHILLAY


4310
4305
4300
4295
4290
4285
4280
?
?
?
?
?
?
?
4306.00
4306.00
4306.15
4306.12
4305.01
4304.16
4303.07
4301.83
4300.44
4299.67
4299.35
4299.03
4299.00
4299.00
4299.00

PERFIL ESTRATIGRÁFICO CALICATA C-1

CALICATA: C-1	PROF. (m): 0.00-0.80	NIVEL FREATICO: NP	
COORDENADAS: N: 8527984.25	E: 187585.696	Z: 4305	ZONA: 19 S	FECHA: May 2023

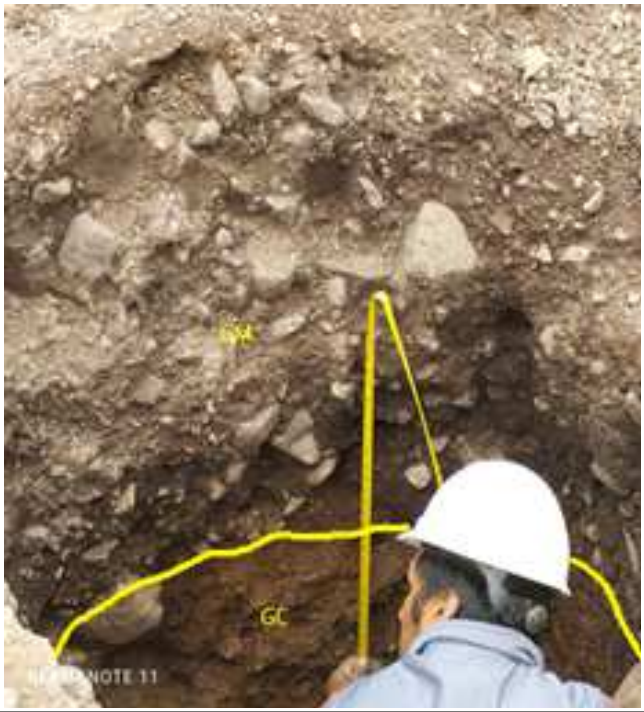
PROF.	ESPESOR	SIMBOLOGÍA	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
0.20 0.40	0.40	GM	Grava limosa, cobertura organica	• Gravas limosa con arenas y contenido organico, color pardo oscuro, clastos angulosos, compacidad media, presencia de raices y bolones de rocas.
0.60 0.80	0.40	GC	Grava arcillosa con arena	• Gravas arcillosa con arena, color pardo claro, clastos angulosos, compacidad media, TMN 1', Gravas: 45.75 %, arenas: 35.05%, finos: 19.20%
1.00 1.20 1.40				**BASAMENTO ROCOSO** *FIN DE LA EXCAVACION DE LA CALICATA*



PERFIL ESTRATIGRÁFICO CALICATA C-2

CALICATA: C-1	PROF. (m): 0.00-1.50	NIVEL FREATICO: NP	
COORDENADAS: N: 8528012.112	E: 187611.557	Z: 4300.55	ZONA: 19 S	FECHA: May 2023

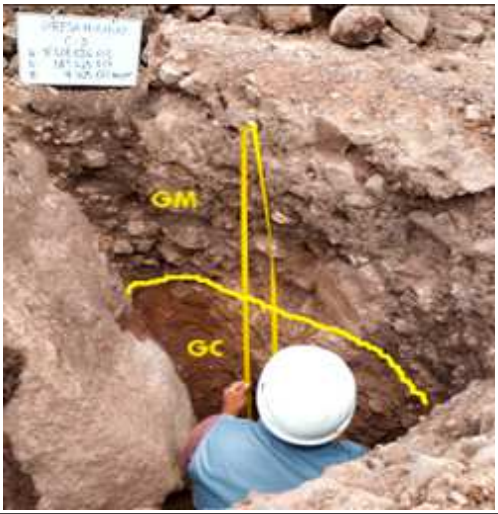
PROF.	ESPESOR	SIMBOLOGÍA	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
0.20 0.40 0.60	0.60	GM	Grava limosa, cobertura organica	• Gravas limosa con arenas y contenido organico, color pardo oscuro, clastos angulosos, compacidad media, presencia de raices y bolones de rocas.
0.80 1.00 1.20 1.40	0.90	GC	Grava arcillosa con arena	• Gravas arcillosa con arena, color pardo claro, clastos angulosos, compacidad media, TMN 1', Gravas: 52.38 %, arenas: 28.48%, finos: 19.14%
1.60 1.80 2.00				**BASAMENTO ROCOSO** *FIN DE LA EXCAVACION DE LA CALICATA*



PERFIL ESTRATIGRÁFICO CALICATA C-3

CALICATA: C-1	PROF. (m): 0.00-2.80	NIVEL FREATICO: NP	
COORDENADAS: N: 8528026.751	E: 187625.147	Z: 4305.2	ZONA: 19 S	FECHA: May 2023

PROF.	ESPESOR	SIMBOLOGÍA	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
0.20 0.40 0.60 0.80 1.00 1.20	1.20	GM	Grava limosa, cobertura organica	• Gravas limosa con arenas y contenido organico, color pardo oscuro, clastos angulosos, compacidad media, presencia de raices y bolones de rocas.
1.40 1.60 1.80 2.00 2.20 2.40 2.60 2.80	1.60	GC	Grava arcillosa con arena	• Gravas arcillosa con arena, color pardo claro, clastos angulosos, compacidad media, TMN 1', Gravas: 40.02 %, arenas: 15.57%, finos: 44.41%
3.00				**BASAMENTO ROCOSO** *FIN DE LA EXCAVACION DE LA CALICATA*



RESULTADOS DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto de tesis: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

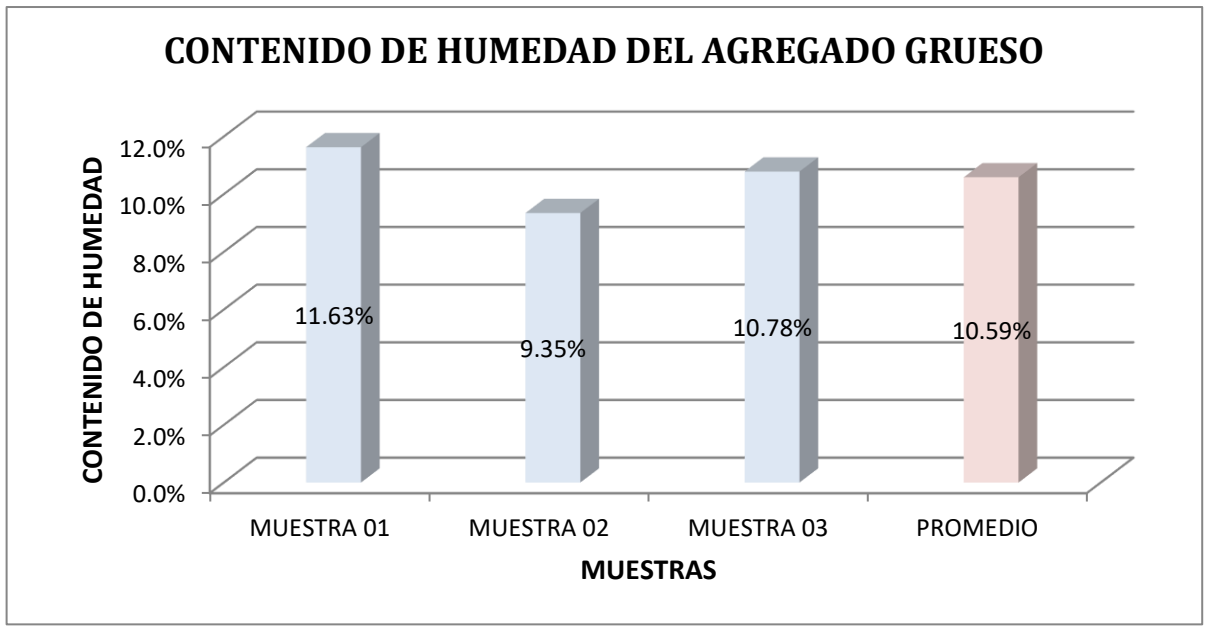
Ubicación: Lamay, Cusco Cantera 01

Fecha: jueves, 27 de Abril de 2023

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

MTC E 108 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-2216

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	55.96	60.27	58.12
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	961.63	1195.76	1078.70
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	867.30	1098.71	983.01
Peso del Agua (gr)	94.33	97.05	95.69
Peso de la Muestra Seca (gr)	811.34	1038.44	887.32
Contenido de Humedad	**11.63%**	**9.35%**	**10.78%**



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 10.59%

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

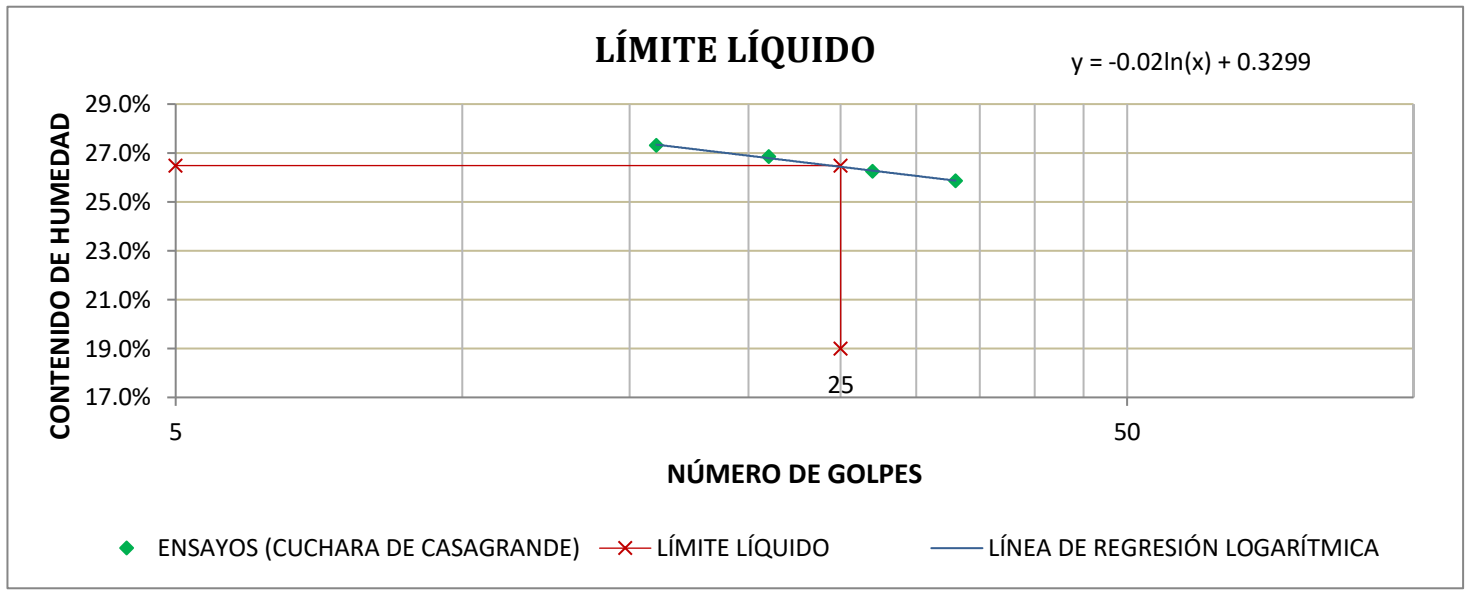
UBICACIÓN: Lamay, Cusco — Cantera 01

FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023

LÍMITE LÍQUIDO

MTC E 110 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

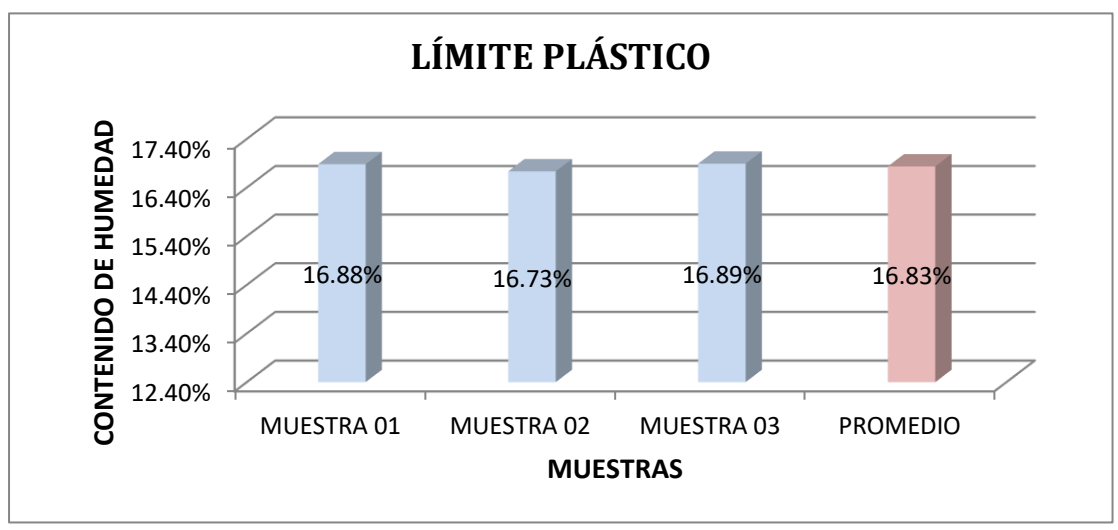
DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	21.76	21.70	21.09	20.66
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	42.15	43.39	41.97	41.73
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	37.96	38.88	37.55	37.21
Peso del Agua (gr)	4.19	4.51	4.42	4.52
Peso de la Muestra Seca (gr)	16.20	17.18	16.46	16.55
Contenido de Humedad	**25.86%**	**26.25%**	**26.85%**	**27.31%**
Número de Golpes	**33**	**27**	**21**	**16**



LÍMITE PLÁSTICO

MTC E 111 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	20.96	22.76	22.88
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	30.10	31.55	30.70
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	28.78	30.29	29.57
Peso del Agua (gr)	1.32	1.26	1.13
Peso de la Muestra Seca (gr)	7.82	7.53	6.69
Contenido de Humedad	**16.88%**	**16.73%**	**16.89%**



LÍMITE LÍQUIDO = 26.48%
LÍMITE PLÁSTICO = 16.83%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 9.65%

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

UBICACIÓN: Lamay - Cusco Cantera 01

FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-88

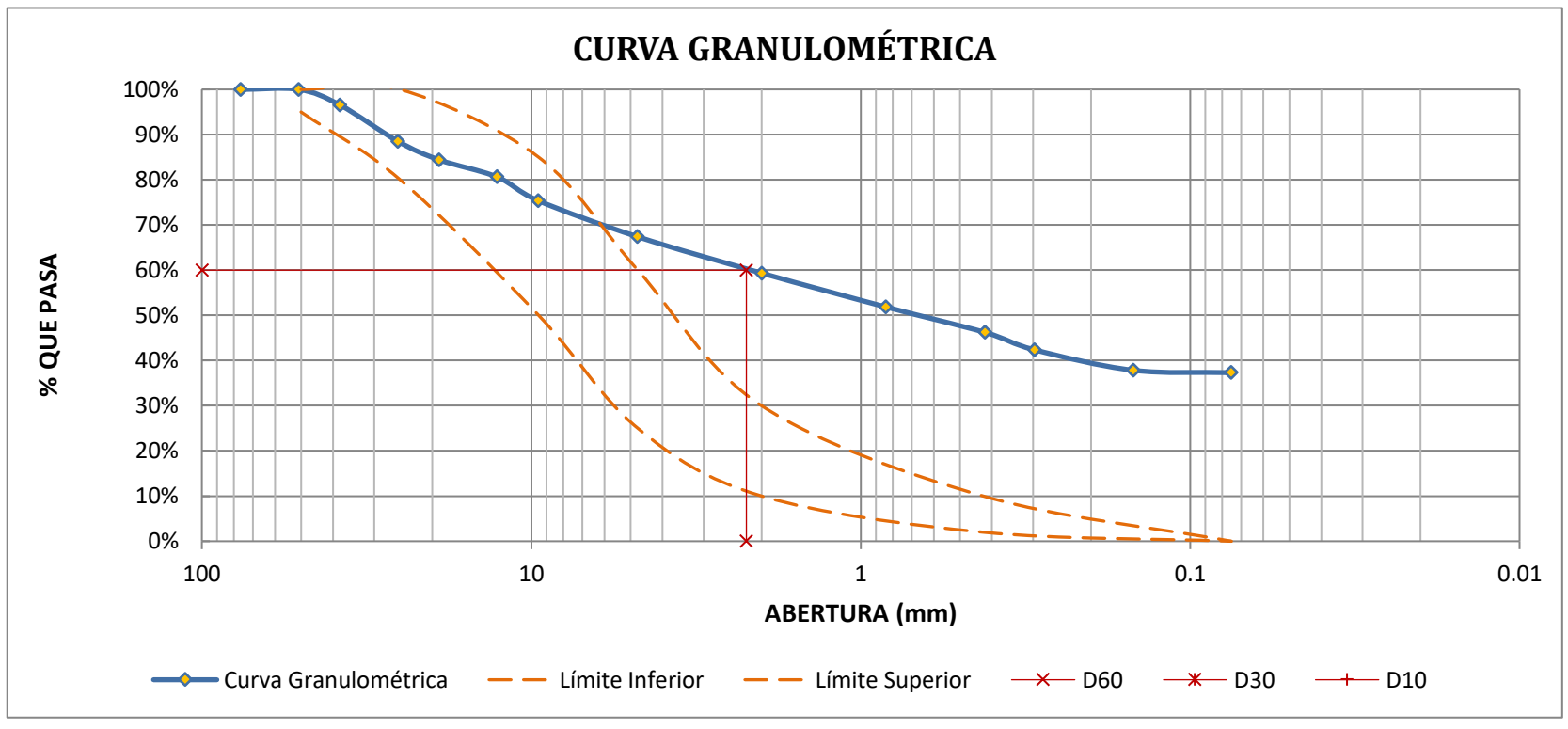
Antes del lavado
Peso de la Muestra Seca = 6812.50 gr

Después del lavado
Peso de la Muestra Seca = 4277.70 gr
% de Error en Peso = 0.06% Ok!

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.2	0.00	6812.50	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50.8	0.00	6812.50	0.00%	0.00%	100.00%
1½"	38.1	234.12	6578.38	3.44%	3.44%	96.56%
1"	25.4	548.76	6029.62	8.06%	11.49%	88.51%
3/4"	19.05	278.87	5750.75	4.09%	15.59%	84.41%
1/2"	12.7	257.82	5492.93	3.78%	19.37%	80.63%
3/8"	9.525	357.82	5135.11	5.25%	24.62%	75.38%
Nº 4	4.76	543.25	4591.86	7.97%	32.60%	67.40%
Nº 10	2	548.78	4043.08	8.06%	40.65%	59.35%
Nº 20	0.840	510.04	3533.04	7.49%	48.14%	51.86%
Nº 40	0.420	383.50	3149.54	5.63%	53.77%	46.23%
Nº 50	0.297	263.05	2886.49	3.86%	57.63%	42.37%
Nº 100	0.149	308.60	2577.89	4.53%	62.16%	37.84%
Nº 200	0.075	36.06	2541.83	0.53%	62.69%	37.31%
Cazuela	-	4.47	-	0.07%	62.75%	-
Lavado	-	2534.80	-	37.25%	100.00%	-
Total Fracción Retenida en Lavado =		**4275.14**		**100.00%**		

% de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = 32.60%
% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = 30.09%
% de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = 37.31%
Total: 100.00%

Fracción Gruesa
% de grava = 52.00%
% de arena = 48.00%
Total = 100.00%



Tamaño Máximo Absoluto = 2"

Tamaño Máximo Nominal = 1"

D60 = 2.22 mm
D30 = -
D10 = -

Cu = -
Cc = -

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

UBICACIÓN: Lamay, Cusco Cantera 01

FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)

ASTM D-2487

DATOS PARA CLASIFICACIÓN
De Granulometría
% de Gruesos = 62.69%
% de Finos = 37.31%
Total = 100.00%
% de Grava = 32.60%
% de Arena = 30.09%
Total = 62.69%
Fracción Gruesa
% de Grava = 52.00%
% de Arena = 48.00%
Total = 100.00%
Coeficientes
Cu = -
Cc = -
De Límites de Consistencia
LL = 26.48%
LP = 16.83%
IP = 9.65%
Otros Datos
Tipo = Inorgánico

CRITERIOS PARA LA ASIGNACIÓN DE SÍMBOLOS DE GRUPO Y NOMBRE DE GRUPO CON EL USO DE ENSAYOS DE LABORATORIO				SÍMBOLO	NOMBRE DE GRUPO
SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS Más del 50% es retenido en la malla Nº 200	**GRAVAS** Más del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla Nº 4	**GRAVAS LIMPIAS** Menos del 5% pasa la malla Nº 200	Cu ≥ 4 y 1 ≤ Cc ≤ 3	GW	Grava bien graduada
			Cu < 4 ó 1> Cc > 3	GP	Grava mal graduada
		GRAVAS CON FINOS Mas del 12% pasa la malla Nº 200	IP < 4 ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM	Grava limosa
			IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC	Grava arcillosa
			4 ≤ IP ≤ 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC - GM	Grava limosa arcillosa
		GRAVAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% pasa malla Nº 200	Cumple los criterios para GW y GM	GW - GM	Grava bien graduada con limo
			Cumple los criterios para GW y GC o para GW y GC - GM	GW - GC	Grava bien graduada con arcilla
			Cumple los criterios para GP y GM	GP - GM	Grava mal graduada con limo
			Cumple los criterios para GP y GC o para GP y GC - GM	GP - GC	Grava mal graduada con arcilla
	ARENAS El 50% o más de la fracción gruesa pasa la malla Nº 4	**ARENAS LIMPIAS** Menos del 5% pasa la malla Nº 200	Cu ≥ 6 y 1 ≤ Cc ≤ 3	SW	Arena bien graduada
			Cu < 6 ó 1> Cc > 3	SP	Arena mal graduada
		ARENAS CON FINOS Mas del 12% pasa la malla Nº 200	IP < 4 ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa
			IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC	Arena arcillosa
			4 ≤ IP ≤ 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC - SM	Arena limosa arcillosa
		ARENAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% pasa malla Nº 200	Cumple los criterios para SW y SM	SW - SM	Arena bien graduada con limo
			Cumple los criterios para SW y SC o para SW y SC - SM	SW - SC	Arena bien graduada con arcilla
			Cumple los criterios para SP y SM	SP - SM	Arena mal graduada con limo
			Cumple los criterios para SP y SC o para SP y SC - SM	SP - SC	Arena mal graduada con arcilla
SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS El 50% o más pasa la malla Nº 200	**LIMOS Y ARCILLAS** Límite Líquido menor que 50	Inorgánicos	IP < 4 ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	ML	Limo de baja plasticidad
			IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL	Arcilla de baja plasticidad
			4 ≤ IP ≤ 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL - ML	Arcilla limosa
		Orgánicos	$\frac{Límite\ Líquido\ secado\ al\ horno}{Límite\ Líquido\ no\ secado} < 0.75$	OL	Limo orgánico / Arcilla orgánica
	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido 50 o mayor	Inorgánicos	Se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	MH	Limo de alta plasticidad
			Se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CH	Arcilla de alta plasticidad
		Orgánicos	$\frac{Límite\ Líquido\ secado\ al\ horno}{Límite\ Líquido\ no\ secado} < 0.75$	OH	Limo orgánico / Arcilla orgánica
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS			Principalmente materia orgánica de color oscuro	Pt	Turba

GC = Grava arcillosa arenosa

El Equipo ideal de Compactación que recomienda la ASTM para este tipo de suelo es: Rodillo de neumáticos, rodillo de pata de cabra

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

UBICACIÓN: Lamay, Cusco

Cantera 01

FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023

DIAGRAMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS DEL SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

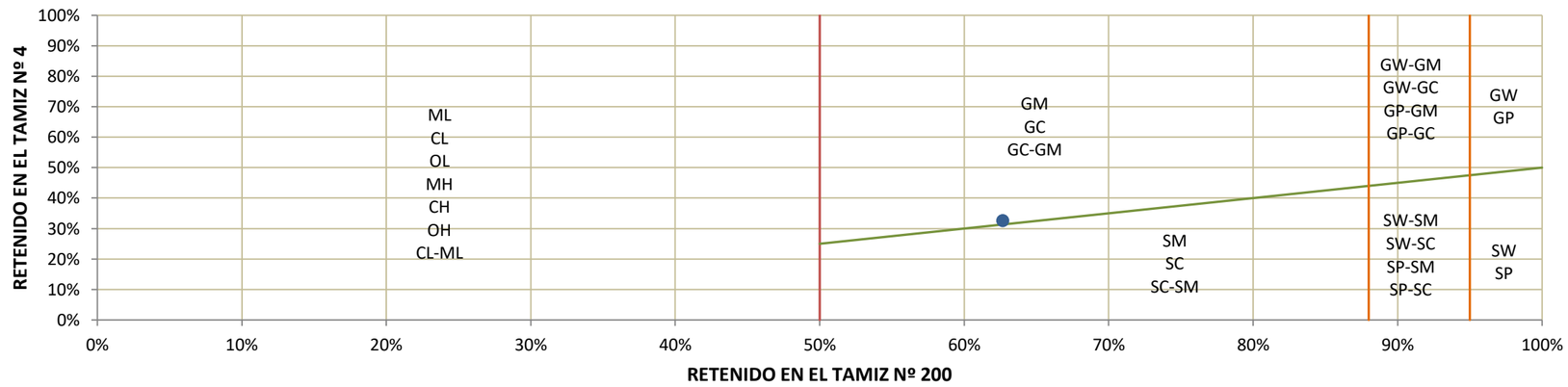
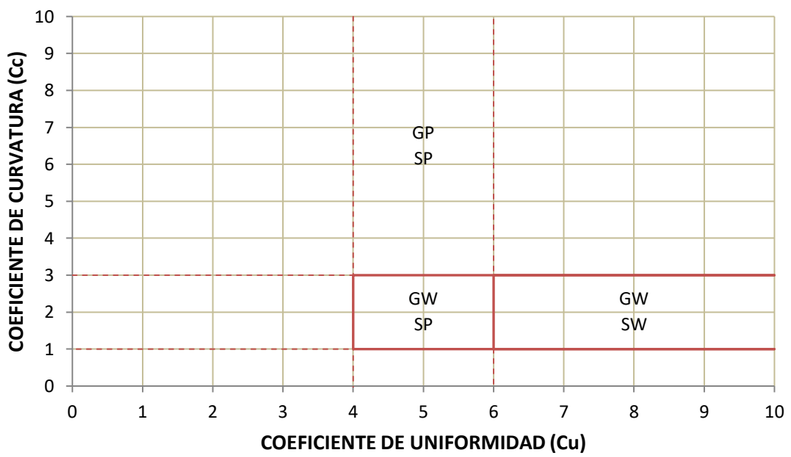
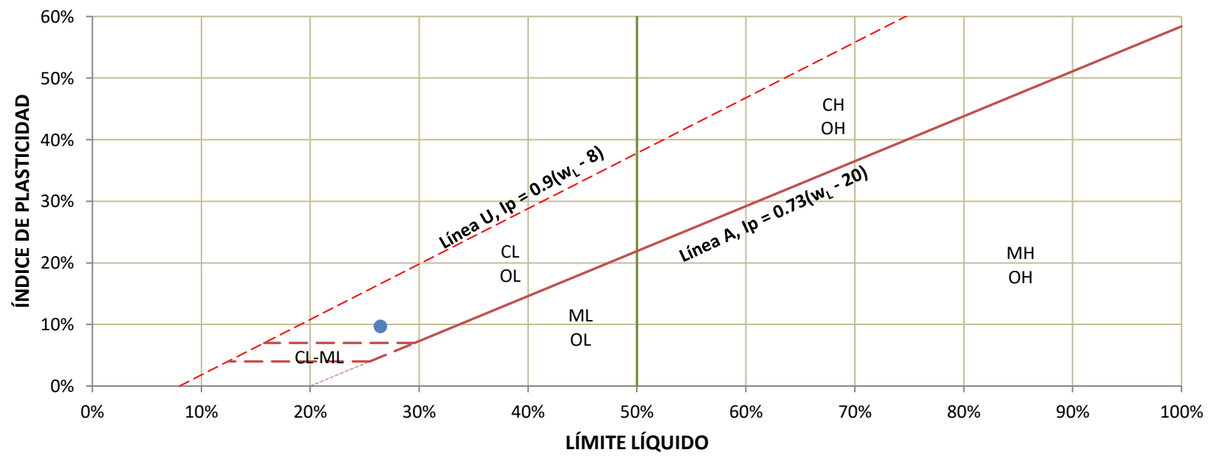


DIAGRAMA DE GRADACIÓN DE SUELOS GRUESOS



CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE PARA SUELOS FINOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

UBICACIÓN: Lamay, Cusco

Cantera 01

FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023

CORTE DIRECTO

MTC E 123 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-3080 y AASHTO T-236

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Diámetro =	70.00 mm
Altura L_0 =	28.50 mm
Área =	49.00 cm2
Volumen =	139.65 cm3

DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso =	313.00 gr
Peso Unitario húmedo =	2.24 gr/cm3
Contenido de Humedad =	6.70%
Peso Unitario seco =	2.10 gr/cm3

Velocidad de Deformación Horizontal =	0.50 mm/min

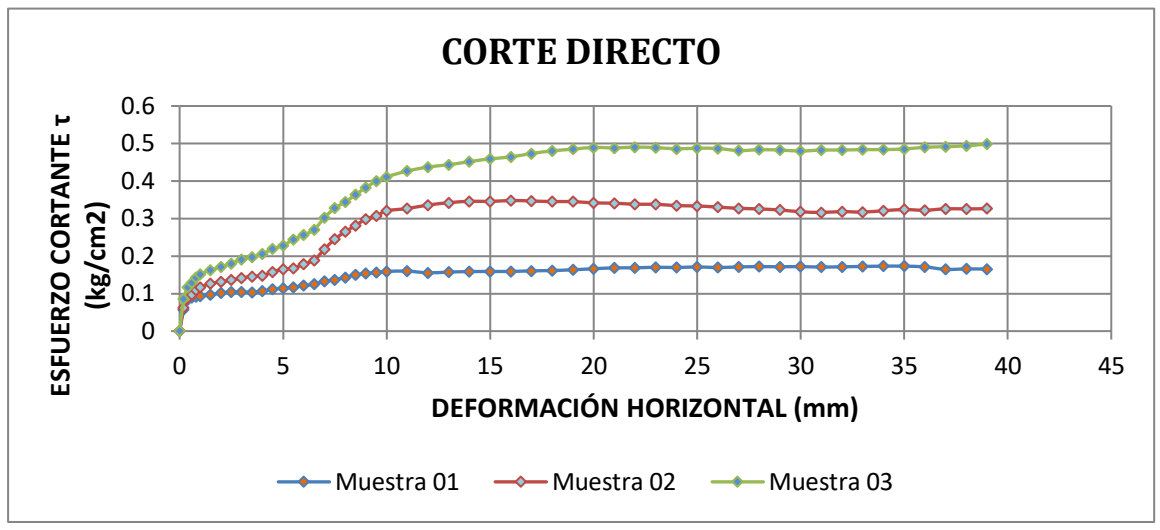
DEFORMÍMETRO DE LONGITUD DE CORTE	LECTURA DE CARGA HORIZONTAL			DEFORMÍMETRO DE LONGITUD VERTICAL			FUERZA DE CORTE HORIZONTAL			ÁREA CORREGIDA A'	ESFUERZO CORTANTE τ		
	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03		M-01	M-02	M-03
mm	N			mm			kg			cm2	kg/cm2		
0.00	27.37	30.019	41.398	-0.002	-0.002	-0.004	2.79	3.06	4.22	38.34	0.06	0.06	0.09
0.06	40.025	42.379	56.408	-0.006	-0.005	-0.005	4.08	4.32	5.75	38.20	0.08	0.09	0.12
0.13	42.968	46.401	61.803	-0.009	-0.012	-0.009	4.38	4.73	6.30	38.06	0.09	0.10	0.13
0.19	44.439	52.778	68.376	-0.013	-0.014	-0.016	4.53	5.38	6.97	37.92	0.09	0.11	0.14
0.26	45.028	56.015	72.79	-0.014	-0.015	-0.018	4.59	5.71	7.42	37.78	0.09	0.12	0.15
0.32	46.401	61.018	77.99	-0.012	-0.019	-0.021	4.73	6.22	7.95	37.43	0.10	0.13	0.16
0.38	48.854	62.98	82.208	-0.007	-0.026	-0.027	4.98	6.42	8.38	37.08	0.10	0.13	0.17
0.45	50.031	65.433	86.622	-0.002	-0.030	-0.031	5.10	6.67	8.83	36.73	0.10	0.14	0.18
0.51	50.031	67.983	92.018	0.003	-0.028	-0.033	5.10	6.93	9.38	36.39	0.10	0.14	0.19
0.58	49.835	70.043	94.667	0.008	-0.026	-0.038	5.08	7.14	9.65	36.04	0.10	0.15	0.20
0.64	51.404	70.828	98.983	0.013	-0.025	-0.043	5.24	7.22	10.09	35.69	0.11	0.15	0.21
0.77	53.465	75.831	105.26	0.014	-0.020	-0.046	5.45	7.73	10.73	35.34	0.11	0.16	0.22
0.90	54.838	79.069	109.68	0.016	-0.019	-0.044	5.59	8.06	11.18	34.99	0.11	0.16	0.23
1.02	56.211	80.638	117.43	0.020	-0.012	-0.041	5.73	8.22	11.97	34.64	0.12	0.17	0.24
1.15	58.37	85.838	123.21	0.022	-0.011	-0.032	5.95	8.75	12.56	34.29	0.12	0.18	0.26
1.28	60.037	90.841	130.08	0.024	-0.005	-0.024	6.12	9.26	13.26	33.94	0.12	0.19	0.27
1.60	63.863	105.07	145.48	0.028	0.002	-0.019	6.51	10.71	14.84	33.59	0.13	0.22	0.30
1.92	65.629	117.82	157.65		0.005	-0.010	6.69	12.01	16.08	33.24	0.14	0.25	0.33
2.24	68.866	127.24	165.3		0.010	-0.004	7.02	12.97	16.86	32.90	0.14	0.26	0.34
2.56	72.005	135.28	174.81		0.017	-0.001	7.34	13.79	17.83	32.55	0.15	0.28	0.36
2.88	73.869	143.62	183.84		0.023	0.003	7.53	14.65	18.75	32.20	0.15	0.30	0.38
3.20	75.047	147.44	192.08		0.030	0.012	7.65	15.04	19.59	31.85	0.16	0.31	0.40
3.52	76.42	154.02	197.67		0.035	0.014	7.79	15.71	20.16	31.51	0.16	0.32	0.41
3.84	76.812	157.06	205.03			0.021	7.83	16.02	20.91	30.82	0.16	0.33	0.43
4.16	74.654	161.47	210.23			0.030	7.61	16.47	21.44	30.13	0.16	0.34	0.44
4.48	75.635	164.42	213.07			0.039	7.71	16.77	21.73	29.44	0.16	0.34	0.44
4.80	76.224	166.28	217.1			0.045	7.77	16.96	22.14	28.75	0.16	0.35	0.45
5.12	76.42	166.08	220.63				7.79	16.94	22.50	28.07	0.16	0.35	0.46
5.44	76.42	167.26	223.08				7.79	17.06	22.75	27.38	0.16	0.35	0.46
5.76	77.205	166.67	227.49				7.87	17.00	23.20	26.70	0.16	0.35	0.47
6.08	77.597	165.89	230.83				7.91	16.92	23.54	26.02	0.16	0.35	0.48
6.40	78.578	165.89	233.09				8.01	16.92	23.77	25.35	0.16	0.35	0.49
6.72	79.853	164.22	235.24				8.14	16.75	23.99	24.68	0.17	0.34	0.49
7.04	81.031	163.83	234.66				8.26	16.71	23.93	24.01	0.17	0.34	0.49
7.36	81.031	162.45	235.64				8.26	16.57	24.03	23.34	0.17	0.34	0.49
7.68	81.815	162.45	235.05				8.34	16.57	23.97	22.68	0.17	0.34	0.49
8.00	81.423	160.69	233.48				8.30	16.39	23.81	22.02	0.17	0.33	0.49
8.32	82.208	160.3	234.26				8.38	16.35	23.89	21.36	0.17	0.33	0.49
8.64	81.423	158.82	233.87				8.30	16.20	23.85	20.71	0.17	0.33	0.49
8.96	82.208	157.25	231.22				8.38	16.04	23.58	20.06	0.17	0.33	0.48
9.28	82.6	156.47	232.3				8.42	15.96	23.69	19.42	0.17	0.33	0.48
9.60	82.404	155.1	231.91				8.40	15.82	23.65	18.78	0.17	0.32	0.48
9.92	82.6	152.84	230.63				8.42	15.59	23.52	18.15	0.17	0.32	0.48
10.24	82.012	152.06	231.91				8.36	15.51	23.65	17.52	0.17	0.32	0.48
10.56	82.404	153.04	231.91				8.40	15.61	23.65	16.89	0.17	0.32	0.48
10.88	82.796	152.45	232.5				8.44	15.55	23.71	16.27	0.17	0.32	0.48
11.2	83.189	154.21	232.5				8.48	15.73	23.71	15.66	0.17	0.32	0.48

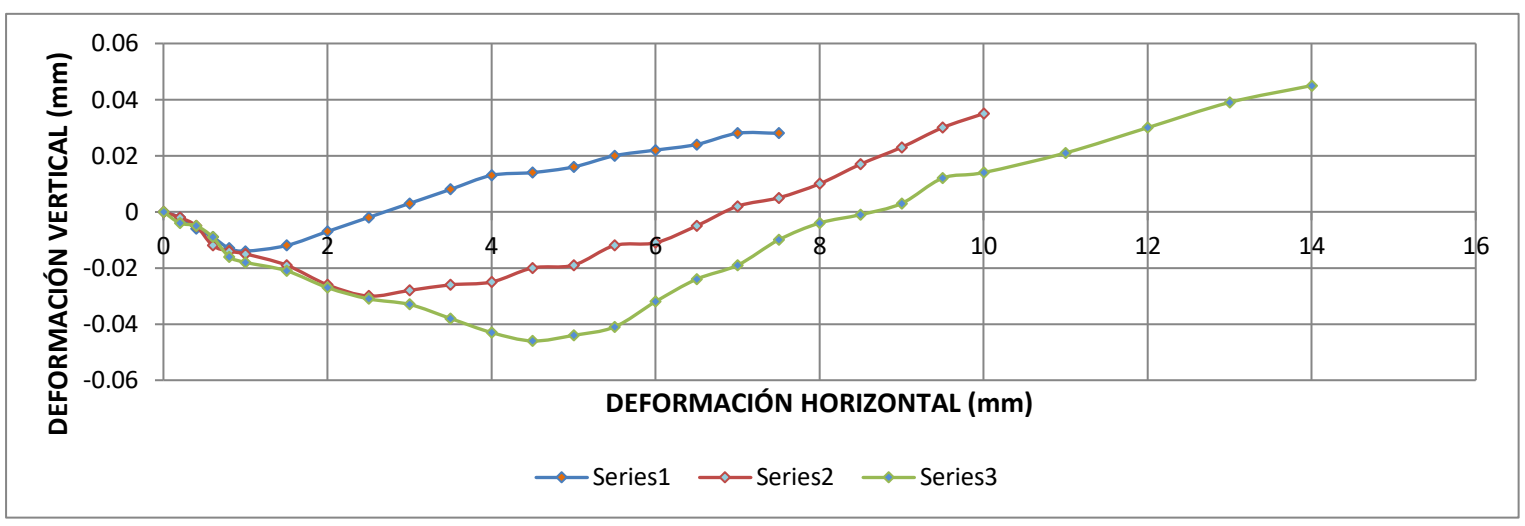
11.52	83.189	155.68	233.28
11.84	82.208	154.8	235.44
12.16	79.069	156.67	236.22
12.48	79.657	156.47	237.3
12.8	79.461	156.86	239.66

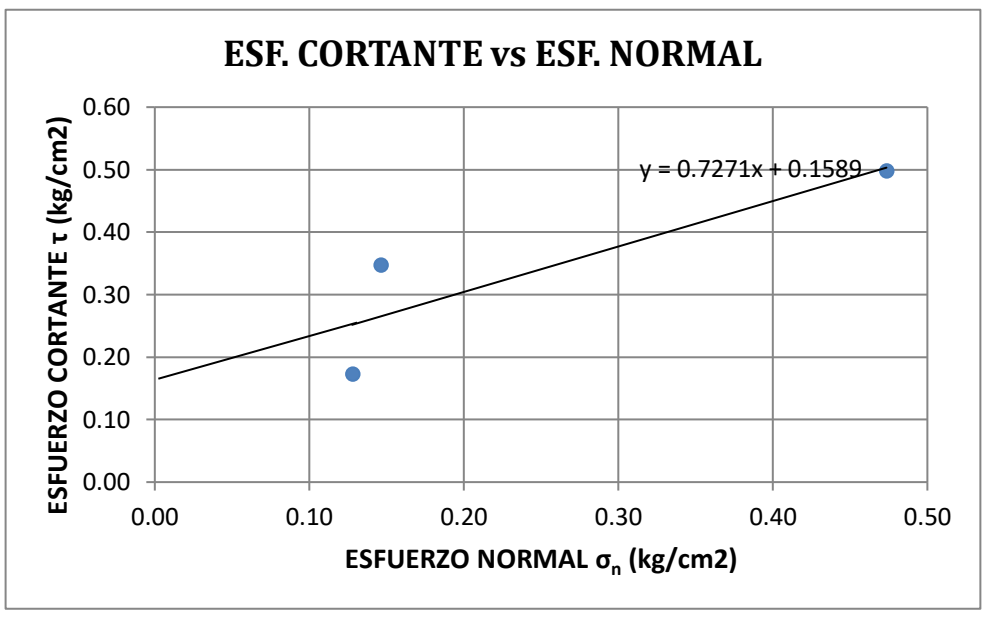
8.48	15.88	23.79	15.05	0.17	0.32	0.49
8.38	15.79	24.01	14.44	0.17	0.32	0.49
8.06	15.98	24.09	13.85	0.16	0.33	0.49
8.12	15.96	24.20	13.26	0.17	0.33	0.49
8.10	16.00	24.44	12.67	0.17	0.33	0.50

CORTE DIRECTO

TC E 123 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-3080 y AASHTO T-2







Muestras	M-01	M-02	M-03
Carga Vertical (kg)	2.00	4.00	6.00
Área en Corte (cm2)	15.66	27.38	12.67
σ_n (kg/cm2)	**0.13**	**0.15**	**0.47**
τ (kg/cm2)	**0.17**	**0.35**	**0.50**

Cohesión = 15.89 kg/cm2
Ángulo de fricción interna = 36.01°

PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"
UBICACIÓN: Lamay, Cusco Cantera 01
FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023

DENSIDAD EN CAMPO POR EL MÉTODO DEL CONO DE ARENA

MTC E 117 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1556 y AASHTO T-191

DATOS DE LA ARENA
Tipo de Arena utilizada: Otawa
Peso Unitario de la Arena (gr/cm3) = 1.40 gr/cm3

DATOS DEL ENSAYO	
Número de Cono	1
Peso del Frasco + Cono antes de usarlo (gr)	6968.00
Peso del Frasco + Cono después de usarlo (gr)	2298.20
Peso del Suelo Húmedo (gr)	4266.50
Peso de la Arena Utilizada, hueco + cono (gr)	4669.80
Peso de la Arena en el Cono (gr)	1497.00
Peso de la Arena en el Hueco (gr)	3172.80
Volumen del Hueco (cm3)	2269.53
Densidad Natural Húmeda (gr/cm3)	1.88

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Peso de Capsula (gr)	20.13
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	98.88
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	82.00
Peso del Agua (gr)	16.89
Peso de la Muestra Seca (gr)	61.87
Contenido de Humedad	27.29%

DENSIDAD NATURAL HUMEDA = 1.88 gr/cm3

DENSIDAD NATURAL SECA = 1.48 gr/cm3

"DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

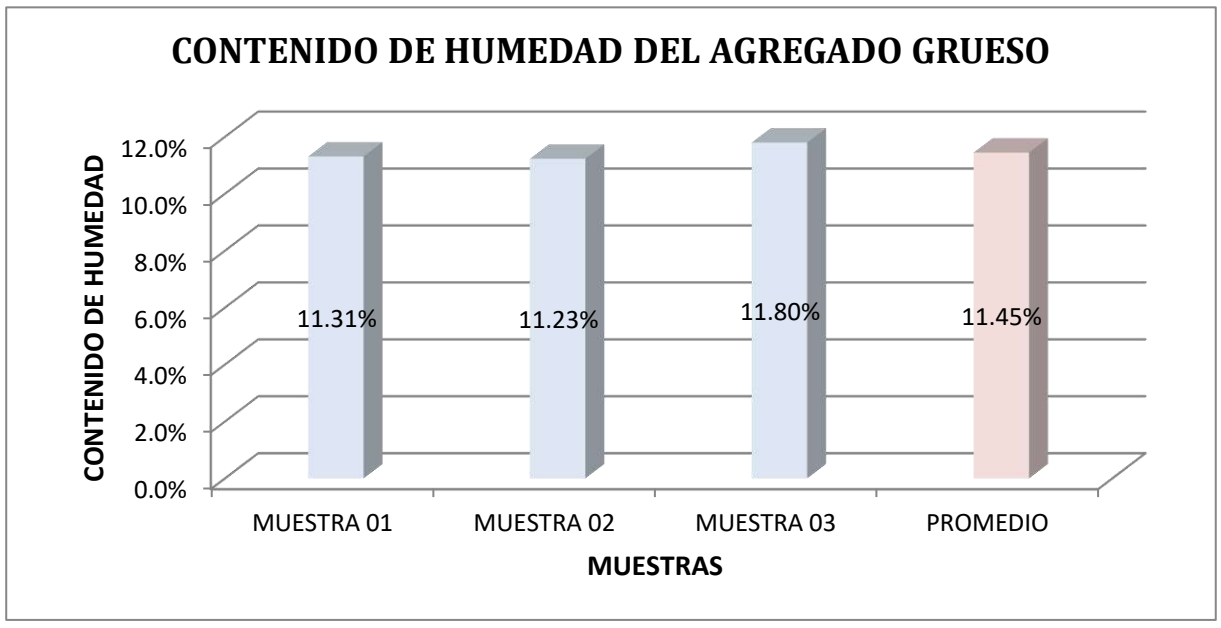
Proyecto:
Ubicación: Lamay, Cusco
Fecha: jueves, 27 de Abril de 2023

Cantera 02

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

MTC E 108 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-2216

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	56.62	56.78	56.70
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	988.25	987.20	987.73
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	893.60	893.27	893.44
Peso del Agua (gr)	94.65	93.93	94.29
Peso de la Muestra Seca (gr)	836.98	836.49	799.15
Contenido de Humedad	**11.31%**	**11.23%**	**11.80%**



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 11.45%

PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

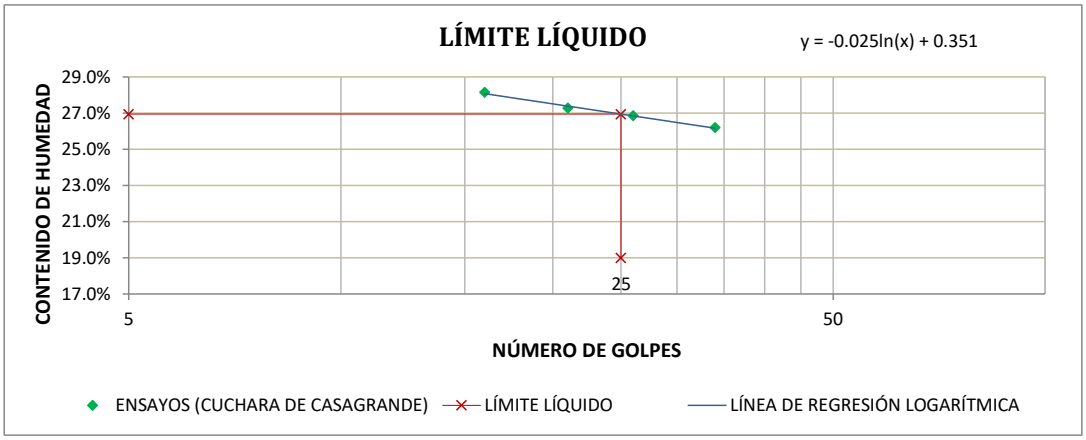
UBICACIÓN: Lamay, Cusco

FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023 Cantera 02

LÍMITE LÍQUIDO

MTC E 110 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

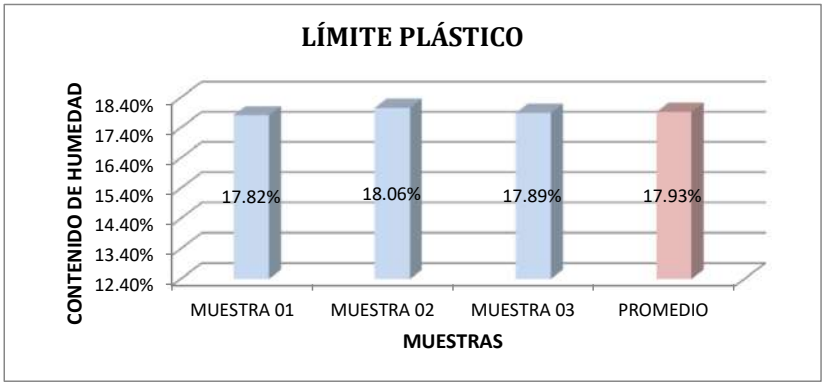
DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	21.50	22.47	20.93	19.29
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	44.53	46.37	45.15	40.83
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	39.75	41.31	39.96	36.10
Peso del Agua (gr)	4.78	5.06	5.19	4.73
Peso de la Muestra Seca (gr)	18.25	18.84	19.03	16.81
Contenido de Humedad	**26.19%**	**26.86%**	**27.27%**	**28.14%**
Número de Golpes	**34**	**26**	**21**	**16**



LÍMITE PLÁSTICO

MTC E 111 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	21.30	21.37	21.53
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	28.97	27.71	28.58
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	27.81	26.74	27.51
Peso del Agua (gr)	1.16	0.97	1.07
Peso de la Muestra Seca (gr)	6.51	5.37	5.98
Contenido de Humedad	**17.82%**	**18.06%**	**17.89%**



LÍMITE LÍQUIDO = 26.94%
LÍMITE PLÁSTICO = 17.93%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 9.01%

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

UBICACIÓN: Lamay, Calca

FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023 Cantera 02

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-88

Antes del lavado

Peso de la Muestra Seca = 6812.50 gr

Después del lavado

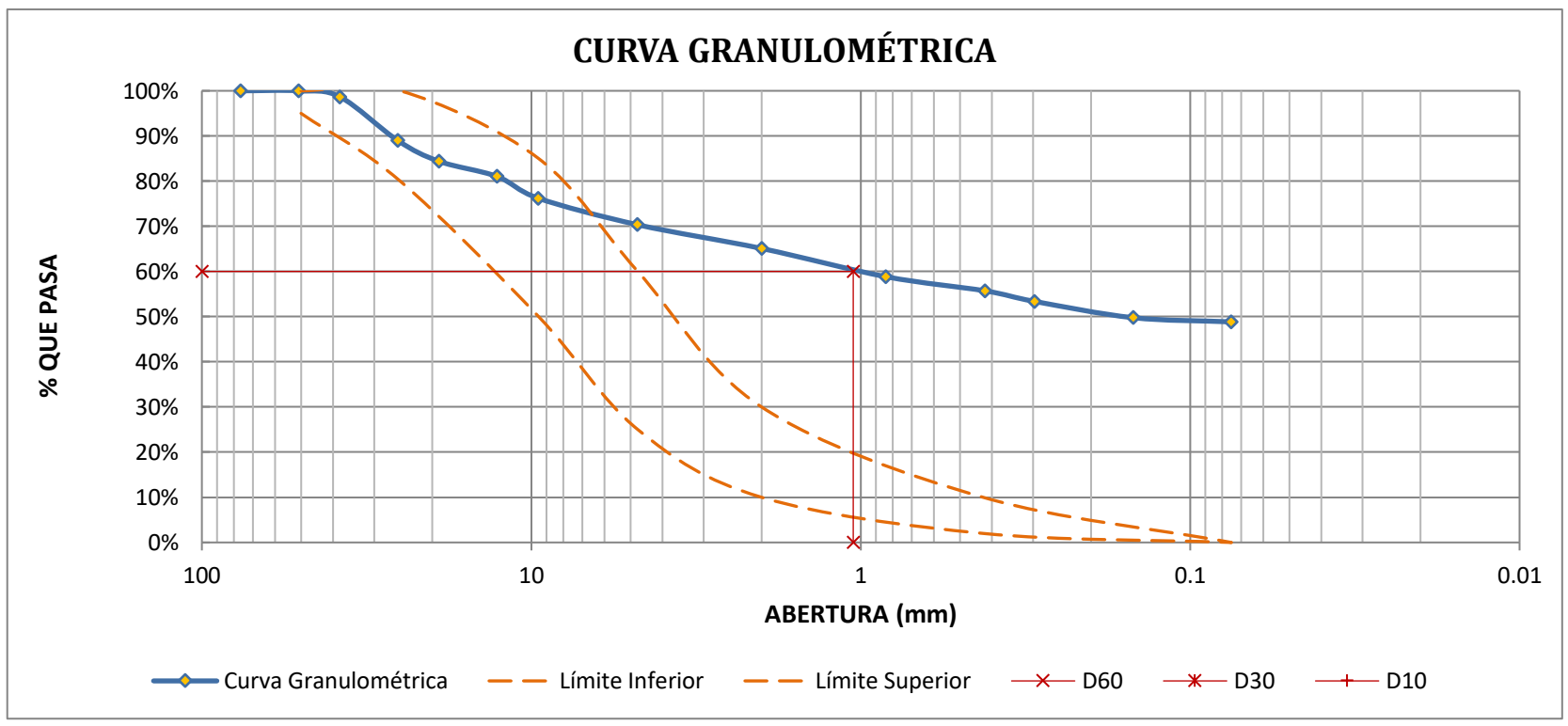
Peso de la Muestra Seca = 3508.70 gr

% de Error en Peso = 0.53% Ok!

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.2	0.00	6812.50	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50.8	0.00	6812.50	0.00%	0.00%	100.00%
1½"	38.1	91.43	6721.07	1.34%	1.34%	98.66%
1"	25.4	660.59	6060.48	9.70%	11.04%	88.96%
3/4"	19.05	311.84	5748.64	4.58%	15.62%	84.38%
1/2"	12.7	228.33	5520.32	3.35%	18.97%	81.03%
3/8"	9.525	328.33	5191.99	4.82%	23.79%	76.21%
Nº 4	4.76	399.63	4792.36	5.87%	29.65%	70.35%
Nº 10	2	358.07	4434.29	5.26%	34.91%	65.09%
Nº 20	0.840	425.06	4009.23	6.24%	41.15%	58.85%
Nº 40	0.420	213.49	3795.74	3.13%	44.28%	55.72%
Nº 50	0.297	159.29	3636.45	2.34%	46.62%	53.38%
Nº 100	0.149	246.10	3390.35	3.61%	50.23%	49.77%
Nº 200	0.075	63.50	3326.85	0.93%	51.17%	48.83%
Cazuela	-	4.45	-	0.07%	51.23%	-
Lavado	-	3303.80	-	48.77%	100.00%	-
Total Fracción Retenida en Lavado =		**3490.10**		**100.00%**		

% de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = 29.65%
% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = 21.51%
% de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = 48.83%
Total: 100.00%

Fracción Gruesa
% de grava = 57.96%
% de arena = 42.04%
Total = 100.00%



Tamaño Máximo Absoluto = 2"

Tamaño Máximo Nominal = 1"

D60 = 1.05 mm
D30 = -
D10 = -

Cu = -
Cc = -

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

UBICACIÓN: Lamay, Cusco

FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023 Cantera 02

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)

ASTM D-2487

DATOS PARA CLASIFICACIÓN
De Granulometría
% de Gruesos = 51.17%
% de Finos = 48.83%
Total = 100.00%
% de Grava = 29.65%
% de Arena = 21.51%
Total = 51.17%
Fracción Gruesa
% de Grava = 57.96%
% de Arena = 42.04%
Total = 100.00%
Coeficientes
Cu = -
Cc = -
De Límites de Consistencia
LL = 26.94%
LP = 17.93%
IP = 9.01%
Otros Datos
Tipo = Inorgánico

CRITERIOS PARA LA ASIGNACIÓN DE SÍMBOLOS DE GRUPO Y NOMBRE DE GRUPO CON EL USO DE ENSAYOS DE LABORATORIO				SÍMBOLO	NOMBRE DE GRUPO
SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS Más del 50% es retenido en la malla Nº 200	**GRAVAS** Más del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla Nº 4	**GRAVAS LIMPIAS** Menos del 5% pasa la malla Nº 200	Cu ≥ 4 y 1 ≤ Cc ≤ 3	GW	Grava bien graduada
			Cu < 4 ó 1> Cc > 3	GP	Grava mal graduada
		GRAVAS CON FINOS Mas del 12% pasa la malla Nº 200	IP < 4 ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM	Grava limosa
			IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC	Grava arcillosa
			4 ≤ IP ≤ 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC - GM	Grava limosa arcillosa
		GRAVAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% pasa malla Nº 200	Cumple los criterios para GW y GM	GW - GM	Grava bien graduada con limo
			Cumple los criterios para GW y GC o para GW y GC - GM	GW - GC	Grava bien graduada con arcilla
			Cumple los criterios para GP y GM	GP - GM	Grava mal graduada con limo
			Cumple los criterios para GP y GC o para GP y GC - GM	GP - GC	Grava mal graduada con arcilla
	ARENAS El 50% o más de la fracción gruesa pasa la malla Nº 4	**ARENAS LIMPIAS** Menos del 5% pasa la malla Nº 200	Cu ≥ 6 y 1 ≤ Cc ≤ 3	SW	Arena bien graduada
			Cu < 6 ó 1> Cc > 3	SP	Arena mal graduada
		ARENAS CON FINOS Mas del 12% pasa la malla Nº 200	IP < 4 ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa
			IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC	Arena arcillosa
			4 ≤ IP ≤ 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC - SM	Arena limosa arcillosa
		ARENAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% pasa malla Nº 200	Cumple los criterios para SW y SM	SW - SM	Arena bien graduada con limo
			Cumple los criterios para SW y SC o para SW y SC - SM	SW - SC	Arena bien graduada con arcilla
			Cumple los criterios para SP y SM	SP - SM	Arena mal graduada con limo
			Cumple los criterios para SP y SC o para SP y SC - SM	SP - SC	Arena mal graduada con arcilla
SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS El 50% o más pasa la malla Nº 200	**LIMOS Y ARCILLAS** Límite Líquido menor que 50	Inorgánicos	IP < 4 ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	ML	Limo de baja plasticidad
			IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL	Arcilla de baja plasticidad
			4 ≤ IP ≤ 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL - ML	Arcilla limosa
		Orgánicos	$\frac{Límite\ Líquido\ secado\ al\ horno}{Límite\ Líquido\ no\ secado} < 0.75$	OL	Limo orgánico / Arcilla orgánica
	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido 50 o mayor	Inorgánicos	Se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	MH	Limo de alta plasticidad
			Se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CH	Arcilla de alta plasticidad
		Orgánicos	$\frac{Límite\ Líquido\ secado\ al\ horno}{Límite\ Líquido\ no\ secado} < 0.75$	OH	Limo orgánico / Arcilla orgánica
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS			Principalmente materia orgánica de color oscuro	Pt	Turba

GC = Grava arcillosa con arena

El Equipo ideal de Compactación que recomienda la ASTM para este tipo de suelo es: Rodillo de neumáticos, rodillo de pata de cabra

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

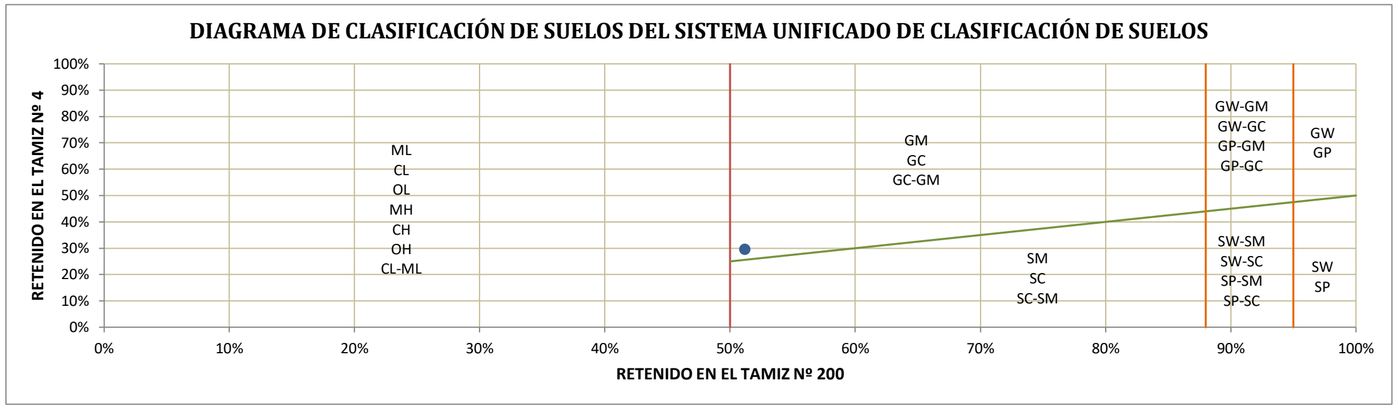
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

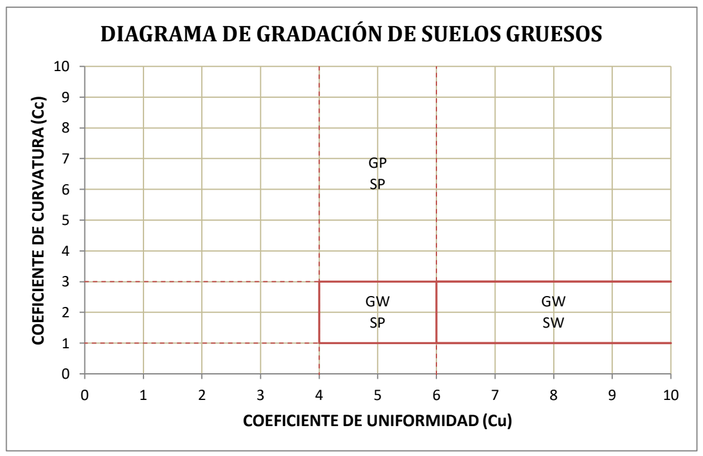
PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

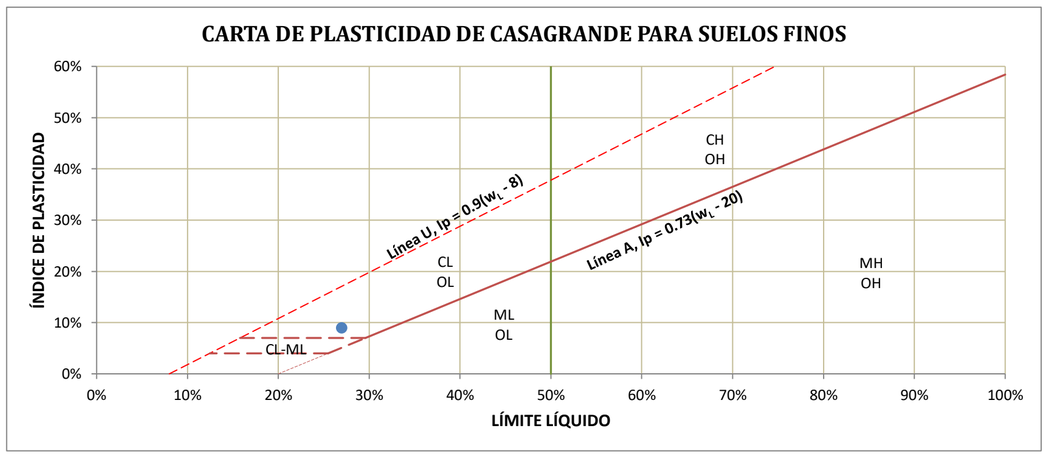
UBICACIÓN: Lamay, Cusco

FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023

Cantera 02







UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

UBICACIÓN: Lamay, Cusco

FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023

Cantera 02

CORTE DIRECTO

MTC E 123 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-3080 y AASHTO T-236

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Diámetro =	70.00 mm
Altura L_0 =	28.30 mm
Área =	49.00 cm2
Volumen =	138.67 cm3

DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso =	311.00 gr
Peso Unitario húmedo =	2.24 gr/cm3
Contenido de Humedad =	6.70%
Peso Unitario seco =	2.10 gr/cm3

Velocidad de Deformación Horizontal = 0.50 mm/min

DEFORMÍMETRO DE LONGITUD DE CORTE	LECTURA DE CARGA HORIZONTAL			DEFORMÍMETRO DE LONGITUD VERTICAL			FUERZA DE CORTE HORIZONTAL			ÁREA CORREGIDA A'	ESFUERZO CORTANTE τ		
	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03		M-01	M-02	M-03
mm	N			mm			kg			cm2	kg/cm2		
0.00	28.49	26.879	38.898	-0.002	-0.002	-0.004	2.91	2.74	3.97	38.34	0.06	0.06	0.08
0.06	41.145	39.239	53.908	-0.006	-0.005	-0.005	4.20	4.00	5.50	38.20	0.09	0.08	0.11
0.13	44.088	43.261	59.303	-0.008	-0.012	-0.009	4.50	4.41	6.05	38.06	0.09	0.09	0.12
0.19	45.559	49.638	65.876	-0.013	-0.014	-0.016	4.65	5.06	6.72	37.92	0.09	0.10	0.14
0.26	46.148	52.875	70.29	-0.014	-0.015	-0.018	4.71	5.39	7.17	37.78	0.10	0.11	0.15
0.32	47.521	57.878	75.49	-0.012	-0.019	-0.021	4.85	5.90	7.70	37.43	0.10	0.12	0.16
0.38	49.974	59.84	79.708	-0.007	-0.026	-0.027	5.10	6.10	8.13	37.08	0.10	0.12	0.17
0.45	51.151	62.293	84.122	-0.002	-0.030	-0.031	5.22	6.35	8.58	36.73	0.11	0.13	0.18
0.51	51.151	64.843	89.518	0.003	-0.028	-0.033	5.22	6.61	9.13	36.39	0.11	0.13	0.19
0.58	50.955	66.903	92.167	0.008	-0.026	-0.038	5.20	6.82	9.40	36.04	0.11	0.14	0.19
0.64	52.524	67.688	96.483	0.013	-0.025	-0.043	5.36	6.90	9.84	35.69	0.11	0.14	0.20
0.77	54.585	72.691	102.76	0.014	-0.020	-0.046	5.57	7.41	10.48	35.34	0.11	0.15	0.21
0.90	55.958	75.929	107.18	0.016	-0.019	-0.044	5.71	7.74	10.93	34.99	0.12	0.16	0.22
1.02	57.331	77.498	114.93	0.020	-0.012	-0.041	5.85	7.90	11.72	34.64	0.12	0.16	0.24
1.15	59.49	82.698	120.71	0.022	-0.011	-0.032	6.07	8.43	12.31	34.29	0.12	0.17	0.25
1.28	61.157	87.701	124.76		-0.005	-0.024	6.24	8.94	12.72	33.94	0.13	0.18	0.26
1.60	64.983	101.93	140.16		0.002	-0.019	6.63	10.39	14.29	33.59	0.14	0.21	0.29
1.92	66.749	114.68	152.33		0.005	-0.010	6.81	11.69	15.53	33.24	0.14	0.24	0.32
2.24	69.986	124.1	159.98		0.010	-0.004	7.14	12.65	16.31	32.90	0.15	0.26	0.33
2.56	73.125	132.14	169.49		0.017	-0.001	7.46	13.47	17.28	32.55	0.15	0.27	0.35
2.88	74.989	140.48	178.52		0.023	0.003	7.65	14.32	18.20	32.20	0.16	0.29	0.37
3.20	76.167	144.3	186.76			0.012	7.77	14.71	19.04	31.85	0.16	0.30	0.39
3.52	77.54	150.88	192.35			0.014	7.91	15.39	19.61	31.51	0.16	0.31	0.40
3.84	77.932	153.92	199.71			0.021	7.95	15.70	20.36	30.82	0.16	0.32	0.42
4.16	75.774	158.33	204.91				7.73	16.15	20.89	30.13	0.16	0.33	0.43
4.48	76.755	161.28	207.75				7.83	16.45	21.18	29.44	0.16	0.34	0.43
4.80	77.344	167.17	211.78				7.89	17.05	21.60	28.75	0.16	0.35	0.44
5.12	77.54	166.97	215.31				7.91	17.03	21.96	28.07	0.16	0.35	0.45
5.44	77.54	168.15	217.76				7.91	17.15	22.21	27.38	0.16	0.35	0.45
5.76	75.055	167.56	222.17				7.65	17.09	22.66	26.70	0.16	0.35	0.46
6.08	75.447	166.78	225.51				7.69	17.01	23.00	26.02	0.16	0.35	0.47
6.40	76.428	166.78	227.77				7.79	17.01	23.23	25.35	0.16	0.35	0.47
6.72	77.703	165.11	229.92				7.92	16.84	23.45	24.68	0.16	0.34	0.48
7.04	78.881	164.72	229.34				8.04	16.80	23.39	24.01	0.16	0.34	0.48
7.36	78.881	163.34	230.32				8.04	16.66	23.49	23.34	0.16	0.34	0.48
7.68	79.665	163.34	229.73				8.12	16.66	23.43	22.68	0.17	0.34	0.48
8.00	79.273	161.58	228.16				8.08	16.48	23.27	22.02	0.16	0.34	0.47
8.32	80.058	161.19	228.94				8.16	16.44	23.35	21.36	0.17	0.34	0.48
8.64	79.273	159.71	228.55				8.08	16.29	23.31	20.71	0.16	0.33	0.48
8.96	80.058	158.14	225.9				8.16	16.13	23.04	20.06	0.17	0.33	0.47
9.28	80.45	157.36	226.98				8.20	16.05	23.15	19.42	0.17	0.33	0.47
9.60	80.254	155.99	226.59				8.18	15.91	23.11	18.78	0.17	0.32	0.47
9.92	80.45	153.73	225.31				8.20	15.68	22.98	18.15	0.17	0.32	0.47
10.24	79.862	152.95	226.59				8.14	15.60	23.11	17.52	0.17	0.32	0.47
10.56	80.254	153.93	226.59				8.18	15.70	23.11	16.89	0.17	0.32	0.47
10.88	80.646	153.34	227.18				8.22	15.64	23.17	16.27	0.17	0.32	0.47
11.2	81.039	155.1	227.18				8.26	15.82	23.17	15.66	0.17	0.32	0.47
11.52	81.039	156.57	227.96				8.26	15.97	23.25	15.05	0.17	0.33	0.47
11.84	80.058	155.69	230.12				8.16	15.88	23.47	14.44	0.17	0.32	0.48
12.16	76.919	157.56	230.9				7.84	16.07	23.55	13.85	0.16	0.33	0.48
12.48	77.507	157.36	231.98				7.90	16.05	23.66	13.26	0.16	0.33	0.48
12.8	77.311	157.75	234.34				7.88	16.09	23.90	12.67	0.16	0.33	0.49

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

UBICACIÓN: Lamay, Cusco

FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023

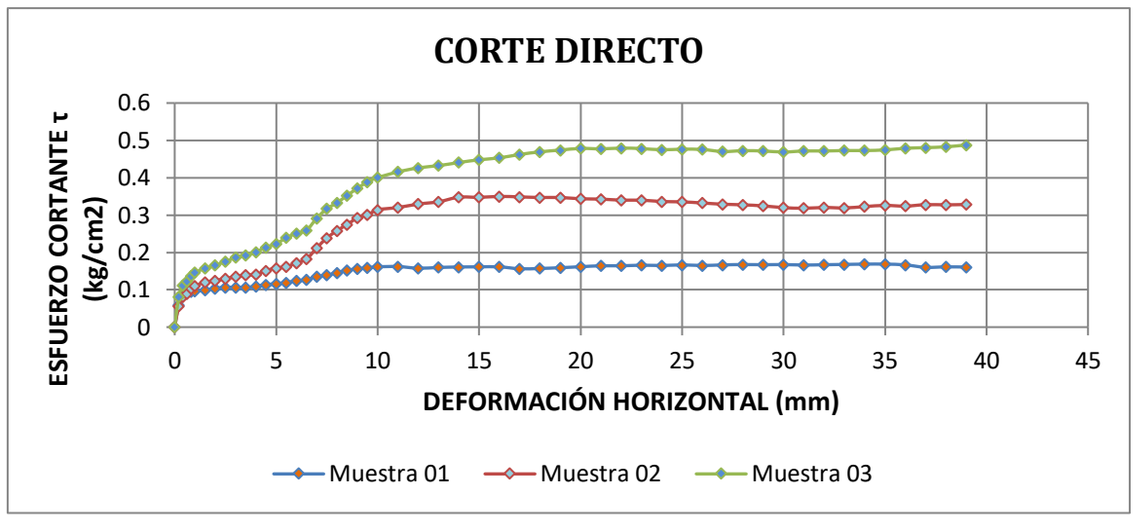
Cantera 02

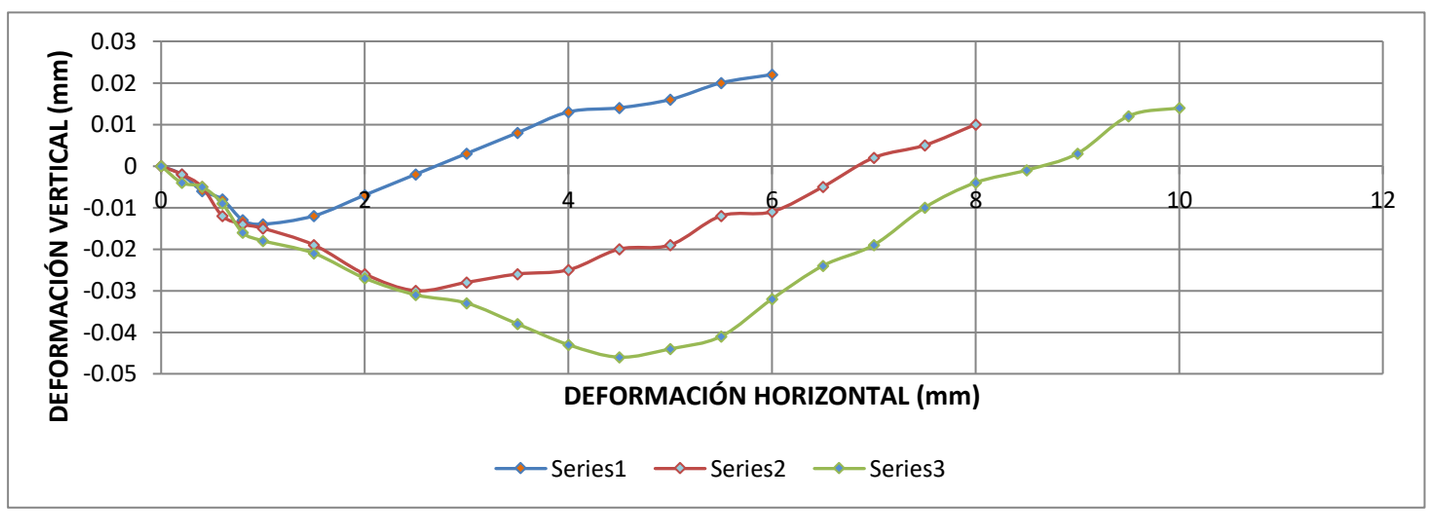
CORTE DIRECTO

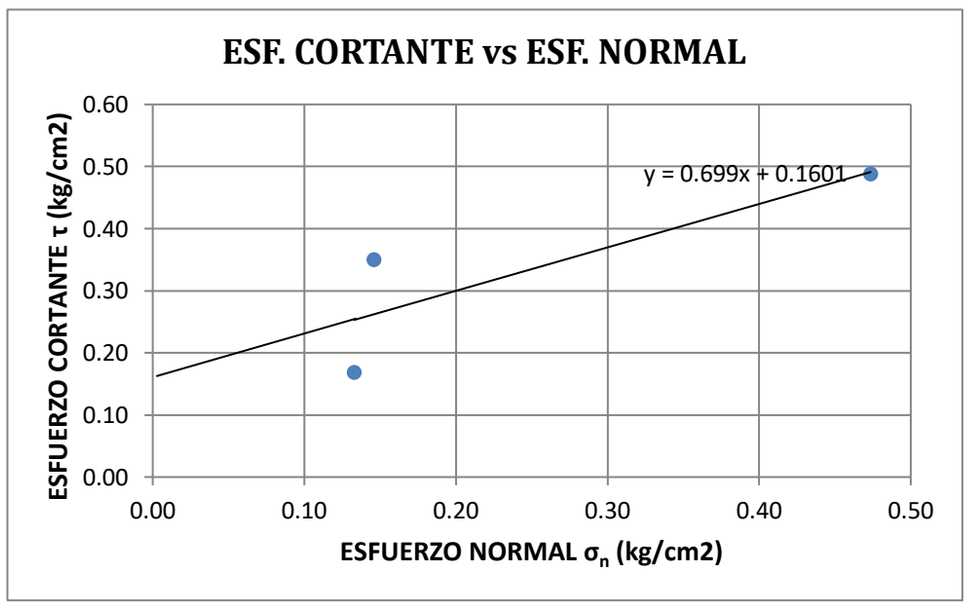
TC E 123 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-3080 y AASHTO T-2

Calicata: C-02

Profundidad: Cantera 02







Muestras	M-01	M-02	M-03
Carga Vertical (kg)	2.00	4.00	6.00
Área en Corte (cm2)	15.05	27.38	12.67
σ_n (kg/cm2)	**0.13**	**0.15**	**0.47**
τ (kg/cm2)	**0.17**	**0.35**	**0.49**

Cohesión = 16.01 kg/cm2
Ángulo de fricción interna = 34.95°

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

UBICACIÓN: Lamay, Cusco

FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023 Cantera 02

DENSIDAD EN CAMPO POR EL MÉTODO DEL CONO DE ARENA

MTC E 117 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1556 y AASHTO T-191

DATOS DE LA ARENA
Tipo de Arena utilizada: Otawa
Peso Unitario de la Arena (gr/cm3) = 1.40 gr/cm3

DATOS DEL ENSAYO	
Número de Cono	1
Peso del Frasco + Cono antes de usarlo (gr)	6968.00
Peso del Frasco + Cono después de usarlo (gr)	2298.20
Peso del Suelo Húmedo (gr)	4266.50
Peso de la Arena Utilizada, hueco + cono (gr)	4669.80
Peso de la Arena en el Cono (gr)	1497.00
Peso de la Arena en el Hueco (gr)	3172.80
Volumen del Hueco (cm3)	2269.53
Densidad Natural Húmeda (gr/cm3)	1.88

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Peso de Capsula (gr)	20.13
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	98.88
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	82.00
Peso del Agua (gr)	16.89
Peso de la Muestra Seca (gr)	61.87
Contenido de Humedad	27.29%

DENSIDAD NATURAL HUMEDA = 1.88 gr/cm3

DENSIDAD NATURAL SECA = 1.48 gr/cm3

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

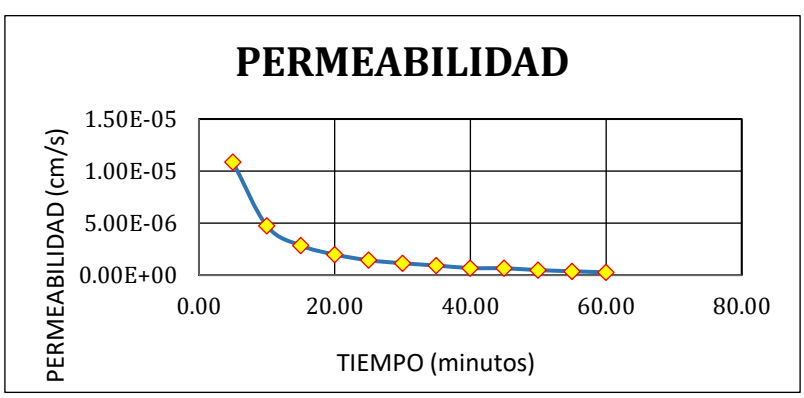
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto:	"DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"				
Ubicacion:	**Lamay, Calca**				
Realizado por	Tesistas				
Fecha:	2/04/2023		**CALICATA**	2	CANTERA
Cota(ref.)	4300		m.s.n.m	**MUESTRA PROCTOR**	
Profundidad de ensayo		0.05	m	Km = R2/2L(t2-t1) x ln(L/R)ln (h1/h2)	
Diametro de tuberia		4.10	cm	**Radio del tubo:**	2.05
Area de tuberia		13.20	cm^2	Km = R2/2L(t2-t1) x ln(L/R)ln (h1/h2)	
Altura de nivel freatico		0.00	cm		
Altura de carga inicial (h1)		25.00	cmˆ		
Distancia que recorre (L)		25.00	cm		

Ubicación:	**Prof. (m)**	**Tiempo (min)**	**Descenso b_i (cm)**	**Altura de carga $h_2 = h_1 - b_i$**	**Permeabilidad cm/s**
EP-03		0.00	0.000	25.00	
		5.00	0.140	24.86	1.09E-05
		10.00	0.122	24.88	4.73E-06
		15.00	0.110	24.89	2.84E-06
		20.00	0.102	24.90	1.98E-06
		25.00	0.092	24.91	1.43E-06
		30.00	0.088	24.91	1.14E-06
		35.00	0.083	24.92	9.19E-07
		40.00	0.070	24.93	6.78E-07
		45.00	0.076	24.92	6.55E-07
		50.00	0.062	24.94	4.81E-07
		55.00	0.052	24.95	3.66E-07
		60.00	0.041	24.96	2.65E-07

PERMEABILIDAD	Km = (cm/s)	2.65E-07
	Perm Prom =	**2.20E-06**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

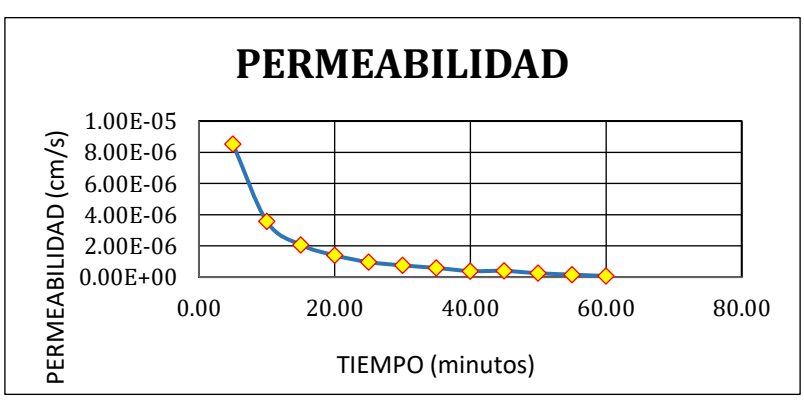
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto:	"DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"				
Ubicacion:	**Lamay, Calca**				
Realizado por	Tesistas				
Fecha:	2/04/2023		**CALICATA**	1	CANTERA
Cota(ref.)	4300		m.s.n.m	**MUESTRA PROCTOR**	
Profundidad de ensayo		0.05	m	Km = R2/2L(t2-t1) x ln(L/R)ln (h1/h2)	
Diametro de tuberia		4.10	cm	**Radio del tubo:**	2.05
Area de tuberia		13.20	cm^2	Km = R2/2L(t2-t1) x ln(L/R)ln (h1/h2)	
Altura de nivel freatico		0.00	cm		
Altura de carga inicial (h1)		25.00	cmˆ		
Distancia que recorre (L)		25.00	cm		

Ubicación:	**Prof. (m)**	**Tiempo (min)**	**Descenso b_i (cm)**	**Altura de carga $h_2 = h_1 - b_i$**	**Permeabilidad cm/s**
EP-03		0.00	0.000	25.00	
		5.00	0.110	24.89	8.53E-06
		10.00	0.092	24.91	3.57E-06
		15.00	0.080	24.92	2.07E-06
		20.00	0.072	24.93	1.40E-06
		25.00	0.062	24.94	9.61E-07
		30.00	0.058	24.94	7.49E-07
		35.00	0.053	24.95	5.87E-07
		40.00	0.040	24.96	3.87E-07
		45.00	0.046	24.95	3.96E-07
		50.00	0.032	24.97	2.48E-07
		55.00	0.022	24.98	1.55E-07
		60.00	0.011	24.99	7.10E-08

PERMEABILIDAD	Km = (cm/s)	7.10E-08
	Perm Prom =	**1.59E-06**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

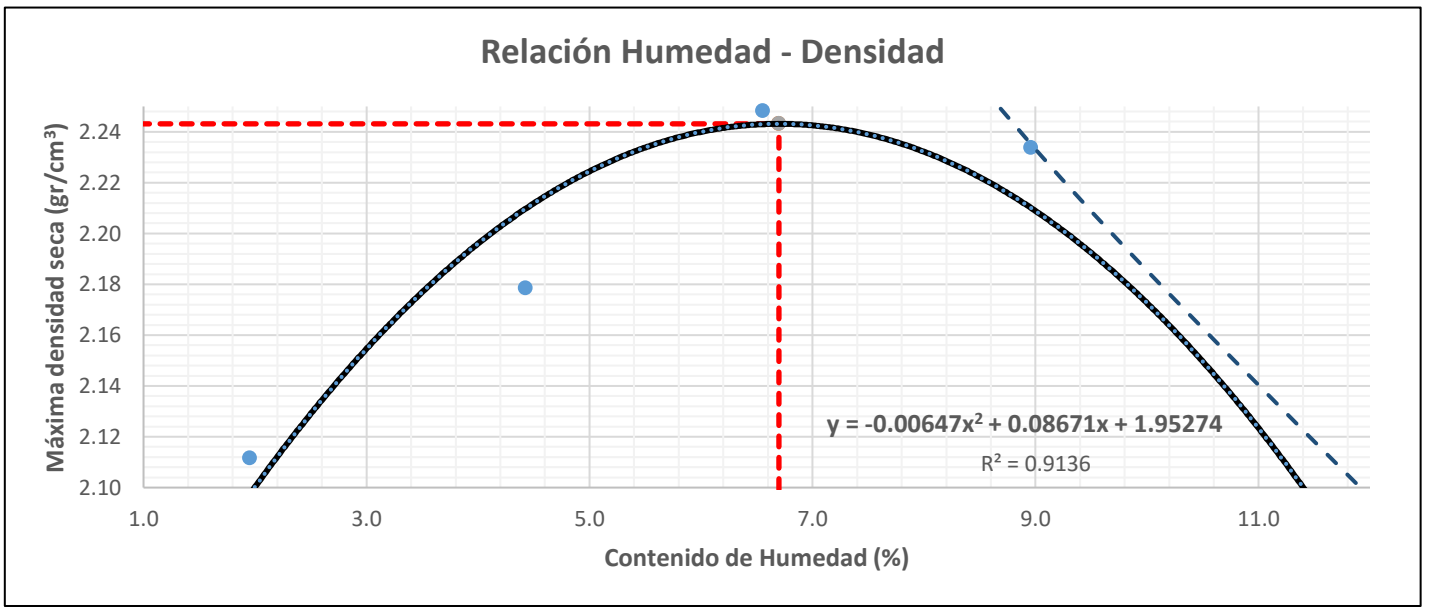
PROCTOR MODIFICADO
MTC E - 2000 / ASTM D - 1557

PROY: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

UBIC: Lamay Calca
CALICATA: CANTERA 2
MUESTRA: M-2 FECHA: 1/04/2023

		Ensayo 01	Ensayo 02	Ensayo 03	Ensayo 04	Ensayo 05
Peso suelo + Molde	gr	11976.8	12132.5	12239.9	12292.2	11849.8
Peso Molde	gr	7237.9	7044.3	7126.1	7362	7303
Peso Suelo Húmedo Compactado	gr	4738.9	5088.2	5113.8	4930.2	4546.8
Volumen del molde	cm^3	2083	2124	2101	2126.3	2112
Peso Volumétrico Húmedo	gr	2.28	2.40	2.43	2.32	2.15
HUMEDADES						
Peso del suelo húmedo+Tara	gr	644.48	885.95	921.97	787.17	1039.95
Peso del suelo Seco+tara	gr	618.69	834.14	849.83	710.34	1020.88
Peso de la tara	gr	36.42	43.92	44.8	45.77	45.14
Peso del agua	gr	25.79	51.81	72.14	76.83	19.07
Peso del suelo Seco	gr	582.27	790.22	805.03	664.57	975.74
Contenido de humedad	%	4.4	6.6	9.0	11.6	2.0
Peso volumétrico seco	gr/cm^3	2.18	2.25	2.23	2.08	2.11

Densidad Máxima (gr/cm^3) :	2.243
Humedad óptima (%) :	6.70



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

Ubicación: Lamay, Cusco — Calicata: C-01

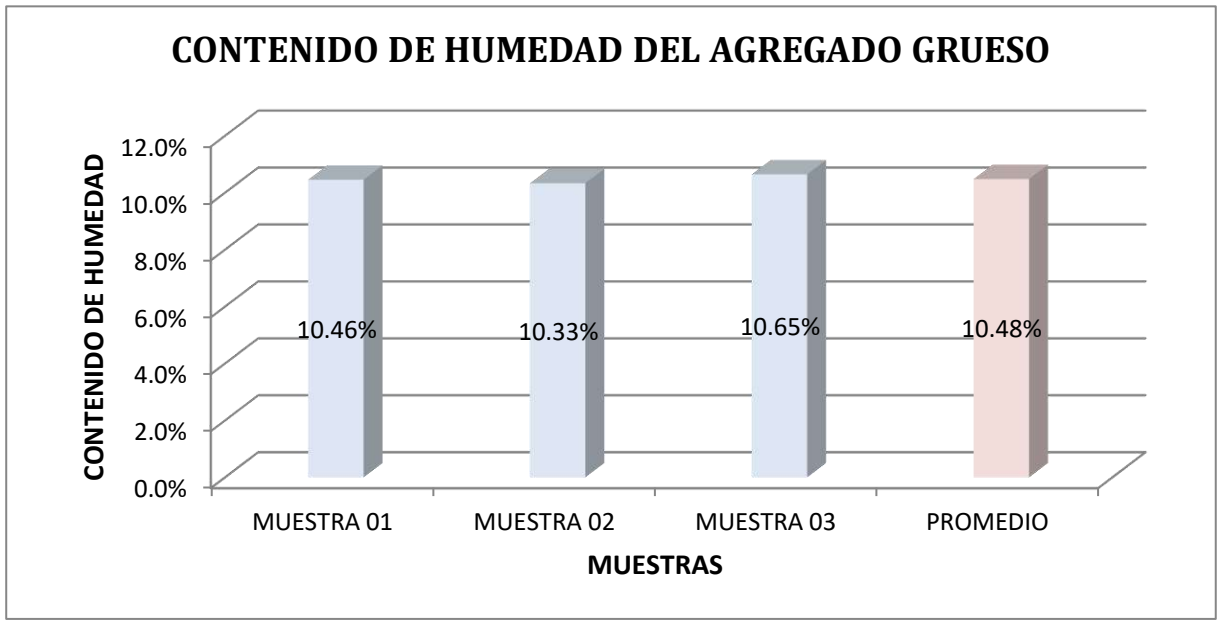
Fecha: jueves, 27 de Abril de 2023 — Profundidad: 0.80 m

EJE PRESA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

MTC E 108 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-2216

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	51.20	55.90	56.20
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	928.00	998.70	917.20
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	845.00	910.40	836.70
Peso del Agua (gr)	83.00	88.30	80.50
Peso de la Muestra Seca (gr)	793.80	854.50	756.20
Contenido de Humedad	**10.46%**	**10.33%**	**10.65%**



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 10.48%

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

UBICACIÓN: Lamay, Cusco

FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023

Calicata: C-01

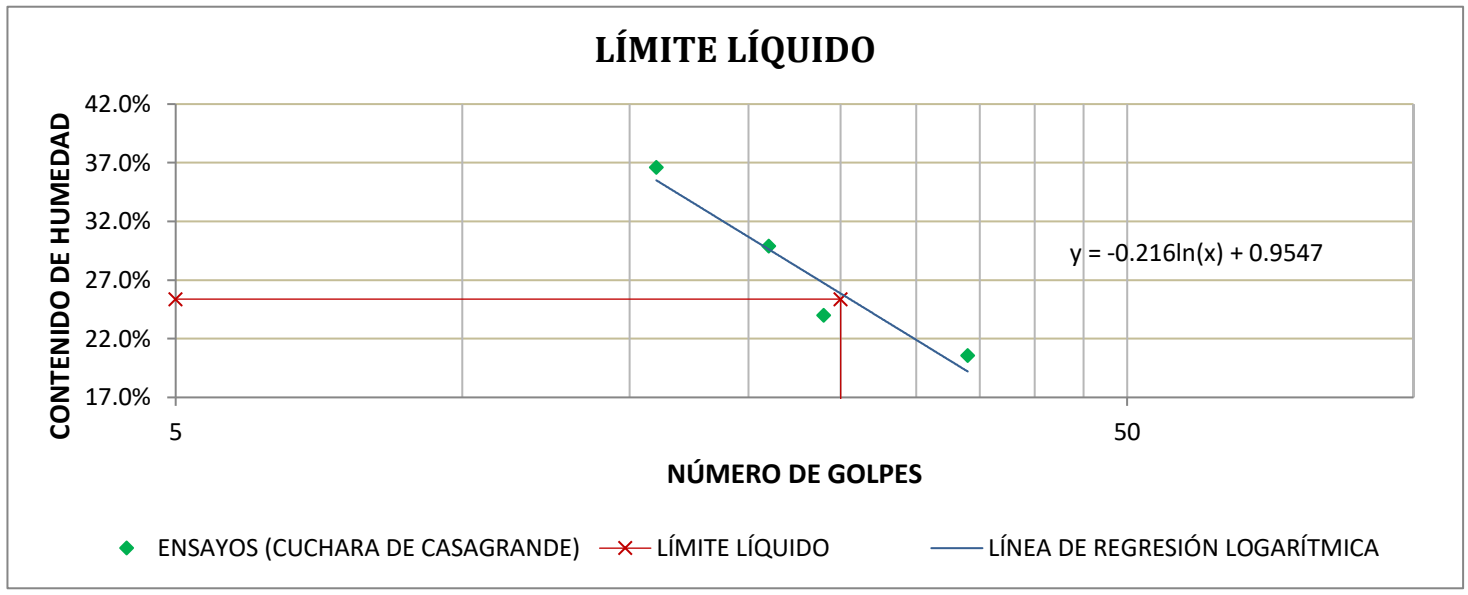
Profundidad: 0.80 m

EJE PRESA

LÍMITE LÍQUIDO

MTC E 110 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

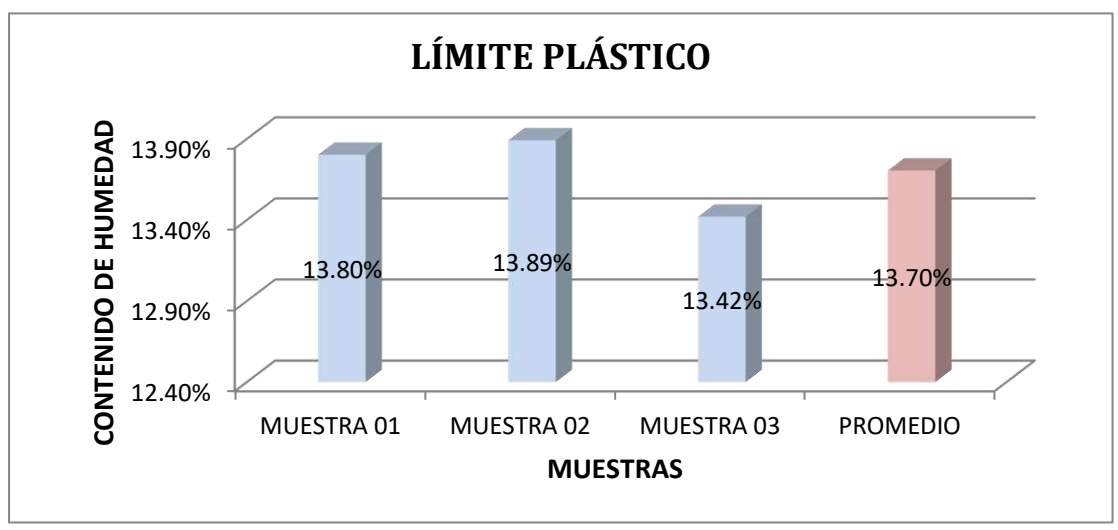
DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	21.65	21.70	21.00	20.68
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	42.21	43.00	42.50	42.70
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	38.70	38.88	37.55	36.80
Peso del Agua (gr)	3.51	4.12	4.95	5.90
Peso de la Muestra Seca (gr)	17.05	17.18	16.55	16.12
Contenido de Humedad	**20.59%**	**23.98%**	**29.91%**	**36.60%**
Número de Golpes	**34**	**24**	**21**	**16**



LÍMITE PLÁSTICO

MTC E 111 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	22.76	20.95	22.85
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	31.50	32.10	32.40
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	30.44	30.74	31.27
Peso del Agua (gr)	1.06	1.36	1.13
Peso de la Muestra Seca (gr)	7.68	9.79	8.42
Contenido de Humedad	**13.80%**	**13.89%**	**13.42%**



LÍMITE LÍQUIDO = 25.38%
LÍMITE PLÁSTICO = 13.70%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 11.67%

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

UBICACIÓN: AENDOSHIARI, KUMPIRUSHIATO, LA CONVENCIÓN

FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023

Calicata: C-01

Profundidad: 0.80 m

EJE PRESA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-88

Antes del lavado

Peso de la Muestra Seca = 1590.80 gr

Después del lavado

Peso de la Muestra Seca = 1301.00 gr

% de Error en Peso = 0.95% Ok!

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.2	0.00	1590.80	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50.8	0.00	1590.80	0.00%	0.00%	100.00%
1½"	38.1	0.00	1590.80	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.4	137.68	1453.12	8.65%	8.65%	91.35%
3/4"	19.05	135.21	1317.91	8.50%	17.15%	82.85%
1/2"	12.7	142.63	1175.28	8.97%	26.12%	73.88%
3/8"	9.525	108.72	1066.56	6.83%	32.95%	67.05%
Nº 4	4.76	203.49	863.07	12.79%	45.75%	54.25%
Nº 10	2	214.57	648.50	13.49%	59.23%	40.77%
Nº 20	0.840	102.79	545.71	6.46%	65.70%	34.30%
Nº 40	0.420	77.34	468.37	4.86%	70.56%	29.44%
Nº 50	0.297	30.29	438.08	1.90%	72.46%	27.54%
Nº 100	0.149	69.83	368.25	4.39%	76.85%	23.15%
Nº 200	0.075	62.83	305.42	3.95%	80.80%	19.20%
Cazuela	-	3.32	-	0.21%	81.01%	-
Lavado	-	289.80	-	18.99%	100.00%	-
Total Fracción Retenida en Lavado =		**1288.70**		**100.00%**		

% de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = 45.75%

% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = 35.05%

% de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = 19.20%

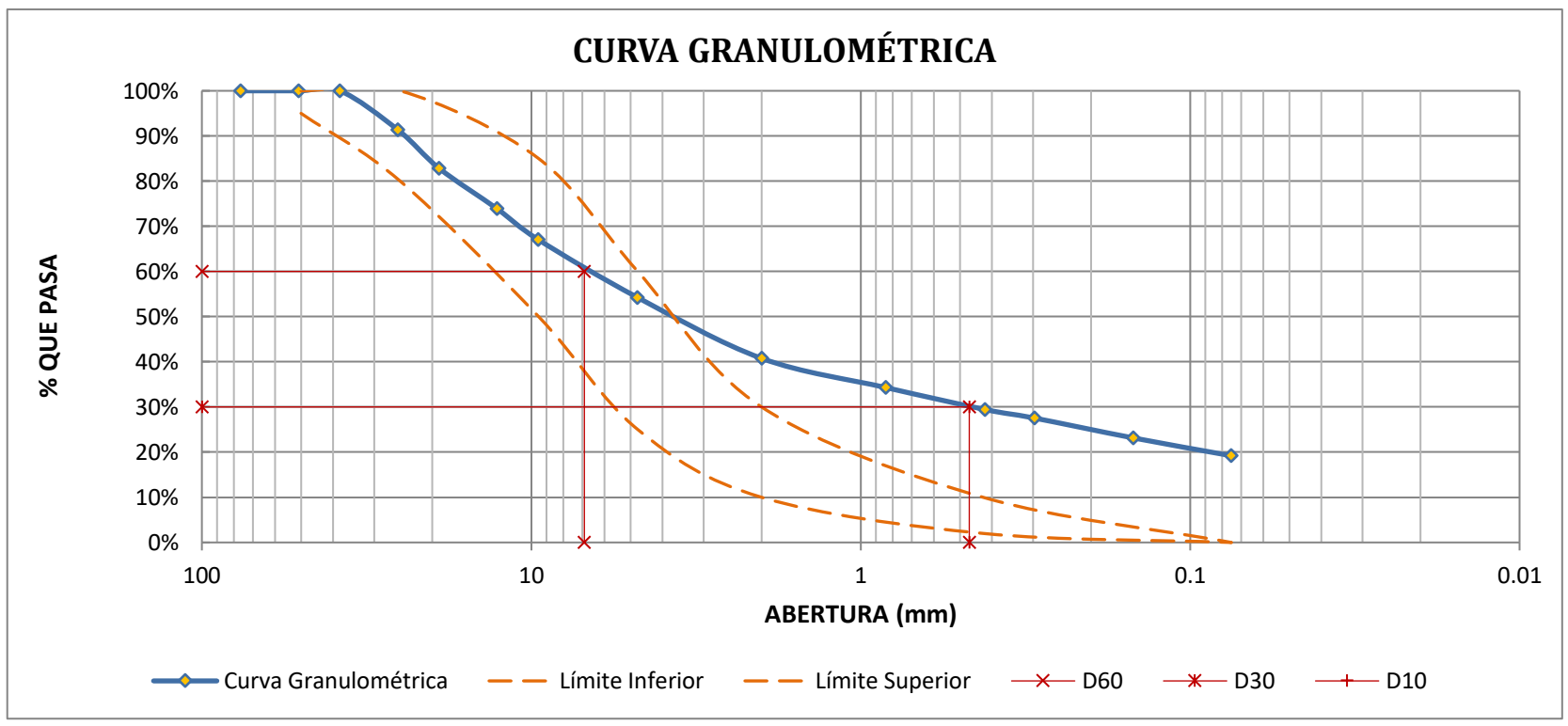
Total: 100.00%

Fracción Gruesa

% de grava = 56.62%

% de arena = 43.38%

Total = 100.00%



Tamaño Máximo Absoluto = 1½"

Tamaño Máximo Nominal = 1"

D60 = 6.90 mm
D30 = 0.47 mm
D10 = -

Cu = -
Cc = -

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

UBICACIÓN: Lamay, Cusco

Calicata: C-01

FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023

Profundidad: 0.80 m

EJE PRESA

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)

ASTM D-2487

DATOS PARA CLASIFICACIÓN
De Granulometría
% de Gruesos = 80.80%
% de Finos = 19.20%
Total = 100.00%
% de Grava = 45.75%
% de Arena = 35.05%
Total = 80.80%
Fracción Gruesa
% de Grava = 56.62%
% de Arena = 43.38%
Total = 100.00%
Coeficientes
Cu = -
Cc = -
De Límites de Consistencia
LL = 25.38%
LP = 13.70%
IP = 11.67%
Otros Datos
Tipo = Inorgánico

CRITERIOS PARA LA ASIGNACIÓN DE SÍMBOLOS DE GRUPO Y NOMBRE DE GRUPO CON EL USO DE ENSAYOS DE LABORATORIO				SÍMBOLO	NOMBRE DE GRUPO
SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS Más del 50% es retenido en la malla Nº 200	**GRAVAS** Más del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla Nº 4	**GRAVAS LIMPIAS** Menos del 5% pasa la malla Nº 200	Cu ≥ 4 y 1 ≤ Cc ≤ 3	GW	Grava bien graduada
			Cu < 4 ó 1> Cc > 3	GP	Grava mal graduada
		GRAVAS CON FINOS Mas del 12% pasa la malla Nº 200	IP < 4 ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM	Grava limosa
			IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC	Grava arcillosa
			4 ≤ IP ≤ 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC - GM	Grava limosa arcillosa
		GRAVAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% pasa malla Nº 200	Cumple los criterios para GW y GM	GW - GM	Grava bien graduada con limo
			Cumple los criterios para GW y GC o para GW y GC - GM	GW - GC	Grava bien graduada con arcilla
			Cumple los criterios para GP y GM	GP - GM	Grava mal graduada con limo
			Cumple los criterios para GP y GC o para GP y GC - GM	GP - GC	Grava mal graduada con arcilla
	ARENAS El 50% o más de la fracción gruesa pasa la malla Nº 4	**ARENAS LIMPIAS** Menos del 5% pasa la malla Nº 200	Cu ≥ 6 y 1 ≤ Cc ≤ 3	SW	Arena bien graduada
			Cu < 6 ó 1> Cc > 3	SP	Arena mal graduada
		ARENAS CON FINOS Mas del 12% pasa la malla Nº 200	IP < 4 ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa
			IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC	Arena arcillosa
			4 ≤ IP ≤ 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC - SM	Arena limosa arcillosa
		ARENAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% pasa malla Nº 200	Cumple los criterios para SW y SM	SW - SM	Arena bien graduada con limo
			Cumple los criterios para SW y SC o para SW y SC - SM	SW - SC	Arena bien graduada con arcilla
			Cumple los criterios para SP y SM	SP - SM	Arena mal graduada con limo
			Cumple los criterios para SP y SC o para SP y SC - SM	SP - SC	Arena mal graduada con arcilla
SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS El 50% o más pasa la malla Nº 200	**LIMOS Y ARCILLAS** Límite Líquido menor que 50	Inorgánicos	IP < 4 ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	ML	Limo de baja plasticidad
			IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL	Arcilla de baja plasticidad
			4 ≤ IP ≤ 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL - ML	Arcilla limosa
		Orgánicos	$\frac{Límite\ Líquido\ secado\ al\ horno}{Límite\ Líquido\ no\ secado} < 0.75$	OL	Limo orgánico / Arcilla orgánica
	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido 50 o mayor	Inorgánicos	Se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	MH	Limo de alta plasticidad
			Se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CH	Arcilla de alta plasticidad
		Orgánicos	$\frac{Límite\ Líquido\ secado\ al\ horno}{Límite\ Líquido\ no\ secado} < 0.75$	OH	Limo orgánico / Arcilla orgánica
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS			Principalmente materia orgánica de color oscuro	Pt	Turba

GC = Grava arcillosa arenosa

El Equipo ideal de Compactación que recomienda la ASTM para este tipo de suelo es: Rodillo de neumáticos, rodillo de pata de cabra

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

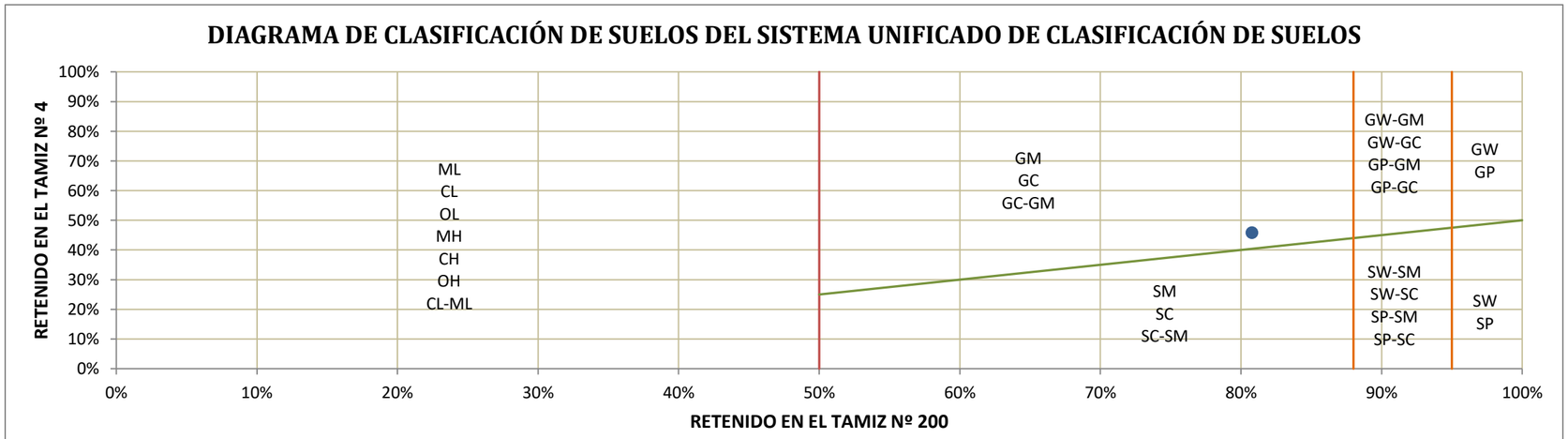
PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

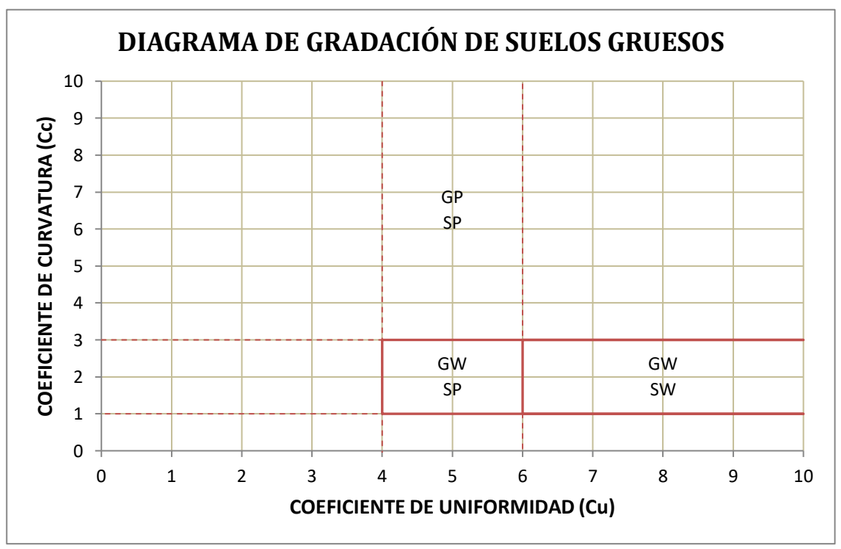
UBICACIÓN: Lamay, Cusco

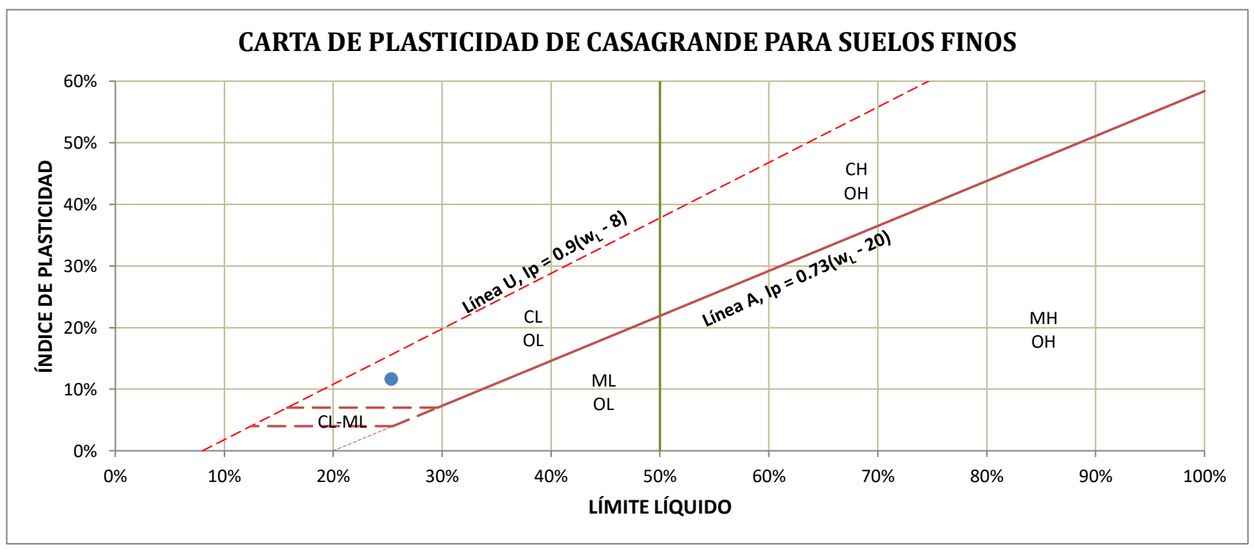
Calicata: C-01

FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023

Profundidad: 0.80 m







UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

UBICACIÓN: Lamay, Cusco

FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023

Calicata: C-01

Profundidad: 0.80 m

EJE PRESA

CORTE DIRECTO

MTC E 123 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-3080 y AASHTO T-236

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Diámetro =	70.00 mm
Altura L_0 =	25.45 mm
Área =	49.00 cm2
Volumen =	124.71 cm3

DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso =	235.50 gr
Peso Unitario húmedo =	1.89 gr/cm3
Contenido de Humedad =	10.48%
Peso Unitario seco =	1.71 gr/cm3

Velocidad de Deformación Horizontal = 0.50 mm/min

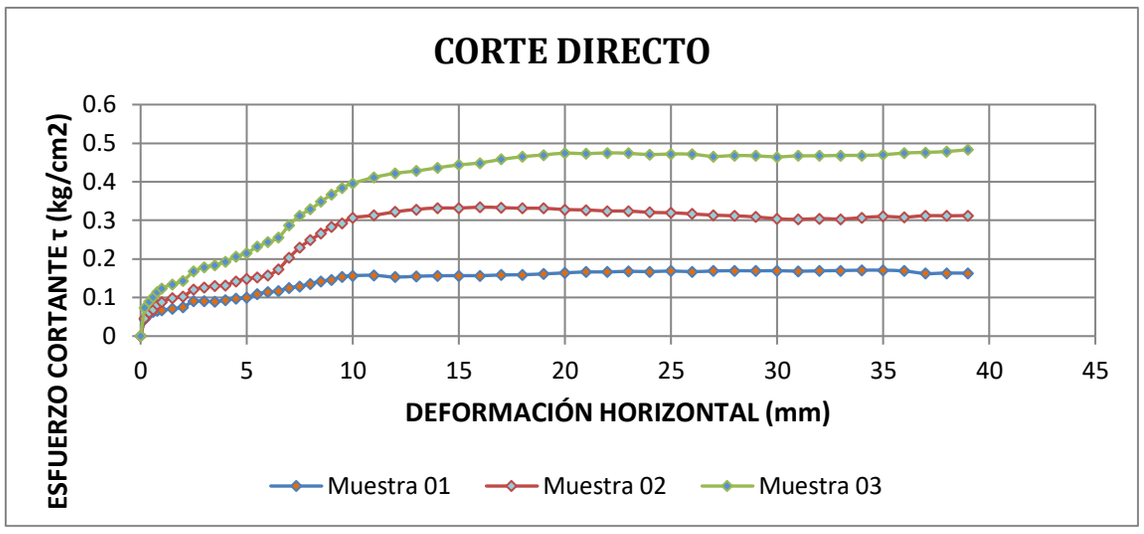
DEFORMÍMETRO DE LONGITUD DE CORTE	LECTURA DE CARGA HORIZONTAL			DEFORMÍMETRO DE LONGITUD VERTICAL			FUERZA DE CORTE HORIZONTAL			ÁREA CORREGIDA A'	ESFUERZO CORTANTE τ		
	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03		M-01	M-02	M-03
mm	N			mm			kg			cm2	kg/cm2		
0.00	20.67	22.499	35.248	-0.002	-0.002	-0.004	2.11	2.29	3.59	38.34	0.04	0.05	0.07
0.06	27.525	28.979	43.108	-0.006	-0.005	-0.005	2.81	2.96	4.40	38.20	0.06	0.06	0.09
0.13	30.468	33.001	48.503	-0.009	-0.012	-0.009	3.11	3.37	4.95	38.06	0.06	0.07	0.10
0.19	31.939	39.378	55.076	-0.013	-0.014	-0.016	3.26	4.02	5.62	37.92	0.07	0.08	0.11
0.26	32.528	42.615	59.49	-0.014	-0.015	-0.018	3.32	4.35	6.07	37.78	0.07	0.09	0.12
0.32	33.901	47.618	64.69	-0.012	-0.019	-0.021	3.46	4.86	6.60	37.43	0.07	0.10	0.13
0.38	36.354	49.58	68.908	-0.007	-0.026	-0.027	3.71	5.06	7.03	37.08	0.08	0.10	0.14
0.45	43.331	57.913	80.472	-0.002	-0.030	-0.031	4.42	5.91	8.21	36.73	0.09	0.12	0.17
0.51	43.331	60.463	85.868	0.003	-0.028	-0.033	4.42	6.17	8.76	36.39	0.09	0.13	0.18
0.58	43.135	62.523	88.517	0.008	-0.026	-0.038	4.40	6.38	9.03	36.04	0.09	0.13	0.18
0.64	44.704	63.308	92.833	0.013	-0.025	-0.043	4.56	6.46	9.47	35.69	0.09	0.13	0.19
0.77	46.765	68.311	99.111	0.014	-0.020	-0.046	4.77	6.97	10.11	35.34	0.10	0.14	0.21
0.90	48.138	71.549	103.53	0.016	-0.019	-0.044	4.91	7.30	10.56	34.99	0.10	0.15	0.22
1.02	52.611	73.118	111.28	0.020	-0.012	-0.041	5.36	7.46	11.35	34.64	0.11	0.15	0.23
1.15	54.77	75.438	117.06	0.022	-0.011	-0.032	5.58	7.69	11.94	34.29	0.11	0.16	0.24
1.28	56.437	83.321	122.66	0.024	-0.005	-0.024	5.75	8.50	12.51	33.94	0.12	0.17	0.26
1.60	60.263	97.545	138.06	0.028	0.002	-0.019	6.15	9.95	14.08	33.59	0.13	0.20	0.29
1.92	62.029	110.3	150.23		0.005	-0.010	6.33	11.25	15.32	33.24	0.13	0.23	0.31
2.24	65.266	119.72	157.88		0.010	-0.004	6.66	12.21	16.10	32.90	0.14	0.25	0.33
2.56	68.405	127.76	167.39			-0.001	6.98	13.03	17.07	32.55	0.14	0.27	0.35
2.88	70.269	136.1	176.42			0.003	7.17	13.88	17.99	32.20	0.15	0.28	0.37
3.20	73.927	140.78	184.66			0.012	7.54	14.36	18.83	31.85	0.15	0.29	0.38
3.52	75.3	147.36	190.25			0.014	7.68	15.03	19.40	31.51	0.16	0.31	0.40
3.84	75.692	150.4	197.61			0.021	7.72	15.34	20.15	30.82	0.16	0.31	0.41
4.16	73.534	154.81	202.81				7.50	15.79	20.68	30.13	0.15	0.32	0.42
4.48	74.515	157.76	205.65				7.60	16.09	20.97	29.44	0.16	0.33	0.43
4.80	75.104	159.62	209.68				7.66	16.28	21.38	28.75	0.16	0.33	0.44
5.12	75.3	159.42	213.21				7.68	16.26	21.74	28.07	0.16	0.33	0.44
5.44	75.3	160.6	215.66				7.68	16.38	21.99	27.38	0.16	0.33	0.45
5.76	76.085	160.01	220.07				7.76	16.32	22.44	26.70	0.16	0.33	0.46
6.08	76.477	159.23	223.41				7.80	16.24	22.78	26.02	0.16	0.33	0.46
6.40	77.458	159.23	225.67				7.90	16.24	23.01	25.35	0.16	0.33	0.47
6.72	78.733	157.56	227.82				8.03	16.07	23.23	24.68	0.16	0.33	0.47
7.04	79.911	157.17	227.24				8.15	16.03	23.17	24.01	0.17	0.33	0.47
7.36	79.911	155.79	228.22				8.15	15.89	23.27	23.34	0.17	0.32	0.47
7.68	80.695	155.79	227.63				8.23	15.89	23.21	22.68	0.17	0.32	0.47
8.00	80.303	154.03	226.06				8.19	15.71	23.05	22.02	0.17	0.32	0.47
8.32	81.088	153.64	226.84				8.27	15.67	23.13	21.36	0.17	0.32	0.47
8.64	80.303	152.16	226.45				8.19	15.52	23.09	20.71	0.17	0.32	0.47
8.96	81.088	150.59	223.8				8.27	15.36	22.82	20.06	0.17	0.31	0.47
9.28	81.48	149.81	224.88				8.31	15.28	22.93	19.42	0.17	0.31	0.47
9.60	81.284	148.44	224.49				8.29	15.14	22.89	18.78	0.17	0.31	0.47
9.92	81.48	146.18	223.21				8.31	14.91	22.76	18.15	0.17	0.30	0.46
10.24	80.892	145.4	224.49				8.25	14.83	22.89	17.52	0.17	0.30	0.47
10.56	81.284	146.38	224.49				8.29	14.93	22.89	16.89	0.17	0.30	0.47
10.88	81.676	145.79	225.08				8.33	14.87	22.95	16.27	0.17	0.30	0.47
11.2	82.069	147.55	225.08				8.37	15.05	22.95	15.66	0.17	0.31	0.47
11.52	82.069	149.02	225.86				8.37	15.20	23.03	15.05	0.17	0.31	0.47
11.84	81.088	148.14	228.02				8.27	15.11	23.25	14.44	0.17	0.31	0.47
12.16	77.949	150.01	228.8				7.95	15.30	23.33	13.85	0.16	0.31	0.48
12.48	78.537	149.81	229.88				8.01	15.28	23.44	13.26	0.16	0.31	0.48
12.8	78.341	150.2	232.24				7.99	15.32	23.68	12.67	0.16	0.31	0.48

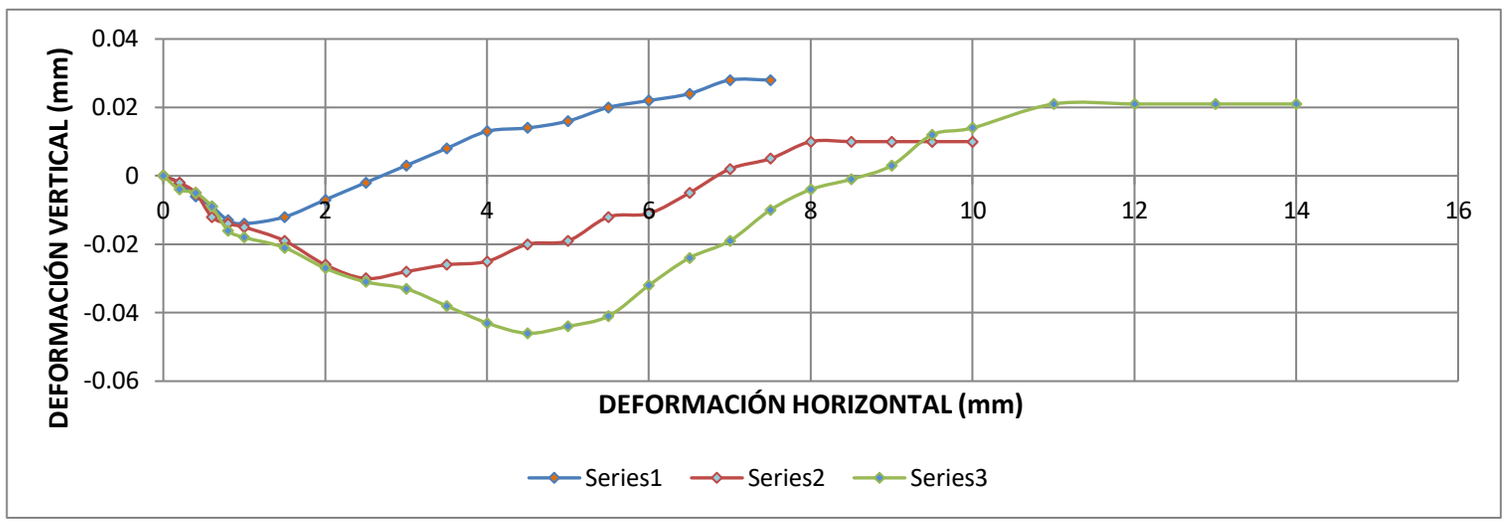
CORTE DIRECTO

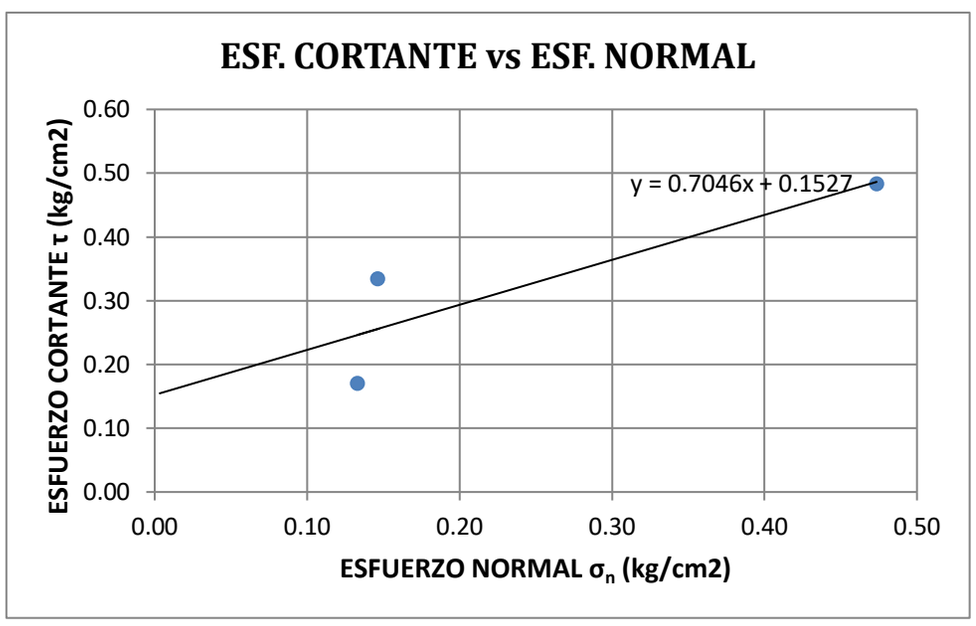
ГС E 123 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-3080 y AASHTO T-2

Calicata: C-01

Profundidad: 0.8







Muestras	M-01	M-02	M-03
Carga Vertical (kg)	2.00	4.00	6.00
Área en Corte (cm2)	15.05	27.38	12.67
σ_n (kg/cm2)	**0.13**	**0.15**	**0.47**
τ (kg/cm2)	**0.17**	**0.33**	**0.48**

Cohesión = 0.15 kg/cm2
Ángulo de fricción interna = 35.16°

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

UBICACIÓN: Lamay, Cusco — Calicata: C-01

FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023 — Profundidad: 0.80 m

EJE PRESA

DENSIDAD EN CAMPO POR EL MÉTODO DEL CONO DE ARENA

MTC E 117 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1556 y AASHTO T-191

DATOS DE LA ARENA	
Tipo de Arena utilizada:	Otawa
Peso Unitario de la Arena (gr/cm3) =	1.40 gr/cm3

DATOS DEL ENSAYO	
Número de Cono	1
Peso del Frasco + Cono antes de usarlo (gr)	6980.40
Peso del Frasco + Cono después de usarlo (gr)	2250.70
Peso del Suelo Húmedo (gr)	4378.00
Peso de la Arena Utilizada, hueco + cono (gr)	4729.70
Peso de la Arena en el Cono (gr)	1497.00
Peso de la Arena en el Hueco (gr)	3232.70
Volumen del Hueco (cm3)	2312.37
Densidad Natural Húmeda (gr/cm3)	1.89

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Peso de Capsula (gr)	20.18
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	97.10
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	89.50
Peso del Agua (gr)	7.60
Peso de la Muestra Seca (gr)	69.32
Contenido de Humedad	10.96%

DENSIDAD NATURAL HUMEDA = 1.89 gr/cm3

DENSIDAD NATURAL SECA = 1.71 gr/cm3

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

Proyecto:

Ubicación: Lamay, Cusco

Calicata: C-02

Fecha: jueves, 27 de Abril de 2023

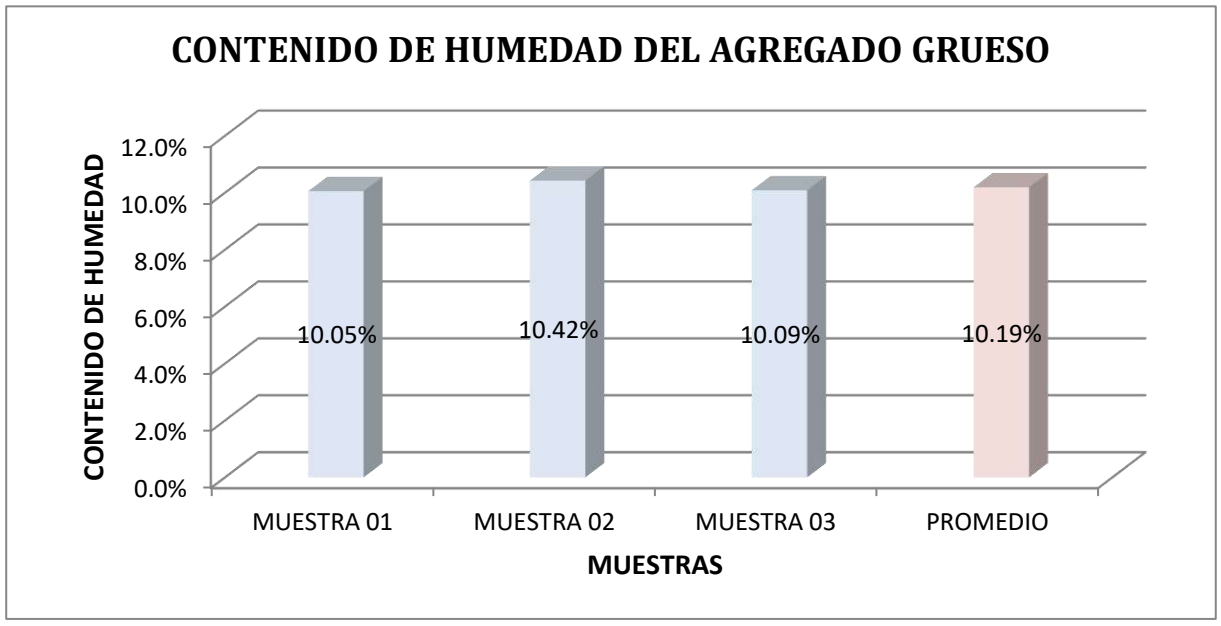
Profundidad: 1.50 m

EJE PRESA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

MTC E 108 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-2216

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	52.34	58.40	56.70
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	930.20	1004.30	920.45
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	850.00	915.00	843.20
Peso del Agua (gr)	80.20	89.30	77.25
Peso de la Muestra Seca (gr)	797.66	856.60	765.95
Contenido de Humedad	**10.05%**	**10.42%**	**10.09%**



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 10.19%

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

UBICACIÓN: Lamay, Cusco

FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023

Calicata: C-02

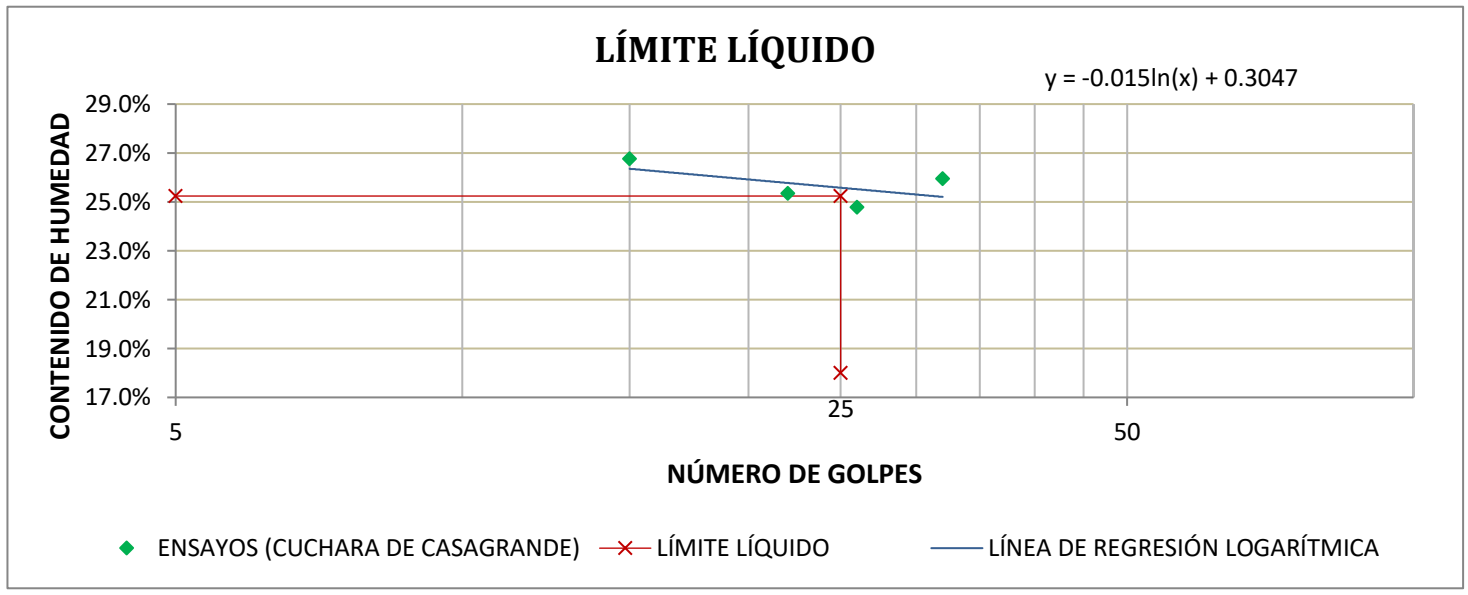
Profundidad: 1.50 m

EJE PRESA

LÍMITE LÍQUIDO

MTC E 110 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

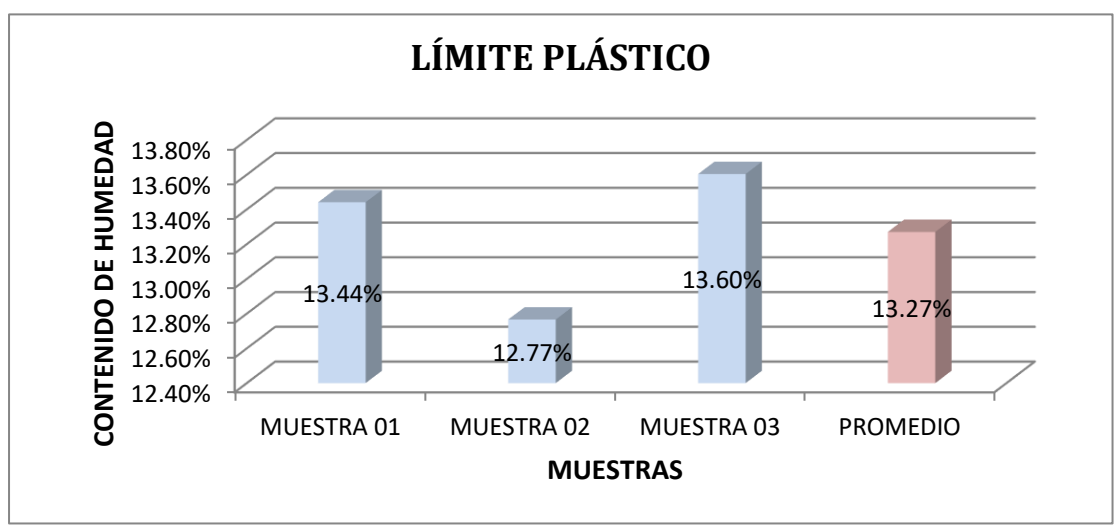
DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	21.70	21.65	21.02	20.51
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	42.18	43.15	41.74	41.68
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	37.96	38.88	37.55	37.21
Peso del Agua (gr)	4.22	4.27	4.19	4.47
Peso de la Muestra Seca (gr)	16.26	17.23	16.53	16.70
Contenido de Humedad	**25.95%**	**24.78%**	**25.35%**	**26.77%**
Número de Golpes	**32**	**26**	**22**	**15**



LÍMITE PLÁSTICO

MTC E 111 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	22.76	20.95	22.85
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	31.20	31.55	30.70
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	30.20	30.35	29.76
Peso del Agua (gr)	1.00	1.20	0.94
Peso de la Muestra Seca (gr)	7.44	9.40	6.91
Contenido de Humedad	**13.44%**	**12.77%**	**13.60%**



LÍMITE LÍQUIDO = 25.24%
LÍMITE PLÁSTICO = 13.27%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 11.97%

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

UBICACIÓN: Lamay, Calca

FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023

Calicata: C-02

Profundidad: 1.50 m

EJE PRESA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-88

Antes del lavado

Peso de la Muestra Seca = 1589.63 gr

Después del lavado

Peso de la Muestra Seca = 1292.63 gr

% de Error en Peso = 0.30% Ok!

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.2	0.00	1589.63	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50.8	0.00	1589.63	0.00%	0.00%	100.00%
1½"	38.1	174.95	1414.68	11.01%	11.01%	88.99%
1"	25.4	137.68	1277.00	8.66%	19.67%	80.33%
3/4"	19.05	117.72	1159.28	7.41%	27.07%	72.93%
1/2"	12.7	125.14	1034.14	7.87%	34.94%	65.06%
3/8"	9.525	91.23	942.91	5.74%	40.68%	59.32%
Nº 4	4.76	186.00	756.91	11.70%	52.38%	47.62%
Nº 10	2	197.08	559.83	12.40%	64.78%	35.22%
Nº 20	0.840	85.30	474.53	5.37%	70.15%	29.85%
Nº 40	0.420	59.85	414.68	3.77%	73.91%	26.09%
Nº 50	0.297	12.80	401.88	0.81%	74.72%	25.28%
Nº 100	0.149	52.34	349.54	3.29%	78.01%	21.99%
Nº 200	0.075	45.34	304.20	2.85%	80.86%	19.14%
Cazuela	-	3.32	-	0.21%	81.07%	-
Lavado	-	297.00	-	18.93%	100.00%	-
Total Fracción Retenida en Lavado =		**1288.75**		**100.00%**		

% de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = 52.38%

% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = 28.48%

% de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = 19.14%

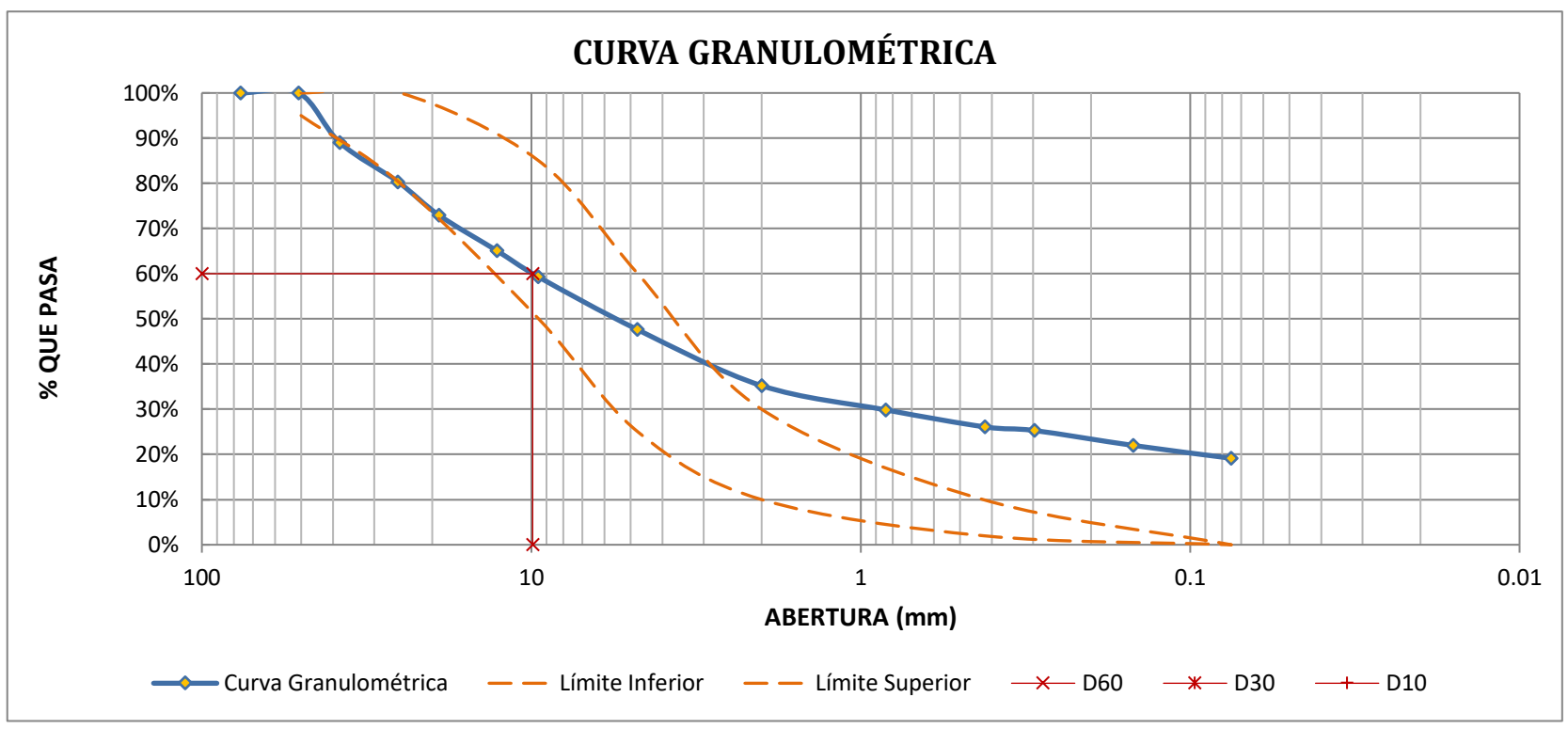
Total: 100.00%

Fracción Gruesa

% de grava = 64.78%

% de arena = 35.22%

Total = 100.00%



Tamaño Máximo Absoluto = 2"

Tamaño Máximo Nominal = 1½"

D60 = 9.90 mm

D30 = -

D10 = -

Cu = -

Cc = -

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

UBICACIÓN: Lamay, Cusco

FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023

Calicata: C-02

Profundidad: 1.50 m

EJE PRESA

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)

ASTM D-2487

DATOS PARA CLASIFICACIÓN
De Granulometría
% de Gruesos = 80.86%
% de Finos = 19.14%
Total = 100.00%
% de Grava = 52.38%
% de Arena = 28.48%
Total = 80.86%
Fracción Gruesa
% de Grava = 64.78%
% de Arena = 35.22%
Total = 100.00%
Coeficientes
Cu = -
Cc = -
De Límites de Consistencia
LL = 25.24%
LP = 13.27%
IP = 11.97%
Otros Datos
Tipo = Inorgánico

CRITERIOS PARA LA ASIGNACIÓN DE SÍMBOLOS DE GRUPO Y NOMBRE DE GRUPO CON EL USO DE ENSAYOS DE LABORATORIO				SÍMBOLO	NOMBRE DE GRUPO
SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS Más del 50% es retenido en la malla Nº 200	**GRAVAS** Más del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla Nº 4	**GRAVAS LIMPIAS** Menos del 5% pasa la malla Nº 200	Cu ≥ 4 y 1 ≤ Cc ≤ 3	GW	Grava bien graduada
			Cu < 4 ó 1> Cc > 3	GP	Grava mal graduada
		GRAVAS CON FINOS Mas del 12% pasa la malla Nº 200	IP < 4 ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM	Grava limosa
			IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC	Grava arcillosa
			4 ≤ IP ≤ 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC - GM	Grava limosa arcillosa
		GRAVAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% pasa malla Nº 200	Cumple los criterios para GW y GM	GW - GM	Grava bien graduada con limo
			Cumple los criterios para GW y GC o para GW y GC - GM	GW - GC	Grava bien graduada con arcilla
			Cumple los criterios para GP y GM	GP - GM	Grava mal graduada con limo
			Cumple los criterios para GP y GC o para GP y GC - GM	GP - GC	Grava mal graduada con arcilla
	ARENAS El 50% o más de la fracción gruesa pasa la malla Nº 4	**ARENAS LIMPIAS** Menos del 5% pasa la malla Nº 200	Cu ≥ 6 y 1 ≤ Cc ≤ 3	SW	Arena bien graduada
			Cu < 6 ó 1> Cc > 3	SP	Arena mal graduada
		ARENAS CON FINOS Mas del 12% pasa la malla Nº 200	IP < 4 ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa
			IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC	Arena arcillosa
			4 ≤ IP ≤ 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC - SM	Arena limosa arcillosa
		ARENAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% pasa malla Nº 200	Cumple los criterios para SW y SM	SW - SM	Arena bien graduada con limo
			Cumple los criterios para SW y SC o para SW y SC - SM	SW - SC	Arena bien graduada con arcilla
			Cumple los criterios para SP y SM	SP - SM	Arena mal graduada con limo
			Cumple los criterios para SP y SC o para SP y SC - SM	SP - SC	Arena mal graduada con arcilla
SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS El 50% o más pasa la malla Nº 200	**LIMOS Y ARCILLAS** Límite Líquido menor que 50	Inorgánicos	IP < 4 ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	ML	Limo de baja plasticidad
			IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL	Arcilla de baja plasticidad
			4 ≤ IP ≤ 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL - ML	Arcilla limosa
		Orgánicos	$\frac{Límite\ Líquido\ secado\ al\ horno}{Límite\ Líquido\ no\ secado} < 0.75$	OL	Limo orgánico / Arcilla orgánica
	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido 50 o mayor	Inorgánicos	Se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	MH	Limo de alta plasticidad
			Se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CH	Arcilla de alta plasticidad
		Orgánicos	$\frac{Límite\ Líquido\ secado\ al\ horno}{Límite\ Líquido\ no\ secado} < 0.75$	OH	Limo orgánico / Arcilla orgánica
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS			Principalmente materia orgánica de color oscuro	Pt	Turba

GC = Grava arcillosa con arena

El Equipo ideal de Compactación que recomienda la ASTM para este tipo de suelo es: Rodillo de neumáticos, rodillo de pata de cabra

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

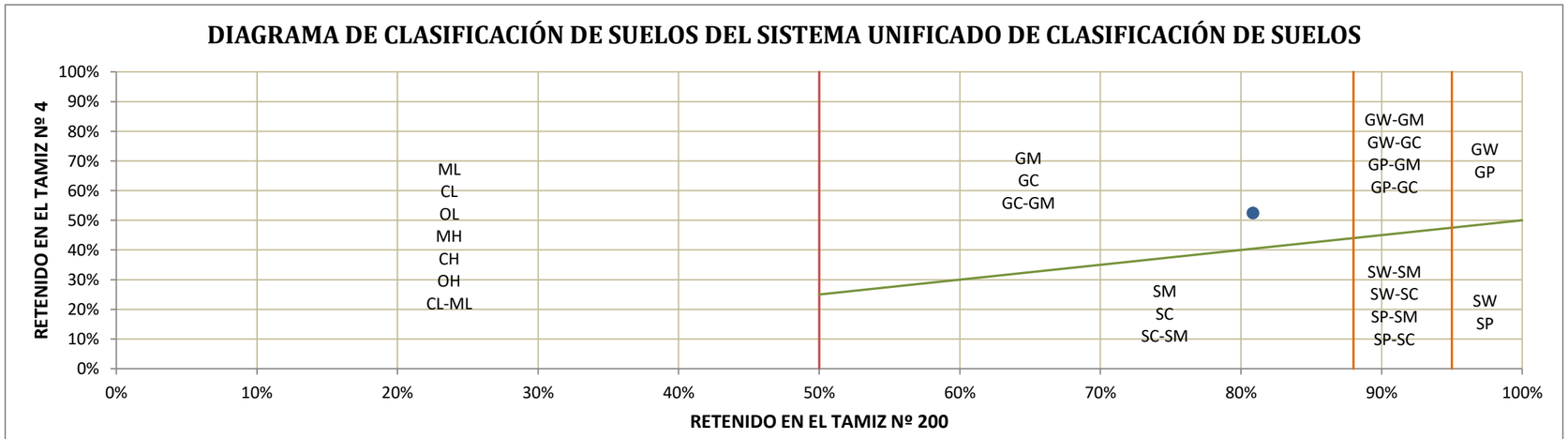
PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

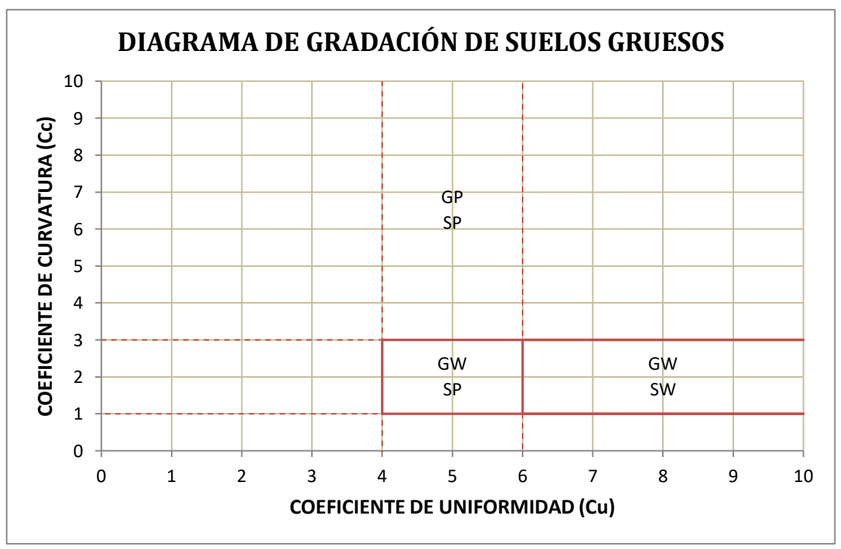
UBICACIÓN: Lamay, Cusco

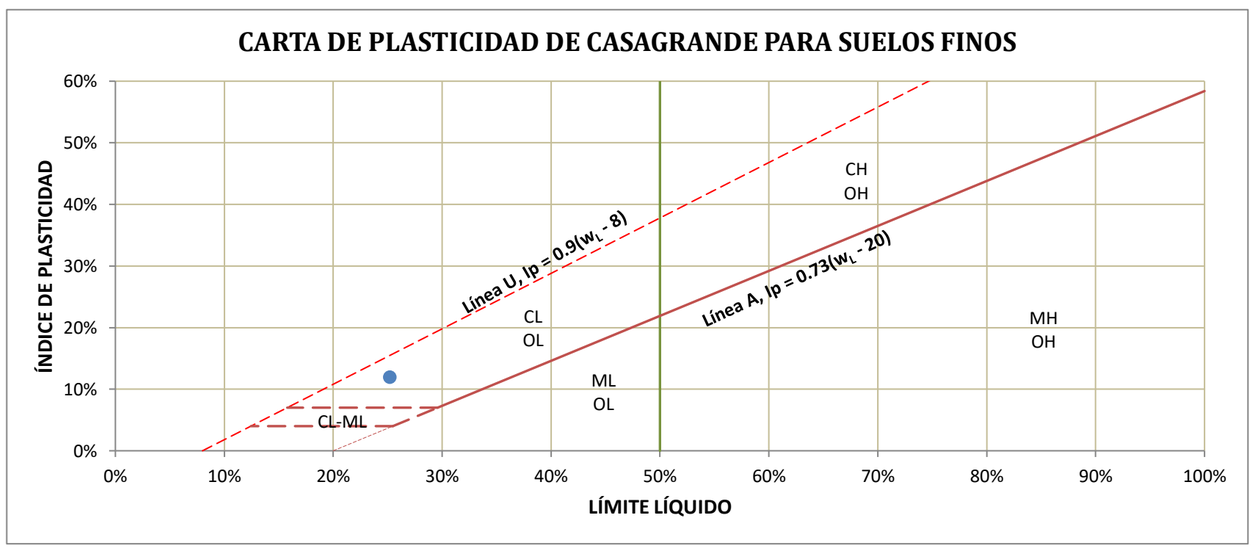
Calicata: C-02

FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023

Profundidad: 1.50 m







UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

UBICACIÓN: Lamay, Cusco — Calicata: C-02

FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023 — Profundidad: 1.50 m

EJE PRESA

CORTE DIRECTO

MTC E 123 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-3080 y AASHTO T-236

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Diámetro =	70.00 mm
Altura L_0 =	28.50 mm
Área =	49.00 cm2
Volumen =	139.65 cm3

DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso =	218.60 gr
Peso Unitario húmedo =	1.57 gr/cm3
Contenido de Humedad =	10.19%
Peso Unitario seco =	1.42 gr/cm3

Velocidad de Deformación Horizontal = 0.50 mm/min

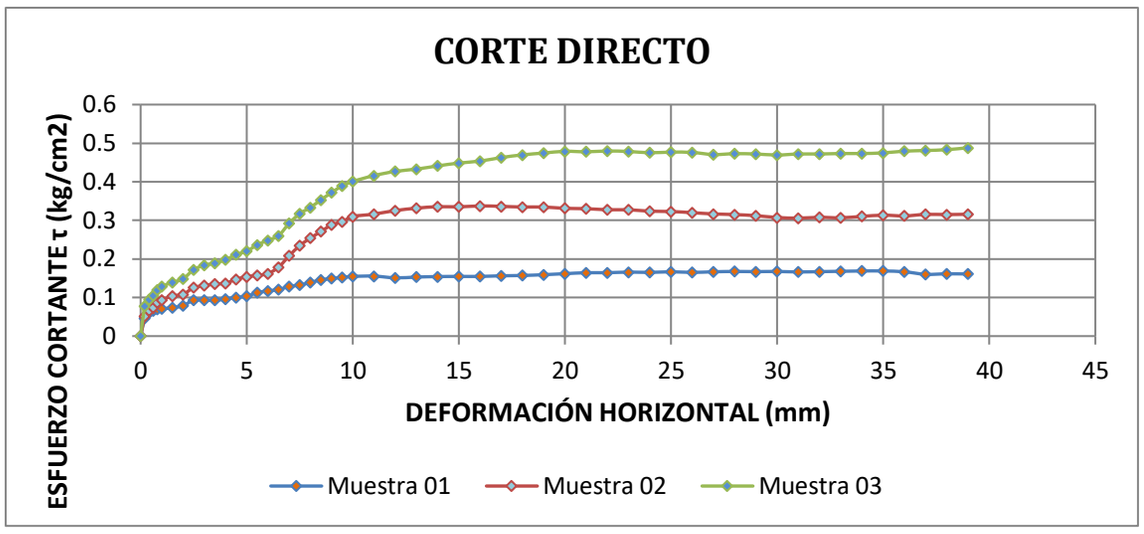
DEFORMÍMETRO DE LONGITUD DE CORTE	LECTURA DE CARGA HORIZONTAL			DEFORMÍMETRO DE LONGITUD VERTICAL			FUERZA DE CORTE HORIZONTAL			ÁREA CORREGIDA A'	ESFUERZO CORTANTE τ		
	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03		M-01	M-02	M-03
mm	N			mm			kg			cm2	kg/cm2		
0.00	22.17	24.899	37.548	-0.002	-0.002	-0.004	2.26	2.54	3.83	38.34	0.05	0.05	0.08
0.06	29.025	31.379	45.408	-0.006	-0.005	-0.005	2.96	3.20	4.63	38.20	0.06	0.07	0.09
0.13	31.968	35.401	50.803	-0.009	-0.012	-0.009	3.26	3.61	5.18	38.06	0.07	0.07	0.11
0.19	33.439	41.778	57.376	-0.013	-0.014	-0.016	3.41	4.26	5.85	37.92	0.07	0.09	0.12
0.26	34.028	45.015	61.79	-0.014	-0.015	-0.018	3.47	4.59	6.30	37.78	0.07	0.09	0.13
0.32	35.401	50.018	66.99	-0.012	-0.019	-0.021	3.61	5.10	6.83	37.43	0.07	0.10	0.14
0.38	37.854	51.98	71.208	-0.007	-0.026	-0.027	3.86	5.30	7.26	37.08	0.08	0.11	0.15
0.45	44.831	60.313	82.772	-0.002	-0.030	-0.031	4.57	6.15	8.44	36.73	0.09	0.13	0.17
0.51	44.831	62.863	88.168	0.003	-0.028	-0.033	4.57	6.41	8.99	36.39	0.09	0.13	0.18
0.58	44.635	64.923	90.817	0.008	-0.026	-0.038	4.55	6.62	9.26	36.04	0.09	0.14	0.19
0.64	46.204	65.708	95.133	0.013	-0.025	-0.043	4.71	6.70	9.70	35.69	0.10	0.14	0.20
0.77	48.265	70.711	101.41	0.014	-0.020	-0.046	4.92	7.21	10.34	35.34	0.10	0.15	0.21
0.90	49.638	73.949	105.83	0.016	-0.019	-0.044	5.06	7.54	10.79	34.99	0.10	0.15	0.22
1.02	54.111	75.518	113.58	0.020	-0.012	-0.041	5.52	7.70	11.58	34.64	0.11	0.16	0.24
1.15	56.27	77.838	119.36	0.022	-0.011	-0.032	5.74	7.94	12.17	34.29	0.12	0.16	0.25
1.28	57.937	85.721	124.96	0.024	-0.005	-0.024	5.91	8.74	12.74	33.94	0.12	0.18	0.26
1.60	61.763	99.945	140.36	0.028	0.002	-0.019	6.30	10.19	14.31	33.59	0.13	0.21	0.29
1.92	63.529	112.7	152.53		0.005	-0.010	6.48	11.49	15.55	33.24	0.13	0.23	0.32
2.24	66.766	122.12	160.18		0.010	-0.004	6.81	12.45	16.33	32.90	0.14	0.25	0.33
2.56	69.905	130.16	169.69		0.017	-0.001	7.13	13.27	17.30	32.55	0.15	0.27	0.35
2.88	71.769	138.5	178.72		0.023	0.003	7.32	14.12	18.22	32.20	0.15	0.29	0.37
3.20	72.947	142.32	186.96		0.030	0.012	7.44	14.51	19.06	31.85	0.15	0.30	0.39
3.52	74.32	148.9	192.55		0.035	0.014	7.58	15.18	19.63	31.51	0.15	0.31	0.40
3.84	74.712	151.94	199.91			0.021	7.62	15.49	20.39	30.82	0.16	0.32	0.42
4.16	72.554	156.35	205.11			0.030	7.40	15.94	20.92	30.13	0.15	0.33	0.43
4.48	73.535	159.3	207.95			0.039	7.50	16.24	21.21	29.44	0.15	0.33	0.43
4.80	74.124	161.16	211.98			0.045	7.56	16.43	21.62	28.75	0.15	0.34	0.44
5.12	74.32	160.96	215.51				7.58	16.41	21.98	28.07	0.15	0.33	0.45
5.44	74.32	162.14	217.96				7.58	16.53	22.23	27.38	0.15	0.34	0.45
5.76	75.105	161.55	222.37				7.66	16.47	22.68	26.70	0.16	0.34	0.46
6.08	75.497	160.77	225.71				7.70	16.39	23.02	26.02	0.16	0.33	0.47
6.40	76.478	160.77	227.97				7.80	16.39	23.25	25.35	0.16	0.33	0.47
6.72	77.753	159.1	230.12				7.93	16.22	23.47	24.68	0.16	0.33	0.48
7.04	78.931	158.71	229.54				8.05	16.18	23.41	24.01	0.16	0.33	0.48
7.36	78.931	157.33	230.52				8.05	16.04	23.51	23.34	0.16	0.33	0.48
7.68	79.715	157.33	229.93				8.13	16.04	23.45	22.68	0.17	0.33	0.48
8.00	79.323	155.57	228.36				8.09	15.86	23.29	22.02	0.17	0.32	0.48
8.32	80.108	155.18	229.14				8.17	15.82	23.37	21.36	0.17	0.32	0.48
8.64	79.323	153.7	228.75				8.09	15.67	23.33	20.71	0.17	0.32	0.48
8.96	80.108	152.13	226.1				8.17	15.51	23.06	20.06	0.17	0.32	0.47
9.28	80.5	151.35	227.18				8.21	15.43	23.17	19.42	0.17	0.31	0.47
9.60	80.304	149.98	226.79				8.19	15.29	23.13	18.78	0.17	0.31	0.47
9.92	80.5	147.72	225.51				8.21	15.06	23.00	18.15	0.17	0.31	0.47
10.24	79.912	146.94	226.79				8.15	14.98	23.13	17.52	0.17	0.31	0.47
10.56	80.304	147.92	226.79				8.19	15.08	23.13	16.89	0.17	0.31	0.47
10.88	80.696	147.33	227.38				8.23	15.02	23.19	16.27	0.17	0.31	0.47
11.2	81.089	149.09	227.38				8.27	15.20	23.19	15.66	0.17	0.31	0.47
11.52	81.089	150.56	228.16				8.27	15.35	23.27	15.05	0.17	0.31	0.47
11.84	80.108	149.68	230.32				8.17	15.26	23.49	14.44	0.17	0.31	0.48
12.16	76.969	151.55	231.1				7.85	15.45	23.57	13.85	0.16	0.32	0.48
12.48	77.557	151.35	232.18				7.91	15.43	23.68	13.26	0.16	0.31	0.48
12.8	77.361	151.74	234.54				7.89	15.47	23.92	12.67	0.16	0.32	0.49

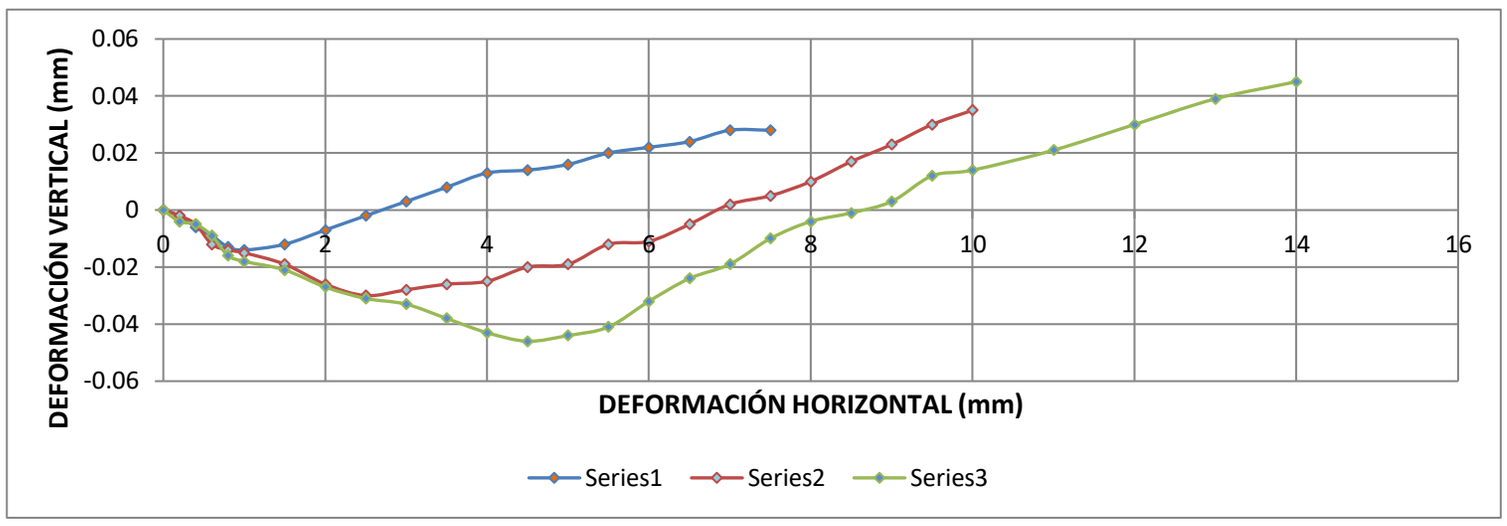
CORTE DIRECTO

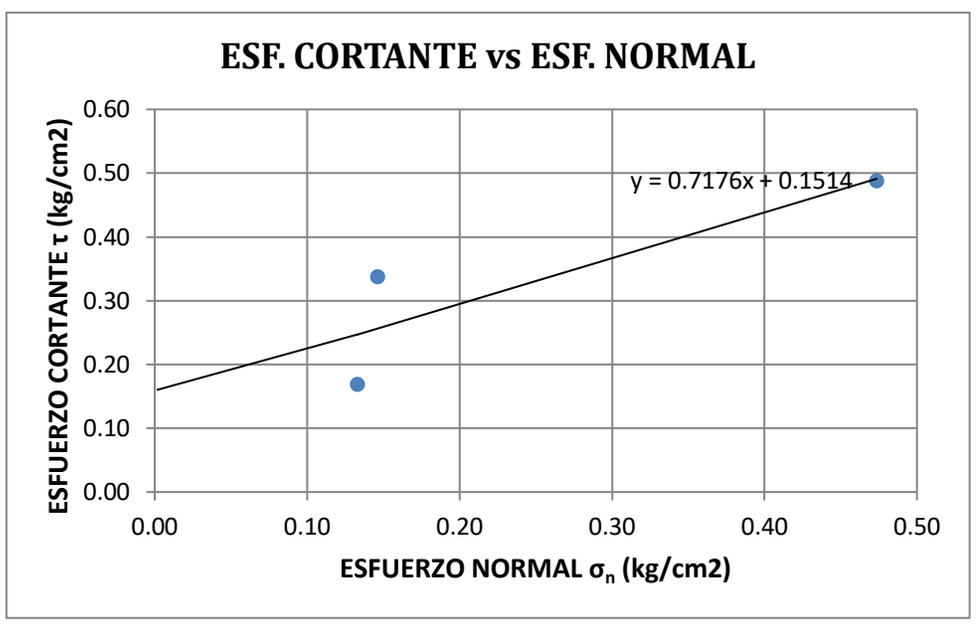
ГС E 123 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-3080 y AASHTO T-2

Calicata: C-02

Profundidad: 1.5







Muestras	M-01	M-02	M-03
Carga Vertical (kg)	2.00	4.00	6.00
Área en Corte (cm2)	15.05	27.38	12.67
σ_n (kg/cm2)	**0.13**	**0.15**	**0.47**
τ (kg/cm2)	**0.17**	**0.34**	**0.49**

Cohesión = 0.15 kg/cm2
Ángulo de fricción interna = 35.65°

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

UBICACIÓN: Lamay, Cusco — Calicata: C-02

FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023 — Profundidad: 1.50 m

EJE PRESA

DENSIDAD EN CAMPO POR EL MÉTODO DEL CONO DE ARENA

MTC E 117 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1556 y AASHTO T-191

DATOS DE LA ARENA
Tipo de Arena utilizada: Otawa
Peso Unitario de la Arena (gr/cm3) = 1.40 gr/cm3

DATOS DEL ENSAYO	
Número de Cono	1
Peso del Frasco + Cono antes de usarlo (gr)	6970.50
Peso del Frasco + Cono después de usarlo (gr)	2300.10
Peso del Suelo Húmedo (gr)	4366.50
Peso de la Arena Utilizada, hueco + cono (gr)	4670.40
Peso de la Arena en el Cono (gr)	1497.00
Peso de la Arena en el Hueco (gr)	3173.40
Volumen del Hueco (cm3)	2269.96
Densidad Natural Húmeda (gr/cm3)	1.92

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Peso de Capsula (gr)	20.13
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	98.88
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	91.30
Peso del Agua (gr)	7.58
Peso de la Muestra Seca (gr)	71.18
Contenido de Humedad	10.65%

DENSIDAD NATURAL HUMEDA = 1.92 gr/cm3

DENSIDAD NATURAL SECA = 1.74 gr/cm3

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

Ubicación: Lamay, Cusco — Calicata: C-03

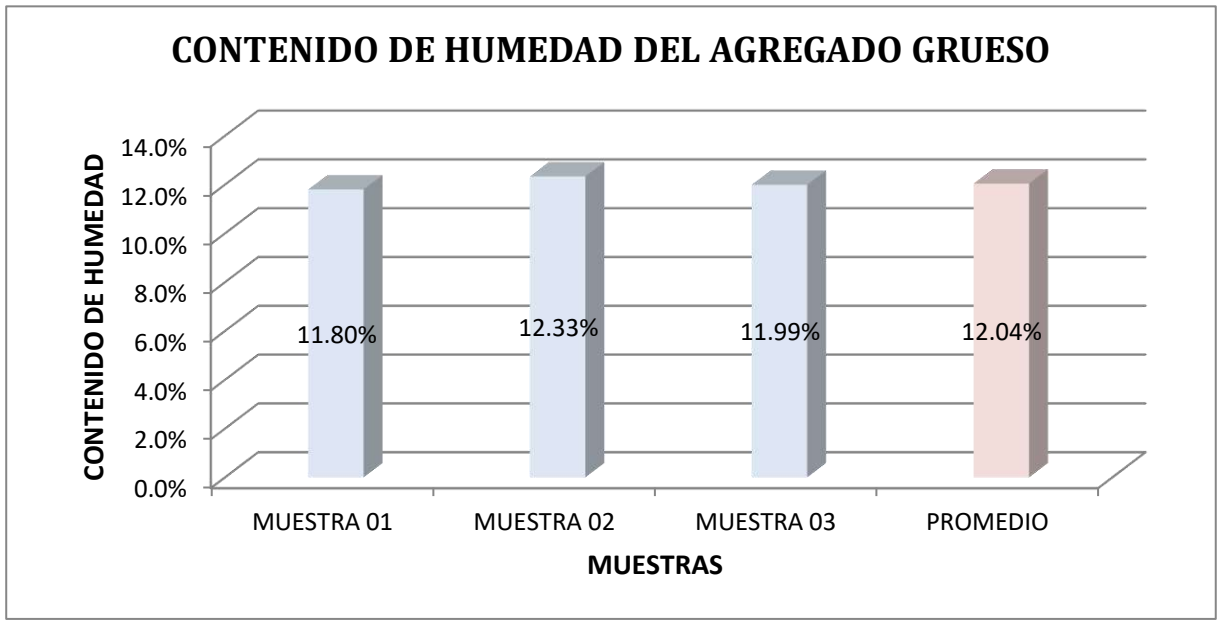
Fecha: jueves, 27 de Abril de 2023 — Profundidad: 2.80 m

EJE PRESA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

MTC E 108 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-2216

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	55.20	53.80	54.30
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	940.20	934.50	947.00
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	846.80	837.80	855.40
Peso del Agua (gr)	93.40	96.70	91.60
Peso de la Muestra Seca (gr)	791.60	784.00	763.80
Contenido de Humedad	**11.80%**	**12.33%**	**11.99%**



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 12.04%

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

UBICACIÓN: Lamay, Cusco

FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023

Calicata: C-03

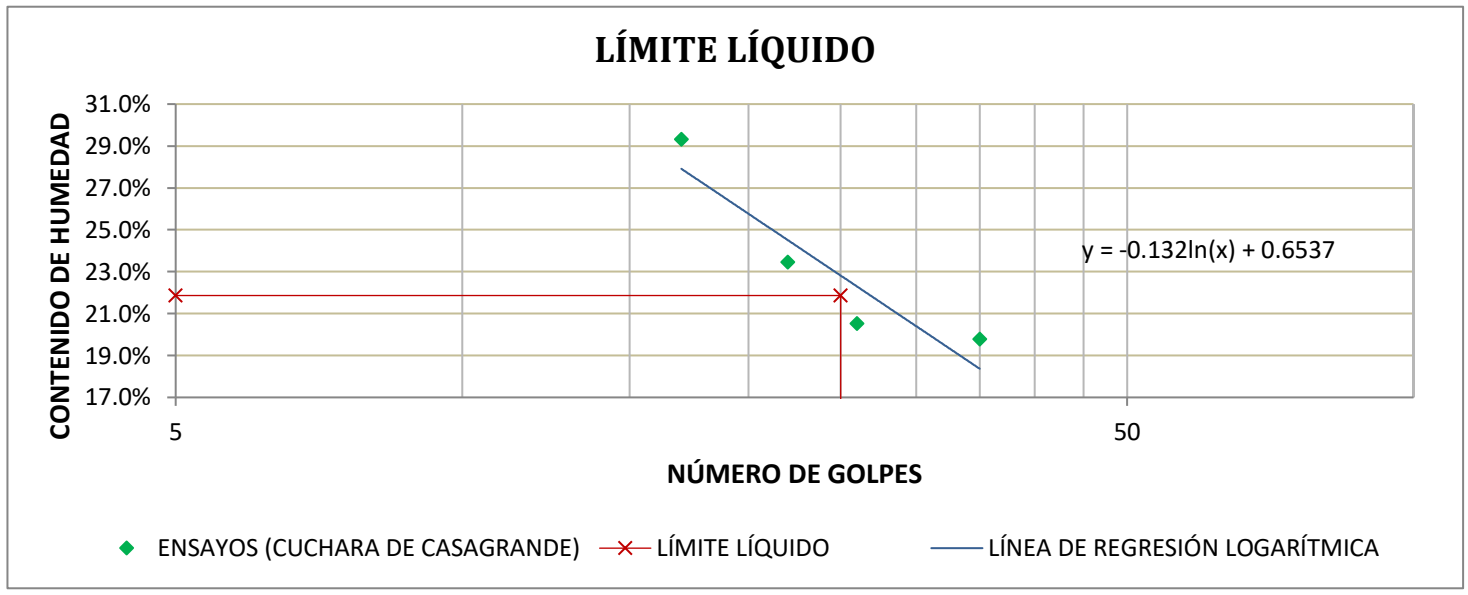
Profundidad: 2.80 m

EJE PRESA

LÍMITE LÍQUIDO

MTC E 110 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	21.50	21.65	21.00	20.50
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	41.30	42.20	42.00	41.85
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	38.03	38.70	38.01	37.01
Peso del Agua (gr)	3.27	3.50	3.99	4.84
Peso de la Muestra Seca (gr)	16.53	17.05	17.01	16.51
Contenido de Humedad	**19.78%**	**20.53%**	**23.46%**	**29.32%**
Número de Golpes	**35**	**26**	**22**	**17**



LÍMITE PLÁSTICO

MTC E 111 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	22.70	21.10	22.10
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	31.60	31.80	32.40
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	30.70	30.74	31.45
Peso del Agua (gr)	0.90	1.06	0.95
Peso de la Muestra Seca (gr)	8.00	9.64	9.35
Contenido de Humedad	**11.25%**	**11.00%**	**10.16%**



LÍMITE LÍQUIDO = 21.86%
LÍMITE PLÁSTICO = 10.80%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 11.06%

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

UBICACIÓN: Lamay, Calca — Calicata: C-03

FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023 — Profundidad: 2.80 m

EJE PRESA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-88

Antes del lavado

Peso de la Muestra Seca = 1650.00 gr

Después del lavado

Peso de la Muestra Seca = 934.00 gr

% de Error en Peso = 1.44% Ok!

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.2	0.00	1650.00	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50.8	0.00	1650.00	0.00%	0.00%	100.00%
1½"	38.1	20.20	1629.80	1.22%	1.22%	98.78%
1"	25.4	102.32	1527.48	6.20%	7.43%	92.57%
3/4"	19.05	109.74	1417.74	6.65%	14.08%	85.92%
1/2"	12.7	75.83	1341.91	4.60%	18.67%	81.33%
3/8"	9.525	170.60	1171.31	10.34%	29.01%	70.99%
Nº 4	4.76	181.68	989.63	11.01%	40.02%	59.98%
Nº 10	2	69.90	919.73	4.24%	44.26%	55.74%
Nº 20	0.840	44.45	875.28	2.69%	46.95%	53.05%
Nº 40	0.420	12.80	862.48	0.78%	47.73%	52.27%
Nº 50	0.297	36.94	825.54	2.24%	49.97%	50.03%
Nº 100	0.149	29.94	795.60	1.81%	51.78%	48.22%
Nº 200	0.075	62.83	732.77	3.81%	55.59%	44.41%
Cazuela	-	3.32	-	0.20%	55.79%	-
Lavado	-	716.00	-	44.21%	100.00%	-
Total Fracción Retenida en Lavado =		**920.55**		**100.00%**		

% de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = 40.02%

% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = 15.57%

% de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = 44.41%

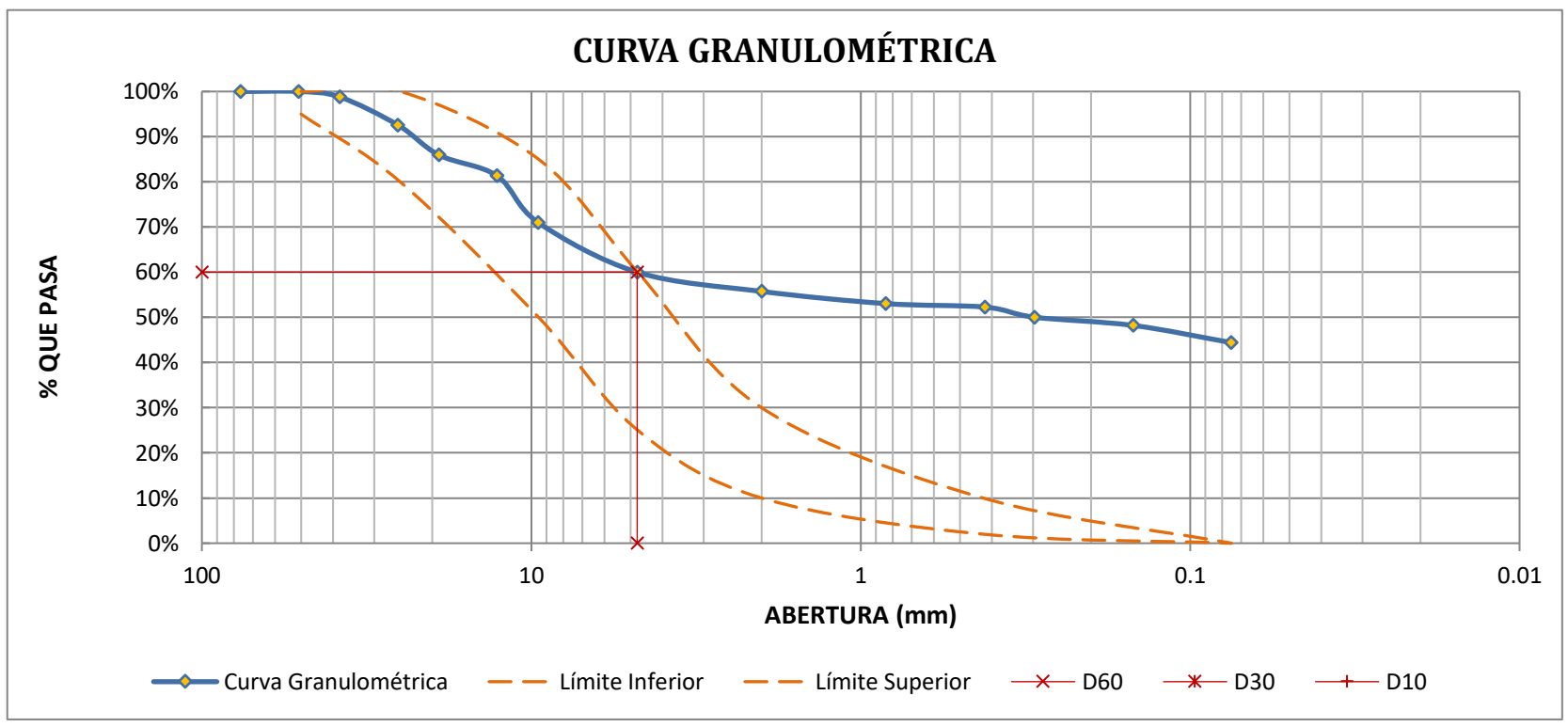
Total: 100.00%

Fracción Gruesa

% de grava = 72.00%

% de arena = 28.00%

Total = 100.00%



Tamaño Máximo Absoluto = 2"

Tamaño Máximo Nominal = 1"

D60 = 4.77 mm

D30 = -

D10 = -

Cu = -

Cc = -

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

UBICACIÓN: Lamay, Cusco

Calicata: C-03

FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023

Profundidad: 2.80 m

EJE PRESA

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)

ASTM D-2487

DATOS PARA CLASIFICACIÓN
De Granulometría
% de Gruesos = 55.59%
% de Finos = 44.41%
Total = 100.00%
% de Grava = 40.02%
% de Arena = 15.57%
Total = 55.59%
Fracción Gruesa
% de Grava = 72.00%
% de Arena = 28.00%
Total = 100.00%
Coeficientes
Cu = -
Cc = -
De Límites de Consistencia
LL = 21.86%
LP = 10.80%
IP = 11.06%
Otros Datos
Tipo = Inorgánico

CRITERIOS PARA LA ASIGNACIÓN DE SÍMBOLOS DE GRUPO Y NOMBRE DE GRUPO CON EL USO DE ENSAYOS DE LABORATORIO				SÍMBOLO	NOMBRE DE GRUPO
SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS Más del 50% es retenido en la malla Nº 200	**GRAVAS** Más del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla Nº 4	**GRAVAS LIMPIAS** Menos del 5% pasa la malla Nº 200	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3$	GW	Grava bien graduada
			$Cu < 4$ ó $1 > Cc > 3$	GP	Grava mal graduada
		GRAVAS CON FINOS Mas del 12% pasa la malla Nº 200	IP < 4 ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM	Grava limosa
			IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC	Grava arcillosa
			$4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC - GM	Grava limosa arcillosa
		GRAVAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% pasa malla Nº 200	Cumple los criterios para GW y GM	GW - GM	Grava bien graduada con limo
			Cumple los criterios para GW y GC o para GW y GC - GM	GW - GC	Grava bien graduada con arcilla
			Cumple los criterios para GP y GM	GP - GM	Grava mal graduada con limo
			Cumple los criterios para GP y GC o para GP y GC - GM	GP - GC	Grava mal graduada con arcilla
	ARENAS El 50% o más de la fracción gruesa pasa la malla Nº 4	**ARENAS LIMPIAS** Menos del 5% pasa la malla Nº 200	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$	SW	Arena bien graduada
			$Cu < 6$ ó $1 > Cc > 3$	SP	Arena mal graduada
		ARENAS CON FINOS Mas del 12% pasa la malla Nº 200	IP < 4 ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa
			IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC	Arena arcillosa
			$4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC - SM	Arena limosa arcillosa
		ARENAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% pasa malla Nº 200	Cumple los criterios para SW y SM	SW - SM	Arena bien graduada con limo
			Cumple los criterios para SW y SC o para SW y SC - SM	SW - SC	Arena bien graduada con arcilla
			Cumple los criterios para SP y SM	SP - SM	Arena mal graduada con limo
			Cumple los criterios para SP y SC o para SP y SC - SM	SP - SC	Arena mal graduada con arcilla
SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS El 50% o más pasa la malla Nº 200	**LIMOS Y ARCILLAS** Límite Líquido menor que 50	Inorgánicos	IP < 4 ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	ML	Limo de baja plasticidad
			IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL	Arcilla de baja plasticidad
			$4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL - ML	Arcilla limosa
		Orgánicos	$\frac{Límite\ Líquido\ secado\ al\ horno}{Límite\ Líquido\ no\ secado} < 0.75$	OL	Limo orgánico / Arcilla orgánica
	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido 50 o mayor	Inorgánicos	Se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	MH	Limo de alta plasticidad
			Se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CH	Arcilla de alta plasticidad
		Orgánicos	$\frac{Límite\ Líquido\ secado\ al\ horno}{Límite\ Líquido\ no\ secado} < 0.75$	OH	Limo orgánico / Arcilla orgánica
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS			Principalmente materia orgánica de color oscuro	Pt	Turba

GC = Grava arcillosa con arena

El Equipo ideal de Compactación que recomienda la ASTM para este tipo de suelo es: Rodillo de neumáticos, rodillo de pata de cabra

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

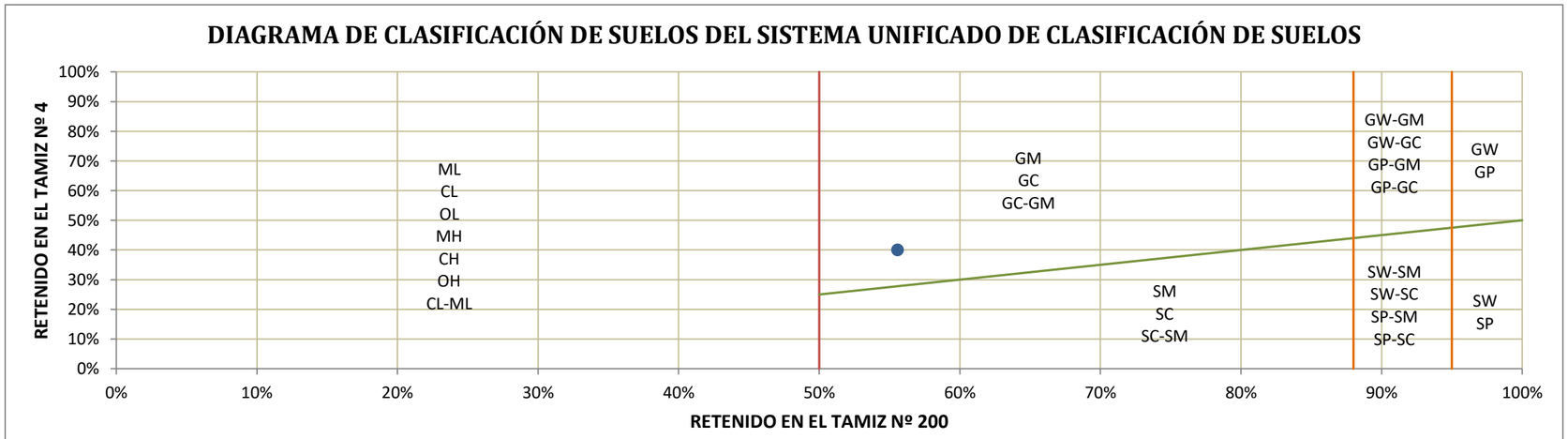
PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

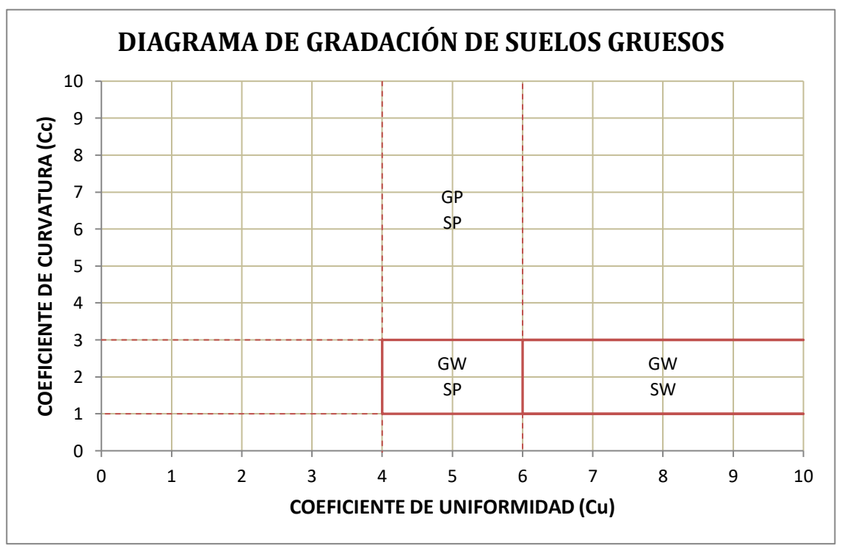
UBICACIÓN: Lamay, Cusco

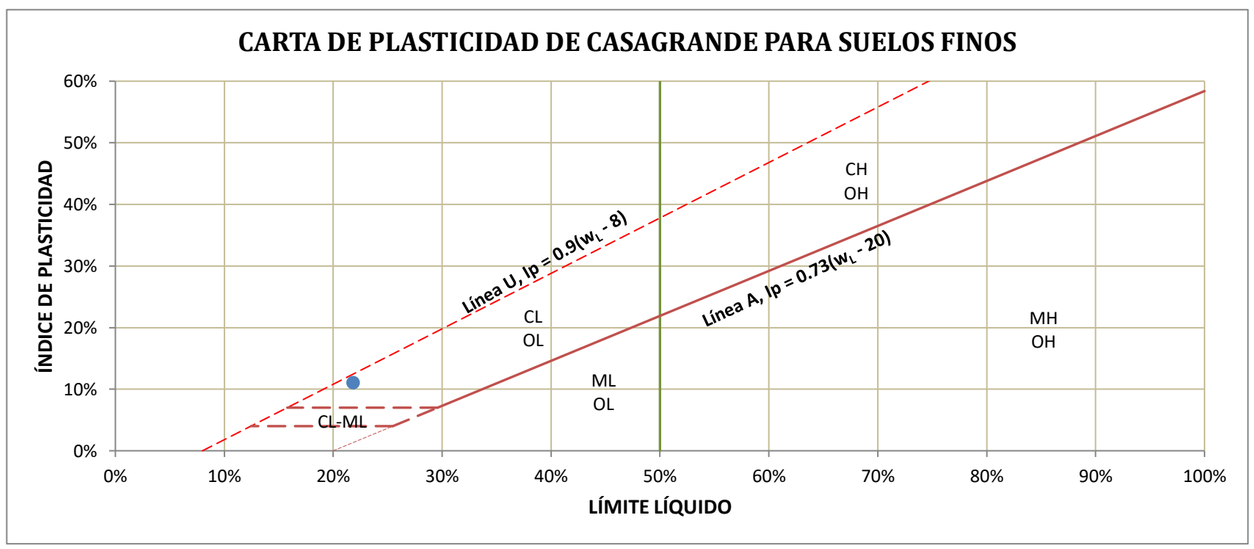
Calicata: C-03

FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023

Profundidad: 2.80 m







UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

UBICACIÓN: Lamay, Cusco

FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023

Calicata: C-03

Profundidad: 2.80 m

EJE PRESA

CORTE DIRECTO

MTC E 123 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-3080 y AASHTO T-236

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Diámetro =	70.00 mm
Altura L_0 =	25.20 mm
Área =	49.00 cm2
Volumen =	123.48 cm3

DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso =	228.60 gr
Peso Unitario húmedo =	1.85 gr/cm3
Contenido de Humedad =	10.48%
Peso Unitario seco =	1.68 gr/cm3

Velocidad de Deformación Horizontal = 0.50 mm/min

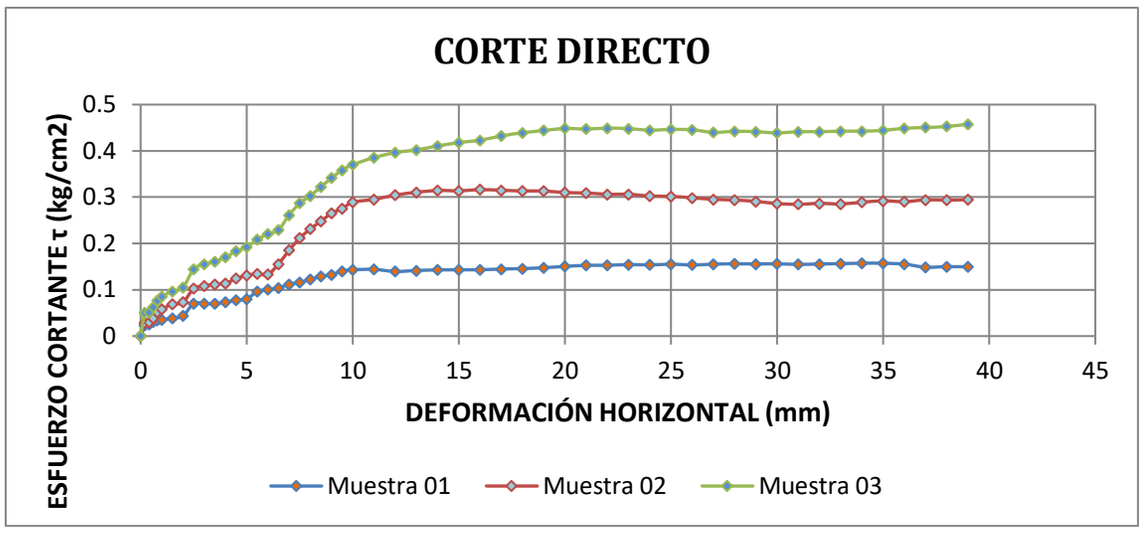
DEFORMÍMETRO DE LONGITUD DE CORTE	LECTURA DE CARGA HORIZONTAL			DEFORMÍMETRO DE LONGITUD VERTICAL			FUERZA DE CORTE HORIZONTAL			ÁREA CORREGIDA A'	ESFUERZO CORTANTE τ		
	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03		M-01	M-02	M-03
mm	N			mm			kg			cm2	kg/cm2		
0.00	11.12	13.879	24.148	-0.012	-0.012	-0.014	1.13	1.42	2.46	38.34	0.02	0.03	0.05
0.06	12.175	14.479	24.858	-0.016	-0.015	-0.015	1.24	1.48	2.53	38.20	0.03	0.03	0.05
0.13	15.118	18.501	30.253	-0.019	-0.022	-0.019	1.54	1.89	3.08	38.06	0.03	0.04	0.06
0.19	16.589	24.878	36.826	-0.023	-0.024	-0.026	1.69	2.54	3.76	37.92	0.03	0.05	0.08
0.26	17.178	28.115	41.24	-0.024	-0.025	-0.028	1.75	2.87	4.21	37.78	0.04	0.06	0.09
0.32	18.551	33.118	46.44	-0.022	-0.029	-0.031	1.89	3.38	4.74	37.43	0.04	0.07	0.10
0.38	21.004	35.08	50.658	-0.017	-0.036	-0.037	2.14	3.58	5.17	37.08	0.04	0.07	0.11
0.45	33.781	49.293	69.372	-0.012	-0.040	-0.041	3.44	5.03	7.07	36.73	0.07	0.10	0.14
0.51	33.781	51.843	74.768	-0.007	-0.038	-0.043	3.44	5.29	7.62	36.39	0.07	0.11	0.16
0.58	33.585	53.903	77.417	-0.002	-0.036	-0.048	3.42	5.50	7.89	36.04	0.07	0.11	0.16
0.64	35.154	54.688	81.733	0.003	-0.035	-0.053	3.58	5.58	8.33	35.69	0.07	0.11	0.17
0.77	37.215	59.691	88.011	0.004	-0.030	-0.056	3.79	6.09	8.97	35.34	0.08	0.12	0.18
0.90	38.588	62.929	92.426	0.006	-0.029	-0.054	3.93	6.42	9.42	34.99	0.08	0.13	0.19
1.02	46.161	64.618	100.18	0.010	-0.022	-0.051	4.71	6.59	10.22	34.64	0.10	0.13	0.21
1.15	48.32	63.938	105.96	0.012	-0.021	-0.042	4.93	6.52	10.81	34.29	0.10	0.13	0.22
1.28	49.987	74.821	110.29	0.014	-0.015	-0.034	5.10	7.63	11.25	33.94	0.10	0.16	0.23
1.60	53.813	89.045	125.69	0.018	-0.008	-0.029	5.49	9.08	12.82	33.59	0.11	0.19	0.26
1.92	55.579	101.8	137.86		-0.005	-0.020	5.67	10.38	14.06	33.24	0.12	0.21	0.29
2.24	58.816	111.22	145.51			-0.014	6.00	11.34	14.84	32.90	0.12	0.23	0.30
2.56	61.955	119.26	155.02			-0.011	6.32	12.16	15.81	32.55	0.13	0.25	0.32
2.88	63.819	127.6	164.05			0.003	6.51	13.01	16.73	32.20	0.13	0.27	0.34
3.20	67.477	132.28	172.29			0.012	6.88	13.49	17.57	31.85	0.14	0.28	0.36
3.52	68.85	138.86	177.88			0.014	7.02	14.16	18.14	31.51	0.14	0.29	0.37
3.84	69.242	141.9	185.24			0.021	7.06	14.47	18.89	30.82	0.14	0.30	0.39
4.16	67.084	146.31	190.44				6.84	14.92	19.42	30.13	0.14	0.30	0.40
4.48	68.065	149.26	193.28				6.94	15.22	19.71	29.44	0.14	0.31	0.40
4.80	68.654	151.12	197.31				7.00	15.41	20.12	28.75	0.14	0.31	0.41
5.12	68.85	150.8	200.84				7.02	15.38	20.48	28.07	0.14	0.31	0.42
5.44	68.85	151.98	203.29				7.02	15.50	20.73	27.38	0.14	0.32	0.42
5.76	69.635	151.39	207.7				7.10	15.44	21.18	26.70	0.14	0.32	0.43
6.08	70.027	150.61	211.04				7.14	15.36	21.52	26.02	0.15	0.31	0.44
6.40	71.008	150.61	213.3				7.24	15.36	21.75	25.35	0.15	0.31	0.44
6.72	72.283	148.94	215.45				7.37	15.19	21.97	24.68	0.15	0.31	0.45
7.04	73.461	148.55	214.87				7.49	15.15	21.91	24.01	0.15	0.31	0.45
7.36	73.461	147.17	215.85				7.49	15.01	22.01	23.34	0.15	0.31	0.45
7.68	74.245	147.17	215.26				7.57	15.01	21.95	22.68	0.15	0.31	0.45
8.00	73.853	145.41	213.69				7.53	14.83	21.79	22.02	0.15	0.30	0.44
8.32	74.638	145.02	214.47				7.61	14.79	21.87	21.36	0.16	0.30	0.45
8.64	73.853	143.54	214.08				7.53	14.64	21.83	20.71	0.15	0.30	0.45
8.96	74.638	141.97	211.43				7.61	14.48	21.56	20.06	0.16	0.30	0.44
9.28	75.03	141.19	212.51				7.65	14.40	21.67	19.42	0.16	0.29	0.44
9.60	74.834	139.82	212.12				7.63	14.26	21.63	18.78	0.16	0.29	0.44
9.92	75.03	137.56	210.84				7.65	14.03	21.50	18.15	0.16	0.29	0.44
10.24	74.442	136.78	212.12				7.59	13.95	21.63	17.52	0.15	0.28	0.44
10.56	74.834	137.76	212.12				7.63	14.05	21.63	16.89	0.16	0.29	0.44
10.88	75.226	137.17	212.71				7.67	13.99	21.69	16.27	0.16	0.29	0.44
11.2	75.619	138.93	212.71				7.71	14.17	21.69	15.66	0.16	0.29	0.44
11.52	75.619	140.4	213.49				7.71	14.32	21.77	15.05	0.16	0.29	0.44
11.84	74.638	139.52	215.65				7.61	14.23	21.99	14.44	0.16	0.29	0.45
12.16	71.499	141.39	216.43				7.29	14.42	22.07	13.85	0.15	0.29	0.45
12.48	72.087	141.19	217.51				7.35	14.40	22.18	13.26	0.15	0.29	0.45
12.8	71.891	141.58	219.87				7.33	14.44	22.42	12.67	0.15	0.29	0.46

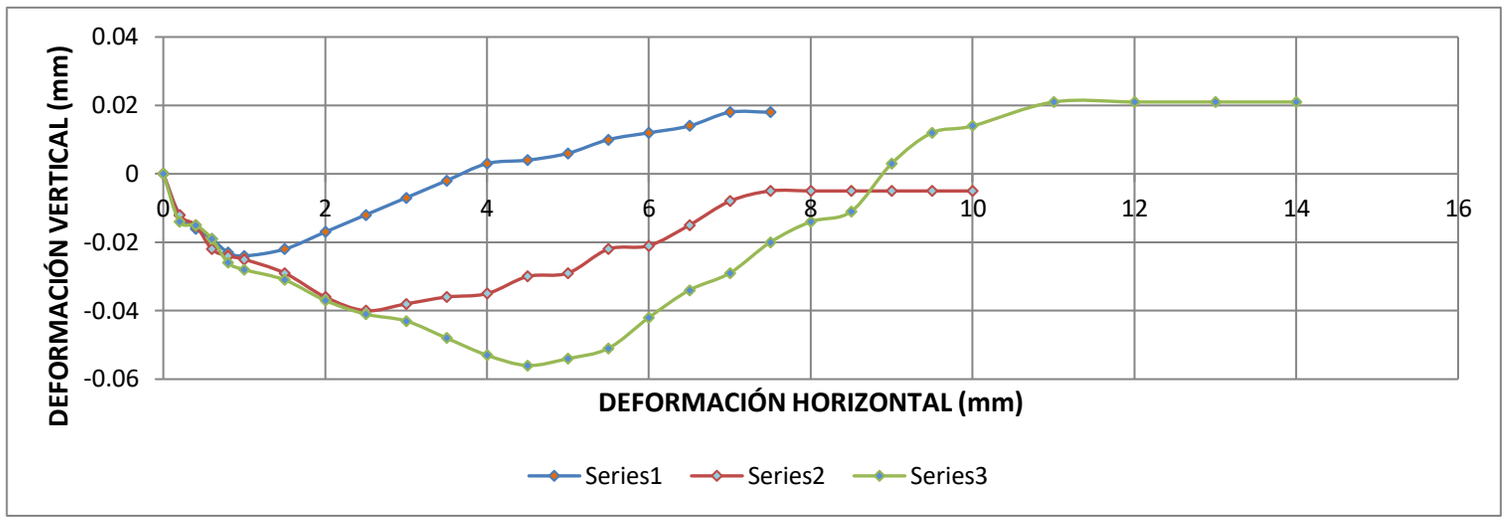
CORTE DIRECTO

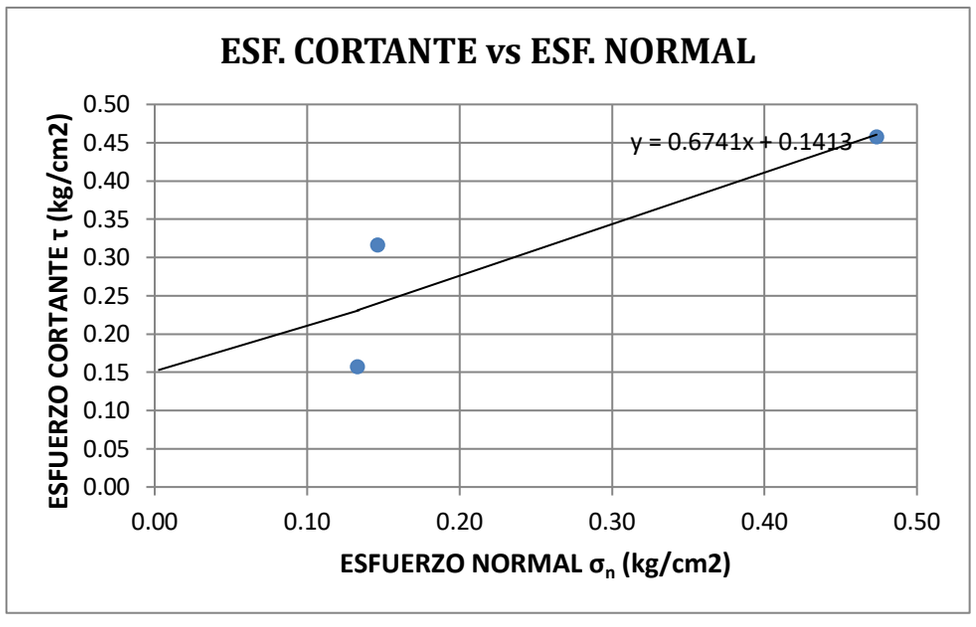
ГС E 123 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-3080 y AASHTO T-2

Calicata: C-03

Profundidad: 2.8







Muestras	M-01	M-02	M-03
Carga Vertical (kg)	2.00	4.00	6.00
Área en Corte (cm2)	15.05	27.38	12.67
σ_n (kg/cm2)	**0.13**	**0.15**	**0.47**
τ (kg/cm2)	**0.16**	**0.32**	**0.46**

Cohesión = 0.14 kg/cm2
Ángulo de fricción interna = 33.98°

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

UBICACIÓN: Lamay, Cusco — Calicata: C-03

FECHA: jueves, 27 de Abril de 2023 — Profundidad: 2.80 m

EJE PRESA

DENSIDAD EN CAMPO POR EL MÉTODO DEL CONO DE ARENA

MTC E 117 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1556 y AASHTO T-191

DATOS DE LA ARENA
Tipo de Arena utilizada: Otawa
Peso Unitario de la Arena (gr/cm3) = 1.40 gr/cm3

DATOS DEL ENSAYO	
Número de Cono	1
Peso del Frasco + Cono antes de usarlo (gr)	6975.00
Peso del Frasco + Cono después de usarlo (gr)	2235.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	4326.00
Peso de la Arena Utilizada, hueco + cono (gr)	4740.00
Peso de la Arena en el Cono (gr)	1497.00
Peso de la Arena en el Hueco (gr)	3243.00
Volumen del Hueco (cm3)	2319.74
Densidad Natural Húmeda (gr/cm3)	1.86

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Peso de Capsula (gr)	20.12
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	96.85
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	88.30
Peso del Agua (gr)	8.55
Peso de la Muestra Seca (gr)	68.18
Contenido de Humedad	12.54%

DENSIDAD NATURAL HUMEDA = 1.86 gr/cm3

DENSIDAD NATURAL SECA = 1.66 gr/cm3

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto de tesis: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO"

Ubicación: Lamay, Cusco Fecha: jueves, 27 de abril de 2023

CALICATA: C-01 **EJE PRESA**

DATOS DE ENTRADA

Datos del suelo:

Dato	Valor	Unidad
C	0.15	Ton/m²
φ	35	°
γ	1.673	Ton/m3
Dw	NP	m

Datos de forma de la cimentación:

Dato	Valor	Unidad
Df	1.50	m
B	1.00	m
L	1.00	m

Tipo de falla:

Tipo	
General	NO
Local	SI

Corrección por excentricidad (Meyerhof):

Datos	Valor	Unidad
ex	0	m
ey	0	m

Corrección por forma a φ (Meyerhof):

Aplicar	
SI	NO

Datos de inclinación de carga:

Dato	Valor	Unidad
β	0	°

Factor de seguridad

Dato	Valor	Unidad
FS	3	S/D

Corrección por Nivel Freático

Dato	Valor	Unidad
γ'	1.82	Ton/m³

DATOS FINALES DE CÁLCULO

Dato	Valor	Unidad
C'	0.1	Ton/m²
φ'	25.0	°
γ	1.82	Ton/m³

Dato	Valor	Unidad
Df	1.50	m
B'	1.00	m
L'	1.00	m

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

Factor	Terzagui	Meyerhof	Vesic
Nc	20.755	20.755	20.755
Nq	15.582	10.688	10.688
Nγ	13.241	6.792	10.912

FACTORES DE CORRECCIÓN

Por forma (DeBeer, 1970)		Por profundidad de cimentación (Hansen, 1970)		Por inclinación de la carga (Meyerhof, 1963)	
Fcs	1.515	Fcd	1.393	Fci	1.000
Fqs	1.467	Fqd	1.619	Fqi	1.000
Fγs	0.600	Fγd	1.000	Fγi	1.000

CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

Teoría	qu	qadm	Unidad	qadm	Unidad
Terzagui	109.654	36.551	Ton/m²	3.714	kg/cm2
Meyerhof	77.365	25.788	Ton/m²	2.620	kg/cm2
Vesic	79.615	26.538	Ton/m²	2.696	kg/cm2

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto de tesis: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO"

Ubicación: Lamay, Cusco Fecha: jueves, 27 de abril de 2023

CALICATA: C-02 **EJE PRESA**

DATOS DE ENTRADA

Datos del suelo:

Dato	Valor	Unidad
C	0.15	Ton/m²
φ	35	°
γ	1.705	Ton/m3
Dw	NP	m

Datos de forma de la cimentación:

Dato	Valor	Unidad
Df	1.50	m
B	1.00	m
L	1.00	m

Tipo de falla:

Tipo	
General	NO
Local	SI

Corrección por excentricidad (Meyerhof):

Datos	Valor	Unidad
ex	0	m
ey	0	m

Corrección por forma a φ (Meyerhof):

Aplicar	
SI	NO

Datos de inclinación de carga:

Dato	Valor	Unidad
β	0	°

Factor de seguridad

Dato	Valor	Unidad
FS	3	S/D

Corrección por Nivel Freá´tico

Dato	Valor	Unidad
γ'	1.82	Ton/m³

DATOS FINALES DE CÁLCULO

Dato	Valor	Unidad
C'	0.1	Ton/m²
φ'	25.0	°
γ	1.82	Ton/m³

Dato	Valor	Unidad
Df	1.50	m
B'	1.00	m
L'	1.00	m

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

Factor	Terzagui	Meyerhof	Vesic
Nc	20.755	20.755	20.755
Nq	15.582	10.688	10.688
Nγ	13.241	6.792	10.912

FACTORES DE CORRECCIÓN

Por forma (DeBeer, 1970)		Por profundidad de cimentación (Hansen, 1970)		Por inclinación de la carga (Meyerhof, 1963)	
Fcs	1.515	Fcd	1.393	Fci	1.000
Fqs	1.467	Fqd	1.619	Fqi	1.000
Fγs	0.600	Fγd	1.000	Fγi	1.000

CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

Teoría	qu	qadm	Unidad	qadm	Unidad
Terzagui	109.654	36.551	Ton/m²	3.714	kg/cm2
Meyerhof	77.365	25.788	Ton/m²	2.620	kg/cm2
Vesic	79.615	26.538	Ton/m²	2.696	kg/cm2

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto de tesis: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO"

Ubicación: Lamay, Cusco Fecha: jueves, 27 de abril de 2023

CALICATA: C-03 **EJE PRESA**

DATOS DE ENTRADA

Datos del suelo:

Dato	Valor	Unidad
C	0.14	Ton/m²
φ	33	°
γ	1.625	Ton/m3
Dw	NP	m

Datos de forma de la cimentación:

Dato	Valor	Unidad
Df	1.50	m
B	1.00	m
L	1.00	m

FACTORES DE CORRECCIÓN

Por forma (DeBeer, 1970)		Por profundidad de cimentación (Hansen, 1970)		Por inclinación de la carga (Meyerhof, 1963)	
Fcs	1.487	Fcd	1.393	Fci	1.000
Fqs	1.433	Fqd	1.604	Fqi	1.000
$F\gamma s$	0.600	$F\gamma d$	1.000	$F\gamma i$	1.000

CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

Teoría	qu	qadm	Unidad	qadm	Unidad
Terzagui	86.605	28.868	Ton/m²	2.933	kg/cm2
Meyerhof	63.081	21.027	Ton/m²	2.136	kg/cm2
Vesic	65.001	21.667	Ton/m²	2.201	kg/cm2

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

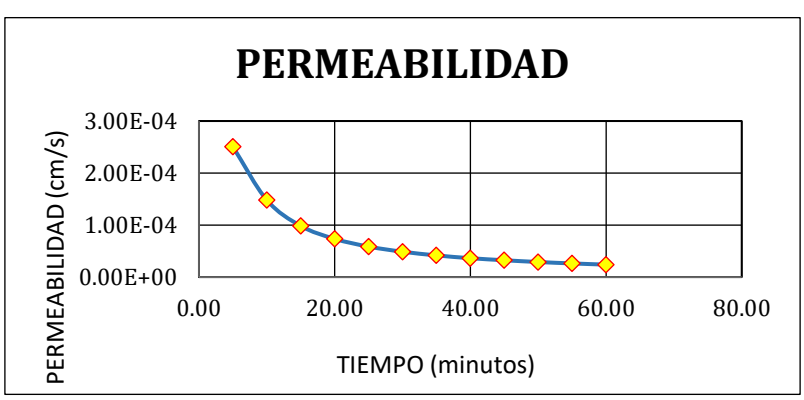
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto:	"DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"				
Ubicacion:	**Lamay, Calca**				
Realizado por	Tesistas				
Fecha:	2/04/2023		**CALICATA**	1	EJE PRESA
Cota(ref.)	4300		m.s.n.m	**INSITU**	
Profundidad de ensayo		0.75	m	Km = R2/2L(t2-t1) x ln(L/R)ln (h1/h2)	
Diametro de tuberia		5.08	cm	**Radio del tubo:**	2.54
Area de tuberia		20.27	cm^2	Km = R2/2L(t2-t1) x ln(L/R)ln (h1/h2)	
Altura de nivel freatico		0.00	cm		
Altura de carga inicial (h1)		100.00	cmˆ		
Distancia que recorre (L)		1.00	cm		

Ubicación:	**Prof.**	**Tiempo**	**Descenso**	**Altura de carga**	**Permeabilidad**
	(m)	**(min)**	**b_i (cm)**	**$h_2 = h_1 - b_i$**	**cm/s**
E-01	1.00	0.00	0.000	100.00	
		5.00	2.348	97.65	2.51E-04
		10.00	2.770	97.23	1.48E-04
		15.00	2.758	97.24	9.83E-05
		20.00	2.750	97.25	7.35E-05
		25.00	2.740	97.26	5.86E-05
		30.00	2.736	97.26	4.88E-05
		35.00	2.731	97.27	4.17E-05
		40.00	2.718	97.28	3.63E-05
		45.00	2.724	97.28	3.24E-05
		50.00	2.710	97.29	2.90E-05
		55.00	2.700	97.30	2.62E-05
		60.00	2.689	97.31	2.40E-05

PERMEABILIDAD	Km = (cm/s)	2.40E-05
	Perm Prom =	**7.23E-05**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

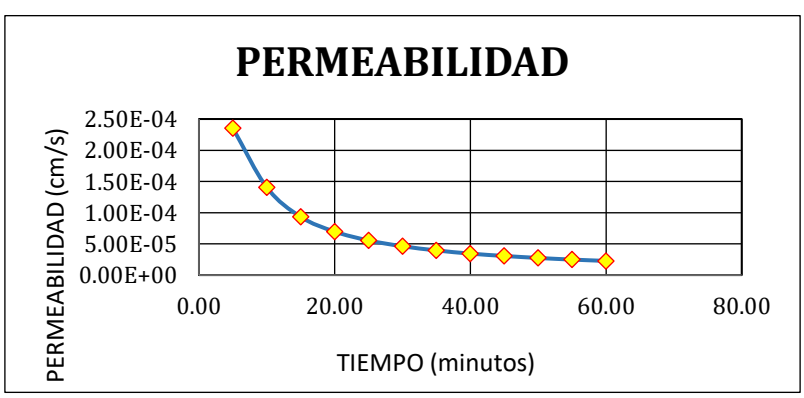
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto:	"DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"				
Ubicacion:	**Lamay, Calca**				
Realizado por	Tesistas				
Fecha:	2/04/2023		**CALICATA**	2	EJE PRESA
Cota(ref.)	4300		m.s.n.m	**INSITU**	
Profundidad de ensayo		0.75	m	Km = R2/2L(t2-t1) x ln(L/R)ln (h1/h2)	
Diametro de tuberia		5.08	cm	**Radio del tubo:**	2.54
Area de tuberia		20.27	cm^2	Km = R2/2L(t2-t1) x ln(L/R)ln (h1/h2)	
Altura de nivel freatico		0.00	cm		
Altura de carga inicial (h1)		100.00	cmˆ		
Distancia que recorre (L)		1.00	cm		

Ubicación:	**Prof.**	**Tiempo**	**Descenso**	**Altura de carga**	**Permeabilidad**
	(m)	**(min)**	**b_i (cm)**	**$h_2 = h_1 - b_i$**	**cm/s**
E-02	1.00	0.00	0.000	100.00	
		5.00	2.206	97.79	2.35E-04
		10.00	2.628	97.37	1.40E-04
		15.00	2.616	97.38	9.32E-05
		20.00	2.608	97.39	6.97E-05
		25.00	2.598	97.40	5.55E-05
		30.00	2.594	97.41	4.62E-05
		35.00	2.589	97.41	3.95E-05
		40.00	2.576	97.42	3.44E-05
		45.00	2.582	97.42	3.07E-05
		50.00	2.568	97.43	2.74E-05
		55.00	2.558	97.44	2.48E-05
		60.00	2.547	97.45	2.27E-05

PERMEABILIDAD	Km = (cm/s)	2.27E-05
	Perm Prom =	**6.83E-05**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

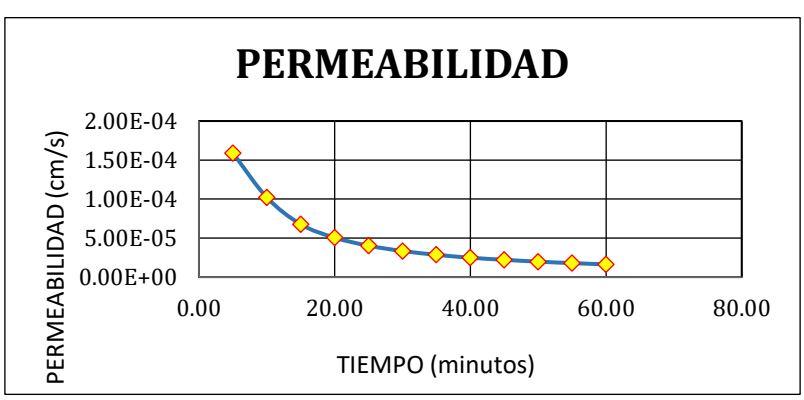
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto:	"DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"				
Ubicacion:	**Lamay, Calca**				
Realizado por	Tesistas				
Fecha:	2/04/2023		**CALICATA**	3	EJE PRESA
Cota(ref.)	4300		m.s.n.m	**INSITU**	
Profundidad de ensayo		0.75	m	Km = R2/2L(t2-t1) x ln(L/R)ln (h1/h2)	
Diametro de tuberia		5.08	cm	**Radio del tubo:**	2.54
Area de tuberia		20.27	cm^2	Km = R2/2L(t2-t1) x ln(L/R)ln (h1/h2)	
Altura de nivel freatico		0.00	cm		
Altura de carga inicial (h1)		100.00	cmˆ		
Distancia que recorre (L)		1.00	cm		

Ubicación:	**Prof.**	**Tiempo**	**Descenso**	**Altura de carga**	**Permeabilidad**
	(m)	**(min)**	**b_i (cm)**	**$h_2 = h_1 - b_i$**	**cm/s**
E-03	1.00	0.00	0.000	100.00	
		5.00	1.496	98.50	1.59E-04
		10.00	1.918	98.08	1.02E-04
		15.00	1.906	98.09	6.77E-05
		20.00	1.898	98.10	5.05E-05
		25.00	1.888	98.11	4.02E-05
		30.00	1.884	98.12	3.34E-05
		35.00	1.879	98.12	2.86E-05
		40.00	1.866	98.13	2.48E-05
		45.00	1.872	98.13	2.21E-05
		50.00	1.858	98.14	1.98E-05
		55.00	1.848	98.15	1.79E-05
		60.00	1.837	98.16	1.63E-05

PERMEABILIDAD	Km = (cm/s)	1.63E-05
	Perm Prom =	**4.85E-05**



CLASIFICACION RMR DE MACIZO ROCOSO (Bieniawski, 1986)

PROYECTO DE TESIS:	"DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

FECHA	12	4	2023
ESTACION N°	E-01		

COORDENADAS	ESTE	NORTE	ALTURA
	187586.91	8527999.48	4300

PROGRESIVA	DESDE	HASTA

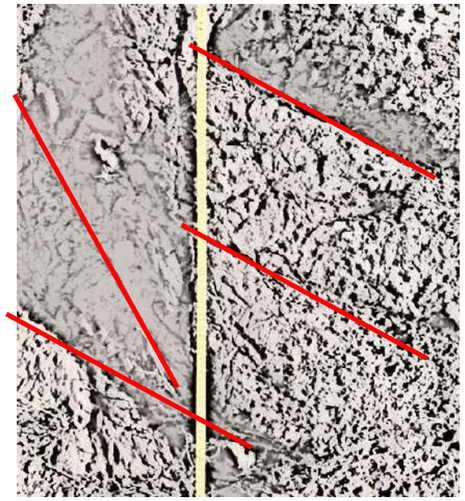
TIPO DE ROCA			
A	%	B	%
Volcanica	**100**		

N°	TIPO DE ESTRUCTURA	DIP	DIP DIRECTION	ESPACIAM.	RELLENO		COMENTARIO
					TIPO	ESPESOR	
1	J	41	333	1	NP	0	
2	J	82	271	0.5	NP	0	
3	J	65	225	1	NP	0	
4	J	41	333	1	NP	0	
5	J	84	276	4	NP	0	
6	J	82	232	2	NP	0	
7	J	50	50	2	NP	0	
8	J	50	90	1	NP	0	
9							
10							
11							
12							
13							
14							

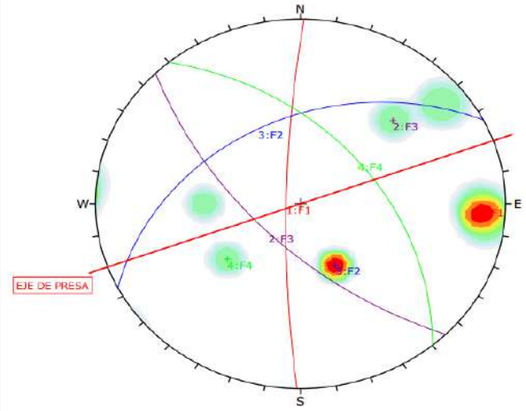
FOTO



MAPEO



ESTEREOGRAMA



OBS:

VALORACION DEL MACIZO ROCOS (R.M.R.)

SISTEMA (S)	RESISTENCIA (Mpa) (ISRM, 1981) (4)							RQD (Deere 1967)						ESPACIAMIENTO (m)						CONDICION DE LAS JUNTAS																		AGUA SUBTERRANEA					VALOR TOTAL RMR Basico	AJUST. ORIENT. DE DISCONT.	RMR AJUSTADO
																				PERSISTENCIA (m)					ABERTURA (mm)					RUGOSIDAD (JRC)					RELLENO (mm)					ALTERACION													
	Extrem. Blande	Muy blanda	Blanda	Moder Dura	Dura	Muy Dura	Extrem Dura	Muy buena	buena	Media	Mala	Muy mala	Muy Juntas	Juntas	Mod. Juntas	Separadas	Muy separadas	<1 m de longitud	1-3 m de longitud	3-10 m de longitud	10-20 m de longitud	>20 m de longitud	cerrada	<0.1 mm apert.	0.1-1.0 mm apert.	1-5 mm apert.	> 5 mm apert.	Muy rugosa	Rugosa	Lig. Rugosa	Lisa	Espejo de falla	Limpia	Duro <5 mm	Duro >5 mm	Suave <5 mm	Suave >5 mm	Sana	Lig. Alterada	Mod. Alterada	Muy Alterada	Descompuesta	Seco	Humedo	Mojado	Goteo	Flujo			
	0,25-1,0	1,0-5,0	5,0-25	25-50	50-100	100-250	>250	90-100	75-90	50-75	25-50	<25	<0.06	0.06 - 0.2	0.2 - 0.6	0.6 - 2	>2																																	
	0	1	2	4	7	12	15	20	17	13	8	3	5	8	10	15	20	6	4	2	1	0	6	5	4	1	0	6	4	2	1	0	6	5	3	2	0	6	5	3	2	0	15	10	7	4	0			
S1					7			20							10					2			6						4				6						5				15					75	-7	68
S2					7				17							15				2			6						4					5					5				15					67	-7	60
S3						12			17						10				4					5					4					5					5				15					68	-7	61
S4																																															0		0
S5																																															0		0
																																															0		0
																																																0		0

CLASE DE MACIZO ROCOSO (Bieniawski, 1986)					
RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0
DESCRIPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA

SIST.	CLASIFICACION		COMENTARIO
S1	68	II: BUENA	Indice de calidad de macizo rocoso (RMR) tipo II: BUENO
S2	60	III: REGULAR	
S3	61	II: BUENA	

Cohesion	kPa	315
Angulo friccion interna	°	36.5

GRADO	INDICE DE ALTERACION
I Sana	Ningún signo de alteración en el material rocoso. Quizás lig. decoloración sobre superficies de discontinuidades principales
II Ligero	La decoloración indica alteración. del material rocoso y superf. de disc. El material rocoso descolorido extremadamente es más débil que en su condición sana.
III Moderada.	Menos de la mitad del mat. rocoso esta descomp. y/o desintegrado a un suelo la roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como núcleo rocos
IV Muy Alterad.	Mas de la mitad del mat. rocoso esta descomp. y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un núcleo rocoso.
V Descomp.	Todo el material rocoso esta descomp. y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aun se conserva intacta.

Grad	INDICE DE RESISTENCIAS IDENTIFICACION DE CAMPO	Res. Mpa
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta de martillo de geólogo,puede rasgarse con una navaja	1,0 - 5,0
R2	Puede rasgarse con dificultad con una navaja. Se indenta superficialmente con la punta de una picota	5 – 25
R3	No puede ser rasgado o pelado con una navaja el especimen se puede fracturar con un simple golpe de la picota	25 - 50
R4	La muestra se rompe con mas de un golpe de la picota	50 - 100
R5	El especimen requiere muchos golpes de picota para ser fracturado	100 - 250
R6	El espaciamiento solo es rasgado o solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo	> 250

# Juntas /m3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
RQD (%)	99	95	92	89	85	82	79	75	72	69	66	62	59	56	52	49	46	42	39	36	33	29	26	23

"Factor de Ajuste para las distintas orientaciones de las excavaciones"

PERPENDICULAR		PARALELO	
Avance con buz (45-90)°	Avance con buz (20-45)°	Buzamiento de (45-90)°	Buzamiento de (20-45)°
Muy favorable	Favorable	Muy desfavorable	Moderado
Avance contra buz (45-90)°	Avance contra buz (20-45)°	Buzamiento de (0-20)° cualq. Direccion	
Moderado	Desfavorable	Desfavorable	
Factor de ajuste	**Tuneles y Minas**	**Fundaciones**	**Taludes**
Muy favorable	0	0	0
Favorable	-2	-2	-5
Moderado	-5	-7	-25
Desfavorable	-10	-15	-50
Muy Desfavorable	-12	-25	-60

CLASIFICACION RMR DE MACIZO ROCOSO (Bieniawski, 1986)

PROYECTO DE TESIS:	"DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY, COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA - CUSCO"

FECHA	12	4	2023
ESTACION N°	E-02		

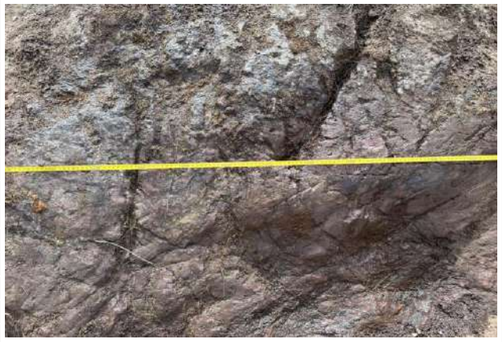
COORDENADAS	ESTE	NORTE	ALTURA
	187608.2	8528014.3	4300

PROGRESIVA	DESDE	HASTA

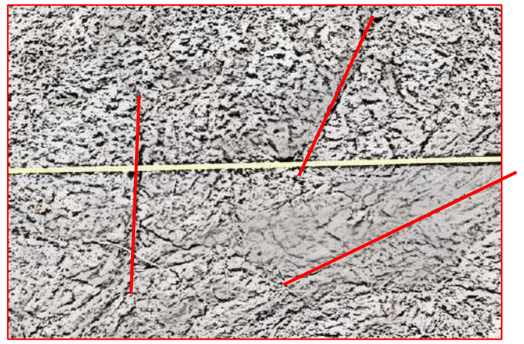
TIPO DE ROCA			
A	%	B	%
Volcanica	**100**		

N°	TIPO DE ESTRUCTURA	DIP	DIP DIRECTION	ESPACIAM.	RELLENO		COMENTARIO
					TIPO	ESPESOR	
1	J	43	11	2	NP	0	
2	J	57	184	1	NP	0	
3	J	80	270	1.5	NP	0	
4	J	50	184	2	NP	0	
5	J	33	42	4	NP	0	
6	J	65	232	1.5	NP	0	
7	J	55	289	4	NP	0	
8	J	75	232	4	NP	0	
9							
10							
11							
12							
13							
14							

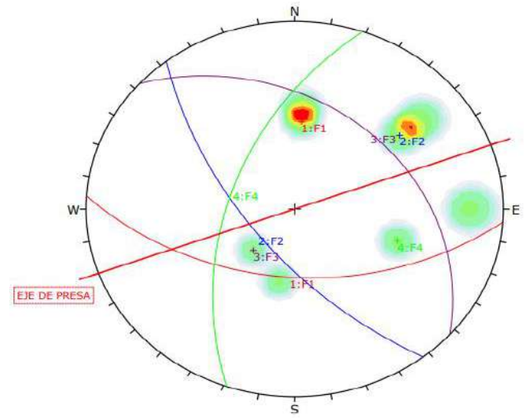
FOTO



MAPEO



ESTEREOGRAMA



OBS:

VALORACION DEL MACIZO ROCOS (R.M.R.)

SISTEMA (S)	RESISTENCIA (Mpa) (ISRM, 1981) (4)							RQD (Deere 1967)					ESPACIAMIENTO (m)					CONDICION DE LAS JUNTAS																AGUA SUBTERRANEA					VALOR TOTAL RMR Basico	AJUST. ORIENT. DE DISCONT.	RMR AJUSTADO
																		PERSISTENCIA (m)					ABERTURA (mm)					RUGOSIDAD (JRC)					RELLENO (mm)					ALTERACION													
	Extrem. Blanda	Muy blanda	Blanda	Moder Dura	Dura	Muy Dura	Extrem Dura	Muy buena	buena	Media	Mala	Muy mala	Muy Juntas	Juntas	Mod. Juntas	Separadas	Muy separadas	<1 m de longitud	1-3 m de longitud	3-10 m de longitud	10-20 m de longitud	>20 m de longitud	cerrada	<0.1 mm apert.	0.1-1.0 mm apert.	1-5 mm apert.	> 5 mm apert.	Muy rugosa	Rugosa	Lig. Rugosa	Lisa	Espejo de falla	Limpia	Duro <5 mm	Duro >5 mm	Suave <5 mm	Suave >5 mm	Sana	Lig. Alterada	Mod. Alterada	Muy Alterada	Descompuesta	Seco	Humedo	Mojado	Goteo	Flujo			
	0.25-1.0	1,0-5,0	5,0-25	25-50	50-100	100-250	>250	90-100	75-90	50-75	25-50	<25	<0.06	0.06 - 0.2	0.2 - 0.6	0.6 - 2	>2																																			
	0	1	2	4	7	12	15	20	17	13	8	3	5	8	10	15	20	6	4	2	1	0	6	5	4	1	0	6	4	2	1	0	6	5	3	2	0	6	5	3	2	0	15	10	7	4	0			
S1					7			20								15				2			6						4					6					5				15					80		80
S2						12		20								15				2			6						4					6					6	5				15					76		76
S3						12		20									20		4						4				4						5					5				15					80		80
S4																																																0		0
S5																																																0		0
																																																0		0
																																																	0		0

CLASE DE MACIZO ROCOSO (Bieniawski, 1986)					
RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0
DESCRIPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA

SIST.	CLASIFICACION		COMENTARIO
S1	80	II: BUENA	Indice de calidad de macizo rocoso (RMR) tipo II: BUENO
S2	76	II: BUENA	
S3	80	II: BUENA	

Cohesion	kPa	393.3
Angulo friccion interna	°	44.33

GRADO	INDICE DE ALTERACION
I Sana	Ningún signo de alteración en el material rocoso. Quizás lig. decoloración sobre superficies de discontinuidades principales
II Ligero	La decoloración indica alteración. del material rocoso y superf. de disc. El material rocoso descolorido extremadamente es más débil que en su condición sana.
III Moderada.	Menos de la mitad del mat. rocoso esta descomp. y/o desintegrado a un suelo la roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como núcleo rocos
IV Muy Alterad.	Mas de la mitad del mat. rocoso esta descomp. y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un núcleo rocoso.
V Descomp.	Todo el material rocoso esta descomp. y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aun se conserva intacta.

Grad	INDICE DE RESISTENCIAS IDENTIFICACION DE CAMPO	Res. Mpa
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta de martillo de geólogo,puede rasgarse con una navaja	1,0 - 5,0
R2	Puede rasgarse con dificultad con una navaja. Se indenta superficialmente con la punta de una picota	5 – 25
R3	No puede ser rasgado o pelado con una navaja el especimen se puede fracturar con un simple golpe de la picota	25 - 50
R4	La muestra se rompe con mas de un golpe de la picota	50 - 100
R5	El especimen requiere muchos golpes de picota para ser fracturado	100 - 250
R6	El espaciamiento solo es rasgado o solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo	> 250

# Juntas /m3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
RQD (%)	99	95	92	89	85	82	79	75	72	69	66	62	59	56	52	49	46	42	39	36	33	29	26	23

"Factor de Ajuste para las distintas orientaciones de las excavaciones"

PERPENDICULAR		PARALELO	
Avance con buz (45-90)°	Avance con buz (20-45)°	Buzamiento de (45-90)°	Buzamiento de (20-45)°
Muy favorable	Favorable	Muy desfavorable	Moderado
Avance contra buz (45-90)°	Avance contra buz (20-45)°	Buzamiento de (0-20)° cualq. Direccion	
Moderado	Desfavorable	Desfavorable	
Factor de ajuste	**Tuneles y Minas**	**Fundaciones**	**Taludes**
Muy favorable	0	0	0
Favorable	-2	-2	-2
Moderado	-5	-7	-25
Desfavorable	-10	-15	-5
Muy Desfavorable	-12	-25	*

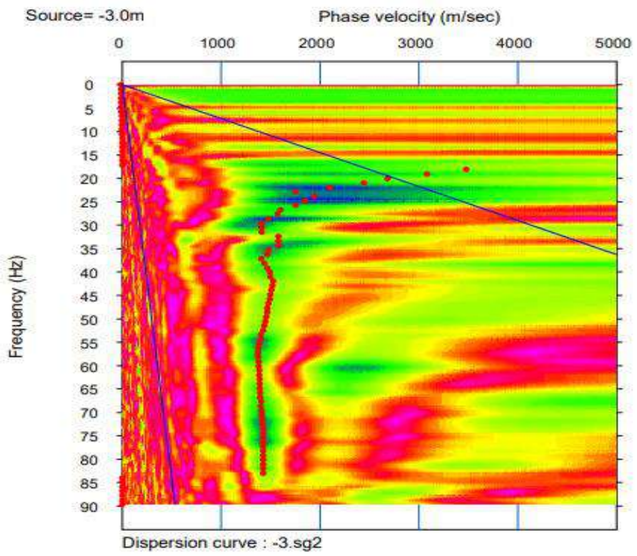
ANALISIS MULTICANAL DE ONDAS SUPERFICIALES (MASW)

ASTM D777-00, NTP E030 **Desc.:** MASW 1

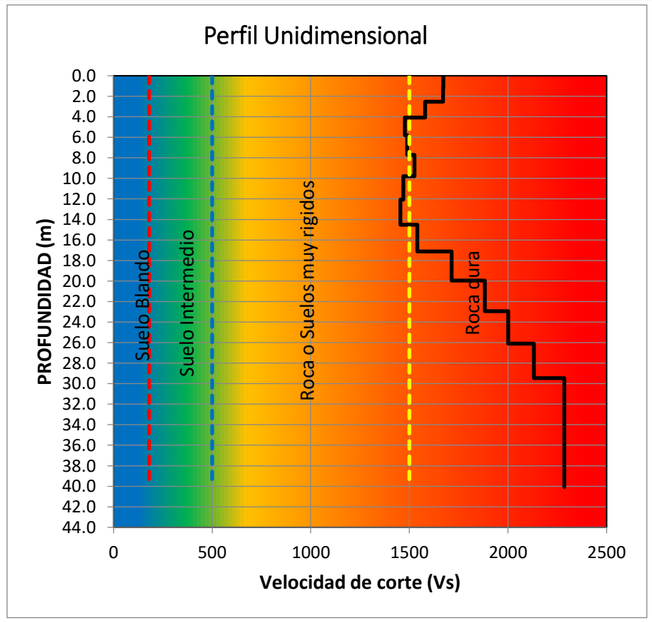
MASW 1

Proyecto:	""DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY,	**Sist. Coord.**	:	WGS 84	**Mod. equipo**	:	Dolang DBS280B -24 canales
		Datum	:	UTM			
Ubicación:	Muchillay , Lamay Calca	**Zona**	:	19S	**Realizado**	:	Ing. C.W.H.S
		Este	:	187581.47			
Fecha:	Jul-23	**Norte**	:	8527979.71	**Longitud**	:	69 m
		Cota	:	4300 - 4305			

CURVA DE DISPERSION



PERFIL UNIDIMENSIONAL



RESUMEN DE DATOS

Prof. (m)	Vs (m/s)	Rigidez
0.00	1670.08	
1.18	1671.36	
2.54	1670.08	
4.08	1579.31	
5.80	1477.44	
7.71	1488.70	
9.79	1525.28	
12.06	1469.38	
14.51	1454.43	
17.13	1540.75	
19.95	1713.51	
22.94	1882.99	
26.11	2001.32	
29.46	2131.88	
40.07	2285.64	

Tipo	Vs30 (m/s)	Tipo de suelo E 030
S0	>1500	Roca Dura
S1	500-1500	Roca o suelos muy rigidos
S2	180-500	Suelos intermedios
S3	<180	Suelos blandos
S4	Condiciones Excepcionales. Clasif. basada en EMS	

Vs30 (m/s): Velocidad promedio de ondas de corte en los 30 m más superficiales

Tipo de suelo	Velocidad de ondas de corte Vs30 (m/s)	N1(60) SPT	Resistencia al corte en condicion no drenada Su
S0	Vs>1500	-	-
S1	500<Vs<1500	> 50	> 100 kPa
S2	180<Vs<500	15 a 60	50 kPa a 100 kPa
S3	Vs<180	< 15	25 kPa a 50 kPa
S4	Clasificacion basada en EMS		

Vs30 (m/s): Velocidad promedio de ondas de corte en los 30 m más superficiales

N1: Numero de golpes corregidos, en el ensayo SPT

Vs 30 (m/s)	1633.6
Tipo de suelo	S0

DOCUMENTACIÓN LEGAL Y DE GESTIÓN ADMINISTRATIVA

CONSTANCIA

El Gerente General de la Empresa OTHAÑA HS S.A.C con R.U.C.: 20610690077

CONSTA:

Que los Bachilleres CAHUANA GUILLEN HÉCTOR, con Codigo N° 144955 y GAMARRA HUALLPA AJMER con código N° 022084, de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, han solicitado estudio de prospección geofísica mediante Refracción Sísmica, MASW 1D y MASW 2D para el proyecto de tesis titulado **"DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO"**, los ensayos fueron realizados en el mes de mayo y junio del año 2023.

Se le expide el presente la presente constancia a solicitud de las partes interesadas exclusivamente para los fines del proyecto de tesis en mención

Cusco, 21 de julio de 2023

Atentamente,

OTHAÑA HS S.A.C.
RUC: 20610690077
Carlos William Huamán Sucso
GERENTE GENERAL

Dirección: Urb. San Fco. Jr. Libertad C-6
Email: othanahs@gmail.com
Cel.: 920614956

cc/interesado

CONSTANCIA

El Gerente General de la Empresa OTHAÑA HS S.A.C con R.U.C.: 20610690077

CONSTA:

Que los Bachilleres CAHUANA GUILLEN HÉCTOR, con Código N° 144955 y GAMARRA HUALLPA AJMER con código N° 022084, de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, han realizado los ensayos de laboratorio como: Granulometría, Corte Directo, Humedad, Proctor, Limites de consistencia para fines de estudio de suelos del proyecto de tesis titulado **"DISEÑO DE INGENIERÍA DE LA PRESA LAGUNA DE MUCHILLAY EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHUMPE, DISTRITO DE LAMAY, PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO"**, los ensayos fueron realizados en el mes de mayo y junio del año 2023.

Se le expide el presente la presente constancia a solicitud de las partes interesadas exclusivamente para los fines del proyecto de tesis en mención

Cusco, 21 de julio de 2023

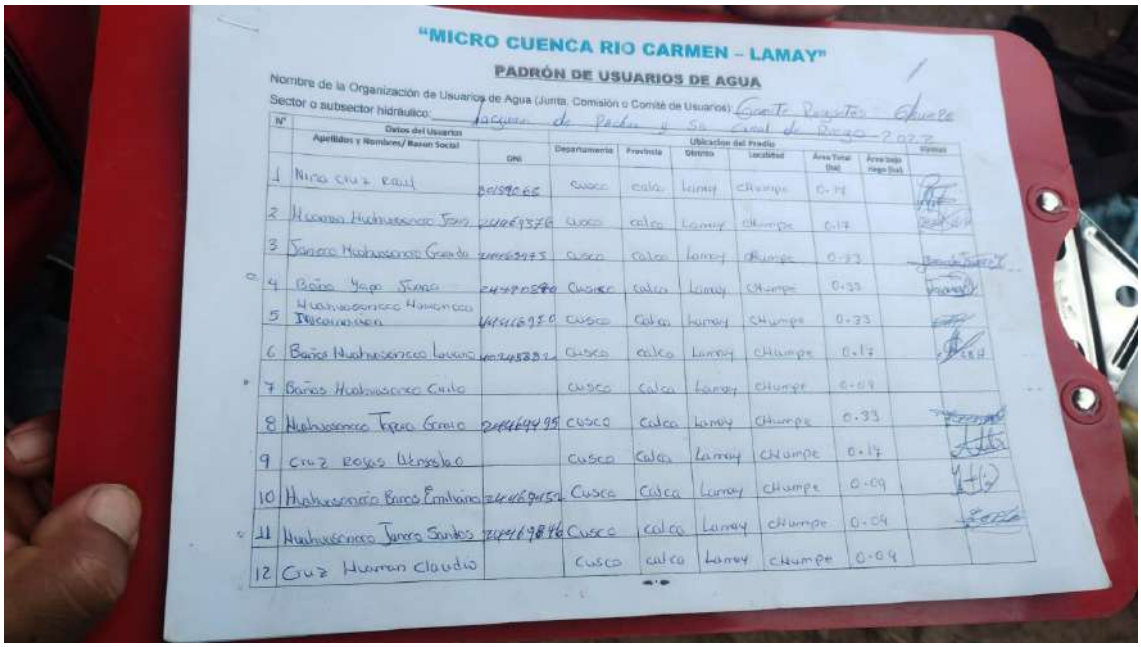
Atentamente,

OTHAÑA HS S.A.C.
RUC: 20610690077
Carlos William Huamán Sucso
GERENTE GENERAL

Dirección: Urb. San Fco. Jr. Libertad C-6
Email: othanahs@gmail.com
Cel.: 920614956

cc/interesado

PADRÓN DE BENEFICIARIOS C.C. CHUMPE



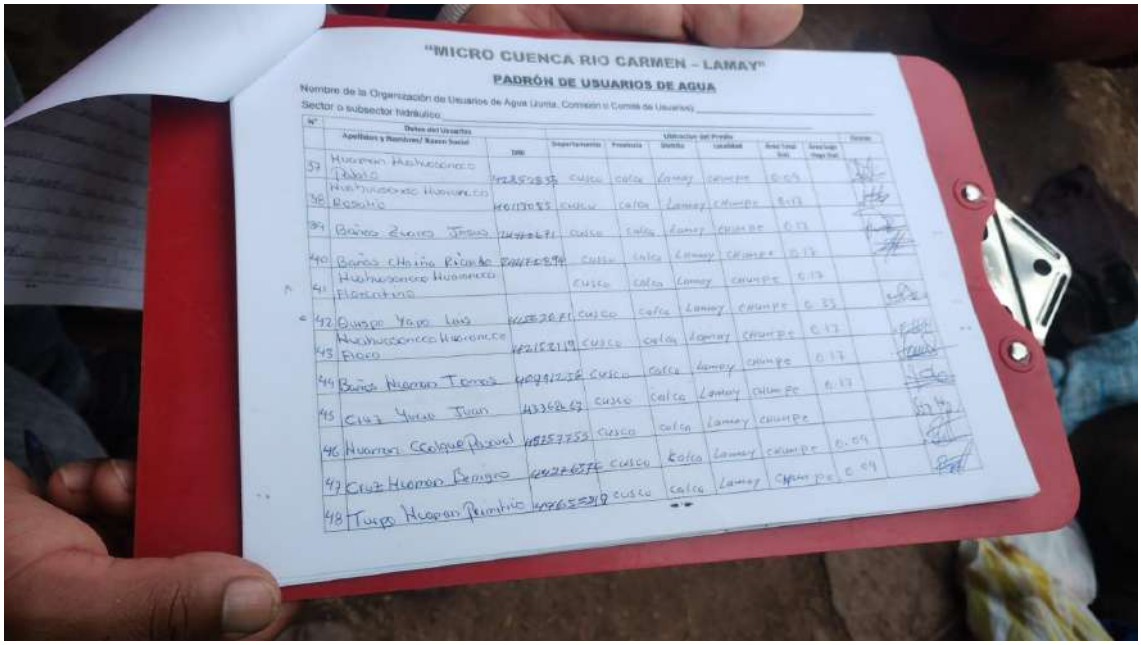
"MICRO CUENCA RIO CARMEN – LAMAY"

PADRÓN DE USUARIOS DE AGUA

Nombre de la Organización de Usuarios de Agua (Junta, Comisión o Comité de Usuarios) Comité Regante Chumpe

Sector o subsector hidráulico: Lagunas de Pachar y Su Canal de Riego 2022

N°	Datos del Usuario: Apellidos y Nombres/ Razon Social	DNI	Ubicacion del Predio: Departamento	Provincia	Distrito	Localidad	Area Total (ha)	Area bajo riego (ha)	Firma
1	Niño Cruz Raul	24159065	Cusco	calca	lamay	chumpe	0.34		
2	Huaman Huahuasonco Juan	24069376	Cusco	calca	Lamay	chumpe	0.17		
3	Juarez Huahuasonco Grimaldo	24069485	Cusco	calca	lamay	chumpe	0.33		
4	Baños Yupa Juan	24490580	Cusco	calca	Lamay	chumpe	0.33		
5	Huahuasonco Huaman Inocencio	44516950	Cusco	Calca	lamay	chumpe	0.33		
6	Baños Huahuasonco Lucas	40248892	Cusco	calca	Lamay	chumpe	0.17		
7	Baños Huahuasonco Celso		Cusco	Calca	lamay	chumpe	0.09		
8	Huahuasonco Tapia Gracia	24464495	Cusco	Calca	Lamay	chumpe	0.33		
9	Cruz Rojas Ursula		Cusco	Calca	Lamay	chumpe	0.17		
10	Huahuasonco Baños Emiliano	24468954	Cusco	Calca	Lamay	chumpe	0.09		
11	Huahuasonco Juarez Santos	21941984	Cusco	calca	Lamay	chumpe	0.09		
12	Cruz Huaman Claudio		Cusco	calca	Lamay	chumpe	0.09		



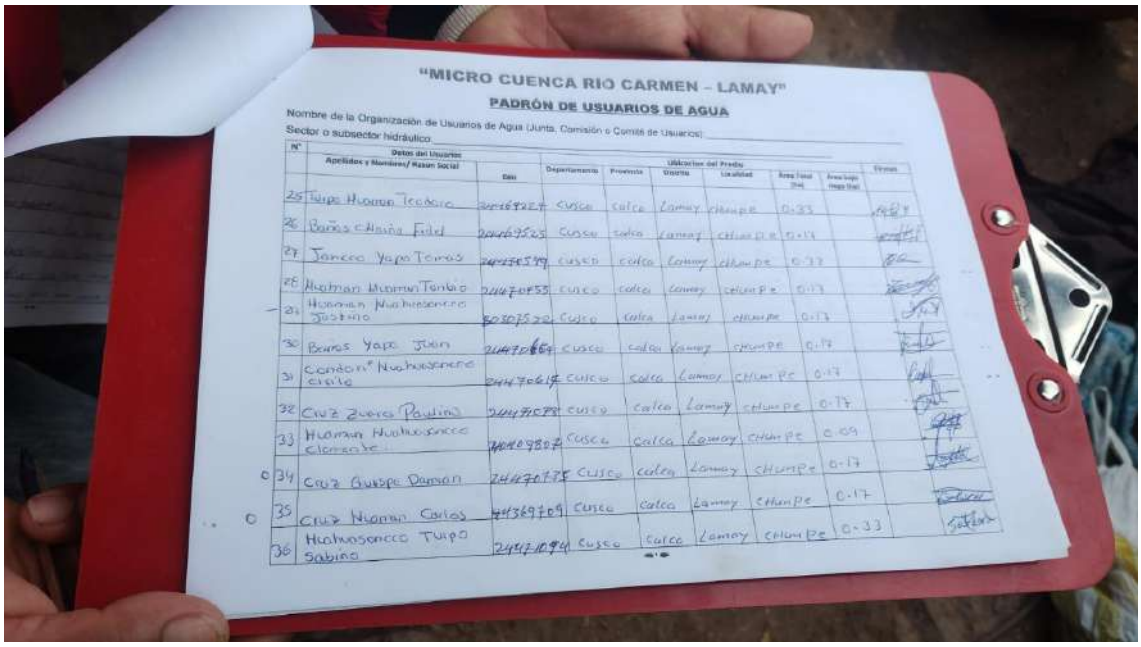
"MICRO CUENCA RIO CARMEN – LAMAY"

PADRÓN DE USUARIOS DE AGUA

Nombre de la Organización de Usuarios de Agua (Junta, Comisión o Comité de Usuarios)

Sector o subsector hidráulico:

N°	Datos del Usuario: Apellidos y Nombres/ Razon Social	DNI	Ubicacion del Predio: Departamento	Provincia	Distrito	Localidad	Area Total (ha)	Area bajo riego (ha)	Firma
37	Huaman Huahuasonco Teodolio	24252835	cusco	calca	Lamay	chumpe	0.09		
38	Huahuasonco Huaman Rosalio	40170185	cusco	calca	Lamay	chumpe	0.17		
39	Baños Cruz Jesus	24466471	cusco	calca	Lamay	chumpe	0.17		
40	Baños Chaina Ricardo	24476894	cusco	calca	Lamay	chumpe	0.17		
41	Huahuasonco Huaman Florentino		cusco	calca	Lamay	chumpe	0.17		
42	Quispe Yupa Luis	40238281	cusco	calca	Lamay	chumpe	0.33		
43	Huahuasonco Huaranca Froco	42158119	cusco	calca	Lamay	chumpe	0.17		
44	Baños Huaman Tomas	40991258	cusco	calca	Lamay	chumpe	0.17		
45	Cruz Yupa Juan	43368643	cusco	calca	Lamay	chumpe			
46	Huaman Ccahuana Pascual	40257253	cusco	calca	Lamay	chumpe	0.09		
47	Cruz Huaman Benigno	40274575	cusco	calca	Lamay	chumpe	0.09		
48	Tupa Huaman Demetrio	40965518	cusco	calca	Lamay	chumpe	0.09		



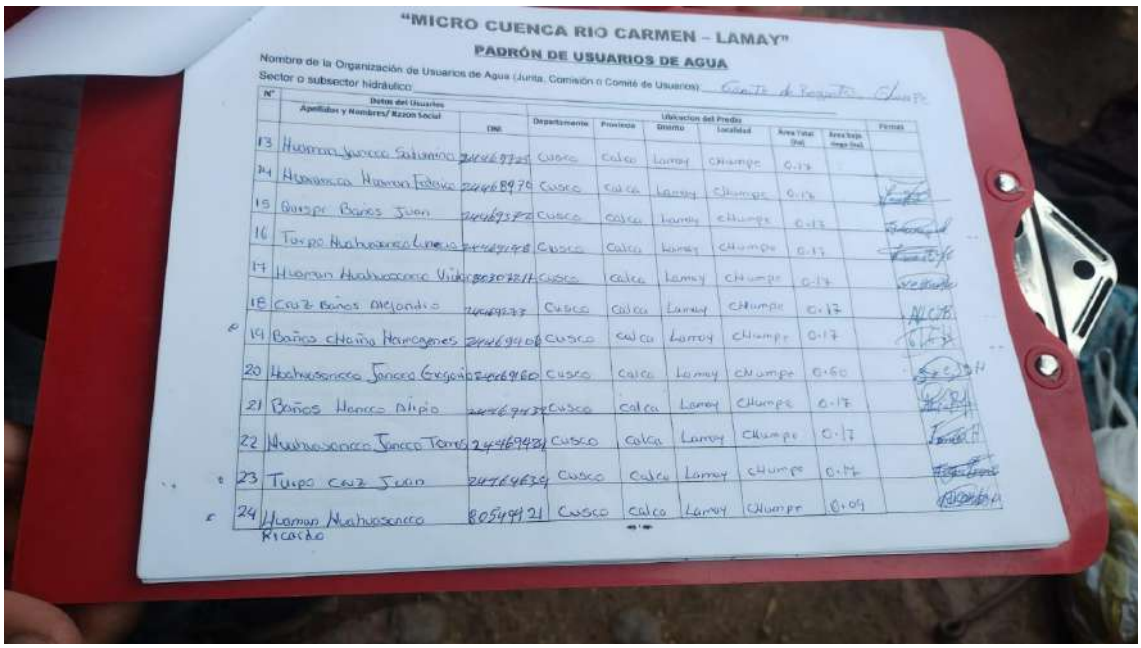
"MICRO CUENCA RIO CARMEN – LAMAY"

PADRÓN DE USUARIOS DE AGUA

Nombre de la Organización de Usuarios de Agua (Junta, Comisión o Comité de Usuarios):

Sector o subsector hidráulico:

N°	Datos del Usuarios: Apellidos y Nombres/ Razon Social	DNI	Ubicacion del Predio: Departamento	Provincia	Distrito	Localidad	Area Total (ha)	Area bajo riego (ha)	Firmas
25	Turpo Huaman Teodoro	24468227	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.33		
26	Baños Chaiña Fidel	24469525	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
27	Janeco Yapo Tomas	24475549	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.33		
28	Huaman Huaman Tenorio	24470855	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
29	Huaman Huahuasonco Justino	80307522	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
30	Baños Yapo Juan	24470864	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
31	Condori Huahuasonco Cirilo	24470619	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
32	Cruz Zuera Paulina	24471078	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
33	Huaman Huahuasonco Clemente	24480987	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.09		
34	Cruz Quispe Damian	24470775	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
35	Cruz Huaman Carlos	24469709	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
36	Huahuasonco Turpo Sabino	24471094	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.33		



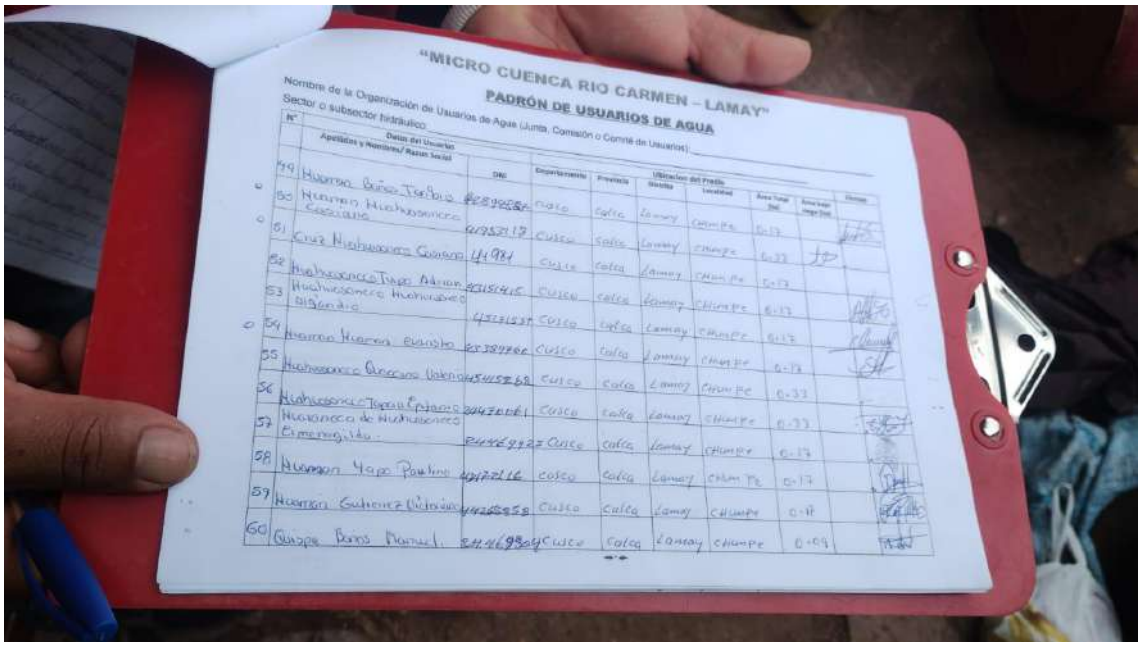
"MICRO CUENCA RIO CARMEN – LAMAY"

PADRÓN DE USUARIOS DE AGUA

Nombre de la Organización de Usuarios de Agua (Junta, Comisión o Comité de Usuarios): Comité de Regantes Chumpe

Sector o subsector hidráulico:

N°	Datos del Usuarios: Apellidos y Nombres/ Razon Social	DNI	Ubicacion del Predio: Departamento	Provincia	Distrito	Localidad	Area Total (ha)	Area bajo riego (ha)	Firmas
13	Huaman Janeco Saturnino	24469725	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
14	Huahuasonco Huaman Federico	24468970	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
15	Quispe Baños Juan	24469378	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
16	Turpo Huahuasonco Lorenzo	24469148	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
17	Huaman Huahuasonco Victor	80307217	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
18	Cruz Baños Melquiades	24469737	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
19	Baños Chaiña Mariaganes	24469408	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
20	Huahuasonco Janeco Gregorio	24469460	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.60		
21	Baños Huaman Alipio	24469432	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
22	Huahuasonco Janeco Tomas	24469434	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
23	Turpo Cruz Juan	24464634	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
24	Huaman Huahuasonco Ricardo	80549921	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.09		



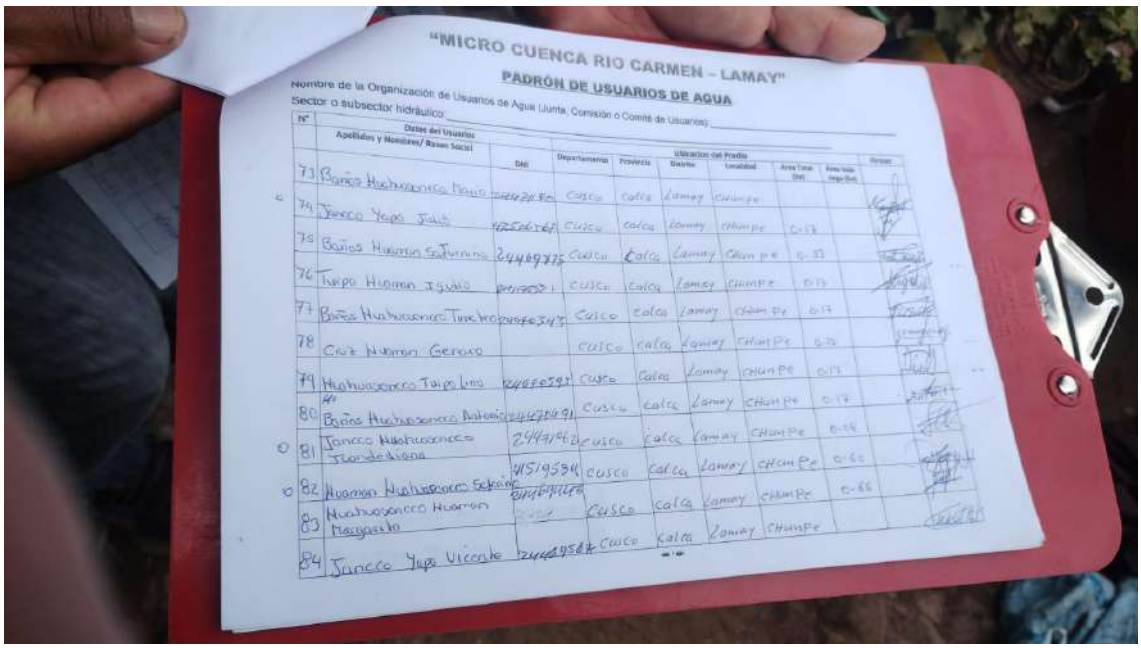
"MICRO CUENCA RIO CARMEN – LAMAY"

PADRÓN DE USUARIOS DE AGUA

Nombre de la Organización de Usuarios de Agua (Junta, Comisión o Comité de Usuarios):

Sector o subsector hidráulico:

N°	Datos del Usuario: Apellidos y Nombres/ Razon Social	DNI	Ubicacion del Predio: Departamento	Provincia	Distrito	Localidad	Area Total (ha)	Area bajo riego (ha)	Firmas
49	Huaman Baños Isabel	[illegible]	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
50	Huaman Huchuascanco Gregorio	41353717	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
51	Cruz Huchuascanco Gumaro	41984	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.33		
52	Huchuascanco Tupa Adrian	42151415	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
53	Huchuascanco Huamanbeo Gregorio	42731537	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
54	Huaman Huaman Eusebio	23387702	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
55	Huchuascanco Quispe Valentin	45115268	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
56	Huchuascanco Tupa Epifanio	24470181	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.33		
57	Huaranco de Huchuascanco Esmeraldo	24469227	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.33		
58	Huaman Yupe Paulino	42722116	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
59	Huaman Gutierrez Victorino	44265958	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
60	Quispe Baños Manuel	24469869	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.09		



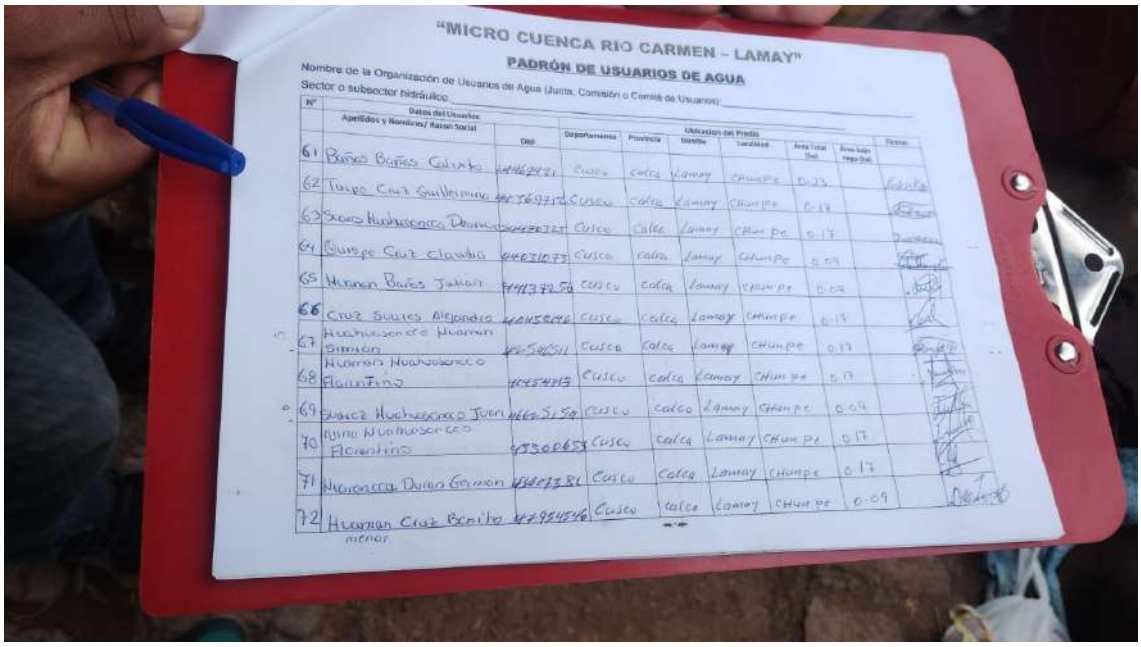
"MICRO CUENCA RIO CARMEN – LAMAY"

PADRÓN DE USUARIOS DE AGUA

Nombre de la Organización de Usuarios de Agua (Junta, Comisión o Comité de Usuarios):

Sector o subsector hidráulico:

N°	Datos del Usuario: Apellidos y Nombres/ Razon Social	DNI	Ubicacion del Predio: Departamento	Provincia	Distrito	Localidad	Area Total (ha)	Area bajo riego (ha)	Firmas
73	Baños Huchuascanco Mario	[illegible]	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe			
74	Jancco Yupa Julia	42561767	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
75	Baños Huaman Epifania	24469775	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.33		
76	Tupa Huaman Iguio	[illegible]	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
77	Baños Huchuascanco Tomasa	[illegible]	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
78	Cruz Huaman Gerardo		Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.33		
79	Huchuascanco Tupa Lino	24469791	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
80	Baños Huchuascanco Antonio	24469691	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
81	Jancco Huchuascanco Teodolinda	24469469	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.09		
82	Huaman Huchuascanco Sebastian	41519594	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.66		
83	Huchuascanco Huaman Margarita	[illegible]	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.66		
84	Jancco Yupa Vicente	24469587	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe			



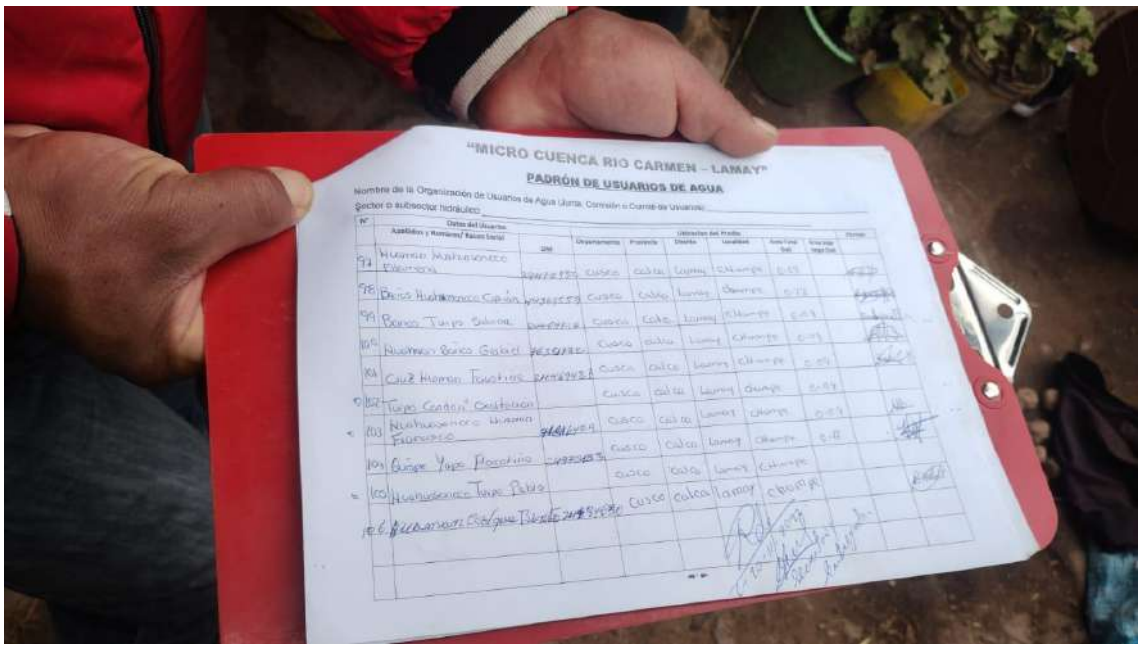
"MICRO CUENCA RIO CARMEN – LAMAY"

PADRÓN DE USUARIOS DE AGUA

Nombre de la Organización de Usuarios de Agua (Junta, Comisión o Comité de Usuarios):

Sector o subsector hidráulico:

N°	Datos del Usuario: Apellidos y Nombres/ Razon Social	DNI	Ubicacion del Predio: Departamento	Provincia	Distrito	Localidad	Area Total (ha)	Area bajo riego (ha)	Firma
61	Baños Bustios Calixto	44462421	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.23		
62	Tupa Cruz Guillermina	40769752	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.18		
63	Soto Huchuscarco Deysi	70428224	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
64	Quispe Cruz Claudio	44071077	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.09		
65	Huaman Baños Julian	44137956	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.09		
66	Cruz Bustios Alejandro	40450446	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
67	Huchuscarco Huaman Simeon	40450451	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
68	Huaman Huchuscarco Flavia Fino	44454413	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
69	Suarez Huchuscarco Juan	46653159	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.09		
70	Nuñez Huamanccarco Florentino	45308651	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
71	Huamancca Duran Germon	41807381	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.17		
72	Huaman Cruz Benito menor	47954561	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.09		



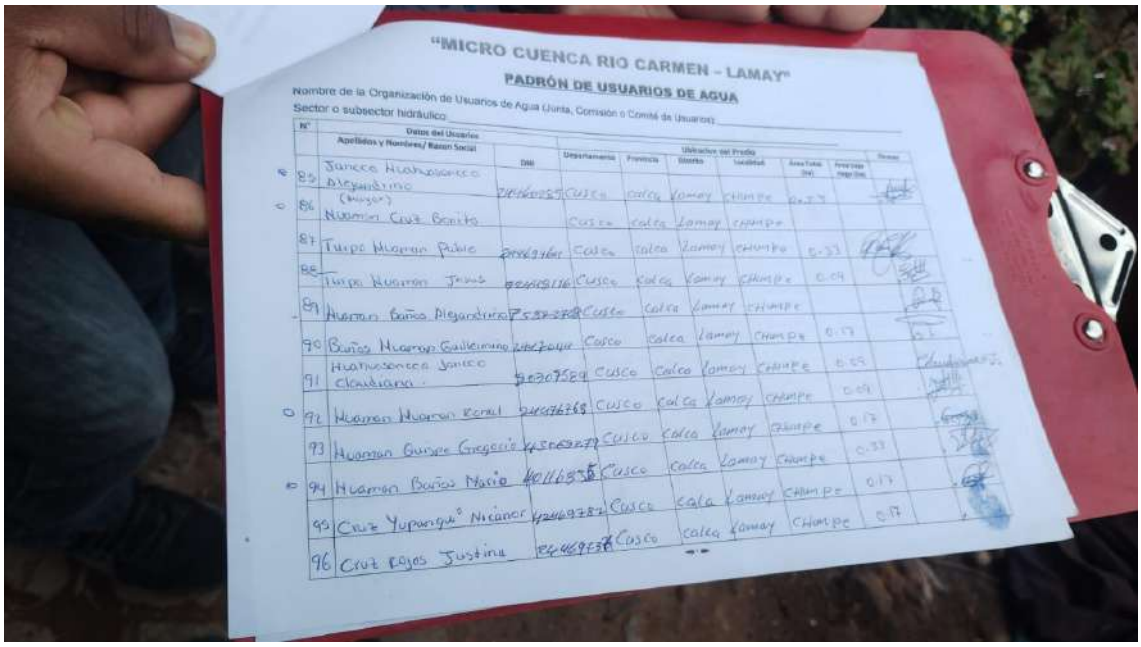
"MICRO CUENCA RIO CARMEN – LAMAY"

PADRÓN DE USUARIOS DE AGUA

Nombre de la Organización de Usuarios de Agua (Junta, Comisión o Comité de Usuarios):

Sector o subsector hidráulico:

N°	Datos del Usuario: Apellidos y Nombres/ Razon Social	DNI	Ubicacion del Predio: Departamento	Provincia	Distrito	Localidad	Area Total (ha)	Area bajo riego (ha)	Firma
97	Huaman Huchuscarco Florencio	70428225	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.09		
98	Baños Huchuscarco Ciprian	44265559	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.18		
99	Baños Tupa Silvia	44454414	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.09		
100	Huaman Baños Gisela	46501826	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.09		
101	Cruz Huaman Faustina	47442932	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.09		
102	Tupa Condori Cristobalina		Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.09		
103	Huchuscarco Huaman Florencio	41461264	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe	0.18		
104	Quispe Yupa Modesto	24995353	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe			
105	Huchuscarco Tupa Pablo		Cusco	Calca	Lamay	Chumpe			
106	Huchuscarco Choquehuanca Tiburcio	21455746	Cusco	Calca	Lamay	Chumpe			



"MICRO CUENCA RIO CARMEN – LAMAY"

PADRÓN DE USUARIOS DE AGUA

Nombre de la Organización de Usuarios de Agua (Junta, Comisión o Comité de Usuarios):

Sector o subsector hidráulico:

N°	Datos del Usuario: Apellidos y Nombres/ Razon Social	DNI	Ubicación del Predio: Departamento	Provincia	Distrito	Localidad	Area Total (ha)	Area bajo riego (ha)	Firma
85	Jancco Huamaccerco Alejandrino (Mayor)	[illegible]	Cusco	Calca	Lamay	Champe	0.27		
86	Huaman Cruz Benito		Cusco	Calca	Lamay	Champe			
87	Turpo Huaman Pablo	[illegible]	Calca	Calca	Lamay	Champe	0.33		
88	Turpo Huaman Jesus	[illegible]	Cusco	Calca	Lamay	Champe	0.09		
89	Huaman Baños Alejandrina	[illegible]	Cusco	Calca	Lamay	Champe			
90	Baños Huaman Guillermina	[illegible]	Cusco	Calca	Lamay	Champe	0.13		
91	Huamaccerco Jancco Claudiana	[illegible]	Cusco	Calca	Lamay	Champe	0.09		
92	Huaman Huaman Ronal	[illegible]	Cusco	Calca	Lamay	Champe	0.17		
93	Huaman Quispe Gregorio	[illegible]	Cusco	Calca	Lamay	Champe	0.33		
94	Huaman Baños Mario	[illegible]	Cusco	Calca	Lamay	Champe	0.13		
95	Cruz Yupanqui Nicanor	[illegible]	Cusco	Calca	Lamay	Champe	0.17		
96	Cruz Rojas Justina	[illegible]	Cusco	Calca	Lamay	Champe			