

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



TESIS

**ESTUDIO GEOLÓGICO, GEOTÉCNICO E HIDROLÓGICO PARA EL
EMPLAZAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO Y RESERVORIO DEL SECTOR
CONDORCCOTA – CHITIBAMBA DISTRITO CHECCA, PROVINCIA DE CANAS,
DEPARTAMENTO DEL CUSCO**

PRESENTADO POR:

Br. DIEGO HUILCAPAZ MORA

Br. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO GEÓLOGO**

ASESORA:

Dra. JOSEFINA ESCALANTE GUTIÉRREZ

CUSCO - PERÚ

2025



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el **Asesor** JOSEFINA ESCALANTE GUTIÉRREZ
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada:
ESTUDIO GEOLÓGICO, GEOTÉCNICO E HIDROLÓGICO PARA EL EMPLAZAMIENTO DEL
SISTEMA DE RIEGO Y RESERVORIO DEL SECTOR CONDORCCOTA – CHITIBAMBA DISTRITO
CHECCA, PROVINCIA DE CANAS, DEPARTAMENTO DEL CUSCO

Presentado por: DIEGO HUILCAPAZ MORA DNI N° 70467619 ;
presentado por: ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA DNI N°: 70419684
Para optar el título Profesional/Grado Académico de INGENIERO GEÓLOGO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de
Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9 %.

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 sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación 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**
las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, ..16.. de ..enero..... de 2026

Firma

Post firma..... Josefina Escalante Gutiérrez.....

Nro. de DNI..... 23809533

ORCID del Asesor..... 0000-0001-9359-0481

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: **oid:** 27259:546541215

Huilcapaz- Sanchez

Estudio Geológico Geotécnico e Hidrológico para el emplazamiento del Sistema de Riego

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:546541215

Fecha de entrega

15 ene 2026, 3:20 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

15 ene 2026, 3:27 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

Tesis Huilcapaz- Sanchez(1).pdf

Tamaño del archivo

10.0 MB

183 páginas

39.101 palabras

213.399 caracteres

9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)
- Fuentes de Internet
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

Exclusiones

- N.º de coincidencia excluida

Fuentes principales

- 0%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 9%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



DEDICATORIA

Con infinito amor y eterna gratitud a mis queridos padres: ISMAEL y NANCY por sus sacrificios e inagotable apoyo moral que hicieron posible la culminación de mi profesión.

A mis hermanos: Iván y Rodrigo, quienes en todo momento me alentaron para culminar mi carrera profesional.

Bach. Diego Huilcapaz Mora

DEDICATORIA

Este gran logro primero lo dedico a Dios, por acompañarme en todo el trayecto de mi carrera.

A mis padres MARIO Y FORTUNATA que siempre me apoyaron incondicionalmente.

Y finalmente a mi pareja e hijo por ser mi fortaleza y luz en mi camino, por brindarme su ayuda que ha sido fundamental para poder culminar con este gran objetivo.

Bach. Elvis Sanchez Accostupa



AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestra gratitud a la Facultad de Ingeniería Geológica, Minas y Metalúrgica de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco donde logramos fortalecernos con conocimientos profesionales y con ello poder cumplir un rol significativo en el desarrollo de nuestro entorno.

De manera particular a la Doctora Josefina Escalante Gutiérrez por la confianza que nos brindó, su orientación y apoyo constante como nuestra asesora de tesis. Su conocimiento, dedicación y soporte han sido fundamentales para el éxito de este trabajo.

De la misma manera agradecemos a los señores dictaminantes: Ing. Victor Vidal Garate Gongora, Dr. Ronald Luis López Zapana y Mgt. Edison Santiago Mattos Ojeda, por sus importantes y valiosos aportes para el desarrollo del presente estudio.

Los autores.



RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado: “*ESTUDIO GEOLÓGICO, GEOTÉCNICO E HIDROLÓGICO PARA EL EMPLAZAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO Y RESERVORIO DEL SECTOR CONDORCCOTA – CHITIBAMBA, DISTRITO CHECCA, PROVINCIA DE CANAS, DEPARTAMENTO DEL CUSCO*”, tuvo como principal objetivo, **Pronosticar si las condiciones geológicas, geotécnicas e hidrológicas del sector de Condorccota -Chitibamba son aptas para el emplazamiento del sistema de riego y reservorio.** Respecto a la metodología, el enfoque del estudio es **cuantitativo**, con un **nivel de investigación predictivo** y un **diseño metodológico no experimental.**

Para la geología, se evaluó: la litología, la geomorfología, las estructuras geológicas y la geodinámica. Para la hidrología, se obtuvieron los parámetros de forma de la cuenca, los parámetros hidrológicos, la estimación de los caudales disponibles y la demanda de riego para el cálculo del balance hídrico, Para la geotecnia, se realizó ensayos de campo y laboratorio, se obtuvo la capacidad de carga admisible (Meyerhof), la resistencia in situ (PDL), la densidad máxima seca y el contenido optimo de humedad (Proctor modificado), se realizó un modelamiento (Plaxis 3D) para observar el comportamiento del terreno frente a las cargas del reservorio y se analizaron la calidad de las canteras.

Los resultados obtenidos confirmaron que **las condiciones geológicas, hidrológicas y geotécnicas son aptas para el emplazamiento de un reservorio y sistema de riego**, que cubrirá la demanda hídrica del sector Condorccota – Chitibamba para épocas de sequía.

Palabras clave: Geología, Geotecnia, Hidrología, Sistema de riego.



ABSTRACT

The present research work entitled “GEOLOGICAL, GEOTECHNICAL, AND HYDROLOGICAL STUDY FOR THE LOCATION OF THE IRRIGATION SYSTEM AND RESERVOIR IN THE CONDORCCOTA – CHITIBAMBA SECTOR, CHECCA DISTRICT, CANAS PROVINCE, CUSCO DEPARTMENT” had as its main objective to predict whether the geological, geotechnical, and hydrological conditions of the Condorccota–Chitibamba sector are suitable for the location of an irrigation system and reservoir. Regarding the methodology, the study followed a quantitative approach, with a predictive research level and a non-experimental methodological design.

From a geological perspective, the following aspects were evaluated: lithology, geomorphology, geological structures, and geodynamics. For the hydrological analysis, basin shape parameters, hydrological parameters, estimation of available flows, and irrigation water demand were determined for the calculation of the water balance. From the geotechnical perspective, field and laboratory tests were conducted to determine the allowable bearing capacity (Meyerhof method), in situ resistance (PDL test), maximum dry density and optimum moisture content (Modified Proctor test), and numerical modeling using Plaxis 3D was performed to evaluate the behavior of the ground under reservoir loading conditions. Additionally, the quality of quarry materials was analyzed.

The results obtained confirmed that the geological, hydrological, and geotechnical conditions are suitable for the location of a reservoir and irrigation system, which will meet the water demand of the Condorccota–Chitibamba sector during dry seasons.

Keywords: Geology, Geotechnical engineering, Hydrology, Irrigation system.



INDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. UBICACIÓN.....	2
1.2.1. UBICACIÓN POLÍTICA	2
1.2.1. UBICACIÓN GEOGRAFICA.....	2
1.3. ACCESIBILIDAD	4
1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	4
1.4.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6
1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO.....	6
1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	7
1.6.1. OBJETIVO GENERAL	7
1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
1.7. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
1.7.1 HIPÓTESIS GENERAL	8
1.7.1. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	8
1.8. OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES	8
1.8.1. VARIABLES INDEPENDIENTES	8
1.8.2. VARIABLES DEPENDIENTES	10
1.9. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	12
1.9.1. TIPO, ENFOQUE, ALCANCE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	12



1.9.2.	METODOLOGÍA DEL TRABAJO	12
1.9.3.	EQUIPOS Y MATERIALES	13
1.10.	MARCO TEÓRICO	14
1.10.1.	GEOMORFOLOGÍA	14
1.10.2.	GEOLOGIA.....	15
1.10.3.	GEOTECNIA	15
1.11.	MARCO CONCEPTUAL	19
1.12.	MARCO REFERENCIAL	21
CAPITULO II: GEOMORFOLOGÍA		24
2.1.	GENERALIDADES.....	24
2.2.	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS REGIONALES	26
2.2.1.	CERROS	26
2.2.2.	LOMAS Y COLINAS.....	26
2.2.3.	QUEBRADAS	26
2.2.4.	CONOS DE DEYECCIÓN	26
2.2.5.	LADERAS	27
2.2.6.	VALLE	27
2.3.	GEOMORFOLOGÍA LOCAL	28
2.3.1.	ANÁLISIS FISIAGRÁFICO.	28
CAPITULO III: LITOLOGIA		43
3.1.	LITOLOGIA REGIONAL	43
3.1.1.	GRUPO PUNO (EOCENO-OLIGOCENO).....	43
3.1.2.	GRUPO TACAHA (OLIGOCENO – MIOCENO)	44



3.1.3.	GRUPO MAURE (MIOCENO)	44
3.1.4.	GRUPO BARROSO (PLIOCENO- PLEISTOCENO).....	45
3.2.	LITOLOGIA LOCAL.....	47
3.2.1.	GRUPO BARROSO	47
3.2.2.	GRUPO TACAZA	48
3.2.3.	DEPÓSITOS CUATERNARIOS	48
CAPITULO IV: GEOLOGIA ESTRUCTURAL.....		54
4.1.	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL REGIONAL.....	54
4.1.1.	DOMINIO ESTRUCTURAL	54
4.2.	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL	58
4.2.1.	ESTRUCTURAS SECUNDARIAS	58
CAPITULO V: GEODINÁMICA		67
5.1.	GEODINAMICA INTERNA	67
5.1.1.	ASPECTO SÍSMICO.....	67
5.1.2.	ZONIFICACIÓN SÍSMICA	67
5.1.3.	CONDICIONES GEOTÉCNICAS DEL SUELO.....	70
5.1.4.	RIESGO SÍSMICO.	71
5.1.5.	ACELERACIONES MÁXIMAS NORMALIZADAS.....	72
5.1.6.	MAPA DE INTENSIDAD SISMICA EN EL AREA DE ESTUDIO.....	74
5.2.	GEODINAMICA EXTERNA.	75
5.2.1.	CAIDA DE ROCAS.....	75
5.2.2.	REMOCIÓN EN MASA SUPERFICIAL.....	76
5.2.3.	DERRUMBES.	77



CAPITULO VI: HIDROLOGIA.....	79
6.1. GENERALIDADES	79
6.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA FORMA DE LA UNIDAD HIDROGRAFICA 49999324.....	79
6.2.1. FISIOGRAFÍA DE LA CUENCA	79
6.2.2. DESCRIPCION DE LA CUENCA 49999324.....	81
6.3. PARAMETROS HIDROLOGICOS.....	81
6.3.1. PRECIPITACIÓN	81
6.3.2. TEMPERATURA.....	85
6.3.3. HUMEDAD RELATIVA	88
6.3.4. HORAS SOL.....	90
6.3.5. EVAPORACIÓN.....	91
6.3.6. ANÁLISIS DE EVENTOS EXTREMOS.....	94
6.3.7. BALANCE HÍDRICO	96
CAPITULO VII: GEOTECNIA.....	104
7.1. ASPECTOS GEOTECNICOS	104
7.1.1. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL RESERVORIO	104
7.1.2. CARACTERIZACION MORFOLOGICA DEL RESERVORIO.....	105
7.1.3. CARACTERIZACION LITOLOGICA DEL RESERVORIO.....	105
7.1.4. CARACTERIZACION PETROGRAFICAS.....	106
7.1.5. CARACTERIZACION GEOMECANICA.....	107
7.1.6. CARACTERISTICAS DE LA ZONA DE EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO.	113
7.1.7. CARACTERISTICAS DEL TRAZO DEL CANAL PRINCIPAL DEL RESERVORIO	144



7.2.	CANTERAS	149
7.2.1.	CANTERAS DE AGREGADOS.....	149
7.2.2.	CANTERA DE ROCA.....	154
7.2.3.	MEJORAMIENTO DE CANTERAS.....	156
CAPITULO VIII: CARACTERISTICAS Y DIMENSIONES DEL SISTEMA DE RIEGO Y RESERVORIO		157
8.1.	SISTEMA DE RIEGO.....	157
8.1.1.	SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA MAYOR	157
8.1.2.	SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA MENOR	158
8.2.	RESERVORIO	159
8.2.1.	CARACTERÍSTICAS DEL RESERVORIO	160
CONCLUSIONES		161
RECOMENDACIONES		164
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....		165
ANEXOS.....		166



Índice de Tablas

Tabla 1 Vías de comunicación	4
Tabla 2 Operacionalización de variables	11
Tabla 3 Clasificación geomecánica RMR de Bienamski	16
Tabla 4 Clasificación de calidad de la roca según el RQD	17
Tabla 5 Rango de Valores del coeficiente de permeabilidad en suelos	19
Tabla 6 Clasificación de pendientes	37
Tabla 7 Unidades fisiográficas por área	40
Tabla 8 Clasificación de los perfiles de suelo	69
Tabla 9 Factor de suelo “S”	70
Tabla 10 Parámetros del área de estudio.....	71
Tabla 11 Parámetros sísmicos de la zona de estudio	72
Tabla 12 Resumen de las condiciones sísmicas en la zona de estudio	75
Tabla 13 Resumen de la fisiografía del proyecto.....	81
Tabla 14 Estaciones meteorológicas	82
Tabla 15 Precipitación Regionalizada	83
Tabla 16 Precipitación máxima en 24 horas.....	84
Tabla 17 Precipitación efectiva al 75%	85
Tabla 18 Regionalización de datos térmicos máximos de la cuenca Condorccota	86
Tabla 19 Regionalización de datos térmicos medios de la cuenca Condorccota	87
Tabla 20 Regionalización de datos térmicos mínimos de la cuenca Condorccota	87
Tabla 21 Humedad relativa media mensual y anual (%).	89



Tabla 22 Horas de Sol medias mensuales y anuales (horas/mes).....	91
Tabla 23 Evaporación media mensual y anual	92
Tabla 24 Evapotranspiración potencial	93
Tabla 25 Parámetros empleados en el software del HEC – HMS	95
Tabla 26 Oferta hídrica para diferentes niveles de persistencia	97
Tabla 27 Demanda agrícola de los sectores	98
Tabla 28 Balance hídrico	99
Tabla 29 Descripción Petrográfica de la Muestra C-1.	106
Tabla 30 Descripción Petrográfica de la Muestra C-2	107
Tabla 31 Resultados del ensayo de compresión simple a rocas de afloramiento de la zona de estudio	110
Tabla 32 Clasificación geomecánica del Macizo Rocosó N°1.	110
Tabla 33 Clasificación geomecánica del Macizo Rocosó N°2	112
Tabla 34 Características físico – mecánicas de los suelos	128
Tabla 35 Ensayos de densidad relativa.....	130
Tabla 36 Capacidad de cargas admisible de los suelos	131
Tabla 37 Carga admisible.....	132
Tabla 38 Resultados de PDL	133
Tabla 39 Datos de ingreso de suelo.....	137
Tabla 40 Datos de ingreso del basamento	138
Tabla 41 Características de los suelos del canal principal	147
Tabla 42 Clasificación de materiales del canal principal	149
Tabla 43 Resultados de laboratorio de agregado sector Irubamba	151



Tabla 44 Resultados de laboratorio de agregado sector Irubamba	151
Tabla 45 Resultados de laboratorio de agregado sector Anansaya	152
Tabla 46 Resultados de laboratorio de agregado sector Irubamba	152
Tabla 47 Resultados de laboratorio de agregado sector Irubamba	153
Tabla 48 Resultados de laboratorio de agregado sector Rio Checca	154
Tabla 49 Resultados de ensayo de compresión simple	155
Tabla 50 Buzones de giro.....	159



Índice de Figuras

Figura 1 Unidades Morfoestructurales del Perú	24
Figura 2 Mapa Geomorfológico de los cuadrángulos de Cusco y Livitaca	25
Figura 3 Unidades geomorfológicas de la Cuenca Regional.....	27
Figura 4 Sistema de clasificación fisiográfica CIAF	28
Figura 5 Provincia climática: Lluvioso con otoño e invierno seco	30
Figura 6 Unidades de Gran paisaje.....	31
Figura 7 Paisaje cima.....	32
Figura 8 Paisaje vertiente	33
Figura 9 Paisaje vertiente disectada.....	34
Figura 10 Paisaje fondo de valle.....	34
Figura 11 Paisaje llanura	35
Figura 12 Distribución de pendientes	38
Figura 13 Correlación estratigráfica del sur peruano.....	47
Figura 14 Afloramiento de Andesita	48
Figura 15 Deposito Fluvioglacial.	49
Figura 16 Depósitos morrénicos	49
Figura 17 Deposito Coluvial	50
Figura 18 Deposito bofedal	51
Figura 19 Deposito aluvial.....	51
Figura 20 Deposito aluvial, deluvio – coluvial y deluvial.....	52
Figura 21 Mapa de dominios geotectónicos y principales fallas del Perú	54



Figura 22 Plano de falla del flanco norte y sur, con fracturas asociadas al enfriamiento volcánico	58
Figura 23 Medición de rumbos y buzamientos en planos de falla.....	59
Figura 24 Tendencias de fracturas en la EMT N° 1 en una dirección NO – SE	63
Figura 25 Diagrama de polos con buzamiento de bajo ángulo	64
Figura 26 Tendencias de fracturas en la EMT N° 2 en una dirección ONO –ESE.....	64
Figura 27 Diagrama de polos con buzamiento de alto ángulo.....	65
Figura 28 Tendencias de fracturas en la EMT N° 3 en una dirección NNE-SSO	66
Figura 29 Diagrama de polos con buzamiento alto y medio ángulo.....	66
Figura 30 Mapa de zonificación sísmica del Perú.....	68
Figura 31 Modelo de isoaceleraciones.....	73
Figura 32 Curvas de intensidad sísmica Mercalli	74
Figura 33 Caída de rocas	76
Figura 34 Remoción en masa superficial	77
Figura 35 Derrumbe	78
Figura 36 Precipitación Regionalizada.....	83
Figura 37 Humedad relativa media mensual (%)	90
Figura 38 Evaporación media mensual y anual.....	93
Figura 39 Calculo de caudales mínimos con la función de densidad Pearson Tipo 3	96
Figura 40 Curva de caudales mínimos al 75%.....	96
Figura 41 Balance Hídrico sin proyecto de riego.....	100
Figura 42 Balance Hídrico con proyecto de riego	101
Figura 43 Presencia de aguas superficiales.....	102



Figura 44 Hidrogeología de la cuenca	103
Figura 45 Perfil estratigráfico de la calicata C-1	115
Figura 46 Perfil estratigráfico de la calicata C-2	116
Figura 47 Perfil estratigráfico de la calicata C-3	117
Figura 48 Perfil estratigráfico de la calicata C-4.	118
Figura 49 Perfil estratigráfico de la calicata C-5	120
Figura 50 Perfil estratigráfico de la calicata C-6	121
Figura 51 Perfil estratigráfico de la calicata C-7	122
Figura 52 Perfil estratigráfico de la calicata C-8	124
Figura 53 Perfil estratigráfico de la calicata C-9	125
Figura 54 Perfil estratigráfico de la calicata C-10	126
Figura 55 Perfil estratigráfico de la calicata C-11	127
Figura 56 Ensayo PDL	134
Figura 57 Sección geológica A-A''	136
Figura 58 Ingresos de Datos de suelo en Plaxis 3D	138
Figura 59 Ingresos de Datos de estructura en Plaxis 3D	139
Figura 60 Salida de desplazamientos totales en Plaxis 3D	140
Figura 61 Salida de deformaciones totales en Plaxis 3D	141
Figura 62 Salida de esfuerzos compresivos en Plaxis 3D	142
Figura 63 Salida de esfuerzos principales efectivos en Plaxis 3D	142
Figura 64 Salida de puntos plasticos en Plaxis 3D	143
Figura 65 Trazo del canal principal Condorccota.....	145



Figura 66 Canteras de agregados	150
Figura 67 Cantera de roca	154



Índice de planos

Plano 1 Plano base de la zona de estudio	3
Plano 2 Mapa de unidades de paisaje	36
Plano 3 Mapa de pendientes	39
Plano 4 Unidades Geomorfológicas	42
Plano 5 Mapa geológico regional	46
Plano 6 Mapa geológico local	53
Plano 7 Mapa geológico estructural	56
Plano 8 Corte geológico estructural regional.....	57
Plano 9 Plano de lineamientos estructurales y ubicación de las estaciones micro tectónicas.....	60
Plano 10 Corte geológico local uno.....	61
Plano 11 Corte geológico local dos	62
Plano 12 Delimitación de la cuenca unidad hidrográfica 49999324.....	80



CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1. INTRODUCCIÓN

Bajo la presión conjunta del crecimiento de la población y el cambio climático, el consumo de agua ha aumentado en el Perú y el mundo. Por lo que, en el presente trabajo de investigación, nos centramos en el sector Condorccota – Chitibamba, ubicado en el distrito de Checca, provincia de Canas, Departamento de Cusco. Donde en la época de sequía existe un importante déficit hídrico, especialmente para el sector de la agricultura, que es el sustento económico de la mayoría de los pobladores de la zona.

Por lo tanto, se propone el emplazamiento de un sistema de riego para un abastecimiento constante de agua durante todo el año y el presente trabajo de investigación tiene como finalidad determinar los parámetros geológicos, geotécnicos e hidrológicos para el emplazamiento de un sistema de riego

Se evaluaron los aspectos morfológicos del terreno, la composición litológica de las rocas y los suelos, la geología estructural, la geodinámica externa e interna, las características geotécnicas de los diferentes materiales existente en la zona, la calidad de las canteras, los parámetros hidrológicos y el balance hídrico.

El resultado de la investigación influirá en la conceptualización, diseño estructural, emplazamiento y ejecución de este proyecto.



1.2. UBICACIÓN

1.2.1. UBICACIÓN POLÍTICA

Región	:	Cusco
Provincia	:	Canas
Distrito	:	Checca
Comunidades	:	Consapata, Chimpatocto, Orcococa y Chitibamba

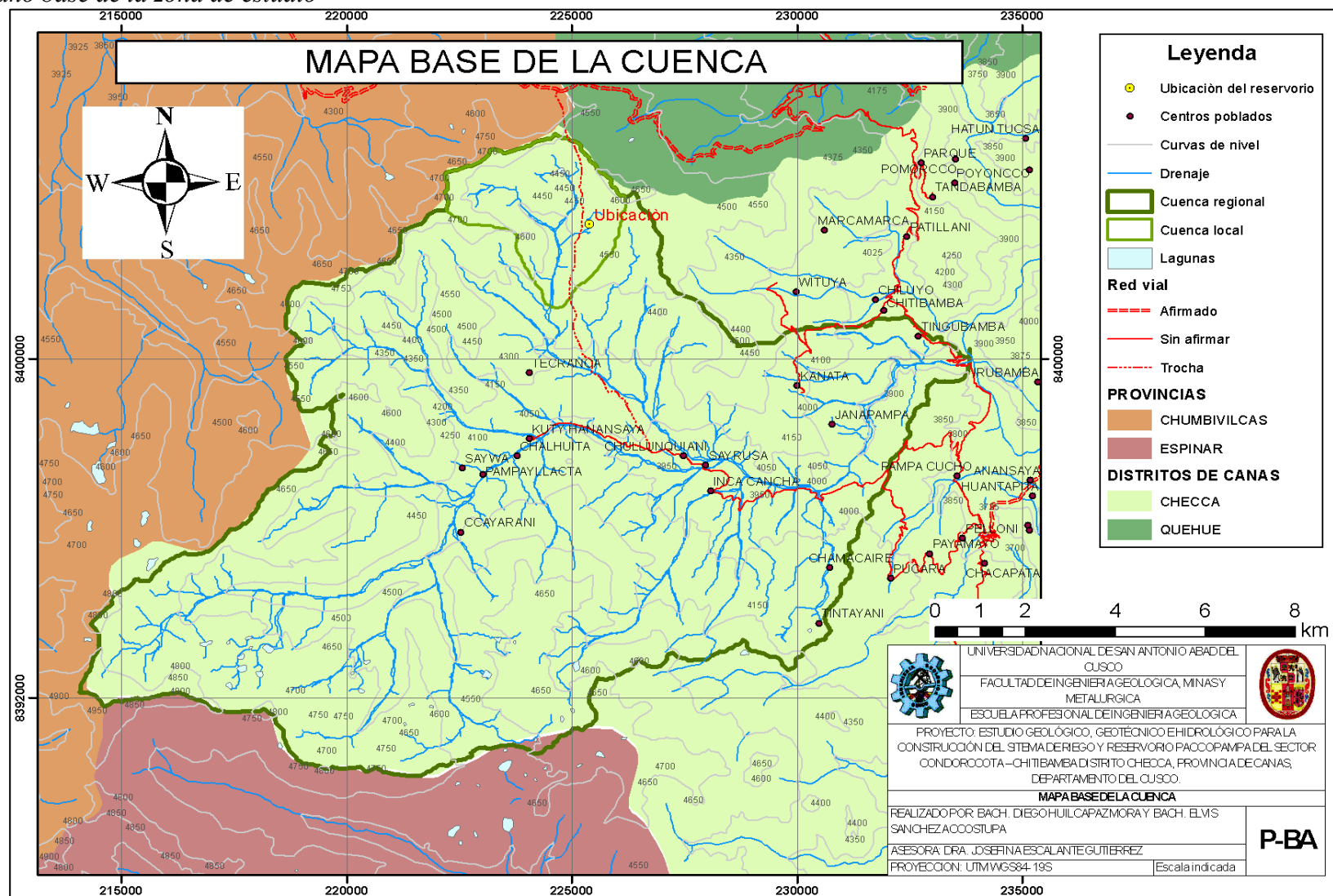
1.2.1. UBICACIÓN GEOGRAFICA

Datum	:	WGS84
Zona	:	19S
Este	:	225445.5
Norte	:	8403037.6
Altitud	:	4509 m.s.n.m.



Plano 1

Plano base de la zona de estudio





1.3. ACCESIBILIDAD

En el tema del sistema vial, el distrito posee una red vial vecinal, que se caracteriza por enlazar las capitales distritales y los centros poblados importantes con la capital de la provincia. El sistema vial en estos últimos años ha mejorado, gracias a la intervención de la municipalidad distrital, mediante el mantenimiento, afirmado y apertura de nuevas vías a los centros poblados y comunidades del ámbito distrital, ninguna de las vías existentes en el distrito está asfaltadas. La época de lluvias es crítica porque genera el deterioro de las vías de comunicación, creando malestar en la población local.

Tabla 1

Vías de comunicación

VIA	TIPO DE VIA	DESCRIPCION	TIEMPO
Cusco-Sicuani- Descanso-Checca	Asfaltado y carretera afirmada	Hasta Descanso está en buenas condiciones, de ahí a Checca en regular estado faltando hacer un mantenimiento.	3 h 20 min
Cusco - Combapata - Yanaoca - Checca	Asfaltado y carretera afirmada.	De Cusco a Yanaoca está en buenas condiciones, de ahí a Checca hay tramos malos y regulares.	3 h 50 min
Cusco - Combapata - Yanaoca - Quehue - Checca	Asfaltado y carretera afirmada	De Yanaoca a Quehue y de ahí a Checca está en regular estado. también llamada carretera de integración K'ana	3 h 30 min

1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El estrés hídrico y la escasez de agua es una preocupación en muchas partes del mundo. En 2020, 2.4 mil millones de personas vivían en países con estrés hídrico. Los desafíos se ven agravados por los conflictos y el cambio climático (ONU,2023). El 72% de las extracciones



mundiales de agua dulce es utilizado para la agricultura (Lifeng Li, 2023). Si bien el Perú no es uno de los países afectados por el estrés hídrico con solo un 7% de nivel de estrés hídrico para el 2020, (AQUASTAT) y los andes tropicales es la región con mayor disponibilidad hídrica a nivel mundial (CAN, 2010). Estos valores no reflejan la distribución del agua en la región. Por ejemplo, las zonas altoandinas se caracterizan por una fuerte escasez de agua debido a la temperatura e insolación extremas (como el límite arbóreo; no hay una cobertura de nieve extensa como en otras zonas de latitudes medias o altas) y a una marcada estacionalidad, una época seca de 4-6 meses en partes de Perú y Bolivia, (Drenkhan, F., & Castro-Salvador, S., 2023). Está marcada variabilidad genera déficit hídrico estacional que afecta directamente la producción agrícola y la seguridad alimentaria de las poblaciones rurales. En el Sexto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), el Grupo de Trabajo II identifica ocho riesgos clave (RC) en la región, en el que se encuentra el riesgo de seguridad hídrica que se debe al retroceso glaciar, periodos de sequía más frecuentes y largos, y cambios en la circulación atmosférica y patrones de precipitación. Sus consecuencias incluyen cambios en la disponibilidad estacional de agua debido al retroceso glaciar, el cambio de la cobertura de nieve, periodos secos más pronunciados y una gestión y gobernanza del agua fallidas (Castellanos et al., 2022). En los Andes del sur peruano (regiones como Cusco, Puno, Junín) se han observado déficits de precipitación durante la temporada de lluvias (verano austral: enero-marzo). Esa estación lluviosa es fundamental para la agricultura local, pues representa alrededor del 60 % de la precipitación anual. (Imfeld, et al, 2019) En la zona de estudio en los meses de junio a noviembre se observó un déficit de agua, que corresponde a la época seca de estiaje que alcanza 355884.4 metros cúbicos al año. En este contexto, la construcción de un sistema de riego con un reservorio para almacenar el agua excedente de la época de lluvia cumplirá un rol importante en la regulación



hídrica de la zona. Por lo que, evaluar las condiciones geológicas, geotécnicas e hidrológicas nos ayudara a conocer si es probable el emplazamiento de un sistema de riego.

1.4.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1.1.PROBLEMA GENERAL

¿Son las condiciones geológicas, geotécnicas e hidrológicas del sitio aptas para el emplazamiento de un sistema de riego y reservorio en el sector Condorccota-Chitibamba?

1.4.1.2.PROBLEMA ESPECÍFICO

- a) ¿Qué condiciones geológicas (geomorfológicas, litológicas, estructuras u geodinámica) presenta el área de estudio y como podrían afectar al emplazamiento de sistema de riego y reservorio?
- b) ¿Qué condiciones geotécnicas (aspectos geotécnicos y calidad de canteras) presenta el área de estudio que garanticen el correcto emplazamiento del sistema de riego y reservorio?
- c) ¿Qué condiciones hidrológicas (características físicas de la cuenca y parámetros hidrológicos) presenta el área de estudio y como podría afectar las características y dimensiones del sistema de riego y reservorio?

1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

El emplazamiento de este sistema de riego es **conveniente** debido a la necesidad de mejorar oferta hídrica de la zona, esta intervención mitigará la escasez de agua y contribuirá a mejorar el rendimiento de la producción agropecuaria y el desarrollo socioeconómico de las comunidades cercanas.



Es **socialmente relevante** porque aborda directamente las necesidades básicas de las comunidades altoandinas, como el accesos seguro y sostenible de agua para consumo humano, agricultura y ganadería durante todo el año.

La construcción del reservorio tendrá importantes **implicaciones prácticas** en términos geológicos, geotécnicos e hidrológicos.

Desde un punto de **vista teórico**, el estudio contribuirá a conocer que tan factible es el emplazamiento de un sistema de riego en el sector Condorccota - Chitibamba, desde una perspectiva geológica y geotécnica.

1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. OBJETIVO GENERAL

Pronosticar si las condiciones geológicas, geotécnicas e hidrológicas del sector de Condorccota -Chitibamba son aptas para el emplazamiento del sistema de riego y reservorio.

1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Pronosticar si las condiciones geológicas (geomorfológicas, litológicas, estructuras u geodinámica) son aptas para el al emplazamiento del sistema de riego y reservorio.
- b) Pronosticar si las condiciones geotécnicas (aspectos geotécnicos y calidad de canteras) garantizan el correcto emplazamiento del sistema de riego y reservorio.
- c) Pronosticar si las condiciones hidrológicas (características físicas de la cuenca y parámetros hidrológicos) son aptas para emplazamiento del sistema de riego y reservorio.

1.7. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN



1.7.1 HIPÓTESIS GENERAL

Las condiciones geológicas, geotécnicas e hidrológicas del sector de Condorccota Chitibamba son aptas para el emplazamiento de un sistema de riego y reservorio.

1.7.1. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- a) Las condiciones geológicas (geomorfológicas, litológicas, estructuras u geodinámica) son aptas para el al emplazamiento de un sistema de riego y reservorio.
- b) Las condiciones geotécnicas (aspectos geotécnicos y calidad de canteras) garantizaran el correcto emplazamiento de un sistema de riego y reservorio.
- c) Las condiciones hidrológicas (características físicas de la cuenca y parámetros hidrológicos) son aptas para emplazamiento de un sistema de riego y reservorio.

1.8. OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES

El trabajo de investigación cuenta con 5 variables, tres independientes y dos dependientes:

1.8.1.VARIABLES INDEPENDIENTES

1.8.1.1.GEOLOGIA

a) Definición conceptual

La geología es la ciencia de la tierra que estudia el origen, composición, estructura y los fenómenos que se han producido en ella desde su génesis hasta la actualidad. (Rojas y Paredes, 2008).

b) Definición operacional

Las condiciones geológicas del terreno se evalúan mediante el reconocimiento en campo, revisión de cartas geológicas regionales, modelos de elevación digital (DEM) y la ayuda de



imágenes satelitales, reconociendo las geoformas, litologías, estructuras y procesos de geodinámica. Cuyos resultados se representan en mapas y perfiles geológicos.

1.8.1.2.GEOTECNIA

a) Definición conceptual

La geotécnica es la subdisciplina de la ingeniería civil que estudia los materiales naturales que se encuentran cerca de la superficie de la Tierra. Incluye la aplicación de los principios de la mecánica de suelos y la mecánica de rocas al diseño de cimentaciones, estructuras de contención y estructuras de tierra. (Das, 2010).

b) Definición operacional

Las condiciones geotécnicas del terreno se determinan mediante ensayos de campo y laboratorio, considerando parámetros como la clasificación de macizo rocoso (RMR), clasificación de suelos (SUCS), la densidad relativa, la resistencia in situ, la capacidad de carga, modelamiento numérico geotécnico y calidad de las canteras.

1.8.1.3.CONDICIONES HIDROLÓGICAS

a) Definición conceptual

La hidrología es la ciencia que trata del agua en la tierra, su ocurrencia, distribución, propiedades físicas y químicas, así como su interacción con el medio ambiente, incluyendo su relación con las formas vivas (Tucci, 2002).

b) Definición operacional

Las condiciones hidrológicas del área de estudio se evalúan mediante las características físicas de la cuenca, el análisis de información hidrometeorológica (precipitación, temperatura, humedad, horas sol, evapotranspiración), la estimación de caudales disponibles y el balance hídrico de la cuenca.



1.8.2. VARIABLES DEPENDIENTES

1.8.2.1.EMPLAZAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO

a) Definición conceptual

El emplazamiento del sistema de riego corresponde al proceso de evaluación y selección del lugar para la implementación de las obras de captación, conducción del agua, tipo de riego, considerando las condiciones geológicas, geotécnicas e hidrológicas, con el fin de garantizar su estabilidad, funcionalidad y sostenibilidad.

b) Definición operacional

El emplazamiento del sistema de riego se evaluará mediante el análisis integrado de las condiciones geológicas (tipo de litología, geomorfología, presencia de estructuras geológicas, riesgo geodinámico) hidrológicas (disponibilidad hídrica), geotécnicas (capacidad portante del suelo).

1.8.2.2.EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO

a) Definición conceptual

El emplazamiento del reservorio es la determinación del sitio para la construcción de una estructura de almacenamiento de agua, basada en el análisis de las características geológicas, geotécnicas e hidrológicas, que aseguren su estabilidad estructural, y seguridad.

b) Definición operacional

El emplazamiento del reservorio se determinará de acuerdo con los parámetros geológicos (tipo de litología, geomorfología del terreno, estructuras geológicas, geodinámica), parámetros hidrológicos (déficit hídrico de acuerdo con el balance hídrico) y a los parámetros geotécnicos (capacidad de carga admisible, comportamiento del suelo frente a la estructura de acuerdo con el modelo numérico en Plaxis 3D y a la resistencia in situ).



Tabla 2

Operacionalización de variables

Variables		Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variables independientes	Geología	Geomorfología	Pendientes	%
			Fisiografía	Nominal
		Litología	Unidades litológicas	Nominal
		Estructuras	Fallamientos	km o m
			Lineamientos	km o m
			Diaclasas	m
		Geodinámica	Geodinámica interna	Nominal
			Geodinámica externa	Ordinal
	Hidrología	Características físicas de cuenca	Fisiografía de la cuenca	Cardinal
		Parámetros hidrológicos	Precipitación	mm/mes
			Temperatura	°C
			Humedad	%
			Horas sol	Horas
			Evapotranspiración	mm/mes
			Caudal	m/s
			Balance Hídrico	Cardinal
	Geotecnia	Aspectos geotécnicos	Clasificación Geomecánica (RMR)	Cardinal
			Clasificación de suelos (SUCS)	Nominal
Densidad relativa			%	
Resistencia in situ			Kg/cm2	
Capacidad de carga del suelo			Kg/cm2	
Calidad de Canteras		Prueba de abrasión	%	
		Durabilidad de MgSO4	%	
Variables dependientes	Emplazamiento del sistema de riego	Sistema de riego	Características	Nominal
			Dimensiones	Cardinal
	Emplazamiento del reservorio	Reservorio	Características	Nominal
			Dimensiones	Cardinal



1.9. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

1.9.1. TIPO, ENFOQUE, ALCANCE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Según Hernández Sampieri, 2014. Nuestra investigación corresponde a un **enfoque cuantitativo**, debido a que se basa en la recolección y análisis de datos medibles.

Al determinar los parámetros geológicos, hidrológicos y geotécnicos, buscamos conocer las características de la zona de estudio y buscamos comprender el comportamiento a futuro cuando se emplace el sistema de riego, por lo que la investigación es de **nivel predictivo**

Para realizar la investigación se tomará información, en un único momento y no habrá manipulación de las variables por lo que la investigación tendrá un **diseño no experimental**.

1.9.2. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

1.9.2.1. ETAPA DE PRE-CAMPO

- ❖ Revisión bibliográfica y de antecedentes relacionada con el área de estudio, donde se emplazará el sistema de riego y obras conexas, centrada principalmente en las investigaciones geológico - geotécnicas realizadas.
- ❖ Formulación del proyecto de tesis
- ❖ Elaboración de los mapas preliminares y regionales.
- ❖ Planificación logística de los insumos y equipos necesarios

1.9.2.2. ETAPA DE CAMPO I

- ❖ Campaña de reconocimiento de campo: mapeo geológico, geomorfológico y estructural
- ❖ Obtención de muestras representativas alteradas e inalteradas, para los análisis correspondientes.

1.9.2.3. ETAPA DE CAMPO II



- ❖ En esta etapa se realizó el estudio de suelos correspondiente en la zona de emplazamiento y donde se ubicarán las demás obras conexas a la construcción de este reservorio, se realizarán calicatas, ensayos in-situ y ensayos estándar. Para la caracterización geotécnica y ensayos de geomecánica de rocas para las zonas que lo requieran.

1.9.2.4. ETAPA DE POST-CAMPO

- ❖ Organización y síntesis de todo el trabajo realizado en campo y gabinete.
- ❖ Evaluación de resultados y tipificación de las características geotécnicas de los materiales de la cimentación del reservorio, canal principal y otras obras conexas.

1.9.2.5. ETAPA DE GABINETE

- ❖ Se realizó los ensayos de laboratorio: Proctor, ensayo granulométrico, contenido de humedad, límites de consistencia, etc.
- ❖ Procesamiento y corrección de la Información de Campo y obtención de resultados finales.
- ❖ Análisis de resultados de las visitas a campo y de los ensayos de mecánica de suelos
- ❖ Elaboración de mapas, planos, tablas, gráficas y anexos
- ❖ Formulación del informe final

1.9.3. EQUIPOS Y MATERIALES

Ácido clorhídrico, Bolsas de muestra, Brújula tipo Brunton, Cámara fotográfica, Chaleco de ingeniero, Colores, lápices, lapiceros, Escalímetro, GPS Garmin Etrex 10, Impresora, Laptop, Libreta de Campo, Lupa de zoom 10x y 20x, Pizarra acrílica, Picota



de geólogo, Plano topográfico Plumones indelebles, acrílicos, Rayador, Reglas, Tablero de Campo y Wincha.

1.10. MARCO TEÓRICO

1.10.1. GEOMORFOLOGÍA

❖ CARACTERIZACION GEOMORFOLOGICA

Geomorfología se refiere a la forma, estos factores que gobiernan estos procedimientos de modelado (estructurales, litológicos, tectónicos, volcánicos, etc.), procedimientos de modelado o factores ambientales (procesos) y el tiempo o un elemento de evolución (estado), que son componentes o conceptos básicos de métodos geomorfológicos. Lo cual proviene del trabajo de Morris, Davis William. La relación entre todos los elementos que intervienen en el origen del relieve es muy compleja. Por tanto, no es de extrañar que este siga siendo un tema "latente" en el campo de la geomorfología teórica, y sin enfoques claros: dado su dominio de los factores de modelado, lo importante conocer el papel de la tectónica al formarse los terrenos, también es interesante conocer el papel que las diferentes "tasas de denudación" las cuales influyen en el aumento tectónico detallado y deformaciones tectónicas a escala local. Clima, tectónicas y vulcanismo deben catalogarse como factores dinámicos; definen el tipo de proceso y su mayor o menor incidencia en un territorio. Región morfoclimática, estructura tectónica y litología, constituyen factores estáticos; son características primarias del terreno, sobre las cuales actúan los factores dinámicos para elaborar nuevas morfologías. (De Pedraza, 1996) La geomorfología es considerada como una ciencia que busca explicar el relieve, describir las formas, su evolución, además de los procesos de modelamiento según Dearrau M, 1996.

❖ VALLE ALUVIAL



Los valles aluviales son un determinado tipo de paisaje geográfico según Zinck, 1980. Se cree que están relacionadas con áreas estrechas y alargadas que están intercaladas por áreas de mayor despeje y presenta arroyos a lo largo del eje. Es un relieve característico que puede formarse en paisajes montañosos, mesetas o laderas. La formación de un valle está relacionada al proceso de sedimentación y erosión producida por el caudal de un río. Por ello se presenta un perfil con la superficie modelada por una curva suave y un segundo proceso de superficie irregular producto de la erosión de distintos materiales que se encuentran entrelazados como afloramientos rocosos, sedimentos blandos. (Villota, 2005)

1.10.2. GEOLOGIA

❖ ESTRUCTURAS GEOLOGICAS REGIONALES

Las deformaciones se dan de acuerdo con factores como temperatura y presiones hidrostáticas en la medida que están apliquen un esfuerzo. Entonces las deformaciones estructurales en los bloques de roca forman estructuras geológicas locales. Esto se puede simular para las propiedades reológicas del macizo.

Se tiene como estructural regionales a fallas y mantos de corrimiento considerandos como un nivel mayor en geomorfología en comparación a una estructura local como pliegues, fracturas y unidades de desplazamiento. Existen diferentes conceptos utilizados por ingeniero geólogos y civiles al momento de presentar un concepto e interpretar el origen de algunos fenómenos que este relacionados a deformaciones mecánicas. En consecuencia, se tiene valores asignados a unidades geológicas para establecer un solo concepto de término. (Suarez L., 2015).

1.10.3. GEOTECNIA

❖ CLASIFICACION DE BIENAMSKI (1973, 1975, 1989)

Se considerando los siguientes parámetros:

- La resistencia uniaxial
- Grado de fracturamiento RQD
- Espaciado entre discontinuidades
- Condición de discontinuidades
- Condiciones hidrogeológicas
- Orientación de discontinuidades

❖ SISTEMA RMR DE BIENIAWSKI (1989)

Este sistema de clasificación fue desarrollado por el profesor Z.T. Bieniawski, en el Consejo Sudafricano para la Investigación Científica e industrial (CSIR) en 1973 y fue modificado en 1989. Esta clasificación tiene las siguientes ventajas:

- Proporciona las cualidades del sitio investigado, con un mínimo de parámetros de clasificación.
- Proporciona información cuantitativa para propósitos de diseño.
- Es simple y significativa en términos pues está basada en parámetros medibles que pueden ser determinados rápidamente y a bajo costo.

Tabla 3

Clasificación geomecánica RMR de Bieniawski

Clase	Calidad de roca	RMR
I	muy buena	81 - 100
II	buena	61 - 80
III	regular	41 - 60
IV	mala	21 - 40
V	muy mala	0 - 20

Fuente: BIENIAWSKI (1989).

❖ DESIGNACIÓN DE LA CALIDAD DE ROCA (RQD)

El RQD (Rock Quality Designation), propuesto por DEERE (1967), es de uso frecuente como una medida de la calidad de testigos de perforación, en función del fracturamiento del macizo. El RQD es definido como la relación porcentual de la suma de las longitudes de testigos exentos de fracturas de 10 cm. a más, respecto a la longitud total perforada.

Ecuación 1

Ecuación para determinar el RQD

$$RQD = \frac{\text{Longitud de testigos} > 10 \text{ cm}}{\text{Longitud total perforada}}$$

Fuente: DEERE (1967).

Cuando no se cuenta con testigos de perforaciones es posible estimar el RQD en un afloramiento rocoso haciendo uso de la siguiente relación propuesta por Barton et. en (1974).

$$RQD = 115 - 3.3J_v$$

J_v = N° de discontinuidades / m³ de roca

Tabla 4

Clasificación de calidad de la roca según el RQD

RQD (%)	Calidad de roca
< 25	muy mala
25 - 50	buena
50 - 75	regular
75 - 90	buena
90 - 100	excelente



Fuente: BARTON et. en (1974).

❖ CIMENTACIÓN

(Ray K. Linsley & Joseph B. Franzini, 1978), La cimentación: es la parte de la estructura de la presa, a través de la cual se transmiten las cargas al terreno, tanto las producidas por la presión hidrostática como las del peso propio de la estructura.

La cimentación debe proporcionar un apoyo estable para el terraplén en todas sus condiciones de carga y saturación.

Debe tener resistencia a la filtración para evitar daños por erosión y pérdidas de agua.

El área de la fundación de la presa se debe limpiar totalmente removiendo todos los árboles, malezas, raíces, piedras, tierra vegetal, basuras, materiales permeables, etc., hasta llegar a una capa de suelo resistente y adecuado. La superficie obtenida para la fundación deberá ser escarificada antes de comenzar a construir el terraplén.

❖ PERMEABILIDAD

El suelo está conformado por partículas, y entre ellos existen huecos o poros interconectados por lo tanto el agua puede fluir por ellos. El suelo granulares como arenas que presentan partículas de tamaño considerable el agua puede fluir con facilidad en cambio cuando se tiene suelos finos los poros son extremadamente pequeños y el agua tiene mayores dificultades para fluir. (González de Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2002).

Tabla 5

Rango de Valores del coeficiente de permeabilidad en suelos

Rango de valores del coeficiente de permeabilidad en suelos	
Tipo de suelo	k (cm/s)
Grava mal graduada (GP)	≥ 1
Grava uniforme (GP)	0,2-1
Grava bien graduada (GW)	0,05-0,3
Arena uniforme (SP)	5×10^{-3} -0,2
Arena bien graduada (SW)	10^{-3} -0,1
Arena limosa (SM)	10^{-3} - 5×10^{-7}
Arena arcillosa (SC)	10^{-4} - 10^{-7}
Limo de baja plasticidad (ML)	5×10^{-7} - 10^{-9}
Arcillas de baja plasticidad (CL)	10^{-7} - 10^{-9}

Nota: Se muestran valores de permeabilidad k en cm/s y una clasificación de suelo. Fuente: González de Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2002.

1.11. MARCO CONCEPTUAL

- ❖ **CUENCA HIDROGRAFICA:** Desde el punto de vista hidrológico, una cuenca hidrográfica está definida como un área geográfica natural o unidad de territorio delimitada por una divisoria topográfica (Divortium Aquarum), que capta precipitaciones y drena el agua a través de una escorrentía hacia un receptor principal, denominado río principal. (Vásquez Absalón, 2016)
- ❖ **PRECIPITACION:** Es una forma de humedad concentrada en las nubes que llegan a la superficie terrestre en forma de lluvias, granizos, etc. Para la ingeniería hidrológica la precipitación es una fuente fundamental de agua en la superficie de la tierra, mediante el cual se realizan estudio para emplear su uso y su adecuado control. (Villón Béjar, 2002)
- ❖ **CAUDAL ECOLOGICO:** Se considera al flujo o escorrentía que debe ser mantenido considerados como fuentes naturales, con el objetivo de conservación de los



ecosistemas, estéticas paisajísticas, interés científico o cultural. Ahora ya defino en la reglamentación mediante el documento que aprueba una metodología para caudales ecológicos (R.J. 154-2016-ANA).

- ❖ **ESCURRIMIENTO:** Se define al agua que se origina a partir de la precipitación y que discurre sobre o bajo la superficie terrestre llegando finalmente a la salida de una cuenca. (Mijares & Aparicio, s.f.)
- ❖ **DEFICIT DE AGUA:** El agricultor necesita agua en la finca para el consumo doméstico y también para la producción agrícola y el consumo animal. Esto implica una demanda de agua y conocer cuánta agua cuenta (lluvia, pozos, riachuelos, ríos, embalses, etc.) y elegir la técnica de captación más adecuada para satisfacer sus necesidades. (Fao, Fida, 2013).
- ❖ **ALIVIADERO:** Se define como un vertedero, conducto, canal u otra estructura diseñada para consentir la descarga de los caudales de las crecientes cuando la estructura este llena. (Suarez Villar, 1982)
- ❖ **CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO:** Se denomina capacidad de carga admisible de una cimentación aquella carga que al ser aprovechada no provoque fallas o daños en la estructura a la que este soporte, aplicando un factor de seguridad. La capacidad de carga no solo está en función de las características del suelo, sino que depende del tipo de cimentación y del factor de seguridad adoptado (Patzán, 2009)
- ❖ **POROSIDAD:** La porosidad se define como la relación entre el volumen de huecos y el volumen total de una roca o suelo. Es considerado como un parámetro adimensional, dependiendo únicamente de la constitución de la roca o suelo, es decir de su textura, sin

considerar la forma geométrica ni las condiciones de formación. (González de Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2002).

- ❖ **CIMENTACION:** Se define como cimentación a la estructura conformada en la parte más baja de una estructura. Su función es trasladar la carga de la estructura al suelo sobre el que está construido. Para ello es necesario realizar un adecuado diseño y evitar generar una sobrecarga en el suelo, ya que implica generar una falla por asentamiento o falla por corte comprometiendo la estructura, para ello los profesionales utilizan como un parámetro fundamental la capacidad admisible del terreno. (Braja M., 2013)
- ❖ **VOLUMEN UTIL DE EMBALSE:** Se define como la diferencia del volumen total del embalse y el volumen muerto de acuerdo con la cota de captación. Es el volumen que puede descargarse por la estructura de servicio de acuerdo con el plan de operación anual de la presa. (MINAGRI, ANA, 2017)

1.12. MARCO REFERENCIAL

- ❖ **Ccahuata Huamán y Ccalta Arce (2023)**, en la tesis titulada “**EVALUACION GEOLOGICA Y GEOTECNICA PARA EL EMPLAZAMIENTO DE LA PRESA ARURI – CHUMBIVILCAS**”, evalúan las características geológicas y los parámetros geotectónicos de la zona para el emplazamiento de la presa, reconocen la estabilidad física de la zona y calculan la capacidad admisible del suelo y de la roca subyacente a la Presa. Para lo cual se realizó un levantamiento topográfico, mapeo geológico, estudios geofísicos de sondaje eléctrico vertical (SEV), calicatas, perforaciones diamantinas, etc.

Se encontró que la geología está conformada a grandes rasgos por morrenas cuaternarias y rocas intrusivas pertenecientes al batolito de Apurímac.



Geomorfológicamente la zona está emplazada en un circo glaciar, por lo que se prevé utilizar la geoforma como vaso de la presa.

- ❖ **Gutierrez Ramírez y Quispe Lacuta (2022)**, en la tesis “**ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO DEL TERRENO DE FUNDACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA HUISILLOPUNKU – SANTO TOMAS**” determinan las características geológicas y geotécnicas para garantizar la estabilidad y estanquidad de la presa Huisillopunku.

Para lo cual se evaluaron las características geológicas, geomorfológicas, geotécnicas y estructurales; las condiciones hidrológicas e hidrogeológicas, los peligros de geodinámica interna y externa y el impacto ambiental que provocara la construcción de la presa.

Se prevé que la construcción de la presa Huisillopunku mejore la productividad agrícola de varias comunidades pertenecientes a los distritos de Santo Tomas y Colquemarca.

Geomorfológicamente la zona de la presa corresponde a un valle glaciar del pleistoceno, por lo que se aprovechara la forma oval del valle para el vaso y la garganta de la cuenca para el eje de la presa. Geológicamente, la zona esta predominado por la formación Alpabamba y depósitos cuaternarios. Estructuralmente, una falla local atraviesa la parte superior izquierda donde se emplazará en dique. Hidrológicamente, se identificó acuíferos, acuitardos y acuicludos. Geo dinámicamente la zona no presenta riesgo alto para la construcción de la presa. Las condiciones geotectónicas son favorables para la construcción de la presa.



❖ **Riveros Cáceres, Frank Abel (2018)**, en la tesis titulada **“ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA CACHIMAYO, EN EL DISTRITO DE ASCENSIÓN, PROV. Y DPTO. DE HUANCAMELICA”**

evalúan la construcción de una presa de tierra de 25 MMC. Por lo que se determinan las condiciones geológicas y geotécnicas, para proponer la ubicación del eje de la presa y las condiciones de cimentación. Para lo cual se realizó calicatas, perforaciones geotécnicas, pruebas de permeabilidad, SPT y logeo geotécnico.

Se encontró que la geología de la zona está conformada por depósitos cuaternarios (aluviales, diluviales, fluviales, de bofedal, morrenas), y en los flancos izquierdo y derecho afloran rocas volcánicas y sub volcánicas de andesita. Estos depósitos andesíticos servirán para los estribos, ya que presentan un RMR de II a IV.

La capacidad portante del suelo es de 3.801 a 21.580 kg/cm y de la andesita es de 55.81 y 83.93 Kg/cm². El sustrato presenta una permeabilidad alta a moderada.

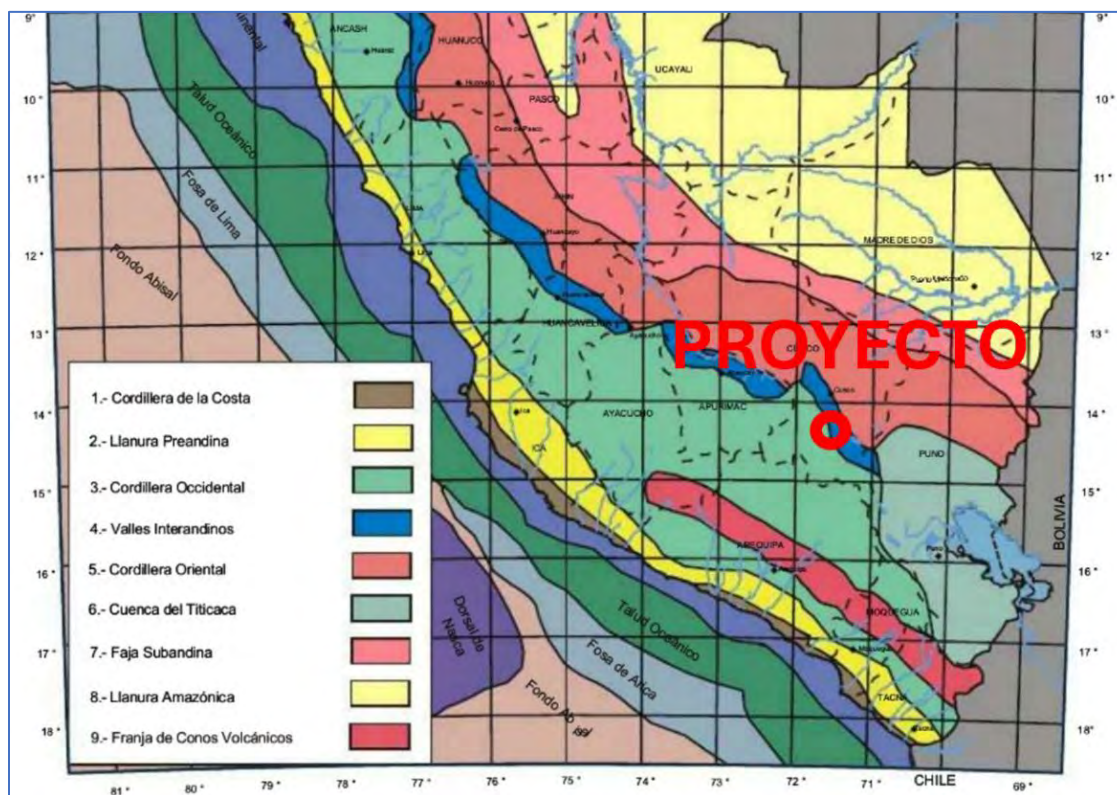
CAPITULO II: GEOMORFOLOGÍA

2.1. GENERALIDADES

A escala nacional, la zona de estudio se encuentra ubicado en la cordillera Occidental. Específicamente en la unidad denominada Arco volcánico, esta unidad presenta desniveles comprendidos entre los 3600 m.s.n.m. a 4800 m.s.n.m., y se caracteriza por presentar cadena de conos y domos volcánicos que fueron erosionados por una intensa erosión glaciar, observándose en las zonas más altas presencia de depósito glacio – fluviales como depósitos morrénicos laterales y frontales en las partes altas. (Mendivil y Davila, 1994).

Figura 1

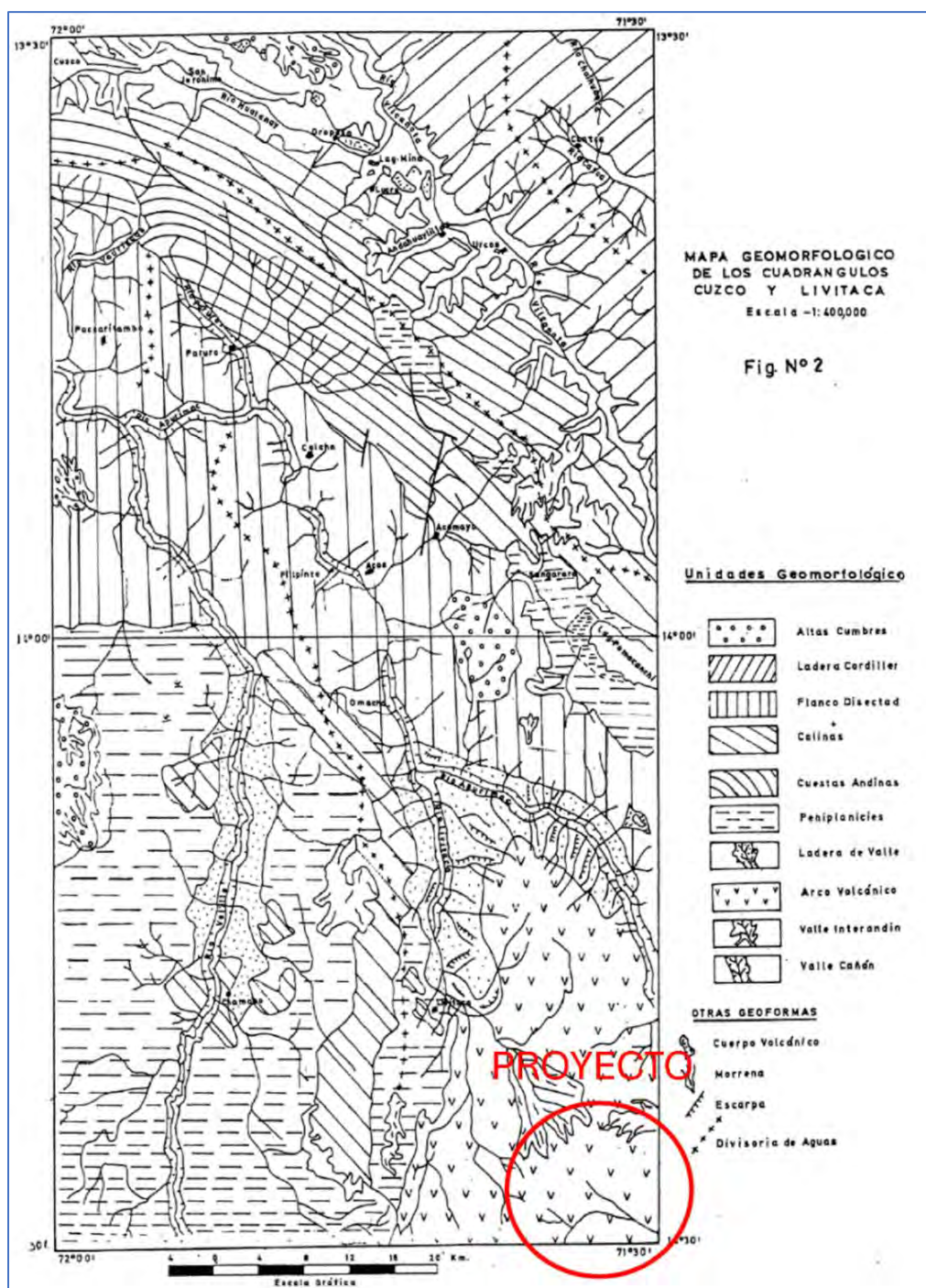
Unidades Morfoestructurales del Perú



Fuente: (Lecaros et al, 2000).

Figura 2

Mapa Geomorfológico de los cuadrángulos de Cusco y Livitaca



Fuente: (Lecaros et al, 2000).



2.2. UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS REGIONALES

2.2.1. CERROS

Estas unidades están constituidas por elevaciones que fluctúan entre los 4500 y 4752 m.s.n.m., donde en la mayor parte de estas superficies, afloran rocas volcánicas cubiertas por escombros de talud y depósitos aluvio – coluvial, en ciertas zonas de pendiente moderada a fuerte. La acción de la geodinámica en estas unidades es poco activa, presentando mayormente erosión superficial por sobrepastoreo.

2.2.2. LOMAS Y COLINAS

Son unidades constituidas por promontorios aislados o contiguos que se han desarrollado al pie de los cerros, presentan una superficie suavemente ondulada, bordeadas por laderas de pendiente moderada a suave, desarrolladas por lo general sobre altitudes que varían entre los 3800 y 4200 m.s.n.m.

2.2.3. QUEBRADAS

En la zona se encuentran varias quebradas, de las cuales las más importantes son: Las quebradas Chullunquituni, Inca Cancha y Occochucho. Estas al unirse forman la quebrada Caquincora que luego de recibir los aportes de quebradas más pequeñas, desembocan en el río Apurímac. Estas quebradas se caracterizan por presentar flancos empinados a moderadamente empinado con fondos estrechos a moderadamente estrechos.

2.2.4. CONOS DE DEYECCIÓN

Estas geoformas se presentan en la confluencia de las quebradas afluyentes a las quebradas principales, geoformas que en algunos casos no presentan la morfología característica del cono al estar cubiertas por material glacio – fluvial de terraza en la zona media y laterales del cauce.

2.2.5. LADERAS

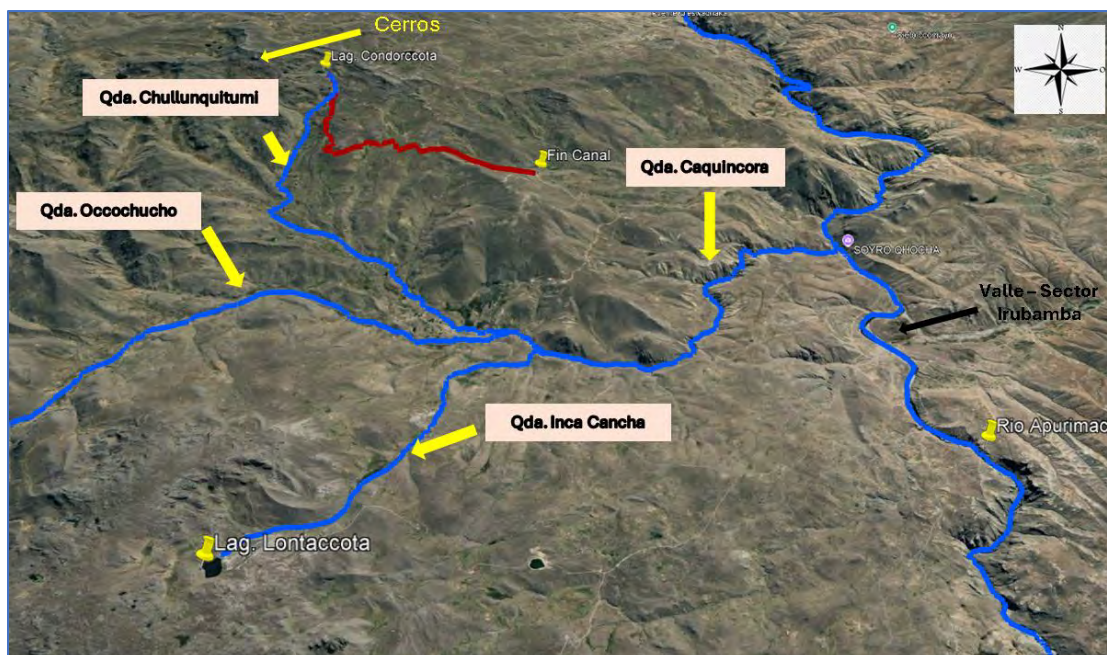
Las laderas presentan en el área son de pendiente fuerte (mayor a los 45°), moderada (entre 45° y 30°) a suave (menor a 30°); estas áreas en su mayoría se presentan estables, solo con erosión superficial de sobrepastoreo.

2.2.6. VALLE

La zona está representada por el Valle del río Apurímac, de morfología angosta y encañonada en la mayor parte del cauce, en el sector Irubamba se observa un ensanchamiento del valle. El río presenta un perfil longitudinal de pendiente suave, con terrazas aluviales en la margen derecha, existiendo además un abanico aluvial formado por el desfogue del río Checca al río Apurímac.

Figura 3

Unidades geomorfológicas de la Cuenca Regional



Fuente: Google Earth Pro.

2.3.GEOMORFOLOGÍA LOCAL

Para la geomorfología local, se usó el sistema CIAF de clasificación fisiográfica del terreno propuesto por (Villota, 1992).

2.3.1. ANÁLISIS FISIAGRÁFICO.

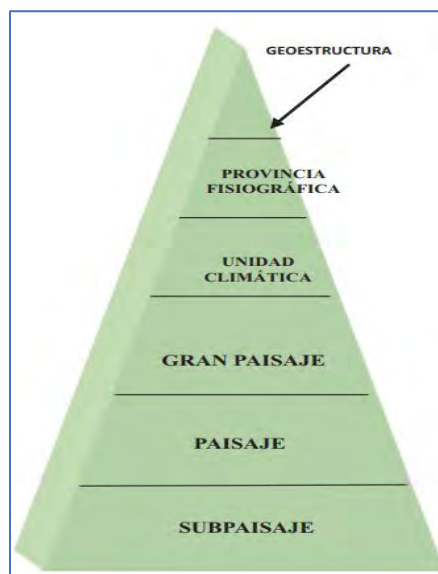
El sistema CIAF, de las siglas “Centro Interamericano de Fotointerpretación”, es un método que delimita unidades de terreno en base a la interpretación de imágenes satelitales, de radar y fotografías aéreas.

Estas unidades son establecidas mediante una síntesis biofísica de elementos, como la geomorfología, el material litológico superficial, la vegetación natural y la red de drenaje y se enmarcan en las condiciones climáticas definidas (Serrato, 2009).

Este método, clasifica las unidades de una manera jerárquica, de lo general a lo específico, en cinco categorías.

Figura 4

Sistema de clasificación fisiográfica CIAF



Fuente: (Villota, 1997).



2.3.1.1. PROVINCIA FISIAGRÁFICA

La Cordillera Occidental es una de las principales cadenas montañosas que conforman la Cordillera de los Andes en el Perú. Presenta una dirección andina (SE-NW) y constituye el límite entre la entre el altiplano y las pampas costeras, en el sur del Perú, según las Unidades morfoestructurales del Perú propuesto por Benavides Cáceres (1999)

Desde una perspectiva geomorfológica, la Cordillera Occidental se caracteriza por su relieve abrupto y variado, que incluye picos nevados, volcanes activos y extintos, profundos valles interandinos y extensas mesetas altoandinas. Los procesos glaciares, volcánicos y fluviales han dejado huellas evidentes en el paisaje, como morrenas, calderas, cañones y terrazas aluviales, además se presentan glaciares tropicales.

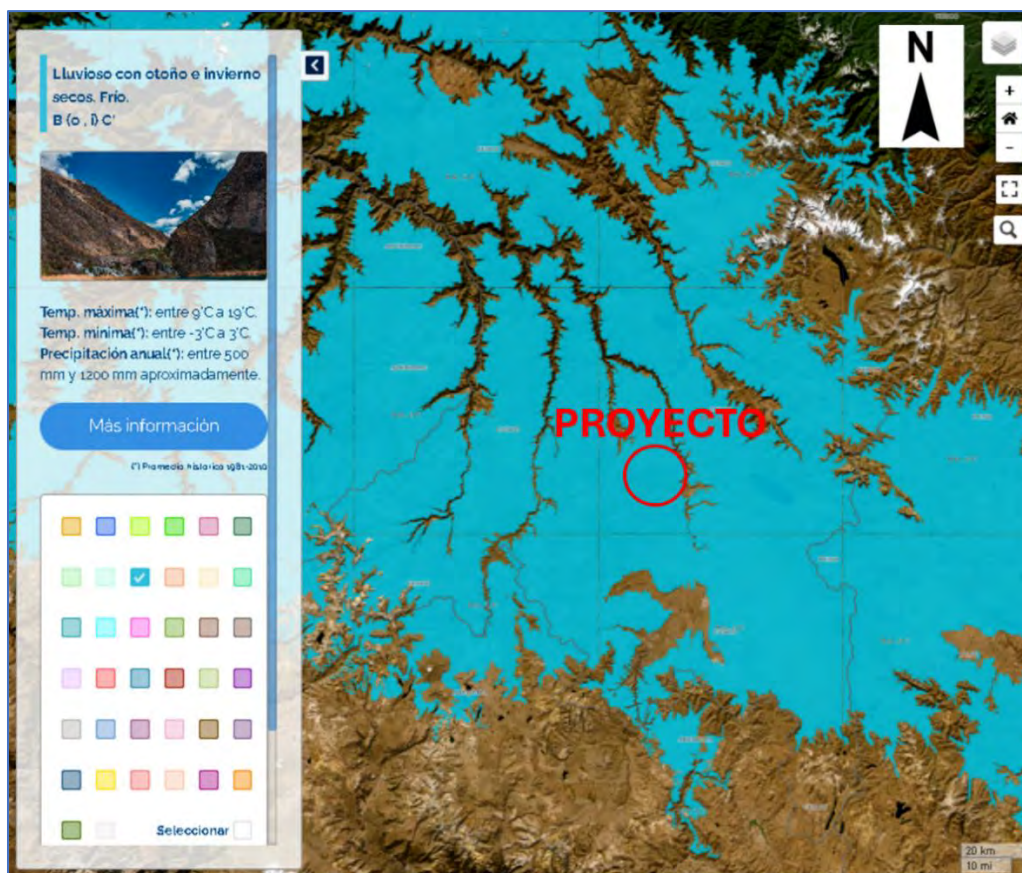
2.3.1.2. PROVINCIA CLIMÁTICA

Para establecer la provincia climática, se usó el mapa de clasificación climática del Perú, desarrollado por SENAMHI actualizado al 2020. Este mapa utiliza el sistema de clasificación climática propuesto por Thornthwaite, que toma en cuenta valores de precipitación y temperatura para calcular los índices de Precipitación Efectiva (IPE), Concentración Estacional de Humedad (ICEH) y Eficiencia Térmica (IET), con las que establece una relación lineal con las variables: altitud, latitud, longitud y región natural, para generar el mapa (Thornthwaite, 1948).

Según lo expuesto, la zona de estudio tiene el código B(o,i)C', que corresponde a un clima de tipo lluvioso, frío y con otoño e invierno seco. Esta región presenta durante el año, en promedio, temperaturas máximas de 9°C a 19°C y temperaturas mínimas de -3°C a 3°C. Además, los acumulados anuales de precipitación de pueden variar desde los 500 mm hasta los 1200 mm aproximadamente (SENAMHI, 2020).

Figura 5

Provincia climática: Lluvioso con otoño e invierno seco



Fuente: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>.

2.3.1.3.GRAN PAISAJE

Las unidades de gran paisaje corresponden al ambiente morfogenético que debe estar cubierto por una unidad climática. El gran paisaje comprende complejos de paisajes con relaciones de afinidad de tipo climático, geo genético, litológico y topográfico (Villota, 1997). Se observaron dos unidades de gran paisaje dentro de la cuenca, relieve montañoso en un ambiente morfogenético glacio - volcánico y valle en un ambiente morfogenético glaciofluvial.

2.3.1.3.1. RELIEVE MONTAÑOSO GLACIO -VOLCÁNICO:

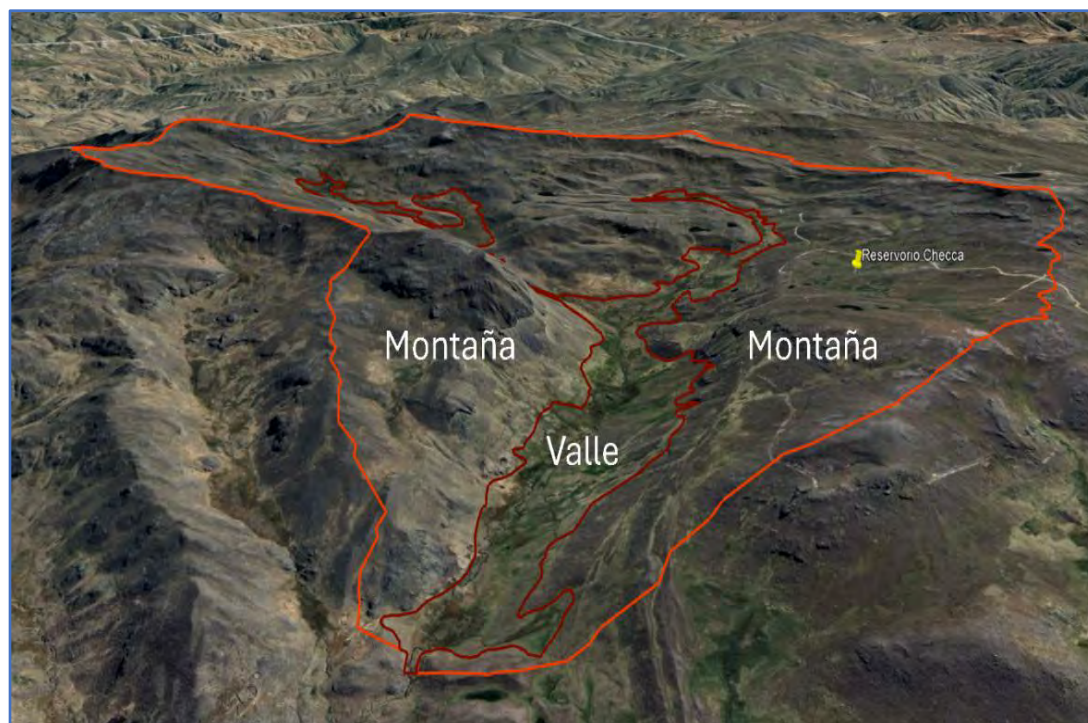
Esta unidad de Gran paisaje corresponde a una topografía elevada donde predomina un relieve accidentado con pendientes inclinadas a empinadas, en esta unidad la acción de los glaciares modeló las montañas compuestas de rocas volcánicas antiguas del Grupo Barroso.

2.3.1.3.2. VALLE FLUVIO-GLACIAR

Esta unidad de Gran paisaje corresponde a la zona baja de la cuenca donde los materiales productos de la erosión se sedimentaron en el que se presentan pendientes menos pronunciadas, la topografía de este valle fue esculpido originalmente por la acción de los glaciares y posteriormente modificado por procesos fluviales.

Figura 6

Unidades de Gran paisaje



Fuente. Google Earth.

2.3.1.4. PAISAJE

La unidad de paisaje se establece como una categoría subordinada a un gran paisaje con base en su morfología específica, que ha sido determinada por los procesos tectónicos y morfodinámicos activos, a la cual se le adicionan como atributos diferenciadores el material(es) litológico(s) subyacente(s) o la edad (Serrato, 2009).

En la unidad de gran paisaje de Relieve montañoso se identificaron cuatro unidades de paisaje: Cima, vertiente, vertiente disectada y valle colgante, mientras que en la unidad de valle se identificaron tres unidades: Vertiente, fondo de valle y llanura.

2.3.1.4.1. CIMA

Este paisaje corresponde a las porciones más elevadas de los relieves montañoso, en este caso se observaron que las pendientes son predominantemente allanadas, no se observan picos puntiagudos característicos de montañas más jóvenes.

Figura 7

Paisaje cima



2.3.1.4.2. VERTIENTE

Corresponde a la parte inclinada del relieve de las montañas, que se encuentra entre la cima y el fondo de valle, se observó en general que la inclinación de las vertientes en esta cuenca no es demasiado pronunciada.

Figura 8

Paisaje vertiente



2.3.1.4.3. VERTIENTE DISECTADA

Corresponde a las vertientes que fueron afectadas por diferentes procesos geológicos y geodinámicos, ligados a la naturaleza del terreno. Por lo que las laderas no son uniformes y se presentan surcos, cárcavas, escarpes, etc.

Figura 9

Paisaje vertiente disectada



2.3.1.4.4. FONDO DE VALLE

Corresponde a la parte más baja del valle que se encuentra entre las dos vertientes o laderas, donde las pendientes se vuelven más suaves y allanadas, se observa un fondo de valle bastante amplio y con presencia de un río sinuoso, característico de valles glaciares.

Figura 10

Paisaje fondo de valle



2.3.1.4.5. LLANURA

En la parte más proximal de la cuenca, se observaron llanuras producto de la sedimentación en antiguos circos glaciares, donde la pendiente es allanada.

Figura 11

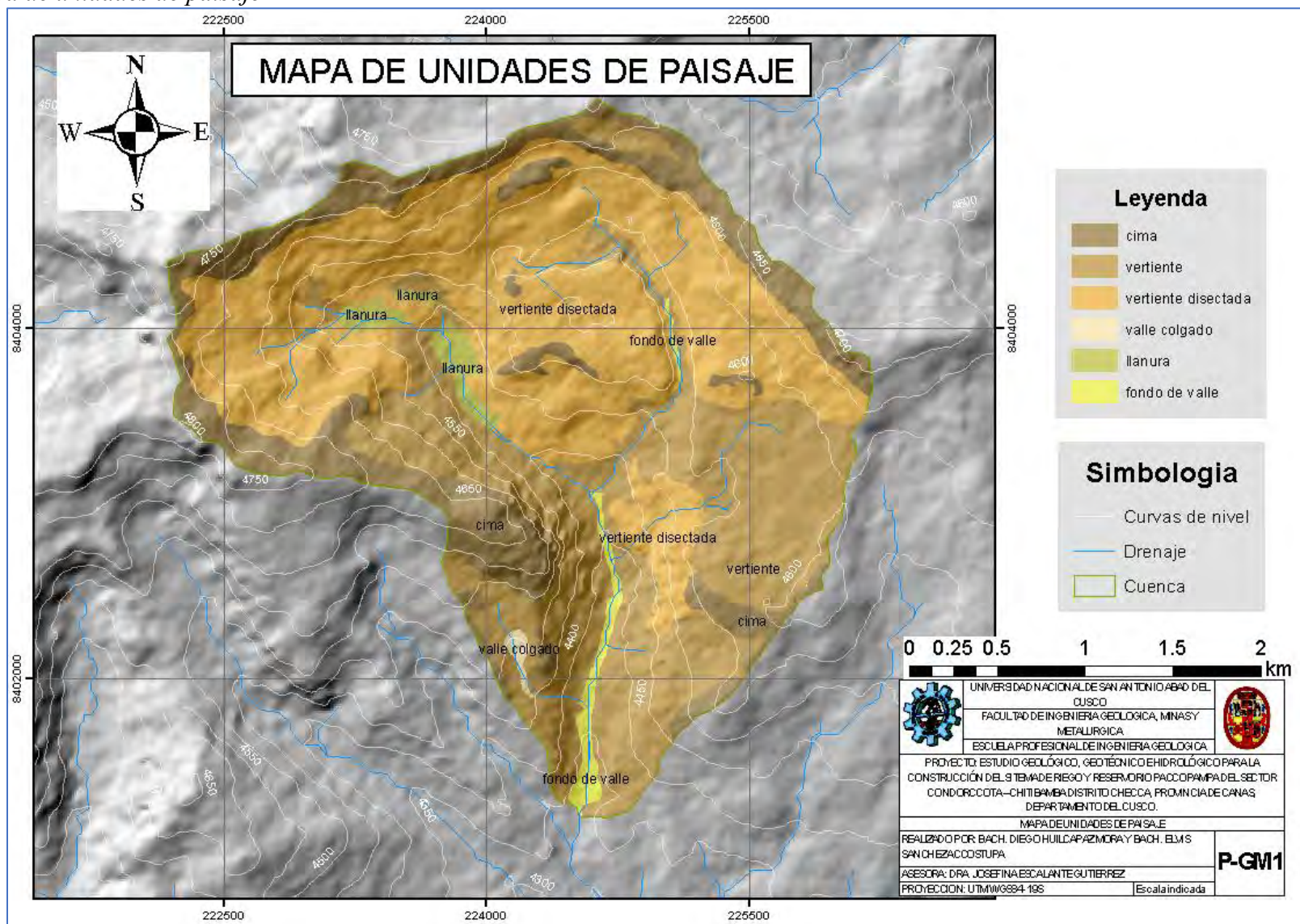
Paisaje llanura





Plano 2

Mapa de unidades de paisaje





2.3.1.5. PENDIENTE

Para realizara el cálculo de las pendientes se usó el criterio de clasificación de la ONERN (1975), que considera 8 rango de clases para clasificar la pendiente según la tabla indicada. Donde se puede observar que predomina la pendiente Empinada con un 37.82% del área total, seguido de la moderadamente empinada y la fuertemente inclinada, lo que indica que indica una alta pendiente de la cuenca de estudio.

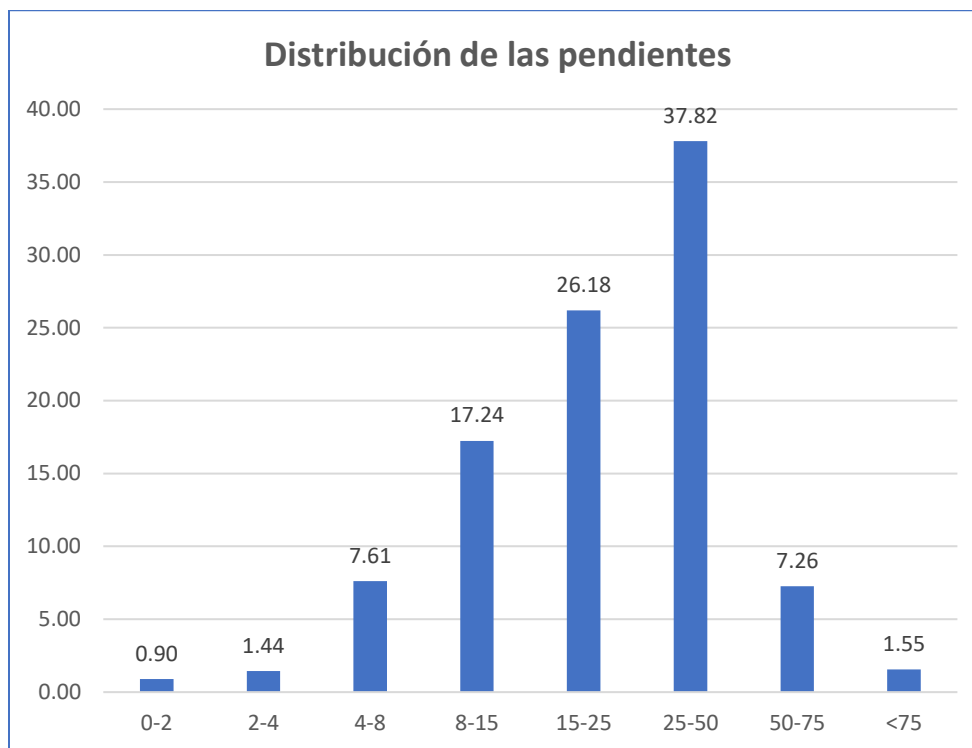
Tabla 6

Clasificación de pendientes

Simbología	Pendiente (%)	Descripción	Área(km)	Área (%)
A	0-2	Plano o casi nivel o allanado	0.09	0.90
B	2-4	Llano o ligeramente inclinado	0.14	1.44
C	4-8	Moderadamente inclinado	0.75	7.61
D	8-15	Fuertemente inclinado	1.71	17.24
E	15-25	Moderadamente empinado	2.59	26.18
F	25-50	Empinado	3.75	37.82
G	50-75	Fuertemente empinado	0.72	7.26
H	<75	Extremadamente empinado	0.15	1.55
TOTAL			9.91	100%

Figura 12

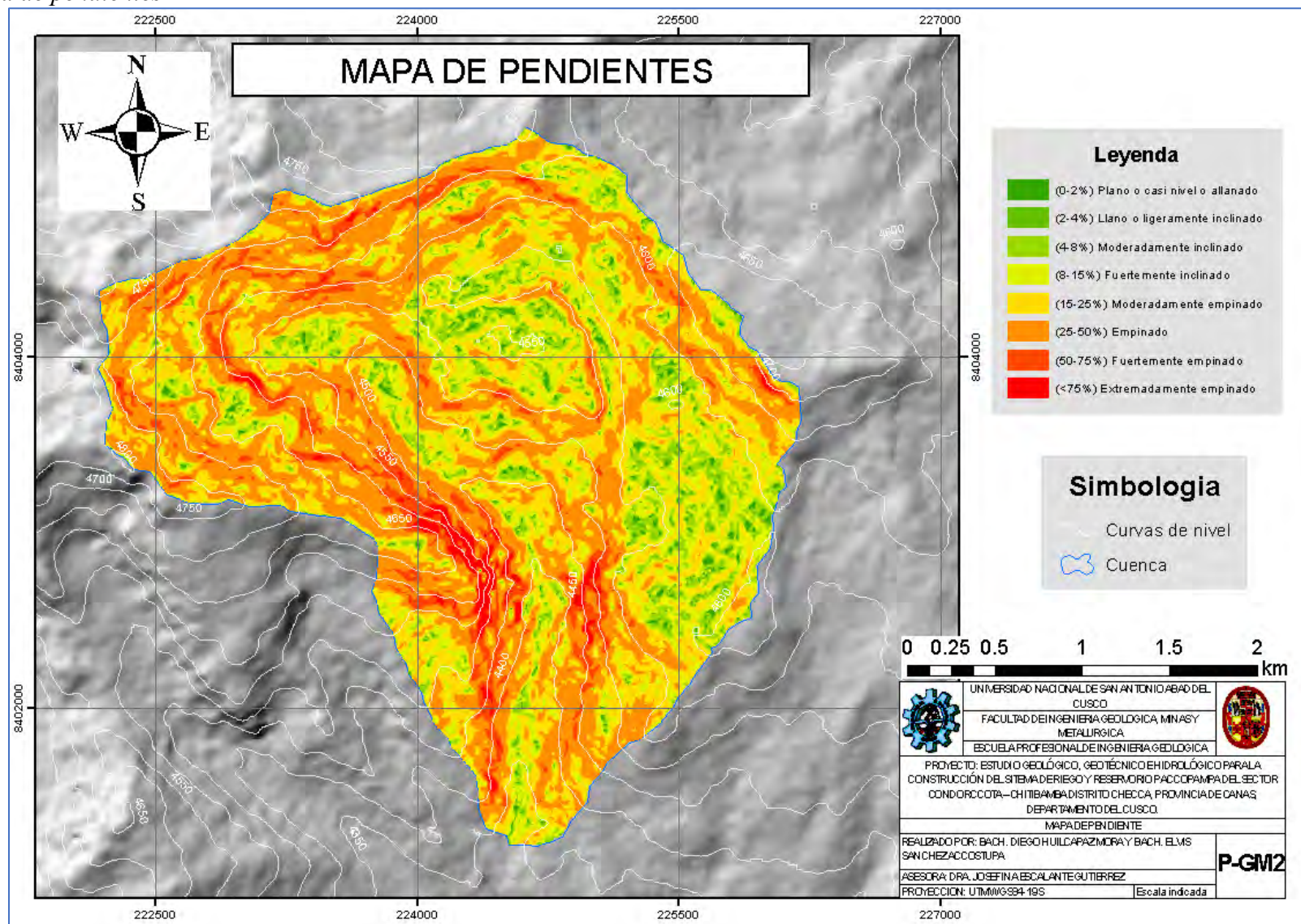
Distribución de pendientes





Plano 3

Mapa de pendientes





2.3.1.6.GEOMORFOLOGIA DE LA CUENCA

Para concluir, se procedió a integrar las unidades de gran paisaje, paisaje y pendiente, quedando como resultado el mapa geomorfológico de la cuenca. En la siguiente tabla se observan las unidades fisiográficas encontradas en la cuenca.

Tabla 7

Unidades fisiográficas por área

Unidades fisiográficas	Área (km)	Área %
Cima de montaña glacio volcanica Moderadamente inclinado	0.006	0.069
Cima de montaña glacio volcanica Fuertemente inclinado	0.140	1.510
Cima de montaña glacio volcanica Moderadamente empinado	0.469	5.067
Cima de montaña glacio volcanica Empinado	0.951	10.280
Cima de montaña glacio volcanica Fuertemente empinado	0.079	0.854
Cima de montaña glacio volcanica Extremadamente empinado	0.037	0.398
Valle colgado de montaña glacio volcanica Moderadamente empinado	0.026	0.279
Vertiente disectada de montaña glacio volcanica Moderadamente inclinado	0.089	0.959
Vertiente disectada de montaña glacio volcanica Fuertemente inclinado	0.732	7.910
Vertiente disectada de montaña glacio volcanica Moderadamente empinado	1.210	13.085
Vertiente disectada de montaña glacio volcanica Empinado	1.754	18.959
Vertiente disectada de montaña glacio volcanica Fuertemente empinado	0.194	2.102
Vertiente disectada de montaña glacio volcanica Extremadamente empinado	0.012	0.132
Vertiente de montaña glacio volcanica Moderadamente inclinado	0.113	1.225
Vertiente de montaña glacio volcanica Fuertemente inclinado	0.659	7.125
Vertiente de montaña glacio volcanica Moderadamente empinado	0.594	6.422
Vertiente de montaña glacio volcanica Empinado	0.818	8.849
Vertiente de montaña glacio volcanica Fuertemente empinado	0.220	2.381
Vertiente de montaña glacio volcanica Extremadamente empinado	0.049	0.528
Fondo de valle fluvio glaciario Fuertemente inclinado	0.097	1.053
Fondo de valle fluvio glaciario Moderadamente empinado	0.028	0.302
Fondo de valle fluvio glaciario Empinado	0.006	0.060
Llanura valle fluvio glaciario Fuertemente inclinado	0.114	1.238

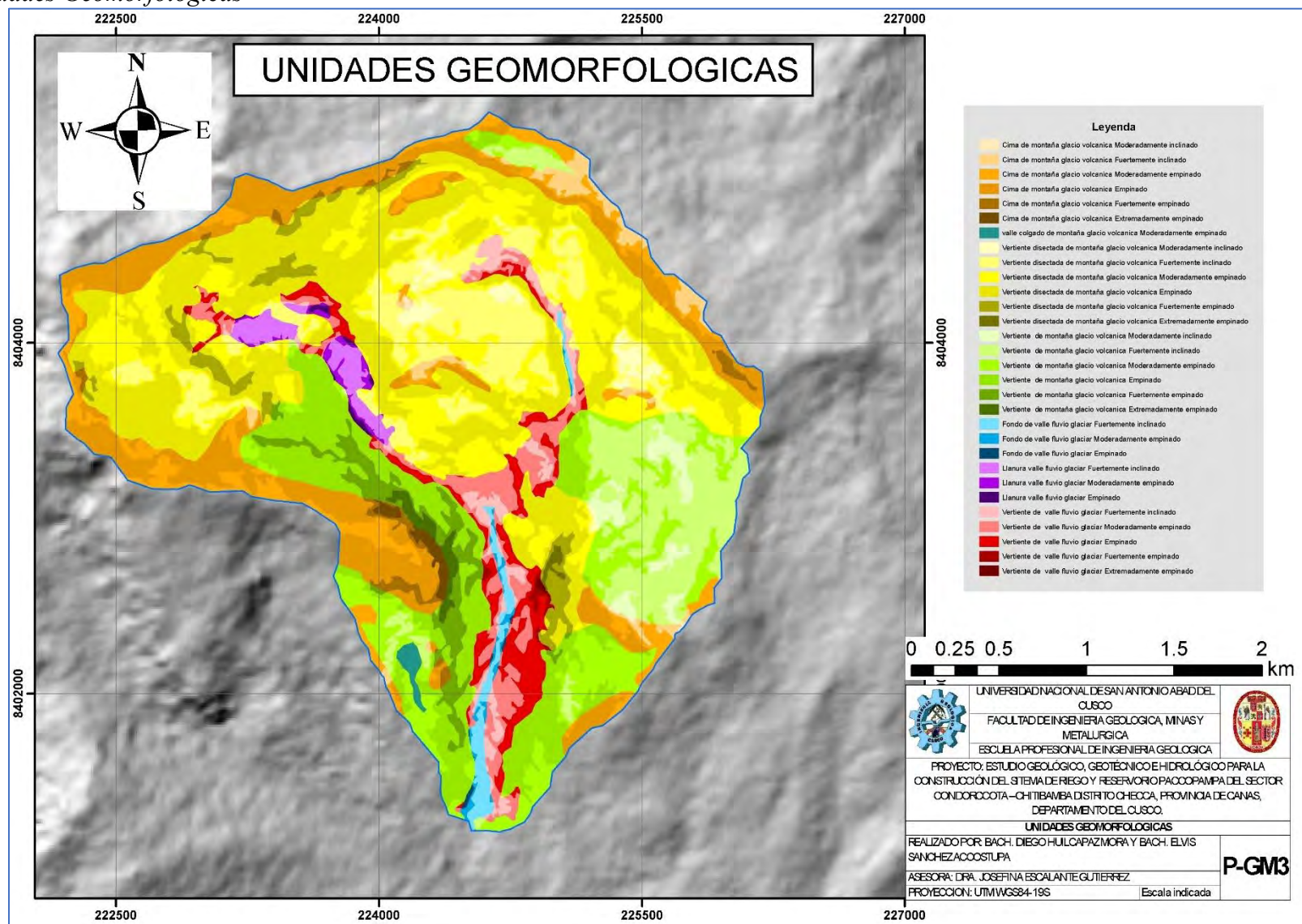


Unidades fisiográficas	Área (km)	Área %
Llanura valle fluvio glaciar Moderadamente empinado	0.031	0.334
Llanura valle fluvio glaciar Empinado	0.013	0.143
Vertiente de valle fluvio glaciar Fuertemente inclinado	0.155	1.674
Vertiente de valle fluvio glaciar Moderadamente empinado	0.337	3.646
Vertiente de valle fluvio glaciar Empinado	0.295	3.187
Vertiente de valle fluvio glaciar Fuertemente empinado	0.018	0.198
Vertiente de valle fluvio glaciar Extremadamente empinado	0.003	0.030
TOTAL	9.249	1.000



Plano 4

Unidades Geomorfológicas





CAPITULO III: LITOLOGIA

3.1.LITOLOGIA REGIONAL

La geología en la zona está constituida por rocas ígneas extrusivas y rocas vulcano-sedimentarias cuyas edades van desde el Paleógeno medio (Eoceno) al cuaternario inferior (pleistoceno) que han sido erosionado por acción de los glaciares del holoceno.

3.1.1. GRUPO PUNO (EOCENO-OLIGOCENO)

El Grupo Puno fue reconocido inicialmente por GHERH en 1915 y posteriormente, en 1936, fue elevado a formación por Cabrera La Rosa y Petersen de acuerdo con afloramientos en los alrededores del lago Titicaca, y en 1949 a la categoría de grupo. Está compuesto principalmente por areniscas feldespáticas (arcosas) y conglomerados polimícticos con matriz arenosa roja a parda. Presenta interestratificaciones de limo arcillitas rojas, niveles de conglomerados y características de ambientes fluviales.

Este grupo aflora ampliamente en la planicie altiplánica, con afloramientos en Mañazo, río Cotaña, cerro Tacaracca, cerro Coallaque y otras localidades (Valencia y Rosell, 2003).

El Grupo Puno en general yace en discordancia angular sobre las calizas de la Formación Arcurquina e infrayace a los aglomerados del Grupo Tacaza y a los volcánicos del Grupo Barroso.

De acuerdo con las charofitas reportadas al Este de la hacienda Urcunimuni por Chonove, G. et al (1969) la edad es Oligoceno. En el cuadrángulo de Ocuvi (31u), al Grupo Puno se considera de edad Paleógena (Eocena-Oligocena) (De la cruz, 1995).

Se le correlaciona con las formaciones Soncco y Anta en la zona de Cusco. (Carlotto y Cárdenas, 2003)



3.1.2. GRUPO TACAZA (OLIGOCENO – MIOCENO)

El Grupo Tacaza es una unidad geológica que representa un episodio importante del volcanismo del Neógeno en el sur del Perú a lo largo de la cordillera occidental. Fue descrito por primera vez por la secuencia volcánica que afloran cerca de la mina Tacaza, localizada aproximadamente a 15 Km. al Noroeste de Santa Lucía, Puno (De la cruz, 1995).

Este grupo se desarrolló durante el Oligoceno tardío al Mioceno, y se caracteriza por una sucesión de rocas volcánicas y volcano-sedimentarias que incluyen bloques, tobas, lavas y flujos de brechas, aglomerados, lapillis, ignimbritas, sedimentos fluviales y lacustres y es considerado como el episodio volcánico más antiguo y de mayor extensión del Cenozoico (De la cruz, 1995).

Descansa en discordancia sobre rocas del Mesozoico o del Grupo Puno, y sobre yace episodios volcánicos más recientes como el Grupo Maure. En el cuadrángulo de Cusco y Livitaca, se correlaciona con la formación Alpabamba (Mendivil y Dávila, 1994).

3.1.3. GRUPO MAURE (MIOCENO)

El Grupo Maure es una unidad geológica volcánica y volcano-sedimentaria del sur del Perú, formada durante el Mioceno. Su nombre se define por los estratos que afloran en el Rio Muari en territorio boliviano cerca de la frontera con Perú. Este grupo está compuesto principalmente por depósitos de origen volcánico estratificado (ignimbritas, tabas aéreas, lavas, andesitas basálticas y escasamente bloques de tobas) intercalados con sedimentos fluvio-lacustres (predominan tabas retrabajadas, limolitas, fangolitas, calizas con algunas areniscas, conglomerados y lutitas negras). (UNMSM, 2000)



El grupo Maure se encuentra suprayaciendo sobre rocas del Paleógeno (Grupo Puno y grupo Tacaza) y cubierto por rocas volcánicas (Grupo Barroso). Esta unidad es considerada del Mioceno inferior.

Palacios (1993) menciona que el Grupo Maure es parcialmente equivalente en tiempo a los Grupos Sillapaca, Barroso y Palca. Asimismo, es equivalente a una parte de las Formaciones Capillune, Sencca, Maure, Quemillone y Pichu, mapeadas en otros sitios del sur del Perú (Valdivia et al., 2023).

3.1.4. GRUPO BARROSO (PLIOCENO- PLEISTOCENO)

El Grupo Barroso es una unidad geológica ubicada en la cordillera occidental del sur del Perú, que se extiende desde el norte de Chile hasta aproximadamente los 13° de latitud sur, que reconocido por primera vez en Tacna por Castro (1960). Está conformado por lavas, depósitos piroclásticos y aparatos volcánicos correspondientes a episodios volcánicos ocurridos entre el Plioceno-Pleistoceno, siendo una de las expresiones más significativas del volcanismo asociado a la subducción de la Placa de Nazca.

Las secuencias volcánicas del Grupo Barroso se depositaron sobre los Grupos Maure y Sillapaca, y en ausencia de estos directamente sobre el Grupo Tacaza. Sobre el Grupo Barroso se depositó en disconformidad (erosión glacial) los volcánicos cuaternarios tardíos de este mismo evento.

El Grupo Barroso presenta varias fases de emplazamiento, donde se distinguen dos fases: Una primera fase explosiva localizada a 4 km al Nor-Este del cerro Huaycha, conocido como la Formación Huaycha. Y Una Segunda fase efusiva lávica y algo brechoide, que conforma la cadena de cerros de Poccotera, Llacahuani, Laclle Orcco, Taypetera, etc., conocido como la Formación Casanuma. (De la cruz, 1995).



Plano 5

Mapa geológico regional

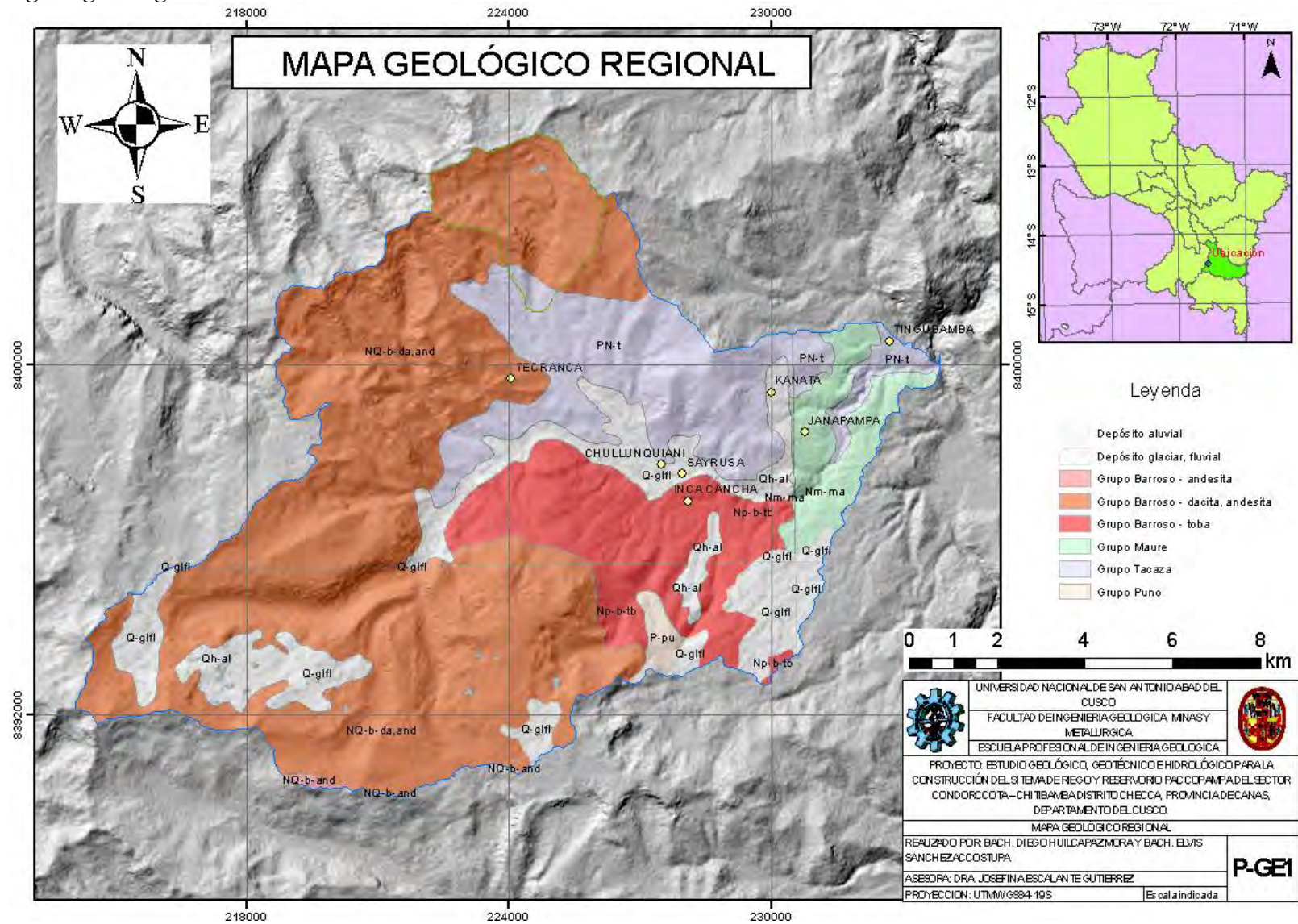
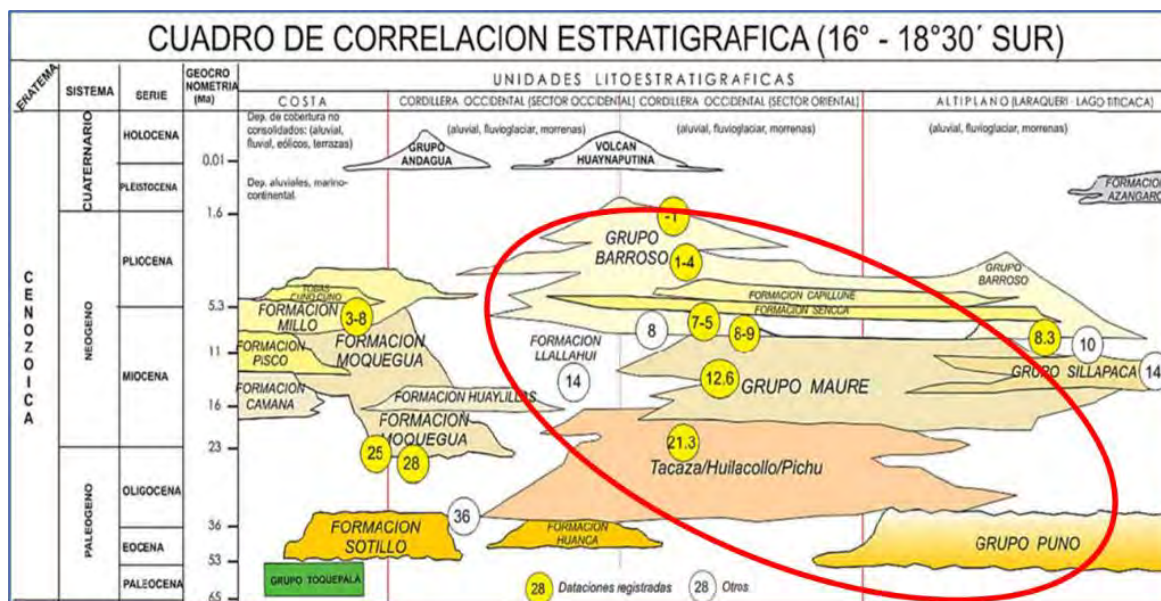


Figura 13*Correlación estratigráfica del sur peruano**Fuente: Martinez, 2003.*

3.2. LITOLOGIA LOCAL

3.2.1. GRUPO BARROSO

3.2.1.1. FORMACIÓN CASANUMA

Conformado por depósitos de andesita afanítica gris oscura, perteneciente a la segunda fase efusiva del Grupo Barroso, conocida como la Formación Casanuma, compuesta por flujos de lava, brechas volcánicas, rocas piroclásticas y algunos aglomerados de baja oxidación, intercalados con Tobas y depósitos de cenizas volcánicas de color claro, esta formación es predominante sobre todo es la cabecera de la cuenca del área de estudio.

Figura 14

Afloramiento de Andesita



3.2.2. GRUPO TACAZA

Está conformado por intercalación de flujos andesíticos, areniscas y limolitas gris violácea con conglomerado de composición volcánica. Afloran en la porción Este del sistema de riego.

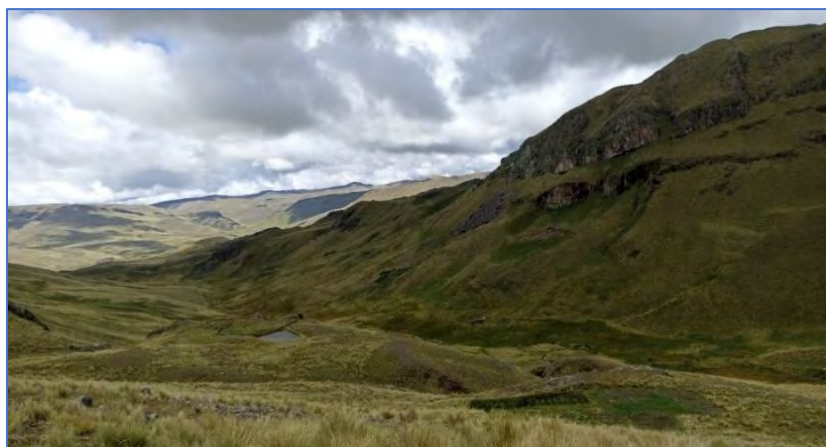
3.2.3. DEPÓSITOS CUATERNARIOS

3.2.3.1. DEPÓSITOS FLUVIOGLACIARES

Conformado por acumulaciones de sedimento transportados y depositados por la acción de corrientes de agua producto del derretimiento de un glaciar en las laderas, planicies y valles de montañas glaciares, están constituidos por clastos redondeados a subredondeados de composición volcánica en una matriz limo arenosa.

Figura 15

Deposito Fluvioglacial.



3.2.3.2. DEPÓSITOS MORRENICOS

Conformado por acumulaciones de sedimentos y rocas transportadas y depositadas por un glaciar que arrastra a medida que avanza y deja sedimentado cuando el glaciar se retira o se derrite. Está constituido por gravas angulosas – subangulosos en una matriz limo-arenosa.

Figura 16

Depósitos morrénicos

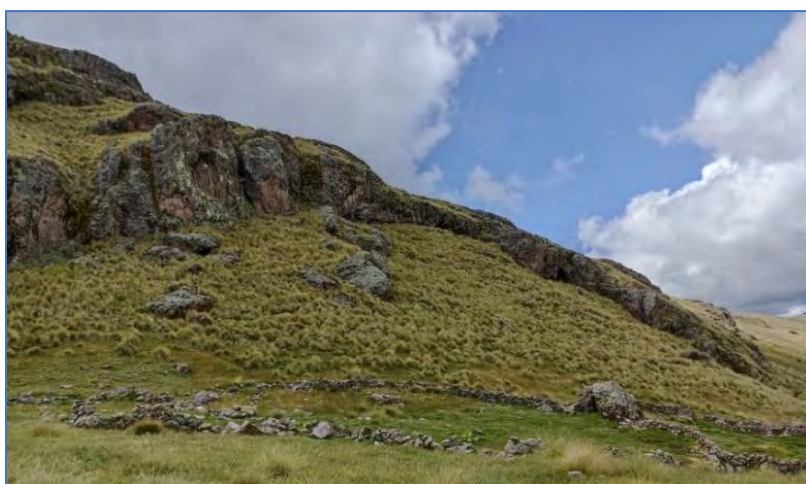


3.2.3.3.DEPÓSITOS COLUVIALES

Representado por acumulaciones de sedimentos transportados y depositados por la acción de la gravedad (deslizamientos, caída de rocas, flujo de detritos) en las laderas y en la base de pendientes. Están constituidos por clastos angulosos a sub angulosos de composición volcánica, en una matriz limo arcillosa.

Figura 17

Deposito Coluvial



3.2.3.4.DEPÓSITOS BOFEDALES

Están conformado por depósitos de material orgánico que se encuentran mezclados con material arcilloso, la mayoría de estos depósitos se encuentran saturados, estos bofedales son alimentados por manantes que nacen al este de la zona de recargados por la esorrentía, precipitaciones pluviales y aguas subterráneas que en épocas de estiaje estas secan.

Figura 18

Deposito bofedal



3.2.3.5.DEPÓSITOS ALUVIALES

Corresponden a sedimentos recientes acumulados por la acción de corrientes de agua en partes bajas de la zona de estudio, principalmente en cauces activos y planicies de inundación. Están conformados por materiales no consolidados, de granulometría variable, que incluyen gravas subangulosas a subredondeadas, arenas medianas a gruesas, limos y en menor proporción arcillas.

Figura 19

Deposito aluvial



3.2.3.6. DEPÓSITOS DELUVIALES

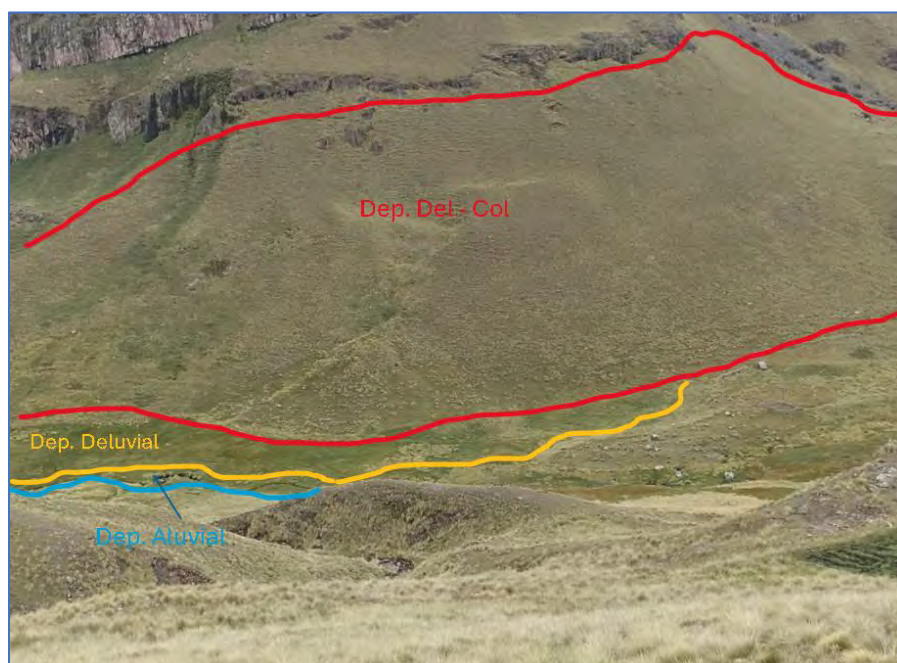
Son depósitos transportados por el agua de escorrentía o lluvia, transportados a las partes más bajas de la zona estudiada, se presentan principalmente en las partes bajas hacia el este. Están comprendidas por suelos de arenas limosas, limos con algunas gravas y clastos aislados.

3.2.3.7. DEPÓSITOS DELUVIALES – COLUVIALES

Son depósitos de ladera, están formadas por la mezcla de materiales de origen pluvial y por otra parte por gravedad, comprenden materiales de gravas limosas, gravas arenosas mezcladas en porcentaje variable con clastos angulosos.

Figura 20

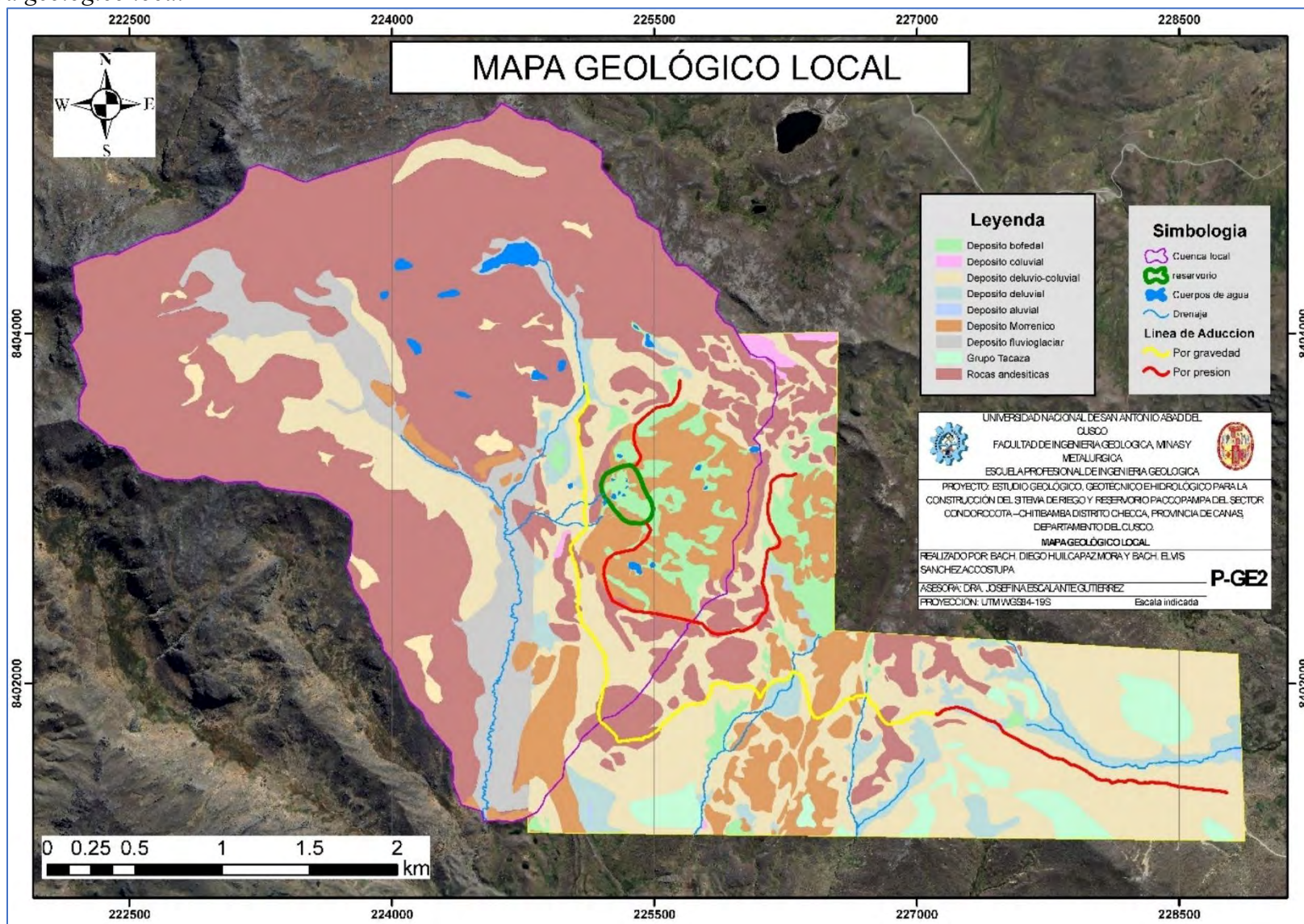
Deposito aluvial, deluvio – coluvial y deluvial





Plano 6

Mapa geológico local





Cailloma y por el este con el sistema de fallas Cusco-Lagunillas-Mañazo en una dirección NO-SE

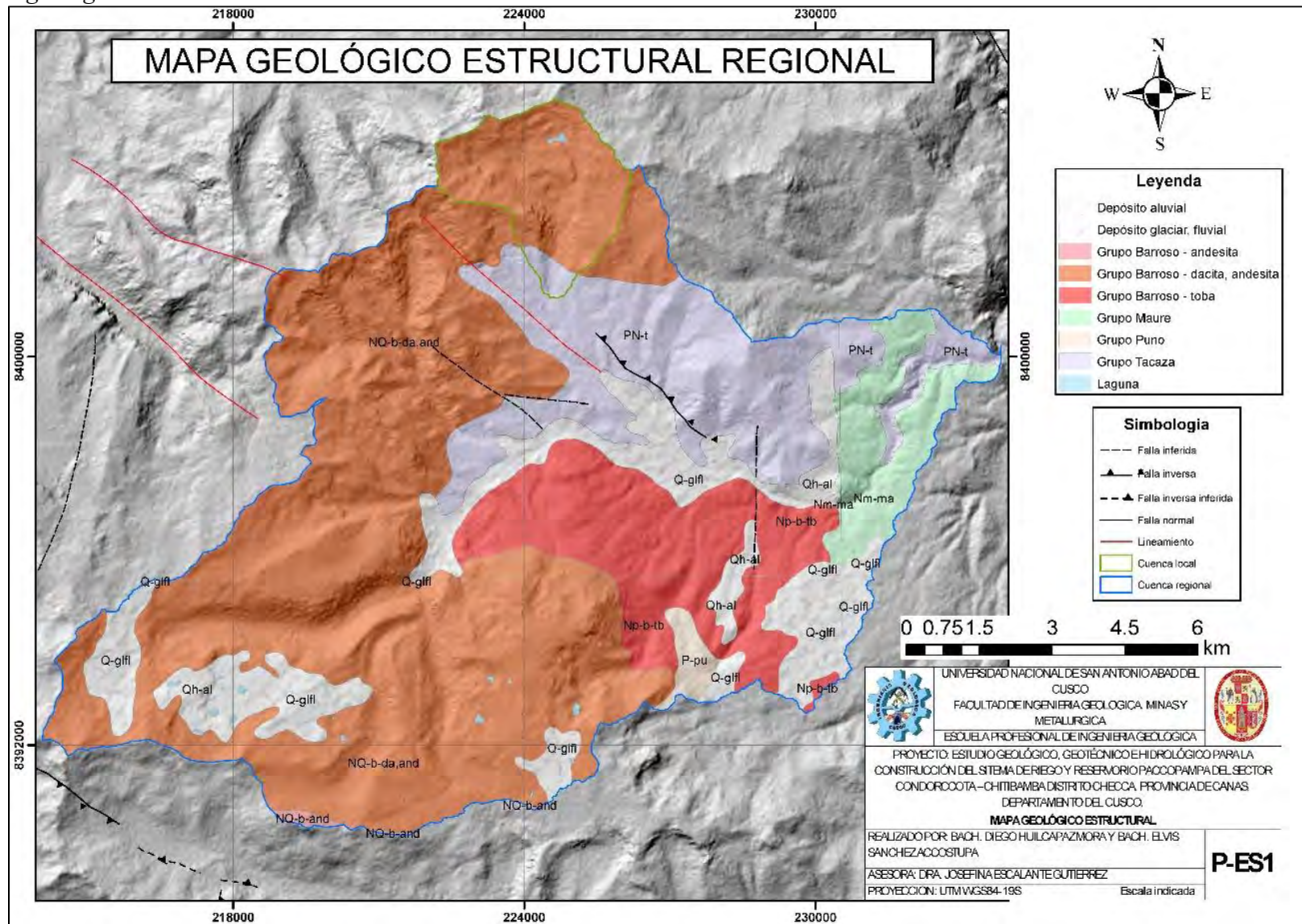
En el cuadrángulo de Velille (30-S), existen estructuras de diferentes orígenes que afectaron a rocas sedimentarias antiguas y recientes, también se observan estructuras diversas en los cuerpos ígneos de edades cretácicas – paleógenas, y en rocas volcánicas que se han manifestado intermitentemente desde el Pérmico hasta el Cenozoico (De la cruz, 1995).

Se reconocen dos sistemas principales de fallas con rumbo: NO-SE y SE-SO asociados con otros de menor magnitud; con buzamientos en algunos casos mayores a 70° y en otros menores de 40°. Un tercer sistema de fallas inversas se observa en las inmediaciones de la mina Tintaya donde las cuarcitas Yura están sobre las calizas. Así restos o evidencias de esta cuenca se puede encontrar al Oeste de Quishuara y Sur de Santa Rosa (Hoja de Ayaviri). Otros plegamientos conspicuos y simétricos, de flancos con buzamientos suaves entre 10° a 20°, se presentan en los volcánicos Tacaza. Cuantitativamente importantes son las tobas subhorizontales y aun suavemente inclinadas de la formación sedimentaria de Yauri y las líneas de flujo del Grupo Barroso (De la cruz, 1995).



Plano 7

Mapa geológico estructural

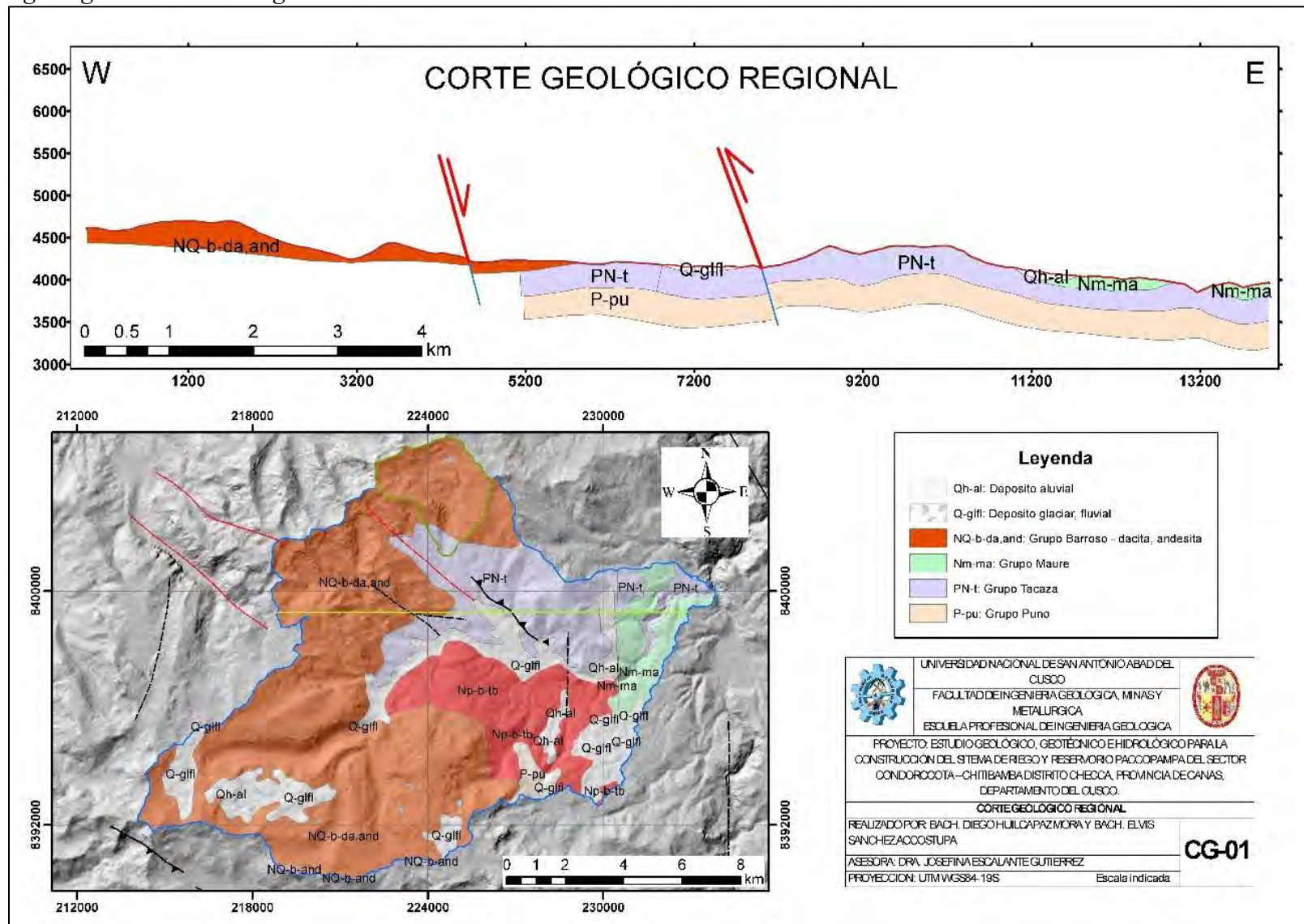


Br. Diego Huilcapaz Mora
Br. Elvis Sanchez Accostupa



Plano 8

Corte geológico estructural regional



4.2.GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL

4.2.1. ESTRUCTURAS SECUNDARIAS

4.2.1.1.FALLAS

En las zonas altas del flanco norte y sur se observa estructuras planas, visualizadas como planos de fallas por su morfología; pero que no presentan estrías, sin embargo, se ha medido como planos de falla, el del flanco norte de dirección 115° NE y 82° SW, y el del flanco sur con su dirección 15° NE y 85° NE, que se asocian a los planos de fracturas existentes.

Figura 22

Plano de falla del flanco norte y sur, con fracturas asociadas al enfriamiento volcánico



4.2.1.2. ESTRUCTURAS LINEALES (FRACTURAS Y DIACLASAS)

En vista de que no se ha evidenciado estructuras falladas locales, sin embargo, se observa alineamientos geomorfológicos de valles y quebradas, y conociendo que las direcciones de fractura miento tienen relación con sistemas de fallas se ha realizado un análisis estructural micro tectónico.

Figura 23

Medición de rumbos y buzamientos en planos de falla

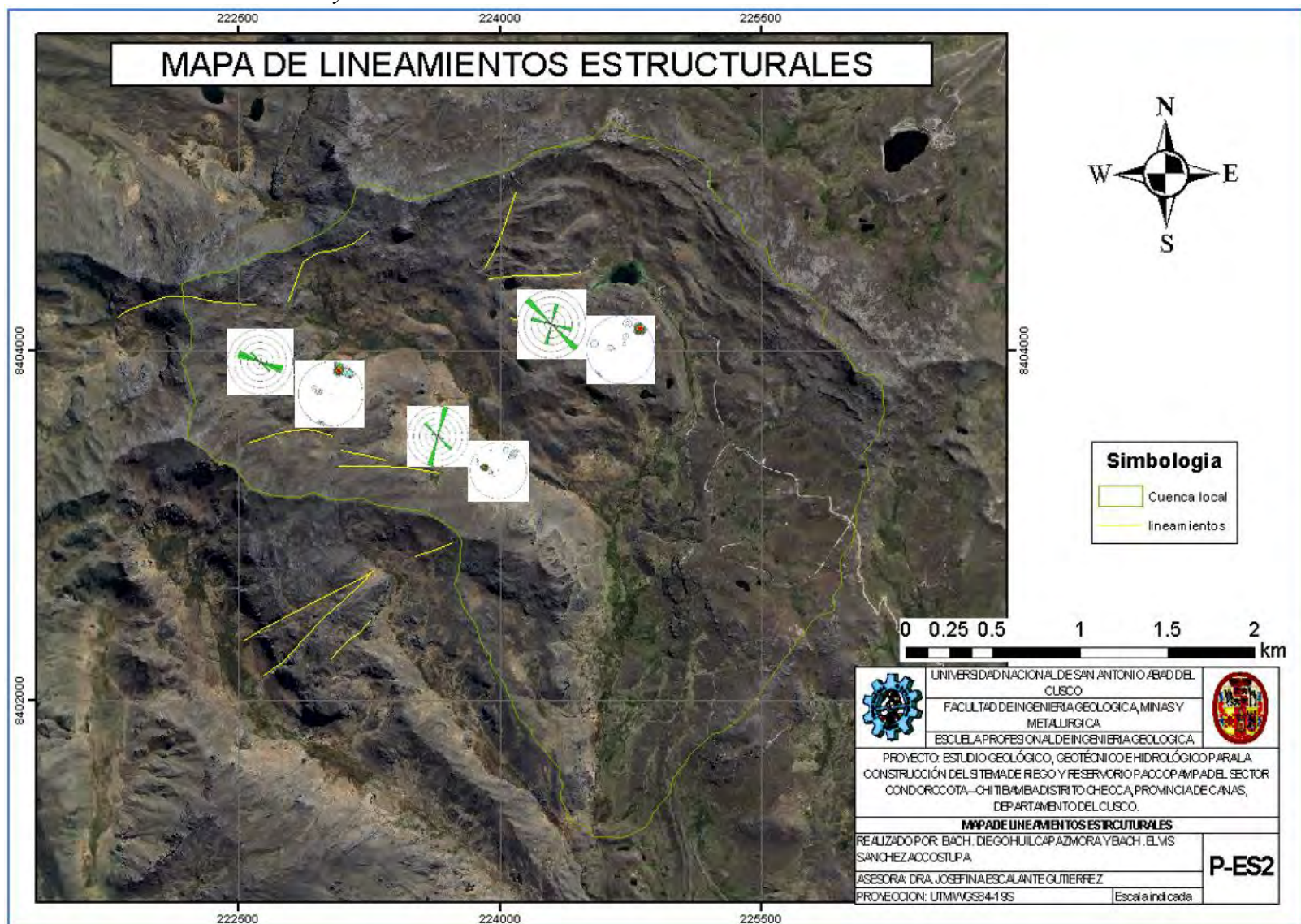


Para el análisis estructural local se ha realizado mediciones de estructuras lineales en tres estaciones micro tectónicas (EMT) en la zona de estudio, estas han sido realizadas en tres estaciones micro tectónicas en áreas aproximadas de 500m² en promedio, ubicadas dos de ellas en el flanco suroeste y una en el flanco nor-este, como se ve en el siguiente plano.



Plano 9

Plano de lineamientos estructurales y ubicación de las estaciones micro tectónicas

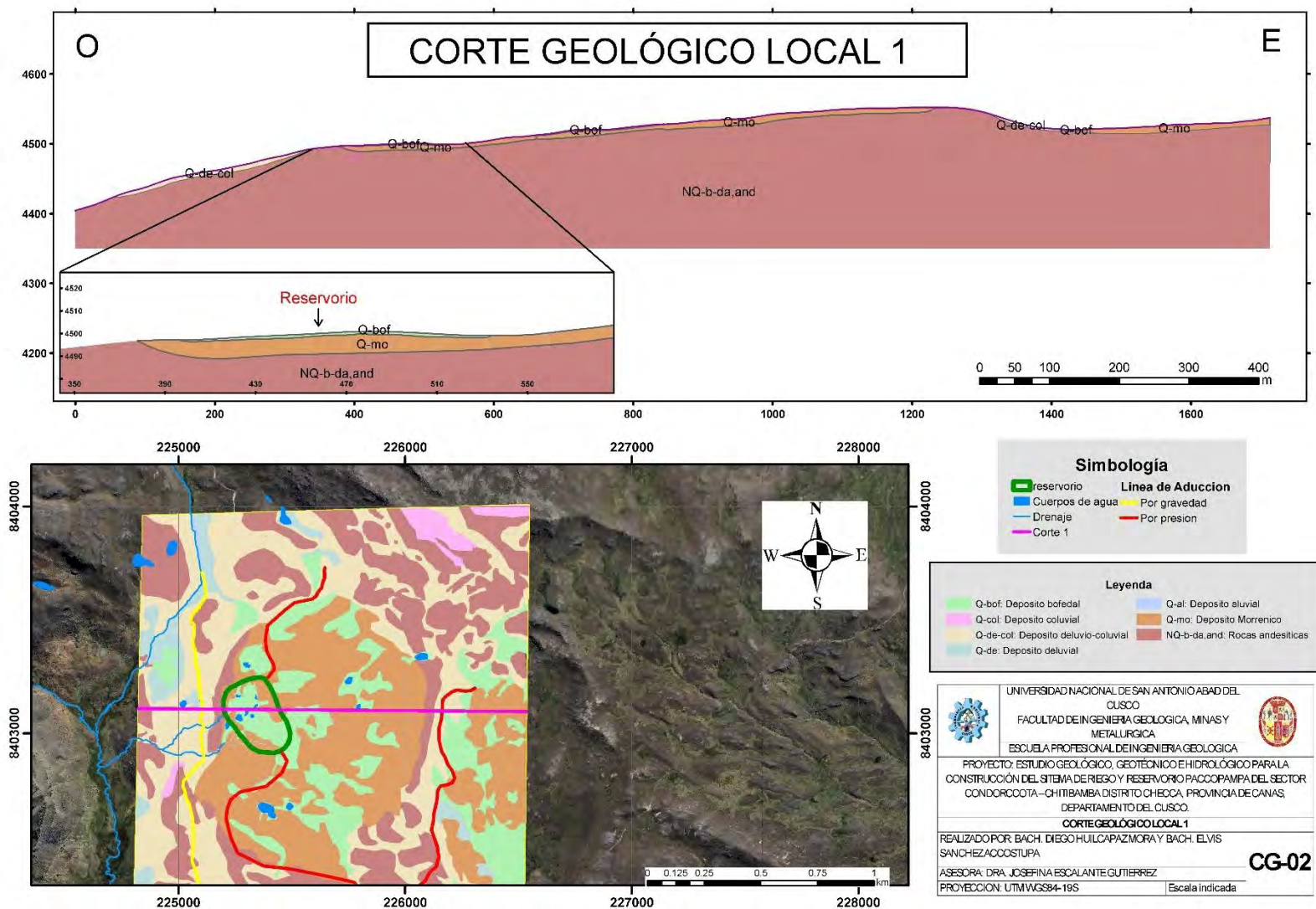


Br. Diego Huilcapaz Mora
Br. Elvis Sanchez Accostupa



Plano 10

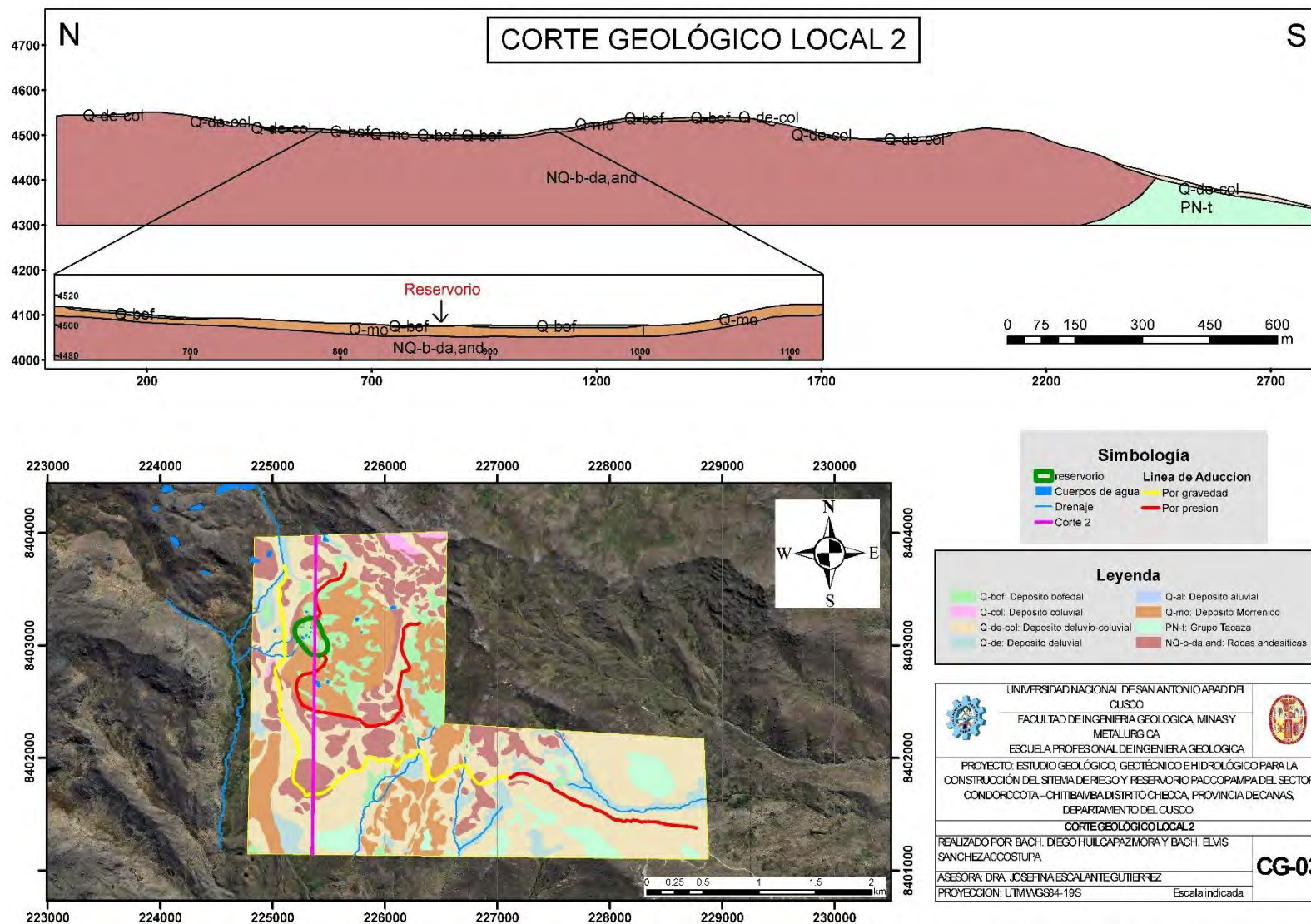
Corte geológico local uno





Plano 11

Corte geológico local dos



Br. Diego Huilcapaz Mora
Br. Elvis Sanchez Accostupa

4.2.1.3. TENDENCIAS DE LA DIRECCION DE DIACLASAS

En base a un promedio de 25 mediciones de estructuras lineales en cada estación micro tectónica, se ha establecido las tendencias de dirección preferente de diaclasas con el uso del software Rocscience.Dips. v5.

- ❖ **Sistema NO –SE:** En el área de la Estación Microtectónica N° 1, ubicada en el flanco sur se ha obtenido una tendencia en las diaclasas de dirección NO-SE, con un buzamiento de alto ángulo mayormente, tal como se observa en el diagrama de polos.

Figura 24

Tendencias de fracturas en la EMT N° 1 en una dirección NO – SE

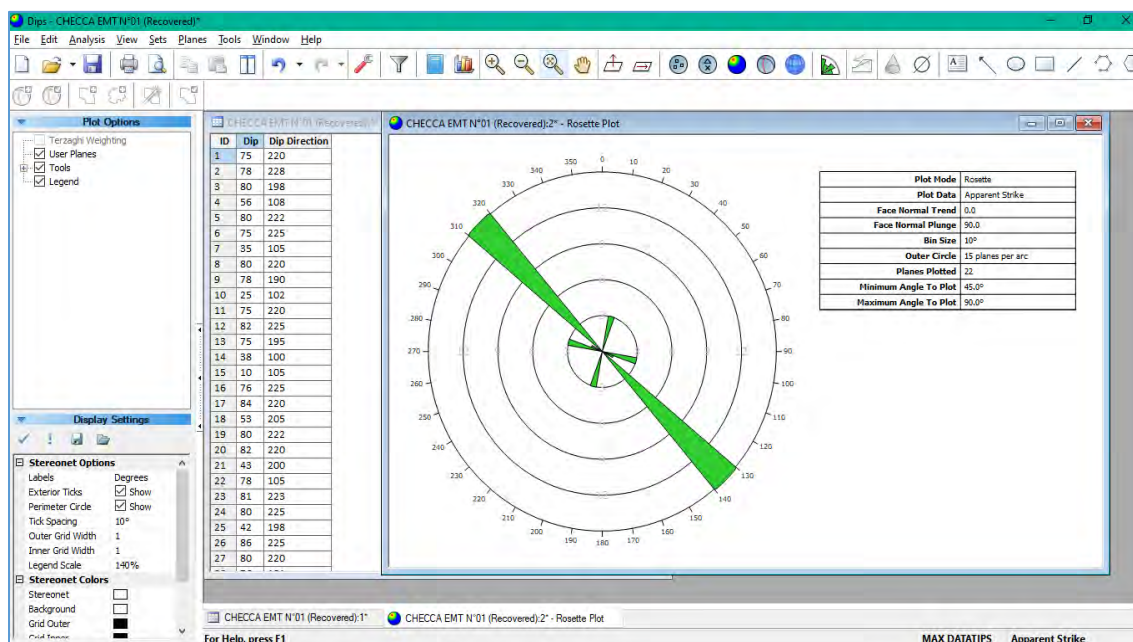
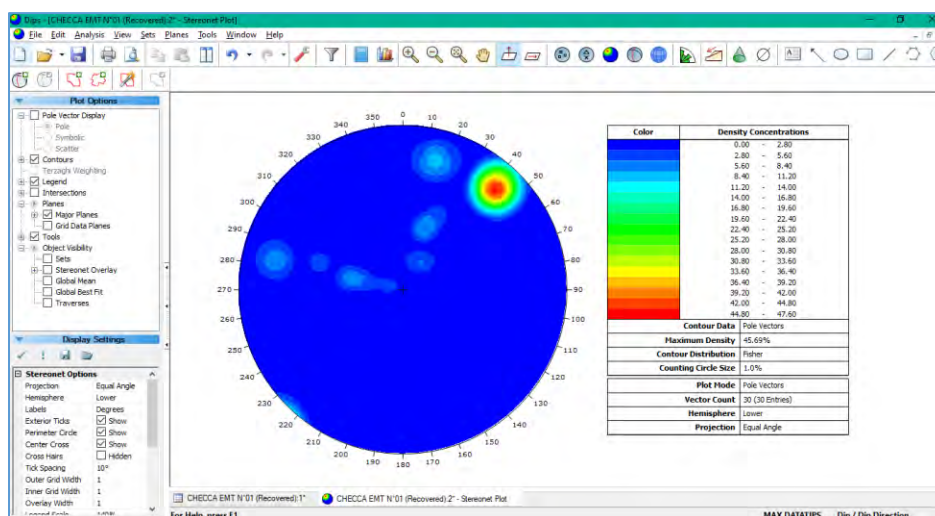


Figura 25

Diagrama de polos con buzamiento de bajo ángulo



- ❖ **Sistema ONO –ESE:** En el área de la estación Microtectónica N° 2, ubicada en el flanco sur, se ha obtenido una tendencia en las diaclasas una dirección ONO-ESE, con un buzamiento de alto ángulo tal como se observa en el diagrama de polos.

Figura 26

Tendencias de fracturas en la EMT N° 2 en una dirección ONO –ESE

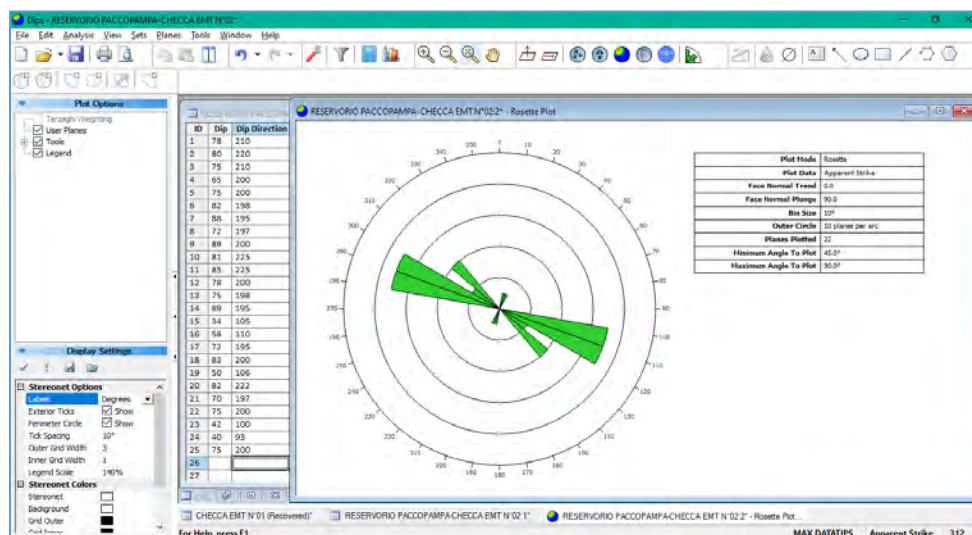
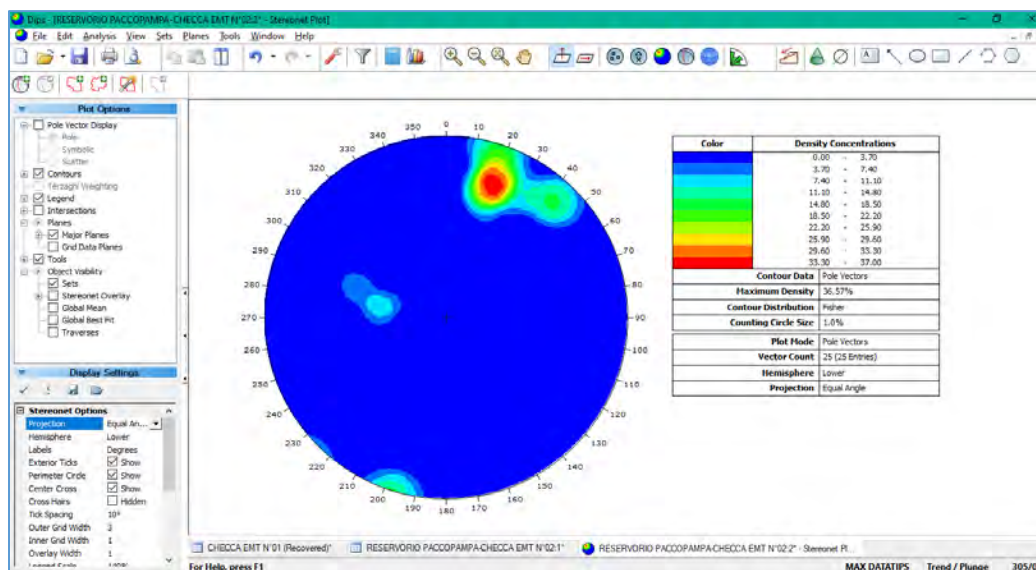


Figura 27

Diagrama de polos con buzamiento de alto ángulo



- ❖ **Sistema NNE –SSO:** En el área de la estación Microtectónica N° 3, ubicada en el flanco noreste de la zona de estudio, se ha obtenido una tendencia en las diaclasas con una dirección NNE-SSO, con alto y medio ángulo de buzamiento.



Figura 28

Tendencias de fracturas en la EMT N° 3 en una dirección NNE-SSO

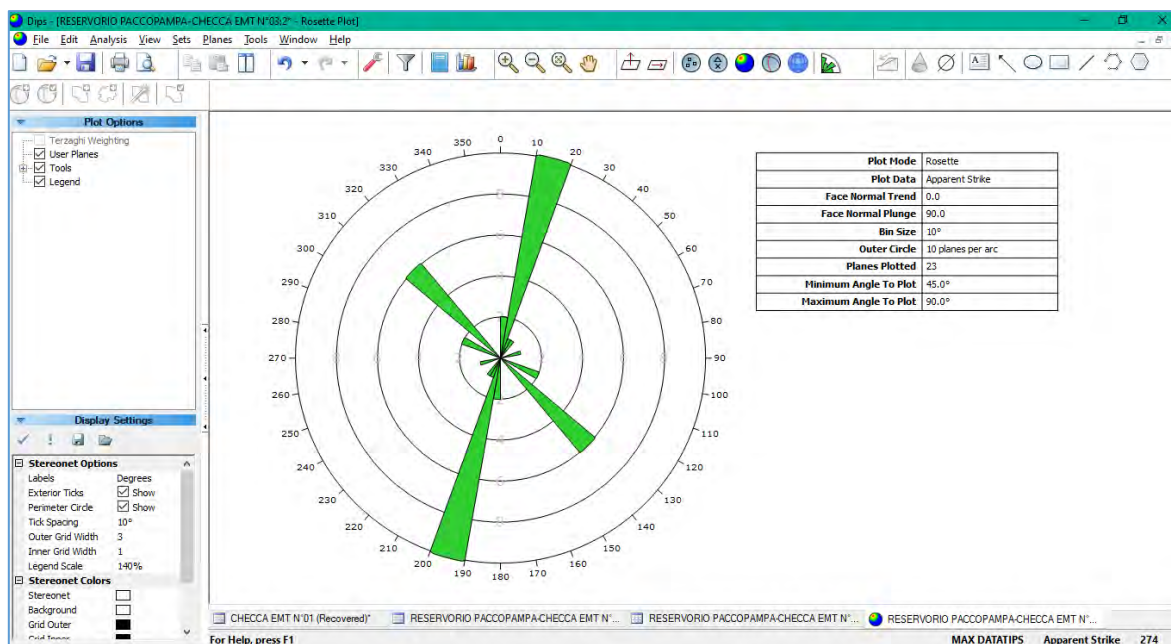
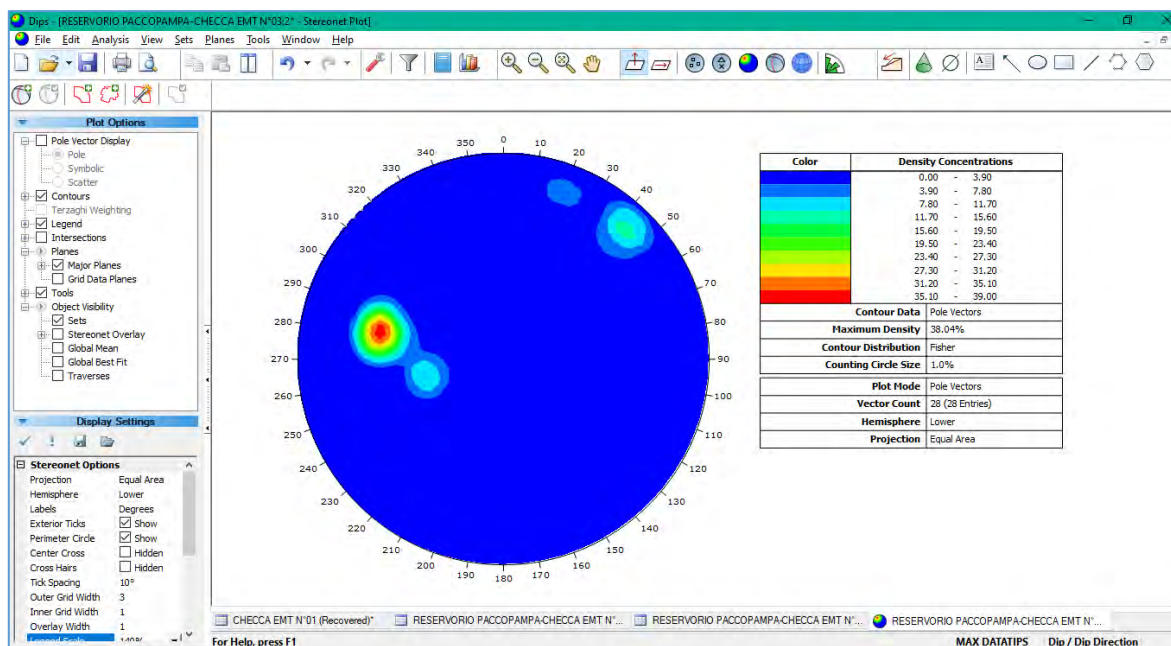


Figura 29

Diagrama de polos con buzamiento alto y medio ángulo



CAPITULO V: GEODINÁMICA

5.1. GEODINAMICA INTERNA

5.1.1. ASPECTO SÍSMICO

Para el Perú, de manera general, se pueden considerar dos fuentes sísmicas importantes,

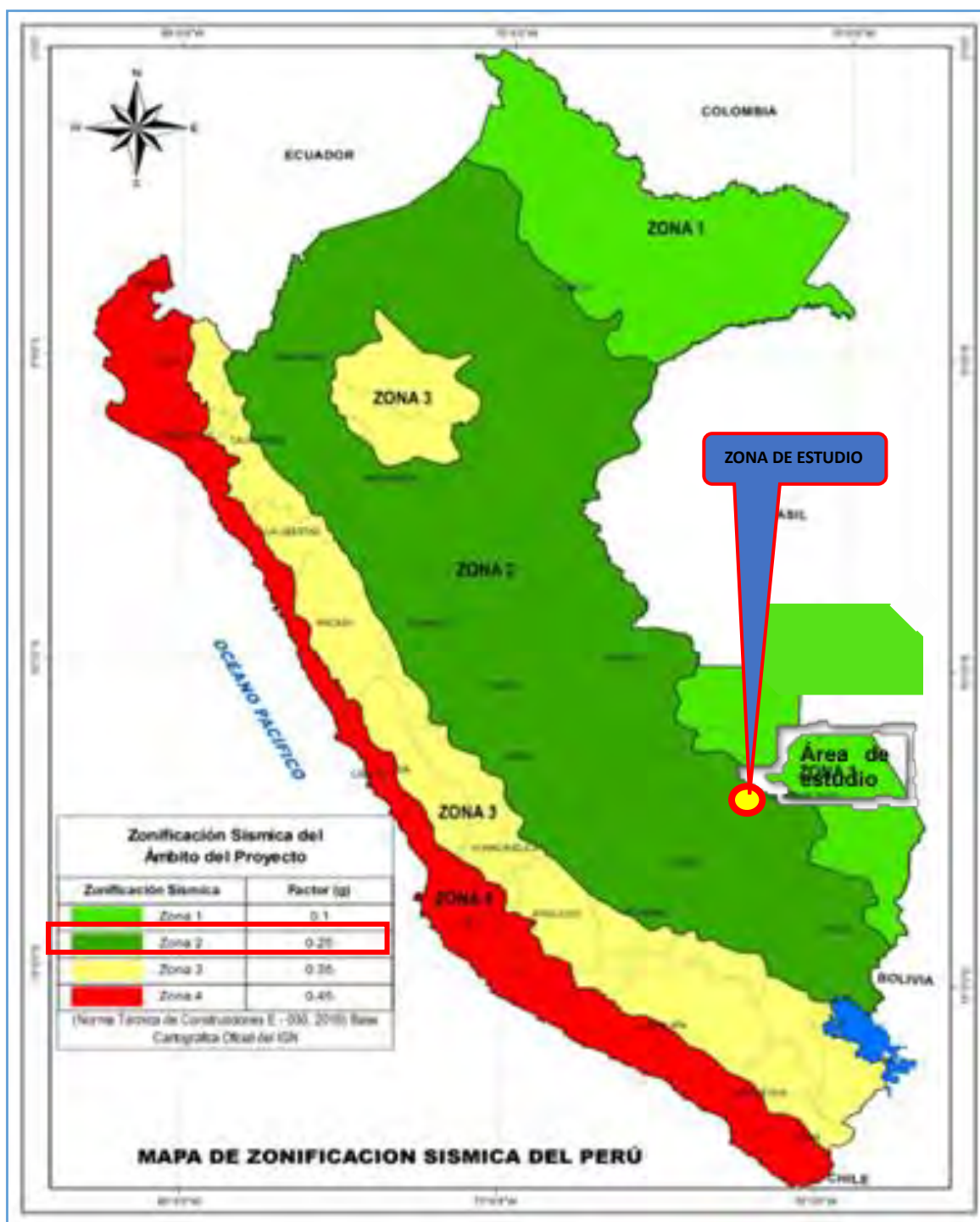
- ❖ La “Fuente Sismogénica Marina”, que comprende la fosa y el zócalo continental, donde se originan los eventos más importantes y catastróficos, al estar ubicada en la línea de subducción de las dos placas tectónicas.
- ❖ La “Fuente Sismogénica Continental” donde, por la lejanía a la convergencia de las dos placas tectónicas, los eventos sísmicos son menores en frecuencia y magnitud, aunque, con excepciones, conforme lo expresa la historia sísmica nacional (Satipo, 1947, Ancash, 1946).

5.1.2. ZONIFICACIÓN SÍSMICA

La zonificación presentada en el decreto supremo N° 003-2016-VIVIENDA, en el capítulo dos muestra un mapa de zonificación sísmica en base a las características de los movimientos sísmicos y su atenuación con la distancia epicentral, así mismo considerando la Neotectónica. A cada zona se le asigna un factor Z que representa la aceleración máxima horizontal en suelo rígido la cual puede ser excedida con una probabilidad de 10% en 50 años. La cual ubica al proyecto en la zona 2 con factor Z igual 0.25.

Figura 30

Mapa de zonificación sísmica del Perú



Fuente: CAPITULO II-D.S. N.º 003-2018-VIVIENDA.

Las acciones sísmicas para el diseño estructural dependen de la zona sísmica (Z), del perfil del suelo (S, TP, TL), del uso de la edificación (U), del sistema sismo resistente (R) y las características dinámicas de la edificación (T, C) y de su peso (P), por tanto, las condiciones de sismicidad son de mediana intensidad. A cada zona se asigna un factor Z según se indica en el plano adjunto. Este factor se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años; la zona del proyecto corresponde el factor $Z = 0.25$.

Ecuación 2: La Fuerza Cortante en la Base de la estructura.

$$V = \frac{ZUCS}{R} g$$

Donde:

- ❖ **Z = 0.25** (Factor de Zona - Aceleración máxima horizontal en terreno rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años)
- ❖ **U = 1.3** (Categoría de la Edificación - B Edificaciones Importantes)
- ❖ **C = 2.5** (Factor de Ampliación Sísmica - Respuesta estructural respecto de la aceleración en el suelo)
- ❖ **S = 1.20** (Factor del Suelo - Perfil Tipo S2 - suelos intermedios)

Tabla 8

Clasificación de los perfiles de suelo

Perfil	Vs	N60	Su
So	>1500 m/s	-	-
S1	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S3	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa

S4

Clasificación basada en el EMS

Fuente: Decreto supremo que modifica la norma técnica E.030 “DISEÑO
SISMORRESISTENTE”.

5.1.3. CONDICIONES GEOTÉCNICAS DEL SUELO

Deberá considerarse el tipo de perfil que describa mejor las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los períodos T_P y T_L .

Tabla 9

Factor de suelo “S”

FACTOR DE SUELO “S”				
ZONA /SUELO	SO	S1	S2	S3
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.06	2.00

Fuente: Decreto supremo que modifica la norma técnica E.030 “DISEÑO
SISMORRESISTENTE”.

$R = 6$ (Sistemas Estructurales según el material utilizado siendo el coeficiente de reducción de la fuerza sísmica).

Reemplazando tenemos:

$$\boxed{V = \frac{Z U C S}{R} \cdot P} \Rightarrow V = \frac{0.25 \times 1.3 \times 2.5 \times 1.20}{6} g \Rightarrow \boxed{V = 0.16}$$

Se estima como parámetro de diseño un rango de valores de aceleración máxima de **0.25** un rango de aceleración efectiva de **0.16 g**.

De acuerdo con las Normas de Diseño Sismo Resistente del Reglamento Nacional de Construcciones, el suelo de cimentación del área del proyecto corresponde a suelos blandos tipo S₂, con periodo predominante TP(s) = 0.6 y factor de amplificación del suelo TL(s)=2.0, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 10

Parámetros del área de estudio

FACTOR DE SUELO “TP” y “TL”				
		Perfil de suelo		
	SO	S1	S2	S3
TP	0.3	0.4	0.6	1.0
TL	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: Decreto supremo que modifica la norma técnica E.030 “DISEÑO SISMORRESISTENTE”.

5.1.4. RIESGO SÍSMICO.

Para el riego sísmico se utilizó el documento “Riesgo Sísmico en la Zona de estudio” (Vargas & Casaverde), el cual recopila información de la región. Esta información está basada en datos sísmicos instrumentales, datos sísmicos históricos, registros de movimientos fuertes, datos geotécnicos y geofísicos, los que usando el modelo probabilístico de Poisson han sido procesados para obtener la aceleración, velocidad y desplazamiento máximos esperados para periodos de retorno de 30, 50 y 100 años. Los parámetros correspondientes a la ubicación del proyecto son:



Tabla 11

Parámetros sísmicos de la zona de estudio

	Aceleracion			Velocidad			Desplazamiento		
	(g)			(cm/s)			(cm)		
Periodos de retorno (años)	30	50	100	30	50	100	30	50	100
Parametros	0.137	0.165	0.21	5.8	7	9.5	2.05	2.4	3.3

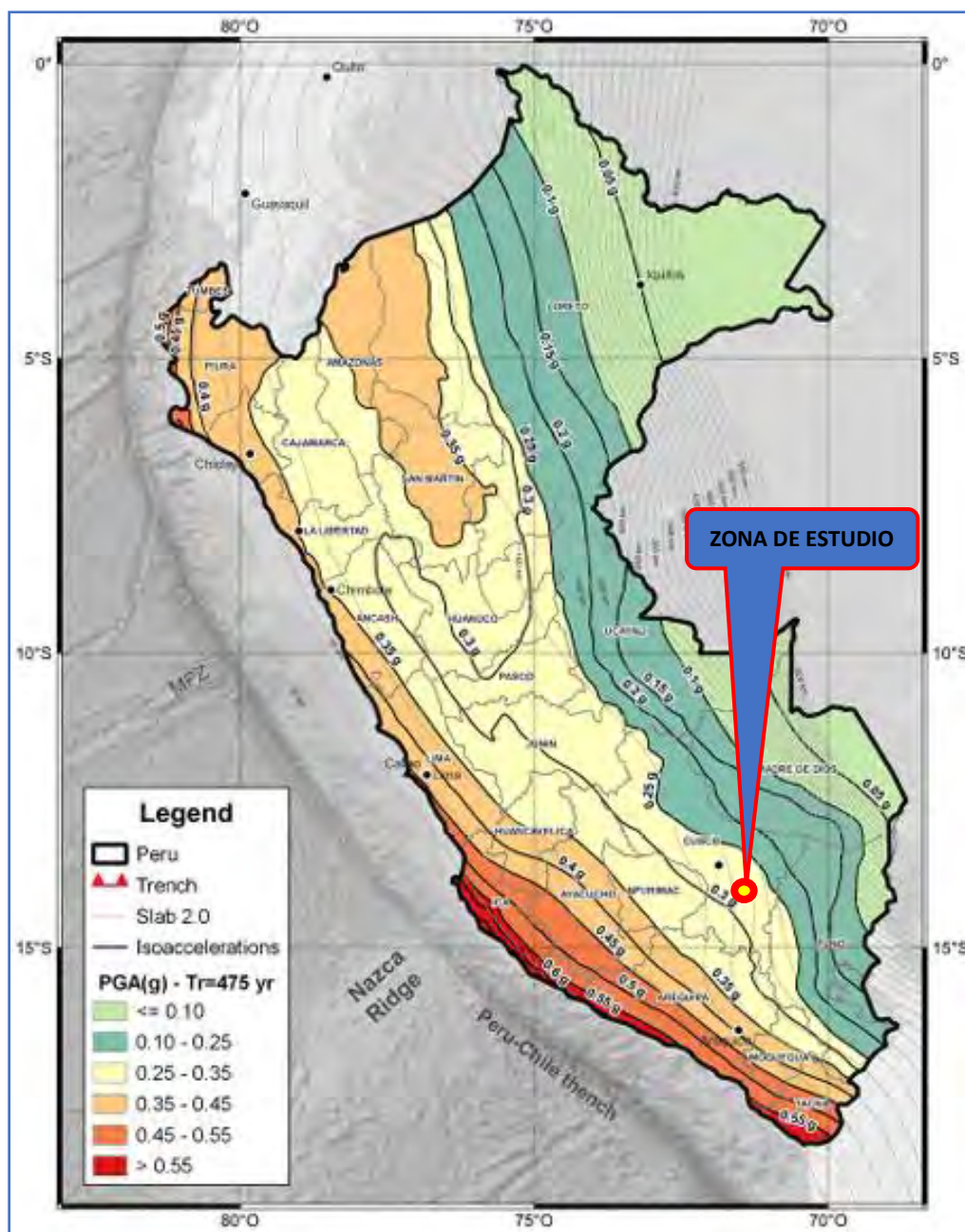
Nota. Aceleraciones expresadas en coeficientes de gravedad “g” velocidad en cm/s y desplazamiento en cm. Fuente: ““Riesgo Sísmico en la Zona de estudio” (Vargas/Casaverde).

5.1.5. ACELERACIONES MÁXIMAS NORMALIZADAS

En el mapa de aceleraciones máximas normalizadas publicado por la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima - Perú, se observa que a la zona le corresponde a una Aceleración Máxima: 0.30 g a 0.32 g.

Figura 31

Modelo de isoaceleraciones



Nota: Nuevo modelo de isoaceleraciones, para nuestra zona de estudio se puede observar una aceleración sísmica de (0.25 a 0.30) g. correspondiente a un periodo de exposición de

475 años. FUENTE: Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú - Z. Aguilar & J.

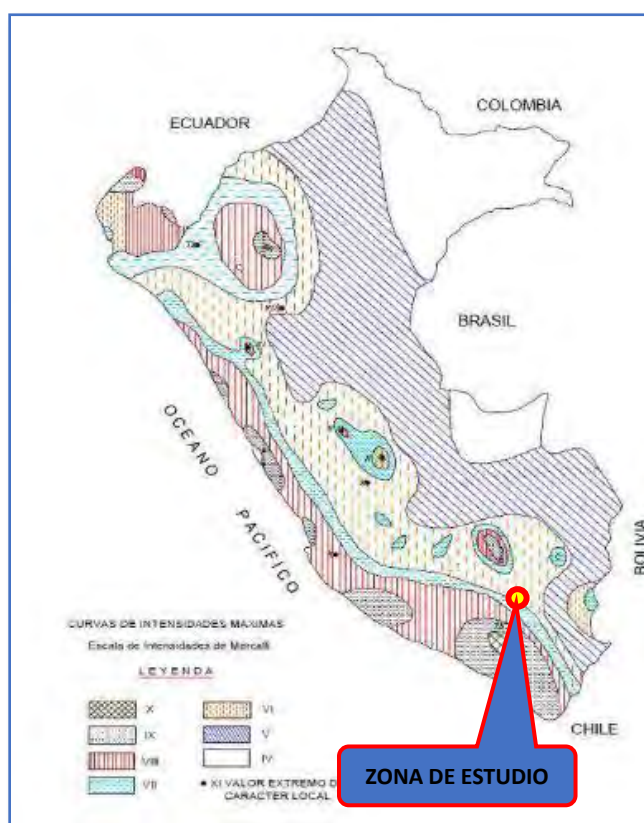
Tarazona.

5.1.6. MAPA DE INTENSIDAD SISMICA EN EL AREA DE ESTUDIO.

De acuerdo con el mapa mostrado, la curva de intensidad máxima en la escala de Mercalli a la zona del proyecto se encuentra entre las curvas de intensidad VI y VII.

Figura 32

Curvas de intensidad sísmica Mercalli



Nota: Se observa el mapa de intensidad sísmica Mercalli modificada, por ende, en la zona del proyecto se pueden producir sismos con intensidad Máxima de VI y VII grados en la Escala Modificada de Mercalli. FUENTE: Jorge Alva Hurtado Et Al-1984.

De acuerdo con lo expuesto se tiene las siguientes condiciones de sismicidad.



Tabla 12

Resumen de las condiciones sísmicas en la zona de estudio

CONDICION	VALOR ESTIMADO
Zona sísmica	Z2 (0.25)
Ordenadas espectrales	Entre 0.25g a 0.30g
Frecuencia de intensidades sísmicas	Intensidad VI Y VII
Perfil de tipo de suelo	S ₂

5.2. GEODINAMICA EXTERNA.

La geodinámica externa nos ayudará a conocer la estabilidad del terreno donde se emplazará el sistema de riego y reservorio. Los procesos de geodinámica externa identificadas en la zona de estudio se descubren a continuación:

5.2.1. CAIDA DE ROCAS.

Con más frecuencia se encuentran en el noreste del área de estudio, representan las áreas de mayor pendiente las cuales presentan caídas de rocas volcánicas pertenecientes a los flujos lávicos del grupo Barroso. Puede estar asociado a una alta meteorización o a la presencia de alguna estructura geológica.

Figura 33

Caída de rocas



Nota: Vista caída de rocas, hacia el noreste de la zona de estudio.

5.2.2. REMOCIÓN EN MASA SUPERFICIAL.

En el área de estudio se encuentra remoción en masa superficial que son aquellos procesos geológicos en que material baja de las laderas o se moviliza por los cauces, debido a la acción de la gravedad en desplazamiento de suelo y ladera abajo debido a la fuerza de gravedad. Los factores desencadenantes son las lluvias, sismos, erupciones volcánicas o intervenciones del ser humano. (SERNAGEOMIN, 2022).

Figura 34

Remoción en masa superficial



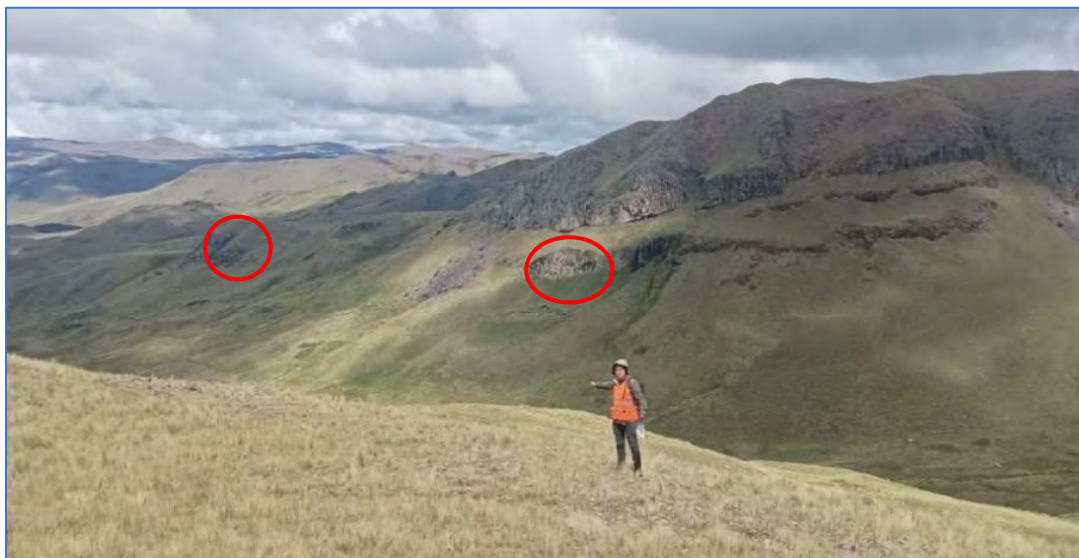
Nota: Vista de remoción en masa superficial al noreste de la zona de estudio

5.2.3. DERRUMBES.

Estos fenómenos incluyen movimientos y caída violenta de material rocoso de variables dimensiones, pueden ser originados por movimientos sísmicos, erosión, excavaciones naturales o artificiales y la baja cohesión de los materiales (Medina R, 1991), se observó en los flancos de las quebradas y a lo largo del talud interior de las plataformas de las carreteras de acceso a la zona de estudio, debido mayormente a los cortes casi verticales de los taludes.

Figura 35

Derrumbe



Nota: Vista de derrumbes en la zona de estudio.



CAPITULO VI: HIDROLOGIA

6.1.GENERALIDADES

La zona de estudio se encuentra dentro de la unidad hidrográfica de nivel 8 con el código 49999324, según la metodología para identificación de cuencas hidrográficas mediante el sistema de codificación realizado por Pfafstetter, el estudio hidrológico de la cuenca tiene por objetivo cuantificar y evaluar los recursos hídricos disponibles, los caudales máximos y mínimos, el ciclo hidrológico de la zona, los parámetros morfológicos, meteorológicos e hidrometeorológicos que sirven para desarrollar el estudio hidrológico.

Con el propósito de efectuar un aprovechamiento del agua y garantizar la funcionalidad, dentro del estudio hidrológico es obvio efectuar una evaluación integral de las características de forma, las cuales se obtendrán a partir de las características físicas de la cuenca con apoyo de la información cartográfica de la zona de estudio.

6.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA FORMA DE LA UNIDAD

HIDROGRAFICA 49999324

6.2.1. FISIOGRAFÍA DE LA CUENCA

Estas características dependen principalmente de la morfología y fisiografía de las cuencas, donde sus parámetros como (forma, relieve, res de drenaje, entre otras), la geología, tipos de suelos, cobertura vegetal, prácticas agrícolas y otros son elementos físicos que dan una posibilidad de conocer y transferir en el espacio a otros espacios con el mismo régimen hidrológico. La siguiente tabla muestra a los principales parámetros geomorfológicos obtenidos de la cuenca.

Plano 12

Delimitación de la cuenca unidad hidrográfica 49999324

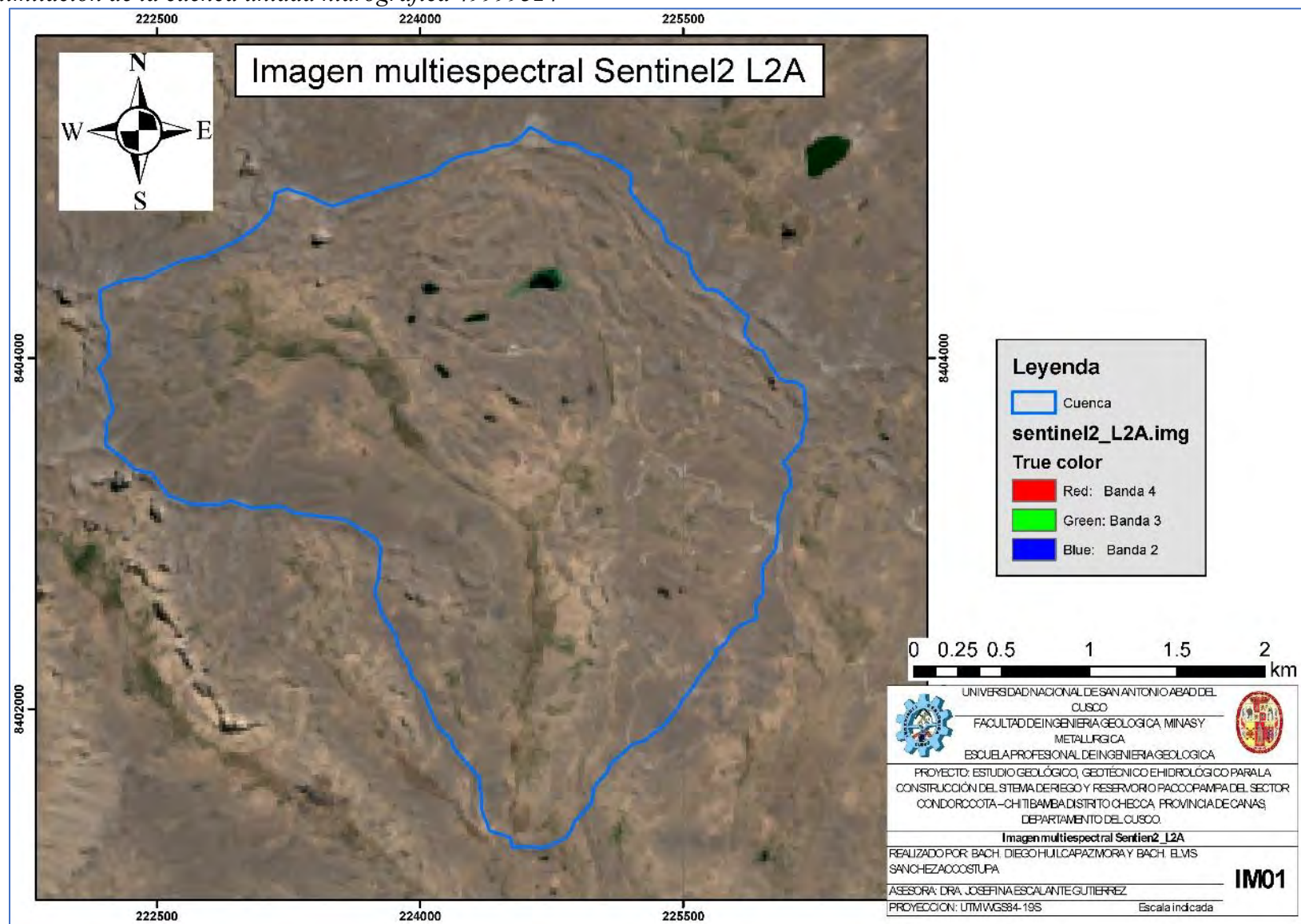




Tabla 13

Resumen de la fisiografía del proyecto.

DESCRIPCION	SIMBOLO	UND	CUENCA CONDORCOTA
Área cuenca	A	Km ²	9.31
Pendiente media cuenca	BS	m/m	0.2702
Longitud de la cuenca	L	m	4107.57
Perimetro de la cuenca	P	m	13339.17
Elevacion media de la cuenca	AVEL	msnm	4583.3
Dist. max. de caudal, incluye tierra y flujo de canal	MFD	m	2186.06

6.2.2. DESCRIPCION DE LA CUENCA 49999324

La cuenca Condorccota tiene una superficie de 9.31 Km², un perímetro de 13339 m, la cuenca tiene sus nacientes en las partes altas de la cuenca. El curso del rio tiene una longitud de 0.78 Km desde su nacimiento hasta el punto de control ubicado en el emplazamiento del reservorio. Tiene una pendiente media de su cauce de 7.01% y una pendiente de la cuenca de 27.02%.

6.3. PARAMETROS HIDROLOGICOS

6.3.1. PRECIPITACIÓN

La información pluviométrica utilizada en el presente estudio proviene del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) entidad encargada del control y toma de información, las mismas que tienen un periodo de registros de:

Tabla 14*Estaciones meteorológicas*

ESTACIONES	AÑOS
CP de K'ayra	(1964 -2005)
CP de Perayoc	(1964-2007)
CO de Yauri	(1964-1978, 1987-1988, 1991-2006)
PLU de Pisac	(1964-1992, 1992-1999)
CP de Tintaya	(1964-1977)
CO de Chitapampa	(1964-1999)
CP de Angostura	(1964-1989, 1992-2001)
CO Corpac (Cusco)	(1964-1995, 1998, 2003-2006)
CO de Paucartambo	(1964-1967, 1972-1976, 1978-1982 y 1998-2006)

Debido a la carencia y/o falta de registros en algunos meses y años de las estaciones, se realizó un análisis gráfico, análisis estadístico y un proceso de completar y extensión de los registros pluviométricos.

6.3.1.1. ANÁLISIS REGIONAL DE PRECIPITACIÓN.

Mediante la técnica determinística de la regresión entre las variables de Precipitación y Altitud nos permitirá predecir los valores de $P=f(H)$ con un cierto grado de aproximación. El análisis de la precipitación con relación a la altitud nos conlleva a generar precipitaciones en zonas y/o puntos requeridos con una determinada altitud. En el siguiente cuadro se puede apreciar a las estaciones utilizadas en el análisis regional, donde se muestran las constantes y el coeficiente de correlación (r) obtenido. El coeficiente de correlación de Pearson $r^2 = 0.9248$ nos indica una excelente dependencia entre la altitud con la precipitación.

Tabla 15

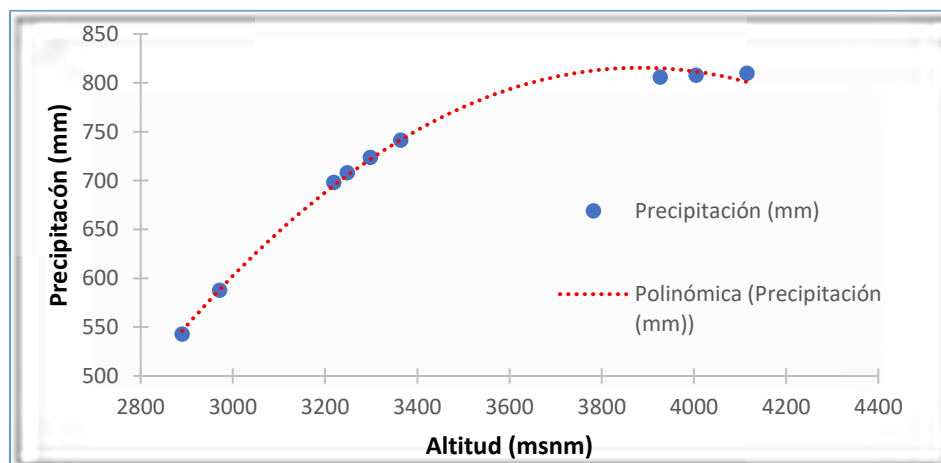
Precipitación Regionalizada

Estación	Altitud msnm	Precipitación histórica	Precipitación reconstruida y extendida	Precipitación función Gauss Acumulative	Variación
Angostura	4155	803.6	810.54	809.838	1%
Corpac	3248	700.4	704.62	707.899	1%
Chitapampa	3298	676.2	691.70	723.546	2%
Kayra	3219	661.9	667.93	697.982	1%
Paucartambo	2890	536.5	534.26	543.032	0%
Perayoc	3364	801.5	799.77	741.486	0%
Pisac	2971	593.7	609.62	587.868	3%
Tintaya	4005	814.9	801.44	807.720	-2%
Yauri	3927	798.6	804.77	805.764	1%
Cuenca Condorccota	4583.34			811.218	
Áreas Condorccota	3816.61			801.401	

Ecuación de regionalización	Parámetros	Función error
$y = \frac{a}{2} \text{ERF} \left[\frac{-\ln \left(\frac{x}{b} \right)}{c\sqrt{2}} \right]$	a	811.289
	b	2666.094
	c	511.081
	r ²	0.92480
		$\text{ERF}(x) = \frac{2}{\pi} \int_0^x e^{-t^2} dt$

Figura 36

Precipitación Regionalizada



Utilizando la ecuación de regionalización, se ha obtenido la precipitación media para la cuenca de Condorccota.

Los parámetros de entrada utilizados para el modelo hidrológico se tomaron de base de datos, las estaciones meteorológicas, mediciones de campo, mapa de precipitación del SENAMHI, se obtuvo una distribución espacial de la precipitación mediante la interpolación de datos y obteniéndose lo siguiente en el área de estudio:

6.3.1.2. PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS

Para el estudio se ha utilizado los registros de PMax24 horas de las estaciones CO de Sicuani, CO de Yauri y CP de Perayoc, las mismas que son operadas por el SENAMHI. El periodo de registros de las estaciones seleccionadas son desde los años 1964-2006 (Sicuani), 1964-2006 (Yauri), 1964-2006 (Kayra).

El análisis de las precipitaciones máximas en 24 horas de las estaciones antes indicadas se ha empleado para la generación de las precipitaciones máximas mensuales generadas para las cuencas a través de procesos de regionalización altitudinal. Las precipitaciones máximas de 24 horas para diferentes periodos de retorno se muestran a continuación:

Tabla 16

Precipitación máxima en 24 horas

Periodo de retorno	Probabilidad de excedencia	P máx. 24 hr. Condorccota
5	0.8	35.295
10	0.9	40.849
50	0.98	55.319
100	0.99	62.484
200	0.995	70.338

500	0.998	81.923
-----	-------	--------

6.3.1.3. PRECIPITACIÓN EFECTIVA AL 75% DE PERSISTENCIA

(PE75)

La precipitación efectiva al 75% de persistencia (PE75), utilizada en el proyecto para los sectores de cultivo de Chitibamba ha sido determinada aplicando el método **USDA Soil Conservation Service**, la variación de sus resultados se muestra a continuación:

Tabla 17

Precipitación efectiva al 75%

Mes	Precipitación (mm)	P. Efec. al 75% (mm)
Enero	140.6	109
Febrero	118.3	95.9
Marzo	104.9	87.3
Abril	43.3	40.3
Mayo	3.5	3.5
Junio	0	0
Julio	1	1
Agosto	5.2	5.2
Setiembre	13.7	13.4
Octubre	29.9	28.5
Noviembre	46.2	42.8
Diciembre	89.2	76.5
Total	595.8	503.2

Nota: Se muestra precipitación en mm mensuales efectivas al 75%

6.3.2. TEMPERATURA

Para realizar el estudio y análisis de este parámetro climático tanto en las temperaturas medias mensuales, máximas medias mensuales y mínimas medias mensuales, se está haciendo uso de los registros de 16 estaciones meteorológicas que son operadas por el



SENAHMI 13 estaciones (CP) Caylloma, (CP) Angostura, (CO) Yauri , (CO) Pomacanchi, (CO) Sicuani, (CO) Corpac Cusco, (CO) Acomayo, (CP) Kayra, (CO) Urcos, (CO) Paruro, (CO) Santo Tomas, (CO) Antabamba y (CO) Combapata, una estación que operó por la Universidad Nacional de San Marcos de Lima LIVITA (CP) La Raya, una estación operada por Minería Global CL-Xstrata (CP) Tintaya y la estación que opera la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (CP) Perayoc.

El análisis de la variación de la temperatura mínima, media y máxima para las áreas de cultivo, así como para las cuencas en análisis se muestra a continuación:

Tabla 18

Regionalización de datos térmicos máximos de la cuenca Condorccota

ALTURA MEDIA DE LA CUENCA CONDORCCOTA 4583.3 msnm. AREA DE LOS CULTIVOS CONDORCCOTA = 3816.6 msnm.														
NOMBRE DE LA ESTACION	ALTITUD msnm.	M E S E S												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
		C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°
Y AURI	3927	15.8	15.5	15.4	15.9	16.4	16.1	15.9	15.9	16.8	17.3	17.5	17.0	16.3
POMACANCHI	3700	16.4	15.8	16.0	16.5	16.8	16.4	16.4	17.5	18.2	18.7	18.1	17.3	17.0
SANTO TOMAS	3660	15.9	15.8	16.0	16.4	15.6	15.7	15.5	16.5	17.3	17.4	18.2	16.4	16.4
ANTABAMBA	3636	17.1	17.0	16.8	17.9	18.7	18.2	17.7	17.9	19.0	20.2	20.2	18.9	18.3
SICUANI	3574	18.5	18.8	19.2	19.4	19.3	18.7	18.6	19.4	20.2	20.7	20.2	19.3	19.4
COMBAPATA	3525	18.6	18.8	18.9	19.5	19.9	19.4	19.7	20.0	20.7	21.4	21.0	19.9	19.8
PERAYOC	3365	19.1	19.0	19.0	19.4	19.5	19.0	18.9	19.7	20.2	20.7	20.7	20.0	19.6
CUSCO	3312	18.9	18.8	19.1	19.7	19.8	19.4	19.3	19.6	20.0	20.9	20.7	19.6	19.7
ACOMAYO	3250	19.8	20.0	20.2	20.7	20.9	19.6	20.3	21.3	21.8	22.3	22.0	21.0	20.8
K'AYRA	3219	19.5	19.6	19.7	20.3	20.7	20.2	20.0	20.6	20.9	21.3	21.3	20.4	20.4
URCOS	3149	20.1	19.9	19.9	20.8	21.0	20.9	20.6	21.1	21.2	22.0	22.0	20.8	20.9
PARURO	3084	21.1	21.1	21.1	21.6	21.9	21.5	21.1	21.8	22.3	22.8	22.6	21.9	21.7
Coefic.	a	40.2657	41.4234	41.5555	42.6139	42.8718	41.4934	41.7904	43.2721	40.5704	41.7770	40.5358	39.9346	41.5087
Coefic.	b	-0.0063	-0.0067	-0.0067	-0.0068	-0.0069	-0.0066	-0.0067	-0.0070	-0.0060	-0.0062	-0.0058	-0.0060	-0.0065
Coefic.	r	-0.947	-0.926	-0.920	-0.934	-0.894	-0.913	-0.909	-0.935	-0.901	-0.879	-0.920	-0.897	-0.924
Cuenca Condorccota		11.2	10.7	10.8	11.3	11.4	11.3	11.1	11.4	13.1	13.5	13.7	12.6	11.8
Areas Condorccota		16.1	15.9	16.0	16.5	16.7	16.3	16.2	16.7	17.7	18.2	18.2	17.2	16.8

Nota: Se muestran las temperaturas máximas medias mensuales.



Tabla 19

Regionalización de datos térmicos medios de la cuenca Condorescota

ALTURA MEDIA DE LA CUENCA CONDORECCOTA 4583.3 msnm.		AREA DE LOS CULTIVOS CONDORECCOTA = 3816.6 msnm.												
NOMBRE DE LA ESTACION	ALTITUD msnm.	M E S E S												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
		C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°
CAYLLOMA	4320	6.6	6.8	6.3	5.8	4.0	2.7	2.1	3.4	4.7	5.7	6.5	6.7	5.1
LA RAYA	4200	7.6	7.7	7.6	6.9	5.6	4.2	3.9	5.0	6.3	7.3	7.8	7.7	6.5
ANGOSTURA	4155	7.2	7.4	7.2	6.7	4.8	2.7	2.2	3.3	5.6	6.8	7.6	7.6	5.8
TINTAYA	4005	9.9	9.7	9.6	8.8	7.1	5.4	4.7	6.3	7.8	10.1	10.1	10.0	8.3
YAURI	3915	9.3	9.0	8.9	8.2	6.5	5.0	4.9	5.6	6.9	8.6	9.4	9.5	7.6
POMACANCHI	3700	10.6	9.9	10.0	10.0	8.5	7.5	7.3	8.9	10.3	11.1	10.7	10.8	9.6
SICUANI	3574	12.2	12.3	12.1	12.0	10.7	9.4	9.1	10.3	12.0	12.9	13.0	12.5	11.5
PERAYOC	3365	12.0	11.9	11.8	11.4	10.5	9.3	9.1	10.1	11.2	12.3	12.6	12.4	11.2
CUSCO	3312	12.7	12.6	12.8	12.7	11.9	11.0	10.7	11.6	12.5	13.4	13.6	13.2	12.4
ACOMAYO	3250	13.7	13.6	13.5	13.2	12.2	11.0	11.0	12.4	13.8	14.7	14.7	14.2	13.2
K'AYRA	3219	13.4	13.4	13.3	12.5	11.3	10.2	9.9	11.3	12.7	13.9	14.2	13.8	12.5
URCOS	3149	14.0	13.8	13.8	13.7	12.8	11.8	11.4	12.4	13.7	14.9	15.1	14.4	13.5
PARURO	3084	14.5	14.5	14.2	14.0	13.0	12.1	12.0	13.1	14.2	15.2	15.3	15.0	13.9
Coefic.	a	33.2730	32.6517	33.0269	33.9040	35.2040	36.0394	36.7403	37.6922	37.8249	37.9102	36.5833	34.5943	35.4537
Coefic.	b	-0.0061	-0.0060	-0.0061	-0.0065	-0.0072	-0.0077	-0.0080	-0.0080	-0.0076	-0.0073	-0.0069	-0.0064	-0.0070
Coefic.	r	-0.983	-0.981	-0.983	-0.984	-0.983	-0.981	-0.982	-0.978	-0.979	-0.974	-0.983	-0.987	-0.985
Cuenca Condorescota		5.3	5.3	5.1	4.3	2.3	0.5	-0.1	1.2	2.9	4.4	5.1	5.3	3.5
Areas Condorescota		5.2	5.2	5.0	4.3	2.3	0.4	-0.1	1.1	2.8	4.3	5.0	5.2	3.4

Nota: Se muestran las temperaturas medias mensuales.

Tabla 20

Regionalización de datos térmicos mínimos de la cuenca Condorescota

ALTURA MEDIA DE LA CUENCA CONDORECCOTA 4583.3 msnm.		AREA DE LOS CULTIVOS CONDORECCOTA = 3816.6 msnm.												
NOMBRE DE LA ESTACION	ALTITUD msnm.	M E S E S												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
		C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°
YAURI	3927	1.2	1.3	1.0	-1.7	-6.7	-10.5	-10.5	-8.8	-6.2	-3.0	-1.6	0.1	-3.8
POMACANCHI	3700	4.6	4.1	4.1	3.2	0.2	-1.5	-1.6	0.0	2.1	3.2	3.7	4.2	2.2
SICUANI	3574	5.6	5.6	5.2	3.4	-0.3	-2.4	-2.6	-0.5	2.3	4.0	4.5	5.2	2.5
COMBAPATA	3525	5.4	5.1	4.8	3.4	1.1	-1.4	-1.4	0.8	3.4	4.6	5.0	5.4	3.0
CUSCO	3312	6.5	6.6	6.3	5.0	2.7	0.5	0.3	1.6	3.9	5.5	6.0	6.4	4.3
ACOMAYO	3250	7.5	7.3	7.0	5.4	2.7	0.8	0.6	2.6	5.1	6.5	7.1	7.3	5.0
URCOS	3149	8.3	8.6	8.2	6.7	3.3	1.2	1.0	2.7	5.6	7.1	7.8	7.9	5.7
PARURO	3084	8.0	7.9	7.2	5.8	3.5	1.6	1.5	3.0	5.1	6.6	7.2	7.6	5.4
Coefic.	a	31.8730	32.7392	31.4506	32.6622	36.8272	39.5061	38.7676	39.7008	42.0091	39.3565	38.2636	33.9267	36.4235
Coefic.	b	-0.0075	-0.0078	-0.0076	-0.0084	-0.0105	-0.0119	-0.0117	-0.0115	-0.0114	-0.0102	-0.0097	-0.0083	-0.0097
Coefic.	r	-0.964	-0.973	-0.963	-0.933	-0.910	-0.884	-0.884	-0.873	-0.877	-0.913	-0.934	-0.950	-0.924
Cuenca Condorescota		-2.7	-3.1	-3.2	-5.7	-11.2	-15.1	-15.0	-13.0	-10.4	-7.3	-6.1	-3.9	-8.1
Areas Condorescota		-2.8	-3.2	-3.3	-5.8	-11.3	-15.2	-15.2	-13.1	-10.5	-7.4	-6.2	-4.0	-8.2

Nota: Se muestran las temperaturas mínimas medias mensuales – anual vs elevación.



6.3.3. HUMEDAD RELATIVA

Para el análisis de la Humedad Relativa se usó información de tres estaciones meteorológicas que son operadas; 02 por el SENAMHI, (CO) Yauri y (CO) Sicuani y una estación operada por la Minería Xstrata (CP) Tintaya. El periodo con registros de Humedad Relativa utilizados en el estudio son la estación Sicuani (1964-1988, 1987-1988, 1991-2006), Tintaya (1983-1992), Yauri (1998-2006).

A pesar que la diferencia de latitudes de las estaciones no es significativa, los valores de sus registros no son similares, incumpliendo las reglas que a menor altitud mayor humedad y a mayor altitud menor humedad, asimismo, se conoce que la humedad relativa en la costa es siempre mayor en invierno y la humedad relativa es menor en verano, mientras que en las zonas altas debido al intenso brillo solar que se produce, las estaciones de invierno a primavera la humedad relativa debe ser menor en relación al periodo lluvioso donde si se produce humedad, cumpliendo estas características en todas las ecuaciones seleccionadas.

Después de este análisis la información que se asumirá para el estudio es la obtenida a partir del promedio de las tres estaciones seleccionadas, la que muestra a continuación:



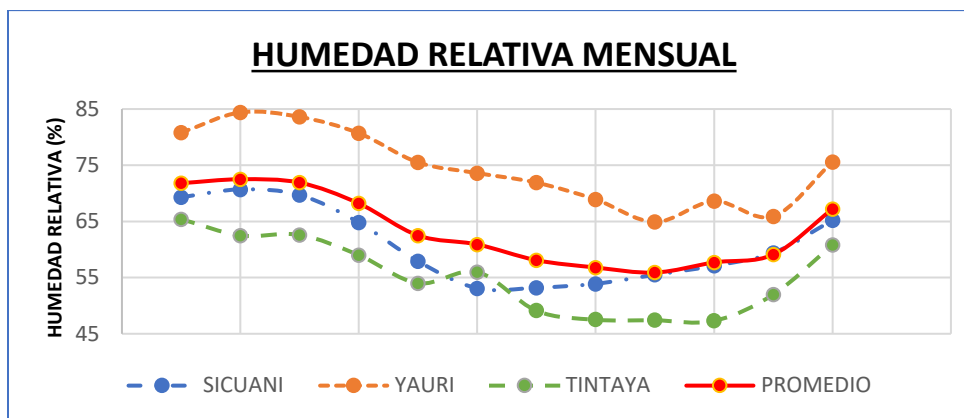
Tabla 21

Humedad relativa media mensual y anual (%).

ESTACION	M E S E S												Media
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
SICUANI	ALTITUD: 3574 msnm.												
Promedio	69.3	70.7	69.7	64.8	57.9	53.1	53.2	53.9	55.5	57.1	59.4	65.2	60.8
Máxima	84.0	89.0	95.0	93.0	78.0	70.0	70.0	72.0	72.0	72.0	72.0	75.0	78.5
Mínima	54.0	61.0	54.0	48.0	40.0	26.0	27.0	30.0	34.0	32.0	38.0	50.0	41.2
YAURI	ALTITUD: 3927 msnm												Media
Promedio	80.8	84.4	83.6	80.7	75.5	73.6	71.9	68.9	64.9	68.6	65.9	75.6	74.5
Máxima	84.0	87.3	91.2	92.5	88.2	80.0	82.1	74.8	71.6	78.6	74.4	79.4	82.0
Mínima	78.1	82.4	80.0	74.7	69.0	68.3	65.0	61.5	60.1	60.1	55.7	70.8	68.8
TINTAYA	ALTITUD: 4005 msnm												Media
Promedio	65.4	62.5	62.6	59.0	54.0	56.0	49.1	47.5	47.4	47.3	52.0	60.8	55.3
Máxima	73.2	73.1	75.0	67.4	64.5	66.1	61.4	60.6	64.6	62.8	65.3	69.8	67.0
Mínima	46.9	40.5	38.6	39.4	30.3	42.9	35.6	35.5	36.4	33.6	30.4	46.8	38.1
PROMEDIO	ALTITUD: 3990 msnm												Media
Promedio	71.8	72.5	71.9	68.2	62.5	60.9	58.1	56.8	55.9	57.7	59.1	67.2	63.6
Máxima	80.4	83.1	87.1	84.3	76.9	72.0	71.2	69.1	69.4	71.1	70.5	74.7	75.8
Mínima	59.7	61.3	57.5	54.0	46.4	45.7	42.5	42.3	43.5	41.9	41.4	55.9	49.4

Nota: Se muestra el promedio de Humedad Relativa con respecto a las estaciones meteorológicas de Sicuani, Yauri y Tintaya

El promedio anual de la humedad relativa en la estación Yauri alcanza a 74.50%, en la estación Sicuani 60.80% y en la estación Tintaya alcanza un promedio anual de 55.30%.

Figura 37*Humedad relativa media mensual (%)*

Nota: Se muestra el promedio de la Humedad Relativa de las estaciones meteorológicas de Sicuani, Yauri y Tintaya VS meses.

6.3.4. HORAS SOL

La información de horas sol se obtuvo mediante las estaciones meteorológicas de Yauri, Kayra y Perayoc. El total anual de horas sol de la estación Yauri alcanza a 2,778.3 h/año, brillando un máximo de 318.5 horas en el mes de julio y un mínimo de 111.0 horas en el mes de enero. En la estación de Kayra el total anual de horas de sol alcanza a 2,252.9 h/año, brillando un máximo de 288.0 horas en el mes de julio y un mínimo de 65.2 horas en el mes de enero. En la estación de Perayoc el total anual de horas de sol alcanza a 2,404.0 h/año, brillando un máximo de 314.1 horas en el mes de julio y un mínimo de 75.5 horas en el mes de febrero. Además, se ha obtenido un promedio de las tres estaciones registradas con la finalidad de hacer uso para el proyecto, por cuanto su variación respecto a la altitud es casi similar. La variación total anual del promedio de las tres estaciones es de 2,478.4.0 h/año, brillando un máximo de 318.5 horas en el mes de julio y un mínimo de 65.2 horas en el mes de enero.



La radiación solar promedio obtenida a partir de las tres estaciones controladas por el SENAMHI y la UNSAAC, serán las que se utilizarán en el presente estudio, los periodos con registros de Horas de Sol utilizadas en el estudio son; estación Yauri (1999-2006), estación Kayra (1931-1946, 1964-1998) y la estación Perayoc (1963-2007). En la tabla N°37 se muestra estos resultados

Tabla 22

Horas de Sol medias mensuales y anuales (horas/mes)

ESTACION	M E S E S												Total
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
YURI	ALTITUD: 3574 msnm.												Total
Promedio	169.1	162.0	193.3	219.2	275.5	265.4	275.9	272.4	250.7	241.8	247.2	205.8	2778.3
Máxima	213.3	208.5	216.9	243.6	302.5	306.0	318.5	306.1	270.9	277.7	275.8	228.2	3168.0
Mínima	111.0	123.4	170.2	184.1	236.2	237.9	239.0	243.2	228.6	198.3	215.2	192.6	2379.7
K'AYRA	ALTITUD: 3927 msnm												Total
Promedio	125.6	121.6	144.3	182.7	236.0	240.8	255.1	232.6	197.2	198.6	172.8	145.7	2252.9
Máxima	188.3	175.3	201.8	225.6	286.1	282.0	288.0	279.1	254.9	259.5	254.5	193.0	2888.1
Mínima	65.2	72.2	73.3	121.6	174.8	160.2	208.0	167.0	82.6	134.2	102.9	98.6	1460.6
PERAYOC	ALTITUD: 4005 msnm												Total
Promedio	146.4	136.0	161.3	194.0	242.6	238.1	252.3	246.9	213.7	214.8	192.8	164.9	2404.0
Máxima	215.9	192.7	219.8	243.0	299.2	280.5	314.1	300.7	262.0	267.6	258.5	205.0	3059.1
Mínima	89.7	75.5	94.9	108.3	184.5	170.2	150.9	183.1	127.0	125.7	120.4	117.6	1547.9
PROMEDIO	ALTITUD: 3990 msnm												Total
Promedio	147.0	139.8	166.3	198.6	251.4	248.1	261.1	250.6	220.5	218.4	204.3	172.1	2478.4
Máxima	215.9	208.5	219.8	243.6	302.5	306.0	318.5	306.1	270.9	277.7	275.8	228.2	3173.5
Mínima	65.2	72.2	73.3	108.3	174.8	160.2	150.9	167.0	82.6	125.7	102.9	98.6	1381.7

Nota: Se muestra el promedio horas de sol medias mensuales con respecto a las estaciones meteorológicas de Sicuani, Yauri y Tintaya

6.3.5. EVAPORACIÓN

Este parámetro se analizó en base a los registros de las estaciones meteorológicas de Tintaya, Perayoc, Urcos y Urubamba. La información recabada corresponde a las mediciones con tanques evaporímetros Piche, los que deberán corregirse para su uso en el embalse.

Para la generación de la evaporación media mensual para la altura media de cada embalse se aplica regresión lineal simple, donde se puede apreciar que existe una excelente relación entre la altitud y evaporación, obteniéndose coeficientes de correlación en los meses del año entre $r = 0.872$ en julio a $r = 0.999$ en diciembre. Para hallar la altura media de cada embalse se toma la media de la altura máxima embalsable y la altura más baja, obteniéndose la altura media de 4507.512 msnm y 4500.912 msnm para el reservorio, con la cual se obtiene una evaporación media anual y mensual, la mayor evaporación se produce en primavera y verano, mientras que la menor se produce en otoño e invierno.

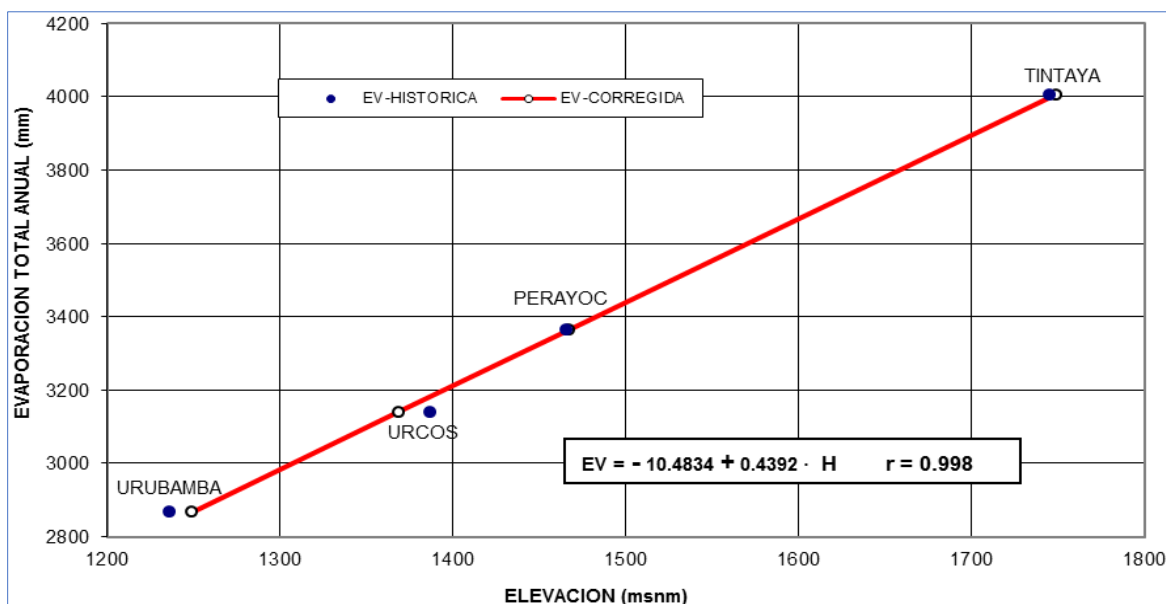
Tabla 23

Evaporación media mensual y anual

NOMBRE DE LA ESTACION	ALTITUD msnm.	M E S E S												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
TINTAYA	4005	146.2	129.0	127.7	123.1	129.3	133.2	140.9	151.1	165.2	193.2	175.0	151.4	1745.0
PERAYOC	3365	100.8	93.0	101.8	102.3	122.0	126.3	139.0	146.1	140.7	144.6	128.9	120.4	1465.7
URCOS	3140	99.8	83.8	92.1	99.1	110.8	117.1	121.7	134.7	134.6	142.4	137.7	112.6	1386.5
URUBAMBA	2867	93.2	82.5	88.8	87.6	102.1	102.6	115.1	118.9	115.2	120.7	111.0	98.3	1236.1
Coefic.	a	-50.3266	-48.2086	-17.2176	1.7519	37.4174	35.8087	52.6710	49.7871	-1.1330	-57.8649	-38.0345	-33.7006	-10.4834
Coefic.	b	0.0479	0.0434	0.0358	0.0303	0.0235	0.0251	0.0229	0.0263	0.0419	0.0622	0.0527	0.0462	0.4392
Coefic.	r	0.953	0.967	0.986	0.994	0.949	0.922	0.872	0.894	0.986	0.987	0.948	0.999	0.998
EVAP. EN EL EMBALSE		169.4	150.9	147.0	140.5	145.2	150.9	157.5	170.3	190.8	227.3	203.5	177.9	2002.5

Figura 38

Evaporación media mensual y anual



6.3.5.1. EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL

El cálculo de la evapotranspiración potencial (ET_o), para el área de cultivo del proyecto de la zona alta y baja fue realizado a través del método PENMAN – MONTEITH sugerido por la FAO, utilizado el software CROPWAT 8.0; el resultado del análisis y calculo para las áreas de cultivo del proyecto se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 24

Evapotranspiración potencial

MES	Temp. Min °C	Temp. Max °C	Humedad %	Viento Km/día	Insolación horas	Rad MJ/m2/día	ET _o mm/mes
ENERO	3.50	14.40	75.00	328.00	4.00	16.50	93.23
FEBRERO	3.50	14.40	78.00	337.00	4.40	16.90	82.13
MARZO	2.90	14.40	77.00	314.00	4.80	16.70	89.34
ABRIL	1.70	15.10	74.00	346.00	6.10	17.00	89.21
MAYO	-1.10	15.60	68.00	346.00	7.60	17.10	95.75
JUNIO	-3.00	15.30	62.00	361.00	7.80	16.20	93.30
JULIO	-3.70	15.00	62.00	346.00	8.00	16.90	96.24



MES	Temp. Min °C	Temp. Max °C	Humedad %	Viento Km/día	Insolación horas	Rad MJ/m2/día	ETo mm/mes
AGOSTO	-1.40	15.30	65.00	377.00	7.60	18.20	101.92
SETIEMBRE	0.90	15.40	65.00	408.00	6.60	18.70	105.37
OCTUBRE	2.40	16.00	65.00	346.00	6.40	19.70	115.05
NOVIEMBRE	3.10	16.00	68.00	393.00	5.50	18.80	108.92
DICIEMBRE	3.40	15.20	72.00	354.00	4.60	17.50	101.77
PROMEDIO	1.0	15.2	69.3	354.7	6.1	17.5	97.7

6.3.6. ANÁLISIS DE EVENTOS EXTREMOS

6.3.6.1. CAUDALES MAXIMOS

Para la estimación de los caudales máximos se ha empleado el método del servicio de conservación de suelos (SCS) USDA, básicamente el método consistente en estimar un hidrograma triangular unitario sintético, las cuales convergen para producir un hidrograma compuesto de la avenida; se aplica principalmente en los estudios de avenidas máximas en cuencas sin aforos, determinando los valores picos del caudal en función de la tormenta de diseño seleccionada.

Un paso importante en la aplicación de métodos es la estimación de numero de curva, CN, por su influencia directa sobre el resultado final. Es aconsejable estimar dicho valor a partir de una calibración, partiendo de una precipitación efectiva para determinado periodo de retorno y comparando el resultado en el valor de la avenida calculada por el análisis de frecuencias para el mismo periodo.

La Oficina Nacional de Recursos Naturales (ONERN) en base a los coeficientes de escurrimiento teórico propuesto en la clasificación de zonas de vida realizada por Holdridge ha ajustado a condiciones reales el coeficiente de escurrimiento teórico empleado para ello los datos aforados. El coeficiente de esorrentía obtenido para la zona en estudio es de $C=0.68$.

El cálculo máximo se realizó mediante el método de transformación de la precipitación escorrentía SCS, empleado el software del HEC – HMS. Los parámetros que fueron utilizados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 25

Parámetros empleados en el software del HEC – HMS

PARAMETRO	VALOR	UNIDAD
Área de cuenca	9.31	Km2
Abstracción inicial	24	Mm
Numero de curva	53	CN
Tiempo de retardo	54	Min
Precipitación máx. 24 hr de diseño	70.338	Mm
Periodo de retorno	200	años
Patrón de tormenta	Tipo II	-----

6.3.6.2. CAUDALES MINIMOS

Los caudales mínimos para los puntos de captación en la cuenca de Condorccota fueron obtenidos a partir de los caudales mínimos de la serie de caudales medios mensuales generados del periodo 1964 – 2012, la función de densidad de probabilidad utilizada es Pearson Tipo 3, la misma que permite calcular probabilísticamente los valores de las descargas mínimas para los distintos periodos de retorno con una variación desde 1 año hasta 100 años. Con la finalidad de efectuar el diseño de las estructuras de captación se asume los caudales mínimos para periodo de retorno 100 años.

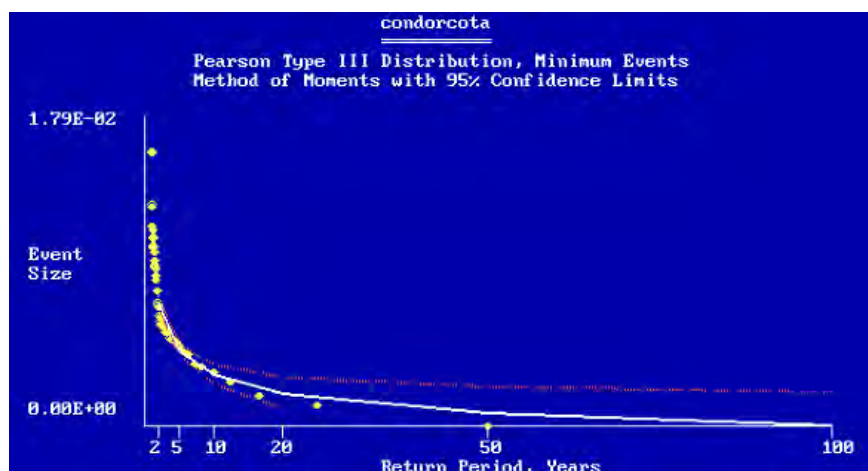
Figura 39

Calculo de caudales mínimos con la función de densidad Pearson Tipo 3

condorcota						
Pearson Type III Distribution, Minimum Events						
Method of Moments						
Mean is	8.325E-03			Parameter Alpha is	7.133E-04	
Variance is	1.584E-05			Parameter Beta is	31.136E+00	
Coefficient of skew is	0.358E+00			Parameter Gamma is	-1.389E-02	
T, yrs	2	5	10	20	50	100
95% U	8.570E-03	5.303E-03	4.058E-03	3.280E-03	2.618E-03	2.290E-03
X _t	8.088E-03	4.927E-03	3.402E-03	2.207E-03	9.298E-04	1.168E-04
95% L	7.606E-03	4.551E-03	2.747E-03	1.135E-03	0.000E+00	0.000E+00
S _t	2.458E-04	1.917E-04	3.343E-04	5.470E-04	8.611E-04	1.109E-03
Events, Confidence Limits and Standard Errors shown as 0 are undefined						

Figura 40

Curva de caudales mínimos al 75%



6.3.7. BALANCE HÍDRICO

6.3.7.1. OFERTA HIDRICA

Para la oferta hídrica del proyecto se ha utilizado como fuente de información los caudales registros por las estaciones hidrométricas de: Angostura con un periodo de registro desde el año 1962 al 1994, estación Pisac con un periodo de registro histórico desde el año 1965 a 1997, estación Paucartambo con un periodo de registro desde el año 1965-1973, 1995-

2003, estación Huancané con registros históricos desde el año 1980 a 1985 y estación Angostura con registros desde el año 1962 al 2008.

Con los registros empleados a las estaciones señaladas, se procedió a efectuar inicialmente la calidad de su información, mediante el análisis gráfico, análisis de salto y tendencias, doble masa y bondad y calidad de su información. Luego se procedió a efectuar su competición y homogenización de cada una de las estaciones mediante el HEC-4PS.

Así mismo en base a estos caudales, área física de la cuenca y precipitación media en cada cuenca se realizó una recesión múltiple $Q = (A, P)$ cuya ecuación de envolventes para el caudal medio es:

Ecuación 3: Calculo de envolventes para el caudal medio.

$$Q = 0.0032045 * A^{1.13163} * P^{0.380329}$$

Donde:

A: Área en Km^2

P: precipitación en mm

Q: Caudal en m^3/s

Tabla 26

Oferta hídrica para diferentes niveles de persistencia

PUNTO	PERSISTENCIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
RESERVORIO CONDORCCOTA	Q al 50%	0.068	0.066	0.061	0.043	0.020	0.013	0.014	0.024	0.030	0.038	0.046	0.056
	Q al 75%	0.062	0.061	0.056	0.038	0.016	0.008	0.010	0.018	0.026	0.034	0.040	0.053
	Q al 95%	0.054	0.055	0.050	0.032	0.010	0.000	0.000	0.007	0.020	0.027	0.033	0.048

6.3.7.2. DEMANDA DE AGUA

La demanda de agua de campo proviene del análisis efectuado en campo y plasmado en una cedula de cultivo propuesta para el proyecto. Del análisis, se ha planteado un sistema de riego por



aspersión, durante 24 horas, para el cual se ha hallado un módulo de riego máximo de 0.46 l/s/ha. Se pretende regar 110 ha.

En la siguiente tabla se puede verificar el análisis efectuado para la demanda agrícola de los sectores.

Tabla 27

Demanda agrícola de los sectores

CULTIVOS	%	AREA	VALORES DE Kc												
			MESES												TOTAL
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Dactyis + alfalfa	45.5	50	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	
Rye Grass + trebol Rojo + R.G. Ingles	45.5	50	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	
avena Forrajea	9.0	10	0.5	0.75	0.8	0.45							0.8	0.15	
Total	100	110													
Area Cultivada Mensual (ha)			110.00	110.00	110.00	110.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	110.00	110.00	
Kc Ponderado			0.77	0.80	0.80	0.77	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.74	
EPT (MM)			93.23	82.13	89.34	89.21	95.75	93.31	96.24	101.92	105.37	115.05	108.92	101.77	
ERT(mm)			72.04	65.33	71.47	68.53	76.60	74.65	76.99	81.54	84.30	92.04	87.14	75.40	
PE 75% (mm)			109.00	95.90	87.30	40.30	3.50	0.00	1.00	5.20	13.40	28.50	42.80	76.50	
Consumo teorico			0.00	0.00	-15.83	28.23	73.10	74.65	75.99	76.34	70.90	63.54	44.34	-1.10	
Demanda Unitaria Neta (m3/ha)			0.00	0.00	0.00	446.82	1157.01	1181.51	1259.77	1208.23	1122.13	1005.70	701.75	0.00	
Eficiencia de riego (%)			63.18	63.18	63.18	63.18	63.18	63.18	63.18	63.18	63.18	63.18	63.18	63.18	
N° Dias/mes			31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	
Jornada de Riego (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	
Modulo de Riego (l/s/ha)			0.00	0.00	0.00	0.17	0.43	0.46	0.45	0.45	0.43	0.38	0.27	0.00	
Caudal a captar (l/s)			0.00	0.00	0.00	18.96	43.20	45.59	44.91	45.11	43.30	37.55	29.78	0.00	
Volumen req/mes (m3)			0.00	0.00	0.00	49152.60	115710.25	118160.60	120288.50	120833.00	112221.50	100578.00	77197.30	0.00	814141.75
Volumen req/mes (Hm3)			0.00	0.00	0.00	0.05	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11	0.10	0.08	0.00	0.81



6.3.7.3. BALANCE HIDRICO

En el balance hídrico de este proyecto se consideraron los valores de los caudales generados y ofertados por la cuenca, así como la demanda del recurso hídrico, se observa que existe un superávit del recurso hídrico en los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo y diciembre, mientras que en los meses de junio, julio, agosto, setiembre, octubre y noviembre se presenta un déficit del recurso hídrico.

Tabla 28

Balance hídrico

Descripción	UND	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Demanda Unitaria	m ³ /ha	0	0	0	446.82	1,157.01	1,181.51	1,259.77	1,208.23	1,122.13	1,005.70	701.74	0	
Días/mes		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Nº horas de riego	hora	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
Módulo de riego	(l/s/ha)	0	0	0	0.17	0.43	0.46	0.47	0.45	0.43	0.38	0.27	0	
Áreas	ha	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Qdiseño (l/s)	l/s	0	0	0	17.24	43.2	45.58	47.03	45.11	43.29	37.55	27.07	0	
Demanda Mensual	m³	0	0	0	49,152.6	115,710.25	118,160.6	120,288.5	120,833	112,221.5	100,578	77,197.3	0	814,141.75
Oferta Mensual	m ³	313,399.58	332,083.58	383,761.15	474,595.20	196,969.54	94,374.72	50,112.86	43,939.15	36,547.20	35,301.31	31,777.92	114,823.01	2,107,685.23
Superávit/Déficit	m ³	313,399.58	332,083.58	383,761.15	429,913.34	81,268.36	-23,776.50	-75,863.70	-76,883.80	-75,665.50	-65,268.40	-38,396.19	114,823.00	
Vol. Útil Almacen.	m ³	-	-	-	-	-	23,776.59	75,863.71	76,883.89	75,665.53	65,268.49	38,396.19	-	355,854.40
Oferta Mensual Ajustada	m³	215,918.76	228,791.23	264,394.84	474,595.20	196,969.54	118,151.30	125,976.50	120,823.00	112,212.70	100,569.80	70,174.11	79,108.09	2,107,685.23
Superávit/Déficit	m ³	15,918.76	228,791.23	264,394.84	429,913.34	81,268.36	-	-	-	-	-	-	79,108.09	

Figura 41

Balance Hídrico sin proyecto de riego

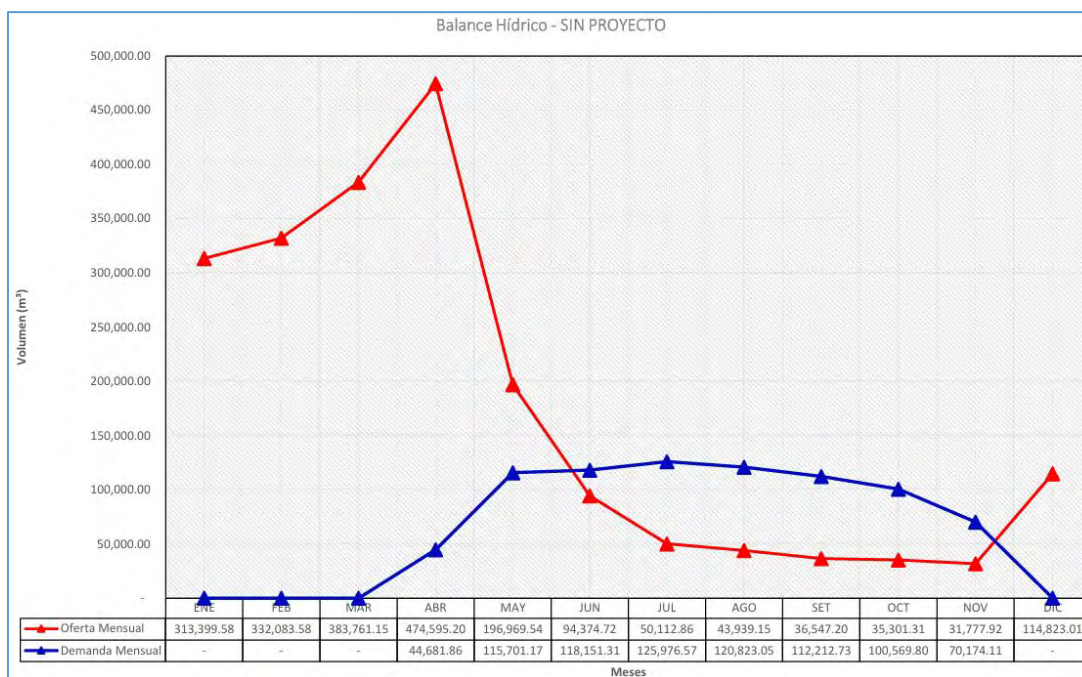
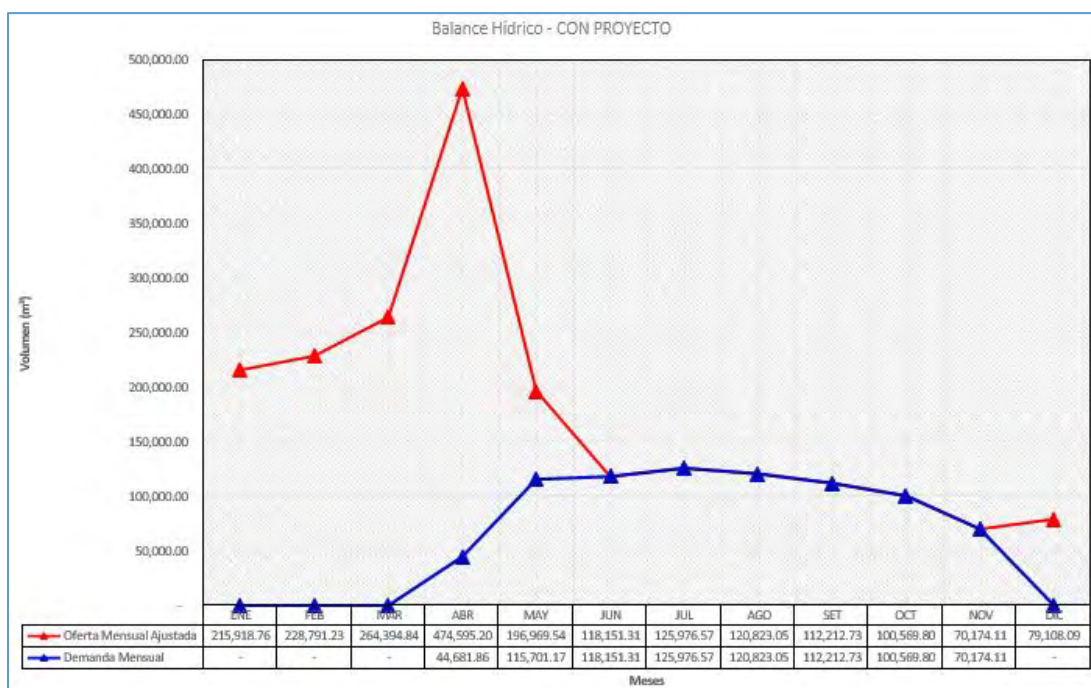


Figura 42

Balance Hídrico con proyecto de riego



6.3.7.4.HIDROGEOLOGÍA

La cuenca de estudio presenta acuíferos no consolidados: como los depósitos morrénicos, aluviales, deluviales, deluvio-coluviales y el acuífero rocoso fracturada de la formación Casanuma y el grupo Tacaza; el acuitardo de los depósitos bofedales y el acuífugo de la formación Casanuma y grupo Tacaza (la roca que no está fracturada).

En zonas alta de la cabecera de la cuenca dónde el aflora en mayor proporción el macizo rocoso, el agua subterránea se transporta principalmente a través de fracturas en el con flujos rápidos, pero de bajo volumen. En las lomadas de morrenas el flujo es intergranular, con mayor capacidad de almacenamiento y recarga, mientras que en los bofedales el agua se mueve lentamente debido a la baja permeabilidad de los suelos orgánicos, actuando como reguladores naturales del régimen hídrico.

En las zonas llanas hacia el este de la cuenca, se observó los depósitos bofedales con vegetación hidromórfica, y pequeñas lagunillas, lo que indica que el nivel freático, especialmente en la época de precipitación pluviales, se encuentre cercano a la superficie. En gran parte de la cuenca los depósitos morrénicos, actúan como zonas de almacenamiento y regulación hídrica, permitiendo la descarga sostenida hacia quebradas y ríos hacia el este y sur oeste, conformando un sistema hidrogeológico integrado, estos son alimentados por manantes que nacen al norte y noreste, recargados por la escorrentía, precipitación fluvial y aguas subterráneas.

Figura 43

Presencia de aguas superficiales



Nota: En las imágenes superiores se observa el afloramiento de manantes, en la imagen izquierda inferior se observa lagunillas dentro del depósito bofedal, en la imagen inferior derecha se observa un riachuelo que alimenta al bofedal y la vegetación hidromórfica.

Figura 44

Hidrogeología de la cuenca



Nota: Se observan las unidades hidrogeológicas de la parte norte de la cuenca, las flechas indican la dirección de flujo de las aguas subterráneas



CAPITULO VII: GEOTECNIA

7.1. ASPECTOS GEOTECNICOS

7.1.1. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL RESERVORIO

La caracterización geotécnica nos permite conocer las características del terreno, lo cual significa identificar el conjunto de propiedades físicas, y mecánicas de los suelos que caracterizan el área estudiada. Por consiguiente, esta tarea está basada en los conceptos generales y especiales sobre mecánica de suelos. Estos conceptos incluyen el análisis granulométrico por tamizado, clasificación unificada de suelos, límites de consistencia, contenido de humedad, peso específico, capacidad admisible, y otros.

Para conocer las características de los suelos, ha sido necesario realizar un programa de exploración directa, mediante excavación de calicatas. Las calicatas han permitido la obtención de muestras representativas de suelo que, a su vez, han sido utilizadas en los ensayos de laboratorio para determinar las características físico- mecánicas de los suelos y para los datos de entrada del modelo de plaxis 3D. Se realizó también el ensayo de penetración Dinámica ligera (PDL) in situ para su correlación de la resistencia de suelo con los datos obtenidos en gabinete. La información obtenida se consigna en formatos adecuados, incluyendo el tipo de suelo, clasificación SUCS, humedad, y otros.

La metodología de campo y laboratorio ha sido también complementada con el trabajo de gabinete en la interpretación de la información recopilada, para su consiguiente procesamiento, y aplicación en las conclusiones y recomendaciones a las que se llega en el trabajo.



7.1.2. CARACTERIZACION MORFOLOGICA DEL RESERVORIO

El reservorio se ubicara en la vertiente izquierda de la quebrada Lauramani, que nace en la laguna Condorccota, emplazada en ladera de pendiente suave a moderada, que se encuentra al pie del cerro Auquitutoca, a los 4,505 msnm de altitud aproximadamente, localmente la zona de emplazamiento del reservorio, presenta relieve ondulado por la presencia de colinas bajas que bordean al bofedal superficial que alterna con pequeñas lagunillas geoformas que a la vez están rodeadas por colinas altas, lomas alargadas y cumbres ubicadas al NE y E del área de localización del reservorio.

7.1.3. CARACTERIZACION LITOLOGICA DEL RESERVORIO.

Se observa litológicamente la presencia de suelo orgánico con turba o capa superficial de cobertura que tiene un espesor que varía de 0.30, 0.50 y 0.75 m de espesor, con vegetación hidromórfica; material que cubre a capas centimétricas horizontales de limo arcilloso, limo arenoso y arena limosa, que constituyen lentes ubicados a diferentes niveles; estas capas finas suprayace al depósito morrénico que en el área está conformado por grava limo arcillosa (GM-GC), grava limosa (GM), arena limo arcillosa (SM-SC), arena arcillosa (SC) y arena limosa (SM) con clastos de contorno subanguloso a subredondeado de hasta 0.50 m de diámetro en un 15 a 40 % del total.

En las colinas bajas que se ubican alrededor del bofedal y en algunas áreas próximas a la zona central del bofedal, tenemos material morrénico neto, con lentes de capas finas de limos arcillosos y limos arenosos con espesores de 1.00 a 2.80 m, estos depósitos corresponden a morrenas terminales que sellaron lagunas pequeñas que existieron en la zona durante el Pleistoceno; el depósito morrénico tiene regular a buena consolidación natural con espesor profundo.



7.1.4. CARACTERIZACION PETROGRAFICAS.

El reservorio estará apoyado sobre deposito morrénico, y este a su vez estará apoyado sobre el basamento rocoso, algunas partes del canal también cortaran este basamento, en este caso está constituido por rocas volcánicas de la Unidad lávicas del Grupo Barroso (NQ-ba/da, an), conformada por lavas dacíticas a andesíticas porfiriticas a afiricas, bastante fracturadas y alteradas del Neógeno - Plioceno. Todas ellas con buenas propiedades geomecánicas de resistencia a la compresión.

Tabla 29

Descripción Petrográfica de la Muestra C-1.

DESCRIPCION PETROGRAFICA MACROSCOPICA	
PROY: RESERVORIO PACCOPAMPA	MUESTRA: C - 1
SECTOR: CONDORCOTA - CHITIBAMBA	DISTRITO: CHECCA
PROVINCIA: CANAS	DEPARTAMENTO: CUSCO
TAMAÑO DE GRANO	0.5-0.3 mm
COLOR	Gris claro
TEXTURA	Oquerosa- fenocristales lixiviados en una matriz afanítica
COMPOSICION MINERALOGICA	
a. Minerales principales: Plagioclasas, Na-Ca y hornblenda	
b. Minerales accesorios: Sílice en la matriz	
PROPIEDARES	MUESTRA
TIPO DE ROCA: Ígnea – Volcánica. NOMBRE: Andesita Porfiritica de hornblenda. GRADO DE FACTURAMIENTO: Moderado. DUREZA: 5.5 – 6.0 escala Mohs ALTERACIÓN: hornblenda fuertemente alterada a epidota y óxidos de Fe y Plagioclase débilmente alterada a epidota y arcilla. REACCION AL ACIDO CLORHIDRICO: Ninguna	

Tabla 30*Descripción Petrográfica de la Muestra C-2*

DESCRIPCION PETROGRAFICA MACROSCOPICA	
PROY: RESERVORIO PACCOPAMPA	MUESTRA: C - 2
SECTOR: CONDORCOTA - CHITIBAMBA	DISTRITO: CHECCA
PROVINCIA: CANAS	DEPARTAMENTO: CUSCO
TAMAÑO DE GRANO	0.5-0.3 mm
COLOR	Gris claro
TEXTURA	Porfídica - fenocristales en una matriz afanítica
COMPOSICION MINERALOGICA	
a. Minerales principales: Plagioclasas, Na-Ca y hornblenda	
b. Minerales accesorios: Sílice en la matriz	
PROPIEDADES	MUESTRA
TIPO DE ROCA: Ígnea – Volcánica. NOMBRE: Andesita Porfiritica de hornblenda. GRADO DE FACTURAMIENTO: Moderado. DUREZA: 5.5 escala Mohs ALTERACIÓN: Hornblenda fuertemente alterada a epidota y óxidos de Fe y Plagioclasa débilmente alterada a epidota y arcilla. REACCION AL ACIDO CLORHIDRICO: Ninguna	

7.1.5. CARACTERIZACION GEOMECANICA.**7.1.5.1. CARACTERIZACION DEL MACIZO ROCOSO**

Se determinaron la calidad de macizo rocoso de dos puntos representativos, se utilizó el método RMR (Bieniawski 1978), en el cual se tomaron mediciones, así como el muestreo de rocas obtenidas en la zona de estudio. Las muestras fueron enviadas al laboratorio para ser talladas y así realizar el ensayo de compresión correspondiente.

Se realizó las mediciones del fracturamiento, fallamiento y otras estructuras lineales, así como otros parámetros que se describen para la valoración del macizo rocoso.

❖ **ORIENTACIÓN DE FRACTURAS Y LINEACIONES:** Se han efectuado mediciones en la zona del este y oeste donde aflora macizo, a partir de los cuales se ha obtenido la información que se ha sistematizado en los siguientes sistemas.

- ✓ 1° Sistema NE-SW - buzamientos entre 60° y 70° noreste
- ✓ 2° Sistema E -W con buzamientos entre 80° NW y verticales. Vaso
- ✓ 3° Sistema NW-SE, con buzamientos hacia el noreste y suroeste en diversos ángulos.
- ✓ 4° Sistema N-S con buzamiento vertical.

Se han podido agrupar hasta tres sistemas importantes de fracturamiento, existiendo otros aleatorios dependiendo de la zona

❖ **SU RQD:** Se considera en un valor entre los 50% al 75%.

❖ **EL ESPACIADO:** El espaciado entre los planos de discontinuidad hace que el tamaño de los bloques está en el orden de 0.30 a 1.20 m por 1 a 2m de longitud, en forma tabular, tal como se puede apreciar en las vistas. De acuerdo con la clasificación geomecánica RMR corresponde a un espaciado separado.

❖ **SU CONTINUIDAD:** La continuidad de los sistemas observados tiene distancias que varían entre los 0.30 cm a 3 m, tal como se puede apreciar en las vistas del ítem anterior.

❖ **SU RUGOSIDAD:** La rugosidad es ondulada lisa muy marcadas por el mismo hecho que estas se producen en los planos de diaclasamiento y las otras familias



perpendiculares y transversales tienen la tendencia de fracturarse de manera ligeramente rugosa.

- ❖ **LA ABERTURA:** Los espacios entre las fracturas son heterogéneos, dependiendo de la zona, siendo menos en las zonas más internas y mayor en las zonas superficiales y externas. El rango de las aberturas está entre 0.25 mm y 2.5 mm y en zona externas 2.5 mm a 10 mm.
- ❖ **SU RELLENO:** El material de relleno es básicamente de cuarzo, calcita y eventualmente minerales de sulfuro de hierro (pirita y variedades) que por la presencia del agua son oxidados y toman una coloración roja típica de minerales ferrosos. Son rellenos duros.
- ❖ **SUS ALTERACIONES:** Se encuentra inalterada o ligeramente alterada, en algunos casos más que en otros lo que en promedio se puede considerar como ligeramente alterada.
- ❖ **SUS FILTRACIONES:** En las zonas donde no existe presencia de agua, no se evidencia flujos ni caudales que puedan provenir del macizo rocoso.
- ❖ **NUMERO Y ORIENTACION DE FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES:** Se puede establecer de acuerdo con las mediciones y diagramas, tres sistemas siempre presentes en una zona con algunas medidas de carácter esporádico.
- ❖ **TAMAÑO DE BLOQUE EN FUNCION DEL N° DE DISCONTINUIDADES:** Se podrá tener bloques entre 0.5 y 1 m de tamaño, esto en base a lo observado en la zona de flujo de detritos.

❖ **LA FORMA DE LOS BLOQUES Y METEORIZACION:** Es tabular e irregular en algunos casos. La meteorización es ligera a moderada, es decir menos de la tercera parte del macizo aparece descompuesto y transformado en suelo.

❖ **LA RESISTENCIA A LA COMPRESION:** Los resultados del ensayo a la compresión simple, han dado valores entre 53.15 y 63.91 Mpa (Mega Pascales), siendo el valor obtenido de 541.79 y 651.79 kg/cm².

❖ **ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE:**

Tabla 31

Resultados del ensayo de compresión simple a rocas de afloramiento de la zona de estudio

DESCRIPCION	CODIGO	LECTURA	CARGA	AREA	RESISTENCIA
	MUESTRA	DIAL (lb)	(Kg)	(Cm ²)	(Kg/Cm ²)
R. PACCOPAMPA	C-1	43000	19504	36.00	541.79
R. PACCOPAMPA	C-2	50000	22680	34.81	651.52

Nota. Se muestra los resultados del ensayo de compresión simple de las dos muestras.

Fuente. Laboratorio Geo cusco E.I.R.L.

7.1.5.2. CLASIFICACION GEOMECANICA RMR (Bieniawski, 1989)

La puntuación obtenida para los macizos rocosos de la zona de estudio es de 56 (C-1), es una roca media, de clase III.

Tabla 32

Clasificación geomecánica del Macizo Rcoso N°1.

MARGEN DERECHA		MACIZO ROCOSO RESERVORIO PACCOPAMPA - EMT N° 1	
Parámetros de clasificación			
1		Ensayo de carga puntual	-
		Compresión simple	53.15 Mpa



	Resistencia de la matriz rocosa	Puntuación	12		
2		RQD	50-75%		
		Puntuación	13		
3		Longitud de discontinuidad	0.2 - 0.6 m		
		Puntuación	10		
4	Estado de las discontinuidades	Longitud	3 - 10 m		
		Puntuación	2		
		Abertura	> 5 mm		
		Puntuación	0		
		Rugosidad	Rugosa		
		Puntuación	5		
		Relleno	Relleno duro >5 mm		
		Puntuación	4		
		Alteración	Ligera		
		Puntuación	5		
5	Agua freática	Caudal por 10 m de túnel			
		Relación presión de agua			
		Estado general	Húmedo		
		Puntuación	7		
Corrección por la orientación de las discontinuidades					
Dirección de buzamiento		Muy favor	Favor	Media	Desfavor
Puntuación	Túneles			-5	
	Cimentaciones		-2		
	Taludes		-5		
Clasificación					
Clase	I	II	III	IV	V
Calidad	Muy buena	Buena	Media	Mala	Muy mala
Puntuación	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	< 20
Puntuación del macizo		53	56	53	
		Para túneles		53	Media

	Para cimentaciones	56	Media
	Para taludes	53	Media

Nota: Se muestra los parámetros de clasificación de geomecánica de rocas RMR. Fuente:

Laboratorio Geo cusco E.I.R.L.

La puntuación obtenida para los macizos rocosos de la zona de estudio es 54 puntos (C-2), es una roca media, de clase III.

Tabla 33

Clasificación geomecánica del Macizo Rcoso N°2

MARGEN IZQUIERDA		MACIZO ROCOSO RESERVORIO PACCOPAMPA - EMT N° 2	
Parámetros de clasificación			
1	Resistencia de la matriz rocosa	Ensayo de carga puntual	
		Compresión simple	63.91 MPa
		Puntuación	12
2		RQD	50-75%
		Puntuación	13
3		Longitud de discontinuidad	0.06 - 0.2 m
		Puntuación	8
4	Estado de las discontinuidades	Longitud	3 - 10 m
		Puntuación	2
		Abertura	> 5 mm
		Puntuación	0
		Rugosidad	Rugosa
		Puntuación	5
		Relleno	Relleno duro >5 mm
		Puntuación	4
		Alteración	Ligera
		Puntuación	5

5	Agua freática	Caudal por 10 m de túnel			
		Relación presión de agua			
		Estado general	Húmedo		
		Puntuación	7		
Corrección por la orientación de las discontinuidades					
Dirección de buzamiento		Muy favor	Favor	Media	Desfavor
Puntuación	Túneles			-5	
	Cimentaciones		-2		
	Taludes		-5		
Clasificación					
Clase	I	II	III	IV	V
Calidad	Muy buena	Buena	Media	Mala	Muy mala
Puntuación	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	< 20
Puntuación del macizo		51	54	51	
		Para túneles	51	Media	
		Para cimentaciones	54	Media	
		Para taludes	51	Media	

Nota: Se muestra los parámetros de clasificación de geomecánica de rocas RMR. Fuente: Laboratorio Geo cusco E.I.R.L.

7.1.6. CARACTERISTICAS DE LA ZONA DE EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO.

Para determinar las características físicas y mecánicas de los suelos se ha realizado la excavación de calicatas en el área de emplazamiento del reservorio, un total de 11 calicatas, para la obtención de muestras alteradas e inalteradas y de laboratorio así mismo para el levantamiento de perfiles estratigráficos, los mismos que se resumen en el cuadro siguiente:

7.1.6.1.PROSPECCION MEDIANTE CALICATAS.



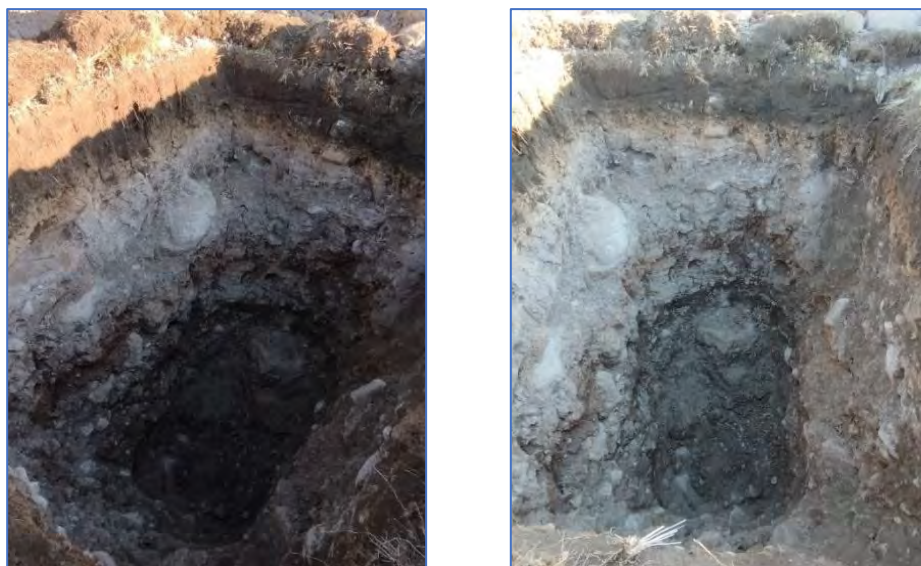
En la zona de emplazamiento del reservorio se excavaron 11 calicatas en depósito morrénico en las colinas bajas y en suelo turboso con vegetación hidromórfica en las zonas casi llanas, que en la temporada de precipitaciones pluviales se convierten en pequeñas lagunillas, esta capa superficial cubre a depósito morrénico que a su vez suprayace a rocas lávicas del Grupo Barroso. Las calicatas C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9, C-10 y C-11 fueron aperturadas con maquinaria hasta profundidades de 2.00 y 4.80 m, efectuando el muestreo representativo de los estratos identificados, con la descripción de los perfiles estratigráficos del subsuelo en cada calicata, los que se resumen brevemente a continuación:

a) Perfil estratigráfico del subsuelo en la calicata C-1.

- ❖ Material de cobertura **-a-**, con espesor de 0.30 m, de color marrón negruzco, presencia de raíces y ligera pedregosidad superficial.
- ❖ De 0.30 a 0.50 m se presenta el estrato **-a1-**, de color blanquecino amarillento, presencia de material orgánico.
- ❖ A partir de 0.50 m hasta la profundidad de 3.40 m tenemos el estrato **-1-**, de color marrón claro, clasificado como grava limo arcillosa (GM-GC), de ligera plasticidad ($IP=4.24\%$), baja compresibilidad ($C_c = 0.14$), con clastos de hasta 0.40 m de diámetro, de contorno subanguloso a subredondeado en un 30 % del total hasta los 2.00 m de profundidad y de 2.00 hasta los 3.40 m disminuye el tamaño a 0.20 m de diámetro en un 20 % del total, en general moderadamente duro al excavar.

Figura 45

Perfil estratigráfico de la calicata C-1



Nota: Perfil estratigráfico de la calicata C-1 hasta la profundidad de 3.40 m.

b) Perfil estratigráfico del subsuelo en la calicata C-2.

- ❖ Capa superficial **-a-**, de color marrón negruzco, espesor de 1.00 m, con materia orgánica y lentes de grava.
- ❖ De 1.00 m hasta la profundidad de 1.50 m se tiene el estrato **-3-**, de color gris verdusco, clasificado como arena limosa (SM), de escasa plasticidad ($IP = 2.20\%$), baja compresibilidad ($C_c = 0.10$), con pequeños lentes de arcilla, suave al excavar.
- ❖ A partir de 1.50 m hasta la profundidad de 1.90 m se presenta el estrato **-2-**, de color pardo a marrón rojizo claro (en capas delgadas), clasificado como limo arcilloso (ML- CL), de ligera plasticidad ($IP = 6.77\%$), baja compresibilidad ($C_c = 0.14$), con nivel de agua a los 1.70 m y suave al excavar.

- ❖ De 1.90 a 2.10 m de profundidad se presenta el estrato **-1-**, de color marrón oscuro, clasificado como arena arcillosa (SC), de ligera plasticidad ($IP = 7.34 \%$), moderada compresibilidad ($C_c = 0.23$), con clastos de hasta 20 cm de diámetro en un 15 % del total, presencia de un nivel de agua a los 2.10 m de profundidad y moderadamente suave al excavar.

Figura 46

Perfil estratigráfico de la calicata C-2



Nota: Perfil estratigráfico del subsuelo en la calicata C-2 hasta la profundidad de 2.10m.

c) Perfil estratigráfico del subsuelo en la calicata C-3.

- ❖ Material de cobertura **-a-**, con espesor de 0.40 m, de color marrón negruzco, con presencia de raíces.
- ❖ De 0.40 a 0.95 m tenemos el estrato **-1-**, de color gris verdusco, con presencia de raíces, clasificado como limo arenoso (ML), de ligera plasticidad ($IP = 9.35 \%$), moderada compresibilidad ($C_c = 0.27$) y suave al excavar.

- ❖ A partir de 0.95 m hasta la profundidad de 1.40 m se presenta el estrato - 2-, clasificado como limo arenoso (ML), que se presenta en capas centimétricas de color pardo verdoso a marrón claro, de ligera plasticidad ($IP = 8.08$ a 9.11%), moderada compresibilidad ($C_c = 0.25$ a 0.30), alto contenido de humedad, suave al excavar.
- ❖ De 1.40 m hasta la profundidad da 2.00 m se presenta el estrato -3-, clasificado como arena arcillosa (SC), de color marrón, de ligera plasticidad ($IP = 7.10\%$), baja compresibilidad ($C_c = 0.13$), con clastos de hasta 30 cm da diámetro en un 20 % del total y moderadamente suave al excavar.

Figura 47

Perfil estratigráfico de la calicata C-3



d) Perfil estratigráfico del subsuelo de la calicata C-4.

- ❖ Capa superficial de cobertura -a-, con espesor de 0.50 m, de color marrón negruzco, presenta de raíces y ligera pedregosidad.

- ❖ De 0.50 a 1.20 m de profundidad se tiene el estrato **-2-**, de color blanquecino amarillento, clasificado como arena limo arcillosa (SM-SC), de ligera plasticidad ($IP = 4.90\%$), baja compresibilidad ($C_c = 0.10$), con escasos clastos de hasta 10 cm de diámetro en un 10 % del total y moderadamente duro al excavar.
- ❖ A partir de 1.20 m hasta la profundidad de 4.50 m se presenta el estrato **-1-**, de color marrón grisáceo claro, clasificado como grava limosa (GM), de escasa plasticidad ($IP = 3.53 \%$), baja compresibilidad ($C_c = 0.19$), con clastos de contorno subanguloso a subredondeado de hasta 0.40 m de diámetro en un 30 % del total y moderadamente duro al excavar.

Figura 48

Perfil estratigráfico de la calicata C-4.



Nota: Perfil estratigráfico del subsuelo en la calicata C-4, hasta la profundidad de 4.50 m.



e) Perfil estratigráfico del subsuelo de la calicata C-5.

- ❖ Capa superficial **-a-**, de color marrón negruzco, con materia orgánica y ligera pedregosidad y espesor de 0.30 m.
- ❖ De 0.30 a 1.20 m de profundidad se tiene el estrato **-a1-**, de color blanquecino amarillento, con presencia de raíces, areno limoso (SM) y moderadamente duro al excavar.
- ❖ A partir de 1.20 m hasta la profundidad de 1.90 m se presenta el estrato **-2-**, de color marrón claro a marrón rojizo, en capas casi horizontales centimétricas, clasificado como arena limo arcillosa (SM-SC), de ligera plasticidad ($IP = 6.67\%$), baja compresibilidad ($C_c = 0.15$), con nivel de agua mínimo a los 1.80 m de profundidad y moderadamente duro al excavar.
- ❖ De 1.90 a 4.00 m de profundidad tenemos el estrato **-1-**, de color marrón grisáceo claro, clasificado como arena arcillosa (SC), de ligera plasticidad ($IP = 8.20\%$), moderada compresibilidad ($C_c = 0.24$), con clastos de contorno subanguloso a subredondeado de hasta 50 cm de diámetro en un 30 % del total y moderadamente duro al excavar.

Figura 49

Perfil estratigráfico de la calicata C-5



Nota: Perfil estratigráfico del subsuelo en la calicata C-5, hasta la profundidad de 4.00 m.

f) Perfil estratigráfico del subsuelo de la calicata C-6.

- ❖ Estrato superficial de cobertura **-a-**, con espesor de 0.70 m, de color marrón negruzco y presencia de abundantes raíces.
- ❖ De 0.70 a 1.20 m, se presenta el estrato **-3-** clasificado como arena limo arcillosa (SM-SC), de color blanquecino amarillento, de ligera plasticidad ($IP = 5.20 \%$), baja compresibilidad ($Cc = 0.12$), con presencia mínima de raíces y lentes de turba, moderadamente suave al excavar.
- ❖ A partir de 1.20 a 2.20 m de profundidad tenemos el estrato **-2-**, clasificado como grava limosa (GM), de color pardo verduzco, de escasa plasticidad ($IP = 3.06 \%$), baja compresibilidad ($Cc = 0.09$), con lentes de gravillas y moderadamente duro al excavar.

- ❖ De 2.20 m hasta la profundidad de 3.20 m se tiene el estrato **-1-**, de color marrón grisáceo claro, clasificado como arena limosa (SM), de escasa plasticidad ($IP = 3.30\%$), moderada compresibilidad ($C_c = 0.22$), contorno subanguloso a subredondeado de hasta 30 cm de diámetro en un 20 % del total y moderadamente duro al excavar, a los 3.00 m, existe un nivel de agua.

Figura

50

Perfil estratigráfico de la calicata C-6



Nota: Perfil estratigráfico del subsuelo en la calicata C-6, hasta la profundidad de 3.20 m.

g) Perfil estratigráfico del subsuelo de la calicata C-7.

- ❖ Material de cobertura **-a-**, que tiene un espesor de 0.10 m, de color marrón grisáceo con presencia de raíces.
- ❖ De 0.10 a 0.90 m de profundidad tenemos el estrato **-1-**, de color blanquecino, areno limoso (SM), con ligera pedregosidad y presencia de pequeños lentes de turba, en general moderadamente duro al excavar.

- ❖ A partir de 0.90 m hasta la profundidad de 2.00 m se tiene el estrato **-2-**, arena limo arcillosa (SM-SC), de color marrón rojizo claro, con clastos de hasta 30 cm de diámetro de contorno subangulosos a subredondeado en un 20 % del total y moderadamente duro al excavar.
- ❖ De 2.00 a 4.80 m de profundidad, se presenta el estrato **-3-**, clasificado como limo arenoso inorgánico (ML), de color marrón grisáceo a pardo blanquecino, en capas centimétricas, de ligera plasticidad ($IP = 9.06\%$) moderada compresibilidad ($C_c = 0.25$), se observa que algunos niveles de limo tienen materia orgánica (turba) en espesores milimétricos y a los 4.30 m se encontró un nivel de arena de 10 cm de espesor, sin nivel alguno de agua.

Figura 51

Perfil estratigráfico de la calicata C-7



Nota: Perfil estratigráfico del subsuelo en la calicata C-7, hasta la profundidad de 4.80m

h) Perfil estratigráfico del subsuelo de la calicata C-8.



- ❖ Estrato superficial **-a-** con espesor de 0.10 a 0.20 m, de color marrón negruzco y ligera pedregosidad.
- ❖ Estrato **-a1-**, se presenta a partir de 0.10 y 0.20 m hasta la profundidad de 0.30 a 0.60 m, de color pardo claro, con clastos de hasta 20 cm de diámetro en un 30 % del total, envueltos en matriz gravo limo arcilloso.
- ❖ De 0.30 y 0.60 m hasta la profundidad de 2.00 m se presenta el estrato **-1-**, de color pardo claro, clasificado como arena arcillosa (SC), de color marrón parduzco oscuro, de ligera plasticidad ($IP = 7.49 \%$), baja compresibilidad ($C_c = 0.18$), con clastos de hasta 30 cm de diámetro en un 30 % del total y moderadamente duro al excavar.
- ❖ A partir de 2.00 m hasta la profundidad de 3.50 m, tenemos el estrato **-2-**, de color marrón parduzco claro, clasificado como arena limo arcillosa (SM-SC), de ligera plasticidad ($IP = 5.27 \%$), baja compresibilidad ($C_c = 0.15$), con clastos de hasta 20 cm de diámetro de contorno subangulosos a subredondeado, en un 20 % del total y moderadamente duro al excavar.
- ❖ De 3.50 m hasta los 3.80 m de profundidad se presenta el estrato **-3-**, clasificado como arena mal graduada en cementante limoso, (SP-SM), no plástico ($IP = NP$), de color pardo grisáceo, con escasas gravas y clastos de hasta 8 cm de diámetro y moderadamente suave al excavar.

Figura 52

Perfil estratigráfico de la calicata C-8



i) Perfil estratigráfico del subsuelo de la calicata C-9.

- ❖ Estrato superficial **-a-** con espesor de 0.20 m, de color marrón negruzco, con raíces y ligera pedregosidad.
- ❖ Estrato **-1-**, se presenta a partir de 0.20 m hasta la profundidad de 0.70 m, de color pardo, con clastos de hasta 20 cm de diámetro de contorno subangulosos a subredondeado, envueltos en matriz gravo limo arcilloso, duro al excavar.
- ❖ De 0.70 m hasta la profundidad de 1.70 m se presenta el estrato **-2-**, que corresponde a alternancias de capas de color naranja (óxidos de Fe), con turba negra y presencia de clastos de hasta 30 cm de diámetro envueltos en matriz limosa y moderadamente duro al excavar.
- ❖ De 2.60 m hasta los 3.50 m de profundidad se presenta el estrato **-4-**, de color pardo, con gravas y clastos de hasta 30 cm de diámetro, de contorno subanguloso a subredondeado en un 30% del total y moderadamente duro al excavar, con nivel de agua a los 3.30 m.

- ❖ A partir de 3.50 a 4.50 m de profundidad tenemos el estrato **-5-**, de color pardo claro, clasificado como limo arenoso inorgánico (ML), de ligera plasticidad ($IP = 7.20 \%$), moderada compresibilidad ($C_c = 0.21$), con escasa presencia de carbonatos en su composición, se trata de capas milimétricas de limo de color blanco, pardo rosáceo a pardo grisáceo, en general moderadamente suave al excavar.

Figura 53

Perfil estratigráfico de la calicata C-9



j) Perfil estratigráfico del subsuelo de la calicata C-10.

- ❖ Estrato superficial **-a-** con espesor de 0.30 m, de color marrón negruzco, con raíces y materia orgánica y ligera pedregosidad.
- ❖ Estrato **-a1-**, se presenta a partir de 0.30 a 0.60 m, de color amarillento con pintas naranjas, con clastos de hasta 10 cm de diámetro de contorno subanguloso a subredondeado en un 10 % del total, envueltos en matriz limo arcillosa.

- ❖ De 0.60 m hasta la profundidad de 1.30 m se presenta el estrato **-1-**, de color pardo rosáceo, con clastos de hasta 10 cm de diámetro en un 20 % del total, envueltos en matriz areno arcillosa, duro al excavar.
- ❖ A partir de 1.30 m hasta la profundidad de 2.30 m se tiene el estrato **-2-**, clasificado como una arena limo arcillosa (SM-SC), de color marrón parduzco, de ligera plasticidad ($IP = 5.12\%$), baja compresibilidad ($C_c = 0.14$), con clastos de contorno subanguloso a subredondeado de hasta 30 cm de diámetro en un 20 % del total y duro al excavar.
- ❖ De 2.30 a 3.70 m de profundidad se presenta el **-3-**, de color pardo verdoso claro, clasificado como arena (SC), de ligera plasticidad ($IP = 8.11\%$), baja compresibilidad ($C_c = 0.18$), con clastos de hasta 30 cm de diámetro de contorno subanguloso a subredondeado, en un 30 a 40 % del total y duro al excavar.

Figura 54

Perfil estratigráfico de la calicata C-10



Nota: Ubicación de la calicata C-10 con el perfil estratigráfico del subsuelo hasta la profundidad de 3.70 m.

k) Perfil estratigráfico del subsuelo de la calicata C-11.

- ❖ Capa superficial **-a-**, de color marrón negruzco, espesor de 0.80 a 1,20 m, con abundantes raíces y escasa pedregosidad.
- ❖ El estrato **-1-** , se presenta a partir de 0.80 y 1.20 m hasta la profundidad de 1.40 m, de color pardo amarillento, con presencia de raíces, clasificado como arena arcillosa (SC), de ligera plasticidad ($IP = 9.83 \%$), moderada compresibilidad ($C_c = 0.23$), con escasos clastos, suave al excavar, escasa presencia de carbonatos en su composición y nivel de agua a los 1.20 m de profundidad
- ❖ A partir de 1.40 m hasta la profundidad de 2.80 m, se presenta el estrato **-2-**, de color pardo, clasificado como arena limo arcillosa (SM-SC), de ligera plasticidad ($IP = 5.46\%$), baja compresibilidad ($C_c = 0.13$), con clastos de hasta 40 cm de diámetro de contorno subanguloso a subredondeado, en un 40 % del total, moderadamente duro al excavar y con escasa presencia de carbonatos en su composición.

Figura 55

Perfil estratigráfico de la calicata C-11





Las características físicas mecánicas de las 24 muestras analizadas se sintetizan en el siguiente cuadro:

Tabla 34

Características físico – mecánicas de los suelos

CALICATA	MUESTRAS RESERVORIO O PACCOPAMPA	PROF (m)	ANALISIS			LIMITES DE			CLASI FI. SUCS	C. HU %
			GRANULOMETRICO			CONSISTENCIA				
			GRAV A %	AREN A %	L.Y/ O A. %	LL	LP	IP		
C-1	M-1	0.50-3.40	39.70	32.21	28.09	25.55	21.31	4.24	GM-GC	11.46
	M-1	1.90-2.10	14.81	58.42	26.77	35.66	28.32	7.34	SC	25.08
C-2	M-2	1.50-1.90	0.00	18.97	81.03	25.93	19.16	6.77	ML-CL	26.38
	M-3	1.00-1.50	21.78	54.47	23.75	21.00	18.80	2.20	SM	13.86
	M-1	0.40-0.95	0.63	40.36	59.01	40.48	31.13	9.35	ML	35.57
C-3	M-2	0.95-1.40	0.00	7.59	92.41	38.19	30.11	8.08	ML	37.06
	M-3	1.40-2.00	29.80	37.74	32.46	24.86	17.76	7.0	SC	12.50
C-4	M-1	1.20-4.50	39.51	36.38	24.11	30.79	27.26	3.53	GM	9.32
	M-2	0.50-1.20	15.70	47.54	36.76	20.96	16.06	4.90	SM-SC	8.93
C-5	M-1	1.90-4.00	26.85	32.25	40.90	36.25	28.05	8.20	SC	9.62
	M-2	1.20-1.90	26.73	40.59	32.68	26.89	20.22	6.67	SM-SC	8.40
	M-1	2.20-3.20	3.88	71.61	24.51	34.41	31.11	3.30	SM	22.99
C-6	M-2	1.20-2.20	41.42	36.93	21.65	19.65	16.59	3.06	GM	9.72
	M-3	0.70-1.20	33.65	40.22	26.13	23.68	18.48	5.20	SM-SC	11.98
C-7	M-3	2.00-4.80	0.08	7.07	92.85	38.27	29.21	9.06	ML	33.41
	M-1	0.60-2.00	24.04	40.10	35.86	29.62	22.13	7.49	SC	6.71
C-8	M-2	2.00-3.50	20.15	45.01	34.84	27.19	21.92	5.27	SM-SC	16.28
	M-3	3.50-3.80	7.46	82.10	10.44	18.02	NP	NP	SP-SM	12.74
C-9	M-3	1.70-2.60	32.50	32.85	34.65	37.34	30.21	7.13	SC	2.74
	M-5	3.50-4.50	1.23	10.78	87.99	33.73	26.53	7.20	ML	5.08
C-10	M-2	1.30-2.30	21.49	43.87	34.64	25.97	20.85	5.12	SM-SC	7.23
	M-3	2.30-2.70	12.92	50.54	36.54	29.88	21.77	8.11	SC	10.90
C-11	M-1	0.80-1.40	25.20	40.57	34.23	35.61	25.78	9.83	SC	1.83
	M-2	1.40-2.80	23.06	40.89	36.05	23.98	18.52	5.46	SM-SC	3.78

Nota: Se muestra las características de los suelos de cobertura del reservorio.

7.1.6.1.1. DISCUSIÓN DE LAS CALICATAS.

De acuerdo al cuadro N° 36, tenemos que el depósito morrénico neto se clasifica mayormente como grava limo arcillosa (GM-GC), grava limosa (GM), arena limo arcillosa (SM-SC), arena arcillosa (SC) y arena limosa (SM) con clastos de contorno subanguloso a subredondeado de hasta 0.50 m de diámetro en un 15 a 40% del total, con presencia de lentes de capas centimétricas horizontales de arena limo arcillosa (SM-SC), limo arenoso inorgánico (ML), limo arcilloso (ML-CL) y arena mal graduada en cementante limoso (SP-SM), materiales que en general presentan 10.44 a 93.36% de finos que pasan el tamiz N° 200, arena 6.58 a 82.10%, gravas 0.00 a 41.42%, de escasa a ligera plasticidad ($IP = 2.20$ a 9.83%), baja a moderada compresibilidad, contenido de humedad natural de 1.83 a 53.26%, escasa presencia de carbonatos en los estratos superficiales. Se detectó en la calicata CE-1 la presencia de un estrato limoso inorgánico de alta compresibilidad (MH), material que es superficial (Prof. de 0.75 a 0.95m) y que debe ser extraído en su totalidad, para evitar cualquier peligro para la construcción del reservorio planteado.

7.1.6.2.DENSIDAD RELATIVA

Las muestras C-1M-1, C-4M-2, C-5M-2, C-8M-3 y C-10M-3 fueron sometidas a ensayos de compactación Proctor Modificado, densidad mínima, densidad insitu por el método del cono de arena y densidad natural por moldeo; con los resultados se procedió a determinar la densidad relativa del depósito morrénico, los resultados que se obtuvieron se resumen en el cuadro siguiente:



Tabla 35

Ensayos de densidad relativa

CALI CATA	MUESTRAS	D. NAT. MOLDEO E INSITU			DENSI.	CLASIF SUCS	C. PROC. MODIF		DENSIDAD
	RESERVORIO	D. HUME.	D. SECA	CONT.	MIN.		D.M.SEC.	C.OP	RELATIVA
	PACCOPAMPA	(gr/cm2)	(gr/cm2)	HU %	(gr/cm3)		(gr/cm2)	HU %	%
C-1	M-1	2.025	1.796	12.74	1.312	GM-GC	2.042	8.74	75.38
C-3	M-2	1.620	1.129	43.52	—	ML	—	—	—
C-4	M-2	1.930	1.772	8.93	1.315	SM-SC	2.110	8.59	68.45
C-5	M-2	1.845	1.702	8.40	1.305	SM-SC	2.089	8.83	62.15
C-7	M-3	1.860	1.488	25.00	—	ML	1.635	16.5	—
C-8	M-3	0.911	1.658	15.21	1.355	SP-SM	2.047	7.92	54.06
C-10	M-3	1.940	1.690	14.81	1.318	SC	2.032	9.20	62.64

Los resultados de densidad máxima seca que se obtuvieron para la matriz gravo limo arcilloso (GM-GC), areno limo arcilloso (SM-SC) y arena arcillosa (SC) del depósito morrénico varían de 2.032 a 2.089 Kg/cm² con contenidos óptimos de humedad del 8.59 al 9.20 %, el lente de limo inorgánico (ML) tiene una densidad máxima seca de 1.635 gr/cm³ con un contenido óptimo de humedad de 16.50 % y el lente de arena mal graduada en cementante limoso (SP-SM) presenta una densidad máxima seca de 2.047 gr/cm³ con un contenido óptimo de humedad de 7.92 %.

Los valores de densidad relativa determinados indican, en general, que el suelo morrénico es **firme a compacto** al presentar valores que se encuentran en el rango de 62.15 a 75.38%.

7.1.6.3.CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE.

Las muestras inalteradas C-3M-2, C-4M-2 y C-7M-3 fueron sometidas a ensayos de corte directo a la densidad natural húmeda, con los resultados obtenidos se realizó el cálculo



de la capacidad de carga admisible bajo los criterios de Meyerhof, para un ancho de cimentación de 1.00 m, un factor de seguridad de 3 y profundidades de cimentación de 2.50 m, 3.00 m y 3.5 m; también se determina la capacidad de carga admisible con los valores obtenidos mediante la Densidad relativa para las muestras alteradas C-1M-1, C-5M-2, C-8M-3 y C-10M-3; los resultados obtenidos se sintetizan en el cuadro siguiente:

Tabla 36

Capacidad de cargas admisible de los suelos

CALICAT A	MUESTRA RESERVORIO PACCOPAMP	CLASIF SUCS	DEN N. HU (gr/cm3)	AFRIC grados	COHES (Kg/cm2)	CAPAC. CARGA ADMISIBLE		
						PROF 2.50m	PROF 3.00m	PROF 3.50m
C-1	M-1	GM-GC	2.025	36.310	0.045	4.287	4.958	5.629
C-3	M-2	ML	1.620	12.030	0.540	0.347	0.378	0.408
C-4	M-2	SM-SC	1.930	30.480	0.190	2.100	2.402	2.703
C-5	M-2	SM-SC	1.845	34.320	0.045	2.728	3.159	3.591
C-7	M-3	ML	1.860	22.790	0.280	0.951	1.073	1.194
C-8	M-3	SP-SM	1.911	33.110	0.045	2.510	2.911	3.312
C-10	M-3	SC	1.940	34.400	0.045	3.055	3.539	4.023

Los resultados de capacidad de carga admisible, obtenidos con los ángulos de fricción y cohesión de los ensayos de corte directo para el depósito morrénico neto es moderado a bueno (C-4M-2) y para los lentes (C-3M-2 y C-7M-3) que se ubican a 2.00 y 4.80 m de profundidad respectivamente son bajos; mientras que los resultados de capacidad de carga admisible, obtenidos con los ángulos de fricción determinados indirectamente con los valores de densidad relativa son moderado a buenos; por la variación de los resultados que se ven claramente se recomienda compactar la base de fundación a las densidades máximas secas 2.032 a 2.089 Kg/cm2 con contenidos óptimos de humedad del 8.59 al 9.20 % y en los



sectores en los que se presenten los lentes de limo inorgánico (ML), se debe mejorar el suelo con empedrado y/o cambiar las secuencias finas de limo, con material morrénico gravo limo arcilloso (GM-GC) o arena limo arcilloso (SM-SC).

Tabla 37

Carga admisible

												Meyerhof	
Estructura	D. NH	B	C	ang F	Df	ang R	No	Nq	Nc	Ng	qc	qa	
Checca R. Paccopamp a C-1 M-1	0.001025	100	0.05	36.31	250	0.633731	3.9038	39.27357	8.680656	46.98513	12.86247	4.28749	
	0.001025	100	0.05	36.31	300	0.633731	3.9038	40.27357	8.680656	46.98513	14.87524	4.958414	
	0.001025	100	0.05	36.31	350	0.633731	3.9038	41.27357	8.680656	46.98513	16.88801	5.629337	
Checca R. Paccopamp a C-3 M-2	0.00062	100	0.05	12.03	100	0.209964	1.526618	2.981848	1.549982	0.599942	1.040463	0.346821	
	0.00062	100	0.05	12.03	150	0.209964	1.526618	2.981848	1.549982	0.599942	1.132901	0.377634	
	0.00062	100	0.05	12.03	200	0.209964	1.526618	2.981848	1.549982	0.599942	1.225338	0.408446	
Checca R. Paccopamp a C-4 M-1	0.00093	100	0.05	30.48	250	0.531978	3.058786	19.43529	5.220302	16.99498	6.300828	2.100276	
	0.00093	100	0.05	30.48	300	0.531978	3.058786	19.43529	5.220302	16.99498	7.204569	2.401523	
	0.00093	100	0.05	30.48	350	0.531978	3.058786	19.43529	5.220302	16.99498	8.10831	2.70277	
Checca R. Paccopamp a C-5 M-2	0.000845	100	0.05	34.32	250	0.598998	3.585248	30.61517	7.230258	32.94657	8.184809	2.72827	
	0.000845	100	0.05	34.32	300	0.598998	3.585248	30.61517	7.230258	32.94657	9.4783	3.159433	
	0.000845	100	0.05	34.32	350	0.598998	3.585248	30.61517	7.230258	32.94657	10.77179	3.590597	
Checca R. Paccopamp a C-7 M-3	0.00086	100	0.05	22.79	250	0.397761	2.264554	8.476887	2.96591	4.655052	2.853153	0.951051	
	0.00086	100	0.05	22.79	300	0.397761	2.264554	8.476887	2.96591	4.655052	3.217659	1.072553	
	0.00086	100	0.05	22.79	350	0.397761	2.264554	8.476887	2.96591	4.655052	3.582165	1.194055	
Checca R. Paccopamp a C-8 M-3	0.000911	100	0.05	33.11	250	0.57788	3.407737	26.43844	6.501248	26.67019	7.528738	2.509579	
	0.000911	100	0.05	33.11	300	0.57788	3.407737	26.43844	6.501248	26.67019	8.733009	2.911003	
	0.000911	100	0.05	33.11	350	0.57788	3.407737	26.43844	6.501248	26.67019	9.93728	3.312427	
Checca R. Paccopamp a C-10 M-3	0.00094	100	0.05	34.4	250	0.600395	3.597397	30.91728	7.28216	33.41382	9.163708	3.054569	
	0.00094	100	0.05	34.4	300	0.600395	3.597397	30.91728	7.28216	33.41382	10.61682	3.53894	
	0.00094	100	0.05	34.4	350	0.600395	3.597397	30.91728	7.28216	33.41382	12.06993	4.023311	

Nota: Se muestra los resultados de carga admisible por el método de Meyerhof.

7.1.6.4. RESISTENCIA INSITU

En la zona de emplazamiento del reservorio Paccopampa se realizaron 09 ensayos de resistencia insitu, en la zona central, casi llana, próximos a los pozos C-3, C-2, C-7, C-6 y C-11, después de efectuar la correlación de los resultados obtenidos se efectuó la interpretación de la litología que presenta la zona hasta la profundidad (1.20 m a 4.80 m) que ingreso el Penetrómetro Dinámico Ligero (PDL).



Tabla 38

Resultados de PDL

(PDL) Y PROF.	POZO	MATERIAL	PROFUNDIDAD (m)	RESISTENCIA qu=Kg/cm2
PDL N° 1 (2.00 m)	Prox. a C-3	Capa superficial con turba	0.00 a 0.30 m.	0.40 - 0.40
		Estrato limoso amarillento	0.40 a 0.50 m.	0.53 - 0.80
		D. morrénico con lentes de limo	0.60 a 1.70 m.	0.13 - 0.40
		Deposito morrénico neto	1.80 a 2.00 m.	1.33 - 1.33
PDL N° 2 (1.90 m)	Prox. a C-3	Capa superficial con turba	0.00 a 0.30 m.	0.40 - 0.40
		Capa limosa amarillenta	0.40 a 0.70 m	0.53 - 1.07
		D. morrénico con lentes de limo.	0.80 a 1.60 m	0.13 - 0.40
		Deposito morrénico neto	1.70 a 1.90 m	1.20 - 1.33
PDL N° 3 (2.00 m)	Prox. a C-3	Capa superficial con turba	0.00 a 0.40 m.	0.27 - 0.53
		Estrato areno limoso	0.50 a 0.90 m.	1.20 - 0.93
		D. morrénico con lentes de limo	0.90 a 1.00 m.	0.93 - 0.53
		Deposito morrénico	1.10 a 1.30 m.	1.73 - 3.73
PDL N° 4 (1.20 m)	Entre C-3 y C-2	Capa superficial con turba	0.00 a 0.30 m.	0.40 - 0.53
		D. morrénico con lentes de limo	0.40 a 0.90 m.	0.40 - 0.67
		Deposito morrénico.	1.00 a 1.20 m.	1.87 - 2.53
PDL N° 5 (1.90 m)	Entre C-3 y C-2	Capa superficial con turba	0.00 a 0.40 m.	0.27 - 0.67
		D. morrénico con lentes de limo	0.50 a 1.50 m.	0.27 - 1.07
		Deposito morrénico	1.60 a 1.90 m.	1.20 - 3.20
PDL N° 6 (2.70 m)	Cerca de C-6	Capa superficial con turba	0.00 a 0.50 m.	0.13 - 0.40
		D. morrénico con lentes de limo	0.60 a 1.60 m.	0.13 - 0.53
		Deposito morrénico	1.70 a 2.70 m.	0.93 - 5.20
PDL N° 7 (2.30 m)	Entre C-7 Y C-9	Capa superficial con turba	0.00 a 0.40 m.	0.80 - 1.33
		D. morrénico con lentes de limo	0.50 a 1.30 m.	0.93 - 1.33
		Deposito morrénico	1.40 a 2.30 m.	1.87 - 3.47
PDL N° 8 (2.40 m)	Cerca de C- 11	Capa superficial con turba	0,00 a 0.60 m.	0.13 - 0.27
		D. morrénico con lentes de limo	0.70 a 1.50 m.	0.93 - 1.20
		Deposito morrénico	1.60 a 2.40 m.	1.60 - 4.00
PDL N° 9 (4.80 m)	Cerca de C- 11	Capa superficial con turba	0,00 a 0.80 m.	0.13 - 0.15
		D. morrénico con lentes de limo	0.90 a 3.10 m.	0.27 – 0.67
		Deposito morrénico	3.20 a 4.80 m.	1.20 - 4.40

Nota: Resultados del ensayo insitu en la zona central donde será emplazará el reservorio

Paccopampa.

Figura 56

Ensayo PDL



Nota: Ejecución de ensayos de resistencia insitu con equipo P.D.L.

- ❖ La capa de turba superficial presenta resistencia de 0.13, 0.27, 0.40, 0.53, 0.67, 0.80 y 1.33 Kg/cm², espesor que varía de 0.30 m a 0.80 m y escasa pedregosidad.
- ❖ El estrato limoso pardo amarillento tiene resistencias de 0.53 0.80, 0.93, 1.07 y 1.20 Kg/cm² con espesor que varía de 10 a 0.40 cm con ligera pedregosidad.
- ❖ El depósito morrénico con lentes de limo presenta resistencias de 0.13, 0.27, 0.40, 0.53, 0.67, 0.93, 1.07, 1.20, 1.33 Kg/cm², con espesor de 0.10 a 2.20 m
- ❖ El depósito morrénico neto tiene resistencias que varían de 0.93 a 4.80 Kg/cm², con presencia de clastos de hasta 50 cm de diámetro, de contorno subanguloso a subredondeado que ocasionan que el ensayo de resistencia, de valores superiores a 4.80 Kg/cm² hasta rechazar el mayor ingreso del P.D.L.

Si en la base de fundación aparecen lentes de limos plásticos que alternan con arena y/o arcillas como se aprecia en el perfil estratigráfico del subsuelo de las calicatas C-7 (da 2.00 a 4.80m de Prof.), C-8 (de 3.50 a 3.80 m de Prof.) y C-9 (de 3.50 a 4.50 m de Prof.), por la diferencia de capacidad de carga admisible que tienen los lentes limosos y el depósito



morrénico neto, se recomienda mejorar el suelo en estas áreas con empedrado o mampostería de piedra asentada en concreto a manera de falsa zapata, hasta nivelar la capacidad de carga en toda la base del reservorio y evitar asentamientos posteriores por diferencia de capacidad de carga admisible.

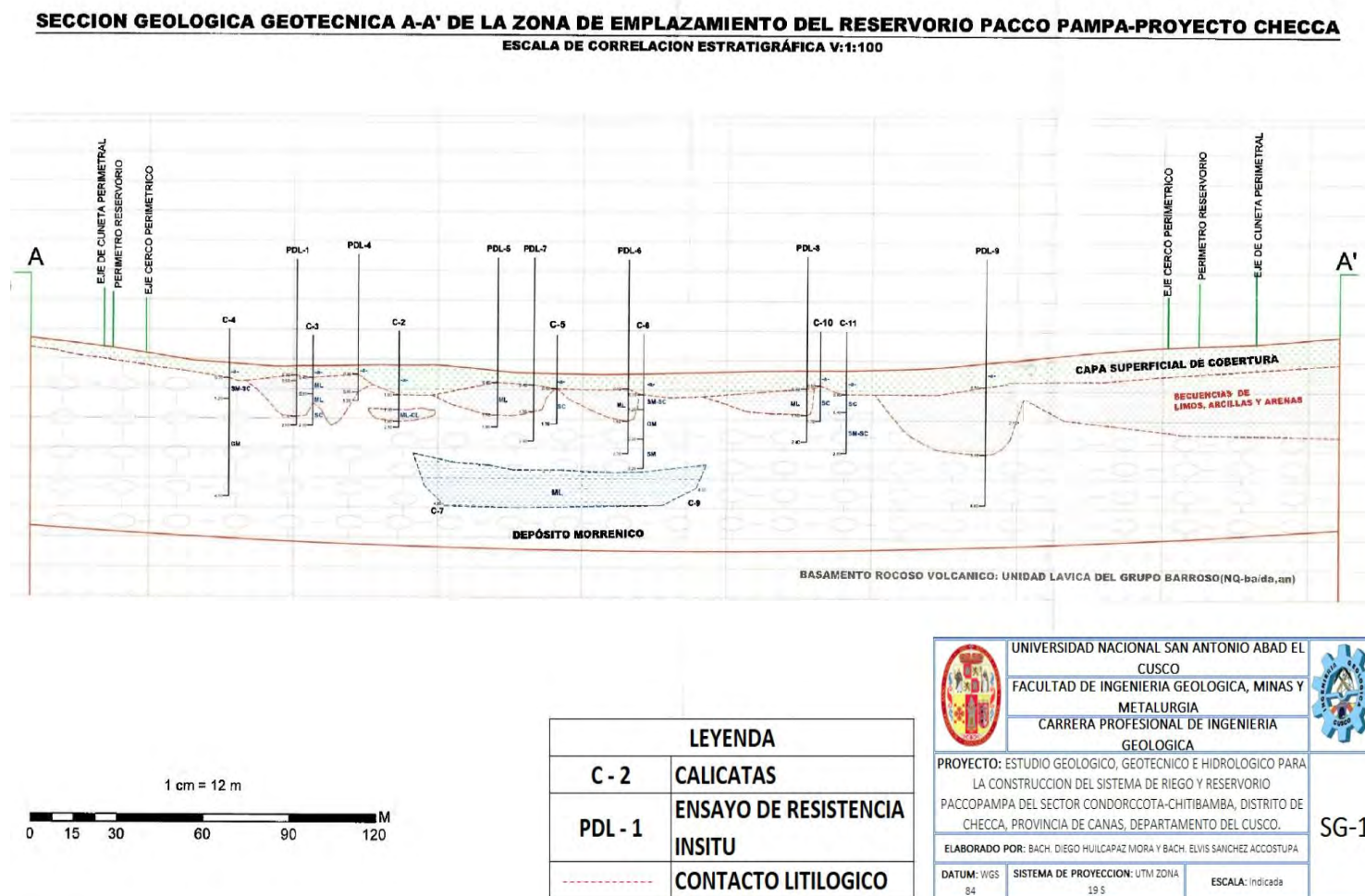
7.1.6.5. SECCIONES GEOLOGICAS – GEOTECNICAS.

Para una mejor interpretación se presenta un modelo geotécnico de la zona de emplazamiento del reservorio, se ha procedido a elaborar la sección geológica - geotécnica, basado en las condiciones generales de comportamiento geotécnico del macizo rocoso. Se ha elaborado una sección geotécnica, paralela a la dirección del emplazamiento.

Sección geológica A-A’: Solo aparece el material morrénico al inicio de la sección y por debajo de los lentes de limos inorgánicos que alternan con arenas de grano medio a fino y arcillas en capas centimétricas (representados por la muestra C-3M-2); en el sector de la calicata C-11 y CE-1 se presentan lentes de turba y limos de alta a baja compresibilidad de color gris oscuro a gris claro, que subyacen al depósito morrénico que en CE-1 aparece de 1.50 a 1.80 m de profundidad, espesor que debe ser extraído en su totalidad; también se ubica aproximadamente el lente de limos que aparece en el sector de las calicatas C-7 y C-9 que en la sección se unen por la profundidad a la cual aparecen y que probablemente fueron cubiertas por morrenas terminales que en el sector se presentan a manera de colinas bajas.



Figura 57
Sección geológica A-A''



Nota: Sección geológica A-A' de la zona emplazamiento del reservorio Paccopampa a una escala de correlación estratigráfica V: 1:100.

7.1.6.6. MODELAMIENTO EN PLAXIS 3D

7.1.6.6.1. INPUT

Suelo:

Para el modelamiento del suelo en Plaxis 3d se usó el criterio de resistencia al corte Mohr-Coulomb, donde para obtener los datos necesarios, se usaron los datos obtenidos en los ensayos de laboratorio.

Tabla 39

Datos de ingreso de suelo

Calicata	Tipo de suelo	E	N	Angulo de fricción (%)	Cohesión (KN/m2)	Peso específico insaturado (kN/m3)	Peso específico saturado (kN/m3)	Módulo de elasticidad (KN/m2)	Coefficiente de poisson
C-1(M-1)	GM-GC	225386.40	8403174.41	36.31	4.41	19.86	20.70	55205.23	0.25
C-3(M-2)	ML	225261.38	8403160.52	12.03	52.96	15.89	16.90	13238.98	0.30
C-4(M- 2)	SM-SC	225310.99	8403227.98	30.48	18.63	18.93	20.63	13377.58	0.28
C-5(M-2)	SM-SC	225395.46	8403123.44	34.32	4.41	18.09	20.21	17605.72	0.27
C-7(M-3)	ML	225227.50	8403088.70	22.79	27.46	18.24	19.16	6864.66	0.30
C-8(M- 3)	SP-SM	225226.17	8403001.47	33.11	4.41	18.74	19.98	16241.90	0.26
C-10(M-3)	SC	225278.43	8402932.49	34.40	4.41	19.03	20.13	19727.60	0.28

Para al modelamiento del basamento rocoso, se utilizó el criterio de Hoek y Brown, y los datos necesarios fueron los datos promedio de una andesita moderadamente fracturada, la más común en obras civiles. El GSI (calidad de macizo rocoso) fue calculado según la clasificación geomecánica RMR.

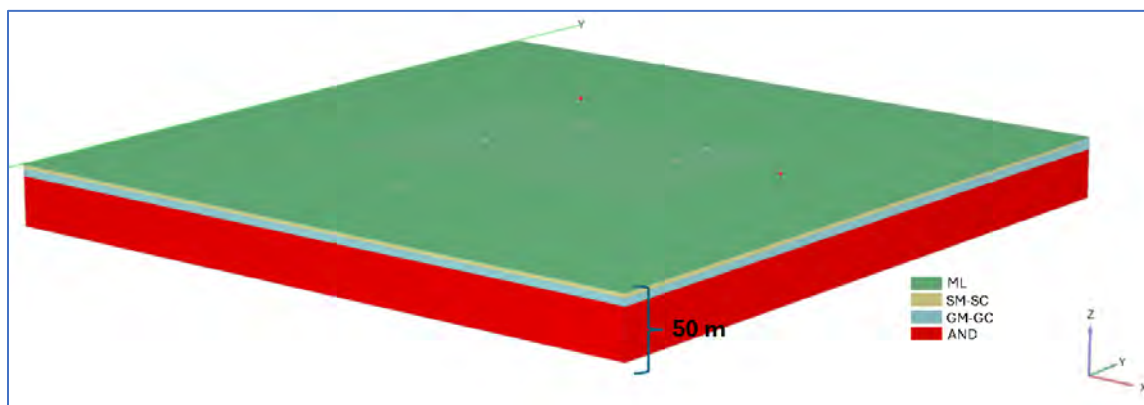
Tabla 40

Datos de ingreso del basamento

Roca	Resistencia a			Erm (KN/m ²)	Coeficiente de poisson(v)	Peso	
	la compresión uniaxial (kN/m ²)	Constante "mi"	GSI			específico unsaturado (kN/m ³)	Peso específico saturado (kN/m ³)
Andesita	100000	18	55	12248	0.22	23000	25000

Figura 58

Ingresos de Datos de suelo en Plaxis 3D



Estructura:

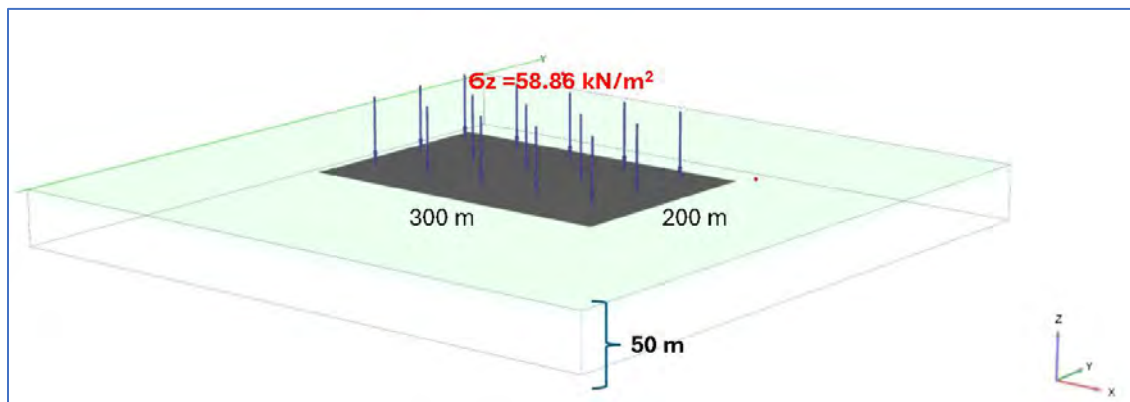
Para los esfuerzos generados por los 360.000 m³ de agua del reservorio se usó un ortoedro de dimensiones:

- Altura: 6 m
- Ancho: 200 m
- Largo: 300 m

Donde el peso específico del agua es 9.81 kN/m^3 y la columna de agua de 6 m, por lo que la presión hidrostática es 58.86 kN/m^2 , por lo que se aplicó una carga superficial en el eje Z de 58.86 kN/m^2

Figura 59

Ingresos de Datos de estructura en Plaxis 3D



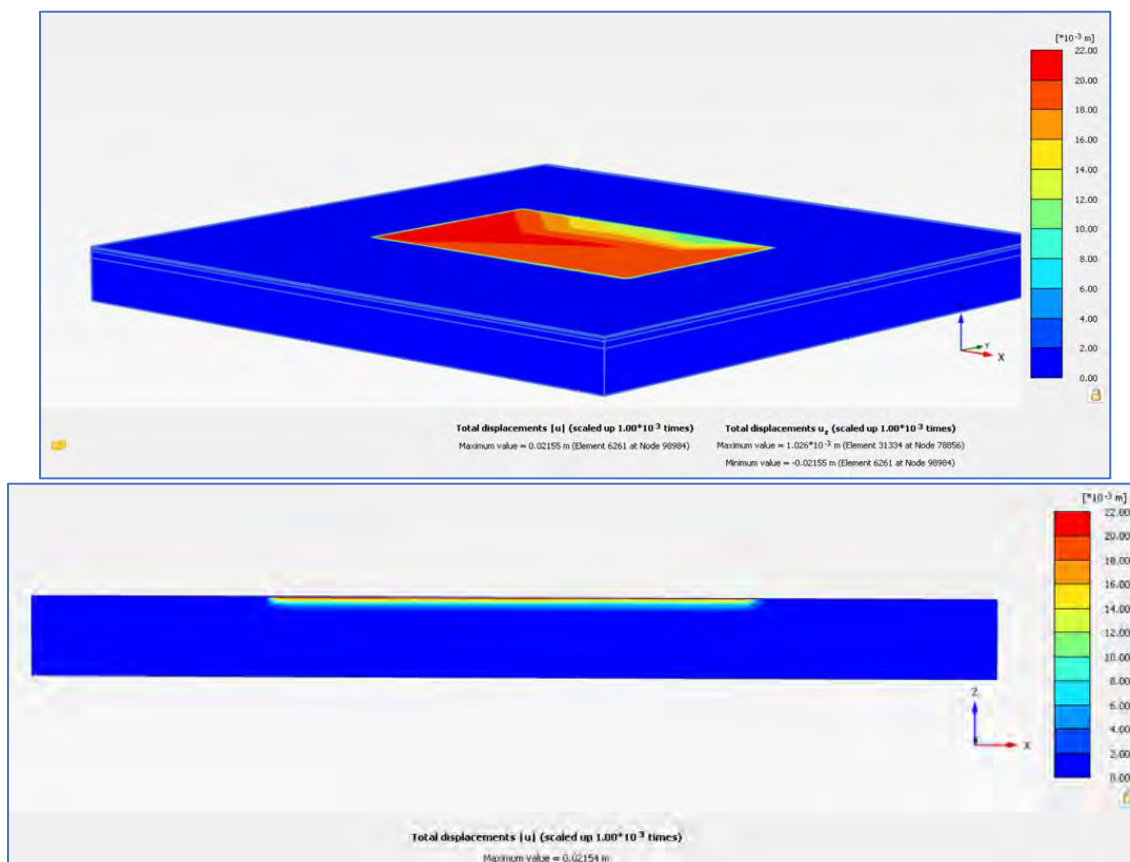
7.1.6.6.2. OUTPUT

Deformaciones:

El **análisis de desplazamientos totales** (Total Displacements) indica un asentamiento vertical máximo del orden de 0.0216 m ($\approx 2.2 \text{ cm}$) bajo el fondo del reservorio. Dicho asentamiento se considera pequeño y compatible con el funcionamiento de la estructura. Los desplazamientos positivos registrados son de baja magnitud y corresponden a redistribuciones locales del suelo. En general, el comportamiento deformacional del suelo de fundación resulta adecuado frente a la carga aplicada.

Figura 60

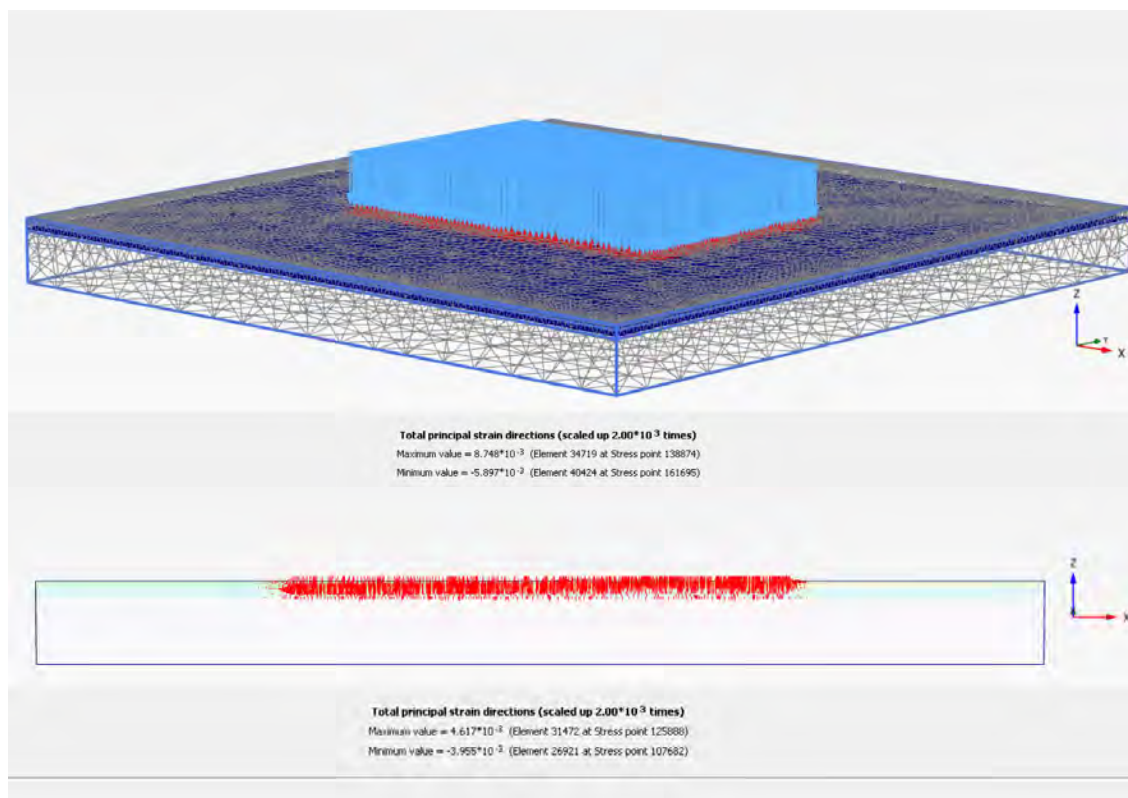
Salida de desplazamientos totales en Plaxis 3D



En el **análisis de deformaciones totales principales** (Total Principal Strains) mostró valores máximos de extensión del orden de 8.75×10^{-3} y valores mínimos de compresión de -5.90×10^{-3} , lo que corresponde a deformaciones del suelo del orden de 0.6–0.9 %.

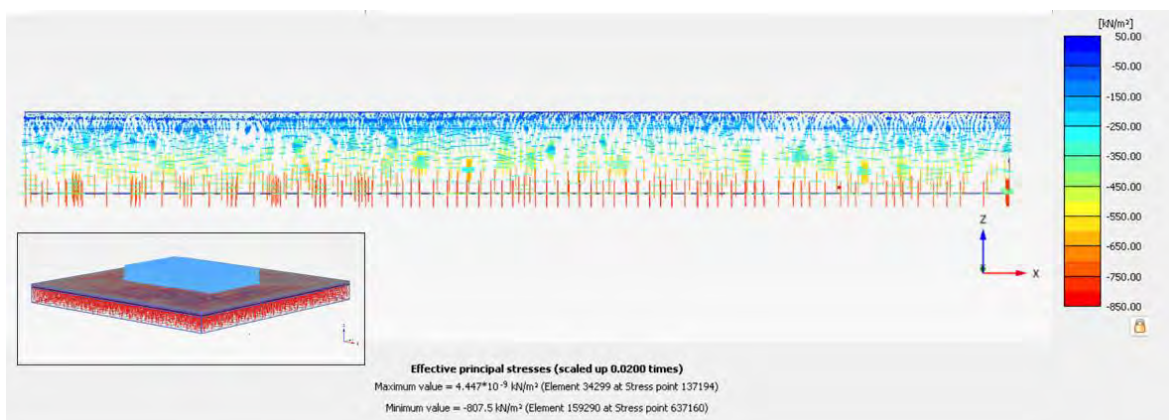
Figura 61

Salida de deformaciones totales en Plaxis 3D

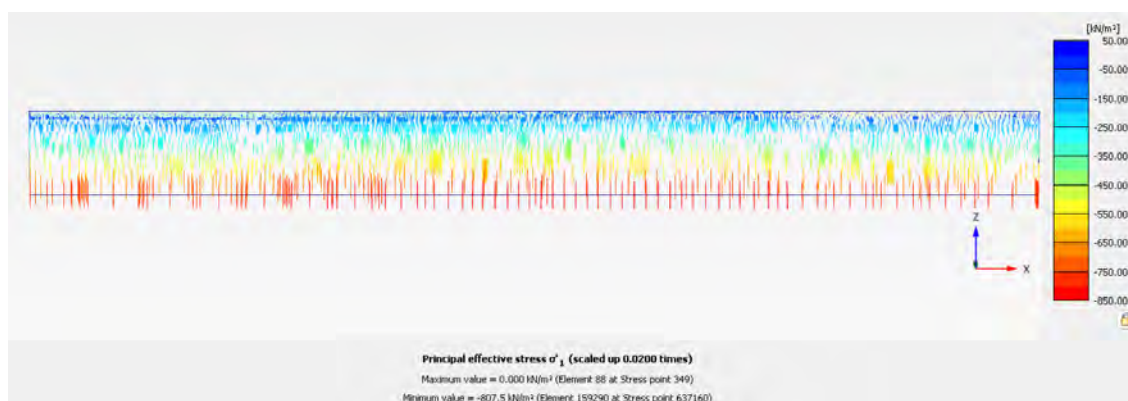


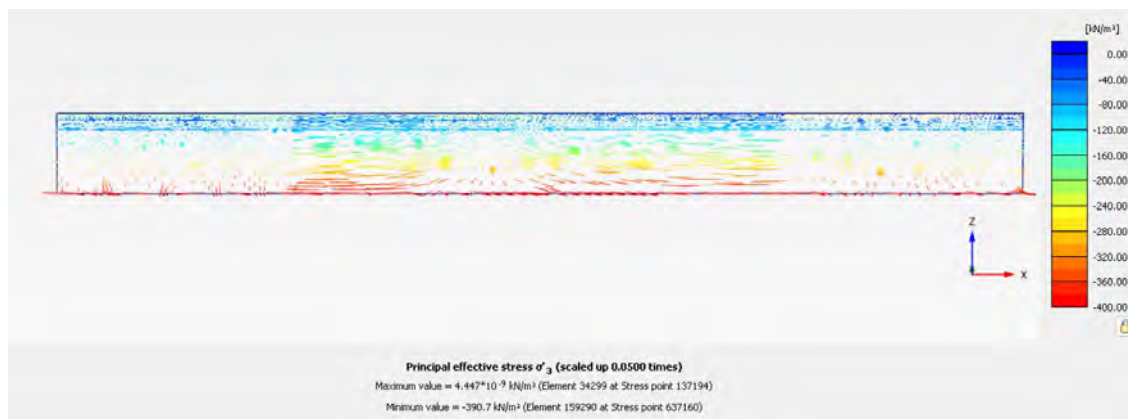
Esfuerzos:

En el **análisis de esfuerzos compresivos máximos** alcanzan valores del orden de 800 kPa en las zonas más profundas del suelo, mientras que los esfuerzos de tracción son prácticamente nulos. La distribución de esfuerzos es continua y no presenta concentraciones críticas, lo que indica que el suelo de fundación trabaja dentro de condiciones estables frente a la carga del reservorio.”

Figura 62*Salida de esfuerzos compresivos en Plaxis 3D*

La **orientación de los esfuerzos principales efectivos** muestra que el esfuerzo principal mayor (σ'_1) se dispone predominantemente en dirección vertical, asociado a la carga hidrostática del reservorio, mientras que el esfuerzo principal efectivo menor (σ'_3) se orienta horizontalmente bajo la zona del reservorio. Esta distribución es consistente con el comportamiento esperado de un suelo sometido a cargas verticales y no muestra indicios de inestabilidad.

Figura 63*Salida de esfuerzos principales efectivos en Plaxis 3D*

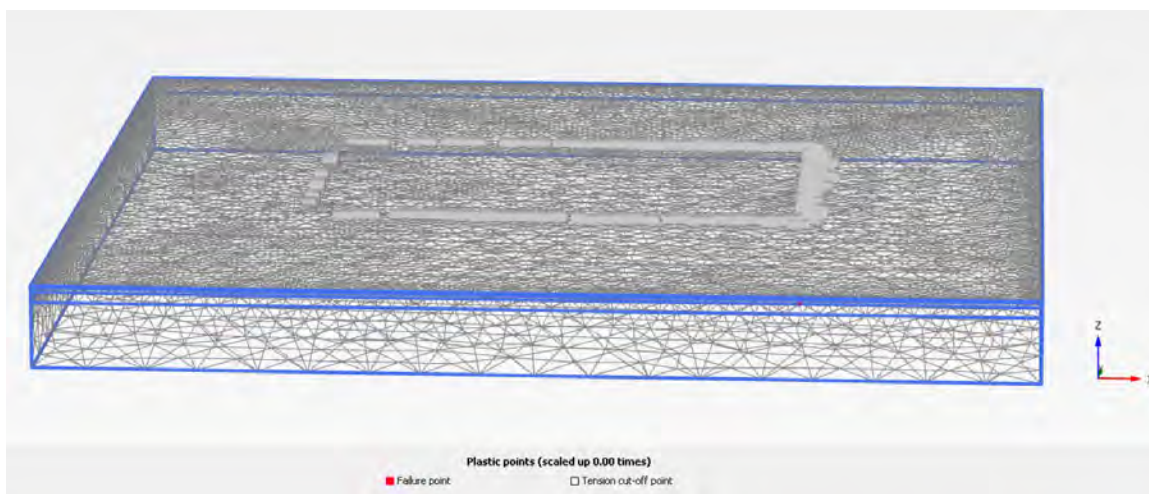


En el **análisis de puntos plasticos**, se muestra que no se desarrollan puntos de falla por cizalla, lo que indica que el material no alcanza el criterio de falla de Mohr–Coulomb bajo las condiciones de carga analizadas

Sin embargo se identificaron puntos de corte por traccion en el borde del reservorio, estos puntos son superficiales y localizados, no se extienden en profundidad ni generan un mecanismo continuo de falla.

Figura 64

Salida de puntos plasticos en Plaxis 3D





7.1.7. CARACTERISTICAS DEL TRAZO DEL CANAL PRINCIPAL DEL RESERVORIO

7.1.7.1. ASPECTOS GEOLOGICOS

El trazo del canal atraviesa laderas de pendiente fuertemente inclinada a empinada de relieve ondulado, laderas disecadas por redes de drenaje de pendiente fuerte, con escasa presencia de fenómenos geodinámicos externos (solo tramos propensos a pequeños derrumbes, caída de rocas y remoción de masas superficial), la estructura geológica más cercana es una falla inversa a 2 km al sur del canal, por lo que a nivel local no hay presencia de fallas que pueda provocar el colapso de la estructura del canal, como se observa en el mapa geológico local y regional, en general la zona se considera relativamente estable.

Litológicamente, el trazo se emplazara en mayor parte en depósitos deluvio-coluviales de espesor variable (superficial a ligeramente profundo) y en menor parte en: depósitos deluviales ligeramente profundo, depósitos aluviales de espesor superficial a ligeramente profundo, depósitos de bofedales superficiales a profundo y depósitos morrénicos profundos; materiales que cubren a **rocas volcánicas de la Formación Casanuma** que constituye el basamento rocoso , unidad conformada por derrames andesíticos, de coloración gris oscuro en su mayoría con tonalitas rojizas a gris verdosa que afloran en tramos cortos a lo largo del trazo y **rocas volcano sedimentarias del grupo Tacaza** constituido por lavas porfíricas de color rojizo gris a verdoso, con intenso fracturamiento, secuencia que alterna con brechas volcánicas de coloración violácea, tobas de composición riodacítica a riolita y conglomerados en estratos lenticulares gruesos que afloran en los tramos final.

Figura 65

Trazo del canal principal Condorccota



Nota: Se observa morfología por la cual atraviesa el trazo del canal principal entubado y la ubicación de las calicatas de investigación C-6, C-7, C-8 Y C-9. FUENTE: Google Earth.

7.1.7.1.1. MEDIDAS CORRECTIVAS:

Para los afloramientos de roca que se encuentran bastante fracturados; se realizara el desquinche de los fragmentos de roca que estén por caer, en los tramos de pendientes fuertes se debe de realizar cortes en andén y la construcción de muros de mampostería de piedra asentada en concreto para proteger el talud. Las quebradas que disecan el trazo presentan vegetación nativa por lo tanto la erosión es mínima; en las áreas de bofedal se debe cambiar el material base de fundación del canal y considerar la construcción de drenes internos para evitar asentamientos de consideración.

7.1.7.2.ASPECTOS GEOTECTONICOS

7.1.7.2.1. CALICATAS

Para determinar el perfil estratigráfico del subsuelo y las características físicas y mecánicas del estrato base de cimentación a lo largo del trazo del canal entubado se han ejecutado 04 calicatas de cimentación; calicatas que representan el perfil estratigráfico siguiente:

❖ **Calicata C-6 (Sector Yanacacca) ubicado en el Km 1+350.**

- ✓ Capa superficial **-a-**, con espesor de 0.60 con abundantes raíces y escasa pedregosidad.
- ✓ El estrato **-1-**, se presenta a partir de 0.60 y 0.90, clasificado como Grava Limo Arcillosa (GM-GC), de ligera plasticidad ($IP = 6.22 \%$), moderada compresibilidad ($C_c = 0.26$), con clastos de hasta 15 cm de diámetro, suave al excavar y nivel de agua a los 0.80 m de profundidad.
- ✓ A partir de 0.90 m se presenta el estrato **-2-** que viene a ser roca andesítica.

❖ **Calicata C-7 (Sector Chakuyra) ubicado en el Km 3+495.**

- ✓ Capa superficial **-a-**, con espesor de 0.60 con abundantes raíces y escasa pedregosidad.
- ✓ El estrato **-1-**, se presenta a partir de 0.60 y 1.10, clasificado como grava limosa (GM), de mediana plasticidad ($IP = 15.70 \%$), con clastos sub angulosos de hasta 15 cm de diámetro en un 10% del total, suave al excavar y nivel de agua a los 0.80 m de profundidad.

❖ **Calicata C-8 (Sector Rayotahuaycco) ubicado en el Km 4+140.**

- ✓ Capa superficial **-a-**, con espesor de 0.70 con abundantes raíces y escasa pedregosidad.

- ✓ El estrato -1-, se presenta a partir de 0.70 y 1.20, clasificado como un Limo Orgánico de alta compresibilidad (OH), de mediana plasticidad ($IP = 16.24$ %), con clastos sub angulosos de hasta 15 cm de diámetro en un 10% del total, suave al excavar y nivel de agua a los 1.00 m de profundidad.

❖ **Calicata C-9 (Sector Jarro Jarro) ubicado en el Km 5+660.**

- ✓ Capa superficial -a-, con espesor de 0.30 con abundantes raíces y escasa pedregosidad.
- ✓ El estrato -1-, se presenta a partir de 0.30 y 1.30, clasificado como Arena Limo Arcillosa (SM-SC), de ligera plasticidad ($IP = 6.99$ %), moderada compresibilidad ($Cc = 0.27$), con clastos de hasta 15 cm de diámetro, suave al excavar.

Se obtuvieron los siguientes datos de laboratorio:

Tabla 41

Características de los suelos del canal principal

CAL.	MUESTRAS	PROF	ANALISIS			LIMITES DE			CLASIFI.	C. HU
	RESERVORIO		GRANULOMETRICO			CONSISTENCIA				
			GRAVA	ARENA	L.Y/O	LL	LP	IP		
C-6	M-1	0.9	44.96	30.67	24.37	39.24	32.25	6.99	GM-GC	29.25
C-7	M-1	1.1	66.22	19.57	14.21	60.91	45.21	15.7	GC	36.06
C-8	M-1	1.2	4.34	28.14	67.52	79.25	63.01	16.24	OH	114.16
C-9	M-1	1.3	25.02	33.91	41.07	39.63	33.41	6.22	SM-SC	26.62



7.1.7.2.2. TERRENO DE FUNDACIÓN:

El canal se fundará mayormente en depósito deluvio coluvial (que representa el 43.50% del total del trazo aproximadamente) clasificado como Arena Limo Arcillosa a Grava Limo Arcillosa de regular consolidación natural, material que es similar a las muestras obtenidas en el emplazamiento del reservorio. Para determinar la capacidad de carga admisible de la base de fundación del canal entubado se utilizan los valores del ensayo de corte directo realizado para el emplazamiento del reservorio, cuyos resultados dieron un **ángulo de fricción de 27.6° con una cohesión de 0.34 Kg/cm²**, procediendo el cálculo con un ancho de cimentación de 1.00, factor de seguridad de 3 y profundidad de cimentación de 1.50 m, tenemos un **qad = 1.02 Kg/cm²; valor que se incrementa si se compacta la base de fundación a las densidades máximas de 1.922 gr/cm³ a 1.983 con contenidos óptimos de humedad de 12.29% a 13.30%.**

El depósito deluvial (representa el 34.50% del total del trazo) se caracteriza por tener regular a buena consolidación natural por lo tanto presenta cualitativamente **valores de capacidad de carga admisible que varían de 1.00 Kg/cm² a 1.20 Kg/cm².**

El depósito Bofedal (representa el 12.00% del total del trazo) se caracteriza por tener baja consolidación natural al estar conformado por limos orgánicos saturados suaves al excavar, con capacidades de carga admisible bastante bajas, **suelos no recomendables como base de fundación**; por lo tanto en estos tramos se recomienda cambiar el suelo y/o mejorar con empedrado a manera de falsa zapata y por ultimo pasar con estructuras armadas para evitar asentamientos, complementando con un buen sistema de drenaje.

A lo largo del trazo se presentan afloramientos de rocas volcánicas (representa al 10.00% del trazo entre roca fija y roca suelta) de la formación Casanuma y grupo Tacaza



moderadamente fracturadas y alteradas, que presentan **resistencias de 245.69 Kg/cm² a 579.59 Kg/cm²** valores con los cuales se obtiene **capacidades de carga admisible que varían de 9.83 Kg/cm² a 23.18 Kg/cm²**, resultados que son buenos a suficientes.

En el recorrido efectuado a lo largo del trazo del canal principal se determinó un porcentaje aproximado de roca fija, suelta y suelo.

Tabla 42

Clasificación de materiales del canal principal

TRAZO DEL CANAL PRINCIPAL - RESERVORIO PACCOPAMPA	CLASIFICACION DE MATERIALES		
	ROCA FIJA %	ROCA SUELTA %	SUELO %
Km 0+000 – 6+440	5	5	90

7.2. CANTERAS

Se realizó la exploración de 03 canteras de agregados y 01 cantera de roca para ser utilizadas en la construcción del reservorio, obras de arte y de los canales principales del área de estudio.

7.2.1. CANTERAS DE AGREGADOS.

7.2.1.1. CANTERAS DE PLAYAS DE RIO APURÍMAC.

a) SECTOR IRUBAMBA

- ❖ **Ubicación y accesibilidad:** Esta cantera se ubica aguas abajo del puente Asunción, a una distancia aproximada de 10.00 Km del centro poblado de checa. Existen accesos a la cantera y a las áreas de riego.

Figura 66

Canteras de agregados



Nota: Ubicación de las tres canteras de agregado, 02 canteras del rio Apurímac y 01 cantera del rio Checca. Fuente: Google Earth.

- ❖ **Propiedades fisicoquímicas y mecánicas:** Cantera que corresponde al material fluvio aluvial que fue acumulado en la margen derecha del rio Apurímac y que está conformado por clastos de contorno subredondeado a redondeado de hasta 40 cm de diámetro en un 30 % del total, envuelto en una matriz grava arenosa clasificada como Grava Pobrementemente Graduada (GP), los cuadros siguientes resumen los resultados del laboratorio.



Tabla 43

Resultados de laboratorio de agregado sector Irubamba

AGREGADO IRUBAMBA	PROF (m)	ANALISIS			CLASIFICACION SUCS	CONTENIDO DE HUMEDAD %
		GRANULOMETRICO				
		GRAVA	ARENA	L.Y/O		
		%	%	A. %		
M-1	1.00	72.13	26.73	1.11	GP	3.10
M-2	0.80	66.97	31.46	1.57	GP	3.99

Tabla 44

Resultados de laboratorio de agregado sector Irubamba

AGREGADO IRUBAMBA	MODULO DE FINEZA	PESO ESPECIF.	% DE ABSOR.	PESO UNITA. (Kg/m3)	PESO VOLU. (Kg/m3)	RESIST. ABRASIO % T PERD	DURABIL. S. Y Mg % T PERD
M-1 (A.G.)	-	2.69	1.79	1655	1530	22.82	-
M-1 (A.F.)	2.90	2.64	3.46	1794	1725	-	6.04
M-2 (A.G.)	-	2.70	1.76	1648	1527	-	-
M-2 (A.F.)	3.37	2.62	3.42	1791	1721	-	-

En el ensayo de Abrasión en la Maquina de los Ángeles se tiene un porcentaje de pérdida total del 22.82 % resultado que se encuentra por debajo del límite máximo (40%) permitido en agregados para ser usados en mezclas de concreto.

En conclusión, según los ensayos realizados de este agregado es de buena calidad y tiene un volumen aproximado de 24,500 m³.

b) SECTOR ANANSAYA

- ❖ **Ubicación y accesibilidad:** Esta cantera se ubica aguas arriba del puente Peatonal del sector de Anansaya, a una distancia aproximadamente de 10.00 Km del centro poblado de Checca y con acceso a su explotación.
- ❖ **Propiedades fisicoquímicas y mecánicas:** Este material tiene fragmentos de rocas, bolos y cantos de entorno subredondeado de hasta 80 cm de diámetro en un 40 % del total, envuelto en matriz gravo arenosa clasificada como Grava Graduada (GW), que tiene un 68.88 % de gravas, 29.54 % de arena y 1.58 % de finos que pasan el tamiz N° 200. En los cuadros siguientes resumen los resultados del laboratorio.

Tabla 45*Resultados de laboratorio de agregado sector Anansaya*

ANALISIS						CONTENIDO
AGERGADO	PROF	GRANULOMETRICO			CLASIFICACION	DE
ANANSAYA	(m)	GRAVA	ARENA	L.Y/O	SUCS	HUMEDAD
		%	%	A. %		%
M-3	0.90	68.88	29.54	1.58	GW	5.34

Tabla 46*Resultados de laboratorio de agregado sector Irubamba*

AGREGADO ANANSAYA	MODULO DE FINEZA	PESO ESPECIF.	% DE ABSORC.	PESO UNITARIO (Kg/m3)	PESO VOLU. (Kg/m3)	RESIST. ABRAS. % T PERD	DURABIL. S. Y Mg % T PERD
M-3 (A.G.)	-	2.68	1.80	1667	1534	22.82	-
M-3 (A.F.)	3.42	2.64	3.44	1799	1737	-	6.04

Para este agregado son válidos los porcentajes de pérdida totales obtenidos en la ejecución de los ensayos de Resistencia de Abrasión (22.82 %) y Durabilidad de Sulfato de Magnesio (6.04 %); valores que se encuentran por debajo de los límites máximos (40 % en Abrasión y 15% en Durabilidad) permitidos en agregados para ser usados en mezclas de concreto.

En conclusión, según los ensayos realizados de este agregado es de regular a buena calidad, puede ser usado en mezcla de concreto y tiene un volumen aproximado de 7,500 m³.

7.2.1.2. CANTERA DEL RIO CHECCA.

- ❖ **Ubicación y accesibilidad:** Esta cantera está ubicada agua abajo del puente Asunción y aguas arriba del puente pasarela Checca y con acceso para su explotación.
- ❖ **Propiedades físicas y mecánicas:** El material fluvio aluvial que fue acumulado en ambas márgenes del río Checca está conformado por clastos de entorno subredondeado de hasta 25 cm de diámetro en un 45 % del total, envuelto en matriz gravo arenosa clasificada como Grava Pobrementemente Graduada (GP), que tiene un 70.79 % de gravas, 26.51 % de arena y 2.70 % de finos que pasan el tamiz N° 200. En los cuadros siguientes resumen los resultados del laboratorio.

Tabla 47

Resultados de laboratorio de agregado sector Irubamba

AGREGADO RIO CHECCA	PROF (m)	ANALISIS			CONTENIDO	
		GRANULOMETRICO			CLASIFICACION SUCS	DE HUMEDAD %
		GRAVA	ARENA	L.Y/O		
		%	%	A. %		
M-4	0.50	70.79	26.51	2.70	GP	5.66

Tabla 48

Resultados de laboratorio de agregado sector Rio Checca

AGREGADO RIO CHECCA	MODULO DE FINEZA	PESO ESPECIF.	% DE ABSORC.	PESO UNITARIO (Kg/m3)	PESO VOLU. (Kg/m3)	RESIST. ABRAS. % T PERD	DURABIL. S. Y Mg % T PERD
M-4 (A.G.)	-	2.61	2.61	1633	1442	24.74	-
M-4 (A.F.)	3.00	2.60	3.66	1708	1604	-	6.71

Para este agregado son válidos los porcentajes de perdida totales obtenidos en la ejecución de los ensayos de Resistencia de Abrasión (24.74 %) y Durabilidad de Sulfato de Magnesio (6.71 %); valores que se encuentran por debajo de los límites máximos (40 % en Abrasión y 15% en Durabilidad) permitidos en agregados para ser usados en mezclas de concreto. En conclusión, este agregado es de buena calidad y cuenta con un volumen aproximado de 6,500 m3

7.2.2. CANTERA DE ROCA.

Figura 67

Cantera de roca



Nota: Delimitación de la cantera de roca Condorccota que corresponde a geomorfológicamente al Cerro Auquitutoca. Fuente. Google Earth.

❖ **Ubicación y accesibilidad:** En la parte alta al Sur Este del emplazamiento del reservorio se presenta un afloramiento rocoso de la formación Huaylla la cual no cuenta con acceso hasta la cantera de roca.

❖ **Propiedades físicas y mecánicas:** El afloramiento rocoso de la formación Casanuma, está conformado por Andesita Porfíriticas, Traquiandesíticos a Dacíticos, apropiado para su explotación como cantera de roca.

Las características litológicas y resistencia son similares a las muestras que se obtuvieron para el emplazamiento del reservorio.

Tabla 49

Resultados de ensayo de compresión simple

DESCRIPCION	CODIGO	LITOLOGIA	CARGA	AREA	RESISTENCIA
	MUESTRA	NOMBRE	(Kg)	(Cm2)	(Kg/Cm2)
R. CONDORCCOTA	C-1	Andesita Porfíritica	19504	36.00	541.79
R. CONDORCCOTA	C-2	Andesita Porfíritica	22680	34.81	651.52

Nota: Se muestra los resultados del ensayo de compresión simple de las dos muestras.

FUENTE: Laboratorio Geo cusco E.I.R.L.

Las Andesitas Porfíriticas son resistentes y están catalogadas como Rocas **BLANDAS A DURAS** según el cuadro de “**Descripción del endurecimiento de la roca**” por **SOWERS** al encontrarse los valores de resistencia a la compresión en los rangos de 175 Kg/cm² y 560 Kg/cm² a 1400 Kg/cm² respectivamente.

En conclusión, la roca es de buena calidad como material de construcción y el volumen del afloramiento o cabecera del Cerro Auquitutoca es de 32,500 m³



aproximadamente; recomendando utilizar los fragmentos de roca sin fracturas ni fisuras, resistentes al golpe del martillo.

7.2.3.MEJORAMIENTO DE CANTERAS

7.2.3.1.ADITIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO

Estos aditivos se agregan a la mezcla final para interactuar principalmente con el cemento y el agua.

- ❖ **Plastificantes:** Mejoran la trabajabilidad y fluidez del concreto, permitiendo reducir la cantidad de agua y aumentar la resistencia a la compresión.
- ❖ **Acelerantes:** Reducen el tiempo de fraguado inicial y aceleran el desarrollo de la resistencia en las primeras horas, lo cual es útil en lugares donde cae helada.
- ❖ **Incorporadores de aire:** Crean burbujas de aire microscópicas para aumentar la resistencia del concreto a los ciclos de congelamiento y deshielo, así como para mejorar la trabajabilidad.
- ❖ **Impermeabilizantes:** Reducen la permeabilidad del concreto para protegerlo de la humedad, lo que es útil en cimentaciones y estructuras hidráulicas.



CAPITULO VIII: CARACTERISTICAS Y DIMENSIONES DEL SISTEMA DE RIEGO Y RESERVORIO

8.1.SISTEMA DE RIEGO

8.1.1. SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA MAYOR

Para poder captar las aguas en épocas de lluvias se realizará una **Bocatoma de Fondo (o Tirolesas)** la cual es Ideal para ríos con pendientes pronunciadas y arrastre significativo de sedimentos; el rio de Condorccota presenta las siguientes características hidrológicas y geomorfológicas.

- ❖ **Alta Pendiente:** Presenta datos topográficos que muestren una pendiente longitudinal pronunciada en el tramo de captación (típico de ríos de montaña o torrenciales).
- ❖ **Régimen Torrencial/Variabilidad de Caudal:** Muestra datos hidrométricos (caudales máximos y mínimos) que evidencien crecidas repentinas y violentas.
- ❖ **Alta Carga de Sedimentos/Arrastre de Fondo:** Proporciona resultados de estudios de sedimentología que cuantifiquen la cantidad y el tipo de material de arrastre (gravas, cantos rodados).

La ventaja operacional de esta Bocatoma de fondeo (o Tirolesa) es que ofrece menor mantenimiento, mayor resiliencia ante crecidas y un diseño más simple y robusto.

La estructura contara con las siguientes componentes claves para que el agua captada llegue eficientemente al reservorio:



- ❖ **Rejilla de fondo:** Una rejilla inclinada instalada directamente sobre una sección del lecho del río. El agua pasa a través de la rejilla por gravedad y cae en un canal o galería colectora debajo de ella.
- ❖ **Galería o canal colector:** Estructura subterránea o encubierta debajo de la rejilla que recoge el agua captada.
- ❖ **Desarenador:** Una estructura vital ubicada después de la captación, donde la velocidad del agua disminuye para permitir que la arena y los sólidos finos se depositen antes de que el agua llegue al reservorio principal.

Para demostrar que el diseño es funcional, óptimo y seguro se presenta los cálculos y planos de la **Bocatoma de Fondo (o Tiroleras) en anexos.**

8.1.2. SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA MENOR

Se propone la construcción de una línea de conducción de 6+543.04 km de longitud donde se plantea dos tramos:

Por Gravedad: Inicia en la Prog: 0+000 en la captación existente hasta la cámara de carga donde inicia el Tramos Presurizado en la Prog: 4+730.27.

Presurizado: Inicia en la Prog: 4+730.27. donde culmina en tramo por gravedad hasta 6+543.04 en la cámara de carga del sistema de aspersión ubicado en la parte alta de sector de Chitibamba.

Las cuáles serán transportadas mediante tubos de PVC de diámetro de 500mm NTP ISO 4435-2005, el cual transportara un caudal de 47.03lt/s.

A lo largo de la conducción existen estructuras hidráulicas, que son las siguientes:

Tabla 50*Buzones de giro*

Nombre	Cantidad
Buzones de giro	231

El área neta incorporada al riego alcanza a 110 ha, las mismas que serán irrigadas mediante riego tecnificado en su totalidad, el tipo de riego que se tomo es el siguiente:

8.1.2.1. RIEGO POR GOTEO

Es uno de los sistemas más eficientes.

Funcionamiento: Aplica el agua directamente a la zona radicular de las plantas, gota a gota, a través de una red de tuberías y emisores llamados goteros.

Ventajas:

- ❖ **Ahorro de agua:** Evita la evaporación y la escorrentía superficial.
- ❖ **Mejor rendimiento:** El agua y los nutrientes llegan directamente a las raíces, lo que favorece el desarrollo del cultivo.
- ❖ **Control de malezas:** Al no mojar toda la superficie, se reduce el crecimiento de hierbas no deseadas.

8.2. RESERVORIO

Para el almacenamiento de agua se construirá un reservorio de una capacidad de 360 000 m³, con una altura máxima hasta el espejo de agua de 6.6 m y un área en la superficie de aproximadamente 66000 m².

La altura máxima de corte será de aproximándose de 6m, por lo que la capa de suelo superficial será removida, quedando como basamento el depósito morrénico.

8.2.1. CARACTERÍSTICAS DEL RESERVORIO

- ❖ El reservorio tendrá un talud interno de 1:3 para una mayor estabilidad del suelo.
- ❖ Constará con una capa, un borde libre de 0.5 m para evitar desborde por viento y lluvias intensas.
- ❖ Una geomembrana de Polietileno de alta densidad (HDPE) de 1.5 mm de espesor de alta densidad, baja permeabilidad y gran resistencia mecánica y química. Esta capa evitara filtraciones.
- ❖ Entre el suelo y la geomembrana se colocará un geotextil no tejido de 226.5 g/m² de gramaje, el cual protegerá de perforaciones a la geomembrana.
- ❖ Un canal de limpieza, de un diámetro de tubería de 200mm y una pendiente de 0.5%, que servirá para vaciar el reservorio para limpieza de sedimentos y mantenimiento.

Exteriormente, el reservorio también constara con una cuneta perimetral para el recojo y conducción de agua de lluvia y así evitar la erosión de los taludes y que el agua que ingrese al reservorio. Un drenaje subterráneo para drenar el agua subterránea infiltrada y evitar saturación del terreno e inestabilidad en el reservorio y un cerco perimetral para evitar el ingreso de persona y animales.

El suelo será compactado según los datos obtenidos de densidad máxima y humedad optima obtenido por el ensayo de Proctor modificado. Los detalles del diseño pueden ser revisados en los anexos.



CONCLUSIONES

1. Geomorfológicamente se observaron unidades de gran paisaje de relieve montañoso glacio volcánico y de valle glaciofluvial. El reservorio se emplazará en una vertiente de montaña glacio volcánica de moderadamente inclinado a empinado. Los canales en unidades vertientes y vertientes disectadas de fuertemente inclinado a empinado, en gran parte del trazo. El lugar donde se emplazará el sistema de riego presenta distintos depósitos cuaternarios y la presencia de un basamento rocoso andesítico de la formación Casanuma. En la zona del reservorio se observa la presencia de depósitos morrénicos y depósitos bofedales. Los canales cortaran depósitos deluviales, deluvio-colviales en las laderas, y en los tramos llanos cortaran depósitos morrénicos y de bofedal. Estructuralmente la zona de estudio se encuentra aproximadamente a 10 km del sistema de fallas Cusco-Lagunillas-Mañaso hacia el este. Hacia el sur aproximadamente a 2 km se encuentra una pequeña falla inversa y algunas fallas inferidas. Pero en la zona del trazo y del reservorio no se observa ninguna estructura. Se observaron procesos de geodinámica externa de caída de rocas, remoción de masa superficial y derrumbes.
2. Hidrológicamente la zona de estudio corresponde a la unidad hidrográfica de tipo cuenca de nivel 08 con código 49999324, con un área de 9.31km^2 , una pendiente media de 0.27 m/m, elevación media de 4593.3 m.s.n.m. y una distancia máxima del caudal de 2186.06 m. La cuenca presenta una precipitación media anual de 811.218 mm, temperatura máxima media de 11.8, temperatura media de 3.5 y temperatura mínima media -8.1; una humedad relativa media de 63.6%, un promedio horas de sol medias mensuales de 2478.4 y evaporación potencial promedio de 97.7 mm/mes. Se determino un módulo de

riego máximo de 0.46 l/s/ha correspondiente al mes de junio, una demanda de riego de 814141.75 m³ anuales, de las cuales existe un déficit de 355854.40 m³ que no son cubiertas debido a la apoca de estiaje entre los meses de junio a noviembre.

3. El área donde se emplazará el reservorio está conformada por grava limo arcillosa (GM-GC), grava limosa (GM), arena limo arcillosa (SM-SC), arena arcillosa (SC), arena limosa (SM) y pequeños lentes de limo inorgánico (ML). Los resultados de capacidad de carga admisible calculados mediante el método de Meyerhof para el depósito morrénico son buenos, donde el valor más bajo corresponde a SM-SC con 2,1 a 2.7 kg/cm² para una profundidad de fundación entre 2.5 m a 3.5 m respectivamente. Los lentes de limo (ML) presentan una capacidad de carga más baja de 0.347 y 0.951 kg/cm². Los resultados de resistencia in situ para el depósito morrénico varían de 0.93 Kg/cm² a 1.70 m hasta 4.80 Kg/cm² a 5.2 m.

El modelamiento realizado en PLAXIS 3D muestra que el suelo de fundación del reservorio presenta un comportamiento estable frente a la carga del agua almacenada. Las deformaciones obtenidas son pequeñas y uniformes, y no se evidencian asentamientos diferenciales importantes. Los esfuerzos desarrollados en el suelo no generan zonas de falla; únicamente se observan puntos aislados de tracción en los bordes del reservorio, los cuales son superficiales y no afectan la estabilidad global. En general, los resultados confirman que el terreno es adecuado para el emplazamiento del reservorio.



El canal se fundará mayormente en suelo (90%), donde los resultados de capacidad de carga admisible son de 1.02 Kg/cm² para SM-SC, correspondiente a depósito deluvio-coluvial; OH correspondiente al depósito bofedal, será remplazado debido a que no es recomendable para la fundación del canal, el 10% restante corresponde a roca con una capacidad de carga admisible de 9.8 a 23.1 kg/cm².

Los resultados de las canteras de agregados son de buena calidad y corresponden a GP y GW, con un porcentaje de pérdida mediante prueba de abrasión de los ángeles de 22.82 a 24.74 %, y de durabilidad de sulfato de magnesio de 6.04 a 6.71%. La cantera de roca corresponde a andesitas porfíricas con una resistencia a la compresión de 541.79 a 651.52 kg/cm².



RECOMENDACIONES

1. En las áreas donde se presenten los lentes de limo, arena y arcilla de baja a alta compresibilidad, se recomienda mejorar la base de fundación extrayendo el material fino, para ser reemplazado con el material de préstamo morrénico y/o nivelar la capacidad de carga admisible de la base de fundación con mampostería de piedra asentada en concreto a manera de falsa zapata para evitar asentamientos posteriores por diferencia de capacidad de carga admisible.
2. Se recomienda la construcción de sub-drenes en la base y en los taludes interiores de corte, por la presencia de manantes y niveles de agua subterránea que en el periodo de precipitaciones pluviales se incrementan, evitando así el colapso de la estructura por presión lateral, se debe tener en cuenta que en el periodo de precipitaciones pluviales toda el área casi plana se saturara (con napa freática bastante próxima a la superficie) formando pequeñas lagunillas.
3. Sí al excavar la caja total del reservorio aflora el basamento rocoso en una determinada área, se recomienda limpiar la capa superficial fracturada y alterada, sellando las grietas y fracturas con lechada de cemento para consolidar la roca; en este caso se debe nivelar la capacidad de carga con la construcción de una falsa zapata.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Suarez, J. (s.f.). Análisis Geotécnico (Vol. Tomo I).
- Terzagui, k., & Peck, R. B. (1978). Mecánica de suelos en la Ingeniería Practica. España: “El ateneo” S.A.
- Van Sint Jan, M. and Ledezma, C. (2008). Fundamentos de geotecnia. Apuntes ICE1603, Pontificia Universidad Católica de Chile, Departamento de Ingeniería Estructural y Geotécnica.
- Villón Béjar, M. (2002). Hidrología. Lima, Perú: Villón.
- Villota, H. (1997). Una nueva aproximación a la Clasificación Fisiográfica del terreno.
- Dirección General de Políticas y Regulaciones en Construcción y Saneamiento. (2018). Norma técnica E 0.50 Suelos y CIMENTACIONES. ▪ Esquivel y Pinares, (2019). Tesis “Estudio geológico y geotécnico para la construcción de la presa Kullko”
- Carlotto, V., & Cárdenas, J. (2003). *Revision y actualizacion del Cuadrangulo del Cusco (28-s)*. Lima: INGEMMET.
- Centro de servicios geologicos ambientales. (2000). *INFORME FOTOGEOLOGICO DEL CUADRANGULO DE ILAVE (33-x)*. Lima: INGEMMET - UNMSM.
- Davies, B., & Bendle, J. (2025). *AntarcticGlaciers.org*. Obtenido de AntarcticGlaciers.org: <https://www.antarcticglaciers.org/>
- De La Cruz B., N. (1995). *Geología de los cuadrangulos de Velille, Yauri, Ayaviri y Azangaro*. Lima: INGEMMET.
- INGEMMET. (2025). *Geocatmin*. Obtenido de Geocatmin: <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>
- Meldivil, S., & Dávila, D. (1994). *Geología del cuadrangulo de Cusco y Livitaca*. Lima: INGEMMET.
- Serrato Álvarez, P. K. (2009). *Clasificación fisiográfica del terreno a partir de la inclusión de nuevos elementos conceptuales*. Dialnet, 38.
- Valdivia Vera, W., Chumpitaz Ramirez, M., Benites Cañote, A., & Anastacio Castillo, A. (2023). *Geología del cuadrángulo de Juli (hojas 33y3, 34y4)*. Lima: INGEMMET.
- Villota, H. (2005). *Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación de tierras físicas*. Bogota: Instituto Geografico Agustin Codazzi.



ANEXOS



MATRIZ DE CONSISTENCIA					
TEMA: “ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA EL EMPLAZAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO Y RESERVOIRIO DEL SECTOR CONDORCCOTA – CHITIBAMBA DISTRITO CHECCA, PROVINCIA DE CANAS, DEPARTAMENTO DEL CUSCO.”					
MARCO TEORICO	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
MARCO REFERENCIAL	GENERAL	GENERAL	GENERAL	VARIABLE DEPENDIENTE	METODO CIENTIFICO
• Riveros Cáceres, Frank Abel (2018). Tesis “Estudio geológico y geotécnico para la construcción de la presa Cachimayo, en el distrito de Ascensión, prov. y dpto. de Huancavelica” • Gutierrez Ramírez y Quispe (2022). Tesis “Estudio geológico y geotécnico del terreno de fundación para la construcción de la presa Huisillopunku – Santo tomas” • Ccahuata Huamán y Ccalta (2020). Tesis “Evaluación geológica y geotécnica para el emplazamiento de la presa Aruri – Chumbivilcas”	¿Son las condiciones geológicas, geotécnicas e hidrológicas del sitio aptas para el emplazamiento de un sistema de riego y reservorio en el sector Condorccota-Chitibamba?	Pronosticar si las condiciones geológicas, geotécnicas e hidrológicas del sector de Condorccota -Chitibamba son aptas para el emplazamiento del sistema de riego y reservorio.	Las condiciones geológicas, geotécnicas e hidrológicas del sector de Condorccota Chitibamba son aptas para el emplazamiento de un sistema de riego y reservorio.	Emplazamiento de Sistema de riego y reservorio	• Enfoque: cuantitativo • Alcance: Predictivo • Diseño: no experimental
				VARIABLES INDEPENDIENTES	METODO DE TRABAJO
				- Geología; - Geotecnia; - Hidrologia;	ETAPA DE PRE-CAMPO - Revisión bibliográfica y de antecedentes - Formulación del proyecto de tesis - Elaboración de los mapas preliminares y regionales - Planificación de logística de los insumos y equipos necesarios
MARCO CONCEPTUAL	ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	JUSTIFICACIÓN	ETAPA DE CAMPO
Ensayos de mecánica de suelos - Límites de consistencia - Sistema de clasificación unificada de suelos - Proctor modificado. - Mecánica de rocas - Contenido de humedad - PDL - Capacidad portante del terreno. -	1. ¿Qué condiciones geológicas (geomorfológicas, litológicas, estructuras u geodinámica) presenta el área de estudio y como podrían afectar al emplazamiento de sistema de riego y reservorio? 2. ¿Qué condiciones geotécnicas (aspectos geotécnicos y calidad de canteras) presenta el área de estudio que garantizan el correcto emplazamiento del sistema de riego y reservorio? 3. ¿Qué condiciones hidrológicas (características físicas de la cuenca y parámetros hidrológicos) presenta el área de estudio y como podría afectar las características y dimensiones del sistema de riego y reservorio?	1. Pronosticar si las condiciones geológicas (geomorfológicas, litológicas, estructuras u geodinámica) son aptas para el al emplazamiento del sistema de riego y reservorio. 2. Pronosticar si las condiciones geotécnicas (aspectos geotécnicos y calidad de canteras) garantizan el correcto emplazamiento del sistema de riego y reservorio. 3. Pronosticar si las condiciones hidrológicas (características físicas de la cuenca y parámetros hidrológicos) son aptas para emplazamiento del sistema de riego y reservorio.	1. Las condiciones geológicas (geomorfológicas, litológicas, estructuras u geodinámica) son aptas para el al emplazamiento de un sistema de riego y reservorio 2. Las condiciones geotécnicas (aspectos geotécnicos y calidad de canteras) garantizaran el correcto emplazamiento de un sistema de riego y reservorio 3. Las condiciones hidrológicas (características físicas de la cuenca y parámetros hidrológicos) son aptas para emplazamiento de un sistema de riego y reservorio.	- Es conveniente debido a la necesidad de mejorar oferta hídrica de la zona. - Es socialmente relevante porque aborda directamente las necesidades básicas de las comunidades altoandinas - Tendrá importantes implicaciones prácticas en términos geológicos, geotécnicos e hidrológicos - Desde un punto de vista teórico, el estudio contribuirá a conocer que tan factible es el emplazamiento de un sistema de riego.	- Campaña de reconocimiento de campo: mapeo geológico, geomorfológico y estructural - Estudio de suelos correspondiente: calicatas ensayos in situ, ensayos estándar, caracterización geotécnica y ensayos de geomecánica de rocas ETAPA DE POST-CAMPO - Organización y síntesis de todo el trabajo realizado en campo y gabinete. - Evaluación de resultados y tipificación de las características geotécnicas. - Se realizo los ensayos de laboratorio: - Procesamiento y corrección de la Información de Campo y obtención de resultados finales - Elaboración de mapas, planos, tablas y graficas - Formulación del informe final



DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CAPTACIÓN (BOC. TIROLESA): CONDORCCOTA

DATOS GENERALES:

$Q_{diseño} =$	43.20 l/s
$Q_{max} =$	0.183 m ³ /s
$Q_{promedio} =$	0.07 m ³ /s
$Q_{max\ Extr.} =$	1.31 m ³ /s
$L =$	3.00 m

1. DISEÑO DE LA REJILLA DE CAPTACIÓN:

1.1 fórmula general de vertedores rectangulares:

$$Q = \frac{2}{3} c \mu B L \sqrt{2gh}$$

donde:

Q = Caudal a ser captado por la toma tirolesa (m³/s)

C = Coeficiente de la rejilla

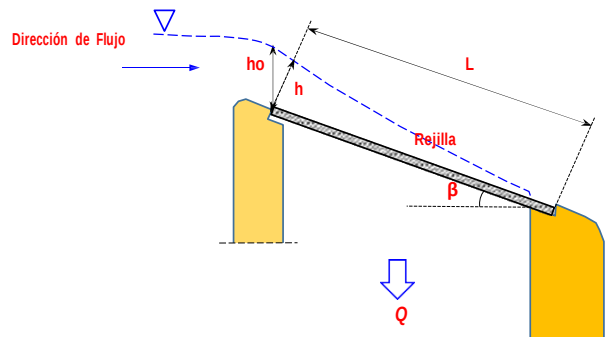
μ = Coeficiente de descarga de la rejilla

B = Ancho de la toma tirolesa (m)

L = Longitud de toma de la rejilla (m)

h = Profundidad del agua en el borde superior de la rejilla

g = Aceleración de la gravedad = 9,81 m/s²



1.2 Coeficiente de Rejilla "c":

$$c = 0.6 \frac{a}{b} (\cos \beta)^{\frac{2}{3}}$$

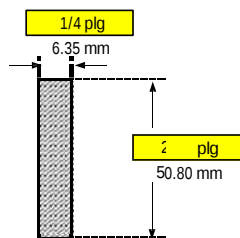
donde:

β = es el ángulo de inclinación de la rejilla con respecto a la horizontal, en grados.

a = abertura entre barras adyacentes (m)

b = espacio entre los ejes de cada barra (m)

sección de las barras de rejilla



$$a = 2.00 \text{ cm}$$

$$b = 2.64 \text{ cm}$$

$$\beta = 22^\circ$$

$$c = 0.407$$

$$B = 2.000 \text{ m} \quad \text{bien}$$

1.3 Cálculo de tirante crítico "hcr":

$$h_{cr} = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{gB^2}}$$

$$h_{cr} = 0.036 \text{ m}$$



1.1 Profundidad del agua en el borde superior de la rejilla "h":

$$h = K_c \times h_{cr}$$

K_c = Factor de reducción o factor de corrección

h_{cr} = tirante critico (m)

$$2 \cos \beta (K_c)^3 - 3(K_c)^2 + 1 = 0 \quad (1)$$

$$\text{si } \beta \geq 30^\circ, K_c = 0.88 \cos \beta \quad (2)$$

$$K_c = 1.29746 \quad \text{Usar formula 1} \quad \text{bien}$$

$$h = 0.047 \text{ m}$$

1.2 Coeficiente de descarga para la rejilla " μ ":

$$\mu = 0.62$$

1.3 Cálculo del ancho de la rejilla "L":

$$L_{\text{horizontal}} = 0.300 \text{ m} \quad \text{bien}$$

$$L = \frac{3Q}{2c\mu B \sqrt{2gh}}$$

$$L_{\text{calculado}} = 0.161 \text{ m}$$

$$L_{\text{asumido}} = 0.324 \text{ m} \quad \text{bien}$$

1.4 Verificación del ingreso máximo de agua:

fórmula simplificada de vertedores:

$$H = \left(\frac{Q}{CL} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$h_{cr} = \begin{matrix} Q_{\text{max}} & Q_{\text{prom}} \\ 0.095 \text{ m} & 0.049 \text{ m} \end{matrix}$$

Altura de entrada de agua por la rejilla h

$$h = \begin{matrix} Q_{\text{max}} & Q_{\text{prom}} \\ 0.123 \text{ m} & 0.063 \text{ m} \end{matrix}$$

Caudal máximo de entrada de agua por la rejilla Q_{max}

$$Q = \frac{2}{3} c\mu B L \sqrt{2gh}$$

$$Q_{\text{max}} = 0.169 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{prom}} = 0.121 \text{ m}^3/\text{s}$$

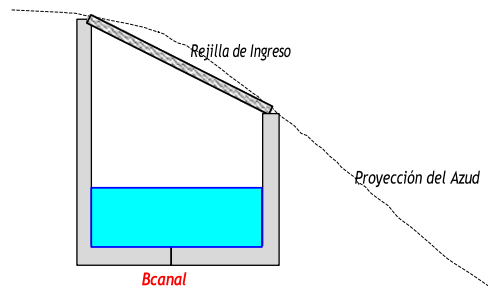
2. DISEÑO DE CANAL COLECTOR

$$S = 2.0\%$$

$$n = 0.025$$

S = Pendiente de canal

n = coeficiente de rugosidad





1.1 Base del canal "Bcanal":

$$B_{canal} = 0.50 \cos \beta$$

$$B_{canal} = 0.30 \text{ m}$$

1.2 Tirante en la Sección final del canal aductor (GTZ, 1989):

$$Q = \frac{1}{n} A R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

$$y = 0.145 \text{ m}$$

$$T = 0.30 \text{ m}$$

$$A = 0.0434$$

$$P = 0.59 \text{ m}$$

$$R = 0.07 \text{ m}$$

$$v = 0.99 \text{ m/s}$$

$$F = 0.834$$

subcrítico

$$H = 0.40 \text{ m}$$

A = Área Hidráulica (m²)

R = Radio Hidráulico

$$R = \frac{A}{P}$$

P = Perímetro mojado

y = Tirante

$$Q = Av$$

v = Velocidad (m/s)

1.3 Según S. krochin (1978) (Método de Zamarin)

caudal en cada punto se determina por la fórmula:

$$Q_x = \frac{Q_d}{B} x$$

x = Distancia desde el comienzo del canal colector (m)

Con el objeto de que el material de arrastre que pasa por la rejilla pueda ser evacuado, la velocidad promedio en el canal colector debe ser como mínimo:

$$V_{prom} \geq 3\sqrt{gs}$$

s = es el tamaño del grano que puede pasar a través de las rejillas, o sea, igual a la separación entre rejillas.

$$V_{prom} \geq 1.33 \text{ m/s}$$

La velocidad en cada punto se determina con la fórmula:

$$V_x = \frac{V_f - V_0}{B} x + V_0$$

Vo = velocidad al inicio del canal

Vf = Velocidad la final del canal

Ubicación de la rejilla, respecto del ancho de la zona de captación:

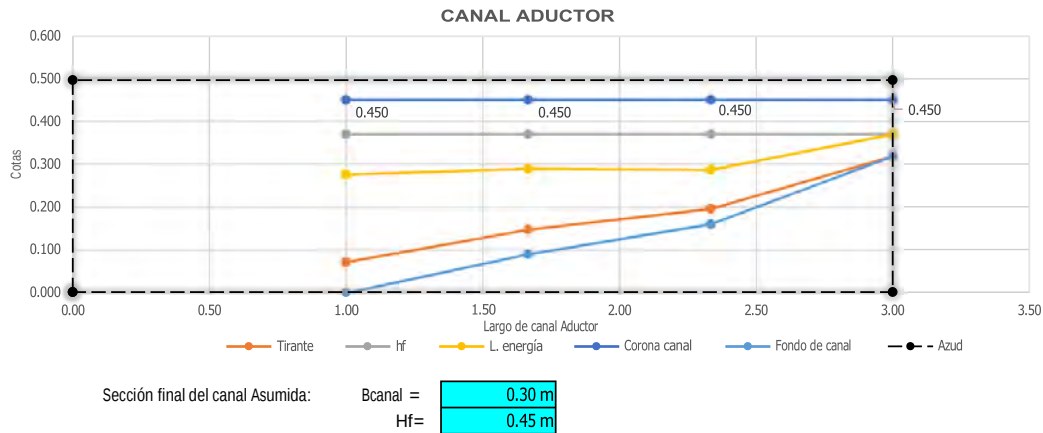
Izquierda

x	Q	Vx	A=Q/v	y=A/Bcanal	P	R	S energía	hf	Σhf
0.00 m	0.0000	1.00	0.00	0.000	0.3	0.000	0.000	0	
0.67 m	0.0144	1.33	0.01	0.036	0.372	0.029	0.125	0.083015364	0.083015364
1.33 m	0.0288	1.67	0.02	0.058	0.4152	0.042	0.120	0.08024865	0.163264014
2.00 m	0.0432	2.00	0.02	0.072	0.444	0.049	0.141	0.09384714	0.17409579

v2/2g	cotas	largo X canal	H
0.051	0.051	0.319	0.450
0.091	0.210	0.160	0.450
0.142	0.279	0.090	0.450
0.204	0.370	0.000	0.450

Tipo de flujo último tramo:

F = 2.380
supercrítico



1. DISEÑO DE LA CÁMARA DE RECOLECCIÓN:

Ecuaciones de Alcance de Chorro:

1.1 cálculo de las dimensiones de la cámara:

$$x_s = 0.36 v_e^2 + 0.60 h_e^4$$

x_s : Alcance filo superior

$$x_i = 0.18 v_e^2 + 0.74 h_e^4$$

x_i : Alcance filo inferior

$$B_{cámara} = x + 0.30$$

$$x_s = 0.70 \text{ m}$$

$$x_i = 0.37 \text{ m}$$

$$1.10$$

$$B_{cámara} = 1.10 \text{ m}$$

$$L_{cámara} = 2.20 \text{ m}$$

Asumir :

$$B_{Libre\ cámara} = 0.20 \text{ m}$$

$$H_o\ cámara = 0.60 \text{ m}$$

$$S\ cámara = 3\%$$

$$H_f\ cámara = 0.67 \text{ m}$$

1.2 cálculo del vertedero de excesos:

Ecuación de Francis:

$$Q = C_d (L - 0.1n h) h^{3/2}$$

$$L_v = 1.200 \text{ m}$$

$$n = 0$$

$$C_d = 1.45$$

$$Q_{excesos} = 0.126 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$h = 0.174 \text{ m}$$

$$v = 0.60 \text{ m/s}$$

donde:

C_d = Coeficiente de descarga: cresta aguda (1.84), cresta ancha (1.45)

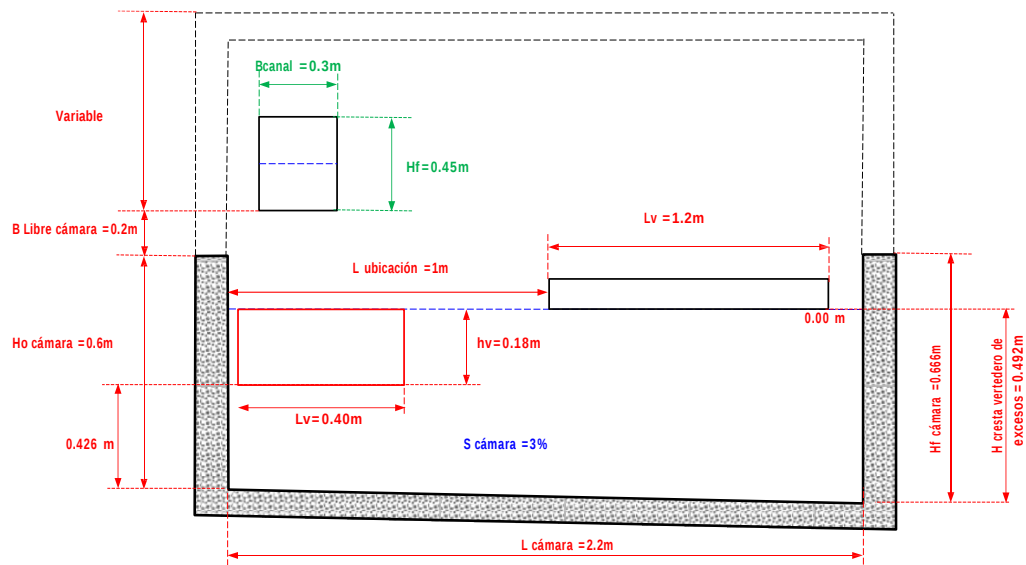
L = Longitud de la cresta del vertedero (m)

h = carga sobre el vertedero (m)

n = Numero de contracciones (0, 1, 2)

$$1.00 \quad L_{ubicación} = 1.00 \text{ m}$$

$$H_{cresta\ vertedero\ de\ excesos} = 0.492 \text{ m}$$



1.1 cálculo del canal de limpia:

$$Q = \frac{1}{n} A R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

A = Área Hidráulica (m²)
 R = Radio Hidráulico

$$R = \frac{A}{P}$$

P = Perímetro mojado
 y = Tirante

$$Q = Av$$

v = Velocidad (m/s)

$v = 0.186 \text{ m/s}$ *bien*
 $v = 0.40 \text{ m/s}$
 $v = 0.0743 \text{ m/s}$
 $v = 0.77 \text{ m/s}$
 $v = 0.0963 \text{ m/s}$
 $v = 2.2745 \text{ m/s}$ *bien*
 $v = 1.6849 \text{ m/s}$ *supercrítico*
 $v = 0.30 \text{ m/s}$

1.2 cálculo de la Compuerta de la cámara Desripiadora:

$$Q = C_d b a \sqrt{2 g y_1}$$

$$C_d = \frac{C_d C_v}{\sqrt{1 + \frac{C_c a}{y_1}}}$$

$b =$	0.40 m
$C_v =$	1.0074
$C_d =$	0.5332
$Q_o =$	0.308 m ³ /s

bien



3.4.1 Tiempo de limpieza de la cámara Desripiadora

$$t = \frac{V_{\text{cámara}}}{\Delta Q}$$

$V_{\text{cámara}} = 1.53 \text{ m}^3$

$\Delta Q = 0.265 \text{ m}^3/\text{s}$

$t = 5.78 \text{ seg}$

3.5 Cálculo de poza disipadora de caudales de Exceso:

$X_s = 0.48 \text{ m}$

$X_i = 0.33 \text{ m}$

0.10

B poza = 0.80 m

L poza = 1.20 m

3.6 Cálculo de la Ventana de captación:

Ecuación de Francis:

$$Q = C_d (L - 0.1nh) h^{3/2}$$

$L_v = 0.40 \text{ m}$

$n = 1$

$C_d = 1.45$

$h_v = 0.18 \text{ m}$

$v = 0.59 \text{ m/s}$

bien

bien

donde:

C_d = Coeficiente de descarga: cresta aguda (1.84), cresta ancha (1.45)

L_v = Longitud de la cresta del vertedero (m)

h_v = carga sobre el vertedero (m)

n = Numero de contracciones (0, 1, 2)

3.7 cálculo del canal de conducción:

Pendiente del canal $j = 0.5\%$

$n = 0.016$

$B_{\text{canal}} = 0.40 \text{ m}$

B. Libre = 10.00 cm

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2}$$

$y = 0.13 \text{ m}$

$T = 0.40 \text{ m}$

$A = 0.0528$

$P = 0.66 \text{ m}$

$R = 0.08 \text{ m}$

$v = 0.82 \text{ m/s}$

$F = 0.7181$

subcrítico

$H = 0.30 \text{ m}$

A = Área Hidráulica (m^2)

R = Radio Hidráulico

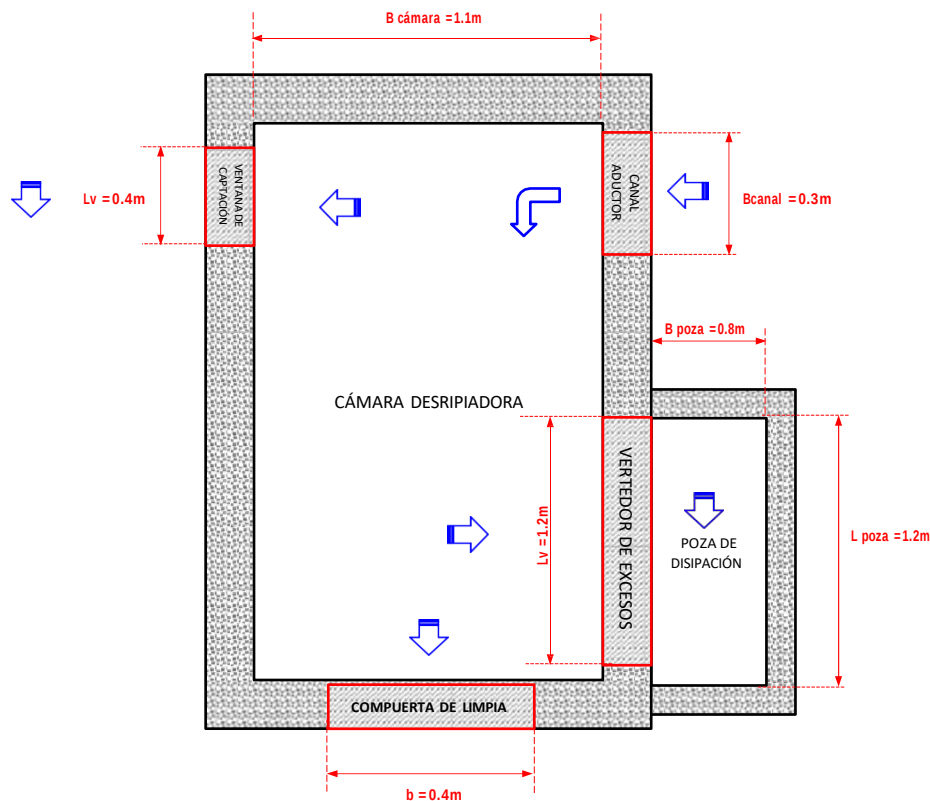
$$R = \frac{A}{P}$$

P = Perímetro mojado

y = Tirante

$$Q = Av$$

v = Velocidad (m/s)



CROQUIS CÁMARA DE RECOLECCIÓN (DESRIPIADORA): PLANTA

1. DISEÑO DEL AZUD (VERTEDERO TIPO WES):

1.1 Cálculo de la altura de agua "Hd" Ecuación de Francis:

$$Q = 1.84 L H_d^{3/2}$$

$$H_d = \left(\frac{Q}{1.84 L} \right)^{2/3}$$

Hd = 0.38 m

Qmax Extr. = 1.31 m³/s

L = 3.00 m

P = 0.80 m

Pendiente de la cara aguas arriba K :

	n	k
Vertical	2	1.85
3:1	1.936	1.836
3:2	1.939	1.81
3:3	1.873	1.776

1.2 Se determina el efecto de la velocidad, mediante la relación (P/Hd):

P/Hd = 2.08 Efecto de la velocidad es despreciable

1.3 Cálculo de la velocidad:

v = 1.14 m/s bien

Ha = 0.07 m

1.4 Cálculo de la carga total sobre la cresta del vertedero (He):

He = 0.38 m

1.5 Cálculo del perfil del aliviadero:

Ecuación de perfil:

$$x^n = k H_d^{n-1} y$$



Talud paramento **Vertical**
 $n = 2$
 $k = 1.85$

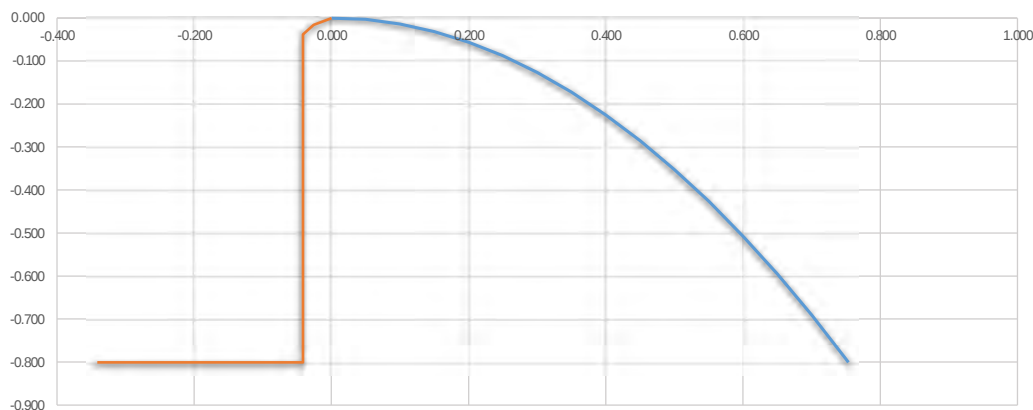
Paramento	R1	R2	D1	D2
Vertical	0.192	0.077	0.067	0.108
3:1	0.261	0.081	0.053	0.091
3:2	0.184	0.084	0.044	0.082
3:3	0.173		0.046	

1.1.1 RADIO DE LA GOLA

$P = 0.80 \text{ m}$
 $H_e = 0.38 \text{ m}$
 $R_f = 1.70 \text{ m}$

$R_f = 0.2\text{m} - 0.78\text{m}$
 $R_f = 0.6$
 $\theta = 64.73^\circ$
 $T = 0.380 \text{ m}$

PERFIL DE AZUD



*Dibujar el perfil de talud y salida (gola) a escala.

4.5.1 Longitud del Azud:

$L_{\text{azud}} = 1.18 \text{ m}$

2. CALCULO DE SUBPRESIONES, FILTRACIONES BAJO LA ESTRUCTURA DE AZUD (criterio de Bligh y Lane)

calculado bajo el "Criterio de la Rotura Hidráulica"

donde:

L_{RC} : longitud de rotura compensada

L_v : Longitud vertical

L_H : longitud Horizontal

R_{CC} : Relación de carga compensada

H : altura de carga sobre la estructura (P)

$$L_{RC} = L_v + \frac{1}{3} L_H$$

$$R_{CC} = \frac{L_{RC}}{H}$$

$L_v = 2.30 \text{ m}$

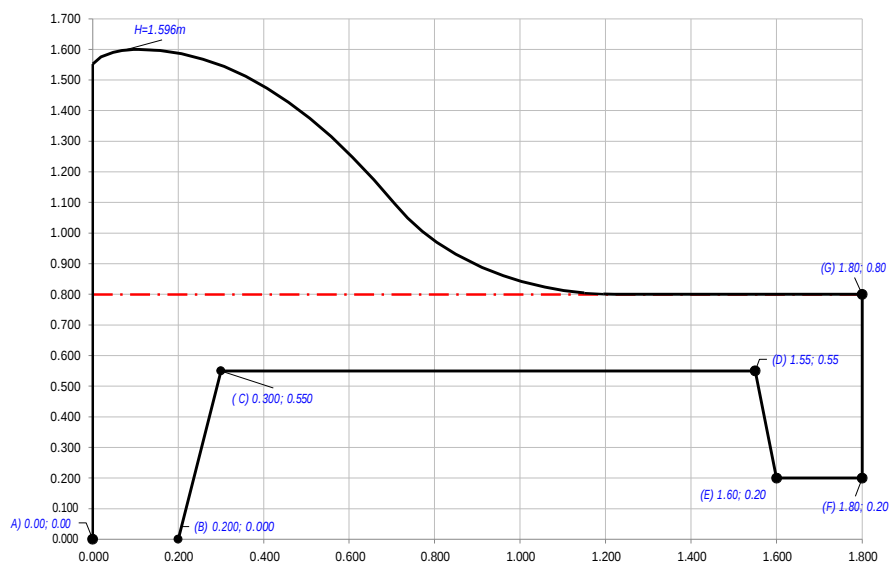
$L_H = 1.65 \text{ m}$

$L_{RC} = 2.85 \text{ m}$

Tipo de Fundación = Grava media

$R_{CC} = 3.56 \text{ m}$

bien



Punto	Lv	LH	LRC (m)	LRCC (m)	Prof. (m)	P/Y (m)
A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	1.60
B	0.00	0.20	0.07	0.02	0.80	1.58
C	0.55	0.20	0.62	0.17	0.25	0.88
D	0.55	1.45	1.03	0.29	0.25	0.76
E	0.90	1.45	1.38	0.39	0.60	1.01
F	0.90	1.65	1.45	0.41	0.60	0.99
G	1.50	1.65	2.05	0.58	0.00	0.22

5.1. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL AZUD:

5.1.1 Chequeo al deslizamiento:

$$F_{sd} = \left(\frac{G - S}{E} \right) f$$

5.1.2 Cálculo del empuje de las aguas:

$$E = \left[\frac{1}{2} (P + H_d)^2 - \frac{1}{2} H_d^2 \right] \gamma_{agua}$$

$$\bar{y} = \frac{P}{3} \left(\frac{3H_d + P}{2H_d + P} \right)$$

$$E = 0.63 \text{ tn/m}$$

$$\bar{y} = 0.33 \text{ m}$$

5.1.3 Cálculo del peso propio:

Secc. Sin Canal

$$\begin{aligned} \text{Secc. Azud} &= 1.174 \text{ m}^2 \\ G &= 2.70 \text{ tn/m} \\ f &= 0.55 \end{aligned}$$

$$F_{sd} = 1.68 \text{ bien}$$

Secc. Con Canal

$$\begin{aligned} \text{Secc. Azud} &= 1.04 \text{ m}^2 \\ G &= 2.39 \text{ tn/m} \end{aligned}$$

$$F_{sd} = 1.41 \text{ bien}$$

5.1.4 Chequeo al Volteo:

$$F = \frac{M_{resistente}}{Gx_1}$$

SV



$$x1 = 0.627 \text{ m}$$

$$Fsv = 8.13 \text{ bien}$$

$$x1 = 0.673 \text{ m}$$

$$Fsv = 7.73 \text{ bien}$$

1. DISEÑO DE LA POZA DE AMORTIGUACIÓN:

5.1 Cálculo de la velocidad (v_1) al pie del aliviadero:

$$v_1 = \sqrt{2g(Z - 0.5H_d)}$$

$$v_1 = 4.41 \text{ m/s}$$

donde:

Z: Altura medida desde el nivel máximo aguas arriba de la estructura hasta el nivel del pozo de amortiguación (m)

Hd: Altura del agua sobre la cresta del vertedero (m)

$$p = 0.00 \text{ m}$$

5.2 Cálculo de la altura del agua a la salida o pie de la presa (Y_1):

$$1 \quad v_1 B$$

$$Y_1 = 0.10 \text{ m}$$

5.3 Cálculo del número de Froude (F_1):

$$F_1 = \frac{v_1}{\sqrt{gY_1}}$$

$$F_1 = 4.47 \text{ supercrítico}$$

5.4 Cálculo de la altura (h) del diente del dique en el pozo de amortiguación con base en el Abaco de Forster y Skrinde:

$$h/Y_1 = 1.6$$

$$h = 0.20 \text{ m}$$

5.5 Cálculo del valor de la altura máxima del resalto (Y_2) en el pozo de amortiguación:

$$2.66F_1^2 \left[1 + \frac{h}{Y_1} \right] = \left[\frac{Y_2}{Y_1} - \frac{h}{Y_1} \right]^3$$

$$Y_2 = 0.50Y_1 \left[\sqrt{1 + 8F_1^2} - 1 \right]$$

$$Y_2 = 0.58 \text{ m}$$

5.6 Cálculo de la profundidad del flujo a la salida del pozo de amortiguación (Y_3):

$$Y_3 \leq \left[\frac{2Y_2 + h}{3} \right]$$

$$Y_3 = 0.45 \text{ m bien}$$

5.7 Cálculo de la longitud del pozo de amortiguación (L_j):

$$L_j = 6.9(Y_2 - Y_1)$$

$$L_j = 5(h + Y_3)$$

$$\text{Pikalov: } L_j = 4Y_1\sqrt{1 + 2F_1^2}$$

$$\text{Safranetz: } L_j = 4.5Y_2$$

$$\text{Bakhmetev - Maztke: } L_j = 5(Y_2 - Y_1)$$



$$Pavloski: L_j = 2.5(1.9Y_2 - Y_1)$$

$$L_j = 2.50 \text{ m}$$

$$L_j = 2.75 \text{ m}$$

5.1 Calculo del espesor del Zampeado (Krochin)

$$t = \frac{S}{W - 1}$$

S = Subpresión

W = peso específico del material del concreto

5.2 calculo de la subpresión en la sección crítica, donde termina la Gola (Bligh):

$$S = \left[\frac{H_2}{L_s} (L_s - x) + H_2 \right] \gamma_w$$

L_s = longitud total de H1 a H2

x = distancia donde se calcula la subpresión

γ_w = Peso específico del Agua

calculo de L_s :

$$L_s = CZ$$

VALORES DE COEFICIENTES "C"

Material	Bligh	Lane	Komov
Arenas finas y limos	15 - 18	7 - 8.5	8 - 10
Arenas comunes	9 - 12	5 - 6	6 - 7
Canto rodado, grava y arena	4 - 9	2.5 - 4	3 - 6
Suelos arcillosos	6 - 7	1.6 - 3	3 - 6

$$C = 4.5$$

$$H_1 = 1.18$$

$$H_2 = 0.45$$

$$L_s = 3.29 \text{ m}$$

$$x = 0.00 \text{ m} \quad 0.92 \text{ m} \quad 1.83 \text{ m} \quad 2.75 \text{ m}$$

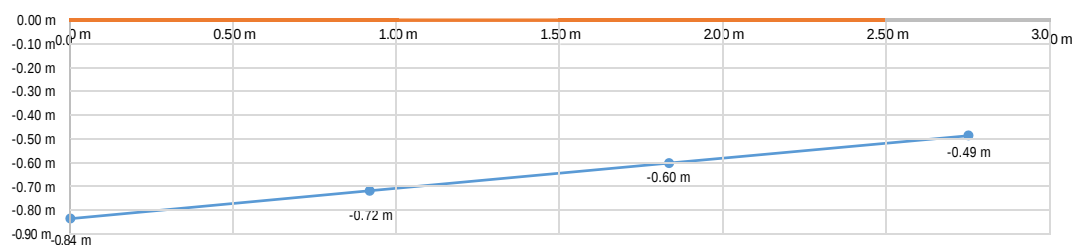
$$S = 0.91 \text{ tn/m} \quad 0.78 \text{ tn/m} \quad 0.65 \text{ tn/m} \quad 0.53 \text{ tn/m}$$

$$W = 2300 \text{ Kg/m}^3$$

$$C.s. = 1.20$$

$$t = 0.84 \text{ m} \quad 0.72 \text{ m} \quad 0.60 \text{ m} \quad 0.49 \text{ m}$$

Diagrama de Sub Presiones - Colchón Disipador:





5.1 Cálculo de la Profundidad del dentellón al Final del Zampeado (M.S. Vysgo 1947)

$$Y_4 + d_0 = k \sqrt{q \sqrt{Z}}$$

$$\begin{aligned} Ls/d_0 &= 7.3 \\ k &= 1.26 \\ Z &= 0.73 \\ q &= 0.44 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m} \\ Y_4 &= 0.35 \text{ m} \end{aligned}$$

Z = diferencia de cota entre las superficies de agua arriba y bajo del azud.

q = el caudal por unidad de ancho

k = un coeficiente que es función de la longitud Ls del zampeado después del resalto y el calado normal do y está dado en la tabla siguiente:

Ls/do	< 5	5	10	20
k	1.4	1.3	1.21	1

tabular valor de "k":

5	1.3
7.3	1.26
10	1.21

1. CALCULO DE LA ALTURA DE MUROS DE ENCAUZAMIENTO:

1.1 Cálculo de la altura de agua "Hmax" Ecuación de Francis (Cresta de Azud):

$$Q_{max} = 1.84 L H_{max}^{3/2}$$

$$H_{max} = \left(\frac{Q_{max}}{1.84 L} \right)^{2/3}$$

$$\begin{aligned} H_{max} &= 0.38 \text{ m} \\ V_{max} &= 1.14 \text{ m/s} \end{aligned}$$

2. CALCULO DEL REFUERZO DE ESTRUCTURAS GRUESAS:

2.1 Refuerzo en Azud:

$$\begin{aligned} \text{Cuantía mínima} &= 0.0028 \\ \text{Ancho} &= 1.00 \text{ m} \\ \text{Recubrimiento} &= 7.00 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$As = 6.44 \text{ cm}^2$$

Refuerzo Vertical Principal (interior)

$$\begin{aligned} \text{diámetro} &= 1/2 \text{ plg} \\ @ &= 20.00 \text{ cm} \\ \# \text{ Fierros} &= 5.00 \text{ Und} \\ \text{As Efectiva} &= 6.45 \text{ bien} \end{aligned}$$

Fierro de 1/2 plg @20cm: ambos sentidos

$$\begin{aligned} \text{2.2 Refuerzo en Poza de Disipación} \\ \text{Cuantía mínima} &= 0.0018 \\ \text{Ancho} &= 1.00 \text{ m} \\ \text{Recubrimiento} &= 7.00 \text{ cm} \\ \text{Espesor} &= 30.00 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$As = 4.14 \text{ cm}^2$$

Refuerzo Vertical Principal (interior)

$$\begin{aligned} \text{diámetro} &= 1/2 \text{ plg} \\ @ &= 25.00 \text{ cm} \\ \# \text{ Fierros} &= 4.00 \text{ Und} \\ \text{As Efectiva} &= 5.16 \text{ bien} \end{aligned}$$

Fierro de 1/2 plg @25cm: ambos sentidos



DISEÑO DE DESARENADOR CONVENCIONAL: CONDORCCOTA

DATOS GENERALES:

$$Qd = 0.043 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$d = 0.2 \text{ mm}$$

Tipo de desarenador: Baja velocidad ($v < 1 \text{ m/s}$) **X** (0.20 - 0.60)
Alta velocidad ($v > 1 \text{ m/s}$) (1-1.5)

1. cálculo de la velocidad del flujo en el tanque:

Formula de Camp:

$$v = a\sqrt{d}$$

$$a = 44$$

$$v = 19.68 \text{ cm/s}$$

$$v = 0.20 \text{ m/s}$$

a	d (mm)
51	< 0.1
44	0.1 - 1
36	> 1

Donde:

v = velocidad del flujo en el tanque (cm/s)

d = Diámetro de partícula a sedimentar (mm)

a = constante en función del diámetro

2. Cálculo de la velocidad de caída w :

2.1 Según Arkhangelski (1935):

$$w = 0.02 \text{ m/s}$$

2.2 Según Owens:

$$w = k[d(\rho_s - 1)]^{0.5}$$

$$\rho_s = 1.65 \text{ gr/cm}^3$$

$$k = 4.8$$

$$w = 0.055 \text{ m/s}$$

Donde:

w = velocidad de sedimentación (m/s)

d = diámetro de partículas (m)

ρ_s = peso específico del material (g/cm³)

k = constante que varía de acuerdo con la forma y naturaleza de los granos

2.3 Según Scotti - Foglieni:

$$w = 3.8\sqrt{d} + 8.3d$$

$$w = 0.055 \text{ m/s}$$

Donde:

w = velocidad de sedimentación (m/s)

d = diámetro de la partícula (m)

2.4 Según el Monograma Stokes y Sellerio:

$$\text{Stokes: } w = 4.00 \text{ cm/s}$$

$$w = 0.04 \text{ m/s}$$

$$\text{Sellerio: } w = 2.50 \text{ cm/s}$$

$$w = 0.03 \text{ m/s}$$

Velocidad de Sedimentación de diseño:

$$w = 0.039 \text{ m/s}$$

3. Cálculo de las dimensiones del Tanque:

3.1 Cálculo de Ancho de desarenador:

$$\text{Asumimos: } h = 0.80 \text{ m}$$

$$z = 2$$

$$b = \frac{Q_d}{hv}$$

$$b = 0.50 \text{ m}$$

Donde:

v = velocidad del flujo en el tanque (m/s)

Q_d = caudal de diseño (m³/s)

h = Altura efectiva del desarenador (m)

b = Ancho del desarenador (m)

z = talud de paredes del desarenador

3.1 Cálculo de la Longitud del desarenador:

$$L = \frac{hv}{w}$$

$$L = 4.20 \text{ m}$$

Donde:

v = velocidad del flujo en el tanque (m/s)

w = velocidad de sedimentación (m/s)

h = Altura efectiva del desarenador (m)

3.2 Cálculo del tiempo de Sedimentación:

$$t = \frac{h}{w}$$

$$t = 20.33 \text{ seg}$$

Donde:

w = velocidad de sedimentación (m/s)

h = Altura efectiva del desarenador (m)

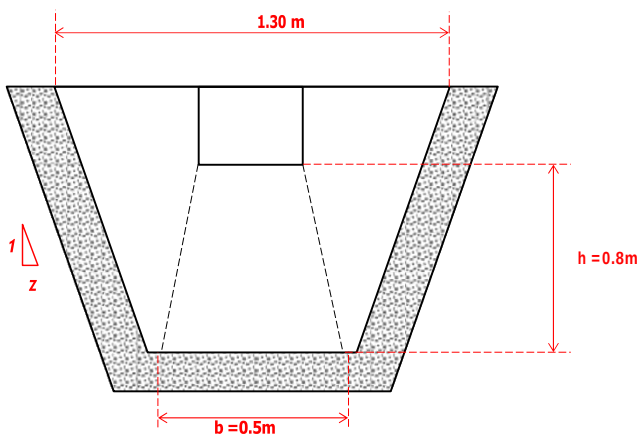
3.3 Cálculo del Volumen de agua conducido en ese tiempo:

$$V_a = Q_d t$$

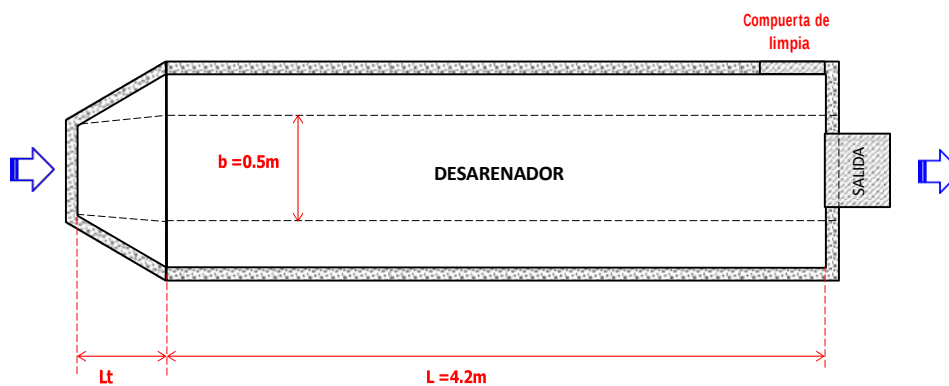
$$V_a = 0.88 \text{ m}^3$$

3.4 Verificando la capacidad del tanque:

$$V_t = 1.68 \text{ m}^3 \text{ bien}$$



CROQUIS: SECC. TRANSVERSAL Y PLANTA DE DESARENADOR





3. Cálculo de la Longitud de Transición:

Datos canal de Conducción:

Espejo de Agua:
Tirante :
Velocidad :

T = 0.40 m
yc = 0.13 m
v = 0.82 m/s

$$t = 2 \tan 22.5^\circ$$

$$L_t = 1.10 \text{ m}$$

Donde:

L = longitud de la transición

T1 = espejo de agua del desarenador

T2 = espejo de agua en el canal

4. Cálculo de la longitud del vertedero al final del tanque (Lv)

$$L_v = \frac{Q_d}{Ch^{3/2}}$$

$$C = 1.84$$

$$L_v = 0.20 \text{ m}$$

No necesita vertedor curvo

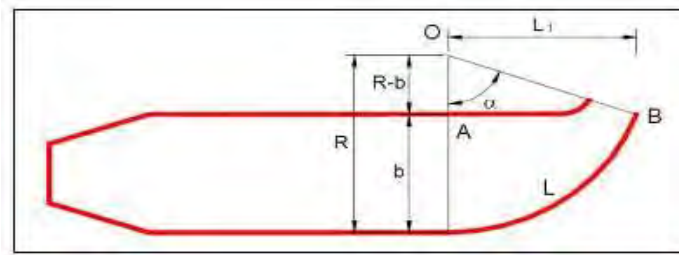
Donde:

C = Coeficiente de descarga (cresta

aguda=1.84 - perfil creager2.00)

h = carga sobre el vertedero (h=25cm)

5. Cálculo del ángulo central α y el radio R con que se traza la longitud del vertedero:



$$R = \frac{180L_v}{\pi\alpha}$$

$$R = \frac{b}{(1 - \cos \alpha)}$$

$$\frac{\alpha}{(1 - \cos \alpha)} = \frac{180L_v}{\pi b}$$

$$\alpha = 0.00^\circ$$

$$R = 7000.30 \text{ m}$$

5.1 Cálculo de la longitud de la proyección longitudinal del vertedero (L1):

$$L_1 = R \sin \alpha$$

$$L_1 = 0.20 \text{ m}$$

5.2 Cálculo de la longitud promedio (L2):

$$L_2 = 0.20 \text{ m}$$

5.3 Cálculo de la longitud total del tanque desarenador (LT)

$$L_T = L_t + L + L_2$$

$$L_T = 5.30 \text{ m}$$

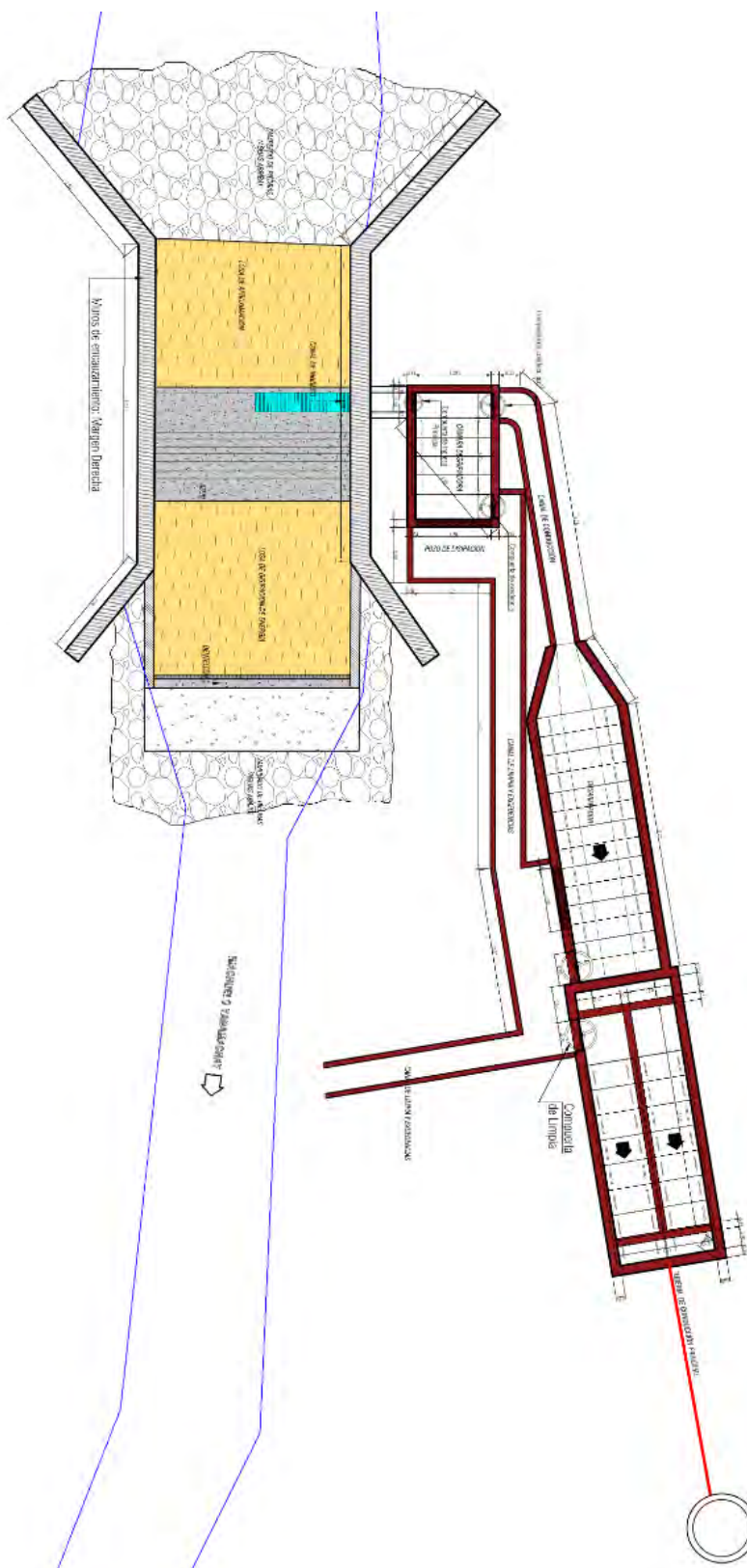
Donde:

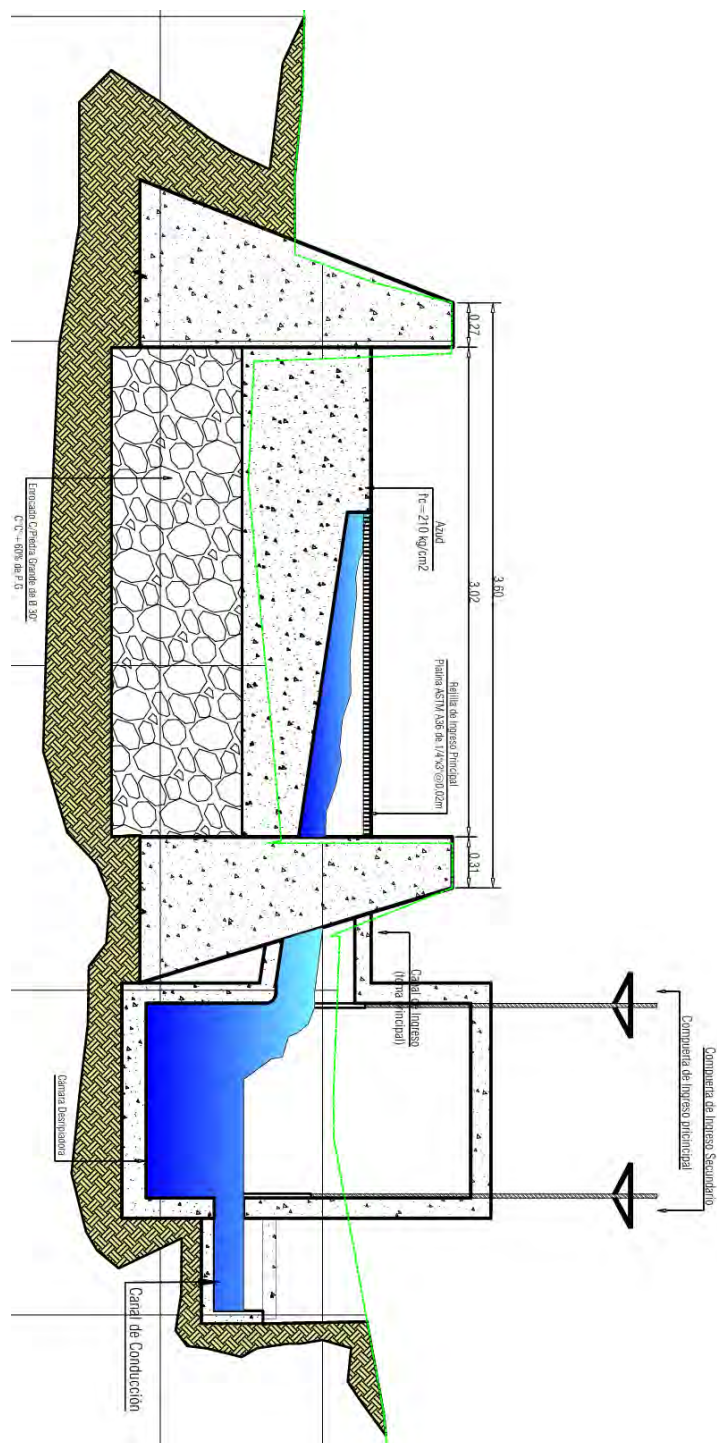
Lt = Longitud total

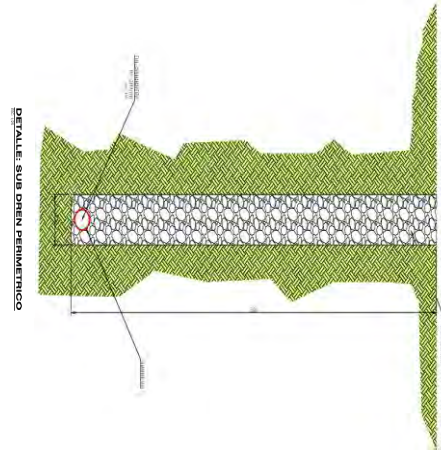
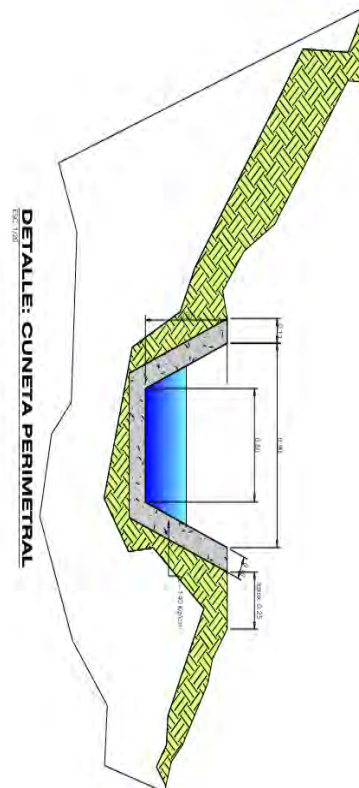
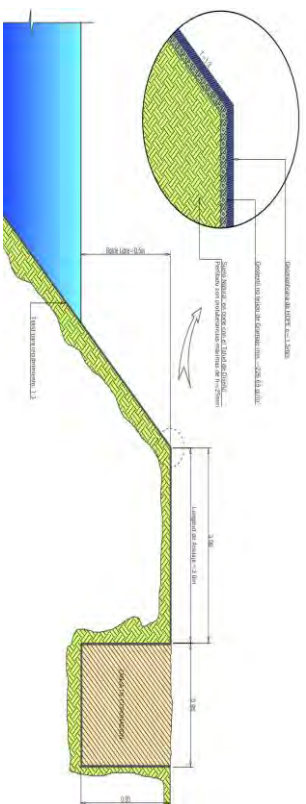
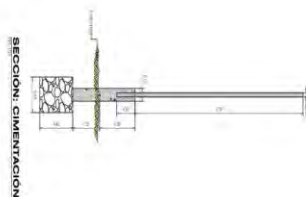
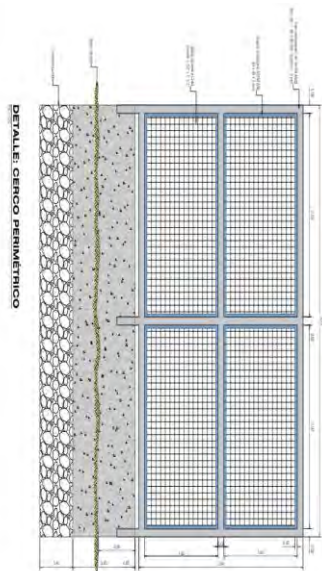
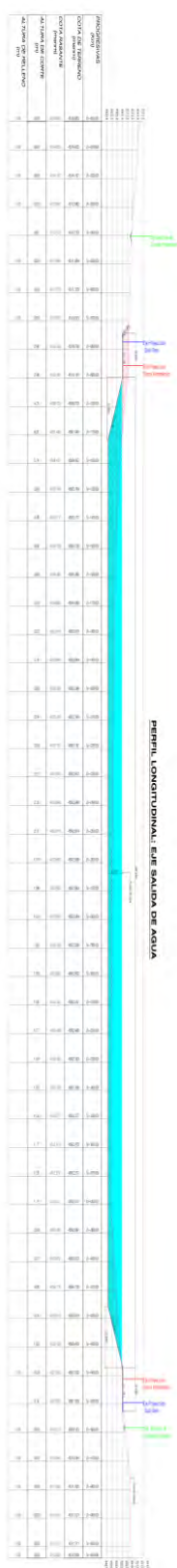
Lt = Longitud de la transición de entrada

L = Longitud del tanque

L2 = Longitud promedio por efecto de la curvatura del vertedor









ANEXOS HIDROLOGIA

RECONSTITUIDA Y GENERACION DE PRECIPITACION - DIST. ERROR (mm)

Estacion : **ANGOSTURA** Latitud : 15° 11' S Departamento : Arequipa
Tipo : CO-754 Longitud : 71° 35' W Provincia : Caylloma
Altitud : 4,155 msnm Distrito : Caylloma

N° REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	78.8	126.5	101.2	61.3	13.6	0	0	8.9	0	27.2	64.7	106.5	588.7
2	1965	76.8	185.3	75.8	35.3	0.0	0.0	3.5	0.0	14.8	23.7	27.6	179.6	622.4
3	1966	96.3	99.2	83.1	15.4	33.2	0.0	0.0	2.0	1.1	46.0	143.4	102.4	622.1
4	1967	103.2	149.2	276.0	37.9	14.0	1.0	11.3	3.0	55.5	26.0	13.1	80.3	770.5
5	1968	259.2	136.8	134.8	11.3	14.7	8.2	8.2	8.9	15.0	72.5	118.2	56.4	844.2
6	1969	125.5	160.7	89.9	41.6	0.0	2.2	1.5	4.1	3.2	32.3	77.6	131.6	670.2
7	1970	206.8	214.1	168.8	27.3	13.2	0.0	2.1	0.0	36.1	35.6	20.0	208.9	932.9
8	1971	156.6	293.8	104.5	24.2	8.0	0.1	0.0	0.1	0.1	9.9	16.0	137.2	750.5
9	1972	251.8	129.3	200.6	59.3	3.3	0.0	1.0	0.1	37.5	37.6	27.3	72.2	820.0
10	1973	262.9	192.3	170.3	105.4	6.5	1.7	3.6	4.3	26.7	6.9	65.9	123.6	970.1
11	1974	215.5	242.6	80.1	42.1	5.4	7.4	0.4	60.2	4.5	2.6	24.0	46.5	731.3
12	1975	190.3	226.2	151.7	29.8	28.0	3.7	0.1	1.1	15.8	59.0	12.7	195.8	914.2
13	1976	185.8	193.1	158.0	33.5	7.8	8.5	2.7	8.3	56.6	3.9	1.0	58.1	717.3
14	1977	56.7	277.6	144.5	4.1	3.7	0.0	2.0	0.0	26.1	34.3	74.1	55.3	678.4
15	1978	331.4	58.1	70.2	41.8	1.4	1.6	0.1	0.1	8.0	31.4	102.8	102.8	749.7
16	1979	130.0	60.3	121.0	20.4	1.2	0.0	2.9	3.1	0.2	18.8	72.2	119.2	549.3
17	1980	104.9	54.3	208.0	25.6	2.2	0.0	0.6	2.7	34.2	119.9	28.0	87.5	667.9
18	1981	253.2	256.0	69.3	55.5	5.9	0.1	0.0	47.0	32.6	47.5	52.7	113.9	933.7
19	1982	192.2	96.9	198.7	57.0	0.0	0.1	0.1	3.4	64.7	106.8	146.7	50.2	917.5
20	1983	72.3	117.3	81.7	39.0	8.2	1.2	0.8	0.1	23.7	36.3	1.6	55.1	437.3
21	1984	279.8	267.2	329.4	55.2	3.8	7.5	1.2	6.9	0.2	116.0	153.8	190.0	1411.0
22	1985	48.8	206.3	126.6	104.7	12	16.2	0.0	8.8	21.2	11.0	74.4	177.2	807.2
23	1986	209.3	199.9	222.7	122.2	11.1	0.0	0.0	26.5	17.7	10.7	26.5	207.4	1054.0
24	1987	252.3	53.6	35.0	21.9	1.1	2.2	22.9	13.1	0.9	36.9	19.6	40.4	499.9
25	1988	270.9	143.8	211.9	103.1	3.1	0.0	0.0	0.0	1.9	18.0	7.3	75.2	835.2
26	1989	194.1	153.7	157.8	43.3	4.2	4.5	0.0	9.5	21.5	14.0	13.3	110.8	726.6
27	1990	227.1	88.4	69.0	29.2	0.6	9.8	0.0	0.1	18.1	53.5	142.2	80.6	718.4
28	1991	96.0	196.6	139.8	8.7	11.4	0.0	0.3	0.1	31.1	8.5	39.2	53.3	584.9
29	1992	96.4	103.4	41.4	3.5	0.0	7.2	1.7	61.1	4.8	34.1	23.1	95.9	472.6
30	1993	236.9	82.4	140.8	98.9	5.8	6.7	0.4	16.9	13.8	45.9	129.5	169.5	947.5
31	1994	280.8	226.3	186.9	43.5	7.8	0.0	125.5	0.0	9.0	8.8	39.6	128.4	1056.6
32	1995	131.2	148.7	249.2	45.1	3.9	0	0	0	15.3	16.2	54.9	130.5	795.0
33	1996	222.1	258.6	85	67.7	4.9	3.9	0.6	8.8	11.4	9.1	30.9	123.6	826.6
34	1997	244.9	205.3	147.5	20.5	8.2	0.0	0.0	39.0	56.2	9.3	86.1	127.7	944.7
35	1998	210.4	96.9	101.1	14.6	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	10.4	43.9	129.1	608.0
36	1999	159.6	247.7	170.2	46.5	8.8	0.3	0.0	0.0	32.1	36.9	19.4	142.3	863.8
37	2000	245.1	233.7	203.1	13.1	19.3	4.1	0.5	17.4	2.8	83.8	29.0	116.4	968.3
38	2001	311.0	303.1	211.4	91.9	17.6	0.5	18.0	7.7	9.7	10.2	19.2	84.4	1084.7
39	2002	276.6	400.9	143.8	22.5	8.4	0.5	1.9	1.1	53.2	73.2	95.0	173.1	1250.2
40	2003	218.1	211.4	217.6	13.9	10.7	73.7	6.2	13.3	63.4	5.3	54.0	131.8	1019.5
41	2004	143.2	142.7	70.1	22.9	1.1	1.8	5.7	99.2	54.3	24.7	24.3	143.7	733.5
42	2005	89.8	197.2	216.7	59.1	0.2	0.6	0.2	1.4	4.5	15.5	36.9	85.4	707.5
43	2006	417.2	179.9	98.1	57.8	0.8	3.6	0.2	2.0	3.5	43.0	120.1	158.0	1084.1
44	2007	131.7	201.4	195.8	46.8	6.6	0.6	0.3	3.0	8.3	4.3	15.8	58.3	672.8
45	2008	102.1	82.7	89.1	42.4	0.0	0.0	0.4	8.8	8.7	39.4	45.2	41.1	459.9
46	2009	240.1	233.0	355.9	115.3	2.0	0.0	2.7	26.4	19.0	16.3	41.5	122.0	1174.1
47	2010	149.5	282.8	77.1	35.0	0.5	0.1	2.3	0.1	3.0	12.7	11.6	110.1	684.7
48	2011	223.72	319.19	117.51	60.07	9	2.32	2.75	2.26	3.69	16.78	87.41	127.99	972.7
49	2012	54.41	91.31	248.78	31.37	2.09	0	0	0	46.61	225.77	55.75	108.22	864.3
N° Datos		49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
Media		185.98	180.15	149.95	45.09	6.84	3.75	4.79	10.83	20.25	36.50	53.65	112.76	810.54
Desv. Estandar		82.785	78.923	71.818	29.987	7.097	10.767	18.157	19.506	19.403	39.670	42.498	45.471	207.910
Prec. al 75%		127.650	125.575	104.484	26.170	3.360	0.000	0.000	1.271	6.537	17.056	24.570	78.816	677.547



RECONSTITUIDA Y GENERACION DE PRECIPITACION - DIST. ERROR

(mm)

Estacion : **CORPAC** Latitud : 13° 32' S Departamento : Cusco
 Tipo : S-608 Longitud : 71° 58' W Provincia : Cusco
 Altitud : 3,248 msnm Distrito : Wanchaq

N° REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	142.3	120.9	164.6	23.7	6.1	0.0	0.0	5.1	39.7	51.5	48.4	69.5	671.8
2	1965	102.9	170.5	158.7	77.6	11.8	0.0	1.0	1.0	44.2	59.4	63.0	186.7	876.8
3	1966	110.5	184.0	79.6	12.3	25.2	0.0	0.0	0.8	29.7	78.3	62.0	40.4	622.8
4	1967	82.8	106.0	134.0	16.1	1.8	0.6	9.0	23.7	25.2	78.9	51.6	89.4	619.1
5	1968	56.6	72.5	47.4	19.7	0.4	5.2	42.0	7.4	10.2	36.1	50.5	41.5	389.5
6	1969	114.5	83.7	80.8	9.6	5.0	3.5	9.3	0.0	15.9	22.1	42.7	73.1	460.2
7	1970	126.9	69.4	92.4	68.9	13.5	3.5	2.2	0.6	22.0	21.5	36.2	191.6	648.7
8	1971	94.8	127.4	46.9	32.7	1.7	0.0	0.1	1.7	0.0	49.1	44.4	125.5	524.3
9	1972	154.3	68.0	54.1	36.7	2.4	0.0	3.5	24.2	18.0	11.3	66.2	147.4	586.1
10	1973	205.5	78.5	127.1	91.0	4.0	0.0	1.0	18.0	16.5	22.0	74.4	80.3	718.3
11	1974	124.4	153.9	138.2	72.2	8.0	12.0	0.0	32.2	5.0	25.6	37.6	123.2	732.3
12	1975	145.9	179.4	126.3	115.0	26.6	0.0	0.0	4.2	9.6	37.1	49.8	130.0	823.9
13	1976	201.0	200.0	106.6	35.0	12.0	7.1	0.0	3.0	72.0	27.5	37.7	117.3	819.2
14	1977	77.7	236.5	53.2	35.4	0.0	0.0	0.0	0.0	25.4	38.0	84.3	50.2	600.7
15	1978	167.1	62.1	70.1	41.2	6.7	2.0	0.0	0.0	1.0	19.0	128.0	126.0	623.2
16	1979	137.0	112.0	134.0	65.3	17.0	0.0	5.0	15.5	2.5	16.0	148.0	158.5	810.8
17	1980	120.0	184.0	165.7	34.0	9.0	0.0	2.0	0.0	0.0	82.0	89.1	73.9	759.7
18	1981	256.0	91.1	153.2	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	19.0	84.4	95.5	120.7	825.9
19	1982	168.4	160.4	186.4	28.6	0.0	0.0	0.0	16.0	22.0	67.2	104.9	63.6	817.5
20	1983	153.4	82.4	46.1	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	20.0	61.1	102.5	475.8
21	1984	360.4	252.7	55.0	49.0	0.0	2.8	14.4	24.0	15.3	107.8	94.2	115.5	1091.1
22	1985	124.8	90.8	94.5	61.6	13.5	7.6	2.0	8.0	44.6	79.2	140.8	199.7	867.1
23	1986	206.9	144.6	206.7	78.7	5.7	0.0	6.2	15.3	29.8	35.7	58.0	57.6	845.2
24	1987	297.5	78.8	69.1	20.0	2.3	4.2	12.7	0.0	17.1	25.2	68.5	85.3	680.7
25	1988	131.6	72.1	190.4	47.0	6.6	0.0	0.0	0.0	28.9	14.7	75.8	101.6	668.7
26	1989	143.4	80.4	127.6	26.3	2.3	17.1	0.0	10.0	16.2	55.1	58.8	35.9	573.1
27	1990	158.9	89.8	68.5	99.8	7.1	27.2	0.0	9.2	23.6	97.8	90.1	73.5	745.5
28	1991	77.0	139.5	87.0	45.8	5.5	6.2	2.6	0.0	29.9	47.6	100.7	121.7	663.5
29	1992	77.0	121.3	76.0	32.0	0.0	0.0	0.0	15.3	32.0	84.4	104.8	199.7	742.5
30	1993	256.0	78.8	94.5	2.6	14.5	0.0	0.0	5.6	6.5	76.4	103.0	180.0	817.9
31	1994	198.2	203.8	186.0	56.5	10.0	0.0	0.0	0.0	12.0	38.6	71.9	127.0	904.0
32	1995	145.9	89.3	147.0	30.1	0.4	0.7	0.4	0.0	47.4	28.4	30.5	79.4	599.4
33	1996	266.9	188.9	76.3	67.3	4.6	1.1	0.0	11.1	9.9	20.5	42.4	39.3	728.2
34	1997	138.1	89.8	151.9	48.4	1.6	0.0	0.0	28.4	10.5	23.9	72.7	62.8	628.0
35	1998	145.1	170.1	62.3	32.5	10.0	2.0	0.0	4.5	1.8	40.7	29.3	56.7	555.0
36	1999	158.6	92.8	90.3	79.8	0.9	0.2	0.4	0.0	54.7	36.2	41.8	120.2	675.9
37	2000	227.8	141.6	110.1	36.7	0.4	1.8	0.0	13.5	33.5	48.5	50.7	79.6	744.2
38	2001	163.3	224.7	205.9	38.0	0.9	0.0	0.8	9.7	1.6	34.8	66.2	113.1	858.9
39	2002	163.9	137.3	127.5	26.7	1.6	6.6	64.5	2.7	2.1	38.9	107.1	133.8	812.6
40	2003	182.5	143.8	146.4	71.4	4.8	5.8	0.2	22.6	6.2	26.5	30.8	49.6	690.6
41	2004	179.2	124.6	75.6	33.2	3.6	20.6	11.0	8.9	18.4	34.0	49.6	91.4	650.1
42	2005	106.6	100.4	92.6	19.0	1.8	0.2	1.8	2.8	4.4	31.0	40.6	86.8	488.0
43	2006	226.0	93.5	121.2	60.2	0.0	8.0	0.0	7.2	7.6	87.4	61.0	183.0	855.1
44	2007	323.3	118.4	80.0	34.7	5.3	1.5	0.1	3.0	4.0	16.2	57.8	113.8	758.2
45	2008	106.8	143.1	106.1	36.6	9.6	0.0	0.0	12.2	6.8	91.0	82.5	71.3	666.2
46	2009	167.5	144.7	161.1	0.2	5.0	0.4	0.1	105.6	22.7	38.1	66.2	156.5	868.0
47	2010	170.5	159.8	73.4	6.4	40.7	0.1	0.8	9.4	32.1	42.9	53.3	51.2	640.7
48	2011	119.4	159.9	146.6	69.9	10.7	0.1	0.1	13.2	24.1	61.1	49.6	96.0	750.7
49	2012	131.8	139.2	79.6	0.1	1.8	0.1	0.2	0.2	2.3	41.3	62.9	91.5	550.9
N° Datos		49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
Media		161.16	129.74	111.73	41.51	6.58	3.02	3.95	10.24	18.90	45.94	68.10	103.77	704.62
Desv. Estandar		64.348	48.181	45.073	27.289	7.909	5.653	11.103	16.330	15.931	25.389	28.220	45.277	135.150
Prec. al 75%		124.782	95.580	76.075	22.895	2.703	0.252	0.000	2.236	9.901	27.185	50.765	70.707	618.221



RECONSTITUIDA Y GENERACION DE PRECIPITACION - DIST. ERROR
(mm)

Estacion : **CHITAPAMPA** Latitud : 13° 32' S Departamento : Cusco
Tipo : PLU-6307 Longitud : 71° 55' W Provincia : Cusco
Altitud : 3,298 msnm Distrito : San Sebastian

N° REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	123.0	142.5	154.0	21.0	8.0	0.0	0.0	8.9	39.0	28.5	43.8	55.9	624.6
2	1965	53.0	102.0	139.0	76.5	6.5	0.0	0.0	0.0	81.0	39.9	58.4	221.0	777.3
3	1966	120.5	187.0	102.0	18.9	54.7	0.0	0.0	0.0	29.5	48.6	89.3	52.6	703.1
4	1967	68.2	69.2	114.1	21.3	2.5	0.0	16.2	17.3	27.7	66.9	75.5	111.4	590.3
5	1968	129.4	148.8	83.3	24.6	4.5	6.6	40.4	32.1	29.9	29.6	102.4	74.4	706.0
6	1969	167.9	104.5	88.8	22.0	0.0	3.4	7.8	0.0	4.9	21.5	58.5	66.6	545.9
7	1970	121.1	70.3	122.7	78.2	3.4	1.2	1.2	4.7	34.0	54.0	45.4	220.7	756.9
8	1971	206.2	185.6	130.0	40.8	2.4	0.9	0.0	0.0	9.0	62.6	29.4	126.0	792.9
9	1972	114.7	52.0	39.0	12.9	0.0	0.0	2.1	29.0	2.2	0.0	76.6	96.0	424.5
10	1973	211.3	117.9	111.9	59.1	10.7	0.0	0.0	0.0	1.5	52.1	104.1	80.6	749.2
11	1974	126.9	170.2	127.6	30.1	9.3	8.8	0.0	28.6	13.1	31.6	26.7	75.0	647.9
12	1975	141.7	141.4	51.4	64.7	40.4	2.1	0.0	0.1	6.1	56.8	47.3	119.6	671.6
13	1976	189.3	30.4	68.2	66.3	23.9	2.0	0.0	0.0	30.8	16.6	32.8	90.6	550.9
14	1977	117.2	134.8	64.1	25.2	0.3	0.0	15.9	2.3	7.9	29.6	87.5	99.9	584.7
15	1978	170.9	113.7	95.1	5.6	17.5	1.0	0.0	0.0	3.5	24.5	88.8	199.8	720.4
16	1979	256.6	208.8	63.3	25.6	39.0	0.0	18.0	19.7	16.5	33.9	185.0	110.0	976.4
17	1980	89.7	135.1	102.0	11.0	9.0	0.0	3.0	0.0	3.0	74.2	56.4	65.0	548.4
18	1981	227.2	86.8	97.9	62.8	4.0	4.0	0.0	5.3	36.6	98.0	124.4	140.3	887.3
19	1982	172.5	145.5	125.3	58.1	4.0	5.6	6.0	15.3	25.9	50.3	133.0	95.4	836.9
20	1983	151.7	45.5	49.5	51.5	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	6.0	76.0	22.0	407.2
21	1984	200.1	138.7	52.1	70.3	1.0	18.0	9.0	18.5	4.0	109.4	99.3	76.0	796.4
22	1985	87.5	111.3	71.5	36.0	9.0	38.0	7.3	0.0	36.0	49.0	58.5	125.5	629.6
23	1986	51.0	37.0	117.0	45.0	5.0	0.0	2.0	9.3	3.0	29.9	84.5	106.5	490.2
24	1987	248.1	72.4	55.0	8.3	0.5	9.0	13.0	0.0	0.0	37.0	72.3	120.0	635.6
25	1988	218.4	112.0	166.1	110.0	9.0	0.0	0.0	0.0	12.0	30.2	57.5	154.0	869.2
26	1989	163.7	126.0	129.8	63.8	6.0	7.2	0.0	14.5	4.0	107.4	65.9	89.7	778.0
27	1990	78.8	80.2	66.0	50.6	14.0	50.1	0.0	6.8	29.7	89.9	118.0	113.0	697.1
28	1991	77.9	144.1	76.0	15.5	17.0	12.1	2.0	0.0	21.5	36.5	87.7	94.3	584.6
29	1992	128.8	91.7	70.7	28.5	0.0	31.5	0.0	26.2	5.5	32.0	90.8	73.0	578.7
30	1993	185.0	105.5	51.3	40.0	3.2	1.0	2.0	28.0	15.3	55.3	77.8	198.3	762.7
31	1994	193.1	148.1	172.9	56.6	21.8	0.0	0.0	0.0	11.7	56.1	40.0	144.5	844.8
32	1995	95.5	99.6	113.6	10.7	4.0	0.0	0.0	0.0	24.5	2.8	67.3	116.2	534.3
33	1996	123.6	68.0	44.8	23.5	13.0	0.0	0.0	4.3	15.8	34.5	63.5	104.1	495.1
34	1997	116.5	137.9	141.8	23.0	0.0	0.0	0.0	21.1	14.0	23.5	140.5	135.1	753.4
35	1998	137.3	196.6	53.0	21.5	25.0	2.0	0.0	2.5	0.5	67.6	55.4	73.4	634.8
36	1999	130.9	117.0	102.6	36.4	0.0	19.0	0.0	0.0	55.5	10.0	33.5	122.5	627.4
37	2000	131.8	149.2	115.3	8.0	0.2	7.1	0.0	0.7	0.2	65.4	52.2	69.2	599.2
38	2001	132.5	201.8	145.7	32.5	0.3	0.2	5.4	8.7	0.4	61.7	45.8	84.0	718.8
39	2002	252.5	179.7	172.4	13.6	8.0	4.1	92.4	1.7	2.0	40.0	81.6	142.2	990.1
40	2003	189.8	165.3	105.4	52.8	4.9	8.8	0.0	3.1	20.4	33.9	58.6	133.3	776.4
41	2004	166.8	133.8	57.8	13.5	1.0	14.4	15.0	2.7	6.5	28.6	61.0	191.0	692.1
42	2005	143.6	133.1	124.8	49.7	9.4	0.2	0.1	3.1	7.6	29.6	96.8	76.2	674.1
43	2006	314.3	166.7	128.1	37.6	0.7	18.8	0.1	37.1	38.8	64.3	61.6	103.2	971.3
44	2007	134.5	45.2	75.3	36.2	8.5	0.3	0.1	0.4	18.6	32.5	74.0	86.6	512.1
45	2008	64.2	70.8	68.5	34.7	11.0	0.0	0.0	0.9	18.9	64.3	80.3	74.0	487.5
46	2009	214.3	115.3	141.8	23.1	6.2	0.0	0.2	332.2	76.4	20.8	72.5	143.8	1146.6
47	2010	151.0	163.6	83.0	39.4	48.6	0.0	0.2	1.7	25.1	60.6	34.8	123.0	730.8
48	2011	199.9	150.7	178.3	28.8	18.2	1.4	0.5	5.5	54.8	30.1	42.4	110.9	821.4
49	2012	73.7	85.1	68.9	23.3	7.0	0.1	0.0	0.2	13.0	35.2	135.2	117.0	558.6
N° Datos		49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
Media		150.29	121.19	99.56	36.92	10.05	5.79	5.30	14.13	19.14	44.15	74.50	110.67	691.70
Desv. Estandar		58.187	45.125	38.178	22.256	12.661	10.404	14.656	47.535	18.919	24.862	32.294	42.711	153.770
Prec. al 75%		111.548	87.079	68.955	23.723	3.843	0.695	0.000	0.000	9.470	28.737	56.948	85.115	595.493



RECONSTITUIDA Y GENERACION DE PRECIPITACION - DIST. ERROR
(mm)

Estacion : **KAYRA** Latitud : 13° 34' S Departamento : Cusco
Tipo : CO-607 Longitud : 71° 54' W Provincia : Cusco
Altitud : 3,219 msnm Distrito : San Jeronimo

N° REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	100.8	92.5	101.6	26.0	6.5	0	0	0	0	36.5	0.0	75.6	439.5
2	1965	101.8	100.5	111.9	88.0	5.8	0.0	0.4	1.0	29.4	58.3	42.5	153.0	692.6
3	1966	78.3	171.2	79.9	18.3	19.8	0.0	0.0	1.7	29.9	59.7	65.2	71.4	595.4
4	1967	59.1	118.4	140.3	19.0	1.8	0.6	11.0	19.0	32.8	70.9	57.2	125.6	655.7
5	1968	149.9	106.6	84.5	74.6	6.3	5.3	30.9	8.6	16.3	84.6	86.7	54.4	708.7
6	1969	144.4	77.8	88.3	16.8	2.9	3.3	7.2	3.9	22.8	29.8	54.7	72.9	524.8
7	1970	170.7	92.6	132.5	86.4	2.3	1.0	3.7	3.4	42.1	46.1	48.2	177.4	806.4
8	1971	128.9	161.6	83.6	40.0	1.5	0.1	0.0	5.7	3.5	55.7	51.0	127.5	659.1
9	1972	192.1	66.8	57.2	29.7	3.4	0.0	6.5	27.3	12.2	7.9	50.2	100.2	553.5
10	1973	221.3	120.5	99.6	75.2	14.0	0.0	9.1	11.8	14.5	65.1	88.8	96.5	816.4
11	1974	102.5	157.7	121.5	34.5	3.6	8.2	1.0	34.6	5.9	43.3	60.9	108.0	681.7
12	1975	124.7	131.0	55.3	66.8	22.5	0.7	0.3	0.6	51.1	47.5	51.0	170.1	721.6
13	1976	119.6	83.1	123.1	42.9	13.0	8.7	0.7	0.0	26.8	25.3	47.8	66.8	557.8
14	1977	116.7	122.8	69.3	47.6	7.9	0.0	4.4	0.0	29.9	65.0	71.5	78.0	613.1
15	1978	175.4	106.6	88.5	48.7	11.4	0.0	3.4	0.0	10.7	12.8	88.7	117.9	664.1
16	1979	101.1	131.6	108.8	46.8	6.2	0.0	0.9	8.1	11.5	18.4	85.6	81.8	600.8
17	1980	106.2	126.4	135.0	23.2	3.7	0.0	5.3	1.0	12.6	62.9	60.2	83.1	619.6
18	1981	125.4	80.8	124.4	58.9	1.8	3.9	0.0	9.8	45.9	106.9	120.8	144.3	822.9
19	1982	178.9	115.5	143.1	58.8	0.0	9.2	3.4	4.9	14.0	37.9	122.5	98.6	786.8
20	1983	127.8	84.0	54.5	29.8	3.4	6.2	0.5	0.9	5.5	26.0	44.3	100.2	483.1
21	1984	198.6	142.4	71.0	82.8	0.0	2.0	1.3	11.4	4.2	114.6	69.4	102.8	800.5
22	1985	129.1	119.4	74.2	33.2	15.6	11.6	0.9	0.0	43.3	62.1	116.5	122.4	728.3
23	1986	76.4	92.2	125.7	65.5	6.2	0.0	1.8	4.2	7.5	17.3	69.6	102.7	569.1
24	1987	224.3	87.9	48.6	13.1	2.1	1.3	9.2	0.0	8.2	29.5	101.8	107.6	633.6
25	1988	159.2	84.3	166.5	108.9	4.6	0.0	0.0	0.0	9.9	36.2	39.6	93.4	702.6
26	1989	151.4	126.8	119.3	38.6	6.4	9.1	0.0	6.1	30.7	48.7	60.7	88.5	686.3
27	1990	157.6	90.4	60.7	47.4	7.5	31.8	0.0	5.8	13.3	73.7	87.0	65.1	640.3
28	1991	97.6	163.6	105.1	49.6	10.1	5.1	1.5	0.0	20.2	49.3	70.6	86.8	659.5
29	1992	139.3	126.8	104.0	19.7	0.0	19.4	0.0	21.4	8.0	50.7	117.4	57.2	663.9
30	1993	208.5	90.4	76.2	18.8	46.6	0.0	2.7	6.9	17.0	46.2	111.9	201.5	826.7
31	1994	76.4	163.6	173.9	45.5	11.8	0.0	0.0	0.0	25.7	40.2	40.5	119.9	697.5
32	1995	122	102.4	94.4	17.8	0	0	0.6	1.2	28.8	26.7	70.2	102.6	566.7
33	1996	131.9	98	70.5	32.3	11	0	0	6.3	19.6	58.4	49	133.2	610.2
34	1997	123.3	127.7	104.8	31.0	4.8	0.0	0.0	7.1	12.3	44.4	200.4	148.4	804.2
35	1998	116.3	139.3	22.0	31.0	1.6	1.9	0.0	1.6	6.8	38.3	45.2	58.9	462.9
36	1999	90.2	91.5	92.0	42.8	1.3	3.4	1.0	0.0	43.1	18.4	39.7	119.5	542.9
37	2000	197.4	141.5	119.5	10.9	2.6	5.8	2.7	6.6	10.7	49.3	27.0	82.0	656.0
38	2001	79.3	194.7	170.4	36.4	11.5	0.0	17.4	10.2	20.1	19.9	92.6	89.4	741.9
39	2002	134.5	184.6	112.7	21.6	16.2	2.5	27.1	3.2	10.3	78.7	97.8	132.4	821.6
40	2003	163.9	132.4	147.9	56.5	2.0	6.4	0.0	21.3	3.7	34.6	23.1	123.8	715.6
41	2004	173.7	125.8	66.5	20.2	2.4	20.5	12.0	9.0	21.7	25.6	60.9	87.9	626.2
42	2005	141.0	130.6	120.2	33.1	3.2	0.4	1.2	4.0	4.5	39.1	59.3	101.2	637.8
43	2006	203.4	126.4	103.1	48.0	0.0	4.9	0.0	31.6	31.4	57.6	100.3	134.8	841.7
44	2007	134.6	100.3	76.7	75.1	16.7	0.1	0.8	0.3	2.2	23.9	90.8	83.8	605.3
45	2008	82.5	97.2	114.0	31.9	7.9	0.0	0.0	5.7	24.7	85.1	100.7	91.8	641.6
46	2009	134.7	114.3	136.5	17.4	2.9	0.1	0.3	23.7	22.4	29.7	62.4	133.3	677.6
47	2010	153.8	148.6	118.9	27.1	18.2	0.0	0.9	13.0	16.1	52.8	27.4	93.0	669.7
48	2011	133.4	154.4	159.9	28.7	6.4	1.9	10.4	9.9	25.6	75.9	100.9	152.0	859.4
49	2012	78.0	105.6	125.7	23.5	1.4	0.0	0.0	0.8	35.6	85.6	84.0	95.3	635.6
N° Datos		49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
Media		135.47	119.41	103.75	41.64	7.32	3.58	3.68	7.21	19.29	48.43	71.72	106.42	667.93
Desv. Estandar		41.124	29.617	33.916	22.664	8.120	6.250	6.577	8.665	12.811	23.793	33.723	32.183	100.970
Prec. al 75%		105.304	98.643	79.753	27.386	3.341	0.515	0.460	2.695	10.155	33.178	55.195	86.362	596.256



RECONSTITUIDA Y GENERACION DE PRECIPITACION - DIST. ERROR

(mm)

Estacion : **PAUCARTAMBO** Latitud : 13° 16' S Departamento : Cusco
Tipo : 2001 Longitud : 71° 37' W Provincia : Paucartambo
Altitud : 2,830 msnm Distrito : Paucartambo

N° REG.	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	35.8	61.3	93.8	82.0	5.2	0.85	0	0	22.7	18.9	27.2	61.0	408.8
2	1965	123.0	53.0	78.0	31.2	2.5	0.0	6.5	9.0	24.9	17.8	65.0	140.8	551.7
3	1966	59.9	147.7	77.9	9.9	27.6	0.0	5.0	15.3	11.3	6.0	37.6	66.0	464.2
4	1967	71.0	9.0	39.6	19.0	75.5	2.0	1.8	0.9	29.1	18.6	23.4	77.6	367.5
5	1968	114.5	128.5	34.8	29.4	0.0	1.5	1.2	83.5	3.1	13.6	57.1	45.3	512.5
6	1969	208.0	103.6	108.4	58.1	2.7	5.4	0.9	3.2	1.4	27.5	21.4	35.7	576.2
7	1970	81.1	41.9	148.2	84.4	17.0	75.7	6.3	5.7	15.8	54.6	42.7	165.0	738.5
8	1971	82.1	74.7	73.2	80.2	39.4	24.8	0.0	4.1	8.1	46.3	29.6	87.1	549.7
9	1972	106.0	33.2	226.3	31.4	2.9	0.8	33.9	43.6	49.4	19.6	37.0	58.8	642.9
10	1973	165.3	113.1	79.7	54.5	34.0	4.0	0.0	11.0	3.5	28.0	19.0	85.5	597.6
11	1974	219.0	161.0	96.0	97.0	0.0	0.0	6.0	118.0	32.0	0.0	0.0	44.2	773.2
12	1975	132.7	108.3	57.5	26.1	31.4	6.9	6.2	24.5	27.7	21.3	13.9	64.3	520.8
13	1976	79.9	84.6	82.8	19.5	6.6	6.7	0.0	0.0	11.4	0.0	10.9	30.1	332.5
14	1977	10.0	76.3	111.0	15.8	1.4	0.2	2.0	2.0	36.4	7.8	50.2	33.3	346.3
15	1978	72.9	131.9	130.0	50.6	0.8	1.0	0.5	21.2	16.9	33.8	62.4	95.1	617.1
16	1979	61.8	38.4	48.3	48.4	0.5	0.0	0.0	0.0	3.6	53.7	65.8	82.8	403.2
17	1980	48.0	38.4	62.5	19.2	6.8	2.2	9.7	5.9	6.7	25.6	9.2	25.1	259.3
18	1981	33.5	65.6	34.9	36.1	3.4	13.7	0.1	6.2	0.0	53.8	77.9	141.7	466.9
19	1982	12.8	13.4	10.9	1.6	2.9	0.0	1.3	6.9	43.6	39.89	77.7	82.9	293.9
20	1983	17.2	62.9	71.4	33.0	2.4	1.1	3.2	0.5	4.1	36.8	16.4	57.3	306.2
21	1984	227.5	169.5	93.7	33.0	7.6	3.9	3.4	4.0	10.2	32.0	73.5	89.3	747.7
22	1985	60.5	66.2	97.0	110.9	7.97	0.5	25.8	3.3	0.3	54.6	75.7	65.9	568.6
23	1986	36.8	65.3	16.6	33.6	20.1	0.6	154.1	16.2	10.2	28.3	56.7	65.7	503.9
24	1987	149.1	39.4	25.9	42.8	12.5	7.6	38.1	0.0	3.3	39.6	63.6	100.8	522.8
25	1988	147.5	74.9	136.4	106.8	6.4	4.6	0.0	3.5	5.4	30.4	32.8	75.7	624.4
26	1989	100.6	74.3	160.3	85.6	15.5	1.3	6.1	5.0	3.1	37.8	41.5	77.2	608.3
27	1990	211.8	77.4	81.9	18.8	14.4	32.7	0.0	0.0	4.8	37.4	63.7	58.6	601.5
28	1991	35.1	123.7	43.6	3.1	0.0	26.2	1.0	0.0	6.1	17.7	34.5	22.6	313.6
29	1992	41.5	60.0	23.9	20.4	21.8	6.6	14.6	25.3	2.3	37.5	32.7	26.1	312.7
30	1993	195.1	115.1	57.1	27.7	25.5	0.0	8.9	59.6	38.8	27.0	65.5	141.8	762.1
31	1994	117.3	108.7	68.2	62.0	6.7	4.2	0.0	4.4	17.2	52.2	35.6	114.5	591.0
32	1995	72.13	96.19	67.73	31.66	78.97	5.4	0.35	3.28	43.59	14.77	51.54	94.76	560.4
33	1996	46.85	39.62	74.57	30.53	36.48	26.22	0.04	15.31	6.69	54.32	48.27	78.1	457.0
34	1997	178.4	36.4	12.1	3.6	56.1	0.6	6.1	9.3	2.6	15.2	76.3	128.4	525.1
35	1998	111.8	91.8	72.6	11.4	0.0	29.1	0.0	0.3	2.9	30.2	45.4	64.1	459.6
36	1999	96.9	159.7	82.4	75.0	2.8	1.0	2.0	0.7	41.5	40.5	6.1	91.0	599.6
37	2000	205.4	154.8	119.0	36.0	21.4	13.4	0.0	11.0	7.1	54.9	3.6	49.2	675.8
38	2001	180.2	136.2	136.8	85.4	13.5	1.5	15.7	34.6	6.7	65.3	68.3	50.2	794.4
39	2002	89.8	144.8	118.1	76.3	1.5	11.0	55.0	9.6	20.1	33.0	49.6	109.5	718.3
40	2003	105.6	128.1	102.6	47.4	159.0	3.6	3.4	19.3	14.5	29.3	31.3	113.6	757.7
41	2004	141.5	70.3	88.2	25.0	13.1	8.3	43.3	42.8	16.4	27.0	34.6	98.7	609.2
42	2005	63.3	124.0	79.2	28.0	0.0	0.0	1.2	46.2	15.6	16.8	32.8	61.5	468.6
43	2006	153.0	70.1	86.0	33.2	0.0	5.8	0.0	16.5	6.5	64.7	82.1	124.1	642.0
44	2007	25.3	35.6	39.2	0.0	0.9	0.4	1.2	0.5	1.2	34.9	37.1	57.0	233.3
45	2008	9.8	35.7	58.0	52.1	2.9	2.9	1.2	47.8	9.8	53.2	72.8	78.4	424.5
46	2009	101.0	125.2	128.4	29.1	2.9	0.1	16.9	22.4	24.4	17.4	26.4	73.4	567.4
47	2010	108.8	89.3	101.4	43.9	7.2	0.0	26.7	6.1	13.1	21.4	37.1	96.8	551.9
48	2011	46.1	101.7	162.1	117.9	12.0	0.4	7.0	6.0	26.5	0.9	10.7	101.7	593.0
49	2012	54.2	81.6	158.8	41.3	13.9	0.3	3.0	50.6	14.3	48.1	76.1	113.4	655.3
N° Datos		49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
Media		98.92	86.58	84.84	43.67	16.82	7.04	10.61	16.84	14.83	31.43	43.07	79.62	534.26
Desv. Estandar		61.174	41.692	44.213	30.028	27.503	13.039	24.323	23.670	13.275	16.915	23.034	33.364	144.810
Prec. al 75%		52.230	53.383	58.652	23.149	3.336	0.650	0.000	5.235	6.099	18.573	23.845	56.579	425.510



RECONSTITUIDA Y GENERACION DE PRECIPITACION - DIST. ERROR

(mm)

Estacion : **PERAYOC** Latitud : 13° 31' S Departamento : Cusco
Tipo : CP Longitud : 71° 52' W Provincia : Cusco
Altitud : 3,364 msnm Distrito : Cusco

N° REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	103.8	116	170.4	22.5	5.8	0	0.3	5.6	46.9	44.8	50.5	70.7	637.3
2	1965	106.4	154.2	147.1	81.9	11.6	0.0	4.3	5.2	43.8	37.1	60.5	185.4	837.5
3	1966	141.3	195.3	89.6	17.3	21.8	0.0	0.0	1.1	42.4	86.0	58.6	47.9	701.3
4	1967	65.7	114.4	128.4	15.6	3.3	0.4	12.9	31.5	26.4	72.7	72.6	135.0	678.9
5	1968	170.4	135.1	69.8	25.7	1.3	5.1	39.2	7.0	20.1	32.9	74.5	88.1	669.2
6	1969	199.8	116.1	107.0	18.8	0.3	3.4	10.2	0.3	16.8	27.9	73.9	86.6	661.1
7	1970	150.1	97.3	94.9	95.5	5.3	6.0	6.6	2.4	43.4	37.4	34.4	213.6	786.9
8	1971	130.0	128.3	92.7	38.1	1.7	1.5	0.3	8.1	0.0	53.2	44.4	147.6	645.9
9	1972	169.9	74.7	58.4	40.7	0.8	0.0	9.3	20.5	37.4	5.5	67.6	103.0	587.8
10	1973	228.5	137.7	141.8	96.9	18.1	0.0	10.7	15.9	6.6	29.9	101.8	91.7	879.6
11	1974	130.3	228.8	130.0	61.6	15.8	14.3	10.1	37.0	21.9	45.6	42.3	121.4	859.1
12	1975	119.7	159.7	107.5	71.0	30.3	1.4	0.0	0.1	40.5	48.2	42.1	152.2	772.7
13	1976	158.1	73.7	155.7	48.2	22.9	7.1	0.9	9.0	59.0	15.5	56.2	103.0	709.3
14	1977	114.3	241.5	80.8	60.9	3.9	0.2	0.2	2.7	39.1	65.1	170.8	66.7	846.2
15	1978	249.4	63.6	83.5	37.5	6.7	0.0	1.0	0.0	12.7	9.7	161.2	124.3	749.6
16	1979	165.0	128.8	170.1	36.9	21.5	0.0	5.9	17.3	12.4	22.6	131.7	137.3	849.5
17	1980	97.9	141.7	96.9	34.1	7.4	2.1	2.4	0.4	7.7	96.2	66.6	67.5	620.9
18	1981	218.1	73.0	119.2	69.2	0.6	4.2	0.0	12.4	46.7	105.0	112.1	133.9	894.4
19	1982	205.9	118.7	159.5	67.9	0.0	1.4	3.8	9.8	58.0	68	171.9	150.4	1015.3
20	1983	154.3	96.4	60.8	23.8	8.6	36.1	0.7	0.0	2.3	37.5	60.4	172.4	653.3
21	1984	219.8	172.8	88.6	82.1	0.2	6.8	0.2	19.3	21.8	126.1	82.6	110.2	930.5
22	1985	121.9	143.0	123.5	64.2	19.1	17.9	3.1	6.1	39.1	70.3	128.1	146.4	882.7
23	1986	103.2	114.1	154.8	95.4	6.8	0.0	3.3	10.6	10.8	35.6	115.1	87.5	737.2
24	1987	311.6	106.0	81.2	35.1	5.9	13.6	14.2	0.0	13.0	60.5	121.2	164.9	927.2
25	1988	228.8	144.5	250.5	40.9	4.0	0.0	0.0	0.0	19.4	53.5	57.7	154.5	953.8
26	1989	213.4	147.4	198.5	54.7	4.1	14.9	0.0	6.3	15.5	92.8	72.4	72.5	892.5
27	1990	309.4	89.4	62.5	105.9	11.8	33.7	0.0	6.8	18.3	105.9	109.1	105.7	958.5
28	1991	117.1	236.4	152.0	44.8	14.1	7.9	1.0	0.0	31.6	116.6	104.8	116.2	942.5
29	1992	178.1	142.1	95.6	18.0	1.0	6.5	21.5	53.6	8.1	68.7	124.9	66.6	784.7
30	1993	251.9	123.2	142.8	34.5	3.4	0.0	1.6	22.7	6.9	132.7	100.9	250.0	1070.6
31	1994	126.4	220.9	232.6	60.4	15.2	0.0	0.0	0.0	16.8	44.5	64.2	165.0	946.0
32	1995	127	90.6	137.8	26.1	1.7	0.3	3.1	0	52	20.1	27.5	124	610.2
33	1996	264.2	247	114.7	64	4.3	2	6	28.1	23	66.4	51.8	62.5	934.0
34	1997	228.3	193.6	177.6	56.6	21.2	2.7	0.0	33.6	25.6	25.4	85.2	90.3	940.1
35	1998	162.2	102.1	186.2	22.0	9.1	3.0	0.5	1.3	26.4	92.0	53.0	98.2	756.0
36	1999	165.0	96.7	104.0	50.7	10.2	6.0	0.0	0.0	57.9	24.6	52.7	119.2	687.0
37	2000	234.9	117.1	113.1	9.4	1.8	3.5	2.4	6.7	24.6	53.0	53.8	90.7	711.0
38	2001	295.3	155.4	160.9	34.2	5.9	0.0	22.4	11.9	19.2	69.7	73.2	102.9	951.0
39	2002	184.9	179.8	203.7	25.4	6.9	2.2	32.5	6.0	14.4	73.8	114.7	129.3	973.6
40	2003	216.6	156.9	153.2	95.3	2.8	7.1	0.0	13.1	9.8	23.5	38.8	127.8	844.9
41	2004	203.0	149.0	89.5	30.4	3.4	20.6	9.6	10.0	32.7	34.9	51.7	94.2	729.0
42	2005	118.8	122.4	108.5	35.7	1.1	0.0	1.0	3.1	6.5	36.9	66.6	57.8	558.4
43	2006	196.3	122.3	126.5	73.9	0.0	6.8	0.0	5.5	18.6	77.8	67.4	162.9	858.0
44	2007	139.5	86.9	113.5	68.6	13.0	0.0	0.0	4.3	0.8	6.1	82.0	147.0	661.7
45	2008	123.0	188.6	86.6	44.4	1.4	0.0	0.1	0.4	18.5	112.7	105.8	116.2	797.6
46	2009	177.2	90.0	116.8	11.5	3.9	0.2	5.4	55.3	38.5	52.7	66.6	118.3	736.2
47	2010	215.3	284.4	95.1	24.5	11.6	0.0	5.9	10.1	26.9	57.1	46.7	142.4	919.9
48	2011	179.35	121	107.61	38.33	14.06	0.97	9.07	5.58	45.65	61.05	50.24	170.02	802.9
49	2012	78.6	103.8	88.7	32.5	1.7	0.0	0.9	0.8	34.5	72.8	83.4	137.8	635.4
N° Datos		49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
Media		174.90	139.64	125.12	47.83	7.90	4.90	5.36	10.36	25.73	57.32	79.72	121.01	799.77
Desv. Estandar		59.185	50.491	43.545	25.382	7.420	8.030	8.367	13.117	16.047	31.913	35.186	41.246	128.410
Prec. al 75%		132.702	108.218	97.956	29.001	3.270	0.959	1.257	3.928	13.251	34.531	57.540	96.266	692.550



RECONSTITUIDA Y GENERACION DE PRECIPITACION - DIST. ERROR

(mm)

Estacion : **PISAC** Latitud : 13° 26' S Departamento : Cusco
Tipo : CP Longitud : 71° 51' W Provincia : Calca
Altitud : 2,971 msnm Distrito : Pisac

N° REG.	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	62.3	62	79.0	3.0	8	0	0	0	44	65.0	35.0	21.7	380.0
2	1965	60.5	32.5	71.0	43.0	0.0	0.0	2.5	0.0	40.1	11.0	17.0	97.5	375.1
3	1966	61.0	33.7	24.2	2.0	18.1	0.0	2.0	6.3	16.4	9.6	15.8	37.0	226.1
4	1967	40.0	79.4	95.5	0.0	13.0	2.3	17.1	9.9	9.4	37.8	59.2	65.2	428.8
5	1968	128.7	179.9	32.0	13.3	1.0	5.2	17.9	0.2	8.5	9.5	112.9	30.2	539.3
6	1969	138.3	65.9	151.6	61.1	0.0	19.5	13.0	4.1	19.9	26.6	60.5	103.7	664.2
7	1970	150.3	279.5	402.3	57.3	7.3	6.3	7.2	11.3	73.2	94.7	17.3	307.5	1414.2
8	1971	155.3	291.2	80.7	58.3	4.1	5.9	2.1	9.1	5.4	50.3	18.6	43.6	724.6
9	1972	108.8	53.3	136.5	25.9	4.1	0.0	7.4	12.8	13.3	4.2	24.8	77.5	468.6
10	1973	267.2	205.1	141.0	60.6	9.5	9.7	12.8	13.4	7.1	32.9	56.8	152.0	968.1
11	1974	131.7	184.8	130.1	50.7	4.1	11.4	1.0	27.8	6.2	10.1	11.5	70.0	639.4
12	1975	80.6	101.3	83.8	44.1	44.6	5.1	0.0	0.0	16.8	34.1	12.9	68.6	491.9
13	1976	133.0	53.2	123.7	39.1	49.5	3.2	2.1	2.0	21.8	4.1	39.6	39.8	511.1
14	1977	86.5	112.5	69.4	34.3	0.0	0.0	4.0	4.1	12.4	19.0	128.4	14.2	484.8
15	1978	212.7	151.8	128.2	81.3	31.1	0.0	0.0	0.0	21.9	2.1	37.9	81.9	748.9
16	1979	219.6	163.4	179.4	59.3	7.1	8.0	6.0	2.0	19.9	18.4	39.2	73.2	795.5
17	1980	92.8	182.2	226.8	89.7	2.0	0.0	0.0	11.3	36.7	39.8	5.0	48.5	734.8
18	1981	97.9	178.3	89.7	31.4	7.3	4.2	15.3	3.0	21.5	63.9	117.9	117.7	748.1
19	1982	276.4	68.4	236.2	41.4	25.1	8.0	1.0	15.1	19.9	30.1	88.3	18.7	828.6
20	1983	173.5	60.3	29.5	29.8	0.1	2.0	11.1	6.1	13.3	18.5	30.5	34.0	408.6
21	1984	98.4	61.3	51.7	49.7	10.7	7.2	6.5	16.5	6.1	43.5	73.9	92.1	517.5
22	1985	140.6	205.5	194.5	64.3	8.3	0.0	0.0	5.1	27.9	108.1	129.2	25.0	908.5
23	1986	27.7	116.6	134.6	38.5	12.5	0.0	2.1	3.3	4.0	2.1	8.3	11.8	361.5
24	1987	276.3	45.9	24.6	13.3	0.1	14.6	9.1	0.1	0.1	8.2	113.2	34.7	540.2
25	1988	95.4	99.6	191.4	52.4	2.0	0.0	0.0	0.0	2.3	12.0	13.7	85.8	554.6
26	1989	116.3	94.8	111.4	25.9	8.0	0.1	3.0	9.2	7.2	20.5	20.5	87.1	504.0
27	1990	76.7	45.6	20.3	82.6	6.2	38.4	0.1	3.0	8.4	44.1	96.4	113.0	534.8
28	1991	76.2	101.8	64.5	31.4	11.5	8.0	0.0	2.0	2.0	50.7	70.7	65.3	484.1
29	1992	81.0	45.4	31.7	14.4	0.1	26.0	3.2	13.3	4.0	32.0	91.8	73.0	415.9
30	1993	158.6	58.0	55.0	8.8	28.1	0.0	0.4	41.9	15.2	46.9	85.9	32.3	530.9
31	1994	69.7	180.6	244.0	49.3	35.5	0.1	9.5	2.7	37.4	43.8	15.8	44.5	732.8
32	1995	76.91	137.35	103.39	21.6	8.31	0.01	0	3.43	29.08	11.98	26.09	89.94	508.1
33	1996	117.6	69.3	44.4	69.3	12.1	0	0	21.6	9.3	25.5	49.3	71.59	490.0
34	1997	82.7	99.9	97.6	3.3	2.9	0.0	0.0	21.3	18.1	13.5	108.9	97.8	546.0
35	1998	126.3	98.7	38.2	21.6	3.1	3.0	0.0	1.0	13.5	63.8	55.2	55.3	479.7
36	1999	93.2	113.9	44.3	28.3	4.9	3.7	2.6	0.0	30.9	17.7	44.0	111.0	494.5
37	2000	142.2	134.3	105.1	17.6	2.3	100.5	4.2	11.0	20.2	38.0	15.6	99.0	690.2
38	2001	91.5	108.6	157.9	7.6	4.3	0.1	0.1	21.4	5.2	46.7	60.5	84.8	588.8
39	2002	210.7	281.6	107.7	90.0	15.2	7.2	43.5	0.8	6.8	42.1	77.9	46.9	930.5
40	2003	181.8	325.7	127.3	54.4	16.8	8.2	10.1	4.0	2.1	12.3	36.5	16.9	796.1
41	2004	212.6	85.3	69.2	36.0	0.9	21.7	41.7	0.2	4.5	13.7	34.8	62.7	583.2
42	2005	139.5	183.2	91.3	9.2	4.8	0.1	1.2	2.0	0.2	9.6	21.5	180.8	643.3
43	2006	358.8	200.6	152.8	81.3	6.7	1.5	1.1	4.5	31.2	113.9	117.6	48.2	1118.1
44	2007	82.5	140.8	66.1	9.1	7.6	1.1	2.8	1.0	7.7	4.2	92.6	62.6	478.3
45	2008	82.7	50.9	79.3	86.7	0.6	1.9	1.0	0.1	16.8	59.5	111.1	21.2	511.7
46	2009	128.0	117.9	120.8	21.6	3.1	0.2	0.3	0.4	24.0	34.3	33.6	54.5	538.6
47	2010	129.7	73.4	82.5	42.7	6.9	0.1	6.3	6.5	31.2	76.9	11.8	101.2	568.9
48	2011	156.07	148.52	150.44	78.13	3.36	1.69	2.54	28.5	28.87	47.5	43.15	43.27	732.0
49	2012	55.0	77.5	97.4	47.5	4.2	0.5	1.9	5.8	42.4	54.7	86.4	34.7	508.0
N° Datos		49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
Media		129.83	123.29	109.59	40.45	9.53	6.87	5.63	7.53	17.64	34.28	54.59	70.40	609.62
Desv. Estandar		68.014	71.950	70.508	25.826	11.260	15.675	9.110	9.032	14.398	26.815	37.741	49.829	209.310
Prec. al 75%		93.160	78.790	75.032	19.937	4.008	0.000	1.162	3.106	10.583	18.934	23.298	45.976	507.031



RECONSTITUIDA Y GENERACION DE PRECIPITACION - DIST. ERROR
(mm)

Estacion : **TINTAYA** Latitud : 14° 54' S Departamento : Cusco
Tipo : Longitud : 71° 20' W Provincia : Espinar
Altitud : 4,005 msnm Distrito : Yauri

N° REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	206.7	249.4	156.1	62.0	25	0.8	9.8	12	21	6.0	57.0	99.5	905.3
2	1965	194.5	245.0	116.0	24.0	2.0	0.0	0.0	100.0	3.0	14.0	0.0	39.0	737.5
3	1966	167.9	217.5	121.1	42.7	38.0	0.0	0.0	0.0	6.0	24.0	41.0	44.2	702.4
4	1967	129.9	87.2	120.9	55.0	8.0	0.0	11.0	67.0	19.0	11.0	6.7	94.8	610.5
5	1968	117.1	272.8	172.5	6.6	4.0	0.0	0.0	0.0	14.1	43.0	153.4	71.6	855.1
6	1969	368.1	107.8	62.4	49.3	0.0	0.0	0.0	5.2	11.9	19.7	101.5	145.6	871.5
7	1970	147.0	132.9	147.2	47.1	1.8	0.0	0.0	5.7	0.0	42.4	84.6	62.4	671.1
8	1971	216.0	21.7	86.6	67.5	12.2	0.6	0.0	33.9	15.4	26.1	9.8	49.7	539.5
9	1972	184.1	233.9	144.0	108.7	10.6	9.8	0.0	29.6	14.3	62.5	45.9	46.2	889.6
10	1973	240.9	83.1	111.6	59.5	0.1	0.7	0.5	2.1	22.2	62.5	190.3	31.0	804.5
11	1974	103.2	46.7	25.1	68.6	8.1	1.9	0.6	0.1	14.2	34.4	6.6	108.1	417.6
12	1975	334.5	255.8	187.7	58.9	32.8	4.9	6.0	5.9	10.0	102.6	150.6	142.0	1291.7
13	1976	103.9	213.8	147.2	142.1	31.4	26.1	0.0	16.1	29.2	36.1	105.6	157.8	1009.3
14	1977	113.6	211.6	180.1	101.2	0.5	0.0	0.0	134.0	25.7	32.7	159.1	249.5	1208.1
15	1978	81.3	108.8	61.3	47.0	2.4	0.0	22.0	2.1	30.4	35.1	116.7	57.0	564.0
16	1979	121.6	207.0	146.5	19.5	12.6	0.0	0.0	82.0	3.6	52.5	71.7	53.1	769.9
17	1980	177.1	310.0	174.8	71.1	3.1	0.3	5.0	5.7	15.5	19.3	0.0	97.4	879.4
18	1981	116.1	92.8	103.5	113.7	2.8	10.5	0.0	7.9	0.0	47.5	128.4	62.8	686.0
19	1982	73.1	104.2	152.3	122.4	9.1	0.0	0.2	3.95	37.4	14.91	65.3	90.0	672.7
20	1983	144.6	166.1	145.7	96.0	2.7	8.5	0.0	9.2	52.5	31.2	21.9	26.0	704.3
21	1984	222.0	233.8	190.1	110.2	15.1	0.6	0.0	3.7	48.0	8.7	24.1	51.8	908.1
22	1985	186.4	83.5	118.5	36.7	14.07	0.2	0.2	3.1	0.0	37.8	180.6	101.8	763.0
23	1986	190.3	179.8	185.4	63.0	5.6	0.1	0.0	0.7	50.4	11.7	36.6	124.5	848.0
24	1987	148.6	222.1	126.2	76.6	1.3	0.2	0.6	46.2	56.9	27.7	113.1	74.4	893.9
25	1988	186.0	208.2	118.7	24.6	15.2	0.7	3.1	1.3	27.6	76.9	160.8	73.6	896.5
26	1989	293.5	103.5	76.9	63.8	4.5	1.4	0.0	8.7	14.7	23.8	62.4	69.7	723.0
27	1990	201.2	220.0	120.6	64.6	73.4	27.9	0.0	552.4	32.9	14.8	39.2	144.5	1491.3
28	1991	114.2	170.4	147.0	62.9	8.4	0.1	184.3	10.1	20.8	42.6	147.1	130.8	1038.6
29	1992	130.1	188.2	156.2	79.2	2.4	50.1	0.0	2.3	38.3	14.6	89.8	160.6	911.7
30	1993	433.6	165.3	163.6	77.1	11.5	0.0	0.3	0.5	10.0	11.7	9.5	64.3	947.4
31	1994	150.2	90.2	109.9	90.9	18.6	0.0	0.1	5.7	12.9	19.2	103.2	91.2	692.1
32	1995	271.71	218.55	187.41	105.63	11.04	64.43	8.09	39.64	35.61	19.4	0.57	130.05	1092.1
33	1996	103.53	246.5	164.6	71.13	19.46	1.23	18.06	1.83	10.52	53.5	99.77	83.73	873.9
34	1997	206.7	70.7	149.4	67.0	2.1	0.1	0.3	1.0	46.9	51.1	49.6	63.3	708.0
35	1998	167.9	173.5	184.3	50.7	1.6	4.6	1.5	90.7	53.0	45.6	125.1	103.4	1001.9
36	1999	105.1	163.1	154.2	7.4	1.3	0.1	0.7	28.5	0.0	36.9	84.5	67.5	649.4
37	2000	135.0	160.6	110.5	46.9	4.0	0.6	0.3	2.0	57.8	9.8	6.7	117.5	651.7
38	2001	142.8	88.0	77.3	84.3	8.2	0.0	51.9	0.0	47.0	11.0	101.0	138.9	750.3
39	2002	90.2	33.4	35.4	65.6	9.0	0.1	0.0	1.5	50.1	31.1	68.3	147.4	532.0
40	2003	150.3	255.2	152.9	84.8	26.8	0.3	0.4	3.1	49.9	27.0	8.1	51.3	810.0
41	2004	178.8	154.1	88.1	57.1	2.3	0.1	0.0	3.1	48.6	26.3	26.7	52.7	637.9
42	2005	114.2	146.5	127.6	119.5	4.8	0.0	0.2	1.9	54.7	39.6	33.1	65.5	707.7
43	2006	106.2	93.5	99.9	81.7	20.3	5.5	0.5	20.0	3.0	6.2	116.2	38.5	591.3
44	2007	159.8	198.5	190.4	82.3	10.5	0.0	0.1	31.3	23.8	42.9	98.4	73.4	911.2
45	2008	85.6	253.2	158.6	23.1	1.9	0.3	1.8	0.7	15.1	4.0	1.1	55.3	600.8
46	2009	145.0	188.0	187.1	101.1	1.7	1.6	0.4	62.0	2.7	24.2	25.5	128.3	867.6
47	2010	146.0	69.9	33.8	41.1	3.6	0.1	0.1	32.3	3.2	96.6	131.1	57.5	615.1
47	2011	119.8	31.4	6.9	29.6	0.9	0.2	1.3	2.9	0.8	102.9	164.6	40.1	501.3
47	2012	120.9	323.2	187.9	91.1	0.5	0.0	0.1	0.7	0.3	27.6	78.7	33.7	864.7
N° Datos		49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
Media		166.26	165.32	130.04	67.81	10.35	4.58	6.72	30.21	23.69	33.93	75.54	87.00	801.44
Desv. Estandar		73.548	76.166	47.270	30.724	13.049	12.464	27.247	81.854	18.924	23.804	55.775	44.553	204.240
Prec. al 75%		130.212	104.725	98.518	46.254	3.953	0.000	0.000	0.000	7.301	21.200	29.002	63.481	692.114



RECONSTITUIDA Y GENERACION DE PRECIPITACION - DIST. ERROR

(mm)

Estacion : **Yauri** Latitud : 14° 19' S Departamento : Cusco
Tipo : PLU Longitud : 71° 25' W Provincia : Espinar
Altitud : 3,927 msnm Distrito : Yauri

N° REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	85.4	83.7	130.0	59.0	0	0	0	0	10	14.0	33.4	102.4	517.9
2	1965	81.9	103.3	111.8	37.8	0.0	2.2	0.0	17.9	22.5	33.1	203.9	93.9	708.3
3	1966	208.2	69.9	8.9	24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.3	129.3	49.4	125.6	625.6
4	1967	65.4	92.6	169.1	41.4	11.2	0.0	9.9	18.3	31.4	98.5	25.2	107.2	670.2
5	1968	240.7	95.9	99.9	14.0	0.0	4.5	13.0	15.7	10.5	70.4	128.7	90.1	783.4
6	1969	210.7	149.9	73.0	51.0	0.0	0.0	5.0	0.0	21.8	27.0	36.0	133.4	707.7
7	1970	211.5	258.8	39.6	65.0	0.0	0.0	0.0	5.5	69.5	10.0	19.5	144.2	823.5
8	1971	174.3	284.4	111.7	49.6	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	10.1	6.0	119.3	757.9
9	1972	193.7	180.3	144.7	34.0	0.0	0.0	16.2	8.6	25.4	53.2	64.4	163.7	884.2
10	1973	360.3	360.1	248.4	186.6	15.6	0.0	3.3	5.9	69.2	24.8	71.1	104.7	1450.0
11	1974	248.9	253.4	187.9	63.8	2.6	18.6	0.0	115.4	28.2	23.3	12.2	45.0	999.3
12	1975	166.5	229.4	128.2	124.6	32.6	7.8	0.0	0.0	0.0	9.0	43.4	99.4	840.9
13	1976	192.8	182.4	119.1	26.4	11.8	37.4	0.0	31.8	77.0	1.6	23.6	71.6	775.5
14	1977	43.8	154.6	60.8	0.0	1.4	0.0	6.2	0.0	10.2	49.2	42.0	40.2	408.4
15	1978	214.2	39.0	44.0	27.4	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2	65.1	49.0	114.9	560.8
16	1979	229.5	100.2	96.4	78.1	1.1	0.2	4.5	3.4	2.7	14.6	140.8	149.4	820.9
17	1980	205.8	92.0	155.0	52.5	0.8	0.0	1.2	0.2	33.0	50.5	149.0	64.0	803.9
18	1981	109.1	192.6	159.3	24.8	0.0	0.5	0.1	25.0	13.9	22.4	111.1	89.7	748.4
19	1982	233.1	88.1	122.5	87.0	0.8	1.0	2.9	36.68	51.0	100.9	153.4	92.1	969.5
20	1983	183.2	77.3	108.7	88.2	14.8	0.6	0.6	0.0	45.0	49.2	33.5	87.4	688.6
21	1984	174.7	213.0	173.1	106.5	38.1	1.6	28.0	10.0	0.1	83.0	120.1	125.5	1073.8
22	1985	279.0	230.2	87.0	114.8	0.25	7.4	0.2	0.7	23.1	20.9	74.0	103.4	940.9
23	1986	161.3	143.3	193.1	113.5	8.0	0.0	6.4	1.2	43.9	73.4	73.0	90.5	907.5
24	1987	230.1	11.1	25.7	30.0	0.0	11.0	20.4	1.4	4.4	54.6	152.3	94.6	635.5
25	1988	118.9	40.8	172.8	114.9	0.0	0.0	6.8	0.0	6.3	24.3	13.9	205.3	704.0
26	1989	312.4	132.3	127.3	20.8	22.8	1.9	0.1	20.5	8.4	22.6	49.0	133.5	851.6
27	1990	204.2	45.4	100.1	114.9	3.5	93.3	0.0	2.2	56.7	26.0	93.3	49.4	789.1
28	1991	22.5	68.0	128.2	54.1	15.8	47.0	0.0	0.0	55.9	77.8	38.2	67.0	574.6
29	1992	75.5	119.6	202.2	8.5	0.0	0.0	0.0	45.3	1.2	59.9	75.6	35.0	622.8
30	1993	269.3	107.2	134.6	107.3	5.5	0.0	0.8	15.0	7.7	93.7	156.7	165.2	1063.0
31	1994	205.0	221.6	189.3	56.6	16.7	0.0	0.0	0.0	22.2	13.1	66.4	100.6	891.5
32	1995	165.8	141.2	209.4	81.7	2.7	0	0	2.8	10.8	53.8	37.6	110.2	816.0
33	1996	160.2	187.8	109.3	104.1	16.2	0	0	20.3	13.6	29	51.1	104.9	796.5
34	1997	246.5	209.7	115.6	67.5	3.2	0.0	0.0	26.2	38.4	14.6	91.6	122.6	935.9
35	1998	217.2	150.4	89.8	13.8	0.0	2.5	0.0	3.6	0.8	43.6	54.1	50.2	626.0
36	1999	125.7	235.9	159.8	129.1	3.6	3.6	0.0	0.0	47.3	52.9	45.3	145.7	948.9
37	2000	160.7	183.4	155.8	38.5	4.2	5.6	0.0	12.7	6.2	78.5	26.8	168.3	840.7
38	2001	274.9	230.1	254.9	99.5	32.0	0.9	4.3	4.8	4.2	32.2	25.8	67.5	1031.1
39	2002	111.4	294.3	148.0	67.6	24.7	1.0	16.7	0.0	40.5	56.0	95.8	142.8	998.8
40	2003	171.1	236.0	195.1	36.9	5.7	0.8	0.0	5.5	34.8	11.1	73.4	131.4	901.8
41	2004	215.7	167.5	84.4	48.4	0.0	1.8	10.7	15.7	25.0	25.7	56.7	105.3	756.9
42	2005	113.9	176.5	123.2	43.1	1.1	0.0	0.0	15.3	5.6	55.9	41.9	162.2	738.7
43	2006	295.0	122.7	175.4	45.8	0.8	5.4	0.0	9.7	18.6	59.1	64.1	122.6	919.2
44	2007	209.4	90.0	123.8	96.7	1.7	0.1	8.9	1.1	12.9	12.3	38.2	89.9	685.1
45	2008	108.1	16.0	120.5	45.3	0.0	0.0	0.1	1.3	15.9	75.2	125.5	99.6	607.5
46	2009	294.6	228.3	197.4	80.8	0.0	0.3	0.0	25.3	75.3	37.9	49.8	71.1	1060.8
47	2010	117.5	217.0	91.5	15.4	0.1	0.0	0.1	23.3	15.8	1.4	38.5	89.9	610.3
47	2011	217.8	265.2	230.1	111.9	0.2	0.1	0.3	3.2	22.2	43.5	29.4	89.5	1013.3
47	2012	89.3	15.1	88.7	1.2	0.0	0.3	0.0	0.1	30.6	57.5	126.3	138.5	547.4
N° Datos		49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
Media		183.81	154.85	133.17	63.35	6.11	5.30	3.40	11.26	24.23	43.79	68.98	106.54	804.77
Desv. Estandar		73.578	81.814	54.793	40.293	9.743	15.577	6.202	18.850	21.292	29.275	46.129	36.476	184.640
Prec. al 75%		132.084	93.960	95.800	37.122	1.236	0.000	0.360	2.018	10.203	24.510	39.233	82.283	704.811



GENERACION PRECIPITACION MEDIA MENSUAL - DISTRIBUCION ERROR

(mm)

Departamento: Cusco
Provincia: Canas
Distrito: Checca
Zona: Laguna Condorccota

UTM ZONE: -19 (72°W - 66°W - Southern Hemisphere)
DATUM: WGS84
UNIT: meters
Easting: 224910.712
Northing: 8404347.809
Altitude: 4583.34

Geographic (Latitude/Longitude)
DATUM: WGS84
UNIT: arc degrees
Longitude: 71° 33' 4.6604" W
Latitude: 14° 25' 10.3484" S

N° REG.	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964	117.0	145.9	131.0	55.3	12.6	0.2	2.2	7.1	14.9	25.2	52.9	97.2	661.4
2	1,965	110.9	172.6	106.5	43.9	2.3	0.4	2.0	25.6	22.4	28.4	59.2	140.1	714.2
3	1,966	136.2	140.8	81.5	23.1	29.0	0.0	0.3	1.8	10.9	58.9	89.2	85.3	657.0
4	1,967	97.5	116.3	193.6	38.2	12.9	0.6	11.6	23.7	38.2	45.3	26.4	98.1	702.5
5	1,968	202.0	163.7	124.0	16.8	7.3	5.3	13.5	12.0	14.9	59.5	123.4	68.5	810.8
6	1,969	208.8	137.0	88.6	43.5	0.5	2.4	3.6	3.2	11.2	28.5	73.0	125.8	726.1
7	1,970	185.3	184.8	147.0	53.2	7.7	3.6	2.0	3.3	36.1	38.2	39.8	176.6	877.6
8	1,971	174.4	211.2	101.9	45.1	7.8	1.8	0.1	8.7	4.5	25.5	19.4	115.4	715.9
9	1,972	210.5	148.3	158.4	60.7	4.2	2.2	5.7	14.9	27.9	39.5	46.6	92.7	811.7
10	1,973	274.9	188.6	164.8	105.8	9.1	1.3	3.6	6.2	29.3	31.0	100.3	98.8	1,013.7
11	1,974	186.0	195.8	102.1	57.4	6.3	9.0	1.1	55.1	13.3	19.9	21.4	74.3	741.6
12	1,975	209.8	221.1	144.0	63.5	32.3	4.5	1.6	2.9	15.2	58.4	55.4	157.5	966.2
13	1,976	168.7	177.1	144.0	60.2	17.5	16.9	1.2	12.8	52.0	13.9	37.7	90.3	792.4
14	1,977	78.7	224.2	126.2	33.7	2.4	0.0	3.1	29.8	24.3	39.5	97.7	99.2	758.9
15	1,978	232.0	80.5	74.3	42.5	4.3	0.8	5.1	1.3	13.8	35.6	100.5	106.5	697.3
16	1,979	159.2	121.6	127.2	37.8	7.8	0.3	3.6	22.7	4.3	28.5	98.6	113.1	724.7
17	1,980	139.9	141.1	180.9	43.4	3.4	0.3	2.5	3.0	25.1	77.7	49.8	83.2	750.4
18	1,981	188.4	178.7	105.2	62.8	3.6	3.7	0.6	26.4	23.2	56.3	96.7	109.4	855.0
19	1,982	176.7	104.9	170.9	76.1	3.4	1.3	1.3	11.4	50.5	75.8	129.9	78.6	880.9
20	1,983	126.4	115.0	96.4	59.1	7.0	4.9	1.0	2.3	29.5	35.8	24.5	64.6	566.5
21	1,984	247.4	234.9	218.9	80.7	12.0	5.2	6.8	9.5	13.4	86.5	108.3	133.6	1,157.1
22	1,985	136.8	170.9	118.8	84.6	11.2	11.4	1.7	5.3	21.1	34.6	110.1	141.5	848.0
23	1,986	174.6	167.5	195.5	97.5	9.3	0.0	7.5	13.4	28.4	26.0	49.1	144.3	913.1
24	1,987	238.7	91.4	59.9	36.2	1.7	5.0	16.7	15.5	15.5	39.0	82.2	76.4	678.1
25	1,988	212.4	135.6	188.1	86.2	6.0	0.3	1.8	0.4	11.5	36.1	53.2	110.9	842.6
26	1,989	234.0	135.1	138.4	47.6	8.3	4.8	0.4	11.4	16.6	31.6	41.9	101.4	771.5
27	1,990	212.7	112.0	86.7	63.4	19.6	35.3	0.0	122.6	28.5	49.5	105.9	95.4	931.5
28	1,991	88.5	167.6	133.2	35.0	11.7	10.8	40.8	2.3	31.5	40.4	75.5	84.4	721.7
29	1,992	109.1	129.2	103.4	26.1	1.4	17.8	2.4	39.3	13.2	40.6	67.2	101.4	651.1
30	1,993	290.1	112.4	135.7	80.1	10.9	2.7	1.0	16.2	13.1	54.2	104.1	155.4	976.0
31	1,994	213.9	192.5	178.1	61.3	14.4	0.2	49.8	1.5	15.3	22.1	61.7	120.4	931.2
32	1,995	168.2	157.3	204.7	60.7	8.0	14.3	2.0	9.4	25.7	24.4	40.5	125.8	840.9
33	1,996	181.1	220.5	107.1	72.5	12.3	2.9	4.5	11.1	13.0	31.8	56.3	106.7	819.8
34	1,997	222.4	163.5	142.2	42.0	7.8	0.2	0.3	25.5	42.7	24.0	91.1	114.4	876.0
35	1,998	192.2	138.0	115.2	25.5	2.7	3.7	0.3	21.0	14.0	36.5	66.4	100.3	715.9
36	1,999	140.5	202.6	151.3	55.6	5.2	2.3	0.4	6.3	33.5	38.0	43.7	126.1	805.6
37	2,000	204.2	195.4	160.9	27.0	10.3	7.7	0.7	11.5	19.1	62.4	27.0	120.9	847.1
38	2,001	242.9	224.0	187.0	81.7	15.7	0.4	22.0	7.9	17.2	25.1	52.1	98.8	974.7
39	2,002	194.4	263.7	127.7	45.0	11.6	1.8	17.8	1.8	41.2	59.0	92.6	156.3	1,012.9
40	2,003	194.7	224.6	187.2	47.3	18.3	31.1	3.0	10.6	44.4	17.1	45.4	111.4	935.1
41	2,004	179.9	149.8	80.9	36.6	1.9	5.8	9.5	45.5	40.9	27.3	38.3	114.6	730.9
42	2,005	111.7	174.4	162.0	64.8	2.3	0.3	0.4	5.9	16.4	31.8	43.7	99.7	713.5
43	2,006	301.9	146.7	122.1	63.1	5.2	5.7	0.2	11.5	11.3	48.7	104.9	125.8	947.2
44	2,007	161.1	161.2	160.3	63.5	7.6	0.4	1.8	8.6	12.2	18.4	53.7	79.5	728.3
45	2,008	98.7	117.9	113.2	41.6	2.0	0.2	0.7	6.5	13.8	50.3	63.8	65.9	574.7
46	2,009	218.2	202.8	250.5	85.6	2.2	0.5	2.1	54.7	30.5	26.8	45.5	119.5	1,038.9
47	2,010	152.9	206.1	77.9	33.3	7.3	0.1	2.5	13.1	11.0	40.3	49.4	98.4	692.2
48	2,011	189.3	214.9	126.9	64.2	6.7	1.2	2.7	4.9	14.8	49.1	89.0	105.3	869.2
49	2,012	84.4	135.9	181.0	39.6	2.2	0.1	0.2	2.4	29.8	119.8	84.3	100.4	780.0
N° Datos		49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
Media		179.18	165.67	138.44	54.50	8.51	4.73	5.42	15.72	22.47	41.08	67.13	108.37	811.22
Desv. Estandar		53.200	41.631	41.632	20.204	6.623	7.372	9.681	20.336	11.809	19.805	29.075	25.017	125.770
Prec. al 75%		141.405	134.366	109.507	40.351	5.265	1.116	0.675	5.749	14.329	31.375	43.350	92.098	725.869



GENERACION PRECIPITACION MEDIA MENSUAL - DISTRIBUCION ERROR

(mm)

Departamento: Cusco
Provincia: Canas
Distrito: Checca
Zona: Laguna Lantaccota

UTM ZONE: -19 (72°W - 66°W - Southern Hemisphere)
DATUM: WGS84
UNIT: meters
Easting: 225144.429
Northing: 8392874.206
Altitude: 4595.35

Geographic (Latitude/Longitude)
DATUM: WGS84
UNIT: arc degrees
Longitude: 71° 33' 1.1235" W
Latitude: 14° 31' 23.5255" S

N° REG.	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964	117.1	145.9	131.3	55.2	12.5	0.2	2.2	7.1	15.1	25.3	52.7	97.0	661.6
2	1,965	111.0	172.2	106.9	44.1	2.3	0.4	2.0	25.6	22.6	28.5	59.6	140.2	715.4
3	1,966	136.4	141.3	81.5	23.1	29.0	0.0	0.3	1.8	11.0	59.1	88.7	85.1	657.3
4	1,967	97.4	116.1	192.8	38.1	12.9	0.6	11.6	23.8	38.0	45.6	26.7	98.3	702.0
5	1,968	201.4	163.7	123.6	16.9	7.2	5.3	13.6	12.1	15.0	59.3	123.3	68.6	810.1
6	1,969	209.2	136.8	88.8	43.4	0.5	2.5	3.7	3.2	11.3	28.5	72.9	125.6	726.2
7	1,970	185.1	184.4	147.0	53.6	7.6	3.7	2.0	3.4	36.2	38.3	39.9	176.8	878.0
8	1,971	174.5	210.7	101.9	45.3	7.8	1.9	0.1	8.7	4.5	25.8	19.5	115.4	716.2
9	1,972	210.0	148.1	158.0	60.6	4.2	2.2	5.8	15.1	27.8	39.4	46.8	93.0	810.9
10	1,973	275.0	188.5	164.7	105.8	9.2	1.3	3.6	6.3	29.3	31.2	100.4	98.7	1,014.0
11	1,974	185.7	195.7	102.6	57.5	6.3	9.0	1.1	55.1	13.4	20.1	21.5	74.6	742.6
12	1,975	209.6	220.8	143.7	63.8	32.4	4.5	1.6	2.9	15.3	58.4	55.6	157.1	965.6
13	1,976	168.7	176.6	143.8	60.3	17.6	16.9	1.2	12.8	51.9	14.0	38.0	90.5	792.4
14	1,977	79.0	223.6	125.9	33.9	2.4	0.0	3.1	29.8	24.3	39.5	97.9	99.3	758.8
15	1,978	231.3	80.8	74.6	42.6	4.4	0.8	5.1	1.3	13.8	35.6	100.6	106.8	697.6
16	1,979	159.5	122.2	127.3	38.0	7.9	0.3	3.6	22.8	4.3	28.5	98.9	113.2	726.7
17	1,980	140.0	141.6	180.6	43.5	3.4	0.3	2.5	3.0	25.0	77.4	50.1	83.1	750.7
18	1,981	188.1	177.9	105.5	62.7	3.6	3.7	0.6	26.2	23.2	56.5	97.2	109.6	854.9
19	1,982	176.8	105.1	170.7	76.1	3.4	1.3	1.3	11.5	50.4	75.5	129.9	78.9	881.0
20	1,983	126.9	114.8	96.3	59.1	7.0	4.9	1.0	2.3	29.4	35.7	24.9	64.8	567.2
21	1,984	247.2	234.5	217.5	80.8	12.0	5.2	6.8	9.6	13.4	86.5	108.1	133.2	1,154.8
22	1,985	137.4	170.6	118.8	84.4	11.2	11.4	1.7	5.2	21.2	35.0	110.4	141.3	848.7
23	1,986	174.0	167.0	195.1	97.2	9.3	0.0	7.7	13.3	28.3	26.2	49.4	143.6	911.3
24	1,987	238.9	91.5	60.0	36.2	1.7	5.0	16.7	15.4	15.5	39.0	82.8	76.9	679.7
25	1,988	211.9	135.4	188.2	86.2	6.0	0.3	1.8	0.4	11.6	36.2	53.5	111.3	842.8
26	1,989	234.0	135.0	138.5	47.7	8.3	4.8	0.4	11.4	16.6	31.9	42.2	101.4	772.1
27	1,990	212.5	112.0	86.7	63.7	19.6	35.5	0.0	122.6	28.6	49.7	105.7	95.5	932.2
28	1,991	88.5	167.4	133.0	35.2	11.7	10.9	40.8	2.3	31.5	40.8	75.8	84.6	722.5
29	1,992	109.3	129.3	103.7	26.3	1.4	17.9	2.4	39.2	13.3	40.8	67.7	101.3	652.4
30	1,993	290.2	112.6	135.5	79.7	11.0	2.7	1.0	16.3	13.2	54.4	104.0	155.6	976.2
31	1,994	213.2	192.4	178.3	61.4	14.4	0.2	49.1	1.5	15.4	22.4	61.8	120.5	930.6
32	1,995	168.2	157.1	204.0	60.6	8.0	14.3	2.0	9.4	25.8	24.5	40.5	125.7	840.3
33	1,996	180.9	219.9	107.1	72.4	12.4	2.9	4.5	11.1	13.0	32.1	56.4	106.5	819.4
34	1,997	222.0	163.2	142.2	42.1	7.8	0.2	0.3	25.4	42.5	24.1	91.4	114.4	875.6
35	1,998	192.0	138.3	115.1	25.6	2.8	3.7	0.3	21.0	14.1	36.8	66.5	100.0	716.3
36	1,999	140.4	202.0	151.0	55.8	5.2	2.4	0.4	6.3	33.7	37.9	43.8	126.1	805.0
37	2,000	204.0	195.0	160.6	27.1	10.2	7.8	0.7	11.5	19.1	62.3	27.1	120.9	846.3
38	2,001	242.2	223.5	187.0	81.5	15.6	0.4	21.9	7.9	17.2	25.4	52.4	98.8	974.0
39	2,002	194.0	262.7	127.9	45.1	11.7	1.8	18.1	1.8	40.9	58.9	92.6	156.2	1,011.8
40	2,003	194.7	224.6	186.9	47.7	18.4	30.7	3.0	10.6	44.1	17.3	45.3	111.3	934.5
41	2,004	180.3	149.8	81.0	36.6	2.0	5.9	9.6	45.0	40.7	27.3	38.6	114.5	731.2
42	2,005	112.0	174.2	161.5	64.7	2.3	0.3	0.4	6.0	16.4	31.9	43.9	99.9	713.5
43	2,006	301.2	146.6	122.4	63.2	5.2	5.7	0.2	11.6	11.4	49.0	104.7	125.8	947.0
44	2,007	161.4	160.6	159.7	63.5	7.6	0.4	1.8	8.6	12.2	18.5	54.1	79.8	728.2
45	2,008	98.7	118.0	113.3	41.7	2.0	0.3	0.7	6.5	13.8	50.6	64.2	66.2	576.1
46	2,009	218.0	202.3	249.5	85.1	2.2	0.5	2.1	55.2	30.6	26.9	45.6	119.5	1,037.6
47	2,010	153.0	205.6	78.1	33.3	7.4	0.1	2.6	13.2	11.1	40.5	49.5	98.5	692.9
48	2,011	189.1	214.2	127.3	64.3	6.8	1.2	2.8	5.0	15.0	49.3	88.8	105.3	869.1
49	2,012	84.6	135.9	180.2	39.6	2.2	0.1	0.2	2.4	29.7	118.9	84.6	100.5	779.1
N° Datos		49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
Media		179.12	165.47	138.32	54.54	8.54	4.74	5.43	15.73	22.49	41.17	67.28	108.41	811.23
Desv. Estandar		53.041	41.393	41.354	20.125	6.630	7.367	9.620	20.324	11.737	19.670	29.016	24.912	125.220
Prec. al 75%		141.521	134.343	109.531	40.453	5.286	1.132	0.715	5.767	14.399	31.533	43.528	92.271	726.116



GENERACION CAUDAL MEDIO MENSUAL - DISTRIBUCION ERROR

(m³/s)

Departamento: Cusco

Provincia: Canas

Distrito: Checca

Zona: Laguna Condorccota

UTM ZONE: -19 (72°W - 66°W - Southern Hemisphere)

DATUM: WGS84

UNIT: meters

Easting: 224910.712

Northing: 8404347.809

Altitude: 4583.34

Geographic (Latitude/Longitude)

DATUM: WGS84

UNIT: arc degrees

Longitude: 71° 33' 4.6604" W

Latitude: 14° 25' 10.3484" S

N° REG.	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1	1,964	0.058	0.063	0.061	0.044	0.025	0.005	0.013	0.020	0.026	0.032	0.043	0.054	0.037
2	1,965	0.057	0.067	0.056	0.040	0.013	0.007	0.012	0.033	0.031	0.034	0.045	0.062	0.038
3	1,966	0.062	0.062	0.051	0.031	0.034	0.000	0.006	0.012	0.024	0.045	0.052	0.051	0.036
4	1,967	0.054	0.058	0.070	0.038	0.025	0.008	0.024	0.032	0.038	0.040	0.033	0.054	0.040
5	1,968	0.071	0.066	0.059	0.028	0.020	0.018	0.026	0.024	0.027	0.045	0.059	0.047	0.041
6	1,969	0.072	0.062	0.052	0.040	0.007	0.013	0.015	0.015	0.024	0.034	0.049	0.060	0.037
7	1,970	0.069	0.069	0.063	0.043	0.021	0.015	0.012	0.015	0.037	0.038	0.039	0.068	0.041
8	1,971	0.068	0.073	0.055	0.040	0.021	0.012	0.004	0.022	0.017	0.033	0.029	0.058	0.036
9	1,972	0.073	0.064	0.065	0.045	0.016	0.013	0.018	0.027	0.034	0.038	0.041	0.053	0.041
10	1,973	0.080	0.070	0.066	0.056	0.022	0.011	0.015	0.019	0.034	0.035	0.055	0.054	0.043
11	1,974	0.069	0.071	0.055	0.044	0.019	0.022	0.010	0.044	0.025	0.030	0.030	0.049	0.039
12	1,975	0.072	0.074	0.063	0.046	0.036	0.017	0.011	0.014	0.027	0.045	0.044	0.065	0.043
13	1,976	0.067	0.068	0.063	0.045	0.028	0.028	0.010	0.025	0.043	0.026	0.038	0.053	0.041
14	1,977	0.050	0.074	0.060	0.036	0.013	0.002	0.015	0.034	0.032	0.038	0.054	0.055	0.039
15	1,978	0.075	0.050	0.049	0.040	0.017	0.009	0.018	0.010	0.026	0.037	0.055	0.056	0.037
16	1,979	0.065	0.059	0.060	0.038	0.021	0.006	0.015	0.031	0.016	0.034	0.054	0.057	0.038
17	1,980	0.062	0.062	0.069	0.040	0.015	0.006	0.013	0.014	0.032	0.050	0.042	0.051	0.038
18	1,981	0.070	0.068	0.056	0.046	0.016	0.016	0.008	0.033	0.031	0.044	0.054	0.057	0.041
19	1,982	0.068	0.056	0.067	0.049	0.015	0.010	0.010	0.024	0.042	0.049	0.060	0.050	0.042
20	1,983	0.060	0.058	0.054	0.045	0.020	0.017	0.010	0.013	0.034	0.037	0.032	0.046	0.035
21	1,984	0.077	0.076	0.074	0.050	0.024	0.018	0.020	0.022	0.025	0.052	0.056	0.061	0.046
22	1,985	0.062	0.067	0.058	0.051	0.024	0.024	0.012	0.018	0.030	0.037	0.057	0.062	0.042
23	1,986	0.068	0.067	0.071	0.054	0.022	0.003	0.020	0.025	0.034	0.033	0.042	0.063	0.042
24	1,987	0.076	0.053	0.045	0.037	0.012	0.017	0.028	0.027	0.027	0.038	0.051	0.049	0.038
25	1,988	0.073	0.061	0.070	0.052	0.019	0.006	0.012	0.007	0.024	0.037	0.043	0.057	0.038
26	1,989	0.076	0.061	0.062	0.041	0.021	0.017	0.006	0.024	0.028	0.035	0.039	0.055	0.039
27	1,990	0.073	0.057	0.052	0.046	0.029	0.037	0.001	0.059	0.034	0.042	0.056	0.054	0.045
28	1,991	0.052	0.067	0.061	0.037	0.024	0.023	0.039	0.013	0.035	0.039	0.049	0.051	0.041
29	1,992	0.057	0.060	0.055	0.033	0.011	0.028	0.013	0.038	0.025	0.039	0.047	0.055	0.038
30	1,993	0.082	0.057	0.061	0.050	0.024	0.014	0.010	0.027	0.025	0.043	0.056	0.065	0.043
31	1,994	0.073	0.070	0.068	0.045	0.026	0.005	0.042	0.011	0.027	0.031	0.046	0.059	0.042
32	1,995	0.067	0.065	0.072	0.045	0.021	0.026	0.012	0.022	0.033	0.032	0.039	0.060	0.041
33	1,996	0.069	0.074	0.056	0.048	0.025	0.014	0.017	0.024	0.025	0.035	0.044	0.056	0.041
34	1,997	0.074	0.066	0.063	0.039	0.021	0.005	0.006	0.033	0.040	0.032	0.053	0.058	0.041
35	1,998	0.070	0.062	0.058	0.033	0.014	0.016	0.006	0.030	0.026	0.037	0.047	0.055	0.038
36	1,999	0.062	0.072	0.064	0.044	0.018	0.013	0.007	0.019	0.036	0.038	0.040	0.060	0.039
37	2,000	0.072	0.071	0.066	0.033	0.023	0.021	0.008	0.024	0.029	0.046	0.033	0.059	0.040
38	2,001	0.077	0.074	0.069	0.051	0.027	0.007	0.031	0.021	0.028	0.032	0.043	0.054	0.043
39	2,002	0.070	0.079	0.060	0.040	0.024	0.012	0.028	0.012	0.039	0.045	0.053	0.065	0.044
40	2,003	0.070	0.074	0.069	0.041	0.029	0.035	0.014	0.023	0.040	0.028	0.040	0.057	0.044
41	2,004	0.068	0.064	0.050	0.037	0.012	0.018	0.022	0.041	0.039	0.033	0.038	0.058	0.040
42	2,005	0.057	0.068	0.066	0.046	0.013	0.006	0.007	0.019	0.027	0.035	0.040	0.055	0.037
43	2,006	0.083	0.063	0.059	0.046	0.018	0.018	0.005	0.024	0.024	0.042	0.056	0.060	0.041
44	2,007	0.066	0.066	0.065	0.046	0.020	0.007	0.012	0.022	0.025	0.029	0.043	0.050	0.037
45	2,008	0.054	0.058	0.057	0.039	0.012	0.006	0.008	0.019	0.026	0.042	0.046	0.047	0.035
46	2,009	0.074	0.072	0.078	0.052	0.013	0.007	0.013	0.043	0.035	0.033	0.041	0.059	0.043
47	2,010	0.064	0.072	0.050	0.036	0.020	0.004	0.014	0.025	0.024	0.039	0.042	0.054	0.037
48	2,011	0.070	0.073	0.060	0.046	0.020	0.010	0.014	0.017	0.026	0.042	0.052	0.056	0.041
49	2,012	0.051	0.061	0.069	0.038	0.013	0.004	0.006	0.013	0.035	0.059	0.051	0.055	0.038
N° Datos		49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
Media		0.068	0.066	0.061	0.043	0.020	0.013	0.014	0.024	0.030	0.038	0.046	0.056	0.040
Desv. Estandar		0.008	0.006	0.007	0.006	0.006	0.009	0.009	0.010	0.006	0.007	0.008	0.005	0.003
Q. al 75%		0.062	0.061	0.056	0.038	0.016	0.008	0.010	0.018	0.026	0.034	0.040	0.053	0.038
Q. al 95%		0.054	0.055	0.050	0.032	0.010	0.000	0.000	0.007	0.020	0.027	0.033	0.048	0.036
Vol. MMC al 75%		0.165	0.148	0.150	0.099	0.043	0.021	0.026	0.049	0.066	0.092	0.103	0.141	1.103



GENERACION CAUDAL MEDIO MENSUAL - DISTRIBUCION ERROR

(m³/s)

Departamento: Cusco
Provincia: Canas
Distrito: Checca
Zona: Laguna Lantaccota

UTM ZONE: -19 (72°W - 66°W - Southern Hemisphere)
DATUM: WGS84
UNIT: meters
Easting: 225144.429
Northing: 8392874.206
Altitude: 4595.35

Geographic (Latitude/Longitude)
DATUM: WGS84
UNIT: arc degrees
Longitude: 71° 33' 1.1235" W
Latitude: 14° 31' 23.5255" S

N° REG.	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	0.060	0.066	0.063	0.045	0.026	0.005	0.013	0.021	0.028	0.034	0.045	0.056	0.461
2	1965	0.059	0.070	0.058	0.042	0.013	0.007	0.013	0.034	0.032	0.035	0.047	0.065	0.474
3	1966	0.064	0.065	0.053	0.033	0.036	0.000	0.006	0.012	0.024	0.046	0.054	0.053	0.446
4	1967	0.056	0.060	0.073	0.039	0.026	0.008	0.025	0.033	0.039	0.042	0.034	0.056	0.493
5	1968	0.074	0.069	0.062	0.029	0.021	0.019	0.027	0.025	0.028	0.047	0.062	0.049	0.510
6	1969	0.075	0.064	0.054	0.041	0.007	0.014	0.016	0.015	0.025	0.035	0.050	0.062	0.460
7	1970	0.072	0.072	0.066	0.045	0.021	0.016	0.013	0.016	0.039	0.039	0.040	0.071	0.509
8	1971	0.070	0.076	0.057	0.042	0.022	0.012	0.004	0.022	0.018	0.034	0.030	0.060	0.447
9	1972	0.075	0.066	0.068	0.047	0.017	0.013	0.019	0.028	0.035	0.040	0.043	0.055	0.506
10	1973	0.083	0.072	0.069	0.058	0.023	0.011	0.016	0.020	0.036	0.036	0.057	0.057	0.538
11	1974	0.072	0.073	0.057	0.046	0.020	0.023	0.010	0.045	0.026	0.031	0.032	0.051	0.486
12	1975	0.075	0.077	0.065	0.048	0.037	0.017	0.012	0.015	0.028	0.046	0.045	0.068	0.533
13	1976	0.069	0.071	0.065	0.047	0.029	0.029	0.011	0.026	0.044	0.027	0.039	0.055	0.512
14	1977	0.052	0.077	0.062	0.038	0.014	0.002	0.015	0.036	0.033	0.040	0.056	0.057	0.482
15	1978	0.078	0.052	0.051	0.041	0.017	0.009	0.018	0.011	0.027	0.038	0.057	0.058	0.458
16	1979	0.068	0.061	0.062	0.039	0.022	0.006	0.016	0.032	0.017	0.035	0.057	0.060	0.475
17	1980	0.065	0.065	0.071	0.041	0.016	0.006	0.014	0.015	0.034	0.052	0.044	0.053	0.474
18	1981	0.072	0.071	0.058	0.048	0.016	0.016	0.008	0.034	0.033	0.046	0.056	0.059	0.516
19	1982	0.071	0.058	0.070	0.051	0.016	0.011	0.011	0.025	0.044	0.051	0.063	0.052	0.521
20	1983	0.062	0.060	0.056	0.047	0.021	0.018	0.010	0.014	0.036	0.038	0.033	0.048	0.442
21	1984	0.080	0.079	0.077	0.052	0.025	0.019	0.020	0.023	0.026	0.054	0.059	0.063	0.577
22	1985	0.064	0.070	0.061	0.053	0.025	0.025	0.012	0.019	0.031	0.038	0.059	0.065	0.521
23	1986	0.070	0.069	0.073	0.056	0.023	0.003	0.021	0.026	0.035	0.034	0.043	0.065	0.521
24	1987	0.079	0.055	0.047	0.039	0.012	0.018	0.029	0.028	0.028	0.040	0.053	0.051	0.478
25	1988	0.076	0.064	0.072	0.054	0.020	0.006	0.012	0.007	0.025	0.039	0.045	0.059	0.478
26	1989	0.079	0.064	0.064	0.043	0.022	0.018	0.007	0.025	0.029	0.037	0.041	0.057	0.484
27	1990	0.076	0.059	0.054	0.048	0.031	0.038	0.001	0.061	0.035	0.043	0.058	0.056	0.561
28	1991	0.054	0.069	0.063	0.038	0.025	0.024	0.040	0.014	0.037	0.040	0.051	0.053	0.510
29	1992	0.059	0.063	0.058	0.034	0.011	0.029	0.014	0.040	0.026	0.040	0.049	0.057	0.480
30	1993	0.085	0.059	0.064	0.052	0.024	0.014	0.010	0.028	0.026	0.045	0.058	0.067	0.534
31	1994	0.076	0.073	0.071	0.047	0.027	0.005	0.044	0.011	0.028	0.032	0.047	0.061	0.522
32	1995	0.069	0.068	0.075	0.047	0.022	0.027	0.013	0.023	0.034	0.033	0.040	0.062	0.513
33	1996	0.071	0.077	0.058	0.050	0.026	0.015	0.017	0.025	0.026	0.037	0.046	0.058	0.506
34	1997	0.077	0.069	0.065	0.041	0.022	0.005	0.006	0.034	0.041	0.033	0.055	0.060	0.507
35	1998	0.073	0.064	0.060	0.034	0.014	0.016	0.007	0.031	0.027	0.039	0.049	0.057	0.471
36	1999	0.065	0.074	0.067	0.045	0.019	0.014	0.007	0.020	0.038	0.039	0.041	0.062	0.490
37	2000	0.075	0.073	0.068	0.035	0.024	0.021	0.008	0.025	0.030	0.047	0.035	0.061	0.503
38	2001	0.080	0.077	0.072	0.053	0.028	0.007	0.032	0.022	0.029	0.034	0.044	0.057	0.534
39	2002	0.073	0.082	0.062	0.042	0.025	0.012	0.029	0.012	0.041	0.046	0.055	0.067	0.548
40	2003	0.073	0.077	0.072	0.043	0.030	0.036	0.015	0.024	0.042	0.029	0.042	0.059	0.543
41	2004	0.071	0.066	0.052	0.039	0.013	0.019	0.023	0.042	0.040	0.035	0.039	0.060	0.500
42	2005	0.059	0.070	0.068	0.048	0.013	0.006	0.007	0.019	0.029	0.037	0.041	0.057	0.455
43	2006	0.087	0.066	0.061	0.048	0.018	0.019	0.006	0.025	0.025	0.043	0.058	0.062	0.517
44	2007	0.068	0.068	0.068	0.048	0.021	0.007	0.012	0.022	0.026	0.030	0.045	0.052	0.467
45	2008	0.057	0.061	0.060	0.041	0.013	0.006	0.008	0.020	0.027	0.044	0.048	0.048	0.431
46	2009	0.076	0.074	0.081	0.054	0.013	0.007	0.013	0.045	0.036	0.034	0.042	0.061	0.537
47	2010	0.067	0.075	0.052	0.037	0.021	0.004	0.014	0.026	0.025	0.040	0.043	0.056	0.460
48	2011	0.072	0.076	0.062	0.048	0.020	0.011	0.014	0.018	0.027	0.043	0.054	0.058	0.506
49	2012	0.053	0.064	0.071	0.040	0.013	0.004	0.006	0.014	0.036	0.061	0.053	0.057	0.472
N° Datos		49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
Media		0.070	0.068	0.064	0.044	0.021	0.014	0.015	0.025	0.031	0.040	0.048	0.058	0.497
Desv. Estandar		0.008	0.007	0.007	0.006	0.006	0.009	0.009	0.010	0.006	0.007	0.008	0.005	0.033
Q. al 75%		0.064	0.063	0.058	0.040	0.017	0.008	0.010	0.019	0.027	0.036	0.041	0.055	0.473
Q. al 95%		0.056	0.057	0.052	0.034	0.010	0.000	0.000	0.008	0.021	0.028	0.034	0.050	0.444
Vol. MMC al 75%		0.172	0.153	0.156	0.103	0.044	0.021	0.027	0.051	0.069	0.095	0.107	0.147	1.146



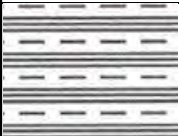
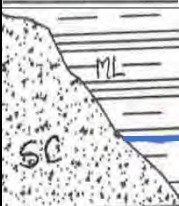
ANEXOS GEOTECNIA - CALICATAS

PERFIL ESTRATIGRAFICO - ASTM D2488							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA				FECHA MUESTREO: 06/06/2025		CA - 01	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA				FECHA ANALISIS: 10/06/2025			
				COTA SUP.: 4509.14 COTA INF.: 4505.76			
COORDENADAS: N 8403169 E 225389 ZONA 19L				NIVEL FREATICO (m): NP			
PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 3.40				TIPO DE EXCAVACION: EXCAVACION MANUAL A CIELO ABIERTO - CALICATA			
ESC (m)	ESP (m)	PERFIL ESTRATIGRAFICO	CLASIFICACION SUCS	MUESTRA			DESCRIPCIÓN
				TIPO	N°	PROF.	
	0.3		GM-GC				Material edafico de cobertura, color negro y presencia de raices
	0.2		SM-SC				Arena limo arcillosa de color blanquesino amarillento con presencia de material organico
	2.9		GM-GC	Mab	M1	3.4	Grava limo arcillosa de color marron claro a oscuro el cual varia según el contenido de humedad en profundidad . Presencia de boloneria de diametro promedio 0.40m entre los 0.60m a 2.00m de profundidad, apartir de allí la precencia de boloneria reduce su diametro promedio a 3" entre los 2.00 a 3.40m. Suelo con buena resistencia a la excavación se realizo ensayo de densiadad natural en la base de la calicata (3.40 m).
SIMBOLOGIA						FOTOGRAFIA	
Mab: Muestra alterada en bolsa Mib: Muestra inalterada en bloque Mit: Muestra inalterada en tubo ENSAYOS Veleta SPT Penetrómetro In Situ Físico Químico MUESTRA Inalterada Alterada Agua							

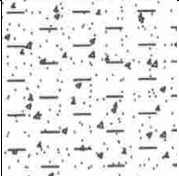
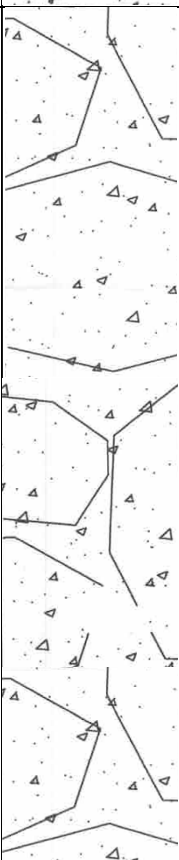


PERFIL ESTRATIGRAFICO - ASTM D2488							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA				FECHA MUESTREO: 06/06/2025		CA - 02	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA				FECHA ANALISIS: 10/06/2025			
				COTA SUP.: 4503.72 COTA INF.: 4501.62			
COORDENADAS: N 8403164 E 225331 ZONA 19L				NIVEL FREATICO (m): 2.00			
PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 2.10				TIPO DE EXCAVACION: EXCAVACION MANUAL A CIELO ABIERTO - CALICATA			
ESC (m)	ESP (m)	PERFIL ESTRATIGRAFICO	CLASIFICACION SUCS	MUESTRA			DESCRIPCIÓN
				TIPO	N°	PROF.	
	1.00		O				Material organico de cobertura de color oscuro, con presencia de material organico y lentes de grava que se combina con el material organico casi en todo el estrato.
	0.50		SM	Mab	M3	1.30	Arena limosa de color gris verdusco, con presencia de pequeños lentes de arcilla, con alto contenido de humedad.
	0.40		ML-CL	Mab	M2	1.80	Material limo arcilloso de color oscuro, con alta plastisidad al tacto, alto contenido de humedad y poca consistencia.
	0.20		SC	Mab	M1	2.10	Arena arcillosa de color marron oscuro por el alto contenido de humedad. Con presencia de gravilla y boloneria. Se evidencia agua en el fondo de la excavacion.
SIMBOLOGIA						FOTOGRAFIA	
Mab: Muestra alterada en bolsa Mib: Muestra inalterada en bloque Mit: Muestra inalterada en tubo ENSAYOS Veleta SPT Penetrómetro in Situ Físico Químico MUESTRA Inalterada Alterada Agua							



PERFIL ESTRATIGRAFICO - ASTM D2488							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA				FECHA MUESTREO: 06/06/2025		CA - 03	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA				FECHA ANALISIS: 10/06/2025			
				COTA SUP.: 4504.54 COTA INF.: 4502.54			
COORDENADAS: N 8403154 E 225364 ZONA 19L				NIVEL FREATICO (m): 1.80			
PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 2.00				TIPO DE EXCAVACION: EXCAVACION CON MAQUINARIA A CIELO ABIERTO - CALICATA			
ESC (m)	ESP (m)	PERFIL ESTRATIGRAFICO	CLASIFICACION SUCS	MUESTRA			DESCRIPCIÓN
				TIPO	N°	PROF.	
	0.40		o				Material edafico de cobertura color negro y presencia de raices
	0.55		ML	Mab	M1	0.70	Limo de baja plasticidad con presencia de arenas de color verduzco con contenido de material organico (raices).
	0.45		ML	Mab	M2	1.20	Limo de alta plasticidad al tacto de color verde parduzco a marron claro con alto contenido de humedad.
	0.66		SC Y ML	Mab	M3	2.00	Arena arcillosa de color marron oscuro por su alta humedad con presencia de boloneria sub redondeado de diametros mayores a 0.30m.
SIMBOLOGIA						FOTOGRAFIA	
Mab: Muestra alterada en bolsa Mib: Muestra inalterada en bloque Mit: Muestra inalterada en tubo ENSAYOS  Veleta  SPT  Penetrómetro  in Situ  Físico  Químico MUESTRA  Inalterada  Alterada  Agua							



PERFIL ESTRATIGRAFICO - ASTM D2488							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVOIRIO SECTOR PACCOPAMPA				FECHA MUESTREO: 06/06/2025		CA - 04	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA				FECHA ANALISIS: 10/06/2025			
COORDENADAS: N 8403222 E 225313 ZONA 19L				COTA SUP.: 4505.51 COTA INF.: 4502.01			
NIVEL FREATICO (m): NP				TIPO DE EXCAVACION: EXCAVACION MANUAL A CIELO ABIERTO CALICATA			
PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 4.50							
ESC (m)	ESP (m)	PERFIL ESTRATIGRAFICO	CLASIFICACION SUCS	MUESTRA			DESCRIPCIÓN
				TIPO	N°	PROF.	
	0.50		O				Material edafico de cobertura color negro y presencia de raices
	0.70		SM - SC	Mab	M2	1.00	Arena limo arcillosa de color blanquesino amarillento on poca humedad
	3.30		GM	Mab	M1	4.00	Grava limosa de color gris oscuro con boloneria de forma sub angular a sub redondeado de diametro promedio entre 0.30m a 0.40m con bajo porcentaje de humedad y buena resistencia a lxcavacion
SIMBOLOGIA							FOTOGRAFIA
Mab: Muestra alterada en bolsa Mib: Muestra inalterada en bloque Mit: Muestra inalterada en tubo ENSAYOS  Veleta  SPT  Penetrómetro  In Situ  Físico  Químico MUESTRA  Inalterada  Alterada  Agua							



PERFIL ESTRATIGRAFICO - ASTM D2488							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA				FECHA MUESTREO: 06/06/2025		CA - 05	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA				FECHA ANALISIS: 10/06/2025			
				COTA SUP.: 4507.21 COTA INF.: 4503.01			
COORDENADAS: N 8403117 E 225396 ZONA 19L				NIVEL FREATICO (m): 4.00			
PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 4.00				TIPO DE EXCAVACION: EXCAVACION MANUAL A CIELO ABIERTO - CALICATA			
ESC (m)	ESP (m)	PERFIL ESTRATIGRAFICO	CLASIFICACION SUCS	MUESTRA			DESCRIPCIÓN
				TIPO	N°	PROF.	
	0.30		O				Material edafico de cobertura color negro y presencia de raices.
	0.90		SM				Arena limosa de color blanquesino con presencia de material organico.
	0.70		SM - SC	Mab	M2	1.80	Arena limosa de color marron claro con presencia de estratos de menos 10 cm de arcilla color rojiza. Presencia de flujo de agua a 1.80m de profundidad
	2.10		SC	Mab	M2	4.00	Arena con acilla de color gris oscuro con alto contenido de humedad. Precencia de boloneria de diametro promedio de 0.50m y lentes de limo. Suelo con alta resistencia a la excavacion. Presencia de fujo de agua en el fondo de la calicata
SIMBOLOGIA							FOTOGRAFIA
Mab: Muestra alterada en bolsa Mib: Muestra inalterada en bloque Mit: Muestra inalterada en tubo ENSAYOS Veleta SPT Penetrómetro in Situ Físico Químico MUESTRA Inalterada Alterada Agua							

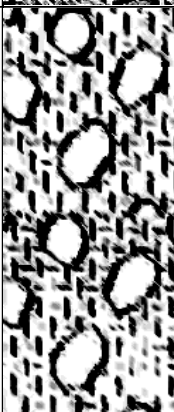
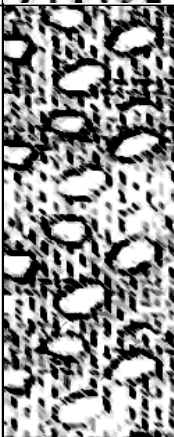


PERFIL ESTRATIGRAFICO - ASTM D2488							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA				FECHA MUESTREO: 06/06/2025		CA - 06	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA				FECHA ANALISIS: 10/06/2025			
				COTA SUP.: 4502.56 COTA INF.: 4499.36			
COORDENADAS: N 8403054 E 225322 ZONA 19L				NIVEL FREATICO (m): 1.40			
PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 3.20				TIPO DE EXCAVACION: EXCAVACION MANUAL A CIELO ABIERTO - CALICATA			
ESC (m)	ESP (m)	PERFIL ESTRATIGRAFICO	CLASIFICACION SUCS	MUESTRA			DESCRIPCIÓN
				TIPO	N°	PROF.	
	0.70		O				Material edafico de cobertura cplor negro y presencia de raices.
	0.50		SM - SC	Mab	M3	1.00	Arena limosa de color blanquesino amarillento, con presencia de material organico.
	1.00		GM	Mab	M2	2.00	Arena limo arcillosa con presencia de niveles de limo de color verduzco y lentes de gravilla con alto contenido de humedad. Presenta niveles de gravas arenosas con contenido de material organico (raices). A 1.40m presencia de flujos de agua atravez de los lentes de arena.
	1.00		SM	Mab	M1	3.20	Grava de limo de color gris oscuro. Clastos sub angulosos a subredondeados mayores a 3". Suelo aparentemente firme, con buena resistencia a la excavación.
SIMBOLOGIA							
Mab: Muestra alterada en bolsa Mib: Muestra inalterada en bloque Mit: Muestra inalterada en tubo ENSAYOS Veleta SPT Penetrómetro In Situ Físico Químico				MUESTRA Inalterada Alterada Agua			

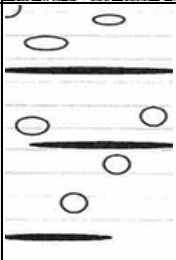
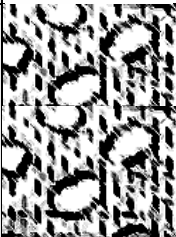
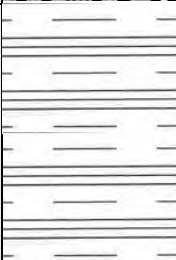


PERFIL ESTRATIGRAFICO - ASTM D2488							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVOIRIO SECTOR PACCOPAMPA				FECHA MUESTREO: 07/06/2025		CA - 07	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA				FECHA ANALISIS: 11/06/2025			
COORDENADAS: N 8403082 E 225233 ZONA 19L				COTA SUP.: 4503.44 COTA INF.: 4498.34			
PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 4.80				NIVEL FREATICO (m): NP			
				TIPO DE EXCAVACION: EXCAVACIÓN MANUAL A CIELO ABIERTO - CALICATA			
ESC (m)	ESP (m)	PERFIL ESTRATIGRAFICO	CLASIFICACION SUCS	MUESTRA			DESCRIPCIÓN
				TIPO	N°	PROF.	
	0.10		O				Material edafico de cobertura color gris oscuro con presencia de raíces
	0.80		SM				Arena limosa con gravas de color blanquesino
	1.10		SM - SC				Arena limo arcillosa de alta plasticidad al tacto de color rojizo. Presenta clastos sub redondeados de diametro mayores a 0.30m.
	2.80		ML	Mab	M3	4.50	Limo de baja plasticidad con alto contenido de humedad de color gris oscuro cuando esta humedo y gris blanquesino al secar. Suelo con baja resistencia a la excavacion sin presencia de agua. En partes de la estratigrafia se encontro niveles arcillosos con presencia de material organico. A 4.30m de la superficie se encuentra un estrato de arena limpia homogenia de 10cm de espesor. Se realizo ensayos de densidad en el fondo de excavación.
SIMBOLOGIA						FOTOGRAFIA	
Mab: Muestra alterada en bolsa Mib: Muestra inalterada en bloque Mit: Muestra inalterada en tubo ENSAYOS Veleta SPT Penetrómetro in Situ Físico Químico MUESTRA Inalterada Alterada Agua							



PERFIL ESTRATIGRAFICO - ASTM D2488							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVOIRIO SECTOR PACCOPAMPA				FECHA MUESTREO: 07/06/2025		CA - 08	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA				FECHA ANALISIS: 11/06/2025			
				COTA SUP.: 4500.05 COTA INF.: 4496.25			
COORDENADAS: N 8403072 E 225223 ZONA 19L				NIVEL FREATICO (m): NP			
PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 3.80				TIPO DE EXCAVACION: EXCAVACION MANUAL A CIELO ABIERTO - CALICATA			
ESC (m)	ESP (m)	PERFIL ESTRATIGRAFICO	CLASIFICACION SUCS	MUESTRA			DESCRIPCIÓN
				TIPO	Nº	PROF.	
	2.00		a				Capa superficial, color marron negruzco, con raices y ligera pedregosidad.
	4.00		a-1				Estrato de color pardo claro, con raices y clastos de 20cm de diametro, envueltos en matriz gravo limo arcillosa.
	1.40		SC	Mab	M1	2.00	Arena arcillosa, de color marron parduzco oscuro, con clastos de contorno subredondeado de hasta 30 cm de diametro en un 30% del total, moderadamente duro al excavar y de ligera plasticidad.
	1.50		SC - SC	Mab	M2	3.50	Arena limo arcillosa, de color marron parduzco claro, con clastos de contorno subanguloso a subredondeado de hasta 20 cm de diametro en un 20 % del total, de ligera plasticidad y moderadamente duro al excavar.
	0.30		SP - SM	Mab	M3	3.80	Arena mal graduada en matriz limosa, de color pardo grisaceo, con escasas gravas y clastos de hasta 8 cm de diametro y moderadamente suave al excavar.
SIMBOLOGIA						FOTOGRAFIA	
Mab: Muestra alterada en bolsa Mib: Muestra inalterada en bloque Mit: Muestra inalterada en tubo ENSAYOS  Veleta  SPT  Penetrómetro  in Situ  Físico  Químico MUESTRA  Inalterada  Alterada  Agua							

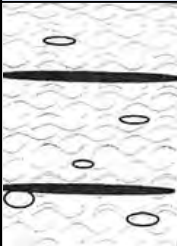


PERFIL ESTRATIGRAFICO - ASTM D2488							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA				FECHA MUESTREO: 07/06/2025		CA - 09	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA				FECHA ANALISIS: 11/06/2025			
COORDENADAS: N 8403125 E 225314 ZONA 19L				COTA SUP.: 4501.77 COTA INF.: 4597.27			
				NIVEL FREATICO (m): 3.30			
PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 4.50				TIPO DE EXCAVACION: EXCAVACION MANUAL A CIELO ABIERTO CALICATA			
ESC (m)	ESP (m)	PERFIL ESTRATIGRAFICO	CLASIFICACION SUCS	MUESTRA			DESCRIPCIÓN
				TIPO	N°	PROF.	
	0.20		a				Capa superficial color marron negruzco con raíces y ligera pedregosidad.
	0.50		1				Estrato de claro, con raíces y clatos de 20 cm de diametro, envuelto en matriz gravo limo arcillosa, duro al excavar.
	1.00		2			1.70	Alternancias de capas de color naranja (oxido de Fe), con turba negra, con presencia de clastos de contorno subredondeado de hasta 30 cm de diametro en un 20% de total y moderadamente duro al excavar.
	0.90		SC	Mab	M3	2.60	Arena arcillosa, de color pardo amarillento claro, con clastos de contorno subanguloso a subredondeado de hasta 30 cm de diametro en un 20 % del total, de ligera plasticidad y moderadamente duro al excavar.
	0.90		4	Mab	M2	3.50	Arena limo arcillosa, de ligera plasticidad, color pardo, con clastos de hasta 30 cm de diametro, de contorno subredondeado en un 30% del total y moderadamente duro al excavar a los 3.30 m se presenta un nivel de agua subterranea.
	1.00		ML	Mab	M1	4.50	Limo arenoso inorganico, de color pardo claro, con escasa presencia de carbonatos en su composicion, se trata de capas centimetricas de color pardo blanquesino, pardo rosaceo a pardo grisaceo claro y moderadamente suave al excavar.
SIMBOLOGIA						FOTOGRAFIA	
Mab: Muestra alterada en bolsa Mib: Muestra inalterada en bloque Mit: Muestra inalterada en tubo ENSAYOS  Veleta  SPT  Penetrómetro  in Situ  Físico  Químico MUESTRA  Inalterada  Alterada  Agua							



PERFIL ESTRATIGRAFICO - ASTM D2488							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA				FECHA MUESTREO: 07/06/2025		CA - 10	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA				FECHA ANALISIS: 11/06/2025			
				COTA SUP.: 4505.12 COTA INF.: 4501.42			
COORDENADAS: N 8403122 E 225319 ZONA 19L				NIVEL FREATICO (m): NP			
PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 3.70				TIPO DE EXCAVACIÓN: EXCAVACION MANUAL A CIELO ABIERTO - CALICATA			
ESC (m)	ESP (m)	PERFIL ESTRATIGRAFICO	CLASIFICACION SUCS	MUESTRA			DESCRIPCIÓN
				TIPO	N°	PROF.	
	0.30		a			0.30	Capa superficial, color marron negruzco, con raices, material organica y ligera pedregosidad.
	0.30		a1			0.60	Estrato de color amarillonto, con pintas naranjas y clastos de hasta 10 cm de diametro en un 10 % del total, envueltos en matriz limo
	0.70		1		M1	1.30	Capa de color pardo rosaceo con clastos de hasta 10 cm de diametro en un 20% del total, duro al excavar, envueltos en una matriz areno arcillosa.
	1.00		SM	Mab	M2	2.30	Arena limo arcillosa, de color marron parduzco, con clastos de contorno subangulosos a subredondeado de hasta 30 cm de diametro en un 20% del total y duro al excavar.
	1.40		SC	Mab	M3	3.70	Arena arcillosa, de color pardo verdoso claro, con clastos de hasta 30 cm de diametro, de contorno subanguloso a subredondeado en un 30% a 40% del total y duro al excavar.
SIMBOLOGIA						FOTOGRAFIA	
Mab: Muestra alterada en bolsa Mib: Muestra inalterada en bloque Mit: Muestra inalterada en tubo ENSAYOS Veleta SPT Penetrómetro in Situ Físico Químico MUESTRA Inalterada Alterada Agua							



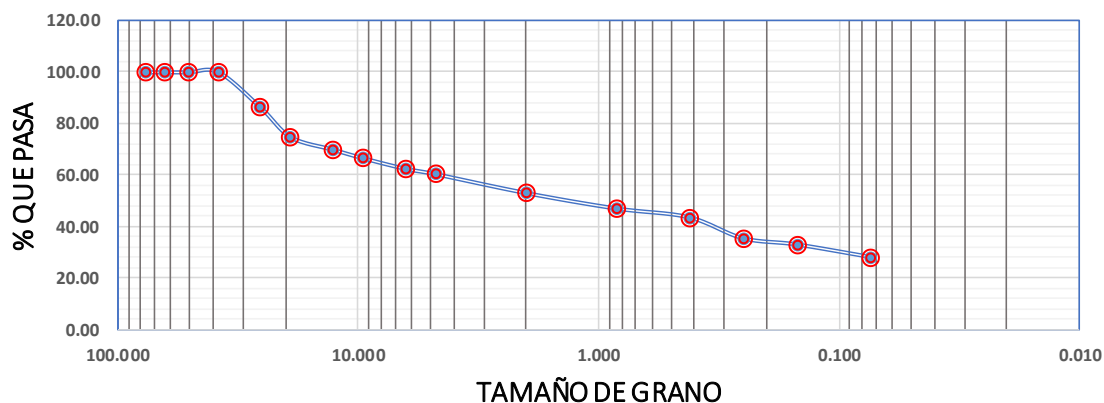
PERFIL ESTRATIGRAFICO - ASTM D2488							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA				FECHA MUESTREO: 07/06/2025		CA - 11	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA				FECHA ANALISIS: 11/06/2025			
				COTA SUP.: 4502.93 COTA INF.: 44.99.33			
COORDENADAS: N 8403144 E 225334 ZONA 19L				NIVEL FREATICO (m): NP			
PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 3.60				TIPO DE EXCAVACION: EXCAVACION MANUAL A CIELO ABIERTO - CALICATA			
ESC (m)	ESP (m)	PERFIL ESTRATIGRAFICO	CLASIFICACION SUCS	MUESTRA			DESCRIPCIÓN
				TIPO	N°	PROF.	
	0.8		a			0.8	Capa superficial, color marron negruzco, con presencia de lentes de turba, raices, materia organica y escasa pedregosidad.
	1.4		SC	Mab	M1	2.2	Arena arcillosa, de color pardo amarillento claro, con presencia de raices, escasos clastos y escasa presencia de carbonatos, suave al excavar. Nivel de agua a los 1.20 m de profundidad.
	1.4		SM-SC	Mab	M2	3.6	Arena limo arcillosa, color pardo, con clastos de hasta 40 cm de diametro, de contorno sabanguloso a subredondeado, principalmente de rocas volcanicas, en un 40 % del total, con excasa presencia de carbonatos en su composicion y moderadamente duro al excavar.
SIMBOLOGIA							FOTOGRAFIA
Mab: Muestra alterada en bolsa Mib: Muestra inalterada en bloque Mit: Muestra inalterada en tubo ENSAYOS  Veleta  SPT  Penetrómetro  in Situ  Físico  Químico MUESTRA  Inalterada  Alterada  Agua <td></td>							



ANEXOS GEOTECNIA – TAMIZADO, LIMITES, CLASIF. SUCS Y C. H.

ANÁLISIS MECANICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D-422)							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA						FECHA MUESTREO: 10/06/2024	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA						FECHA ANALISIS: 15/06/2024	
MALLA		Muestra: C-1 M-1					
		Peso Muestra Seco			975.4	Numero de posillo	11
		Peso Muestra Lavado Seco			733.4	Peso del posillo	549
ASTM	Abertura	Peso Perdido en Lavado			242.00		
#	mm	Peso Ret.(gr)	% Ret Parcial	% Acum. Pasa	% que pasa	RESUTADOS	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	% Grava	39.70%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	% Arena	32.21%
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	% Finos	28.09%
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Hum. natural	11.46%
1"	25.400	135.60	13.90	13.90	86.10	LL	25.55%
3/4"	19.050	111.50	11.43	25.33	74.67	LP	21.31%
1/2"	12.700	47.30	4.85	30.18	69.82	IP	4.24%
3/8"	9.525	32.50	3.33	33.51	66.49	Clasif. SUCS	GM-GC
1/4"	6.350	40.10	4.11	37.63	62.37		
N-4	4.760	20.20	2.07	39.70	60.30		
N-10	2.000	71.70	7.35	47.05	52.95		
N° 20	0.840	58.90	6.04	53.09	46.91		
N° 40	0.420	33.00	3.38	56.47	43.53		
N-60	0.250	79.80	8.18	64.65	35.35		
N-100	0.149	23.80	2.44	67.09	32.91		
N-200	0.074	47.00	4.82	71.91	28.09		
PL-P. LAV		274.00	28.09	100.00	0.00		
TOTAL		975.40	100.00				

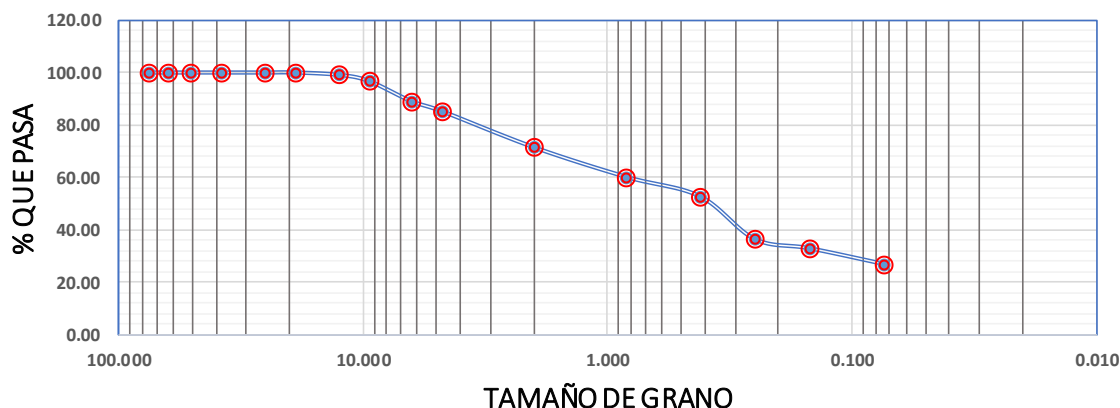
CURVA GRANULOMETRICA





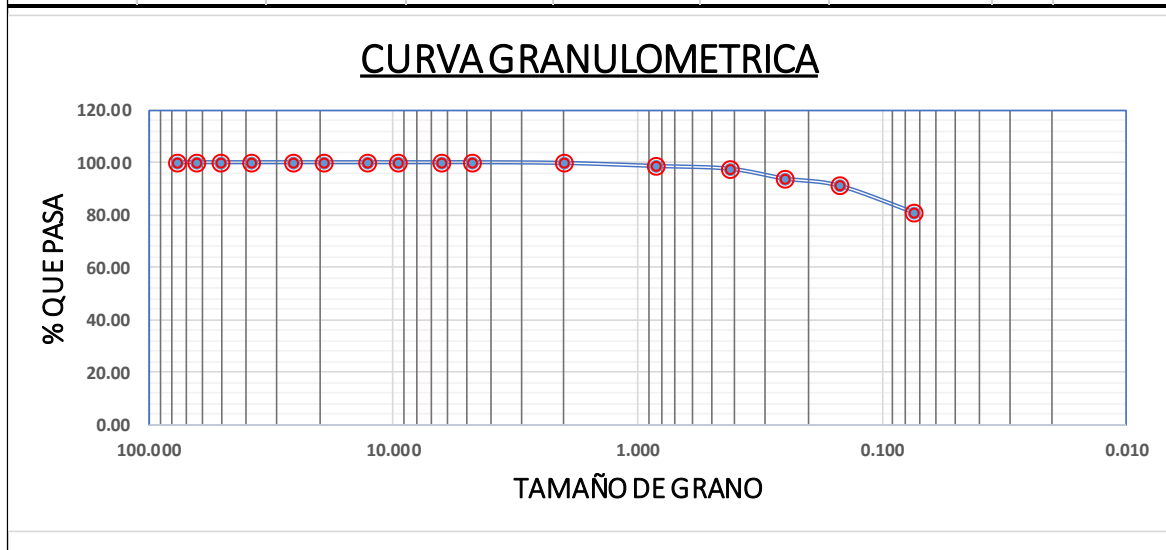
ANÁLISIS MECANICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D-422)							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA						FECHA MUESTREO: 10/06/2024	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA						FECHA ANALISIS: 15/06/2024	
MALLA		Muestra: C-2 M-1					
		Peso Muestra Seco			988	Numero de posillo	10
		Peso Muestra Lavado Seco			754.6	Peso del posillo	599
ASTM	Abertura	Peso Perdido en Lavado			233.40		
#	mm	Peso Ret.(gr)	% Ret Parcial	% Acum. Pasa	% que pasa	RESULTADOS	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	% Grava	14.81%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	% Arena	58.42%
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	% Finos	26.77%
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Hum. natural	25.08%
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	LL	35.66%
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	LP	28.32%
1/2"	12.700	8.60	0.87	0.87	99.13	IP	7.34%
3/8"	9.525	22.80	2.31	3.18	96.82	Clasif. SUCS	SC
1/4"	6.350	77.20	7.81	10.99	89.01		
N-4	4.760	37.70	3.82	14.81	85.19		
N-10	2.000	136.40	13.81	28.61	71.39		
N° 20	0.840	111.60	11.30	39.91	60.09		
N° 40	0.420	73.10	7.40	47.31	52.69		
N-60	0.250	161.90	16.39	63.69	36.31		
N-100	0.149	34.80	3.52	67.22	32.78		
N-200	0.074	59.40	6.01	73.23	26.77		
PL-P. LAV		264.50	26.77	100.00	0.00		
TOTAL		988.00	100.00				

CURVA GRANULOMETRICA





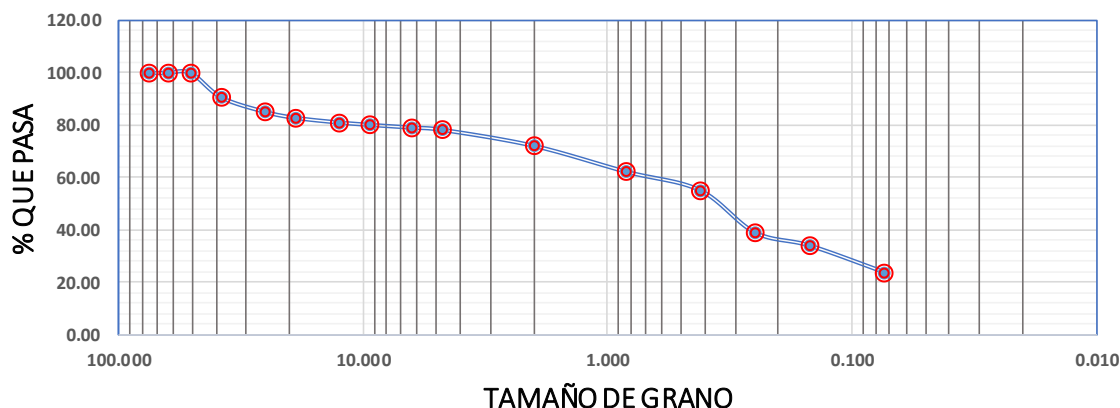
ANÁLISIS MECANICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D-422)							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA						FECHA MUESTREO: 10/06/2024	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA						FECHA ANALISIS: 15/06/2024	
MALLA		Muestra: C-2 M-2					
		Peso Muestra Seco			959.9	Numero de posillo	12
		Peso Muestra Lavado Seco			239.5	Peso del posillo	459
ASTM	Abertura	Peso Perdido en Lavado			720.40		
#	mm	Peso Ret.(gr)	% Ret Parcial	% Acum. Pasa	% que pasa	RESULTADOS	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	% Grava	0.00%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	% Arena	18.97%
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	% Finos	81.03%
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Hum. natural	26.38%
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	LL	25.93%
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	LP	19.16%
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	IP	6.77%
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasif. SUCS	ML-CL
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
N-4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00		
N-10	2.000	2.60	0.27	0.27	99.73		
N° 20	0.840	11.10	1.16	1.43	98.57		
N° 40	0.420	9.90	1.03	2.46	97.54		
N-60	0.250	35.80	3.73	6.19	93.81		
N-100	0.149	26.00	2.71	8.90	91.10		
N-200	0.074	96.70	10.07	18.97	81.03		
PL-P. LAV		777.80	81.03	100.00	0.00		
TOTAL		959.90	100.00				





ANÁLISIS MECANICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D-422)							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA						FECHA MUESTREO: 10/06/2024	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA						FECHA ANALISIS: 15/06/2024	
MALLA		Muestra: C-2 M-3					
		Peso Muestra Seco			978.8	Numero de posillo	13
		Peso Muestra Lavado Seco			810.4	Peso del posillo	457
ASTM	Abertura	Peso Perdido en Lavado			168.40		
#	mm	Peso Ret.(gr)	% Ret Parcial	% Acum. Pasa	% que pasa	RESULTADOS	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	% Grava	21.78%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	% Arena	54.46%
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	% Finos	23.75%
1 1/2"	38.100	91.40	9.34	9.34	90.66	Hum. natural	13.86%
1"	25.400	53.60	5.48	14.81	85.19	LL	21.00%
3/4"	19.050	23.10	2.36	17.17	82.83	LP	18.80%
1/2"	12.700	17.30	1.77	18.94	81.06	IP	2.20%
3/8"	9.525	8.80	0.90	19.84	80.16	Clasif. SUCS	SM
1/4"	6.350	10.60	1.08	20.92	79.08		
N-4	4.760	8.40	0.86	21.78	78.22		
N-10	2.000	60.30	6.16	27.94	72.06		
N° 20	0.840	96.70	9.88	37.82	62.18		
N° 40	0.420	69.10	7.06	44.88	55.12		
N-60	0.250	158.30	16.17	61.05	38.95		
N-100	0.149	49.50	5.06	66.11	33.89		
N-200	0.074	99.20	10.13	76.25	23.75		
PL-P. LAV		232.50	23.75	100.00	0.00		
TOTAL		978.80	100.00				

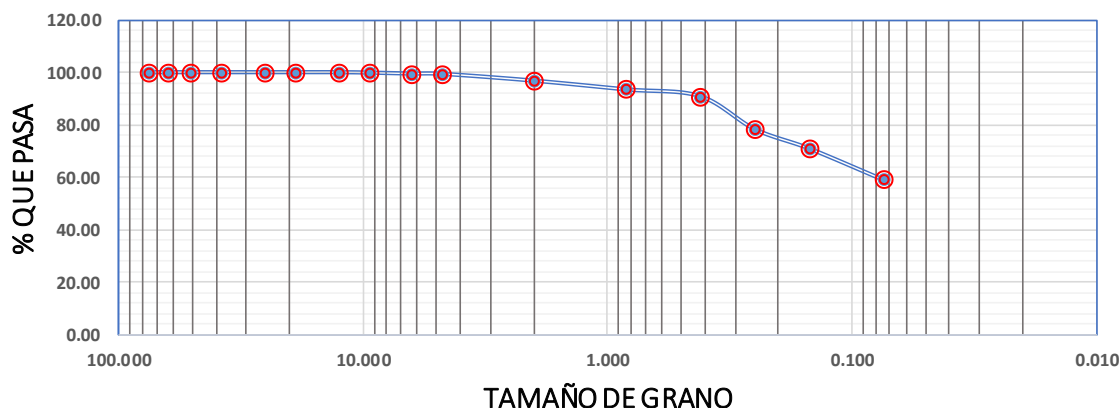
CURVA GRANULOMETRICA





ANÁLISIS MECANICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D-422)							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA						FECHA MUESTREO: 10/06/2024	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA						FECHA ANALISIS: 15/06/2024	
MALLA		Muestra: C-3 M-1					
		Peso Muestra Seco			957.2	Numero de posillo	13
		Peso Muestra Lavado Seco			414	Peso del posillo	457
ASTM	Abertura	Peso Perdido en Lavado			543.20		
#	mm	Peso Ret.(gr)	% Ret Parcial	% Acum. Pasa	% que pasa	RESULTADOS	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	% Grava	0.63%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	% Arena	40.37%
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	% Finos	59.01%
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Hum. natural	35.57%
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	LL	40.48%
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	LP	31.13%
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	IP	9.35%
3/8"	9.525	1.40	0.15	0.15	99.85	Clasif. SUCS	ML
1/4"	6.350	3.50	0.37	0.51	99.49		
N-4	4.760	1.10	0.11	0.63	99.37		
N-10	2.000	24.80	2.59	3.22	96.78		
N° 20	0.840	31.80	3.32	6.54	93.46		
N° 40	0.420	24.30	2.54	9.08	90.92		
N-60	0.250	120.30	12.57	21.65	78.35		
N-100	0.149	71.10	7.43	29.07	70.93		
N-200	0.074	114.10	11.92	40.99	59.01		
PL-P. LAV		564.80	59.01	100.00	0.00		
TOTAL		957.20	100.00				

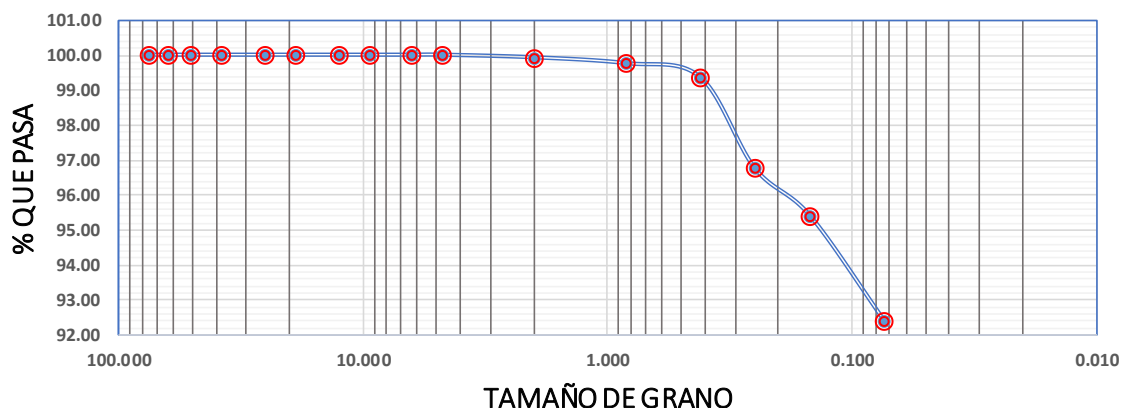
CURVA GRANULOMETRICA





ANÁLISIS MECANICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D-422)							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA						FECHA MUESTREO: 10/06/2024	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA						FECHA ANALISIS: 15/06/2024	
MALLA		Muestra: C-3 M-2					
		Peso Muestra Seco			956.3	Numero de posillo	14
		Peso Muestra Lavado Seco			94.6	Peso del posillo	544
ASTM	Abertura	Peso Perdido en Lavado			861.7		
#	mm	Peso Ret.(gr)	% Ret Parcial	% Acum. Pasa	% que pasa	RESULTADOS	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	% Grava	0.00%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	% Arena	7.59%
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	% Finos	92.41%
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Hum. natural	37.06%
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	LL	38.19%
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	LP	30.11%
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	IP	8.08%
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasif. SUCS	ML
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
N-4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00		
N-10	2.000	0.70	0.07	0.07	99.93		
N° 20	0.840	1.60	0.17	0.24	99.76		
N° 40	0.420	3.70	0.39	0.63	99.37		
N-60	0.250	25.00	2.61	3.24	96.76		
N-100	0.149	12.90	1.35	4.59	95.41		
N-200	0.074	28.70	3.00	7.59	92.41		
PL-P. LAV		883.7	92.41	100.00	0.00		
TOTAL		956.30	100.00				

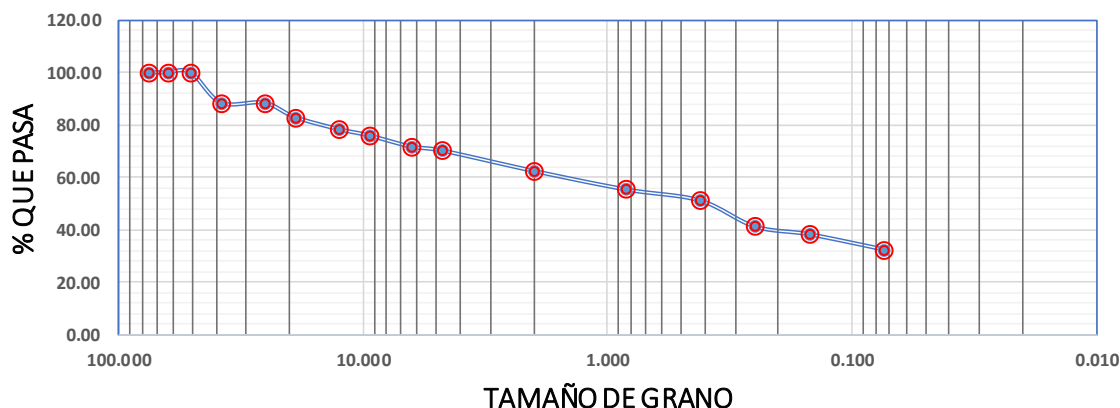
CURVA GRANULOMETRICA





ANÁLISIS MECANICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D-422)							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA						FECHA MUESTREO: 10/06/2024	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA						FECHA ANALISIS: 15/06/2024	
MALLA		Muestra: C-3 M-3					
		Peso Muestra Seco			955.3	Numero de posillo	15
		Peso Muestra Lavado Seco			696.8	Peso del posillo	544
ASTM	Abertura	Peso Perdido en Lavado			258.5		
#	mm	Peso Ret.(gr)	% Ret Parcial	% Acum. Pasa	% que pasa	RESULTADOS	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	% Grava	29.80%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	% Arena	37.74%
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	% Finos	32.46%
1 1/2"	38.100	110.50	11.57	11.57	88.43	Hum. natural	37.06%
1"	25.400	0.00	0.00	11.57	88.43	LL	38.19%
3/4"	19.050	52.20	5.46	17.03	82.97	LP	30.11%
1/2"	12.700	43.50	4.55	21.58	78.42	IP	8.08%
3/8"	9.525	22.90	2.40	23.98	76.02	Clasif. SUCS	ML
1/4"	6.350	41.50	4.34	28.33	71.67		
N-4	4.760	14.10	1.48	29.80	70.20		
N-10	2.000	74.70	7.82	37.62	62.38		
N° 20	0.840	67.30	7.04	44.67	55.33		
N° 40	0.420	39.90	4.18	48.84	51.16		
N-60	0.250	94.80	9.92	58.77	41.23		
N-100	0.149	28.70	3.00	61.77	38.23		
N-200	0.074	55.10	5.77	67.54	32.46		
PL-P. LAV		310.1	32.46	100.00	0.00		
TOTAL		955.30	100.00				

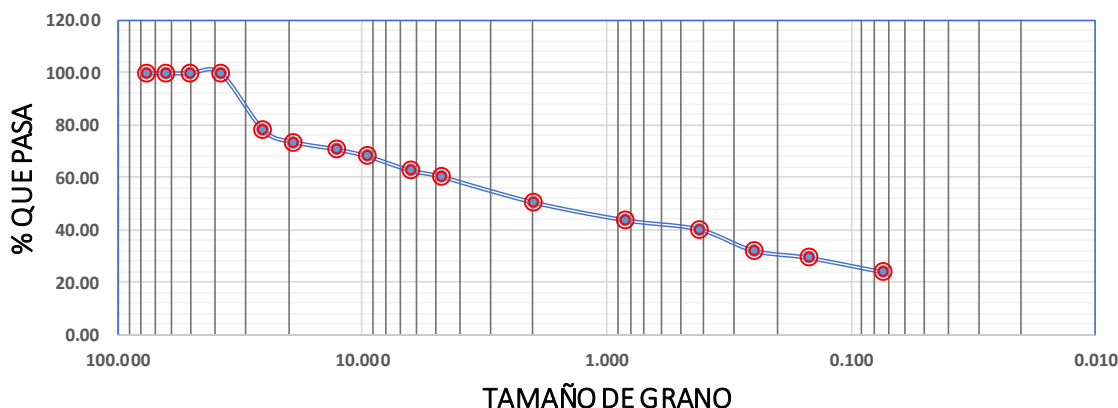
CURVA GRANULOMETRICA





ANÁLISIS MECANICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D-422)							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA						FECHA MUESTREO: 10/06/2024	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA						FECHA ANALISIS: 15/06/2024	
MALLA		Muestra: C-4 M-1					
		Peso Muestra Seco			975.4	Numero de posillo	16
		Peso Muestra Lavado Seco			766.8	Peso del posillo	537
ASTM	Abertura	Peso Perdido en Lavado			208.6		
#	mm	Peso Ret.(gr)	% Ret Parcial	% Acum. Pasa	% que pasa	RESULTADOS	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	% Grava	39.51%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	% Arena	36.37%
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	% Finos	24.11%
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Hum. natural	9.32%
1"	25.400	212.40	21.78	21.78	78.22	LL	30.79%
3/4"	19.050	43.80	4.49	26.27	73.73	LP	27.26%
1/2"	12.700	27.70	2.84	29.11	70.89	IP	3.53%
3/8"	9.525	25.80	2.65	31.75	68.25	Clasif. SUCS	GM
1/4"	6.350	52.30	5.36	37.11	62.89		
N-4	4.760	23.40	2.40	39.51	60.49		
N-10	2.000	95.00	9.74	49.25	50.75		
N° 20	0.840	66.60	6.83	56.08	43.92		
N° 40	0.420	34.10	3.50	59.58	40.42		
N-60	0.250	79.30	8.13	67.71	32.29		
N-100	0.149	27.00	2.77	70.47	29.53		
N-200	0.074	52.80	5.41	75.89	24.11		
PL-P. LAV		235.2	24.11	100.00	0.00		
TOTAL		975.40	100.00				

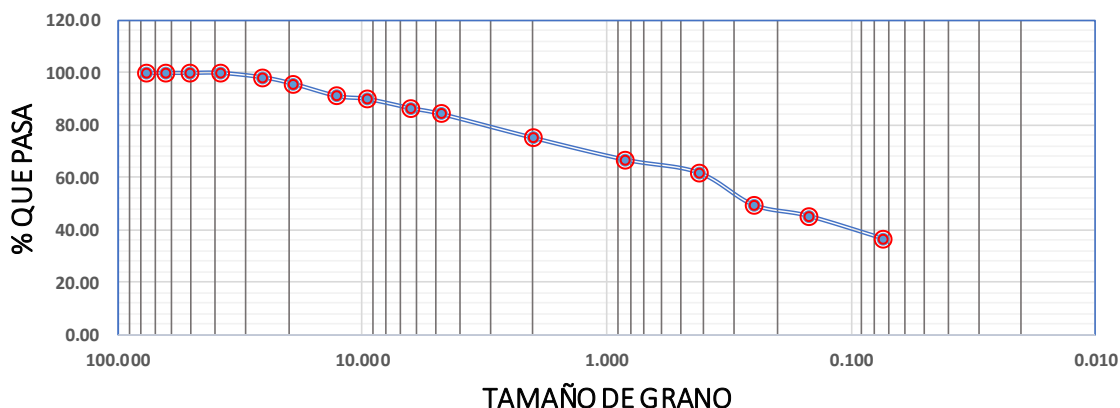
CURVA GRANULOMETRICA





ANÁLISIS MECANICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D-422)							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA						FECHA MUESTREO: 10/06/2024	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA						FECHA ANALISIS: 15/06/2024	
MALLA		Muestra: C-4 M-2					
		Peso Muestra Seco			988	Numero de posillo	17
		Peso Muestra Lavado Seco			673.6	Peso del posillo	587
ASTM	Abertura	Peso Perdido en Lavado			314.4		
#	mm	Peso Ret.(gr)	% Ret Parcial	% Acum. Pasa	% que pasa	RESULTADOS	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	% Grava	15.70%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	% Arena	47.54%
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	% Finos	36.76%
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Hum. natural	8.93%
1"	25.400	17.30	1.75	1.75	98.25	LL	20.96%
3/4"	19.050	24.80	2.51	4.26	95.74	LP	16.06%
1/2"	12.700	45.40	4.60	8.86	91.14	IP	4.90%
3/8"	9.525	11.30	1.14	10.00	90.00	Clasif. SUCS	SM-SC
1/4"	6.350	34.50	3.49	13.49	86.51		
N-4	4.760	21.80	2.21	15.70	84.30		
N-10	2.000	90.10	9.12	24.82	75.18		
N° 20	0.840	82.60	8.36	33.18	66.82		
N° 40	0.420	48.70	4.93	38.11	61.89		
N-60	0.250	121.80	12.33	50.44	49.56		
N-100	0.149	41.80	4.23	54.67	45.33		
N-200	0.074	84.70	8.57	63.24	36.76		
PL-P. LAV		363.2	36.76	100.00	0.00		
TOTAL		988.00	100.00				

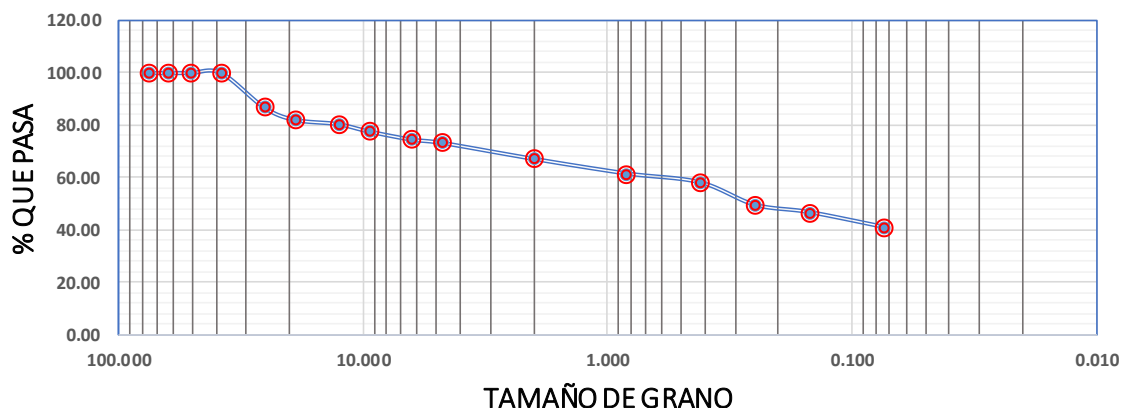
CURVA GRANULOMETRICA





ANÁLISIS MECANICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D-422)							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA						FECHA MUESTREO: 10/06/2024	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA						FECHA ANALISIS: 15/06/2024	
MALLA		Muestra: C-5 M-1					
		Peso Muestra Seco			959.9	Numero de posillo	18
		Peso Muestra Lavado Seco			601	Peso del posillo	591
ASTM	Abertura	Peso Perdido en Lavado			358.9		
#	mm	Peso Ret.(gr)	% Ret Parcial	% Acum. Pasa	% que pasa	RESULTADOS	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	% Grava	26.85%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	% Arena	32.25%
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	% Finos	40.90%
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Hum. natural	9.62%
1"	25.400	127.00	13.23	13.23	86.77	LL	36.25%
3/4"	19.050	45.70	4.76	17.99	82.01	LP	28.05%
1/2"	12.700	15.80	1.65	19.64	80.36	IP	8.20%
3/8"	9.525	26.60	2.77	22.41	77.59	Clasif. SUCS	SC
1/4"	6.350	30.40	3.17	25.58	74.42		
N-4	4.760	12.20	1.27	26.85	73.15		
N-10	2.000	59.00	6.15	32.99	67.01		
N° 20	0.840	53.30	5.55	38.55	61.45		
N° 40	0.420	32.60	3.40	41.94	58.06		
N-60	0.250	82.70	8.62	50.56	49.44		
N-100	0.149	27.40	2.85	53.41	46.59		
N-200	0.074	54.60	5.69	59.10	40.90		
PL-P. LAV		392.6	40.90	100.00	0.00		
TOTAL		959.90	100.00				

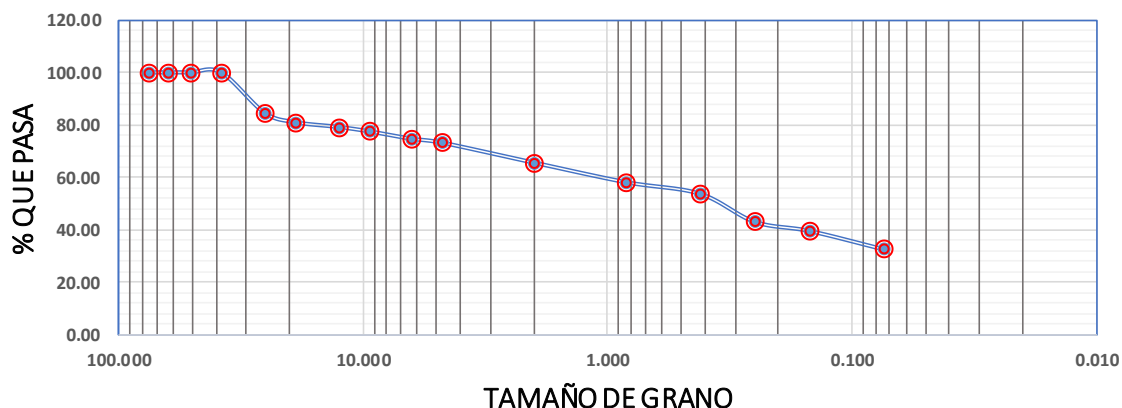
CURVA GRANULOMETRICA





ANÁLISIS MECANICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D-422)							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA						FECHA MUESTREO: 10/06/2024	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA						FECHA ANALISIS: 15/06/2024	
MALLA		Muestra: C-5 M-2					
		Peso Muestra Seco			978.8	Numero de posillo	19
		Peso Muestra Lavado Seco			710.8	Peso del posillo	485
ASTM	Abertura	Peso Perdido en Lavado			268		
#	mm	Peso Ret.(gr)	% Ret Parcial	% Acum. Pasa	% que pasa	RESULTADOS	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	% Grava	26.73%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	% Arena	40.59%
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	% Finos	32.68%
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Hum. natural	8.40%
1"	25.400	149.00	15.22	15.22	84.78	LL	26.89%
3/4"	19.050	36.30	3.71	18.93	81.07	LP	20.22%
1/2"	12.700	17.50	1.79	20.72	79.28	IP	6.67%
3/8"	9.525	16.10	1.64	22.36	77.64	Clasif. SUCS	SM-SC
1/4"	6.350	28.10	2.87	25.23	74.77		
N-4	4.760	14.60	1.49	26.73	73.27		
N-10	2.000	74.40	7.60	34.33	65.67		
N° 20	0.840	72.70	7.43	41.76	58.24		
N° 40	0.420	42.80	4.37	46.13	53.87		
N-60	0.250	104.70	10.70	56.82	43.18		
N-100	0.149	34.10	3.48	60.31	39.69		
N-200	0.074	68.60	7.01	67.32	32.68		
PL-P. LAV		319.9	32.68	100.00	0.00		
TOTAL		978.80	100.00				

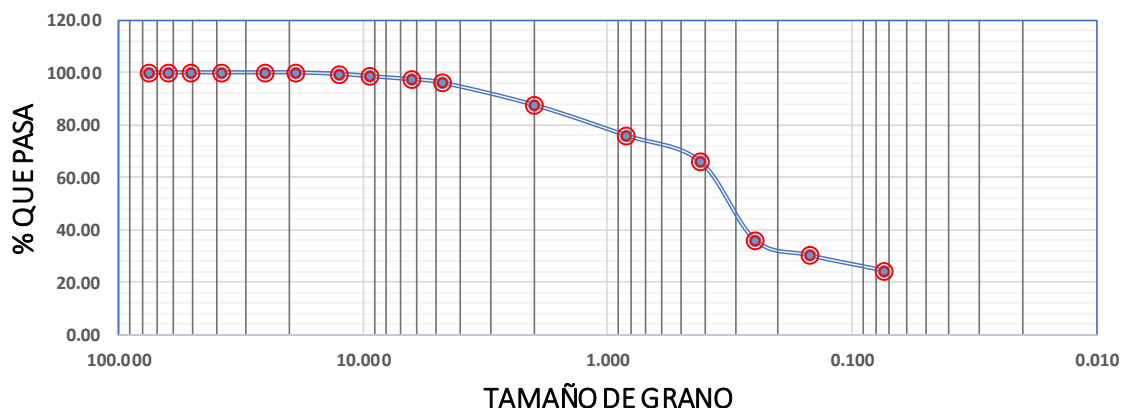
CURVA GRANULOMETRICA





ANÁLISIS MECANICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D-422)							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA						FECHA MUESTREO: 10/06/2024	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA						FECHA ANALISIS: 15/06/2024	
MALLA		Muestra: C-6 M-1					
		Peso Muestra Seco			957.2	Numero de posillo	20
		Peso Muestra Lavado Seco			742.8	Peso del posillo	496
ASTM	Abertura	Peso Perdido en Lavado			214.4		
#	mm	Peso Ret.(gr)	% Ret Parcial	% Acum. Pasa	% que pasa	RESULTADOS	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	% Grava	3.88%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	% Arena	71.62%
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	% Finos	24.51%
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Hum. natural	22.99%
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	LL	34.41%
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	LP	31.11%
1/2"	12.700	5.00	0.52	0.52	99.48	IP	3.30%
3/8"	9.525	8.30	0.87	1.39	98.61	Clasif. SUCS	SM
1/4"	6.350	11.80	1.23	2.62	97.38		
N-4	4.760	12.00	1.25	3.88	96.12		
N-10	2.000	81.40	8.50	12.38	87.62		
N° 20	0.840	111.10	11.61	23.99	76.01		
N° 40	0.420	94.10	9.83	33.82	66.18		
N-60	0.250	287.10	29.99	63.81	36.19		
N-100	0.149	56.30	5.88	69.69	30.31		
N-200	0.074	55.50	5.80	75.49	24.51		
PL-P. LAV		234.6	24.51	100.00	0.00		
TOTAL		957.20	100.00				

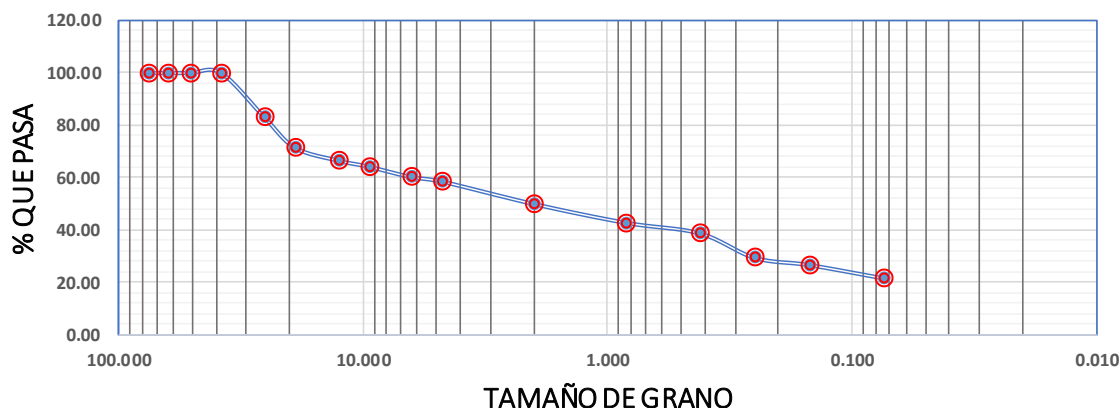
CURVA GRANULOMETRICA





ANÁLISIS MECANICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D-422)							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA						FECHA MUESTREO: 10/06/2024	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA						FECHA ANALISIS: 15/06/2024	
MALLA		Muestra: C-6 M-2					
		Peso Muestra Seco			956.3	Numero de posillo	21
		Peso Muestra Lavado Seco			784.1	Peso del posillo	503
ASTM	Abertura	Peso Perdido en Lavado			172.2		
#	mm	Peso Ret.(gr)	% Ret Parcial	% Acum. Pasa	% que pasa	RESULTADOS	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	% Grava	41.42%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	% Arena	36.93%
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	% Finos	21.65%
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Hum. natural	9.72%
1"	25.400	160.70	16.80	16.80	83.20	LL	19.65%
3/4"	19.050	111.40	11.65	28.45	71.55	LP	16.59%
1/2"	12.700	47.30	4.95	33.40	66.60	IP	3.06%
3/8"	9.525	22.00	2.30	35.70	64.30	Clasif. SUCS	GM
1/4"	6.350	38.50	4.03	39.73	60.27		
N-4	4.760	16.20	1.69	41.42	58.58		
N-10	2.000	81.90	8.56	49.98	50.02		
N° 20	0.840	68.60	7.17	57.16	42.84		
N° 40	0.420	38.30	4.01	61.16	38.84		
N-60	0.250	89.40	9.35	70.51	29.49		
N-100	0.149	26.40	2.76	73.27	26.73		
N-200	0.074	48.60	5.08	78.35	21.65		
PL-P. LAV		207	21.65	100.00	0.00		
TOTAL		956.30	100.00				

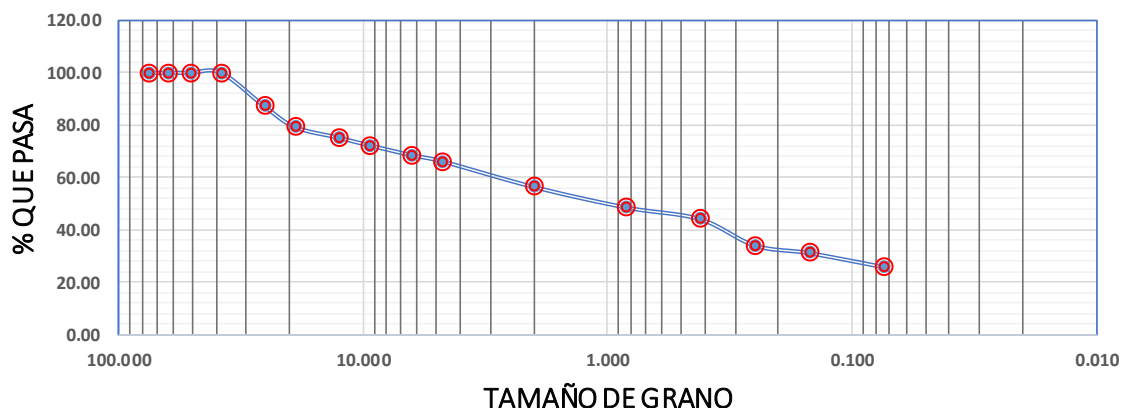
CURVA GRANULOMETRICA





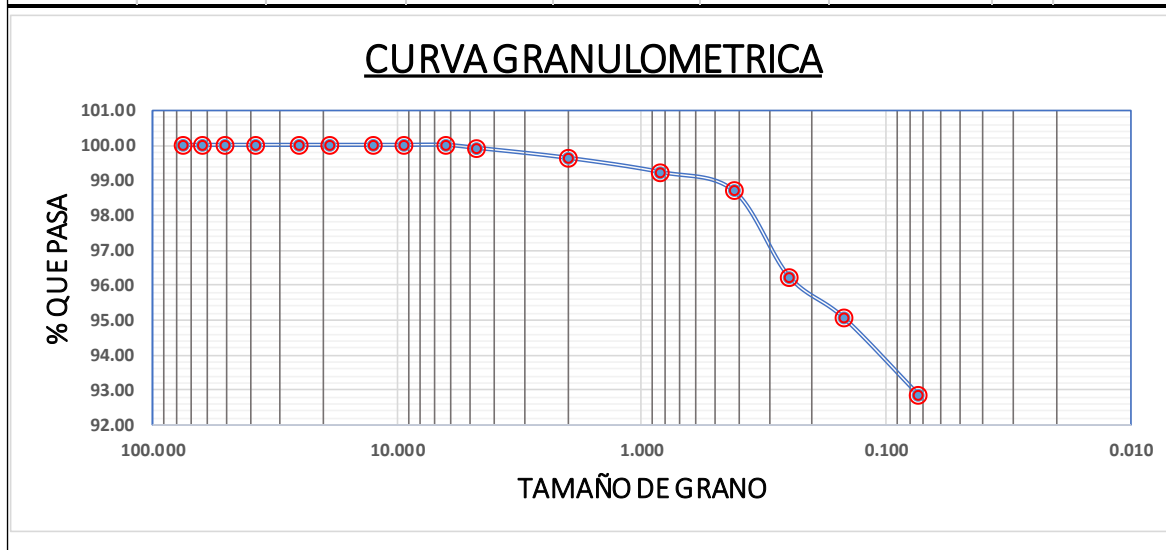
ANÁLISIS MECANICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D-422)							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA						FECHA MUESTREO: 10/06/2024	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA						FECHA ANALISIS: 15/06/2024	
MALLA		Muestra: C-6 M-3					
		Peso Muestra Seco			955.4	Numero de posillo	22
		Peso Muestra Lavado Seco			739.6	Peso del posillo	574
ASTM	Abertura	Peso Perdido en Lavado			215.8		
#	mm	Peso Ret.(gr)	% Ret Parcial	% Acum. Pasa	% que pasa	RESULTADOS	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	% Grava	33.65%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	% Arena	40.27%
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	% Finos	26.08%
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Hum. natural	11.89%
1"	25.400	120.90	12.65	12.65	87.35	LL	23.68%
3/4"	19.050	76.00	7.95	20.61	79.39	LP	18.48%
1/2"	12.700	38.20	4.00	24.61	75.39	IP	5.20%
3/8"	9.525	27.50	2.88	27.49	72.51	Clasif. SUCS	SM-SC
1/4"	6.350	36.60	3.83	31.32	68.68		
N-4	4.760	22.30	2.33	33.65	66.35		
N-10	2.000	93.60	9.80	43.45	56.55		
N° 20	0.840	74.40	7.79	51.24	48.76		
N° 40	0.420	42.00	4.40	55.63	44.37		
N-60	0.250	96.00	10.05	65.68	34.32		
N-100	0.149	27.90	2.92	68.60	31.40		
N-200	0.074	50.80	5.32	73.92	26.08		
PL-P. LAV		249.2	26.08	100.00	0.00		
TOTAL		955.40	100.00				

CURVA GRANULOMETRICA





ANÁLISIS MECANICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D-422)							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA						FECHA MUESTREO: 10/06/2024	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA						FECHA ANALISIS: 15/06/2024	
MALLA		Muestra: C-6 M-3					
		Peso Muestra Seco			966.7	Numero de posillo	23
		Peso Muestra Lavado Seco			82.3	Peso del posillo	498
ASTM	Abertura	Peso Perdido en Lavado			884.4		
#	mm	Peso Ret.(gr)	% Ret Parcial	% Acum. Pasa	% que pasa	RESULTADOS	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	% Grava	0.08%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	% Arena	7.07%
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	% Finos	92.85%
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Hum. natural	33.41%
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	LL	38.27%
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	LP	29.21%
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	IP	9.06%
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasif. SUCS	ML
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
N-4	4.760	0.80	0.08	0.08	99.92		
N-10	2.000	2.80	0.29	0.37	99.63		
N° 20	0.840	3.90	0.40	0.78	99.22		
N° 40	0.420	5.20	0.54	1.31	98.69		
N-60	0.250	23.70	2.45	3.77	96.23		
N-100	0.149	11.50	1.19	4.96	95.04		
N-200	0.074	21.20	2.19	7.15	92.85		
PL-P. LAV		897.6	92.85	100.00	0.00		
TOTAL		966.70	100.00				

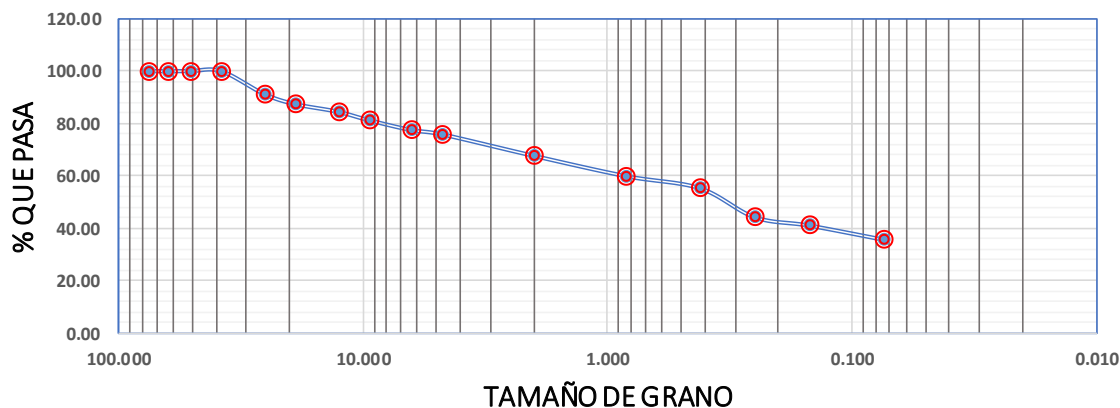




ANÁLISIS MECANICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D-422)							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA						FECHA MUESTREO: 10/06/2024	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA						FECHA ANALISIS: 15/06/2024	
MALLA		Muestra: C-8 M-1					
		Peso Muestra Seco			959.9	Numero de posillo	2
		Peso Muestra Lavado Seco			632.2	Peso del posillo	145.2
ASTM	Abertura	Peso Perdido en Lavado			327.7		
#	mm	Peso Ret.(gr)	% Ret Parcial	% Acum. Pasa	% que pasa	RESULTADOS	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	% Grava	24.04%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	% Arena	40.10%
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	% Finos	35.86%
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Hum. natural	6.71%
1"	25.400	83.60	8.71	8.71	91.29	LL	29.62%
3/4"	19.050	36.50	3.80	12.51	87.49	LP	22.13%
1/2"	12.700	28.10	2.93	15.44	84.56	IP	7.49%
3/8"	9.525	30.40	3.17	18.61	81.39	Clasif. SUCS	SC
1/4"	6.350	36.70	3.82	22.43	77.57		
N-4	4.760	15.50	1.61	24.04	75.96		
N-10	2.000	78.70	8.20	32.24	67.76		
N° 20	0.840	73.90	7.70	39.94	60.06		
N° 40	0.420	44.10	4.59	44.54	55.46		
N-60	0.250	106.00	11.04	55.58	44.42		
N-100	0.149	30.50	3.18	58.76	41.24		
N-200	0.074	51.70	5.39	64.14	35.86		
PL-P. LAV		344.2	35.86	100.00	0.00		
TOTAL		959.90	100.00				



CURVA GRANULOMETRICA

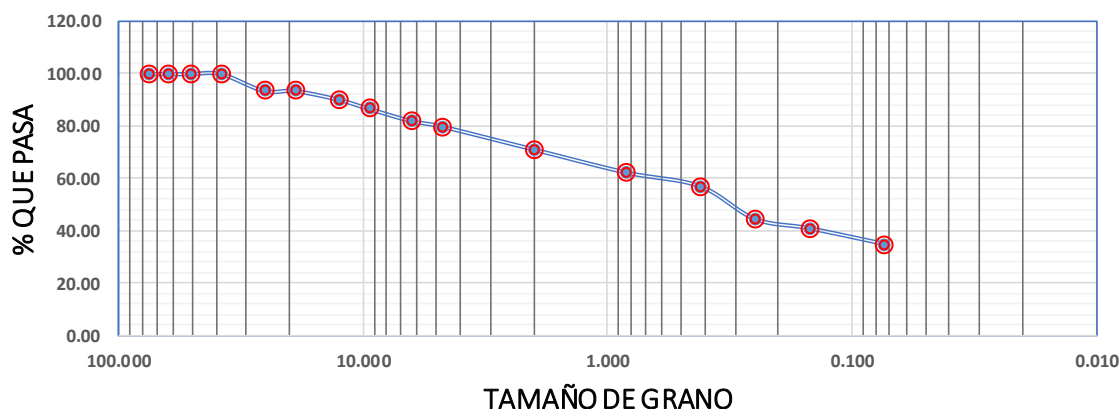




ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D-422)								
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA						FECHA MUESTREO: 10/06/2024		
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA						FECHA ANALISIS: 15/06/2024		
MALLA		Muestra: C-8 M-2						
		Peso Muestra Seco				978.8	Numero de posillo	3
		Peso Muestra Lavado Seco				659.3	Peso del posillo	417
ASTM	Abertura	Peso Perdido en Lavado				319.5		
#	mm	Peso Ret.(gr)	% Ret Parcial	% Acum. Pasa	% que pasa	RESUTADOS		
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	% Grava	20.15%	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	% Arena	45.01%	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	% Finos	34.84%	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Hum. natural	16.28%	
1"	25.400	63.70	6.51	6.51	93.49	LL	27.19%	
3/4"	19.050	0.00	0.00	6.51	93.49	LP	21.92%	
1/2"	12.700	31.90	3.26	9.77	90.23	IP	5.27%	
3/8"	9.525	34.20	3.49	13.26	86.74	Clasif. SUCS	SM-SC	
1/4"	6.350	46.80	4.78	18.04	81.96			
N-4	4.760	20.60	2.10	20.15	79.85			
N-10	2.000	86.40	8.83	28.97	71.03			
N° 20	0.840	86.20	8.81	37.78	62.22			
N° 40	0.420	51.20	5.23	43.01	56.99			
N-60	0.250	123.00	12.57	55.58	44.42			
N-100	0.149	35.50	3.63	59.21	40.79			
N-200	0.074	58.30	5.96	65.16	34.84			
PL-P. LAV		341.0	34.84	100.00	0.00			
TOTAL		978.80	100.00					



CURVA GRANULOMETRICA

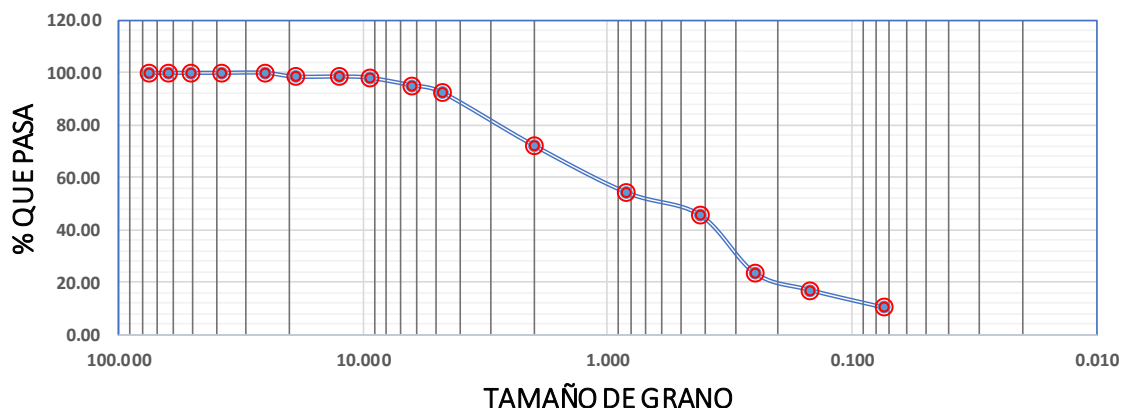




ANÁLISIS MECANICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D-422)							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA					FECHA MUESTREO: 10/06/2024		
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA					FECHA ANALISIS: 15/06/2024		
MALLA		Muestra: C-8 M-3					
		Peso Muestra Seco			957.1	Numero de posillo	4
		Peso Muestra Lavado Seco			873.9	Peso del posillo	186.2
ASTM	Abertura	Peso Perdido en Lavado			83.2		
#	mm	Peso Ret.(gr)	% Ret Parcial	% Acum. Pasa	% que pasa	RESULTADOS	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	% Grava	7.46%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	% Arena	82.10%
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	% Finos	10.44%
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Hum. natural	12.74%
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	LL	18.02%
3/4"	19.050	13.80	1.44	1.44	98.56	LP	NP
1/2"	12.700	0.00	0.00	1.44	98.56	IP	NP
3/8"	9.525	3.90	0.41	1.85	98.15	Clasif. SUCS	SP-SM
1/4"	6.350	27.80	2.90	4.75	95.25		
N-4	4.760	25.90	2.71	7.46	92.54		
N-10	2.000	194.10	20.28	27.74	72.26		
N° 20	0.840	171.00	17.87	45.61	54.39		
N° 40	0.420	82.00	8.57	54.17	45.83		
N-60	0.250	212.20	22.17	76.35	23.65		
N-100	0.149	62.10	6.49	82.83	17.17		
N-200	0.074	64.40	6.73	89.56	10.44		
PL-P. LAV		99.9	10.44	100.00	0.00		
TOTAL		957.10	100.00				



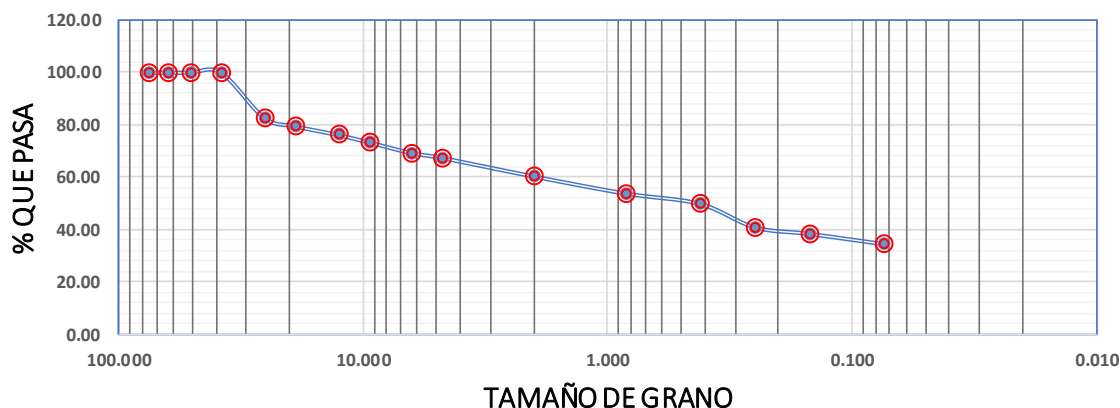
CURVA GRANULOMETRICA





ANÁLISIS MECANICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D-422)							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA					FECHA MUESTREO: 10/06/2024		
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA					FECHA ANALISIS: 15/06/2024		
MALLA		Muestra: C-9 M-3					
		Peso Muestra Seco		956.3	Numero de posillo	5	
		Peso Muestra Lavado Seco		634.0	Peso del posillo	453	
ASTM	Abertura	Peso Perdido en Lavado		322.3			
#	mm	Peso Ret.(gr)	% Ret Parcial	% Acum. Pasa	% que pasa	RESUTADOS	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	% Grava	32.50%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	% Arena	32.85%
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	% Finos	34.65%
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Hum. natural	2.74%
1"	25.400	164.40	17.19	17.19	82.81	LL	37.34%
3/4"	19.050	30.80	3.22	20.41	79.59	LP	30.21%
1/2"	12.700	31.50	3.29	23.71	76.29	IP	7.13%
3/8"	9.525	26.70	2.79	26.50	73.50	Clasif. SUCS	SC
1/4"	6.350	39.50	4.13	30.63	69.37		
N-4	4.760	17.90	1.87	32.50	67.50		
N-10	2.000	67.50	7.06	39.56	60.44		
N-20	0.840	62.40	6.53	46.08	53.92		
N-40	0.420	37.20	3.89	49.97	50.03		
N-60	0.250	85.60	8.95	58.93	41.07		
N-100	0.149	24.10	2.52	61.45	38.55		
N-200	0.074	37.30	3.90	65.35	34.65		
PL-P. LAV		331.4	34.65	100.00	0.00		
TOTAL		956.30	100.00				

CURVA GRANULOMETRICA



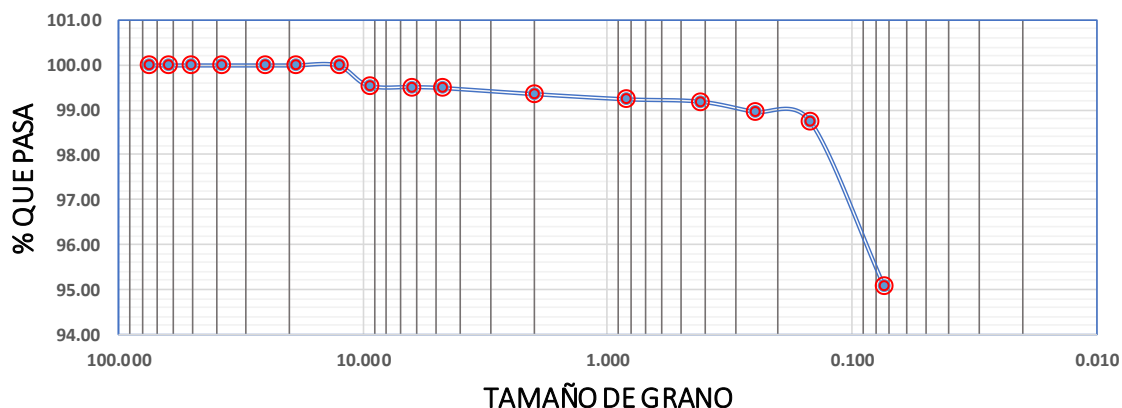


ANÁLISIS MECANICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D-422)							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA						FECHA MUESTREO: 10/06/2024	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA						FECHA ANALISIS: 15/06/2024	
MALLA		Muestra: C-9 M-5					
		Peso Muestra Seco			955.4	Numero de posillo	6
		Peso Muestra Lavado Seco			111.6	Peso del posillo	457
ASTM	Abertura	Peso Perdido en Lavado			843.8		
#	mm	Peso Ret.(gr)	% Ret Parcial	% Acum. Pasa	% que pasa	RESULTADOS	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	% Grava	0.50%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	% Arena	4.42%
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	% Finos	36.03%
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Hum. natural	5.08%
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	LL	33.73%
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	LP	26.53%
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	IP	7.20%
3/8"	9.525	4.30	0.45	0.45	99.55	Clasif. SUCS	ML
1/4"	6.350	0.30	0.03	0.48	99.52		
N-4	4.760	0.20	0.02	0.50	99.50		
N-10	2.000	1.30	0.14	0.64	99.36		
N-20	0.840	1.10	0.12	0.75	99.25		
N-40	0.420	0.50	0.05	0.81	99.19		
N-60	0.250	2.20	0.23	1.04	98.96		
N-100	0.149	1.90	0.20	1.24	98.76		
N-200	0.074	35.20	3.68	4.92	95.08		
PL-P. LAV		344.2	36.03	40.95	59.05		
TOTAL		391.20	40.95				





CURVA GRANULOMETRICA

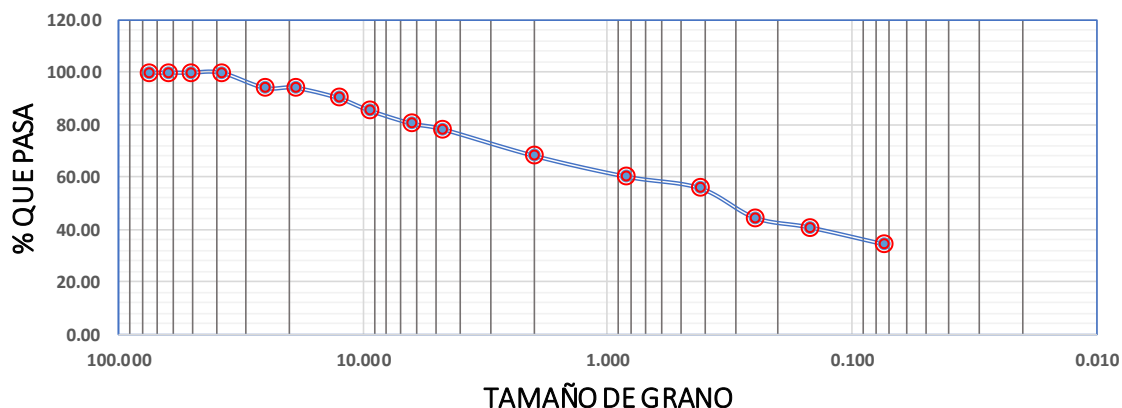




ANÁLISIS MECANICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D-422)							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA						FECHA MUESTREO: 10/06/2024	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA						FECHA ANALISIS: 15/06/2024	
MALLA		Muestra: C-10 M-2					
		Peso Muestra Seco			966.6	Numero de posillo	7
		Peso Muestra Lavado Seco			653.1	Peso del posillo	402
ASTM	Abertura	Peso Perdido en Lavado			313.5		
#	mm	Peso Ret.(gr)	% Ret Parcial	% Acum. Pasa	% que pasa	RESUTADOS	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	% Grava	21.49%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	% Arena	43.88%
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	% Finos	34.64%
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Hum. natural	7.23%
1"	25.400	55.70	5.76	5.76	94.24	LL	25.97%
3/4"	19.050	0.00	0.00	5.76	94.24	LP	20.85%
1/2"	12.700	37.10	3.84	9.60	90.40	IP	5.12%
3/8"	9.525	44.90	4.65	14.25	85.75	Clasif. SUCS	SM-SC
1/4"	6.350	49.70	5.14	19.39	80.61		
N-4	4.760	20.30	2.10	21.49	78.51		
N-10	2.000	98.40	10.18	31.67	68.33		
N-20	0.840	76.60	7.92	39.59	60.41		
N-40	0.420	42.50	4.40	43.99	56.01		
N-60	0.250	108.80	11.26	55.25	44.75		
N-100	0.149	35.80	3.70	58.95	41.05		
N-200	0.074	62.00	6.41	65.36	34.64		
PL-P. LAV		334.8	34.64	100.00	0.00		
TOTAL		966.60	100.00				



CURVA GRANULOMETRICA

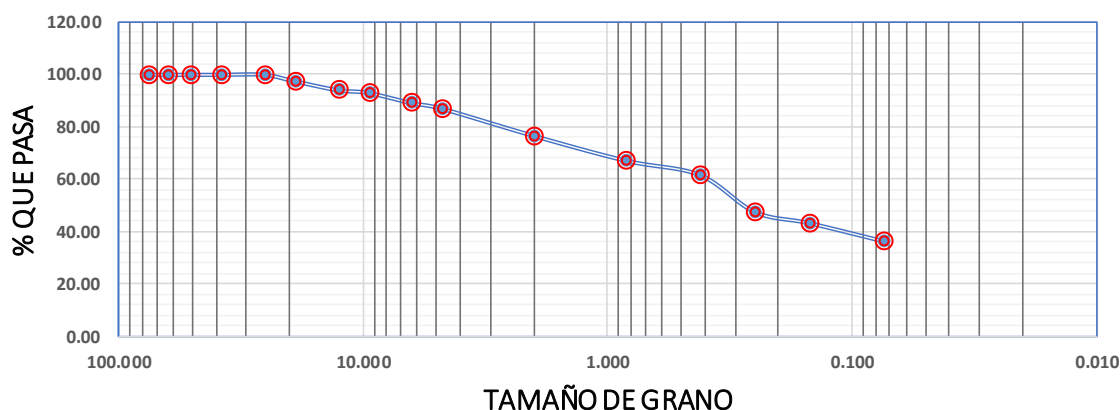




ANÁLISIS MECANICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D-422)							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA						FECHA MUESTREO: 10/06/2024	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA						FECHA ANALISIS: 15/06/2024	
MALLA		Muestra: C-10 M-3					
		Peso Muestra Seco			951.5	Numero de posillo	8
		Peso Muestra Lavado Seco			622.7	Peso del posillo	163.8
ASTM	Abertura	Peso Perdido en Lavado			328.8		
#	mm	Peso Ret.(gr)	% Ret Parcial	% Acum. Pasa	% que pasa	RESULTADOS	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	% Grava	12.92%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	% Arena	50.54%
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	% Finos	36.54%
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Hum. natural	10.90%
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	LL	29.88%
3/4"	19.050	23.60	2.48	2.48	97.52	LP	21.77%
1/2"	12.700	32.20	3.38	5.86	94.14	IP	8.11%
3/8"	9.525	9.80	1.03	6.89	93.11	Clasif. SUCS	SC
1/4"	6.350	36.90	3.88	10.77	89.23		
N-4	4.760	20.40	2.14	12.92	87.08		
N-10	2.000	98.80	10.38	23.30	76.70		
N-20	0.840	89.80	9.44	32.74	67.26		
N-40	0.420	51.70	5.43	38.17	61.83		
N-60	0.250	134.00	14.08	52.25	47.75		
N-100	0.149	40.80	4.29	56.54	43.46		
N-200	0.074	65.80	6.92	63.46	36.54		
PL-P. LAV		347.7	36.54	100.00	0.00		
TOTAL		951.50	100.00				



CURVA GRANULOMETRICA



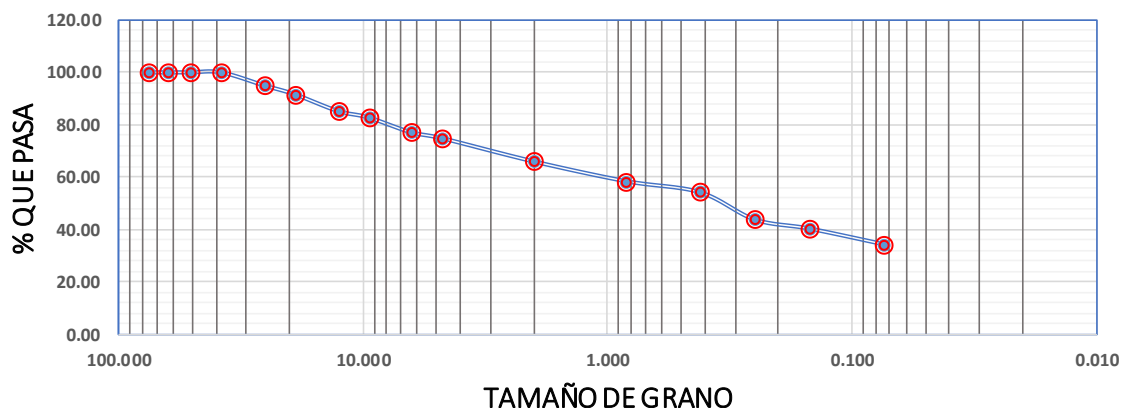


ANÁLISIS MECANICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D-422)							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA						FECHA MUESTREO: 10/06/2024	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA						FECHA ANALISIS: 15/06/2024	
MALLA		Muestra: C-11 M-1					
		Peso Muestra Seco			966.6	Numero de posillo	9
		Peso Muestra Lavado Seco			649.8	Peso del posillo	473
ASTM	Abertura	Peso Perdido en Lavado			316.8		
#	mm	Peso Ret.(gr)	% Ret Parcial	% Acum. Pasa	% que pasa	RESULTADOS	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	% Grava	25.20%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	% Arena	40.56%
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	% Finos	34.23%
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Hum. natural	1.83%
1"	25.400	48.40	5.01	5.01	94.99	LL	35.61%
3/4"	19.050	32.90	3.40	8.41	91.59	LP	25.78%
1/2"	12.700	61.60	6.37	14.78	85.22	IP	9.83%
3/8"	9.525	23.80	2.46	17.25	82.75	Clasif. SUCS	SC
1/4"	6.350	55.50	5.74	22.99	77.01		
N-4	4.760	21.40	2.21	25.20	74.80		
N-10	2.000	86.10	8.91	34.11	65.89		
N-20	0.840	72.70	7.52	41.63	58.37		
N-40	0.420	40.70	4.21	45.84	54.16		
N-60	0.250	101.00	10.45	56.29	43.71		
N-100	0.149	33.70	3.49	59.78	40.22		
N-200	0.074	57.90	5.99	65.77	34.23		
PL-P. LAV		330.9	34.23	100.00	0.00		
TOTAL		966.60	100.00				





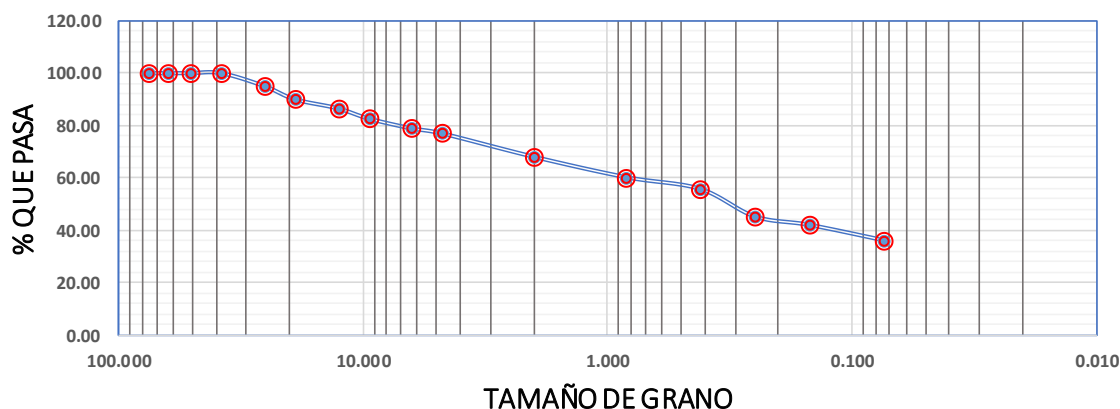
CURVA GRANULOMETRICA





ANÁLISIS MECANICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D-422)								
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA						FECHA MUESTREO: 10/06/2024		
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA						FECHA ANALISIS: 15/06/2024		
Muestra: C-11 M-2								
MALLA		Peso Muestra Seco				963.1	Numero de posillo	10
		Peso Muestra Lavado Seco				642.4	Peso del posillo	145.4
		Peso Perdido en Lavado				320.7		
ASTM	Abertura	Peso Perdido en Lavado				320.7		
#	mm	Peso Ret.(gr)	% Ret Parcial	% Acum. Pasa	% que pasa	RESULTADOS		
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	% Grava	23.07%	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	% Arena	40.89%	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	% Finos	36.04%	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Hum. natural	3.78%	
1"	25.400	47.60	4.94	4.94	95.06	LL	23.98%	
3/4"	19.050	48.90	5.08	10.02	89.98	LP	18.52%	
1/2"	12.700	33.30	3.46	13.48	86.52	IP	5.46%	
3/8"	9.525	37.40	3.88	17.36	82.64	Clasif. SUCS	SM-SC	
1/4"	6.350	36.50	3.79	21.15	78.85			
N-4	4.760	18.50	1.92	23.07	76.93			
N-10	2.000	86.40	8.97	32.04	67.96			
N-20	0.840	75.00	7.79	39.83	60.17			
N-40	0.420	42.70	4.43	44.26	55.74			
N-60	0.250	102.00	10.59	54.85	45.15			
N-100	0.149	31.20	3.24	58.09	41.91			
N-200	0.074	56.50	5.87	63.96	36.04			
PL-P. LAV		347.1	36.04	100.00	0.00			
TOTAL		963.10	100.00					

CURVA GRANULOMETRICA



ANEXOS GEOTECNIA – TAMIZADO, LIMITES, CLASIF. SUCS Y C. H. ANEXOS



GEOTECNIA – PROCTOR MODIFICADO

ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTO MODIFICADO NORMA ASTM D-1557-70 Y AASHTO T-180-70									
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA						FECHA MUESTREO: 10/06/2024			
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA						FECHA ANALISIS: 15/06/2024			
MUESTRA: C-4 M-2 (SM-SC) Color marron parduzco									
N° de capas		5				Peso del volumen (gr)		6034	
N° de golpes por capa		56				volumen del molde (cm3)		2119.19	
Peso del suelo humedo + molde (gr)		10477.00		10820.00		10918.00		10896.00	
Peso suelo humedo (gr)		4443.00		4786.00		4884.00		4862.00	
Densidad del suelo humedo (gr/cm3)		2.097		2.258		2.305		2.294	
Tarro N°		5		6		7		8	
Tarro + suelo humedo (gr)		270.68		256.82		248.04		242.77	
Tarro + suelo seco (gr)		262.82		249.50		237.58		232.45	
Peso del agua (gr)		7.86		7.32		10.46		10.32	
Peso del tarro (gr)		93.84		94.87		94.71		97.30	
Peso del suelo seco (gr)		168.98		154.63		142.87		135.15	
Contenido de agua (%W)		4.651		4.734		7.321		7.636	
Contenido de agua promedio (%)		4.693		7.479		10.034		11.117	
Densidad seca (gr/cm3)		2.003		2.101		2.094		2.065	
Densidad seca maxima (gr/cm3)				2.110		Densidad seca = $\frac{\text{Densidad humeda}}{(1 + \%W)}$			
Contenido de agua optimo (%W)				8.59					

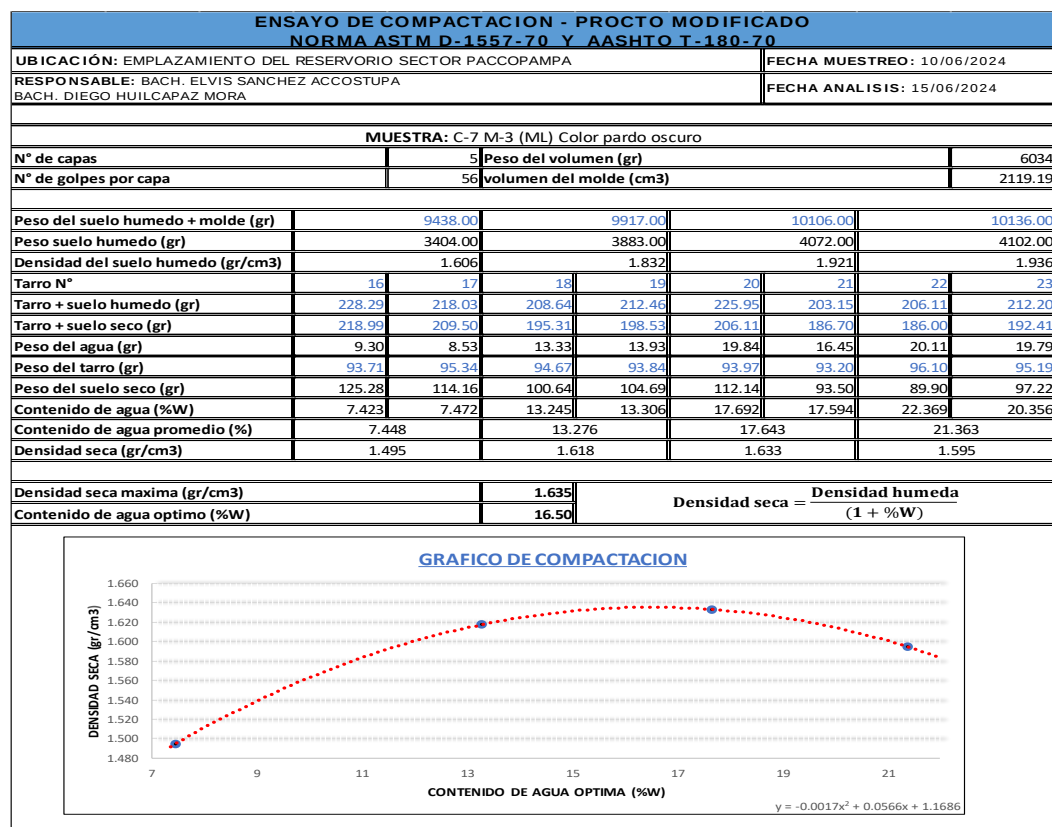
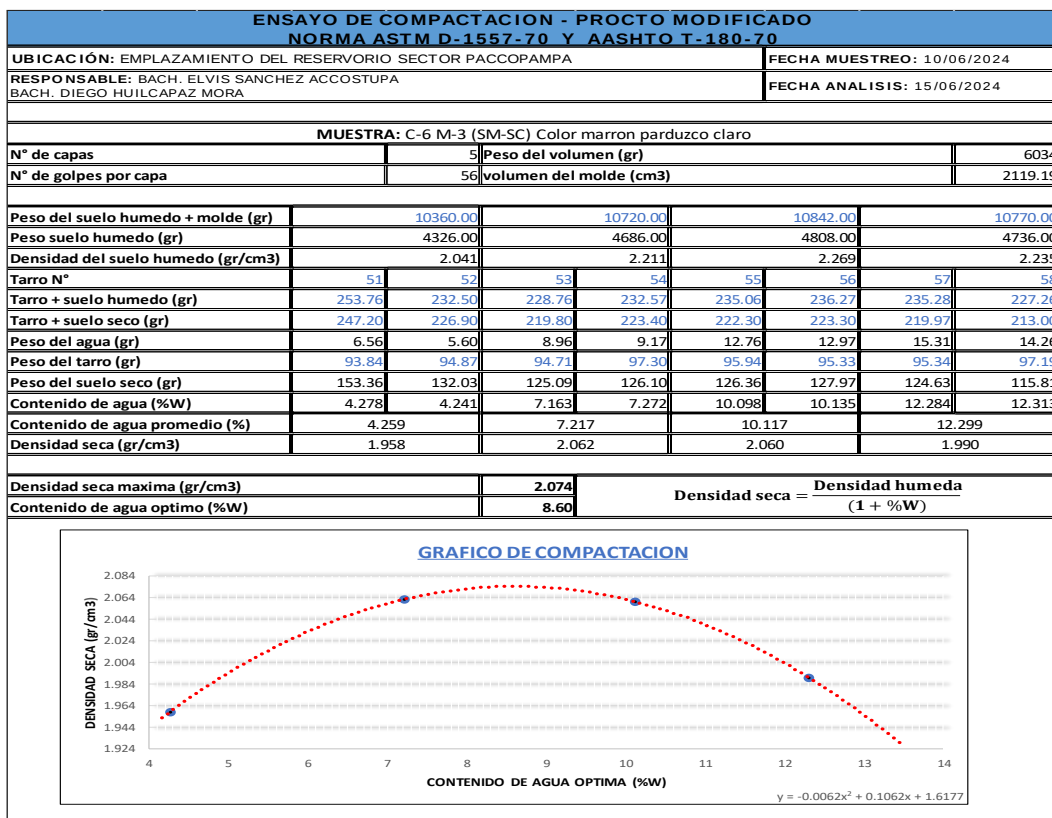
GRAFICO DE COMPACTACION

$y = -0.0071x^2 + 0.1212x + 1.5892$

ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTO MODIFICADO NORMA ASTM D-1557-70 Y AASHTO T-180-70									
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA						FECHA MUESTREO: 10/06/2024			
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA						FECHA ANALISIS: 15/06/2024			
MUESTRA: C-5 M-2 (SM-SC) Color pardo grisaceo									
N° de capas		5				Peso del volumen (gr)		6034	
N° de golpes por capa		56				volumen del molde (cm3)		2119.19	
Peso del suelo humedo + molde (gr)		10345.00		10768.00		10865.00		10798.00	
Peso suelo humedo (gr)		4311.00		4734.00		4831.00		4764.00	
Densidad del suelo humedo (gr/cm3)		2.034		2.234		2.280		2.248	
Tarro N°		19	21	35	41	46	47	48	49
Tarro + suelo humedo (gr)		262.53	252.75	233.68	240.19	225.84	232.02	227.29	219.90
Tarro + suelo seco (gr)		254.57	245.03	223.82	229.73	214.78	220.40	213.72	207.08
Peso del agua (gr)		7.96	7.72	9.86	10.46	11.06	11.62	13.57	12.82
Peso del tarro (gr)		95.57	95.66	94.67	94.56	94.10	94.03	94.20	94.51
Peso del suelo seco (gr)		159.00	149.37	129.15	135.17	120.68	126.37	119.52	112.57
Contenido de agua (%W)		5.006	5.168	7.635	7.738	9.165	9.195	11.354	11.388
Contenido de agua promedio (%)		5.087		7.686		9.180		11.371	
Densidad seca (gr/cm3)		1.936		2.074		2.088		2.019	
Densidad seca maxima (gr/cm3)				2.089		Densidad seca = $\frac{\text{Densidad humeda}}{(1 + \%W)}$			
Contenido de agua optimo (%W)				8.83					

GRAFICO DE COMPACTACION

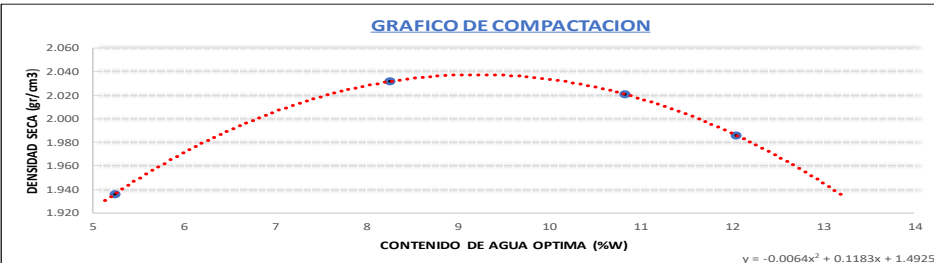
$y = -0.0109x^2 + 0.1931x + 1.2364$



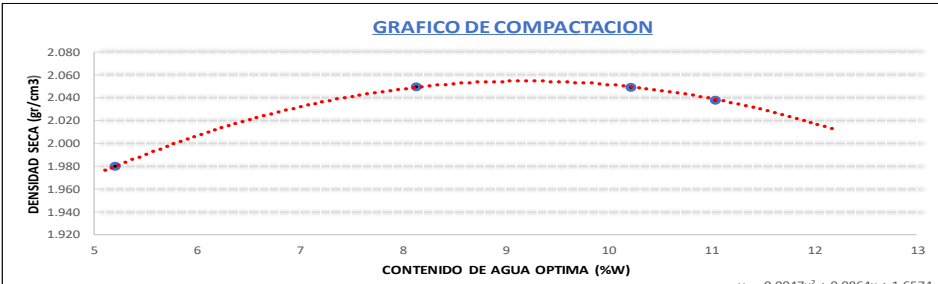


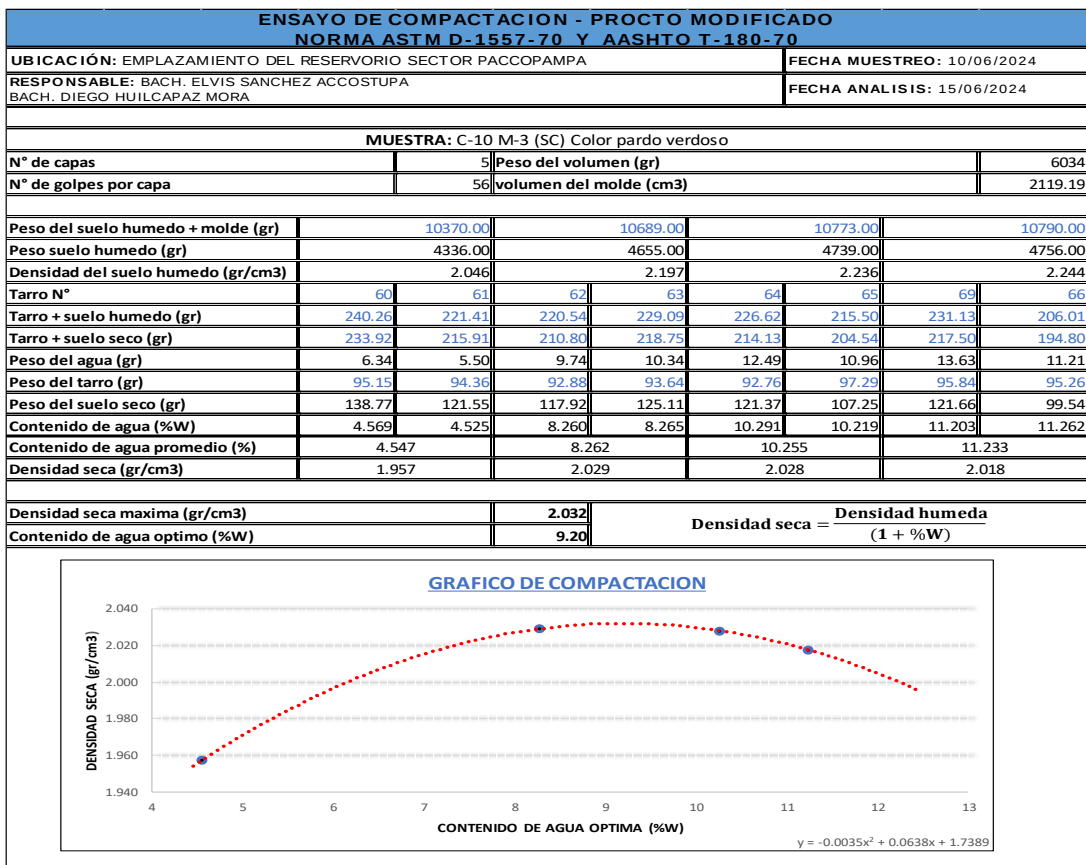
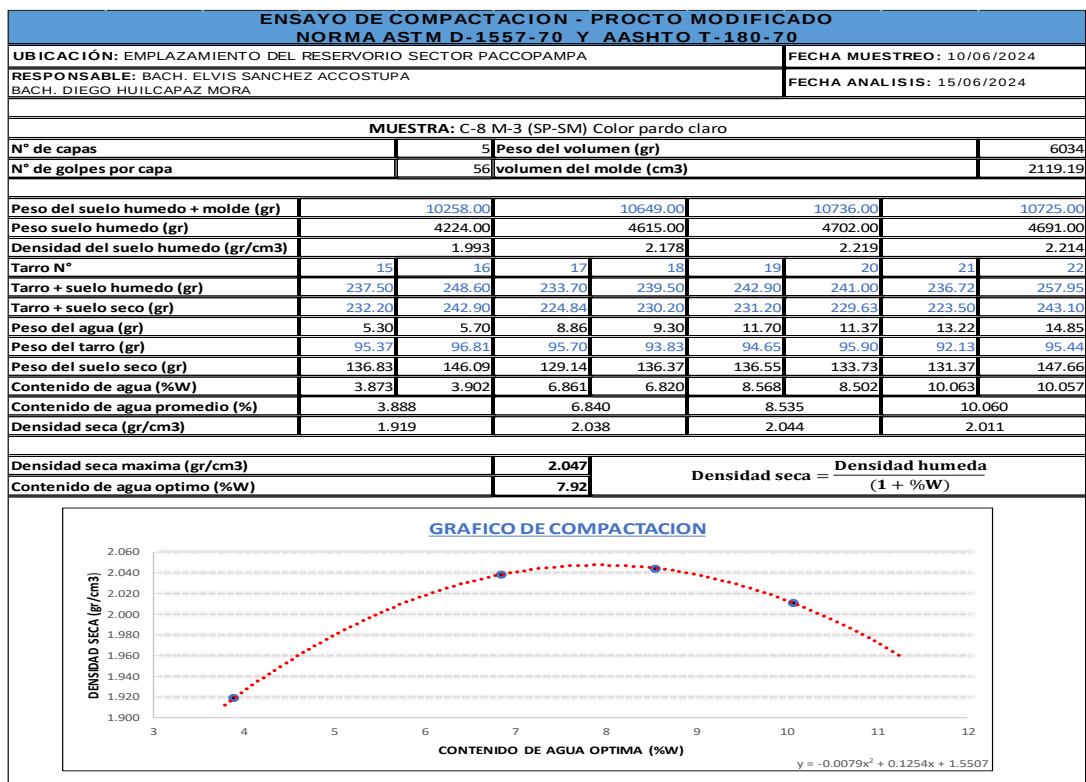
ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTO MODIFICADO									
NORMA ASTM D-1557-70 Y AASHTO T-180-70									
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVOIRIO SECTOR PACCOPAMPA					FECHA MUESTREO: 10/06/2024				
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA					FECHA ANALISIS: 15/06/2024				
BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA									
MUESTRA: C-8 M-1 (SC) Color pardo oscuro									
N° de capas		5		Peso del volumen (gr)		6034			
N° de golpes por capa		56		volumen del molde (cm3)		2119.19			
Peso del suelo humedo + molde (gr)		10351.00		10695.00		10780.00		10750.00	
Peso suelo humedo (gr)		4317.00		4661.00		4746.00		4716.00	
Densidad del suelo humedo (gr/cm3)		2.037		2.199		2.240		2.225	
Tarro N°		21		22		13		23	
Tarro + suelo humedo (gr)		233.86		224.08		221.34		223.97	
Tarro + suelo seco (gr)		227.00		217.70		211.73		213.98	
Peso del agua (gr)		6.86		6.38		9.61		9.99	
Peso del tarro (gr)		95.66		96.01		94.67		93.70	
Peso del suelo seco (gr)		131.34		121.69		117.06		120.28	
Contenido de agua (%W)		5.223		5.243		8.209		8.306	
Contenido de agua promedio (%)		5.233		8.258		10.824		12.037	
Densidad seca (gr/cm3)		1.936		2.032		2.021		1.986	
Densidad seca maxima (gr/cm3)				2.038		Densidad seca = $\frac{\text{Densidad humeda}}{(1 + \%W)}$			
Contenido de agua optimo (%W)				9.21					

GRAFICO DE COMPACTACION



Contenido de agua (%W)	Densidad seca (gr/cm³)
5.223	1.936
5.243	2.032
8.209	2.021
8.306	1.986

ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTO MODIFICADO									
NORMA ASTM D-1557-70 Y AASHTO T-180-70									
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA						FECHA MUESTREO: 10/06/2024			
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA						FECHA ANALISIS: 15/06/2024			
BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA									
MUESTRA: C-8 M-2 (SM-SC) Color pardo CLARO									
N° de capas		5		Peso del volumen (gr)				6034	
N° de golpes por capa		56		volumen del molde (cm3)				2119.19	
Peso del suelo humedo + molde (gr)		10448.00		10730.00		10821.00		10831.00	
Peso suelo humedo (gr)		4414.00		4696.00		4787.00		4797.00	
Densidad del suelo humedo (gr/cm3)		2.083		2.216		2.259		2.264	
Tarro N°		18		19		20		21	
Tarro + suelo humedo (gr)		242.72		236.67		220.99		228.97	
Tarro + suelo seco (gr)		235.65		229.44		211.57		219.13	
Peso del agua (gr)		7.07		7.23		9.42		9.84	
Peso del tarro (gr)		96.57		93.76		95.93		97.95	
Peso del suelo seco (gr)		139.08		135.68		115.64		121.18	
Contenido de agua (%W)		5.083		5.329		8.146		8.120	
Contenido de agua promedio (%)		5.206		8.133		10.213		11.037	
Densidad seca (gr/cm3)		1.980		2.049		2.050		2.039	
Densidad seca maxima (gr/cm3)				2.055		Densidad seca = $\frac{\text{Densidad humeda}}{(1 + \%W)}$			
Contenido de agua optimo (%W)				9.19					
GRAFICO DE COMPACTACION									
									





ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTO MODIFICADO									
NORMA ASTM D-1557-70 Y AASHTO T-180-70									
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA						FECHA MUESTREO: 10/06/2024			
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA						FECHA ANALISIS: 15/06/2024			
MUESTRA: C-11 M-2 (SM-SC) Color pardo claro									
N° de capas		5		Peso del volumen (gr)				6034	
N° de golpes por capa		56		volumen del molde (cm3)				2119.19	
Peso del suelo humedo + molde (gr)									
		10364.00		10617.00		10791.00		10818.00	
Peso suelo humedo (gr)									
		4330.00		4583.00		4757.00		4784.00	
Densidad del suelo humedo (gr/cm3)									
		2.043		2.163		2.245		2.257	
Tarro N°									
		17		18		19		20	
Tarro + suelo humedo (gr)									
		242.72		243.94		243.02		245.54	
Tarro + suelo seco (gr)									
		236.40		237.50		233.40		235.50	
Peso del agua (gr)									
		6.32		6.44		9.62		10.04	
Peso del tarro (gr)									
		95.33		95.23		97.18		93.90	
Peso del suelo seco (gr)									
		141.07		142.27		136.22		141.60	
Contenido de agua (%W)									
		4.480		4.527		7.062		7.090	
Contenido de agua promedio (%)									
		4.503		7.076		10.225		11.956	
Densidad seca (gr/cm3)									
		1.955		2.020		2.036		2.016	
Densidad seca maxima (gr/cm3)									
		2.039		Densidad seca = $\frac{\text{Densidad humeda}}{(1 + \%W)}$					
Contenido de agua optimo (%W)									
		9.42							

GRAFICO DE COMPACTACION

CONTENIDO DE AGUA OPTIMA (%W)	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
4.480	1.955
4.527	2.020
7.062	2.039
7.090	2.016

$y = -0.0035x^2 + 0.0651x + 1.7319$



ANEXOS GEOTECNIA – RESISTENCIA INSITU

ENSAYO DE RESISTENCIA INSITU CON PENETROMETRO DINAMICO LIGERO				ENSAYO DE RESISTENCIA INSITU CON PENETROMETRO DINAMICO LIGERO			
UBICACION: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO		FECHA MUESTREO:		UBICACION: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO		FECHA MUESTREO:	
SECTOR PACCOPAMPA		10/06/2024		SECTOR PACCOPAMPA		10/06/2024	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA		FECHA ANALISIS:		RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA		FECHA ANALISIS:	
BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA		15/06/2024		BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA		15/06/2024	
CODIGO	PDL N° 01	COORDENADAS	E 225264 N 8403162	CODIGO	PDL N° 02	COORDENADAS	E 225273 N 8403165
PROF.	PROF. AC	GOLPES	RESISTENCIA qu=Kg/cm2	PROF.	PROF. AC	GOLPES	RESISTENCIA qu=Kg/cm2
10	-10	3	0.40	10	-10	3	0.40
10	-20	3	0.40	10	-20	3	0.40
10	-30	3	0.40	10	-30	3	0.40
10	-40	4	0.53	10	-40	4	0.53
10	-50	6	0.80	10	-50	11	1.47
10	-60	1	0.13	10	-60	13	1.73
10	-70	1	0.13	10	-70	8	1.07
10	-80	1	0.13	10	-80	1	0.13
10	-90	1	0.13	10	-90	1	0.13
10	-100	1	0.13	10	-100	1	0.13
10	-110	1	0.13	10	-110	1	0.13
10	-120	1	0.13	10	-120	1	0.13
10	-130	1	0.13	10	-130	1	0.13
10	-140	1	0.13	10	-140	1	0.13
10	-150	1	0.13	10	-150	1	0.13
10	-160	1	0.13	10	-160	3	0.40
10	-170	3	0.40	10	-170	9	1.20
10	-180	10	1.33	10	-180	10	1.33
10	-190	10	1.33	10	-190	48	6.40
10	-200	45	6.00				

GRAFICO P.D.L. N° 01

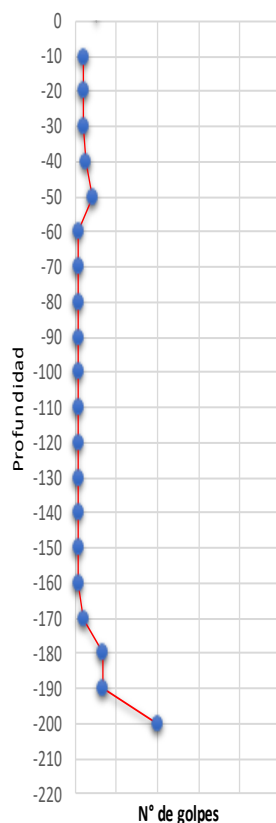
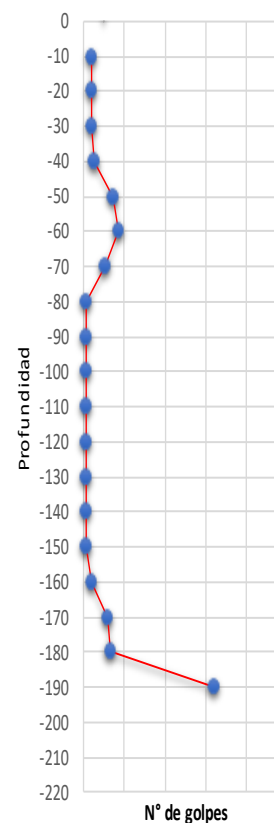
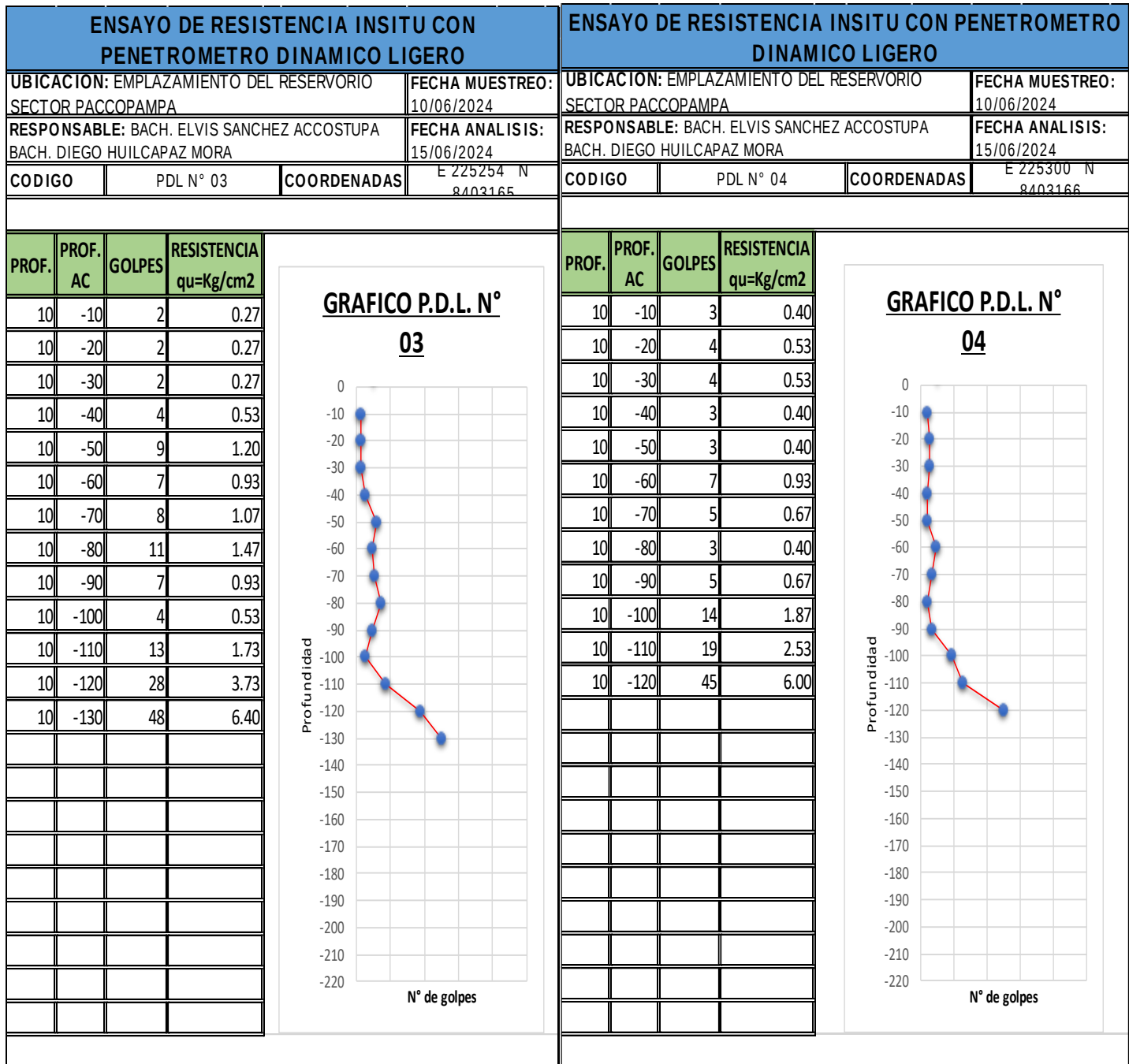


GRAFICO P.D.L. N° 02





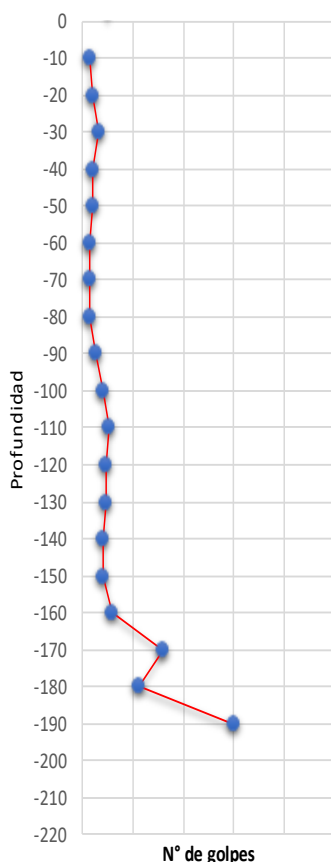


ENSAYO DE RESISTENCIA INSITU CON PENETROMETRO DINAMICO LIGERO

UBICACION: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA		FECHA MUESTREO:	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA		FECHA ANALISIS: 15/06/2024	
CODIGO	PDL N° 05	COORDENADAS	E 225307 N 8403143

PROF.	PROF. AC	GOLPES	RESISTENCIA qu=Kg/cm2
10	-10	2	0.27
10	-20	3	0.40
10	-30	5	0.67
10	-40	3	0.40
10	-50	3	0.40
10	-60	2	0.27
10	-70	2	0.27
10	-80	2	0.27
10	-90	4	0.53
10	-100	6	0.80
10	-110	8	1.07
10	-120	7	0.93
10	-130	7	0.93
10	-140	6	0.80
10	-150	6	0.80
10	-160	9	1.20
10	-170	24	3.20
10	-180	17	2.27
10	-190	60	8.00

GRAFICO P.D.L. N° 05

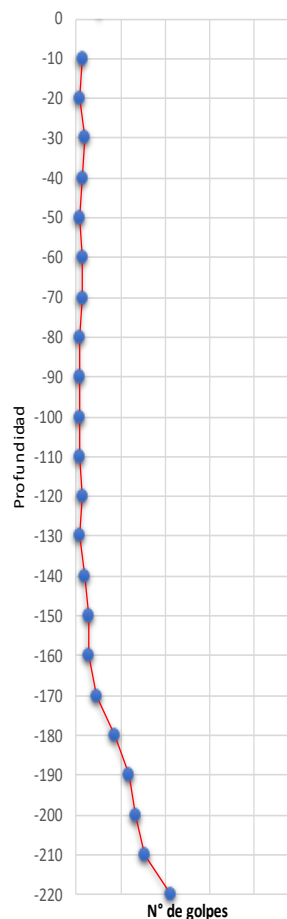


ENSAYO DE RESISTENCIA INSITU CON PENETROMETRO DINAMICO LIGERO

UBICACION: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA		FECHA MUESTREO: 10/06/2024	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA		FECHA ANALISIS: 15/06/2024	
CODIGO:	PDL N° 06	COORDENADAS	E 225322 N 8403082

PROF.	PROF. AC	GOLPES	RESISTENCIA qu=Kg/cm2
10	-10	2	0.27
10	-20	1	0.13
10	-30	3	0.40
10	-40	2	0.27
10	-50	1	0.13
10	-60	2	0.27
10	-70	2	0.27
10	-80	1	0.13
10	-90	1	0.13
10	-100	1	0.13
10	-110	1	0.13
10	-120	2	0.27
10	-130	1	0.13
10	-140	3	0.40
10	-150	4	0.53
10	-160	4	0.53
10	-170	7	0.93
10	-180	13	1.73
10	-190	18	2.40
10	-200	20	2.67
10	-210	23	3.07
10	-220	32	4.27
10	-230	32	4.27
10	-240	25	3.33
10	-250	36	4.80
10	-260	39	5.20
10	-270	60	8.00

GRAFICO P.D.L. N° 06



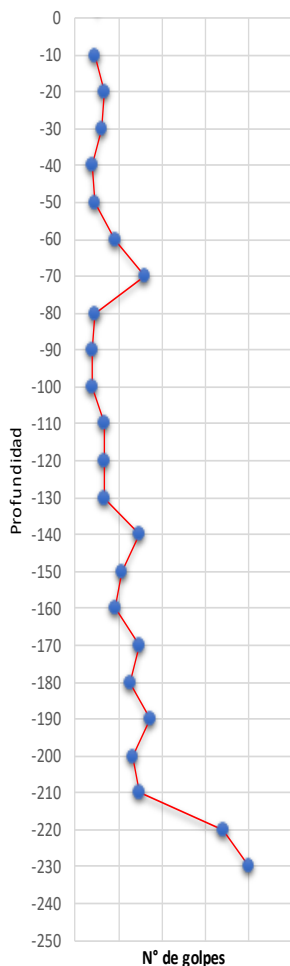


ENSAYO DE RESISTENCIA INSITU CON PENETROMETRO DINAMICO LIGERO

UBICACION: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA		FECHA MUESTREO:
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA		FECHA ANALISIS: 15/06/2024
CODIGO:	PDL N° 07	COORDENADAS: E 225271 N 8403067

PROF.	PROF. AC	GOLPES	RESISTENCIA qu=Kg/cm2
10	-10	7	0.93
10	-20	10	1.33
10	-30	9	1.20
10	-40	6	0.80
10	-50	7	0.93
10	-60	14	1.87
10	-70	24	3.20
10	-80	7	0.93
10	-90	6	0.80
10	-100	6	0.80
10	-110	10	1.33
10	-120	10	1.33
10	-130	10	1.33
10	-140	22	2.93
10	-150	16	2.13
10	-160	14	1.87
10	-170	22	2.93
10	-180	19	2.53
10	-190	26	3.47
10	-200	20	2.67
10	-210	22	2.93
10	-220	51	6.80
10	-230	60	8.00

GRAFICO P.D.L. N° 07

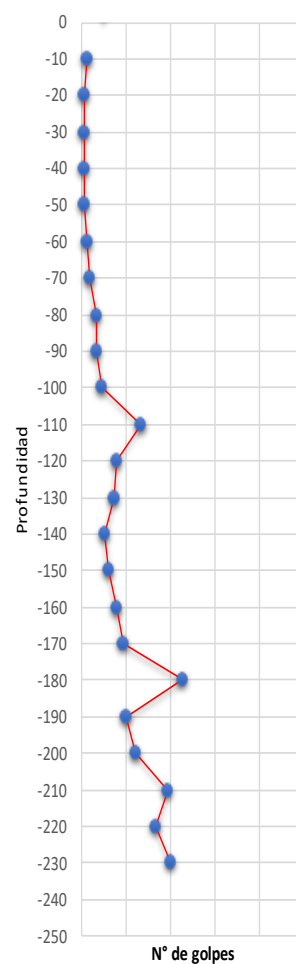


ENSAYO DE RESISTENCIA INSITU CON PENETROMETRO DINAMICO LIGERO

UBICACION: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA		FECHA MUESTREO: 10/06/2024
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA		FECHA ANALISIS: 15/06/2024
CODIGO:	PDL N° 08	COORDENADAS: E 225358 N 8403019

PROF.	PROF. AC	GOLPES	RESISTENCIA qu=Kg/cm2
10	-10	2	0.27
10	-20	1	0.13
10	-30	1	0.13
10	-40	1	0.13
10	-50	1	0.13
10	-60	2	0.27
10	-70	3	0.40
10	-80	5	0.67
10	-90	5	0.67
10	-100	7	0.93
10	-110	20	2.67
10	-120	12	1.60
10	-130	11	1.47
10	-140	8	1.07
10	-150	9	1.20
10	-160	12	1.60
10	-170	14	1.87
10	-180	34	4.53
10	-190	15	2.00
10	-200	18	2.40
10	-210	29	3.87
10	-220	25	3.33
10	-230	30	4.00
10	-240	55	7.33

GRAFICO P.D.L. N° 08

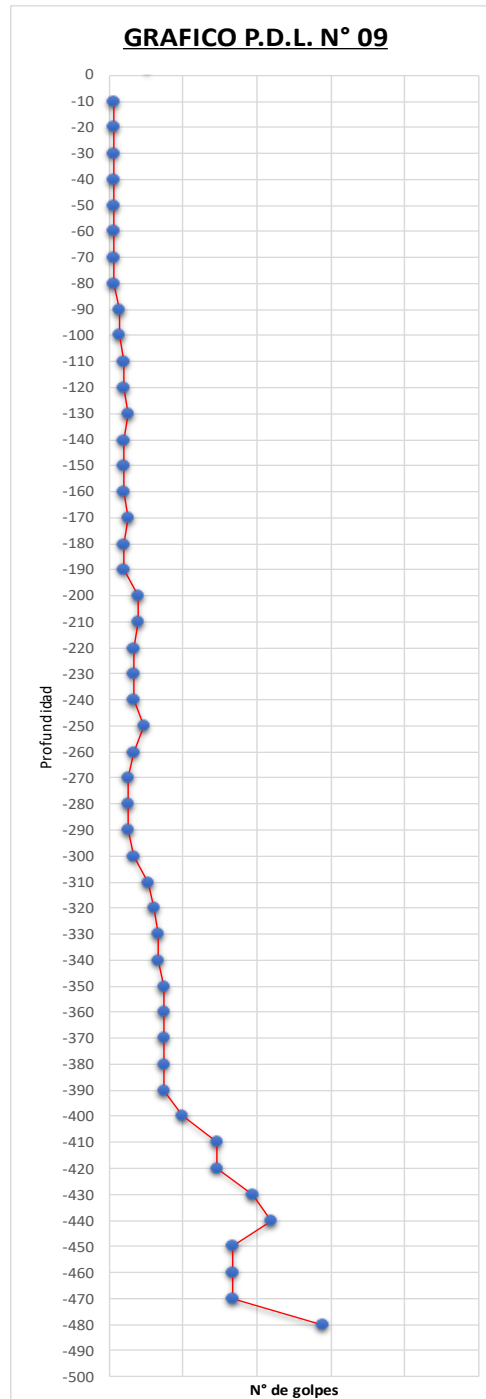




ENSAYO DE RESISTENCIA INSITU CON PENETROMETRO DINAMICO LIGERO

UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA		FECHA MUESTREO: 10/06/2024	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA		FECHA ANALISIS: 15/06/2024	
CODIGO:	PDL N° 09	COORDENADAS:	E 225436 N 8402993

PROF.	PROF. AC	GOLPES	RESISTENCIA qu=Kg/cm2
10	-10	1	0.13
10	-20	1	0.13
10	-30	1	0.13
10	-40	1	0.13
10	-50	1	0.13
10	-60	1	0.13
10	-70	1	0.13
10	-80	1	0.13
10	-90	2	0.27
10	-100	2	0.27
10	-110	3	0.40
10	-120	3	0.40
10	-130	4	0.53
10	-140	3	0.40
10	-150	3	0.40
10	-160	3	0.40
10	-170	4	0.53
10	-180	3	0.40
10	-190	3	0.40
10	-200	6	0.80
10	-210	6	0.80
10	-220	5	0.67
10	-230	5	0.67
10	-240	5	0.67
	-250	7	0.93
	-260	5	0.67
	-270	4	0.53
	-280	4	0.53
	-290	4	0.53
	-300	5	0.67
	-310	8	1.07
	-320	9	1.20
	-330	10	1.33
	-340	10	1.33
	-350	11	1.47
	-360	11	1.47
	-370	11	1.47
	-380	11	1.47
	-390	11	1.47
	-400	15	2.00
	-410	22	2.93
	-420	22	2.93
	-430	29	3.87
	-440	33	4.40
	-450	25	3.33
	-460	25	3.33
	-470	25	3.33
	-480	55	7.33





ANEXOS GEOTECNIA – DENSIDAD INSITU

ENSAYO DENSIDAD INSITU NORMA ASTM D-1556							
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA				FECHA MUESTREO: 10/06/2024			
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA				FECHA ANALISIS: 18/06/2024			
PROCEDIMIENTO	C-1 E-1 PROF 3.40	C-4 E-2 PROF 3.80	C-7 E-3 PROF 4.80	C-8 E-3 PROF 3.80			
Peso del cono de Arena (l) lleno (gr)	6789.00	6930.00	6892.00	6771.00			
Peso del cono (l) + arena que sobra (gr)	3639.00	3658.00	3644.00	3632.00			
Peso de muestra con humedad (gr)	2141.00	2204.00	2096.00	2006.00			
Peso de la arena en el embudo (gr)	1624.00	1624.00	1624.00	1624.00			
Peso de la arena en el hoyo (gr)	1526.00	1648.00	1624.00	1515.00			
Densidad de la arena (gr/cm3)	1.443	1.443	1.443	1.443			
Volumen del hoyo (cm3)	1057.52	1142.07	1125.43	1049.90			
Densidad del suelo humendo (gr/cm3)	2.025	1.930	1.860	1.911			
Contenido de Humedad (%)	12.74	8.93	25.00	15.21			
Peso de la muestra seca (gr)	1899.06	2023.32	1674.40	1741.17			
Densidad del suelo seco (gr/cm3)	1.796	1.772	1.488	1.658			
Clasificación SUCS	GM-GC	SM-SC	ML	SM-SC			
CONTENIDO DE HUMEDAD							
PROCEDIMIENTO	C-1 E-1 PROF 3.40	C-4 E-2 PROF 3.80	C-7 E-3 PROF 4.80	C-8 E-3 PROF 3.80			
Capsula N°	41	67	6	22			
Peso de la Capsula (gr)	94.55	94.06	96.91	95.52			
Peso del Suelo Humedo + Capsula (gr)	255.06	255.39	292.87	268.93			
Peso del Suelo Seco + Capsula (gr)	236.92	242.17	253.68	246.04			
Peso del Agua (gr)	18.14	13.22	39.19	22.89			
Peso del Suelo Seco (gr)	142.37	148.11	156.77	150.52			
Contenido de Humedad %	12.74	8.93	25.00	15.21			

ENSAYO DENSIDAD MINIMA Y DESIDAD NATURAL POR MOLDEO				
UBICACIÓN: EMPLAZAMIENTO DEL RESERVORIO SECTOR PACCOPAMPA			FECHA MUESTREO: 10/06/2024	
RESPONSABLE: BACH. ELVIS SANCHEZ ACCOSTUPA BACH. DIEGO HUILCAPAZ MORA			FECHA ANALISIS: 17/06/2024	
ENSAYO: DENSIDAD MINIMA				
PROCEDIMIENTO	C-4 M-2 R. PACCOPAMPA	C-5 M-2 R. PACCOPAMPA	C-8 M-3 R.	C-10 M-3 R. PACCOPAMPA
Peso del Moldeo (gr)	6034.00	6034.00	6034.00	6034.00
Volumen del Molde (cm3)	2119.19	2119.19	2119.19	2119.19
Peso del Molde + Muestra suelta (gr)	8821.00	8799.00	8906.00	8828.00
Peso de Muestra suelta enrasada (gr)	2787.00	2765.00	2872.00	2794.00
DENSIDAD MINIMA (gr/cm3)	1.315	1.305	1.355	1.318
ENSAYO: DENSIDAD NATURAL POR MOLDEO				
PROCEDIMIENTO	C-5 M-2 R. PACCOPAMPA			
Peso sueo humedo (gr)	191.90			
Peso sueo seco (gr)	177.00			
Volumen (cm3)	104.00			
Densidad humeda (gr/cm3)	1.845			
Porcentaje de humedad (%)	8.40			
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.702			



ANEXOS MAPAS

