

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA
CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL**



TESIS:
**“MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA
CARRETERA VISCOCHONI-COLQUEPATA,
DISTRITO DE COLQUEPATA, PROVINCIA DE
PAUCARTAMBO, REGIÓN DEL CUSCO”**

TOMO I TEORÍA

Presentado por:

Bach. HERBERT ROMERO HUALLAPA

Bach. YSAAC VEGA ECHEGARAY

Para optar al título profesional de Ingeniero Civil

Asesor:

Ing. RICARDO ALFONSO VALLENAS CASAVARDE

Dictaminantes:

Dr. Ing. José Felipe Marín Loayza

Mgt. Ing. Orlando Barreto Jara

Ing. José Felipe Azpilcueta Carbonell

CUSCO - PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis a mis queridos padres Gerónimo Romero Quispe y Marcelina Huallapa García por su paciencia, entendimiento e incentivo.

Herbert.

DEDICATORIA

A Dios, a mi papá +José Francisco Vega Flores, a mi mamá +Esperanza Echegaray Lizárraga, a mi esposa Rosario Yrene Candia Mogrovejo, a mi hija Sara Gabriela Vega Candia. Por el apoyo incondicional en la buena marcha durante la etapa de mi Tesis.

Ysaac.

AGRADECIMIENTO

A todos los Docentes e ingenieros de la escuela profesional de Ingeniería Civil por habernos transmitido sus conocimientos durante el pre grado.

PRESENTACION

Señores, miembros del jurado:

La presente tesis intitulo "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA CARRETERA VISCOCHONI-COLQUEPATA, DISTRITO DE COLQUEPATA, PROVINCIA DE PAUCARTAMBO, REGION DEL CUSCO", corresponde a un proyecto en la rama de transportes, elaborado en conformidad al reglamento de grados y títulos de la escuela profesional de Ingeniería Civil, cuyo objetivo es la ejecución del proyecto vial, en una longitud de 11.199 km., proyecto ubicado en el distrito de Colquepata de la Provincia de Paucartambo.

Por lo tanto, se debe resaltar la importancia que tiene un proyecto de transporte vial en el desarrollo y crecimiento de las comunidades porque es el que posibilita la circulación constante de las personas y las cargas, principalmente en las provincias alto andinas.

La red de obras viales mantenidas y asfaltadas satisface las necesidades básicas en alimentación, educación, salud y empleo; estas necesidades son de prioridad en la región de cusco. Por ello, para una región es importante desarrollar su sistema vial para brindar a su población una calidad de vida.

INDICE

CAPITULO I ASPECTOS GENERALES

1.1.	ANTECEDENTES DEL PROYECTO	1
1.2.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	1
1.3.	OBJETIVOS DEL PROYECTO	1
1.4.	NOMBRE DEL PROYECTO.	2
1.5.	UBICACIÓN DEL PROYECTO.	2
1.6.	PROBLEMÁTICA A RESOLVER CON EL PROYECTO.....	6
1.7.	JUSTIFICACION DEL PROYECTO.....	6

CAPITULO II ESTUDIOS SOCIO ECONOMICOS.

2.1.	SOCIOECONOMIA.....	7
2.1.1.	GENERALIDADES.....	7
2.1.2.	OBJETIVOS.....	7
2.1.3.	COMPONENTES SOCIO-ECONÓMICOS Y CULTURALES.....	7
2.1.3.1.	Area de influencia.....	7
2.1.3.2.	Población.....	8
2.1.3.3.	Comercio.....	9
2.1.3.4.	Salud.....	10
2.1.3.5.	Educación.....	11
2.1.3.6.	Turismo.....	12
2.1.3.7.	Agricultura y Ganadería.....	12
2.1.4.	CONCLUSIONES.....	14

CAPITULO III ESTUDIOS PREVIOS DE LA VIA

3.1.	ESTUDIOS TOPOGRAFICO.....	15
3.1.1.	GENERALIDADES.....	15
3.1.2.	OBJETIVOS.....	15
3.1.3.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA FAJA DEL TERRENO.....	15
3.1.4.	METODOLOGIAS CONOCIDAS Y ELECCION DE LA MISMA.....	15
3.1.4.1.	Métodos fotogramétricos.....	16
3.1.4.2.	Métodos terrestres.....	16
3.1.5.	GEOREFERENCIACION DE LA VIA.....	17
3.1.5.1.	Ordenes de control y tolerancia.....	17
3.1.6.	PLANIMETRIA.....	17
3.1.7.	ALTIMETRIA.....	23
3.1.8.	ESCALAS.....	25
3.1.9.	EVALUACION GEOMETRICO DE LA VIA.....	25

3.1.9.1.	Radios.	25
3.1.9.2.	Peralte, bombeo y sobre ancho.	27
3.1.9.3.	Pendientes.	27
3.1.9.4.	Ancho de calzada y berma.	28
3.1.9.5.	Superficie de rodadura.	28
3.1.10.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	28
3.2.	GEOLOGIA Y GEOTECNIA.	29
3.2.1.	GENERALIDADES.	29
3.2.2.	OBJETIVOS.	29
3.2.3.	GEOMORFOLOGIA.	29
3.2.3.1.	Geomorfología regional.	29
3.2.3.2.	Geomorfología local.	30
3.2.4.	UNIDADES GEOLOGICAS.	33
3.2.4.1.	Geología regional.	33
3.2.4.2.	Geología local.	33
3.2.5.	LITOLOGIA.	35
3.2.6.	GEODINAMICA.	36
3.2.7.	ESTUDIOS GEOTECNICOS.	41
3.2.7.1.	Estudios geotécnicos en la sub rasante.	41
3.2.7.2.	Estudio de canteras.	62
3.2.8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	68
3.3.	HIDROLOGIA.	69
3.3.1.	GENERALIDADES.	69
3.3.2.	OBJETIVOS.	69
3.3.3.	ESTUDIOS HIDROLOGICOS.	69
3.3.3.1.	Estudios de cuenca.	69
3.3.3.2.	Precipitaciones.	72
3.3.3.3.	Escorrentía.	93
3.3.3.4.	Generacion de caudales.	95
3.3.3.5.	Metodologías.	96
3.3.3.6.	Conclusiones y Recomendaciones.	98
3.4.	ESTUDIO DE TRAFICO.	99
3.4.1.	ESTUDIO DE TRÁFICO Y CÁLCULO DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO (IMD).	99
3.4.2.	TRAFICO FUTURO.	102
3.4.3.	COMPOSICION VEHICULAR.	104
3.4.4.	TIPO DE VEHICULO.	104

CAPITULO IV PROPUESTAS TECNICAS DEFINITIVAS

4.1.	DISEÑO GEOMETRICO.	106
4.1.1.	GENERALIDADES.	106
4.1.2.	CLASIFICACION DE LA VIA.	106
4.1.3.	VELOCIDAD DIRECTRIZ.	107
4.1.4.	CURVAS HORIZONTALES.	111
4.1.4.1.	RADIOS.	114
4.1.4.2.	CURVAS DE TRANSICION.	116

4.1.5. LONGITUDES EN TANGENTES	119
4.1.6. DISTANCIA DE VISIBILIDAD	119
4.1.7. CALZADA	122
4.1.7.1 ANCHO DE CALZADA	122
4.1.8. BOMBEO	123
4.1.9. DERECHO DE VIA	123
4.1.10. PERALTE	124
4.1.11. BERMAS	126
4.1.12. SOBRE ANCHO	127
4.1.13. CURVAS VERTICALES	129
4.1.14. PENDIENTE	133
4.1.15. TALUDES	133
4.1.16. CALCULO DE AREAS Y VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO	133
4.1.17. CONCLUSIONES	134
4.2. DISEÑO DE SUPERFICIE DE RODADURA	135
4.2.1. GENERALIDADES	135
4.2.2. OBJETIVOS	135
4.2.3. COMPONENTES ESTRUCTURALES	135
4.2.3.1. Análisis de tráfico	136
4.2.3.2. Calculo del espesor del pavimento	139
4.2.3.2.1 METODO AASHTO	139
4.3. DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICOS	152
4.3.1. GENERALIDADES	152
4.3.2. MEZCLA ASFALTICA	152
4.3.2.1 ASFALTICA EN CALIENTE	152
4.4. DRENAJE	165
4.4.1. GENERALIDADES	165
4.4.2. OBJETIVOS	165
4.4.3. TIPOS DE DRENAJE	165
4.4.3.1. Superficial	165
4.4.3.2. Subterráneo	165
4.4.3.1.1. Cunetas laterales	166
4.4.3.1.2. Cunetas de coronación	170
4.4.3.1.3. Alcantarillas	172
4.4.3.2.1. Sub drenes	175
4.4.3.7. Diseño de mezclas	177
4.4.4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	178
4.5. SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL	179
4.5.1. GENERALIDADES	179
4.5.2. OBJETIVO	179
4.5.3. SEÑALIZACIÓN	179
4.5.3.1. SEÑALIZACIÓN VERTICAL	179
4.5.3.1.1 Señales Preventivas	180
4.5.3.1.2 señales reglamentarias	181
4.5.3.1.3 señales informativas	181
4.5.3.2. Señalizaciones horizontales	183
4.5.3.2.1 Marcas en el pavimento	183

4.5.3.2.2 Postes Delineadores.....	184
4.5.3.2.3 Guardavías.....	185
4.5.4. INGENIERIA DE SEGURIDAD EN CONSTRUCCION DE CARRETERAS.	186
4.5.4.1. Recomendaciones Para La Prevención De Accidentes.....	186
4.5.7. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES.	188
4.6. SISTEMA DE DEFENSA	194
4.6.1. GENERALIDADES.	194
4.6.2. OBJETIVOS.	194
4.6.3. MUROS DE CONTENCIÓN Y SOSTENIMIENTO.	194
4.6.3.1. Diseño De Muros De Sostenimiento.....	194
4.6.3.2. Diseño De Muro de Concreto Armado.....	195
4.7. ESTABILIDAD DE TALUDES.	205
4.7.1. GENERALIDADES.....	205
4.7.2. OBJETIVO.....	205
4.7.3. METODOS DE CALCULO.....	205
4.7.4. VARIABLES QUE RIGEN LA ESTABILIDAD DE UN TALUD.....	206
4.7.5. CLASIFICACIONES GEOMORFOLOGICAS Y GEOTECNICAS PARA ESTUDIOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN SUELOS.	207
4.7.5.1. CLASIFICACIONES GEOMORFOLOGICAS.....	207
4.7.5.2. CLASIFICACIONES GEOTECNICAS.....	208
4.7.6. METODO DE EQUILIBRIO LIMITE.....	208
4.7.6.1 PROCEDIMIENTOS DE CALCULO EN LOS METODOS DE EQUILIBRIO LIMITE.....	208
4.7.7. METODO DE BISHOP SIMPLIFICADO.....	210
4.7.8. PROGRAMA DE COMPUTO SLIDE.....	211
4.7.9. CONCLUSIONES.....	216

CAPITULO V

ECONOMIA DEL PROYECTO

5.1. COSTOS Y PRESUPUESTOS	218
5.1.1. GENERALIDADES.....	218
5.1.2. OBJETIVOS.	218
5.1.3. METRADOS.....	218
5.1.4. ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS.....	218
5.1.4.1. Determinación jornal hora hombre.	219
5.1.5. MODALIDAD DE EJECUCION.....	219
5.1.6. PRESUPUESTO DE OBRA.....	219
5.1.7. INSUMOS.....	220
5.1.8. FORMULA POLINOMICA.....	220
5.1.9. ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO.	221
5.1.10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	221

CAPITULO VI PROGRAMACION DE OBRA

6.1. PROGRAMACION.	222
6.1.1. GENERALIDADES.....	222
6.1.2. OBJETIVOS.....	222
6.1.3. METODOS DE PROGRAMACIÓN DE OBRA.....	222
6.1.3.1. C.P.M-P.E.R.T.....	222
6.1.3.1.1. HOLGURAS EN CPM.....	222
6.1.3.1.2. ESTIMACION DE TIEMPOS.....	223
6.1.3.2. MÉTODO GANTT, PERT, CPM.....	224
6.1.4. DURACION DE OBRA.....	224
6.1.5. REQUERIMIENTO DE MATERIALES, EQUIPO, MANO DE OBRA Y FLUJO MENSUAL DE CAJA.....	224
6.1.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	225

CAPITULO VII IMPACTO AMBIENTAL

7. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	226
7.1. GENERALIDADES	226
7.2. OBJETIVO DEL ESTUDIO.....	226
7.3. METODOLOGÍA	226
7.3.1. Proceso de evaluación de impacto ambiental	226
7.4. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL RELACIONADA A LA OBRA.....	229
7.5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL PROYECTO.....	231
7.6. MEDIDAS DE PROTECCION AL MEDIO AMBIENTE.....	237
7.6.1. DURANTE LA CONSTRUCCION.....	237
7.6.2. DURANTE LA VIDA UTIL.....	238
7.7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	239

CAPITULO VIII ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ESPECIFICACIONES TECNICAS.....	240
--------------------------------	-----

CAPITULO IX CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1. CONCLUSIONES.....	433
9.2. RECOMENDACIONES.....	434
9.3. BIBLIOGRAFIA.....	435

ANEXOS

PANEL FOTOGRAFICO, TOPOGRAFIA(NIVELACION), ESTUDIO DE SUELOS, CANTERAS, ESTRUCTURAS, PAVIMENTOS, DISEÑO DE MEZCLAS CONCRETO, COSTOS Y PRESUPUESTO, PROGRAMACION DE OBRAS, PLANOS.

LISTA DE CUADROS

Capítulo II Estudios Socio Económicos.

TABLA N° 2.1.	<i>Población censada proyectada en la provincia de paucartambo.</i>	08
TABLA N° 2.2.	<i>Registro oficial de postas y centros de salud.</i>	11
TABLA N° 2.3.	<i>Cantidad de instituciones educativas en los distritos De colquepata y huancarani.</i>	12
TABLA N° 2.4.	<i>Siembras de cultivos en los distritos de colquepata.</i>	13
TABLA N° 2.5.	<i>Población pecuaria de los distritos de Colquepata Paucartambo.</i>	13

Capítulo III Estudios Previos de la Vía

TABLA N° 3.1.	<i>Ordenes de control en trabajos viales.</i>	17
TABLA N° 3.2.	<i>Puntos de control en el levantamiento.</i>	18
TABLA N° 3.3.	<i>Dato de Campo con estación total.</i>	20
TABLA N° 3.4.	<i>Cálculo de Azimut verdadero.</i>	20
TABLA N° 3.5.	<i>Cálculo de Azimut corregido.</i>	21
TABLA N° 3.6.	<i>Cálculo de proyecciones y coordenadas.</i>	22
TABLA N° 3.7.	<i>Correlación de cotas en 500 metros</i>	23
TABLA N° 3.8.	<i>Descripción de BM (Bench Mark)</i>	24
TABLA N° 3.9.	<i>Radios de la vía existente Viscochoni - Colquepata.</i>	26
TABLA N° 3.10.	<i>Pendientes en la vía existente.</i>	27
TABLA N° 3.11.	<i>Ancho Promediado en todo el Vía.</i>	28
TABLA N° 3.12.	<i>Inventario vial.</i>	28
TABLA N° 3.13.	<i>Tipos de magnitudes el tipo de movimiento que origina.</i>	39
TABLA N° 3.14.	<i>Parámetros que deben ser Evaluados.</i>	42
TABLA N° 3.15.	<i>Tipos de Muestras respecto al terreno que muestran.</i>	54
TABLA N° 3.16.	<i>Número y tipos de ensayo.</i>	55
TABLA N° 3.17.	<i>Ensayos y Normas</i>	56
TABLA N° 3.18.	<i>Categorías de Subrasante.</i>	60
TABLA N° 3.19.	<i>Resultados de ensayos de laboratorio.</i>	61
TABLA N° 3.20.	<i>Características de los materiales Granulares para sub base y Base granular.</i>	64
TABLA N° 3.21.	<i>Resumen de los ensayos de laboratorio para la cantera de Patacancha.</i>	66
TABLA N° 3.22.	<i>Resumen de los ensayos de laboratorio para la cantera Huayllabamba.</i>	67
TABLA N° 3.23.	<i>Características de la Cuenca 1.</i>	70
TABLA N° 3.24.	<i>Características de la Cuenca 2.</i>	71
TABLA N° 3.25.	<i>Características de la Cuenca 3.</i>	71
TABLA N° 3.26	<i>Características de la Cuenca 4.</i>	72
TABLA N° 3.27	<i>Estaciones Meteorológicas cercanas a la vía Viscochoni-Colquepata.</i>	72
TABLA N° 3.28	<i>Datos de precip. Acum. mensuales-Paucartambo.</i>	76
TABLA N° 3.29.	<i>Datos de precip. Acum. mensuales-Colquepata.</i>	77
TABLA N° 3.30.	<i>Datos de precip. Acum. mensuales-Pisac.</i>	78
TABLA N° 3.31.	<i>Datos de precip. Acum. mensuales-Perayoc.</i>	79
TABLA N° 3.32.	<i>Resumen de datos-Precipitaciones.</i>	80

TABLA N° 3.33.	<i>Criterio de diseño Generalizado para estructuras de control de agua.</i>	82
TABLA N° 3.34.	<i>Intensidad máxima de precipitaciones(mm/h) de las tormentas-Perayoc.</i>	84
TABLA N° 3.35.	<i>Intensidades máximas y Regionalización.</i>	89
TABLA N° 3.36.	<i>Análisis de frecuencias para intensidades.</i>	90
TABLA N° 3.37.	<i>Intens. de diseño para diferentes periodos de retorno.</i>	93
TABLA N° 3.38.	<i>Características fisicas de la cuenca.</i>	94
TABLA N° 3.39.	<i>Tiempo de concentración.</i>	95
TABLA N° 3.40.	<i>Coeficientes de escorrentía método Racional.</i>	95
TABLA N° 3.41.	<i>Caudal de diseño cuenca 1.</i>	96
TABLA N° 3.42.	<i>Caudal de diseño cuenca 2.</i>	97
TABLA N° 3.43.	<i>Caudal de diseño cuenca 3.</i>	97
TABLA N° 3.44.	<i>Caudal de diseño cuenca 4.</i>	98
TABLA N° 3.45.	<i>Índice med. diar. de la ruta Viscochoni-Colquepata.</i>	101
TABLA N° 3.46.	<i>Dimensiones del tipo adoptado.</i>	105

Capítulo IV Propuesta Técnica definitiva.

TABLA N° 4.1.	<i>Rangos de velocidades de diseño en función A la clasificación y orografía.</i>	107
TABLA N° 4.2.	<i>Velocidades específicas para una determinada curva horizontal.</i>	108
TABLA N° 4.3.	<i>velocidades específicas en el proyecto de tesis.</i>	110
TABLA N° 4.4.	<i>Ecuaciones de Fitzpatrick para la estimación de Velocidades de operación.</i>	111
TABLA N° 4.5-a.	<i>Elementos de curvas horizontales del proyecto.</i>	112
TABLA N° 4.5.	<i>Radios mínimos para velocidades específicas de diseño.</i>	114
TABLA N° 4.6.	<i>Variación uniforme de la aceleración.</i>	117
TABLA N° 4.7.	<i>Longitud mínima de curva de transición (Espirales).</i>	118
TABLA N° 4.8.	<i>Longitud de tramos en tangente.</i>	119
TABLA N° 4.9.	<i>Distancia de visibilidad de parada.</i>	121
TABLA N° 4.10.	<i>Ancho de calzada de dos carriles.</i>	123
TABLA N° 4.11.	<i>Bombeo de calzada.</i>	123
TABLA N° 4.12.	<i>Anchos Mínimos de Referencia.</i>	124
TABLA N° 4.13.	<i>Valores de Peralte Máximo.</i>	124
TABLA N° 4.14.	<i>Longitud de Transición del peralte según velocidad y posición del eje del peralte..</i>	126
TABLA N° 4.15.	<i>Anchos de Berma.</i>	127
TABLA N° 4.16.	<i>Cálculo de sobre anchos según radios para L=6m.</i>	128
TABLA N° 4.17.	<i>Valores de índice K para el calculo de longitudes de curva vertical convexa en las carreteras de tercera clase.</i>	130
TABLA N° 4.18.	<i>Valores de índice K para el cálculo de longitudes de curva vertical cóncava en las carreteras de tercera clase.</i>	132
TABLA N° 4.19.	<i>Valores Referenciales para taludes en corte(H:V)</i>	133
TABLA N° 4.20.	<i>Taludes de Referencia en Zonas de relleno -Terraplenes.</i>	133

TABLA N° 4.20-a.	<i>Características del proyecto-diseño geométrico</i>	134
TABLA N° 4.21.	<i>Factores de Distribución y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño.</i>	137
TABLA N° 4.22.	<i>Relación de cargas por eje para determinar equivalentes (EE) - Pav. Flexible.</i>	137
TABLA N° 4.22-a.	<i>Factor de ajuste por presión de neumático(Fp) Para ejes equivalentes(EE) .</i>	138
TABLA N° 4.23.	<i>Lineamiento para duración de periodo de diseño.</i>	140
TABLA N° 4.24.	<i>Nivel de confiabilidad.</i>	141
TABLA N° 4.25.	<i>Desviación Estándar normal para varios niveles de confiabilidad.</i>	141
TABLA N° 4.26.	<i>Índice de Serviciabilidad Inicial(P0)</i>	142
TABLA N° 4.27.	<i>Índice de Serviciabilidad Final (Pt).</i>	143
TABLA N° 4.28.	<i>Método de las Diferencias Acumuladas</i>	144
TABLA N° 4.28-a.	<i>Método de las Diferencias Acumuladas</i>	144
TABLA N° 4.29.	<i>Valores de coeficientes según MTC.</i>	146
TABLA N° 4.30.	<i>Calidad de drenaje en función del tiempo.</i>	149
TABLA N° 4.31.	<i>Valores recomendados de coeficientes de drenaje "m" para BASE y SUB BASE</i>	149
TABLA N° 4.32.	<i>Espesores mínimos, en función a los ejes equivalentes (Pulgadas), T.S.=Tratamiento superficial.</i>	150
TABLA N° 4.33.	<i>Resumen de valores para el diseño adoptados.</i>	150
TABLA N° 4.34.	<i>Requerimiento para los agregados-resumen ensayo.</i>	154
TABLA N° 4.35.	<i>Requerimiento para los agreg. finos-resumen ensayo.</i>	155
TABLA N° 4.36.	<i>Porcentaje que pasa-Granulometría.</i>	156
TABLA N° 4.37.	<i>Parámetros de diseño concreto Asfáltico.</i>	159
TABLA N° 4.38.	<i>Briquetas con Porcentaje de Asfalto.</i>	160
TABLA N° 4.39.	<i>Resumen de resultados por Ensayo de Marshall.</i>	161
TABLA N° 4.40.	<i>Controles durante la Producción del asfalto.</i>	163
TABLA N° 4.41.	<i>Dimensiones cunetas laterales</i>	166
TABLA N° 4.42.	<i>Coefficiente de rugosidad.</i>	167
TABLA N° 4.43.	<i>Valores de coeficientes de permeabilidad.</i>	168
TABLA N° 4.43-a.	<i>Ubicación de cunetas laterales.</i>	169
TABLA N° 4.44.	<i>Resumen de alcantarillas de paso diseñadas.</i>	173
TABLA N° 4.45.	<i>Ubicación de alcantarillas de alivio</i>	174
TABLA N° 4.46.	<i>Ubicación de los sistemas de sub drenaje.</i>	176
TABLA N° 4.47.	<i>Resultados de las pruebas de agregado grueso y fino.</i>	177
TABLA N° 4.48-a.	<i>Resultados del Diseño del Concreto 140kg/cm².</i>	178
TABLA N° 4.48-b.	<i>Resultados del Diseño del Concreto 175kg/cm².</i>	178
TABLA N° 4.49.	<i>Resultados del Diseño del Concreto 210kg/cm².</i>	178
TABLA N° 4.50.	<i>Señales verticales-preventivas.</i>	180
TABLA N° 4.51.	<i>señales verticales-Reglamentarias.</i>	181
TABLA N° 4.52.	<i>señales verticales- Informativas.</i>	183
TABLA N° 4.53.	<i>Guardavías.</i>	185
TABLA N° 4.54.	<i>Tiempo de exposición a un nivel de ruido.</i>	188
TABLA N° 4.55.	<i>Niveles de ruido en decibeles.</i>	188
TABLA N° 4.56.	<i>valores para sobrecargas en muros paralelos al trafico.</i>	196
TABLA N° 4.57.	<i>clases de terrenos de cimentación y constantes de diseño.</i>	198

TABLA N° 4.58.	<i>Muros de contención proyectadas.</i>	204
TABLA N° 4.59.	<i>Cargas Estabilizadoras y desestabilizadoras.</i>	206
TABLA N° 4.60.	<i>Factores de seguridad mínimo.</i>	213

Capítulo VII Estudio de Impacto Ambiental.

TABLA N° 7.1.	<i>Flora del área de influencia.</i>	227
TABLA N° 7.2.	<i>Fauna de la zona.</i>	228
TABLA N° 7.3.	<i>Efectos Ambientales</i>	234
TABLA N° 7.4.	<i>Sistema de evaluación de Batalle</i>	235

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I Aspectos Generales

FIGURA N° 1.1.	<i>Ubicación a nivel Regional</i>	04
FIGURA N° 1.2.	<i>Ubicación a nivel Provincial</i>	04
FIGURA N° 1.3.	<i>Ubicación a nivel Distrital</i>	05
FIGURA N° 1.4.	<i>Trazo de la vía existente Viscochoni - Colquepata.</i>	05

Capítulo II Estudios Socio Económicos.

FIGURA N° 2.1.	<i>Delimitación del área de influencia.</i>	08
-----------------------	---	----

Capítulo III Estudios Previos de la Vía

FIGURA N° 3.1.	<i>Poligonal abierta (control de cierre).</i>	17
FIGURA N° 3.2.	<i>Poligonal abierta (línea de base).</i>	19
FIGURA N° 3.3.	<i>Aplicación geométrica.</i>	23
FIGURA N° 3.4.	<i>Mapa Geomorfológico Regional.</i>	30
FIGURA N° 3.5.	<i>Mapa Geológica local.</i>	35
FIGURA N° 3.6. y 3.7	<i>Cinturón de fuego del pacifico.</i>	37
FIGURA N° 3.8.	<i>Mapa de Ordenadas Espectrales.</i>	38
FIGURA N° 3.9.	<i>Mapa de Aceleraciones máximas Normalizadas.</i>	40
FIGURA N° 3.10.	<i>Ubicación de la cantera Patacancha</i>	65
FIGURA N° 3.11.	<i>Cuenca N° 01.</i>	70
FIGURA N° 3.12.	<i>Cuenca N° 02.</i>	70
FIGURA N° 3.13.	<i>Cuenca N° 03</i>	71
FIGURA N° 3.14.	<i>Cuenca N° 04</i>	71
FIGURA N° 3.15.	<i>Diagrama de doble masa.</i>	73
FIGURA N° 3.16.	<i>Regionalización de datos Pluviométricos.</i>	81
FIGURA N° 3.17.	<i>Curvas de intensidad –Duración-Frecuencia.</i>	93
FIGURA N° 3.18.	<i>I-D-F Para tiempo de concentración $t_c=35$. 36.-25años</i>	97
FIGURA N° 3.19.	<i>I-D-F Para tiempo de concentración $t_c=27$. 64.-25años</i>	97
FIGURA N° 3.20.	<i>I-D-F Para tiempo de concentración $t_c=11$. 41.-25años</i>	98
FIGURA N° 3.21.	<i>I-D-F Para tiempo de concentración $t_c=3.38$.-25años</i>	98
FIGURA N° 3.22.	<i>Composición Vehicular.</i>	104
FIGURA N° 3.23.	<i>Tipo de vehículo.</i>	104

Capítulo IV Propuesta Técnica definitiva.

FIGURA N° 4.1.	<i>Curvas con velocidades específicas.</i>	109
FIGURA N° 4.2.	<i>Curvas Continuas.</i>	112
FIGURA N° 4.3.	<i>Elementos de un espiral.</i>	117
FIGURA N° 4.4.	<i>Distancia de visibilidad de paso (Da).</i>	122
FIGURA N° 4.5.	<i>Peralte en Zona Rural (Tipo 1, 2 y 3).</i>	125
FIGURA N° 4.6.	<i>Sección con sobre ancho.</i>	128
FIGURA N° 4.7.	<i>Curva convexa-longitud mínima de visibilidad de parada.</i>	129
FIGURA N° 4.8.	<i>Curva convexa-longitud mínima de visibilidad de paso.</i>	130
FIGURA N° 4.9.	<i>Curva Cóncava-Longitud Mínima.</i>	132
FIGURA N° 4.10.	<i>Componentes estructurales de un pavimento flexible.</i>	135
FIGURA N° 4.11.	<i>Ecuación AASHTO-93.</i>	145
FIGURA N° 4.12.	<i>Grafica para obtener número estructural</i>	145

FIGURA N° 4.13.	<i>Valores de coeficientes estructurales para mezclas de concreto asfáltico a partir del módulo de elasticidad.</i>	147
FIGURA N° 4.14.	<i>Valores de coeficientes estructurales para Bases granulares no tratadas.</i>	147
FIGURA N° 4.15.	<i>Valores de coeficientes estructurales para Sub Bases granulares no tratadas.</i>	148
FIGURA N° 4.16.	<i>Capas estructurales aplicando los coeficientes</i>	150
FIGURA N° 4.17.	<i>Estructura del pavimento flexible dimensionado</i>	151
FIGURA N° 4.17-a.	<i>Granulometría MAC-2</i>	157
FIGURA N° 4.18.	<i>Dimensiones de la cuneta diseñada.</i>	166
FIGURA N° 4.19.	<i>Detalle de cuneta de coronación.</i>	170
FIGURA N° 4.20.	<i>Detalle de zanjas de drenaje y coronación.</i>	170
FIGURA N° 4.21.	<i>Estructura del sub dren.</i>	177
FIGURA N° 4.22.	<i>Señal Preventiva que indica curvaturas horizontales</i>	180
FIGURA N° 4.23.	<i>Señales de prohibición de paso por clase de vehículo.</i>	181
FIGURA N° 4.24.	<i>Señales de dirección.</i>	182
FIGURA N° 4.25.	<i>Señales de dirección.</i>	182
FIGURA N° 4.26.	<i>Tacha retro reflectiva u “ojo de gato”.</i>	184
FIGURA N° 4.27.	<i>Postes Delineadores</i>	185
FIGURA N° 4.28.	<i>Sección transversal km 00+700</i>	195
FIGURA N° 4.29.	<i>Dimensionamiento del Muro de Contención.</i>	195
FIGURA N° 4.30.	<i>Metrado de fuerzas Verticales</i>	196
FIGURA N° 4.31.	<i>Diagrama de Presiones</i>	199
FIGURA N° 4.32.	<i>Armadura del muro Km:00+700.</i>	203
FIGURA N° 4.33.	<i>Perfil de sección de muro en el Km 00+700.</i>	203
FIGURA N° 4.34.	<i>Métodos de estudio de estabilidad de taludes</i>	205
FIGURA N° 4.35.	<i>Diagra. de fuerzas y Momentos de estabilidad de taludes.</i>	206
FIGURA N° 4.36.	<i>Deslizamientos traslacionales.</i>	207
FIGURA N° 4.37.	<i>Deslizamientos Rotacionales.</i>	207
FIGURA N° 4.38.	<i>Deslizamientos Compuestos.</i>	208
FIGURA N° 4.39.	<i>Métodos de equilibrio global.</i>	209
FIGURA N° 4.40.	<i>Métodos de equilibrio parcial de rebanadas.</i>	209
FIGURA N° 4.41.	<i>Método de BISHOP SIMPLIFICADO.</i>	210
FIGURA N° 4.42.	<i>Sección más crítica de la nueva proyección km 07+460.</i>	214
FIGURA N° 4.43.	<i>Factor de seguridad sin muro seco km:07+500</i>	214
FIGURA N° 4.44.	<i>Factor de seguridad con muro seco.km:07+500</i>	215
FIGURA N° 4.45.	<i>Muro de Sostenimiento-Muro seco</i>	215
FIGURA N° 4.46.	<i>Sección con talud más alta KM: 07+960</i>	216
FIGURA N° 4.47.	<i>Análisis de estabilidad de taludes</i>	216

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

Este proyecto de carretera se encuentra ubicada en la región Cusco, en la provincia de Paucartambo y en el distrito de Colquepata.

Cabe mencionar que los pueblos involucrados en el proyecto alcanzan índices de pobreza, la que se ve empeorado por la inexistencia ideal de vías de comunicación, para lograr de esta manera estimular su desarrollo en el contexto local y regional. La concretización de este proyecto tendrá un impacto en la activación de su potencial agrícola, ganadero y laboral.

Por todo lo referido, se plantea la ejecución de los estudios de ingeniería del presente proyecto para contar con una vía de comunicación segura, rápida y económica, conforme a las resientes condiciones del parque automotor y conjugada con las recomendaciones de las Normas Peruanas DG-2018 (Diseño de Carreteras).

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La vía existente tiene una longitud total de 12+000 Km, y comprende la ejecución de la carretera. El tramo inicia en el centro poblado de Viscochoni (Km. 0+000) y el final de este tramo se da en el distrito de Colquepata (Km.12+000).

Se realizarán estudios definitivos de la vía.

La carpeta de rodadura será a nivel de pavimento flexible, también se planteará sistemas de drenaje como; cunetas laterales revestidas de concreto, alcantarillas, canales de coronación y sub drenes para evitar el deterioro de dicha vía en épocas de lluvia.

Así también se dejará con las señales de tránsito correspondiente.

1.3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

a) OBJETIVO GENERAL

- Elevar la calidad de vida de los usuarios que se ubican dentro del área de influencia del proyecto, asegurando la articulación a la Red Vial del Sistema Nacional, en concordancia con las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras.

b) OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Mejorar las condiciones de transitabilidad de la actual vía, con la finalidad de brindar seguridad del flujo y tránsito vehicular que se presente en la vía.
- Fortalecer la actividad agropecuaria y el comercio local, dentro del área de influencia del proyecto.
- Ampliar los servicios médicos y educativos, en el sentido de crear un acceso vial adecuado.
- Incitar el ecoturismo, así como el turismo de aventura dado que, a lo largo de esta área de influencia, hay lugares que ofrecen dichas maravillas.

1.4. NOMBRE DEL PROYECTO.

El Proyecto se denomina: **“MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA CARRETERA VISCOCHONI – COLQUEPATA, DISTRITO DE COLQUEPATA, PROVINCIA DE PAUCARTAMBO, REGION DEL CUSCO”**.

1.5. UBICACIÓN DEL PROYECTO.**Ubicación geográfica.**

La zona de proyecto se encuentra ubicado en la parte Central Oriental del departamento del Cusco en la jurisdicción del distrito de Colquepata.

Geográficamente la zona de proyecto se desarrolla en la cordillera central de los andes, sobre una altitud que varía de los 3600 m.s.n.m. y los 4000 m.s.n.m perteneciendo a las regiones naturales de QUECHUA y SUNI.

Ubicación en coordenadas UTM.

El proyecto está comprendido entre las coordenadas UTM 212828.795 a 210418.821 Este y 8514954.999 a 8521139.117 Norte.

La obtención de datos se ha realizado mediante la traslación de coordenadas de un B.M geodésico en el poblado de Viscochoni (ubicado en la via Cusco-Paucartambo km 37+100) usando equipo Estación Total SOIKA GTS – 210 (03 prismas).

LOCALIDAD	X	Y
Viscochoni.	212828.795E	8514954.999N
Colquepata.	210418.821E	8521139.117N

Ubicación en coordenadas geográficas.

La obtención de coordenadas geográficas se realizó procesando las coordenadas UTM y convirtiéndolas a coordenadas geográficas, obtenidas mediante una hoja de cálculo en Excel.

LOCALIDAD	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE
Viscochoni.	13°24'50 "	71°39'6"
Colquepata.	13°21'28"	71°40'24"

Altitud

Geográficamente esta sobre una altitud de:

LOCALIDAD	ALTURA (m.s.n.m)
Viscochoni	3792
Colquepata	3694

Ubicación política.

Políticamente la zona del proyecto se encuentra ubicada en:

Distrito : Colquepata.
Provincia : Paucartambo.
Región : Cusco.

Este distrito fue creada por ley S/N del 02 de enero de 1857, en el gobierno de Ramon Castilla. Se ubica en la zona centro sur de la provincia de Paucartambo a una altura promedio 3692 m.s.n.m. tiene una extensión de 467.68 km².

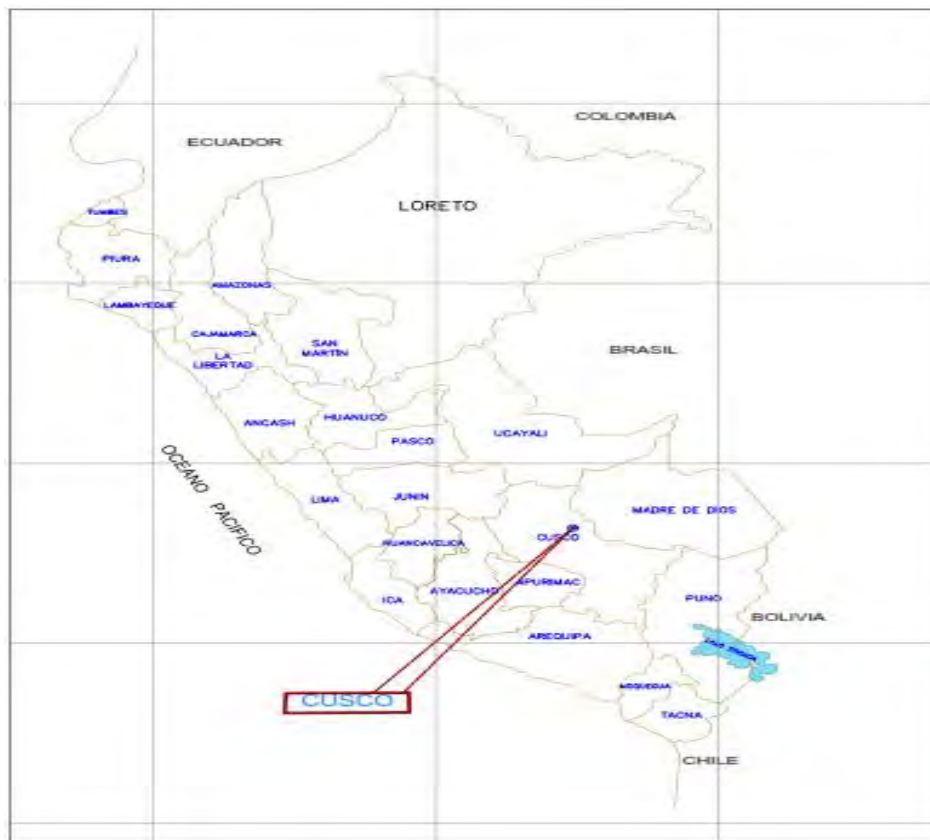


Figura 1-1: Ubicación a nivel Regional

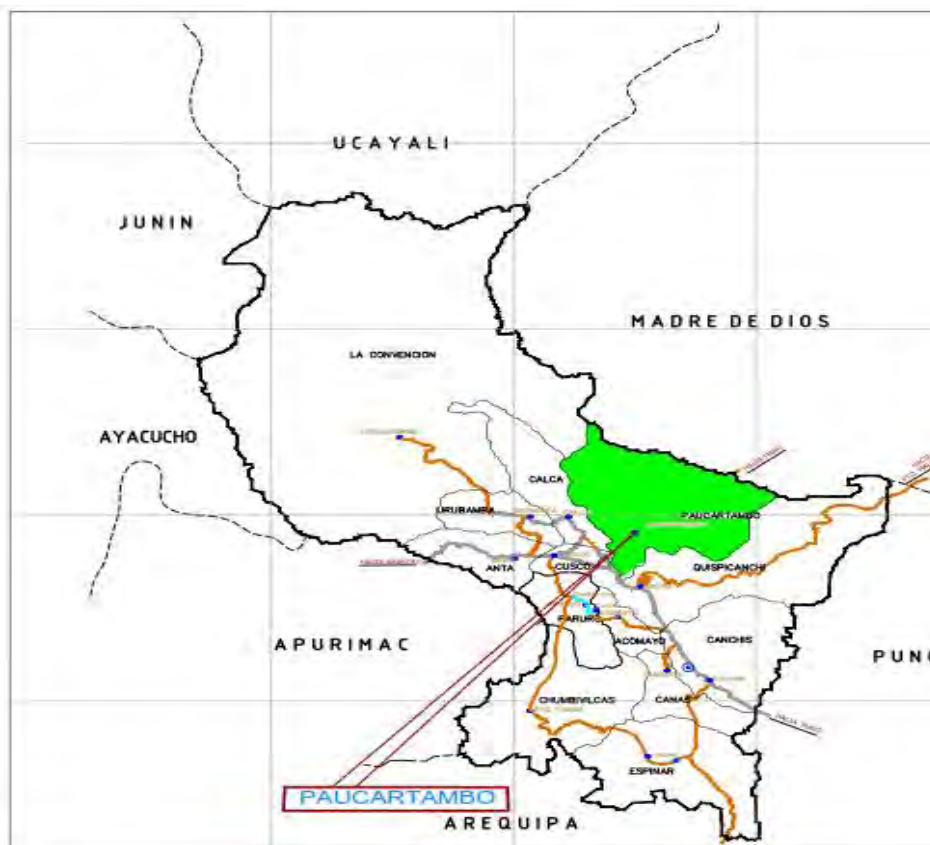


Figura 1-2: Ubicación a nivel Provincial



Figura 1-3: Ubicación a nivel Distrital
Ámbito de influencia del proyecto



Figura 1-4: Trazo de la vía existente Viscochochoni - Colquepata.
Fuente: Google Earth Pro

1.6. PROBLEMÁTICA A RESOLVER CON EL PROYECTO.

De acuerdo al análisis de la situación actual del ámbito del proyecto se han detectado como problemas:

- ¿Cuánto mejorara la calidad de vida en el área de influencia del proyecto **“MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA CARRETERA VISCOCHONI – COLQUEPATA, ¿DISTRITO DE COLQUEPATA, ¿PROVINCIA DE PAUCARTAMBO, REGION DEL CUSCO”**?
- ¿Cómo influirá el diseño geométrico para dar una transitabilidad optima en la vía?
- ¿Qué dificultades tiene el agro y el comercio en la zona de influencia del proyecto?
- ¿Qué dificultades tiene los servicios médicos y educativos en el área de influencia del proyecto?
- ¿Cómo influirá en la explotación de los recursos naturales y atractivos turísticos?

1.7. JUSTIFICACION DEL PROYECTO.

- El proyecto será más efectivo y continuo con la circulación de vehículos; transportando personas, productos agrícolas y ganaderos. Influyendo grandemente en diversas actividades locales, incorporando a la economía regional, a través del uso intensivo de sus áreas potenciales de cultivo y ganadería.
- El proyecto ofrecerá un mejoramiento en el diseño geométrico de la vía: radios de curvatura, pendientes, bermas, peraltes, bombeos y carpeta de rodadura a nivel asfaltada, reduciendo el costo de operaciones.
- El proyecto ofrecerá mayor flujo de vehículos locales y de otras provincias de la región del cusco, para lo cual generará mayor demanda en el sector de la agricultura. Por tanto, la ejecución del proyecto es prioritaria, por beneficiar una zona con un potencial turístico, agrícola, ganadera, etc.
- El proyecto permitirá mayor seguridad en el desplazamiento de las unidades de servicios médicos y educativos.
- El proyecto servirá para el incremento de visitas de turistas locales y extranjeros, por la articulación de esta vía con las vías departamentales y nacionales.

CAPÍTULO II

ESTUDIOS SOCIO ECONOMICOS

2.1 SOCIOECONOMIA

2.1.1. GENERALIDADES

Es importante considerar el presente proyecto no solo como el asfaltado de una vía, más aun el servicio en el futuro que tendrá, al permitir articular el distrito de Colquepata con los distritos de Paucartambo, Huancarani y con la región del Cusco, lo que permite que estos pueblos se desarrollen económicamente y socialmente, además podrán apreciar mejores planes de desarrollo agrario y solucionar gradualmente los problemas de salud, alimentación, educación y otros problemas que son olvidados por falta de conexión vial a otras ciudades.

2.1.2. OBJETIVOS

Determinar la composición geográfica sobre la cual repercute el vínculo vial existente y su mejoramiento con la activación del proyecto, adaptando en los lineamientos de los planes y programas de desarrollo.

2.1.3. COMPONENTES SOCIO-ECONÓMICOS Y CULTURALES

2.1.3.1. Área de Influencia

El área de influencia constituye el espacio geográfico en el cual las obras del proyecto a ejecutar, cualesquiera sean su naturaleza, ejercen un impacto favorable para las actividades productivas actuales y potenciales de su entorno, contribuyendo al bienestar y seguridad de la población beneficiaria de la vía.

La delimitación del área de influencia es importante, por cuanto constituye el punto de partida para el análisis de las características socioeconómicas; las variables macroeconómicas; y la estimación de los beneficios atribuibles al proyecto.



Figura 2-1 área de influencia.
Fuente: Google Earth Pro

2.1.3.2. Población

La población total del distrito de colquepata según el censo nacional de población y vivienda 2017 (INEI), es de 8170 habitantes.

TABLA 2-1: Población Censada y Proyectada en la Provincia de Paucartambo.

Distritos	POBLACIÓN CENSADA			DENSIDAD PROYECTADA	
	Años	1993	2007	2017	2037
Paucartambo		11028	12057	11871	13601
Colquepata		8572	9616	8170	11194
Challabamba		8621	9983	8433	12080
Kosñipata		3873	4790	4403	6256
Huancarani		6024	6910	6911	7975
Caicay		2398	2521	2716	2703
TOTAL		40516	45877	42504	53809

Fuente: INEI Censo Nacional de Población y Vivienda -2017.

La población proyectada para el año 2037 para el distrito de Colquepata es de 11,194 habitantes con una tasa de crecimiento 0.82%. implica que la demanda tendrá que incrementarse en salud, agricultura, educación y comercio.

2.1.3.3. Comercio

La producción agropecuaria es mercantilizada en ferias comunales que se realizan en el distrito de Colquepata, esta actividad es realizada cada primer domingo del mes, por existencia de comerciantes intermediados optan cada vez más agricultores a llevar sus productos a la ciudad del Cusco, así como a las ferias dominicales del distrito de Huancarani, donde obtienen una mayor venta por unidad de producción.

Los productores del distrito de Colquepata de la provincia de Paucartambo, son abastecedores de los mercados de la ciudad del Cusco.

El agricultor participa en las ferias agropecuarias y ganaderas, donde comercializa sus productos como; papa, haba, cebada, ovino, vacuno y animales menores en las ferias dominicales y mensuales, realizados por los gobiernos locales y comunales. Dichos productos son llevados a otros mercados para su comercialización.

A continuación, se muestra la Feria dominical del distrito de Colquepata, todos los participantes son de las diferentes comunidades campesinas del distrito, que realizan movimiento económico.



Fotografía 2-1: Movimiento comercial en el Distrito de Colquepata.



Fotografía 2-2: Feria dominical del Distrito de Colquepata.

2.1.3.4. Salud

La atención de salud en el distrito de Colquepata se da en el enfoque: medicinas tradicionales de plantas y hierbas; así como también de medicinas modernas (postas de salud, centros de salud y clínicas particulares).

Algunas metas propuestas son: generar una demanda adecuada e informada de los servicios de salud sexual y reproductiva; disminuir la mortalidad materna en la atención de partos; mejorar la atención de los servicios públicos de salud reproductiva; contribuir a la disminución de embarazos no deseados.

Lo anterior se concreta en:

- Reducción de la mortalidad infantil y morbilidad.
- Disminución de la prevalencia de la desnutrición infantil.
- Disminución de la prevalencia de la anemia infantil.
- Disminución de la anemia femenina
- Mejorar la atención de los partos.
- Mejorar la atención en otros servicios referentes a la salud pública.

TABLA 2-2: Registro Oficial de postas y centros de salud.

PROVINCIA DE PAUCARTAMBO			
N°	Distrito	Posta o Centro de Salud	Codigo Unico
1	PAUCARTAMBO	Paucartambo	2510
2		Mollamarca	2511
3	CAICAY	Caicay	2512
4		Huasac	2513
5		Huayllabamba	7144
6	COLQUEPATA	Colquepata	2516
7		Pichihua	2517
8		Viscochoni.	2518
9		Aire.	2519
10		Tocra	6979
11	CHALLABAMBA	Challabamba	2514
12		Parobamba	2515
13		Otocani	7143
14	HUANCARANI	Huancarani	2520
15	KOSÑIPATA.	Pilcopata	2521
16		Patria	2522

Fuente: www.minsa.gob.pe. Ministerio de salud.

Uno de los problemas y causas de la letalidad infantil es el tipo de atención que recibe la gestante durante el embarazo, el parto y los controles posteriores por causas de altos índices de analfabetismo.

El distrito de colquepata tiene un clima frígido por la altitud que se encuentra, “la primera causa de muerte en la etapa de vida adolescente son las enfermedades del sistema respiratorio, siendo mayor en la sub etapas es de 15-19 años de edad” (Flores, 2015, pág. 86).

Los adolescentes y jóvenes tienden a no acudir a los centros de salud. “No lo hacen porque consideran que sus problemas no son suficientemente graves, porque se auto medican, porque no tienen tiempo o por falta de dinero, conllevando estos problemas a ser graves y fallecen” (Flores, 2015, pág. 86).

2.1.3.5. Educación

El acceso a la educación es un derecho importante para la integración a la sociedad de varones y mujeres, contribuyendo al desarrollo económico, social y cultural, esta dependerá de la calidad del servicio educativo que se brinda en dicho distrito.

En el distrito de colquepata por ser considerado uno de los distritos en extrema pobreza en la región de cusco no se cuenta con instituciones privadas tal como se ve en la **TABLA 2-3**.

TABLA 2-3: Cantidad de instituciones educativas en los distritos de Colquepata y Huancarani

CANTIDAD DE I.E EN LOS DISTRITOS DE COLQUEPATA Y HUANCARANI.						
DISTRITO	NIVEL	Total de I. E	Gestión		Área	
			Publica	Privada	Rural	Urbana
COLQUEPATA	INICIAL	31	31	0	29	2
	PRIMARIA	27	27	0	25	2
	SECUNDARIA	9	9	0	7	2
HUANCARANI	INICIAL	27	25	2	23	4
	PRIMARIA	16	15	1	13	3
	SECUNDARIA	8	7	1	5	3
TOTAL.		118	114	4	102	16

Fuente: UGEL-Paucartambo, padrón de Instituciones Educativas registradas

Los estudiantes del distrito de Colquepata tienen dificultades para llegar a sus instituciones educativas, por lo que viven a distanciados de sus centros educativos por lo cual tienen la necesidad de trasladarse en: bicicletas, motocicletas, camiones, autos y buses.

2.1.3.6. Turismo

La economía de los servicios turísticos en el distrito de Colquepata es muy baja, pues, aunque la capital de la provincia de Paucartambo es reconocida a nivel regional y nacional, sobre todo por sus expresiones culturales y religiosas, estas actividades solo se focalizan en tres o cuatro días en el año, por lo cual el distrito de Colquepata no se beneficia de esas actividades, por lo cual se promueve el turismo comunitario¹. En su jurisdicción del distrito de Colquepata se encuentran centros arqueológicos, pero están fuera del área de influencia del proyecto **“MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA CARRETERA VISCOCHONI-COLQUEPATA, DISTRITO DE COLQUEPATA, PROVINCIA DE PAUCARTAMBO, REGIÓN DEL CUSCO.”**

2.1.3.7. Agricultura y Ganadería.

- La agricultura del distrito de colquepata y la ganadería es limitado por recursos hídricos e infraestructuras viales².
- La producción agrícola es básicamente de subsistencia, ya que los niveles de capitalización son mínimos debido a la escasez del recurso hídrico, así como a las

¹ <http://www.travelonews.com>. turismo Comunitario en el distrito de Colquepata.

² Proyecto “Mejoramiento de carretera Huancarani-Paucartambo”

constantes oleadas de friaje que imperan entre los meses de junio a agosto, por otro lado, la agricultura enfrenta serios problemas como es el transporte.

En la siguiente tabla se ve siembras de productos.

TABLA 2-4: Siembras de cultivos en los distritos de Colquepata.

SIEMBRAS DE CULTIVOS DE CAMPAÑA AGRICOLA			
Cultivos	Total (Has)	Distritos	
		Paucartambo	Colquepata
Kiwicha	2	2	0
Arveja Grano	277	180	97
Avena Grano	685	124	561
Cebada	1264	740	524
Tarwi	233	120	113
Frijol	0	-	-
Haba Grano	1424	787	637
Maiz Amilaceo	1058	807	251
Mashua	246	203	43
Oca	592	510	82
Olluco	1177	897	280
Papa	1960	1129	831
Quinoa	24	16	8
Trigo	1248	1003	245
Yacon	28	28	0

Fuente: Agencia Agraria de Paucartambo.

En el cuadro anterior podemos observar que la mayor producción en el distrito de Colquepata es la papa seguida del haba grano y avena.

La principal causa de pérdidas de producción es la helada.

- En la actividad pecuaria, está caracterizada por los siguientes datos:

TABLA 2-5: Población Pecuaria de los distritos de Colquepata - Paucartambo.

SIEMBRAS DE CULTIVOS DE CAMPAÑA AGRICOLA			
	TOTAL	Distritos	
		Paucartambo	Colquepata
Vacuno	10142	6475	3667
Vacas de Ordeño	1613	963	650
Ovinos	58815	31271	27544
Porcino	10528	5853	4675
Caprino	1376	916	460
Alpaca	8048	7470	578
Llama	6281	4981	1300
Cuy	37955	19858	18097
Gallina	14600	9600	5000

Fuente: Agencia Agraria de Paucartambo: YACHAYWASI consultores.

En el cuadro anterior se observa que predomina la crianza de Ovinos seguido de cuyes y Gallinas que se comercializan para la subsistencia.



Fotografía 2-3: Ganado vacuno del Distrito de Colquepata.

2.1.4. CONCLUSIONES.

En este capítulo socio-económico, donde se verifica los mayores niveles de autoconsumo, baja calidad de vida, mayores índices migratorios y son los productos agrícolas por lo general los que han experimentado los mayores estancamientos (Papa, maíz, trigo, cebada, haba) en los últimos años.

CAPÍTULO III

ESTUDIOS PREVIOS DE LA VÍA

3.1. ESTUDIOS TOPOGRAFICOS.

3.1.1. GENERALIDADES.

Los trabajos topográficos tienen la finalidad de obtener la posición relativa de los puntos existentes en la superficie terrestre, esta se consigue realizando mediciones, por tanto, la ubicación de puntos se procesa y posteriormente se refleja en los planos.

3.1.2. OBJETIVOS

Obtener la concordancia que debe guardar en el trazo tanto en planta como en la gradiente en función al relieve del terreno, así como; perfil longitudinal, secciones, radios de las curvas horizontales y verticales, y obras de arte.

3.1.3. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA FAJA DEL TERRENO

Levantamiento Topográfico

Una vez verificado la zona de estudio, “un levantamiento topográfico como principio solo requiere la condición de tener dos puntos con coordenadas conocidas, para luego obtener los puntos del relieve de la superficie y proyectarlos en un plano” (Villalba, 2016, pág. 151).

Así, en carreteras, los distintos órdenes de control estarán en función de:

- Importancia de la vía (categoría de la vía).
- Extensión del área por levantar.
- Escala del plano que se desea dibujar.

La determinación del orden de control en el proyecto requerido, brindara una facilidad al utilizar una metodología en el trabajo del levantamiento, así como los distintos tipos de instrumentos a emplear.

3.1.4. METODOLOGIAS CONOCIDAS Y ELECCION DE LA MISMA.

La metodología del levantamiento topográfico para obras viales dependerá del tipo de vía, la extensión del proyecto, el relieve, etc. En el presente proyecto, corresponde a una carretera de tercera clase pavimentada.

De acuerdo al caso, se tienen levantamientos con georreferenciación. Es decir, referenciar la red topográfica a través de equipos geodésicos. Para el proyecto de tesis, se ha referenciado por **GPS diferencial**.

3.1.4.1. Métodos fotogramétricos

Este método “permite obtener información sobre los objetos físicos naturales y artificiales del terreno, a través de imagen fotográfica y que permite medir y registrar coordenadas tridimensionales, la fotogrametría está relacionada con la presentación tridimensional de los objetos” (Barreto Jara & Barreto Rivera , 2020, pág. 169).

3.1.4.2. Métodos terrestres

En este método se tiene dos “técnicas de control de posición de puntos: la primera es poligonal y la segunda corresponde al de triangulación. Este último, se realiza cuando se trata de zonas de gran extensión donde se requiere más de dos puntos de partida” (Villalba, 2016, pág. 152). Se debe tener en cuenta las siguientes variables.

- Clase de vía: 3ª categoría.
- Longitud de la vía: 12.00 Km.
- Escala del plano: plano planta y perfil a 1/2000.
- La topografía del terreno: Rural u ondulada y accidentado.

En la poligonal abierta deben realizarse repetidamente las medidas para evitar los errores. Por lo tanto, el levantamiento a realizar deberá garantizar un buen control horizontal y vertical.

Para realizar el levantamiento topográfico del presente proyecto se utilizó los siguientes instrumentos electrónicos y materiales.

- 01 estación Total Electrónica Modelo SOKKIA MODELO FX-105.
- 03 bastones con sus respectivos prismas,
- 01 GPS DIFERENCIAL TRIMBLE R8 de la UNSAAC.
- Winchas de 50 m.
- 03 radio transmisores
- 01 cámara fotográfica.
- Jalones, libretas de campo, estacas de madera, clavos y pintura.

Se optó por estos instrumentos debido a:

- Mayor rendimiento de trabajo en campo.
- Precisión en el levantamiento topográfico.
- Procesamiento de datos en gabinete instantáneo.

3.1.5. GEOREFERENCIACION DE LA VIA

3.1.5.1. Ordenes de control y tolerancia

El análisis de la normatividad existente en nuestro país, viene a ser los requerimientos que se dan a los trabajos topográficos, en cuanto a su precisión. Por corresponder a una carretera de tercera clase pavimentada esta se encuentra dentro de 2° orden; es decir, se admiten errores tales como: $10'' \sqrt{N}$ (Angular); $1/15,000$ (lineal); y $12\sqrt{K}$ mm (altimetría) (Barreto, 2015).

N: número de lados de la figura.

K: Longitud del tramo en kilómetros.

TABLA 3-1: Ordenes de control en trabajos viales.

ORDEN	APLICACIONES
1°	Túneles, Autopistas de 1° y 2° clase, puentes de envergadura, transporte de coordenadas, etc.
2°	Carreteras en todas sus categorías.
3°	Caminos.

Fuente: Caminos Andinos. Manual práctico de ingeniería.

3.1.6. PLANIMETRÍA.

Para la red planimetría, se optó por establecer un circuito poligonal Abierto amarrada por la distancia entre el punto inicial y final. Para esta labor, se utilizó estación total Modelo SOKKIA MODELO FX-105, donde los puntos de control desde el PG1 al PG4, han sido monumentados en la vía con GPS Diferencial, para contar con puntos de control en el proyecto, como resultado se tienen las coordenadas UTM que se muestran en la siguiente **tabla 3-2**.

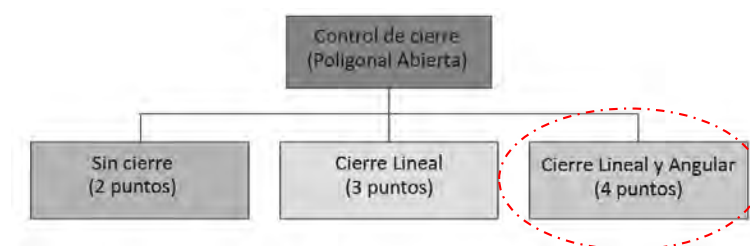


Figura 3-1: Poligonal abierta (control de cierre).

Fuente: Topografía aplicada.

La metodología aplicada es con **cierre lineal y angular**, en este caso se realizará una corrección de error lineal como angular, corrigiendo así cada punto de la poligonal abierta.



Fotografía 3-1: Monumento del punto geodésico.



Fotografía 3-2: Instalación de la Estación Total.

En las **fotografías 3-1 y 3-2** se muestra el monumento de un punto geodésico y la instalación de la estación total en el punto de partida para su respectivo traslado de puntos y su radiación.

TABLA 3-2: Puntos de Control en el levantamiento.

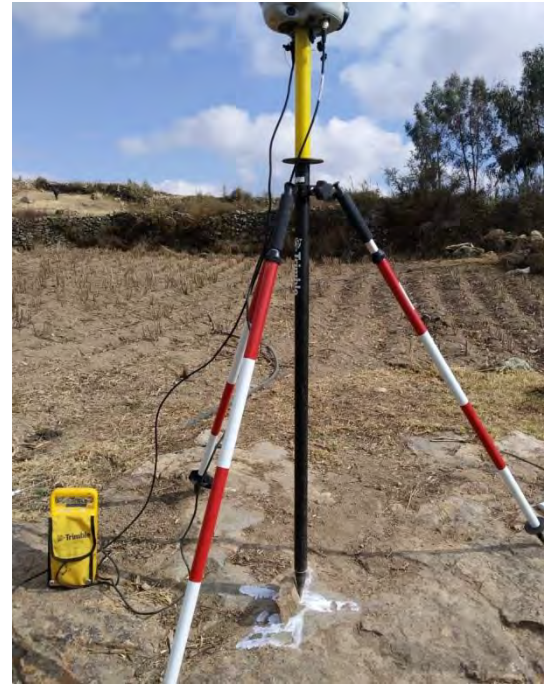
PUNTOS GEODESICOS FINALES

DESCRIPCION	X	Y	Z	OBSERVACION
PG-1	212575.947	8514831.42	3799.02	Lado izquierdo de la carretera cusco-paucartambo, cerca transformador
PG-2	212774.095	8514880.46	3792.508	Sobre morro, inicio de la vía viscochoni-colquepata
PG-3	210312.873	8520590.03	3746.398	lado izquierdo de la vía, Colquepata, roca fija
PG-4	210483.095	8521099.95	3704.232	lado izquierdo de la vía, Colquepata, roca fija

Fuente: Elaboración propia-tesistas.



Fotografía 3-3: Ubicación punto de control con GPS diferencial-UNSAAC. (PG-1)



Fotografía 3-4: Ubicación punto de control en roca fija. (PG-3)

Verificación de la precisión, trabajo que fue realizado durante el levantamiento de la poligonal base, para verificar que los errores cometidos estén dentro de los permisibles.

a) **CÁLCULO DEL ERROR DE CIERRE ANGULAR.**

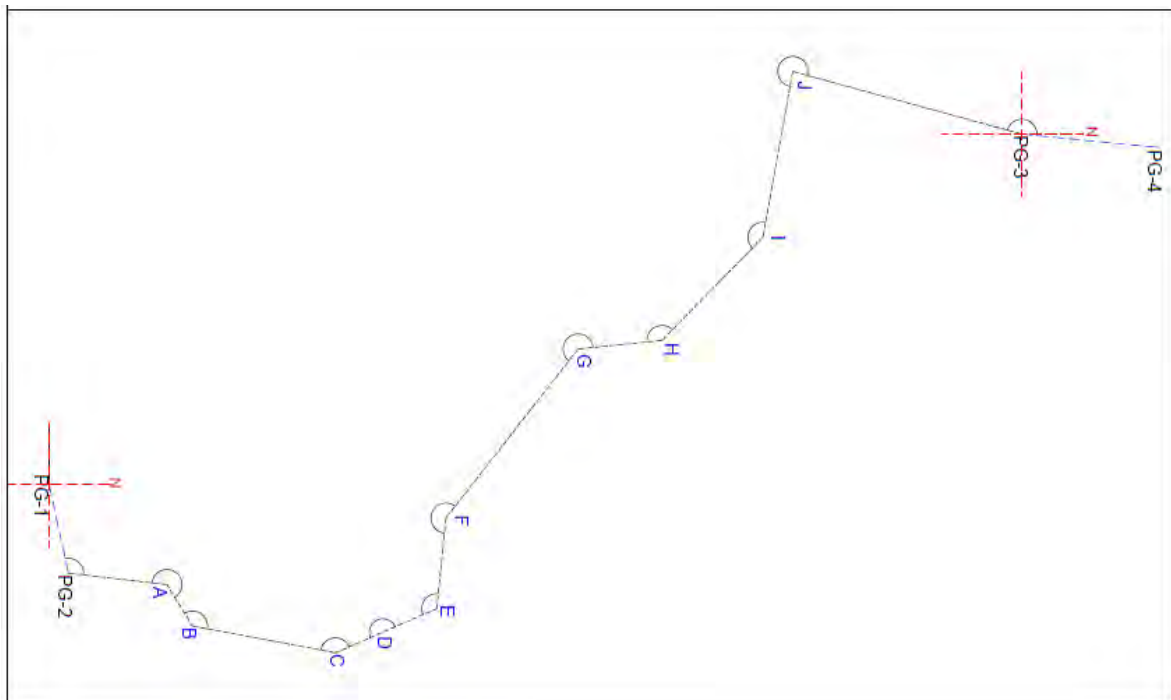


Figura 3-2: Poligonal abierta (línea de base).

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 3-3: Dato de Campo con estación total.

ESTACION	PUNTO VISADO	ANGULO A LA DERECHA	DISTANCIA
PG2	A	107°40'51"	657.063
A	B	238°47'12"	38.33
B	C	126°40'45"	753.09
C	D	143°49'9"	222.365
D	E	173°41'56"	648.166
E	F	120°51'25"	273.96
F	G	210°5'28"	1457.034
G	H	225°12'15"	329.033
H	I	143°40'49"	895.03
I	J	156°53'51.6"	507.91
J	PG-3	275°43'12"	2032.956
PG-3	PG-4	179°14'39"	

Fuente: elaboración propia(tesistas).

En la **tabla 3-3**, se muestra la medición de ángulos y distancias del polígono de la **figura 3-2**.

-Tolerancia de cierre angular.

$$ta = 10'' \sqrt{N}$$

Donde:

N =Numero de lados de la figura.

Se tiene tolerancia de cierre angular de $ta = 10'' \sqrt{N} = 10'' \sqrt{11} = 0^\circ 0'33.17''$.

TABLA 3-4: Calculo de Azimut verdadero.

PUNTO	VA	GRADO	MINUTOS	SEGUNDOS	ANGULO	AZIMUT
PG-1	PG-2	76	6	1.6	76.100	76.100
PG-2	A	107	40	51	107.681	3.781
A	B	238	47	12	238.787	62.568
B	C	126	40	45	126.679	9.247
C	D	143	49	9	143.819	333.066
D	E	173	41	56	173.699	326.765
E	F	120	51	25	120.857	267.622
F	G	210	5	28	210.091	297.713
G	H	225	12	15	225.204	342.917
H	I	143	40	49	143.680	306.598
I	J	156	53	51.6	156.898	283.495
J	PG-3	275	43	12	275.720	19.215
PG-3	PG-4	179	14	39	179.244	18.460

Fuente: Elaboración propia(tesistas).

En la **tabla 3-4**, se muestra el azimut calculado final de $18.46=18^\circ 27'34.2''$

-Error de cierre angular.

Error de cierre $_{\text{Angular}} = \text{Azimut final calculado} - \text{Azimut final medido}$.

$$Az_{\text{inicial medido}} = \arctan\left(\frac{212575.947 - 212774.095}{8514831.42 - 8514880.455}\right) = 76^{\circ}6'1.6''$$

$$Az_{\text{final medido}} = \arctan\left(\frac{210312.873 - 210483.095}{8520590.026 - 8521099.953}\right) = 18^{\circ}27'35.5''$$

Error de cierre $_{\text{Angular}} = 18^{\circ}27'34.2'' - 18^{\circ}27'35.5'' = -1.3'' < 33.17'' \text{ ok}$.

b) CORRECCION ANGULAR.

$$\text{Correccion angular} = \frac{\text{error cierre}}{\text{numero de angulos}} = \frac{-0^{\circ}0'1.3''}{12} = -0^{\circ}0'0.11''$$

TABLA 3-5: Calculo de Azimut corregido.

PUNTO	VA	GRADO	MINUTOS	SEGUNDOS	ANGULO	AZIMUT	ANGULO CORREGIDO	AZIMUT CORREGIDO
PG-1	PG-2	76	6	1.6	76.100	76.100	76.100	76.100
PG-2	A	107	40	51	107.681	3.781	107.680	3.781
A	B	238	47	12	238.787	62.568	238.786	62.567
B	C	126	40	45	126.679	9.247	126.679	9.246
C	D	143	49	9	143.819	333.066	143.819	333.064
D	E	173	41	56	173.699	326.765	173.699	326.763
E	F	120	51	25	120.857	267.622	120.857	267.620
F	G	210	5	28	210.091	297.713	210.091	297.710
G	H	225	12	15	225.204	342.917	225.204	342.914
H	I	143	40	49	143.680	306.598	143.680	306.594
I	J	156	53	51.6	156.898	283.495	156.897	283.491
J	PG-3	275	43	12	275.720	19.215	275.720	19.211
PG-3	PG-4	179	14	39	179.244	18.460	179.244	18.455

Fuente: Elaboración propia.

c) CALCULO DE LAS PROYECCIONES Y SUS CORRECCIONES.**-proyecciones**

$$\text{proyeccion } x = \text{Distancia lado} \times \sin(\text{azimut} = \theta)$$

$$\text{proyeccion } y = \text{Distancia lado} \times \cos(\text{azimut} = \theta)$$

-Correcciones.

$$\text{correccion } x = \frac{\text{distancia}}{\text{distancia total}} \times \text{correccion total en } x$$

$$\text{correccion } y = \frac{\text{distancia}}{\text{distancia total}} \times \text{correccion total en } y$$

TABLA 3-6: Calculo de proyecciones y coordenadas.

ESTACION	PUNTO VISADO	ANGULO A LA DERECHA	DISTANCIA	AZIMUT CORREGIDO	PROYECCION		CORREGIDOS		coordenadas corregidas	
					ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	X	Y
PG2	A	107°40'51"	657.06	3.781					212774.095	8514880.46
A	B	238°47'12"	38.33	62.567	43.323557	655.63016	43.3488075	655.641602	212817.444	8515536.1
B	C	126°40'45"	753.09	9.246	34.019761	17.659127	34.0212338	17.6597945	212851.465	8515553.76
C	D	143°49'9"	222.365	333.064	120.99769	743.3062	121.02663	743.319309	212972.492	8516297.08
D	E	173°41'56"	648.166	326.763	-100.7285	198.24218	-100.719948	198.2460555	212871.772	8516495.32
E	F	120°51'25"	273.96	267.620	-355.2617	542.13308	-355.23681	542.1443606	212516.535	8517037.47
F	G	210°5'28"	1457.03	297.710	-273.7236	11.378513	-273.713075	11.37374444	212242.822	8517026.09
G	H	225°12'15"	329.033	342.914	-1289.926	677.52431	-1289.86993	677.5496718	210952.952	8517703.64
H	I	143°40'49"	895.03	306.594	-96.67109	314.51139	-96.6584439	314.5171194	210856.293	8518018.16
I	J	156°53'51.6"	507.91	283.491	-718.6006	533.56529	-718.566176	533.5808696	210137.727	8518551.74
J	PG-3	275°43'12"	2032.96	19.211	-493.8942	118.49529	-493.874634	118.5041327	209643.853	8518670.24
PG-3	PG-4	179°14'39"		18.455	668.94222	1919.7464	669.020346	1919.781829	210312.873	8520590.03
		total	7814.93							

Fuente: Elaboración propia.

$$e_y = NO - NP, e_x = EO - EP$$

Donde:

 $e_y =$ Error en la coordenada Norte.

 $e_x =$ Error en la coordenada Este.

 $NO =$ Coordenada Norte obtenida de la suma de las proyecciones norte.

 $NP =$ Coordenada Norte obtenida de la distancia PG-2 y PG-3.

 $EO =$ Coordenada Este obtenida de la suma de las proyecciones Este.

 $EP =$ Coordenada Este obtenida de la distancia PG-2 y PG-3.

Para nuestro caso:

$$\begin{aligned} EO &= -2461.52 & , NO &= 5709.43 \\ EP &= -2461.22 & , NP &= 5709.57 \end{aligned}$$

Entonces:

$$e_x = -2461.52 - (-2461.22) = -0.30\text{m.}$$

$$e_y = 5709.43 - 5709.57 = -0.136\text{ m.}$$

El error lineal será:

$$e = \sqrt{e_x^2 + e_y^2}$$

$$e = 0.329696478954837\text{m.}$$

El error relativo será:

$$Er = \frac{I}{\frac{e}{D}}$$

Donde:

D = longitud de la Poligonal Base = 7814.93 m

Er = 1: 23703.42

1: 23703.42 < 1: 15000 **ok!** (Cumple con la tolerancia.)

3.1.7. ALTIMETRÍA

Para el control altimétrico se realiza una nivelación geométrica de ida y vuelta para monumentalizar las cotas corregidas cada 500 m. (nivelación completa se muestra en anexo), en la **TABLA 3-7**, se muestra la corrección de las cotas en 500m como ejemplo.

TABLA 3-7: Correlación de cotas en 500 metros

DESCRIPCION	V. ATRÁS	H. INST.	V.INT	V. ADEL.	COTA	
PG1	0.12	3799.14			3799.02	IDA
PC1	0.015	3795.18		3.975	3795.165	
PC2	0.512	3791.717		3.975	3791.205	
BM 00	3.055	3793.172		1.6	3790.117	
PA1			0.670		3792.502	
PC3	0.98	3793.647		0.505	3792.667	
PC4	0.781	3792.028		2.4	3791.247	
PC5	1.349	3791.878		1.499	3790.529	
BM 1				0.113	3791.765	
BM 1	0.113	3791.878			3791.765	
PC1	1.276	3792.023		1.131	3790.747	VUELTA
PC2	2.315	3793.668		0.67	3791.353	
PC3	1.05	3793.693		1.025	3792.643	
PC4	2.308	3792.442		3.559	3790.134	
PC5	2.86	3795.213		0.089	3792.353	
PC6	3.98	3799.008		0.185	3795.028	
PC7	0.555	3799.328		0.235	3798.773	
PG1				0.3	3799.028	

El error cometido: $3799.02 - 3799.028 = -0.008$ metros por lo tanto es menor a la tolerancia altimétrica de 0.012 metros, entonces se corrige.

El error es por exceso por lo tanto se resta, cota corregida de BM1 es $3791.765 - 0.008/2 = 3791.761$.

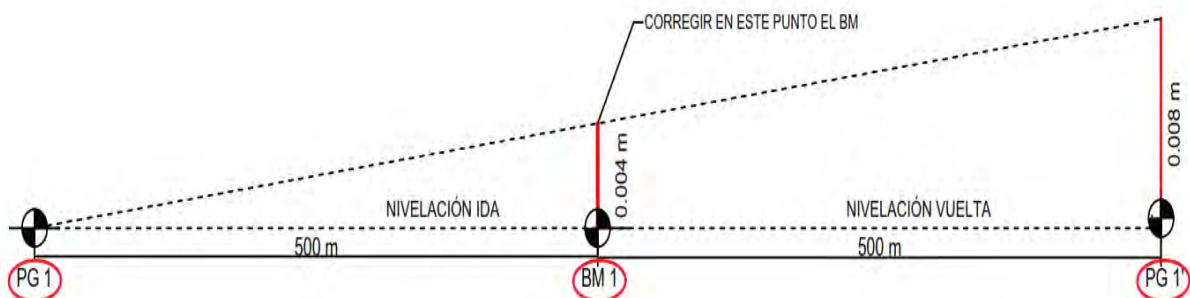


Figura 3-3: Aplicación geométrica.

Fuente: Caminos Andinos. Manual práctico de ingeniería.



Fotografía 3-5: Inicio de traslado de cota. (Ayudante)



Fotografía 3-6: Nivelación en el pico más alto. (Tesista)

TABLA 3-8: Descripción de BM (Bench Mark)

DESCRIPCION DE BM			
Nº	UBICACIÓN	TIPO	COTA
BM-0	00+000	HITO DE Cº	3790.117
BM-1	00+500	HITO DE Cº	3791.761
BM-2	01+000	HITO DE Cº	3789.916
BM-3	01+500	SOBRE ROCA	3784.7795
BM-4	02+020	HITO DE Cº	3793.1765
BM-5	02+510	SOBRE ROCA	3804.0645
BM-6	03+000	SOBRE ROCA	3824.785
BM-7	03+560	SOBRE ROCA	3843.6795
BM-8	04+000	SOBRE ROCA	3859.1975
BM-9	04+500	SOBRE ROCA	3880.275
BM-10	05+020	SOBRE ROCA	3893.0805
BM-11	05+560	SOBRE ROCA	3898.398
BM-12	06+000	SOBRE ROCA	3878.3735
BM-13	06+510	SOBRE ROCA	3888.432
BM-14	07+000	SOBRE ROCA	3883.082
BM-15	07+520	SOBRE ROCA	3865.4495
BM-16	08+000	SOBRE ROCA	3836.487
BM-17	08+530	SOBRE ROCA	3823.3675
BM-18	09+000	SOBRE ROCA	3815.2165
BM-19	09+490	SOBRE ROCA	3790.4415
BM-20	10+000	SOBRE ROCA	3761.661
BM-21	10+500	SOBRE ROCA	3736.5905
BM-22	11+000	SOBRE ROCA	3710.214
BM-23	11+200	HITO DE Cº	3704.218

3.1.8. ESCALAS

La escala es la proporción de dimensiones reales en terreno y las del dibujo que se representa en los planos del proyecto ($1/E=P/T$).

En obras viales, el DG-2018, no precisa las escalas para la presentación de los planos. Sin embargo, para una presentación correcta se debe tener en cuenta los elementos más pequeños del proyecto. Así, se podrá entender mejor los planos, para su correcto replanteo.

Se debe tener en cuenta los detalles de los planos de obras de arte como: cunetas, muros, badenes, alcantarillas, veredas, sardineles, bordillos, etc.

En carreteras de 3° clase tenemos un ejemplo.

$T= 7.00$ m (ancho de calzada más berma)

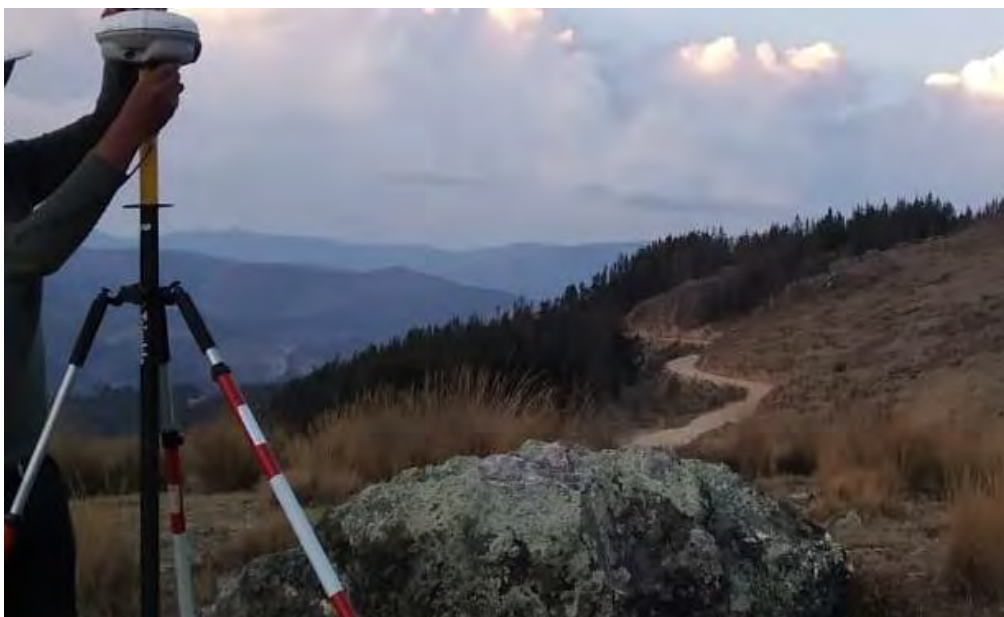
$P=3.5$ mm (ancho representado en el plano).

$E= 2000$ m, se tiene: $1/E=2000$.

3.1.9. EVALUACION GEOMETRICA DE LA VIA.

3.1.9.1 Radios

Para las condiciones actuales de carretera de tercer orden el R_{min} correspondería a 30m. Por la ubicación de la zona que presenta zonas accidentadas y zonas urbanas, la vía presenta en tramos críticos, radios pequeños. Por lo cual se tiene el siguiente resumen obtenida del levantamiento topográfico en la vía existente Viscochoni - Colquepata.



Fotografía 3-7: Vista de curvas con radios críticos.

Tabla 3-9: Radios de la vía existente Viscochoni - Colquepata.

COTAS		RADIO	TIPO	TIPO DE CIRCULACION AMBOS SENTIDOS PARA TRAFICO PESADO
0+725.32m	0+752.86m	13.48	CURVA DE VUELTA	CRITICO
1+465.90m	1+478.55m	9.5	CURVA DE VUELTA	CRITICO
1+554.49m	1+562.89m	31.321	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
1+613.03m	1+630.68m	13.282	CURVA DE VUELTA	CRITICO
3+061.81m	3+086.07m	18.229	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
3+131.30m	3+146.08m	9.4	CURVA DE VUELTA	CRITICO
3+204.92m	3+242.37m	29.507	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
3+329.43m	3+352.10m	27.39	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
3+360.49m	3+374.35m	20.708	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
3+382.02m	3+397.83m	20.374	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
3+645.18m	3+664.52m	28.426	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
3+683.51m	3+690.97m	20.344	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
3+714.23m	3+740.96m	28.703	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
4+187.30m	4+216.78m	34.416	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
4+221.01m	4+235.09m	15.052	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
4+472.78m	4+497.58m	24.906	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
4+607.33m	4+617.96m	28.261	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
4+745.67m	4+752.03m	11.886	CURVA DE VUELTA	CRITICO
4+885.65m	4+909.49m	12.34	CURVA DE VUELTA	CRITICO
4+999.34m	5+014.89m	15.813	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
5+721.74m	5+760.13m	35.615	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
5+760.31m	5+777.24m	19.476	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
6+393.56m	6+412.14m	17.722	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
6+416.30m	6+430.58m	13.234	CURVA DE VUELTA	CRITICO
6+881.94m	6+901.65m	26.304	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
7+023.00m	7+055.97m	24.909	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
7+180.80m	7+193.52m	19.972	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
7+345.69m	7+361.52m	22.728	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
7+579.04m	7+590.41m	10.043	CURVA DE VUELTA	CRITICO
7+637.43m	7+661.91m	21.872	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
7+848.98m	7+866.66m	25.225	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
7+870.72m	7+905.47m	19.694	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
8+066.03m	8+075.55m	20.526	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
8+230.94m	8+257.39m	33.951	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
8+557.46m	8+573.23m	19.491	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
8+640.86m	8+657.21m	12.583	CURVA DE VUELTA	CRITICO
8+696.21m	8+706.22m	15.745	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
8+782.98m	8+785.70m	10.279	CURVA DE VUELTA	CRITICO
8+866.40m	8+890.45m	22.338	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
8+927.06m	8+950.38m	25.691	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
8+988.54m	9+012.96m	29.746	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO

9+015.50m	9+036.59m	15.366	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
9+067.37m	9+086.44m	19.716	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
9+102.61m	9+112.71m	9.674	CURVA DE VUELTA	CRITICO
9+117.01m	9+126.74m	10.309	CURVA DE VUELTA	CRITICO
9+148.87m	9+168.90m	28.977	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
9+252.82m	9+264.55m	9.438	CURVA DE VUELTA	CRITICO
9+274.23m	9+290.00m	16.204	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
9+421.04m	9+460.48m	23.447	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
9+477.57m	9+496.36m	9.679	CURVA DE VUELTA	CRITICO
9+618.37m	9+637.69m	14.521	CURVA DE VUELTA	CRITICO
9+663.49m	9+674.06m	29.898	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
9+683.25m	9+715.39m	31.113	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
9+870.40m	9+894.77m	16.692	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
10+027.38m	10+043.91m	34.697	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
10+359.74m	10+363.14m	9.588	CURVA DE VUELTA	CRITICO
10+558.03m	10+579.00m	33.76	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
11+165.94m	11+185.67m	12.802	CURVA DE VUELTA	CRITICO
11+273.21m	11+313.93m	28.266	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
11+491.74m	11+504.59m	15.441	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
11+606.64m	11+620.71m	16.462	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO
11+741.88m	11+757.14m	16.648	CURVA ABIERTA	RESTRINGIDO

Fuente: Elaboración Propia-tesistas.

En la **Tabla 3-9** se aprecia que existen curvas de hasta 9.4 metros de radio, donde se percibe que vehículos pesados transitan con restricciones de velocidad y peligro latente.

3.1.9.2. Peralte, bombeo y sobre ancho.

El mal estado de la carretera hace que no se distinga; el peralte, bombeo y sobre ancho de la vía existente, por las precipitaciones pluviales, la superficie de rodadura ha sufrido erosión a falta de cunetas laterales, mantenimiento periódico y rutinario.

3.1.9.3. Pendientes.

Tabla 3-10: Pendientes en la vía existente.

TRAMOS CRÍTICOS		
TRAMO	PENDIENTE	OBSERVACION
0+000 AL 2+720	1.5%	CENTRO POBLADO VISCOCHONI-MIKA
2+720 AL 4+480	4.5%	SOBRE LADERA LIMITADA
4+4480 AL 5+550	3.5%	ANTES DE CHOCOPIA, SOBRE LADERA CRITICA
5+550 AL 9+540	-5.50%	DESPUES DE CHOCOPIA
9+540 AL 12+000	-7.23%	LLEGADA A COLQUEPATA

Fuente: Elaboración Propia-tesistas.

3.1.9.4. Ancho de calzada y berma.

Tabla 3-11: Ancho Promediado en todo el Vía.

TRAMO	ANCHO PROM. CALZADA	OBSERVACION
VISCOCHONI-COLQUEPATA	4.20 m	TIENDE A UNA VÍA UNIDIRECCIONAL

Fuente: Elaboración Propia.

En la vía existente no existen bermas.

3.1.9.5. Superficie de rodadura.

La vía está compuesta por diferentes tipos de suelo con mayor composición de limo arcilloso, y arcilloso con cascajo. La carpeta de rodadura presenta baches y ahuellamientos producto de la existencia de sistemas de drenaje inadecuado y cunetas laterales inoperativos, los mantenimientos periódicos que se realizan en la vía existente se realizan con materiales de la zona que no son adecuados para dicho afirmado.

Por tanto, es necesario plantear mejoras en el diseño geométrico y estructural de la vía.

3.1.10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- La vía existente no reúne las condiciones de transitabilidad adecuadas.
- No se tiene un adecuado mantenimiento periódico y rutinario tanto en la superficie de rodadura, cunetas laterales y alcantarillas.
- Se recomienda hacer un mantenimiento constante de toda la vía existente, como la superficie de rodadura, las cunetas laterales y las alcantarillas, para una adecuada transitabilidad.
- Se recomienda realizar un estudio definitivo para el mejoramiento de la transitabilidad vial.

Tabla 3-12: Inventario vial.

INVENTARIO VIAL DE LA GEOMETRIA DE LA VIA CON ZONAS CRITICAS						
TRAMO	RADIOS MIN	PERALTES	ANCHOS	PENDIENTE	OBSERVACION	
00+000	01+000	13.48	DETERIORADO	4.1	1.50%	EXISTENCIA DE NIVEL FREATICO
01+000	02+000	9.5	DETERIORADO	4.6	1.50%	NO EXISTE SISTEMA DE DRENAJE
02+000	03+000	18.22	DETERIORADO	4.5	5.50%	NO EXISTE SISTEMA DE DRENAJE
03+000	04+000	9.4	DETERIORADO	4.15	4.00%	NO EXISTE SISTEMA DE DRENAJE
04+000	05+000	11.8	DETERIORADO	4.1	3.50%	PLATAFORMA DETERIORADA
05+000	06+000	15.81	DETERIORADO	4.3	-4.00%	EXISTENCIA DE BACHES
06+000	07+000	13.23	DETERIORADO	4.1	3.00%	EXISTENCIA DE BACHES
07+000	08+000	19.69	DETERIORADO	3.9	-4.00%	PLATAFORMA DETERIORADA
08+000	09+000	10.27	DETERIORADO	4.35	-2.00%	PLATAFORMA DETERIORADA
09+000	10+000	9.43	DETERIORADO	4.2	-6.00%	PLATAFORMA DETERIORADA
10+000	11+000	9.58	DETERIORADO	4.15	-7.00%	PLATAFORMA DETERIORADA
11+000	12+000	15.44	DETERIORADO	3.95	-4.00%	PLATAFORMA DETERIORADA

Fuente: Elaboración Propia.

3.2. GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA.

3.2.1. GENERALIDADES

La finalidad del estudio geológico es de dar a conocer las diferentes etapas de formación de la corteza terrestre a través de las diferentes formaciones y grupos geológicos que se presentan en la región, y que abarca el proyecto, los mismos que son complementados con el estudio de suelos o geotecnia, con la finalidad de dar una preparación adecuada al terreno y obtener una plataforma estable y duradera, para la ejecución de cualquier estructura.

3.2.2. OBJETIVOS

Evaluar y Diagnosticar el suelo por donde se ejecutará el proyecto “**MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA CARRETERA VISCOCHONI-COLQUEPATA, DISTRITO DE COLQUEPATA, PROVINCIA DE PAUCARTAMBO, REGION DEL CUSCO**”, por las condiciones naturales del terreno (rocas y suelos) donde se emplaza el tramo.

- Identificar, evaluar y calificar los problemas de geodinámica externa e interna que afectan a la vía.
- Plantear propuestas de solución, así como del tipo de materiales que serán cortados con los trabajos de ensanche en la corrección del trazo y variantes propuestas.

3.2.3. GEOMORFOLOGIA

3.2.3.1. Geomorfología regional.

Regionalmente la cuenca se ubica en la cordillera oriental y que está seccionada de SE a NW por el rio Mapacho y sus afluentes, desarrollando en su recorrido geoformas y relieves variados (Caillaux, Roque, & Carlier, 2011). A continuación, se especifican las unidades geomorfológicas presentes en el área de estudio.

- **Cordillera oriental.**

Ocupa la parte noreste de la cuadrícula de cusco, presenta picos elevados y relieve escarpado (sistema de nevados Ausangate – Salcantay), estas presentan una litología de pizarras de formación Ananea (Siluro-Devónico) y pobremente de cuarcitas y diamictitas de la formación Ccatca, estas superan los 2000m de espesor (Caillaux, Roque, & Carlier, 2011).

- **Cordillera Interandinos.**

El valle del río Mapacho (Paucartambo), se desarrolla dentro la Cordillera Oriental, atravesándola en una dirección NO-SE. Este valle tiene un piso un poco plano y amplio. En las cabeceras de este valle, que resulta de la confluencia de los ríos Mapacho y Quencomayo, la morfología es más encajonada (Caillaux, Roque, & Carlier, 2011). Las terrazas de este valle son algo amplias a partir de la localidad de Paucartambo, en tanto que hacia la parte superior tienden a desaparecer. Las terrazas están compuestas por gravas en una matriz limo-arenosa.

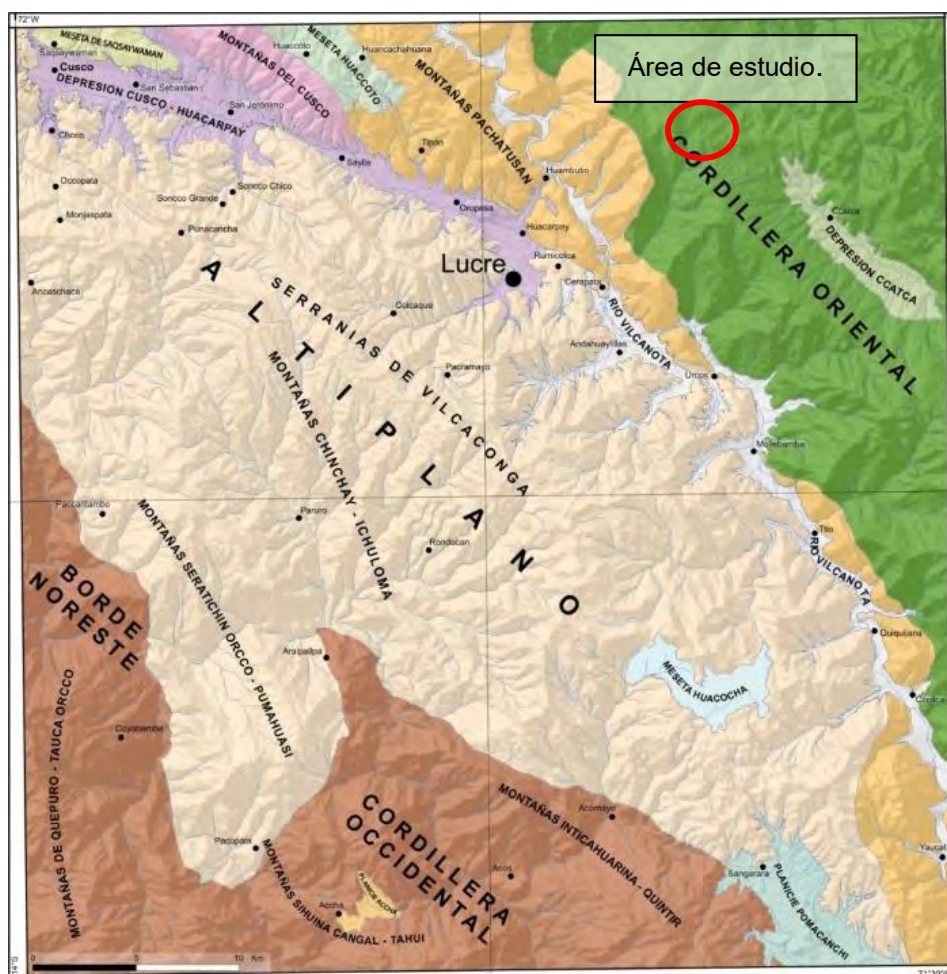


Figura 3-4: Mapa Geomorfológico Regional.

Fuente. Geología del cuadrángulo de cusco-carta Geológica Nacional-Boletín N°138 serie A.

3.2.3.2. Geomorfología local

- **Laderas de pendiente moderada**

De pendiente moderadamente inclinado empinada de 15% a 25%; se encuentran generalmente en el área de la parte media alta de la zona de estudio, ubicadas al

Sur y Sur Este, con topografía ondulada suave. La erosión actual está ligada a la escorrentía superficial, estas laderas se desarrollan sobre la formación cabanillas.



Fotografía 3-8: Vista del Tipo de suelo y la pendiente.



Fotografía 3-9: Vista de la pendiente

- **Laderas de pendiente media.**

Relieve que se encuentra al Este y Nor-Este de la zona de estudio, ubicada a la margen izquierda del río Q'encomayo, con una topografía accidentada y erosión

actual severa, estos taludes se encuentran ubicadas sobre la formación Ananea-Cabanillas.



Fotografía 3-10: Vista de pendientes fuertes por donde se encuentra el proyecto.

- **Terrazas coluviales.**

Ubicados en la parte media de las laderas, con pendiente inclinada, caracterizadas por su geoforma, originados por la erosión del arrastre, sedimentos y acumulación de material coluvial.

- **Terrazas fluviales.**

Ubicados en la parte baja de las laderas o en las quebradas, con pendiente moderadamente inclinada, caracterizadas por su geoforma, originados por el transporte de material en suspensión, arrastre y posterior sedimentación y acumulación de material fluvial como grava, cantos rodados y arena.

3.2.4. UNIDADES GEOLOGICAS

3.2.4.1. GEOLOGÍA REGIONAL

En orden cronológico. Del más antiguo al más reciente, la formación Ollantaytambo, que define una serie de rocas metamórficas que atribuyen al cámbrico por su posición estratigráfica. El que infra yace a las formaciones del ordovícico con la formación verónica, formación san José y la formación sandia, compuestas por rocas metamórficas. Seguida por el silúrico devoniano representado por la formación Paucartambo, en discordancia angular se encuentra la formación Ananea y el grupo Cabanillas que aflora ampliamente en el anticlinal de Paucartambo y Colquemarca, compuestos por esquistos pizarrosos con intercalaciones de lutitas. Las formaciones que supra yacen a estas representadas por las formaciones Mitú, Huambutio, Huancané, maras, entre otros. Finalmente, los depósitos cuaternarios formados por los depósitos coluviales y aluviales, depósitos aluviales relacionados a la desembocadura (Caillaux, Roque, & Carlier, 2011).

De las quebradas, y los depósitos coluviales, constituidos por bancos de gravas y arenas.

3.2.4.2. GEOLOGÍA LOCAL

El estudio geológico permite conocer el desarrollo de la corteza terrestre bajo las condiciones climáticas en los distintos tiempos de transformación, vinculadas con los procesos mecánicos, movimientos y alteraciones que pueden existir en la zona del proyecto.

ESTRATIGRAFÍA.

- **Formación Ananea. (SD-a)**

Aflora en el Anticlinal de Paucartambo y en el Anticlinal de Colquepata, donde subyace en discordancia a la formación Sandia del ordovícico. “se trata de una secuencia bastante uniforme de pizarras y esquistos grises a negros, sin estratificación visible, salvo cuando están intercaladas con bancos pequeños de cuarcitas” (Caillaux, Roque, & Carlier, 2011, pág. 16). Zona por donde atraviesa el trazo, hacia la parte superior se hace algo areniscosa, presentándose bancos de cuarcitas (fotografía 3-11).



Fotografía 3-11: Vista formación ANANEA (SD-a)

- **Formación Cabanillas. (D-ca)**

Devoniano - Paleozoico

Intercalación de areniscas y lutitas micáceas en estratos medianos a delgados, laminares, con slumps de areniscas, diamicticas y bioturbación. Sobreyace a la formación Ananea.

- **Formación Aluviales. (Qh-fg)**

Gravas y arenas en matriz areno limosa que incluye terrazas y conos aluviales. pertenecientes al holoceno – cuaternario.

- **Formación Fluvioglaciales. (Qh-fg)**

Bloques y gravas de origen volcánico y sedimentario, de forma angulosa a sub angulosa, que se presentan en matriz areno limosa. Pertenecientes al holoceno – cuaternario.

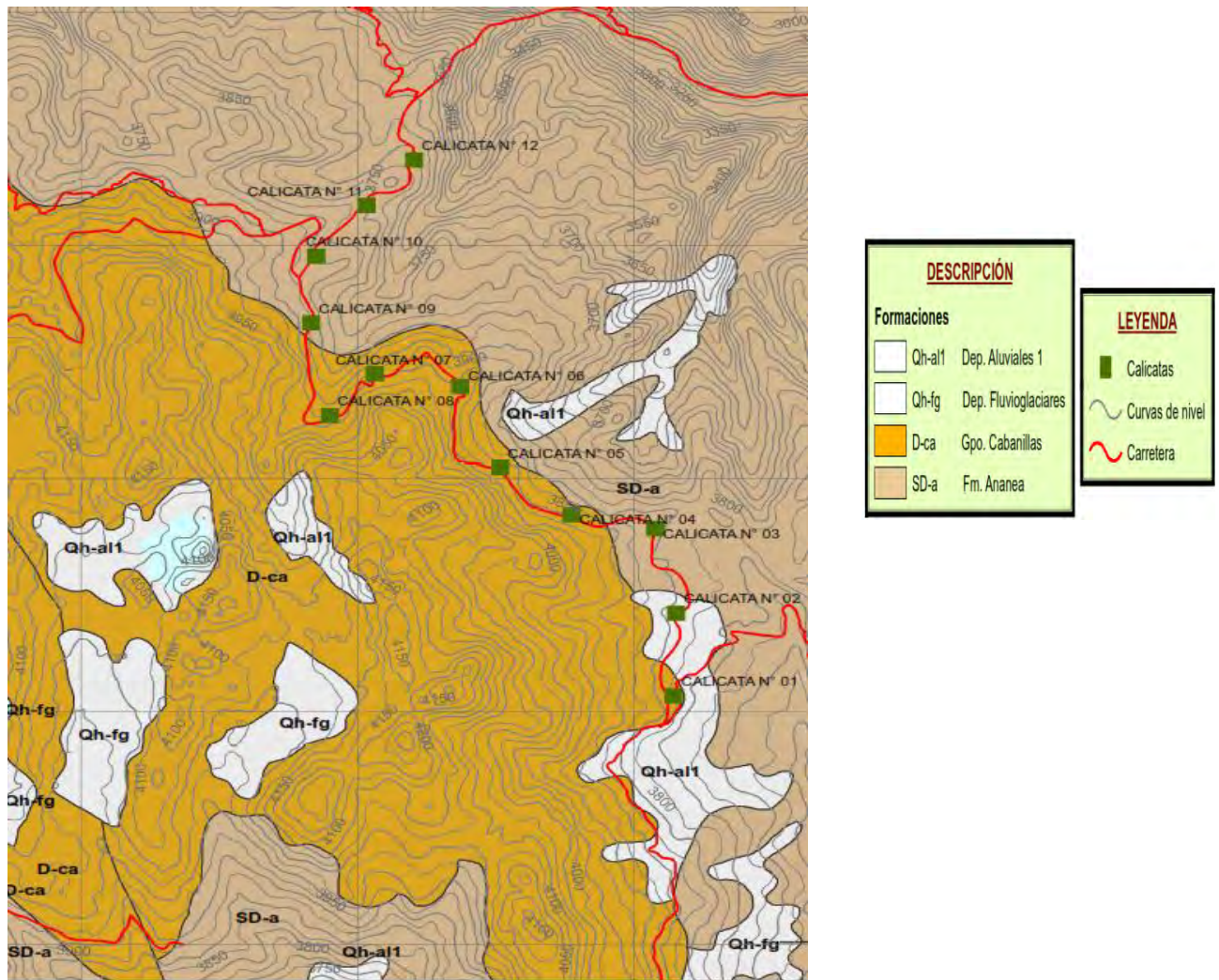


Figura 3-5: Mapa Geológica local.

FUENTE: Elaboración propia-tesista.

3.2.5. LITOLOGIA

En el entorno de la carretera Viscochoni - Colquepata, se define un tipo de roca de basamento, la misma que está caracterizado por su comportamiento físico-Mecánico frente a los trabajos de movimiento de tierra (corte) y la estabilidad de los taludes.

R1(roca 1): Se considera un afloramiento importante que aparece a lo largo del trazo de la carretera, compuestas por pizarras, las que se caracterizan por sus planos de exfoliación, de color amarillenta a grisácea; estas se encuentran con material conglomeradico con matriz arcillosa, provenientes de la descomposición de la misma roca; con esporádicos afloramientos que por ser más elevados que el material de cobertura y los cortes de carretera a lo largo del eje de la vía.

Desde el punto de vista físico-Mecánico, las pizarras se encuentran con una resistencia aparentemente buena, con aparente debilitamiento superficial. Teniendo

en cuenta que el material de cobertura se encuentra cubriendo a los afloramientos rocosos a lo largo del tramo.

Los taludes de corte en las pizarras son generalmente alturas bajas, por la que la desestabilidad se presentara por derrumbes menores, que, frente a las acciones de las lluvias, colmatan a las cunetas, interrumpiendo la libre circulación de las aguas.

MATERIAL DE COBERTURA.

Se define como suelo a la cobertura superficial de la corteza terrestre producto de las alteraciones de los minerales de las rocas pre-existentes.

Esta formación implica la meteorización de los minerales primarios dando lugar a nuevos minerales. El resultado de todo este proceso da un suelo para uso de agricultura.

En la zona de estudio encontramos a estos formando el piso de valle de las quebradas por donde atraviesa el proyecto de carretera, se ha identificado dos tipos de material de cobertura debido al emplazamiento de la carretera media ladera y por la pendiente de los taludes a lo largo de la meseta de Colquepata.

Estos depósitos están compuestos por bloques y gravas de la misma litología (pizarras); en aglutinante arcillo limoso; cohesivos. Estos se encuentran a lo largo del trazo de la carretera cubriendo los afloramientos rocosos.

Por tanto, es importante recordar que este tipo de material se encuentra a lo largo de la carretera conjuntamente con R1.

3.2.6. GEODINAMICA.

La geodinámica juega un papel importante en lo que, a modelamiento del relieve y la geomorfología, ya sea por la geodinámica externa o interna.

Las fuerzas actuantes desde el interior y exterior de la Tierra llevan realizando esa labor desde la constitución del planeta. Ambas fuerzas son opuestas, pues la interna (dinámica interna) "construye" y transforma constantemente la corteza terrestre desde el centro de la Tierra, es decir, elevando o declinando el terreno y alterando los materiales física y químicamente (volcanes y manifestaciones sísmicas); mientras que la externa (dinámica externa) "destruye", actuando por medio de las fuerzas que tienen su origen en la radiación solar y por tanto en los cambios de temperatura, es decir, el viento, lluvia, hielos y glaciares, aguas continentales, mares y océanos, etc., los cuales inician a la erosión o meteorización, desplazamiento y sedimentación de los materiales.

Geodinámica Interna

El Perú se encuentra ubicado en lo que se denomina “el Cinturón del Fuego Circumpacífico”, que es donde se originan alrededor del 80% de los sismos del mundo. El entorno tectónico del Perú, está encuadrado dentro de lo que se denomina “La Tectónica de placas” que pone a la Placa de Nazca frente a la placa continental o sudamericana con colisión y subducción de la primera sobre a la segunda. Este desplazamiento convergente de placas explica la formación de la cordillera de los andes y la deformación continental, así como las grandes depresiones del fondo marino.

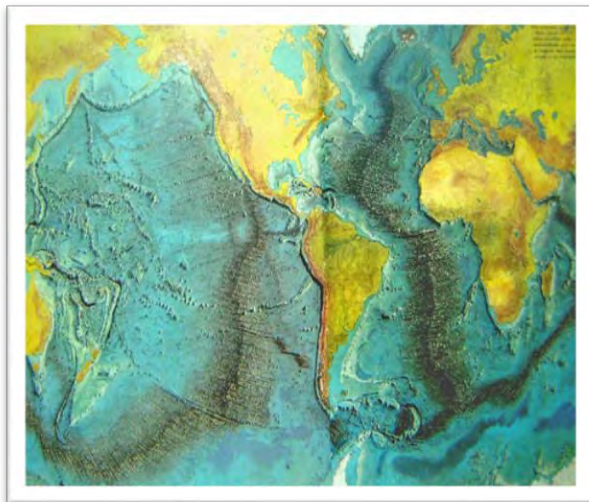


Figura 3-6 y 3-7: Cinturón de fuego del pacífico.,

En los gráficos se distinguen los sistemas de placas tectónicas a nivel mundial. El Perú está sobre la placa sudamericana, la misma que es subductada por la placa de Nazca

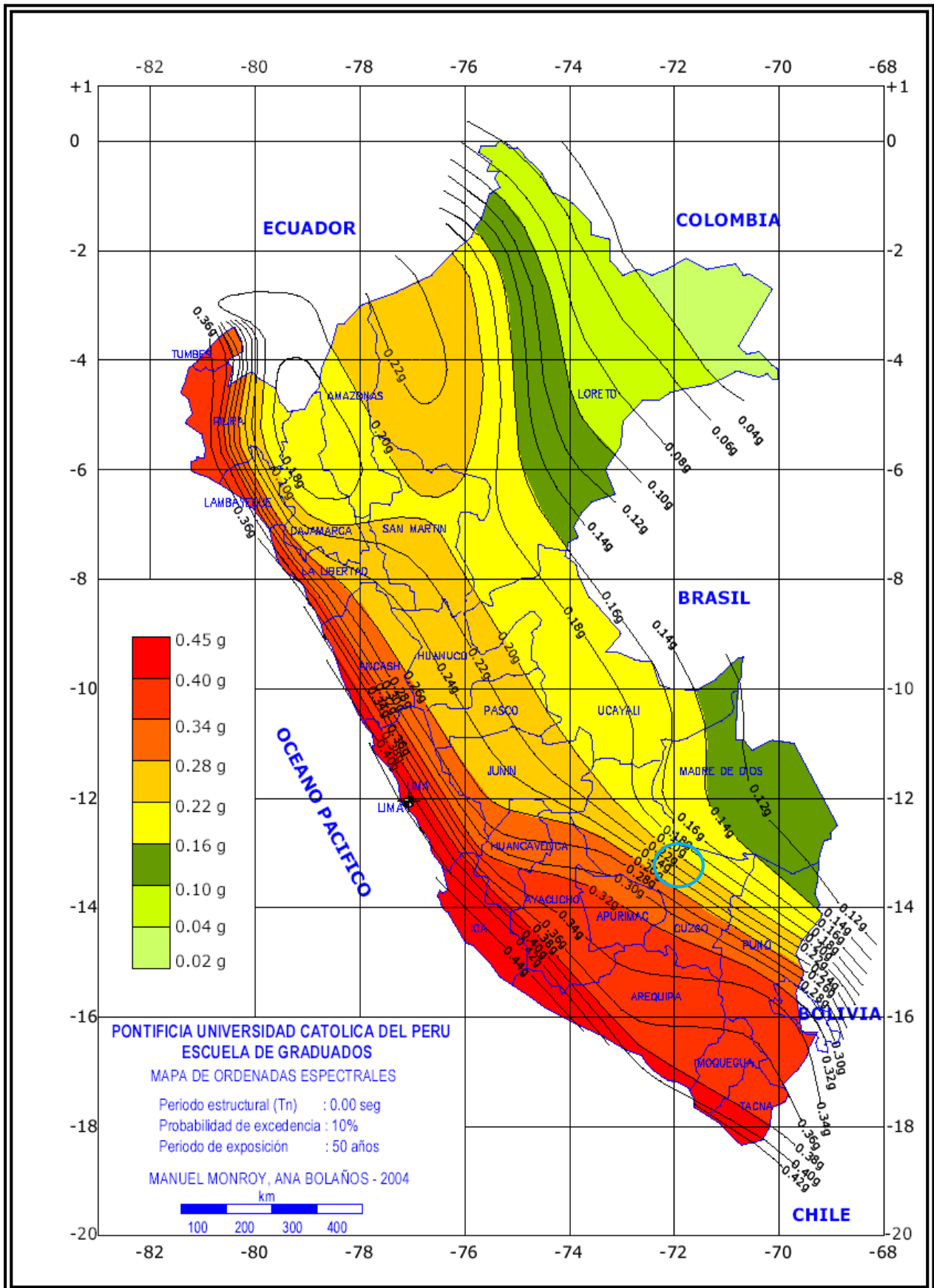


Figura 3-8: Mapa de Ordenadas Espectrales.
 FUENTE: "Pontificia Universidad Católica del Perú" (2004)

Para la zona del proyecto se tiene una aceleración sísmica de 0.22-0.24g, esta se expone a un periodo de 50 años y una probabilidad de disponibilidad de 10%. Que semeja a un periodo de retorno de 500 años.

Aceleraciones Máximas Normalizada

En el mapa de aceleraciones máximas normalizadas⁴, que se adjunta, se verifica que a la zona de estudio le corresponde 0.15g a 0.16g

Tabla 3-13: Tipos de magnitudes y el tipo de movimiento que origina.

Magnitud	Tipo de Movimiento
4.0	Caídas de rocas, suelo.
4.5	Deslizamientos de suelo o bloques de suelo
5.0	Deslizamientos de roca, bloques, flujos de suelo
6.0	Avalanchas de rocas
6.5	Avalanchas de suelo

⁴ Universidad Católica del Perú-Lima

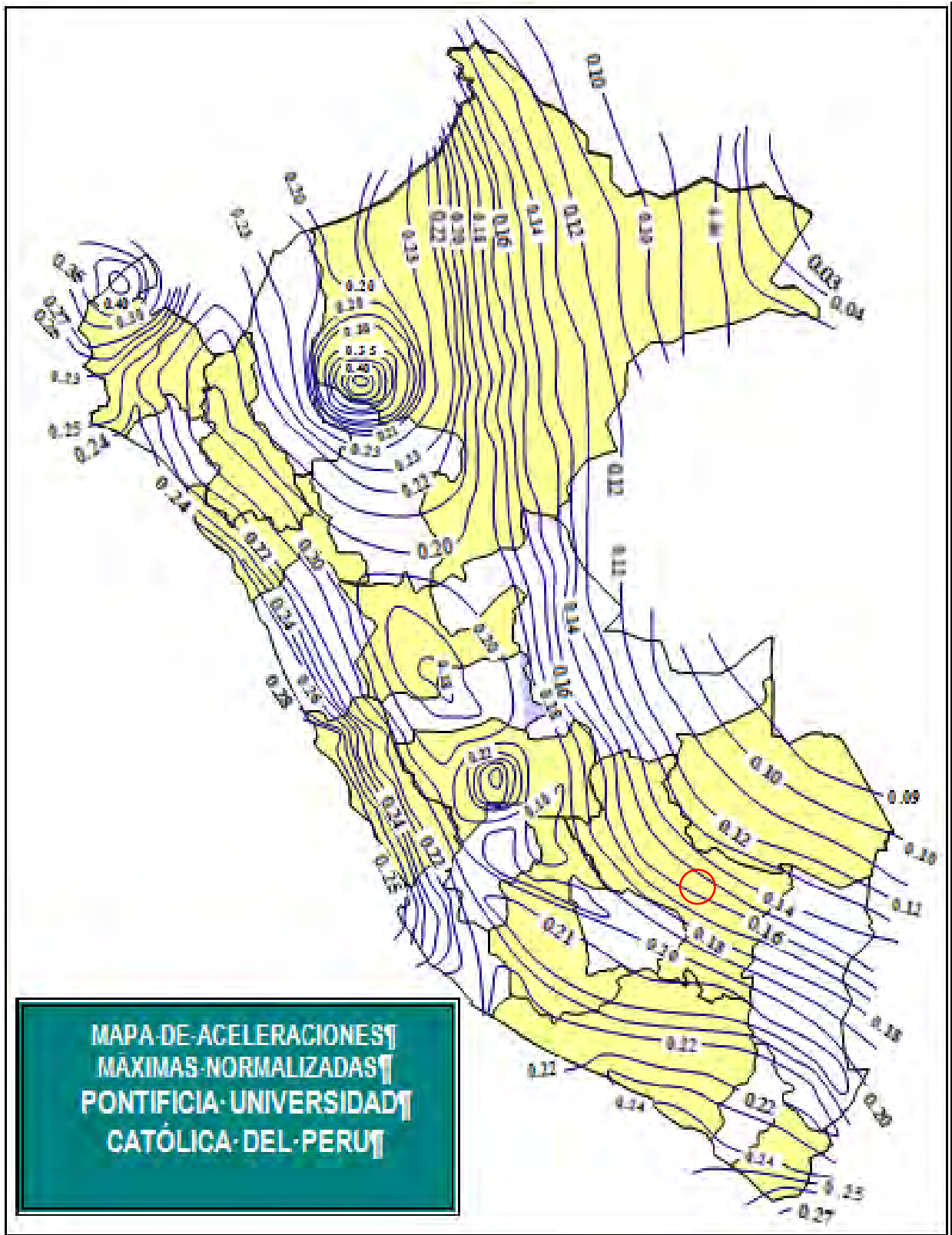


Figura 3-9: Mapa de Aceleraciones máximas Normalizadas.
FUENTE: "Pontificia Universidad Católica del Perú"

Geodinámica Externa

El principal proceso de geodinámica que afectaría este tramo al realizar la corte sería: Deslizamientos de tipo rotacional acompañado de flujos de detritos, erosión pluvial en forma de surcos, caída y/o derrumbe de bloques.

Las causas que lo generarían serían: pérdida de soporte del talud natural; ángulo de talud alto.

El material propenso a sufrir este movimiento en masa en la banqueta final es principalmente suelo coluvial (suelo poco gravoso en matriz limo arcilloso arenoso) y en las banquetas inferiores bloques y clastos de pizarra.

➤ Principales Causas De La Inestabilidad

- Eliminación de la base del talud.
- Presencia de suelos y rocas inestables al contacto con el agua y de mala calidad geotécnica (suelo coluvial y pizarra fracturada)
- Pérdida de cohesión natural del suelo, roca y su resistencia al corte.
- Fuerza de la gravedad.
- Microsismicidad.

3.2.7. ESTUDIOS GEOTECNICOS.

Este estudio tiene el propósito de conocer las propiedades y calidad de material con el que está conformado el terreno, el cual estará sometida a esfuerzos de corte por soportar cargas en la estructura del pavimento y en las obras de arte.

Para realizar estos trabajos se ha procedido según las recomendaciones de las normas⁵, efectuando reconocimiento de campo, para luego proceder con la exploración e investigación del estrato del suelo en los puntos críticos de la vía y obras de arte en general, cuyo análisis de las propiedades mecánicas del suelo nos llevara a una construcción apropiada y evaluar la seguridad permanente de la obra.

3.2.7.1. Estudios geotécnicos en la sub rasante.

Para el desarrollo del estudio de suelos y canteras se ha realizado, previamente un esquema de trabajo, el mismo que se ha basado en la colección de información útil y

⁵ Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.
Sección: Suelos y Pavimentos-MTC-2014.

la observación o comprobación en el terreno de los datos obtenidos y considerados utilizables.

A) Información requerida del sub suelo

La información que se requiere del suelo se efectúa a partir de la confrontación de la demanda de cargas del suelo con la hipótesis realizada al suelo. Por tanto, estas están en función a las propiedades mecánicas que serán investigadas en el laboratorio. En ese sentido definiremos los parámetros necesarios para las diferentes estructuras a proyectar, en la **tabla 3-14**, se tiene los diferentes ensayos requeridos:

Tabla 3-14: Parámetros que deben ser Evaluados.

Estructuras a Proyectar	Componente Estructural	Ensayos requeridos Parámetros a evaluar
PAVIMENTOS	Sub-rasante	Perfil estratigráfico (LI Lp Granulometría, PDL)
		Contenido de Humedad.
		Compactación (Proctor Modificado)
		Capacidad de soporte M_r o C.B.R.
CANTERAS	Carpeta de rodadura	Perfil estratigráfico (LI Lp Granulometría)
		Contenido de Humedad
		Abrasión.
		Peso unitario.
		Peso específico.
	Material de préstamo SUB BASE-BASE	Perfil estratigráfico (LI Lp Granulometría)
		Contenido de Humedad.
		Compactación (Proctor Modificado)
		C.B.R.
		Abrasión o Prueba de los Ángeles.

Fuente: Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

* Según el tipo de suelo encontrado en los muestreos se suprimirá o aumentará ensayos a los enunciados en la **TABLA 3-14**.

B) Exploración y muestreo.

Técnica De Exploración

Se utilizara el método de **investigación directa**, la exploración a usar será de Pozos o Calicatas, que se realizarán según la Norma ⁶Técnica ASTM D-420; que son utilizadas en los estudios geotécnicos de proyectos de construcción civil.

Esta norma se encuentra indicada en la **tabla N° 2.2.1** de la Norma E-050.

⁶ Norma Técnica E.050: Suelos Y Cimentaciones.

Número de pozos. -En el caso de carreteras el espaciamiento entre pozos es mayor debido a que se trata de una estructura lineal; entonces lo más conveniente para realizar perforaciones y obtener muestras representativas, es localizar los pozos siguiendo un criterio de distribución representativa, de tal manera que se cubra el área de estudio total, tomando mayor importancia en lugares particulares en el que se tenga mayor interés o información más precisa. Es así que, siguiendo las consideraciones anteriores, el número de pozos o calicatas que se proponen para el estudio son 12.

Ubicación de los pozos. -La ubicación de las perforaciones se hará de tal manera que se pueda correlacionar el perfil de un pozo con el de los otros y así obtener secciones transversales representativas, en diferentes direcciones.

Profundidad de los pozos. - En los estudios de vía la carga admitida es de 6 Tn por eje simple, es decir 3 Tn por rueda, la que convertida a esfuerzos de contacto se convierte en 4 kg/cm^2 ; este esfuerzo tiende a nulo a 1.5 metros de profundidad. Por consiguiente, se deberá de realizar los pozos con una profundidad de 1.5 metros de profundidad.

Muestreo.

Los tipos de muestras que deben extraerse en cada caso, serán en función a las necesidades que requieren ser analizadas, en algunos casos existencia de nivel freático. Por tanto, será extraído lo más representativo posible para un análisis apropiada.

A continuación, se encuentran en las siguientes fotografías el muestreo:



Fotografía 3-12: UBICACIÓN CALICATA N° 01 KM:00+400 -CENTRO POBLADO VISCOCHONI.

Fotografía 3-13: UBICACIÓN CALICATA N° 02 KM:01+500 - ENTRADA CENTRO POBLADO MIKA.



Fotografía 3-14: PROFUNDIDAD DE EXCAVACION 1.60m, SE APRECIA NIVEL FREATICO.CALICATA N°02

**Fotografía 3-15: UBICACIÓN
CALICATA N° 03 KM:02+720 -SALIDA
CENTRO POBLADO MIKA.**



**Fotografía 3-16: PROFUNDIDAD DE
EXCAVACION 1.60m, SIN PRESENCIA
DE NIVEL FREATICO**

**Fotografía 3-17: UBICACIÓN
CALICATA N° 04 KM:03+590**





Fotografía 3-18: PROFUNDIDAD DE EXCAVACION 1.70m CON COBERTURA, SIN PRESENCIA DE NIVEL FREATICO

Fotografía 3-19: UBICACIÓN CALICATA N° 05 KM:04+470



Fotografía 3-20: PROFUNDIDAD DE EXCAVACION 1.50m SIN COBERTURA, SIN PRESENCIA DE NIVEL FREATICO

**Fotografía 3-21: UBICACIÓN
CALICATA N° 06 KM:05+880**



**Fotografía 3-22: PROFUNDIDAD
DE EXCAVACION 1.70m CON
COBERTURA, SIN PRESENCIA DE
NIVEL FREATICO**

**Fotografía 3-23: UBICACIÓN
CALICATA N° 07 KM:06+890**





**Fotografía 3-24: PROFUNDIDAD
1.60 M, SIN PRESENCIA DE NIVEL
FREATICO.**

**Fotografía 3-25: UBICACIÓN
CALICATA N° 08 KM:07+590**



**Fotografía 3-26: PROFUNDIDAD
1.70 M, CON PRESENCIA DE
NIVEL FREATICO.**



**Fotografía 3-27: UBICACIÓN
CALICATA N° 09 KM:09+000**

**Fotografía 3-28: PROFUNDIDAD
1.70 M CON COBERTURA,
PRESENCIA DE NIVEL FREATICO.**



**Fotografía 3-29: PROFUNDIDAD
1.70 M CON COBERTURA,
PRESENCIA DE NIVEL FREATICO.**

**Fotografía 3-30: UBICACIÓN
CALICATA N° 10 KM:09+900**



**Fotografía 3-31: PROFUNDIDAD
1.60 M CON COBERTURA, SIN
PRESENCIA DE NIVEL FREATICO.**

**Fotografía 3-32: PROFUNDIDAD
1.60 M CON COBERTURA, SIN
PRESENCIA DE NIVEL FREATICO.**





**Fotografía 3-33: UBICACIÓN
CALICATA N° 11 KM:10+670**

**Fotografía 3-34: PROFUNDIDAD
1.60 M CON COBERTURA, SIN
PRESENCIA DE NIVEL FREATICO**



**Fotografía 3-35: PROFUNDIDAD
1.60 M CON COBERTURA, SIN
PRESENCIA DE NIVEL FREATICO**





**Fotografía 3-36: UBICACIÓN
CALICATA N° 12 KM:11+480**

**Fotografía 3-37: PROFUNDIDAD
1.60 M CON COBERTURA, SIN
PRESENCIA DE NIVEL FREATICO.**



**Fotografía 3-38: PROFUNDIDAD
1.60 M CON COBERTURA, SIN
PRESENCIA DE NIVEL FREATICO.**





Fotografía 3-39: 12 Muestras secadas a intemperie para el proceso de cuarteo correspondiente.



Fotografía 3-40: Camión de transporte de muestras al laboratorio.

Tabla 3-15: Tipos de Muestras respecto al terreno que muestran.

Tipo de muestra	Formas de obtener y transportar	Estado de la muestra	Características
Mib	Bloques	Inalterada	Deben mantenerse inalteradas las propiedades físicas y mecánicas del suelo en su estado natural al momento del muestreo (Aplicable solamente a suelos cohesivos, rocas blandas o suelos granulares suficientemente cementados para permitir su obtención)
Mit	Tubos de pared delgada		
Mab	Con bolsas de plástico	Alterada	Debe mantenerse inalterada la granulometría del suelo en su estado natural al momento del muestreo
Maw	En lata sellada	Alterada	Debe mantenerse inalterado el contenido de agua

FUENTE: Norma técnica E-050. Suelos y cimentaciones.

Para los estudios de la sub rasante según la **tabla 3-15**, el tipo de muestra que se debe de extraer es el de tipo alterado Mab.

C) Ensayos de campo y laboratorio.

Las pruebas de suelos en laboratorio, tienen como objeto identificar y clasificar el material conforme a sus propiedades físico - mecánicas estableciendo criterios de control sobre la muestra.

En función a lo requerido, se realizó los ensayos y análisis de las muestras del suelo, apoyándose en las normas y procedimientos **(A.S.T.M)** y de la **A.A.S.H.T.O.**, de los siguientes ensayos:

Número y tipo de ensayos de laboratorio.

Los ensayos de suelos en laboratorio, tienen como objeto identificar y clasificar el material conforme a sus propiedades físico - mecánicas estableciendo criterios de control sobre la muestra.

Tabla 3-16: Número y tipos de ensayo.

Tipo de ensayo	Estructura	Numero
Compactación Proctor	Sub-rasante (pavimento)	Se realizará un ensayo de muestra del estrato a la profundidad indicada y por el número de sondeos.
Relación de Soporte de California	Sub-rasante (pavimento)	Se realizará un ensayo de muestra del estrato a la profundidad indicada y en tantos sondeos se ejecuten.
Módulo de Fineza Capacidad de Absorción Peso Unitario Gravedad Especifica Ensayo de los Ángeles	Agregados (concreto)	Se realizará un ensayo por estrato y por sondeo.

Fuente: elaboración propia.

Equipos Y Personal A Utilizar

El equipo y el personal necesario para la obtención de la información tenemos:

- 02 Bachiller Ing. Civil (Tesisista)
- 02 Peones.
- Picos, palas, carretillas, saquillos y bolsas.
- 01 retroexcavadora.
- 01 camión de 6tn.
- Cámara Fotográfica, Libretas de campo, plumones, pizarra y tarjetas de identificación.
- Equipos del laboratorio de mecánica de suelos y materiales del Gobierno Regional del cusco.

Ejecución de los ensayos de laboratorio.

Aunque un análisis visual de las muestras de suelo obtenidas en la exploración puede dar una imagen preliminar de las condiciones del suelo, el estudio de los resultados de los ensayos de laboratorio aclara esa imagen y permite analizar las características del suelo basándose en condiciones reales.

Tabla 3-17: Ensayos y Normas

ESTRUCTURA	ENSAYO	NORMA APLICABLE
Sub-rasante (pavimento)	Contenido de humedad	ASTM D 2216
	Análisis Granulométrico	ASTM D 422
	Limite Líquido	ASTM D 423 - AASHTO T 89
	Limite Plástico	ASTM D 424 - AASHTO T 90
	Compactación Proctor Modificado	ASTM D 1557 - AASHTO T 180
	Relación de Soporte de California	ASTM D 1883 -AASHTO T 190
Agregados. (Concreto)	Contenido de humedad	ASTM D 2216
	Análisis Granulométrico	ASTM C- 136
	Módulo de Fineza	ASTM C- 125
	Capacidad de Absorción	ASTM C - 127 C -128
	Peso Unitario	ASTM C- 29
	Gravedad Especifica	ASTM C- 127 C- 128
	Ensayo de los Ángeles	ASTM C- 131- 81

FUENTE: Normas ASTM

I. CONTENIDO DE HUMEDAD (W)

Referencia: **NORMA ASTM D 2216-71**

Consiste en determinar la cantidad de agua contenida en un fragmento de suelo actual del terreno, expresada en porcentaje.



Fotografía 3-41 y 3-42: Proceso de secado de muestra húmeda-Laboratorio gobierno regional, horno eléctrico.

II. Granulometría.

Referencia: **NORMA ASTM D 421-58 y D 422-63.**

AASHTO T 87-70 (acondicionamiento de la muestra).

AASHTO T 88-70 (procedimiento de ensayo).

El análisis granulométrico de un suelo consiste en separar y clasificar por tamaños los granos que lo componen. A partir de la distribución de los granos en un suelo, es posible formarse una idea aproximada de otras propiedades del mismo. La granulometría se determinó por medio del análisis mecánico, segregando la muestra íntegra por una serie de mallas, que definen el tamaño de la partícula.



Fotografía 3-43, 3-44, 3-45 y 3-46: Proceso de granulometría; cuarteo, lavado, secado en horno, tamizado.

III. Límites De Consistencia O De Atterberg.

Estos ensayos determinan que “la plasticidad no es una propiedad permanente de las arcillas, sino circunstancial dependiente de su contenido de agua. Una arcilla seca puede tener la consistencia de un ladrillo, con plasticidad nula” (Juarez, 2005, p. 127).

Límite líquido (LL)

Referencia: NORMA ASTM D 423-66. - AASHTO T 89-68.

Fija el contenido de agua (expresado en porcentaje de peso seco) que debe tener un suelo remedado para que una muestra del mismo, en que se haya practicado una ranura de dimensiones estándar, al someterla al impacto de 25 golpes bien definidos, se cierre sin resbalar en su apoyo.

Límite plástico (LP)

Referencia: NORMA ASTM D 424-59. - AASHTO T 90-70.

Fija el contenido de agua con el que comienza a agrietarse un rollo formado con el suelo, de aproximadamente de 3.2 mm de diámetro, al rodarlo con la mano sobre una superficie lisa, no absorbente que puede ser una placa de vidrio.

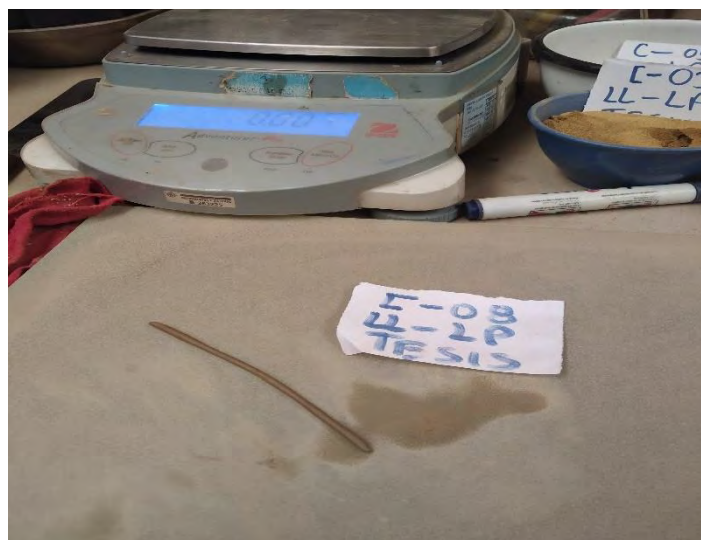
Índice de plasticidad (IP)

Es el rango de variación de limite líquido y plástico, tiene la siguiente relación expresado en porcentajes.

$$IP = LL - LP$$



Fotografía 3-47 y 3-48: Proceso de limite liquido; pasante malla N° 40, numero de golpes 38, 28,21 y 15.



Fotografía 3-49: Proceso de límite plástico; diámetro 3.2mm.

IV. Compactación (Proctor Modificado).

Referencia: **NORMA ASTM D 1557-70. AASHTO T 180-70.**

Se entiende por compactación todo proceso que aumenta el peso volumétrico de un material granular. En general, es conveniente un suelo para incrementar su resistencia al esfuerzo cortante, reducir su compresibilidad y hacerlo más impermeable.

El acomodo de las partículas en un suelo que se ha tratado de mejorar, no solo depende de las características del dispositivo, para compactarlo, sino fundamentalmente de la humedad que tiene el material. Por lo tanto, dado un proceso de compactación, para cada material existe un contenido de agua (humedad óptima) con el que se obtiene el peso volumétrico.



Fotografía 3-50 y 3-51: Proceso de Proctor Modificado; pasante malla $\frac{3}{4}$, golpes 56, cuatro moldes con diferentes cantidades de humedad para llegar a la humedad óptima. Se evidencia la calicata 03.

V. Relación De Soporte De California (CBR).

Referencia: **NORMA ASTM D 1883-73. y AASHTO T 193-63.**

Mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas.

Este ensayo es de funcionamiento, casi de carácter empírico, es utilizado para conocer la estabilidad de los suelos cuando es solicitada su resistencia mecánica y está normada para el ensayo de compactación AASHTO-180 y para la penetración y expansión Norma ASTM D-188.

El valor del C.B.R. se utiliza para establecer una relación entre el comportamiento de los suelos principalmente con fines de utilización como base y subrasante bajo pavimentos de carreteras. A continuación, se muestra las categorías de subrasante.

Tabla 3-18: Categorías de Subrasante.

Categorías de Subrasante	CBR
S0 : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1 : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S2 : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S3 : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S4 : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S5 : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

FUENTE: Manual de Carreteras "Suelos, Geología y Pavimentos"

Sección: Suelos y Pavimentos.



Fotografía 3-52 y 3-53: Proceso de CBR, pasante malla 3/4, contenido optimo humedad, golpes 56,25 y 12, medición de la expansión 24hs y 5 días después de ser sumergido en agua, lectura en la prensa CBR óptima. Se evidencia la calicata 03.



Fotografía 3-54 y 3-55: Proceso de CBR, lectura en la prensa con la ayuda de un técnico, evidencia la calicata 03, última fecha de calibración de la prensa fue.17/09/2019.

D) Análisis de laboratorio.

Realizado las pruebas de laboratorio, se analiza las propiedades mecánicas del suelo, así de esta manera tomar decisiones en la construcción de la obra. Al final de cada sub-título se presentan cuadros resúmenes de los ensayos realizados.

Tabla 3-19: Resultados de ensayos de laboratorio.

CALICATA	UBICACIÓN	HUMEDAD NAT.	CLASIFIC SUCS	CLASIFIC AASHTO	INDICE. PLAST.	Den. Máxima gr/cm3	CBR 95%	CBR 100%	HUMEDAD OPTIMA
Ca-1	00+400	11.32%	CL	A-6(3)	10.30%	2.05	8.70%	10.40%	7.92%
Ca-2	01+500	14.11%	CL	A-6(3)	9.69%	2.18	6.20%	8.00%	7.39%
Ca-3	02+720	14.40%	CL	A-6(4)	11.37%	2.14	4.30%	8.80%	11.44%
Ca-4	03+590	8.23%	CL	A-4(3)	8.18%	2.15	4.30%	9.80%	10.51%
Ca-5	04+470	7.26%	CL	A-6(3)	10.88%	2.21	8.60%	10.10%	7.67%
Ca-6	05+880	9.40%	CL	A-4(3)	7.01%	2.13	6.00%	9.60%	10.28%
Ca-7	06+890	9.89%	CL	A-6(4)	11.28%	2.11	8.10%	9.70%	9.53%
Ca-8	07+590	13.05%	CL	A-4(2)	8.88%	2.1	7.10%	10.10%	9.55%
Ca-9	09+000	18.02%	CL	A-6(5)	14.12%	2.13	6.00%	9.30%	10.90%
Ca-10	09+900	9.79%	CL-ML	A-4 (3)	5.64%	2.05	5.70%	9.80%	10.57%
Ca-11	10+670	9.34%	CL	A-4 (3)	9.69%	2.17	5.60%	8.30%	9.40%
Ca-12	11+480	7.27%	CL	A-6 (2)	10.33%	2.21	5.70%	11.40%	8.23%

FUENTE: Elaboración propia

Ver anexo (las pruebas de laboratorio).

3.2.7.2. Estudio de canteras.

La denominación de cantera en ingeniería abarca a todos los sectores donde se explotan minerales no metálicos inertes que se utilizan para construir ciertos tipos de estructuras. En obras viales estas últimas son rellenos, capas de base y sub-base para pavimentos y agregados para concreto de cemento y asfáltico.

Ubicar una cantera es encontrarse con un banco de material que tenga un buen volumen explotable, estas deben obedecer a los controles de calidad que establece las normas peruanas para ser aceptada. Así mismo, debe ser ubicado en una distancia más cercana posible al proyecto para economizar la ejecución.

Una cantera tiene que tener las siguientes condiciones para ser aprovechada apropiadamente.

- Por su calidad.
- Por su potencia y rendimiento.
- Por su accesibilidad y estado de las vías de acceso.
- Por su situación legal.

La calidad de los materiales de la cantera se basa, en que si están dentro del intervalo las propiedades de los materiales que sugiere la norma. Así como también las muestras deben ser tomadas en la exploración para su ensayo apropiado en el laboratorio.

A) Exploración y muestreo.

Exploración.

Es un conjunto de actividades orientado a ubicar la calidad, distancia y volumen de materiales que se requiere para la ejecución de una vía, existen diferentes métodos de investigación y estas deben cumplir requisitos mínimos para su exploración.

PRIMERO. - corresponde al reconocimiento del terreno donde se ubica la cantera, esta se tiene por mapas geológicos como referencia o ser una cantera explotada por otros proyectos en la zona. Por consiguiente, es necesario explorar sobre el terreno para determinar los accesos, la potencia, linderos. Así elaborar un plan de explotación.

En esta etapa, no se realizará ningún sondeo o ensayo, más bien se tendrá que tener claro los siguientes aspectos. Los caminos de acceso y medios de transporte.

- Geología y Geomorfología.
- Topografía.

- Situación legal.
- Volúmenes explotados.

SEGUNDO. – En esta etapa es definitivo para tomar decisiones para explotación, ya que se realizan estudios preliminares por medio de procedimientos simples, la cual brinda información sobre la composición del suelo, nivel freático y también datos que permiten tomar una decisión de la explotación de la cantera, para de esta manera seguir con los estudios o buscar otra cantera que cumplan las condiciones para su uso específico en el proyecto.

Se realizan calicatas y sondeos, para determinar la composición del suelo, profundidad del nivel freático, espesores de los estratos encontrados en la excavación. Por tanto, los materiales extraídos de las calicatas o tajo abierto son llevados al laboratorio para verificar si cumplen las condiciones específicas que requiere el proyecto.

TERCERO. – Etapa donde se complementa a los anteriores mencionadas, esta vez teniendo los resultados de los ensayos se procede a realizar mayor densidad de calicatas y si la magnitud del proyecto amerita se realizará una prospección geofísica.

Muestreo de suelos.

Es un conjunto de actividades donde se extrae material de una calicata o de un tajo abierto en caso que la cantera ya fue explotada por otros proyectos, estas se realizan con equipos y maquinarias respectivamente para un estudio apropiado.

La elección de equipos pertinentes para un caso particular será en función de los siguientes factores.

- La disponibilidad del equipo.
- El tipo de material.
- La distancia de acarreo del material.

Características para material de cantera.

El objetivo es determinar las propiedades físicas y mecánicas de suelos o rocas que serán utilizados como banco de material, se da énfasis a la resistencia y durabilidad del material para su durabilidad del proyecto.

Las capas sub base y base, constituyen elementos estructurales del pavimento por lo cual estas capas deben cumplir requisitos mínimos para ser utilizados, el

comportamiento de los materiales de cantera debe garantizar la larga vida del proyecto y espesores aceptables.

En tal sentido a continuación indicamos las características que deben cumplir los materiales de cantera para ser utilizados como base o sub-base, según sea el caso:

Tabla 3-20: Características de los materiales Granulares para sub base y Base granular.

Tamaño de la malla (abertura cuadrada)		PORCENTAJE EN PESO QUE PASA			
		TIPO I			
		GRADACION			
		A	B	C	D
2	pulg	100	100	--	--
1	pulg	--	75 - 95	100	100
3/8	pulg	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
Nº 4	(4.760 mm)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
Nº 10	(2.000 mm)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
Nº 40	(0.420 mm)	08-20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
Nº 200	(0.074 mm)	02-08	05-15	05-15	05-15

FUENTE: MTCVC

Volumen y rendimiento

Es la potencia, volumen aproximado de material granular, integral o puede ser diferentes materiales para explotar. La necesidad de estudiar volúmenes mayores que los necesarios según los requerimientos del proyecto.

La potencia bruta es el volumen del terreno tomado en cuenta como cantera a explotar, y la potencia neta es la diferencia entre potencia bruta y el material limpiado (cobertura); y finalmente el rendimiento es el volumen utilizado para la ejecución de la obra.

Explotación

En un proceso en que se extrae materiales para ser empleados en un proyecto en la etapa de la construcción.

Las actividades en proceso de explotación son.

- Limpieza de la cobertura vegetal.
- Preparación.
- Extracción y acopio.
- Selección de material graduado (zarandeo).
- Carguío y transporte.

Maquinarias

- Tractor sobre oruga.
 - Excavadora.
 - Cargador frontal.
 - Camión volquete.
- Personal

Datos de cantera que se explotara para el proyecto “**MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA CARRETERA VISCOCHONI-COLQUEPATA, DISTRITO DE COLQUEPATA, PROVINCIA DE PAUCARTAMBO, REGION DEL CUSCO**”.

B) CANTERAS

1. CANTERA PATACANCHA km 28+350 vía Cusco-Paucartambo.

Descripción de la cantera

Depósitos de origen sedimentario que consta de intercalaciones de estratos de areniscas de grano fino a grueso en su mayoría, delgados estratos de lutitas micáceas alteradas y también se puede ver estratos delgados de pizarra pertenecientes al grupo cabanillas como se muestra en el sector resaltado de la imagen en la parte inferior, estructuralmente la roca se encuentra muy fracturada debido a que fue sometido a diversos procesos tectónicos, los cuales fracturaron y deformaron dichos afloramientos, así mismo se puede observar óxidos de hierro de colores que varían de negro hasta amarillo y cuarzo relleno las fracturas o entre estrato y estrato.

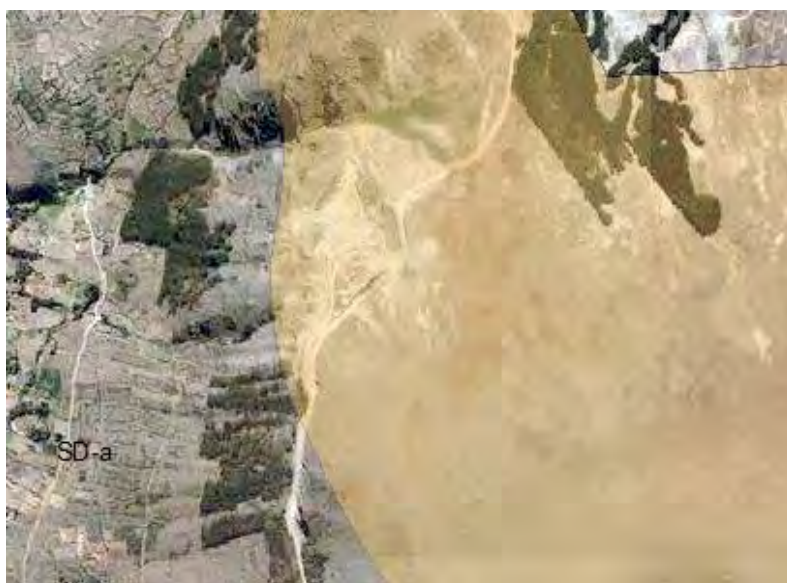


Figura 3-10: Ubicación de la cantera Patacancha

Fuente: Google Earth



Fotografía 3-56 y 3-57: Cantera km. 28+800 de la vía Huambutio-Paucartambo conocida por el nombre de la comunidad de Patacancha “Cantera Patacancha”, extracción de muestra para el análisis en el laboratorio.

Resumen análisis de laboratorio

Tabla 3-21: Resumen de los ensayos de laboratorio para la cantera de Patacancha.

ID	CANTERAS	HUMEDAD NATURAL	ANÁLISIS GRANULOMETRICO PASANTE MALLA				LÍMITE DE CONSISTENCIA			CLASIFICACION DE SUELOS		MAXIMA DENSIDAD SECA		ABRASION	EQUIVALENTE ARENA	CBR	CBR
			#4	#10	#40	#200	LL	LP	IP	SUCS	AASTHO	DEN MAXIMA (Kg/cm ³)	HUMEDAD MDS				
1	PATACANCHA	7.04	11.5	9	7.3	4.4	24.69	20.92	3.78	GP	A-2-4	2.21	7.34	18	35	55.6	83.4

Fuente: Elaboración propia-tesistas.

Los cálculos de los ensayos (ver anexo).

2. CANTERA SECTOR HUAYLLABAMBA-KM 15+800 Vía Cusco-Paucartambo.

Descripción de la cantera.

Sector Huayllabamba km 15+800 lado derecho conformado por areniscas cuarzosas intercaladas por areniscas lutaceas.

Dichas rocas pertenecen a la formación Cabanillas y contacto con la formación ananea conformado por areniscas cuarzosas-lutaceas.⁷



Fotografía 3-58 y 3-59: Cantera km. 15+800 de la vía Huambutio-Paucartambo conocida por el nombre de la comunidad de Huayllabamba “Cantera Huayllabamba”, extracción de muestra para el análisis en el laboratorio.

Resumen análisis de laboratorio

Tabla 3-22: Resumen de los ensayos de laboratorio para la cantera Huayllabamba.

PROPIEDADES		NORMA TECNICA	CANTERA NINAMARCA
Absorción	%	ASTM C 9783	3.90 %
Peso Especifico	%	ASTM C 2937	2.65 %
Abrasión	%	MTC E 207	24.1 %
Resistencia	Kg/cm ²		485.0 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

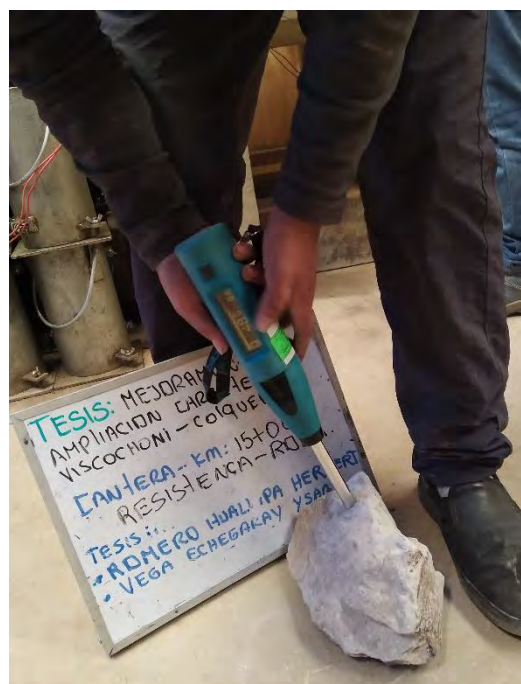
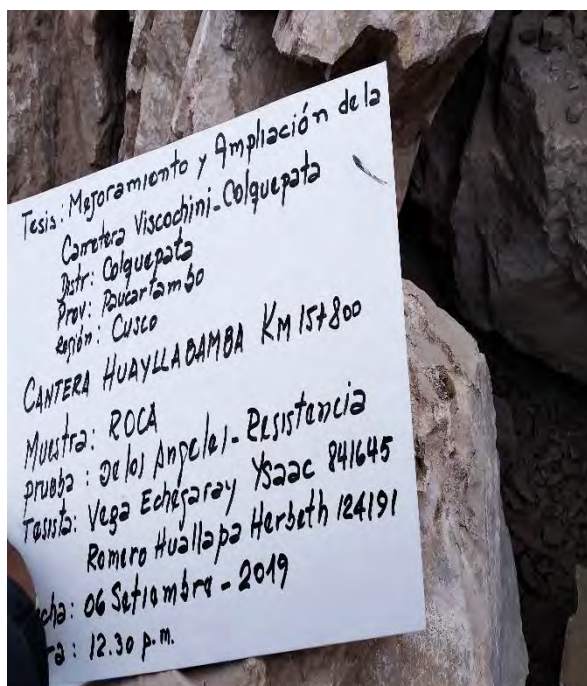
Se detallan algunas características de la roca Arenisca cuarzosa:

- Roca : Sedimentaria.
- Intemperización : Estado III moderadamente intemperizado.
- Resistencia : 48.5 Mpa Resistente

Según los ensayos realizados estas se utilizarán para; enrocados (mejoramiento de la fundación) y muros secos.

⁷ Proyecto Mejoramiento de La carretera Huancarani-Paucartambo.

Debido a la presencia de roca en estratos estas pueden variar su resistencia durante el proceso de extracción (segundo estrato), si en caso de ocurrir dicha variación se recomienda la extracción de otras canteras que se vea por conveniente.



Fotografía 3-60 y 3-61: Cantera km. 15+800 de la vía Huambutio-Paucartambo conocida por el nombre de la comunidad de Huayllabamba “Cantera Huayllabamba”, extracción de muestra para el análisis en el laboratorio, la resistencia se realizó con esclerometría del gobierno Regional.

3.2.8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las características, propiedades físicas y mecánicas, así como la clasificación de los suelos, fueron determinados mediante ensayos definidos por la Mecánica de Suelos y bajo las especificaciones de la ASTM y de la AASHTO.
- Los suelos de la sub - rasante son material de regular resistencia, teniendo un CBR representativo de 6.48 % al 95% de compactación con el cual se realizó el diseño de la estructura del pavimento.
- Finalmente podemos concluir que el estudio geotécnico en carreteras, es muy importante, ya que este influirá en el costo de construcción por el mejoramiento del suelo, el mantenimiento y la durabilidad de la vía proyectada.
- El CBR es bajo por lo tanto se recomienda mejorar el suelo de fundación con un enrocado y plantear sub drenes por la existencia de nivel freático.

3.3. HIDROLOGÍA

3.3.1. GENERALIDADES

El drenaje de las obras viales es de mucha importancia por lo cual en el presente capítulo se desarrolla el estudio hidrológico para el proyecto, el cual es imprescindible para plantear, así como dimensionar los sistemas de drenaje en la vía, tales como alcantarillas, cunetas laterales, cunetas de coronación, badenes, bordillos y sardineles. Estas drenaran las aguas superficiales originadas por precipitaciones pluviales, Así garantizar la operatividad de la vía.

El desarrollo secuencial del tratamiento de la información hidrometeorológica, no presenta mayor dificultad en cuanto se refiere al procesamiento en sus diversas etapas; siendo en cambio la laboriosidad el factor que pueda limitar o hacer lenta el proceso de estos análisis, esto debido al volumen considerable de información a analizar.

Sin embargo, este hecho puede superarse con el uso del computador, a través de paquetes de cómputo, de uso general o de uso específico.

3.3.2. OBJETIVOS

Evaluar y determinar los parámetros (intensidad máxima, tiempo de concentración, escorrentía) hidrológicos de las laderas y quebradas que intersectan a la vía **“MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA CARRETERA VISCOCHONI-COLQUEPATA, DISTRITO DE COLQUEPATA, PROVINCIA DE PAUCARTAMBO, REGION DEL CUSCO”**, para los respectivos diseños de obras de arte.

3.3.3. ESTUDIOS HIDROLOGICOS

Estas comprenden; recopilación de data, consistencia en el análisis de tormentas y regionalización de la data hidrológica. Estas llevan a la obtención de caudales.

3.3.3.1. Estudios de cuenca

Una cuenca “Es un área de terreno donde todas las aguas caídas por las precipitaciones forman un solo curso de agua, cada curso de agua tiene una cuenca bien definida para cada punto de su recorrido” (Villon, 2002, pág. 21).

DELIMITACIÓN

La delimitación de una cuenca es demarcar el área de una cuenca recolectora de agua, para la cual se emplea el software Civil 3D en el proyecto.

CUENCA 1

Figura 3-11: Cuenca N° 01

Fuente: Google Earth Pro

Tabla 3-23: Características de la Cuenca 1.

CUENCA	AREA (Ha)	COTA ALTA	COTA BAJA	LONGITUD	PENDIENTE
1	347.31	4205.00	3883.00	2537.00	7.5%

CUENCA 2

Figura 3-12: Cuenca N° 02

Fuente: Google Earth Pro

Tabla 3-24: Características de la Cuenca 2.

CUENCA	AREA (Ha)	COTA ALTA	COTA BAJA	LONGITUD	PENDIENTE
2	227.00	4165.00	3790.00	2543.00	10.5%

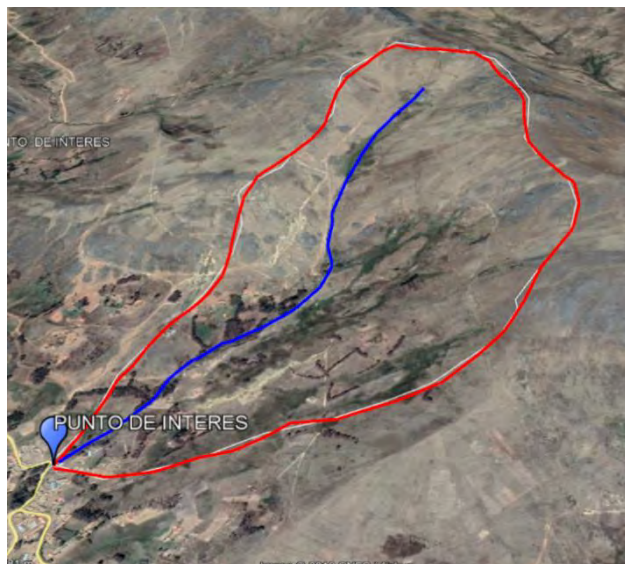
CUENCA 3

Figura 3-13: Cuenca N° 03

Fuente: Google Earth Pro

Tabla 3-25: Características de la Cuenca 3.

CUENCA	AREA (Ha)	COTA ALTA	COTA BAJA	LONGITUD	PENDIENTE
3	110.00	4150.00	3820.00	1720.00	15.6%

CUENCA 4

Figura 3-14: Cuenca N° 04

Fuente: Google Earth Pro

Tabla 3-26: Características de la Cuenca 4.

CUENCA	AREA (Ha)	COTA ALTA	COTA BAJA	LONGITUD	PENDIENTE
4	40.00	4117.00	3900.00	521.00	21.4%

3.3.3.2. Precipitaciones

“La precipitación es toda forma de humedad que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie del suelo de acuerdo a esta definición la precipitación puede ser” (Villon, 2002, pág. 69).

- Lluvia
- Granizada
- Garuas
- Nevadas.
 - Ligera para tasas de caída de hasta 2.5 mm / h.
 - Moderada, desde 2.5 hasta 7.6 mm / h.
 - Fuerte, por encima de 7.6 mm / h.

En la zona del proyecto existe una estación meteorológica cercana, por lo tanto, para estimar las precipitaciones pluviométricas se asume la data de la estación cercana al proyecto o regionalizar datos con las estaciones próximas al proyecto y con características similares de clima, altitud, etc.

A) Precipitación media anual del proyecto

Para el análisis de la precipitación media en la zona del proyecto se utilizaron los registros históricos de precipitaciones medias mensuales de las estaciones meteorológicas más cercanas, de altitud similar y de mayores años de registro.

Tabla 3-27: Estaciones Meteorológicas cercanas a la vía Viscochoni- Colquepata.

ESTACION	ENTIDAD OPERATIVA	UBICACIÓN GEOGRAFICA			PERIODO DE REGISTRO
		LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	
		(S)	(W)	m.s.n.m.	
COLQUEPATA	SENAMHI	13° 27'	72° 16'	3391	1963-2006
PISAC	SENAMHI	13° 26'	71° 51'	2971	1963-2009
PAUCARTAMBO	SENAMHI	13° 49'	71° 35'	3042	1963-2006
PERAYOY	SENAMHI	13° 31'	71° 57'	3365	1963-2006

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

B) Análisis y procesamiento de la información meteorológica

Efectuar un análisis sobre la data meteorológica obtenida, de tal forma se elimina los datos que no aseguran confiabilidad o caso contrario completar datos faltantes.

Para determinar si la información disponible es confiable se realiza un análisis de consistencia por el método de doble masa.

Para analizar la información meteorológica se sigue el siguiente proceso:

- Análisis de consistencia.
- Relleno y extensión de datos faltantes.

Análisis de consistencia

Es utilizado para estimar “una cierta confiabilidad en la información, así como también para analizar la consistencia en lo relacionado a errores, que pueden producirse durante la obtención de los mismos, y no para una a partir de la recta de doble masa” (Villon B., s.f., pág. 312).

Una vez identificado la estación base se procede a graficar, las precipitaciones acumuladas (estación base) vs precipitaciones acumuladas (estación en estudio).

Para evaluar el análisis de consistencia, se tendrá que completar datos faltantes en función a la estación base.

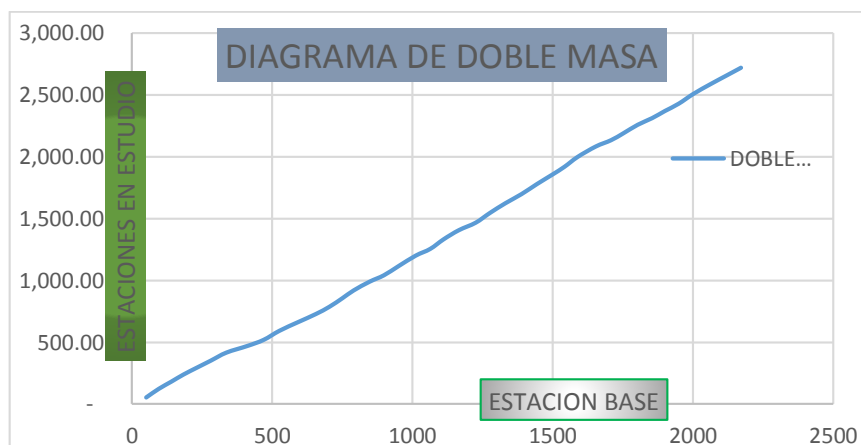


Figura 3-15: Diagrama de doble masa.

Fuente: Elaboración propia.

Método de los promedios

“Se escoge una estación índice, cuya precipitación anual media es \bar{A} , si el dato faltante es $p.x$, se halla su correspondiente precipitación anual media \bar{X} y se establece la proporción” (Chereque, s.f., pág. 22).

$$p.X = \frac{\bar{X} * p.A}{\bar{A}}$$

Donde:

\bar{A}	= Promedio de las precipitaciones en la estación índice.
p. A	= Precipitación en la estación índice, correspondiente al año que falta.
\bar{X}	= Promedio de las precipitaciones en la estación faltante.

Para el análisis de consistencia de los registros para el presente proyecto se completó provisionalmente tomando como estación índice la estación **PERAYOC y COLQUEPATA** ya que esta presenta un registro de data completo y son las más próximas y de altitudes parecidas. Para el relleno provisional se empleó el método de los promedios.

En conclusión, todas las precipitaciones registradas en cada estación son consistentes, por lo que todas se utilizarán para la generación de precipitación y caudales en la zona del proyecto.

Finalmente, las precipitaciones registradas en cada estación son consistentes, por lo que todas se utilizarán para la generación de precipitaciones y caudales en la zona del proyecto.

Relleno y extensión de datos faltantes

Relleno de registros

Procedimiento en el cual se completan los datos faltantes. Una vez determinada que los datos son consistentes se procede al relleno de cada estación.

Para este relleno se recurren a estaciones índice que tengan datos completos, además que sean los más próximos posibles y que sean de altitud parecida a la estación problema.

Método de la recta de regresión

Este método es estadístico, en el libro **Hidrología**⁸.

1. Dibujar el diagrama de dispersión.

Donde:

y = datos incompletos,

x = datos completos

2. Ajustar una recta al diagrama de dispersión
3. Con la fórmula de la recta de regresión se completa la información faltante.

⁸ HIDROLOGIA, Para Estudiantes de Ingeniería Civil.

Ecuación de la recta de regresión:

$$y' = a + b(x - \bar{x}) \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

y' : Dato a completar.

x : Dato de la estación índice

\bar{x} : Promedio de los datos completos de la estación índice.

a y b : Coeficientes obtenidos con la teoría de los mínimos cuadrados.

$$a = \bar{y} \quad b = \frac{\sum(x - \bar{x})y}{\sum(x - \bar{x})^2} = r \cdot \frac{S_y}{S_x}$$

Reemplazando a y b en 1 se tiene:

$$y' = \bar{y} + r \cdot \frac{S_y}{S_x} (x - \bar{x}) \dots\dots\dots (2)$$

Así mismo se tiene que:

r : Coeficiente de correlación

$$r = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{(n - 1) \cdot S_x \cdot S_y}$$

“Donde:

n : Número de pares de datos conocidos = número de dato de y

\bar{x} : Media aritmética de los datos x que forma parejas con los de y .

\bar{y} : Media aritmética de todos los datos de y ” (Chereque, s.f., pág. 23).

“ S_x : desviación estándar para todos los datos de x que forman pareja con los de y

S_y : desviación estándar para todos los datos de y ” (Chereque, s.f., pág. 23)

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum(y - \bar{y})^2}{n - 1}}$$

Los valores de r varían de -1 a $+1$.

“ $r = 0$ Significa que no existe ningún grado de correlación (correlación nula)

$r = 1$ Significa que los puntos del diagrama se alinean en una recta con pendiente positiva (correlación directa optima)” (Chereque, s.f., pág. 24)

“ $r = -1$ Significa que los puntos del diagrama se alinean en una recta con pendiente negativa (correlación inversa optima)” (Chereque, s.f., pág. 24).

Tabla 3-28: Datos de precipitaciones Acumuladas mensuales-estación meteorológica Paucartambo.

LATITUD	13°49'02"S			DPTO	CUSCO							
LONGITUD	71°35'17"O			PROV	PAUCARTAMBO							
ALTITUD	3042msnm			DIST	PAUCARTAMBO							
AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1963	112.58	85.88	73.277	29.274	10.962	5.1508	9.4583	18.484	21.512	35.1	33.684	58.711
1964	35.80	61.30	79.35	82.00	5.20	5.15	0.00	0.00	22.70	18.80	27.20	61.00
1965	123.00	53.00	78.00	31.20	2.50	0.00	6.50	9.00	45.90	17.80	35.00	140.80
1966	59.90	147.70	77.90	9.90	27.60	0.00	1.00	8.20	17.00	118.10	90.10	73.60
1967	96.60	109.60	148.80	27.40	6.60	5.00	15.30	11.30	6.00	87.60	66.00	71.90
1968	148.20	136.20	39.60	19.00	6.76	5.21	10.18	19.75	15.23	34.95	36.57	62.96
1969	100.02	83.63	92.97	61.11	10.58	5.25	9.92	19.25	20.78	35.03	31.70	89.60
1970	100.90	98.80	93.54	36.07	6.20	1.70	10.50	2.20	33.60	37.80	36.80	176.60
1971	121.30	153.10	202.40	94.70	6.20	13.10	2.50	14.92	19.56	34.74	35.79	67.32
1972	78.72	88.50	226.30	31.40	2.90	0.80	33.90	43.60	49.40	19.60	37.00	58.80
1973	165.30	113.10	79.70	54.50	34.00	4.00	9.00	11.00	3.50	28.00	19.00	85.50
1974	219.00	161.00	96.00	97.00	29.68	0.00	6.00	118.00	32.00	0.00	32.65	44.20
1975	132.70	108.30	57.50	26.10	31.40	6.90	6.20	24.50	27.70	21.30	17.90	64.30
1976	79.90	84.60	82.80	19.50	6.60	3.70	0.00	0.00	11.40	0.00	10.90	30.10
1977	31.80	27.00	30.30	13.80	3.00	0.00	11.40	7.70	2.20	26.30	13.70	32.20
1978	48.30	40.20	41.40	47.70	13.20	0.00	9.86	21.20	18.30	50.50	62.40	98.10
1979	61.80	38.40	92.44	34.33	12.18	0.00	9.61	19.73	13.35	35.56	35.67	57.87
1980	40.40	35.90	61.30	19.20	6.80	2.20	14.30	4.90	6.70	36.40	9.20	25.10
1981	33.50	86.20	76.12	49.06	6.53	5.17	9.71	6.20	0.00	35.31	48.63	79.96
1982	12.80	13.40	10.90	1.60	2.90	0.00	1.30	6.90	12.22	35.03	34.90	85.83
1983	81.08	92.73	94.61	55.25	6.68	5.27	9.45	15.21	16.29	35.84	37.64	69.25
1984	107.66	89.14	85.51	47.45	21.12	5.45	9.66	18.36	19.90	35.33	43.24	78.90
1985	112.73	85.65	77.35	61.04	11.73	5.15	9.68	17.29	13.99	35.02	41.64	63.20
1986	56.18	84.67	96.54	34.77	11.04	5.38	10.47	19.82	14.45	35.24	42.39	83.83
1987	78.65	89.32	52.39	42.80	12.50	7.60	38.10	19.82	3.30	39.60	63.60	100.80
1988	147.50	74.90	136.40	106.80	6.40	4.60	9.44	3.50	5.40	30.40	32.80	75.70
1989	100.60	74.30	160.30	85.60	15.50	1.30	6.10	5.00	15.56	35.65	40.90	0.00
1990	108.96	100.41	81.90	18.80	14.40	32.70	9.51	19.82	4.80	37.40	63.70	58.60
1991	35.10	123.70	43.60	3.10	7.29	5.26	1.00	0.00	6.10	17.70	34.50	22.60
1992	41.50	60.00	23.90	20.40	21.80	6.60	14.60	25.30	2.30	37.50	32.70	25.10
1993	195.10	115.10	57.10	27.70	25.50	0.00	8.90	59.60	38.80	27.00	65.50	141.80
1994	117.30	108.70	68.20	62.00	6.70	4.20	9.66	4.40	17.20	52.20	35.60	114.50
1995	94.879	82.426	105.04	32.063	13.942	5.1609	9.4366	17.48	15.078	35.248	35.593	84.653
1996	103.51	84.563	79.797	52.284	8.9759	5.1508	9.4366	17.169	14.535	35.015	42.981	87.504
1997	98.597	91.576	103.55	34.634	9.4343	5.2084	9.4366	18.34	12.199	35.463	36.159	58.378
1998	95.964	83.549	90.593	41.564	14.324	5.2526	9.4366	19.822	23.817	34.918	33.955	71.649
1999	76.997	86.011	88.22	23.565	7.9061	5.2101	9.6107	18.221	16.871	35.174	34.09	64.054
2000	60.607	90.635	75.755	34.373	11.039	5.1508	11.062	16.978	15.745	35.325	36.479	67.305
2001	90.564	93.58	64.593	30.538	11.803	5.1881	11.795	18.388	14.744	35.362	41.589	74.34
2002	81.962	90.816	77.763	61.001	8.6702	5.2712	9.4366	16.691	13.785	34.867	32.243	73.941
2003	85.653	89.862	94.374	32.717	9.1287	5.5002	10.133	17.432	18.561	35.01	33.832	64.987
2004	108.5	86.651	89.42	35.027	7.3713	5.1508	9.5091	19.081	13.096	35.028	35.679	55.287
2005	87.471	86.639	84.726	51.674	6.5308	5.2661	9.4366	18.507	15.62	35.398	35.765	83.294

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Tabla 3-29: Datos de precipitaciones Acumuladas mensuales-estación meteorológica Colquepata.

LATITUD 13°27'S		DPTO CUSCO										
LONGITUD 72°16'O		PROV PAUCARTAMBO										
ALTITUD 3391msnm		DIST COLQUEPATA										
AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1963	188.35	129.15	65.08	34.78	8.87	6.66	7.01	11.25	26.68	32.32	52.22	115.53
1964	63.00	104.90	97.00	56.00	11.10	6.66	8.42	11.37	25.52	14.00	34.00	74.00
1965	138.00	46.00	95.00	48.00	0.00	0.00	8.00	0.00	50.00	32.00	57.00	137.00
1966	73.00	154.00	76.00	3.00	37.00	0.00	0.00	4.00	16.00	82.00	74.00	86.00
1967	67.00	118.00	115.00	26.00	9.00	2.00	15.00	12.00	11.00	69.00	68.00	66.00
1968	116.00	173.00	50.00	32.00	1.00	14.00	14.00	5.00	8.00	36.00	108.00	63.00
1969	97.00	159.00	74.00	53.00	2.00	14.00	16.00	1.00	37.00	24.00	84.00	86.00
1970	152.00	114.00	120.00	59.00	14.00	8.00	17.00	0.00	9.16	53.00	20.00	269.00
1971	171.00	173.00	157.00	87.00	3.00	2.00	3.00	0.00	0.00	25.00	24.00	117.00
1972	115.00	53.00	131.00	50.00	6.00	4.00	13.00	14.00	19.00	31.00	71.00	105.00
1973	259.00	95.00	144.00	74.00	26.00	1.00	16.00	11.00	14.00	23.00	38.00	120.00
1974	124.00	167.00	64.00	42.00	1.00	34.00	1.00	82.00	1.00	26.00	14.00	91.25
1975	134.00	122.00	87.00	25.00	11.00	0.00	4.00	3.00	20.00	5.00	25.00	102.00
1976	122.00	68.00	152.00	51.00	11.00	0.00	3.00	14.00	24.00	7.00	18.00	84.00
1977	98.00	155.00	92.00	24.00	5.00	0.00	15.00	0.00	28.00	20.00	82.00	32.00
1978	141.00	90.00	58.00	46.00	16.00	3.00	7.00	1.00	23.00	4.00	39.00	95.00
1979	118.00	75.00	120.77	13.00	1.00	0.00	0.00	7.00	6.00	14.00	61.00	69.00
1980	84.63	156.42	103.88	49.20	6.87	5.74	6.91	9.11	26.62	14.64	50.02	96.70
1981	95.70	127.44	73.34	48.79	6.64	6.36	8.26	9.93	30.84	25.51	47.89	91.78
1982	142.52	141.58	148.12	35.18	9.95	0.00	7.16	13.01	10.02	34.47	51.87	85.23
1983	83.05	93.15	127.06	53.18	6.72	5.17	6.98	6.94	17.31	8.46	51.08	103.76
1984	171.91	112.04	100.62	47.65	13.98	2.75	8.01	11.09	23.78	24.84	49.45	92.98
1985	188.88	130.36	76.90	57.28	9.25	6.66	8.09	9.67	13.20	35.03	49.92	110.52
1986	-0.19	135.50	132.67	38.67	8.91	3.69	11.98	13.01	14.02	27.71	49.70	87.47
1987	74.93	111.09	4.39	40.46	8.18	6.66	6.91	13.01	16.41	29.77	51.96	90.56
1988	88.90	109.25	43.79	44.72	8.22	3.40	6.91	11.03	14.95	18.22	51.44	114.98
1989	1.80	146.02	146.84	60.52	11.18	-0.71	6.91	10.87	16.00	14.38	50.13	105.10
1990	176.27	52.83	79.02	41.67	12.06	4.93	7.26	13.01	20.97	11.23	50.28	101.97
1991	142.06	112.61	121.76	33.55	7.03	5.24	14.59	2.47	12.56	25.31	49.57	116.74
1992	53.97	124.59	123.58	38.49	7.95	6.66	7.55	5.87	11.74	16.87	50.42	71.06
1993	104.32	62.66	17.96	46.51	12.48	6.66	6.91	13.01	17.01	32.42	51.73	87.44
1994	167.29	145.26	89.78	35.89	7.30	6.60	8.01	13.01	28.60	39.58	53.04	99.65
1995	129.18	147.29	157.37	36.76	10.37	6.53	6.91	9.93	15.14	27.51	51.67	86.54
1996	158.03	136.07	84.02	51.08	7.87	6.66	6.91	9.52	14.17	35.06	49.53	83.36
1997	141.61	99.23	153.05	38.58	8.10	5.92	6.91	11.06	9.98	20.55	51.50	115.91
1998	132.81	141.39	115.39	43.486	10.561	5.3496	6.9051	13.011	30.807	38.204	52.14	101.08
1999	69.392	128.46	108.5	30.741	7.3337	5.8967	7.7633	10.902	18.357	29.918	52.101	109.56
2000	14.594	104.18	72.281	38.394	8.9088	6.6626	14.915	9.2656	16.338	25.012	51.41	105.93
2001	114.76	88.712	39.853	35.679	9.293	6.1812	18.527	11.123	14.544	23.807	49.931	98.068
2002	85.995	103.23	78.115	57.25	7.7179	5.1089	6.9051	8.8879	12.824	39.878	52.636	98.515
2003	98.334	108.24	126.38	37.222	7.9484	2.1546	10.338	9.8637	21.386	35.236	52.176	108.52
2004	174.72	125.1	111.98	38.857	7.0648	6.6626	7.2627	12.036	11.59	34.649	51.642	119.36
2005	104.41	125.16	98.345	50.646	6.6422	5.1745	6.9051	11.28	16.114	22.632	51.617	88.062

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Tabla 3-30: Datos de precipitaciones Acumuladas mensuales-estación meteorológica Pisac.

LATITUD	13°26'S			DPTO	CUSCO							
LONGITUD	71°51'O			PROV	CALCA							
ALTITUD	2971msnm			DIST	PISAC							
AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1963	156.12	144.32	161.69	27.78	7.01	3.22	3.98	4.95	9.24	24.13	77.51	81.02
1964	62.30	62.00	79.00	3.00	8.00	0.00	0.00	0.00	44.00	65.00	35.00	21.70
1965	60.50	32.50	71.00	43.00	0.00	0.00	2.50	0.00	40.10	11.00	17.00	97.50
1966	61.00	33.70	24.20	2.00	18.10	0.00	2.00	4.47	16.40	9.60	15.80	37.00
1967	40.00	79.40	95.50	0.00	13.00	2.30	17.10	9.90	9.40	37.80	59.20	65.20
1968	128.70	179.90	32.00	13.30	1.00	5.20	17.90	0.20	8.50	9.50	112.90	30.20
1969	138.30	65.90	151.60	61.10	6.42	19.50	13.00	4.10	19.90	26.60	60.50	103.70
1970	150.30	279.50	402.30	57.30	7.30	6.30	7.20	11.30	73.20	94.70	17.30	307.50
1971	155.30	291.20	80.70	58.30	4.10	5.90	2.10	9.10	7.88	50.30	18.60	43.60
1972	108.80	53.30	136.50	25.90	4.10	0.00	7.40	12.80	13.30	4.20	24.80	77.50
1973	267.20	205.10	141.00	60.60	9.50	9.70	12.80	13.40	7.10	32.90	56.80	152.00
1974	131.70	184.80	130.10	50.70	4.10	11.40	1.00	27.80	6.20	10.10	11.50	70.00
1975	80.60	101.30	83.80	44.10	44.60	5.10	0.00	0.00	16.80	30.51	39.10	68.60
1976	133.00	53.20	123.70	39.10	49.50	3.20	2.10	2.00	21.80	4.10	39.60	39.80
1977	86.50	112.50	69.40	34.30	0.00	0.00	4.00	4.10	12.40	19.00	128.40	14.20
1978	212.70	151.80	128.20	81.30	31.10	0.00	0.00	0.00	21.90	2.10	37.90	81.90
1979	219.60	163.40	179.40	59.30	7.10	8.00	6.00	2.00	19.90	18.40	39.20	73.20
1980	92.80	182.20	226.80	89.70	2.00	0.00	0.00	11.30	36.70	39.80	5.00	48.50
1981	97.90	178.30	89.70	31.40	7.30	4.20	15.30	3.00	21.50	63.90	117.90	117.70
1982	276.40	168.60	236.20	103.70	25.50	8.00	1.00	15.10	19.90	30.10	88.30	18.70
1983	5.10	31.10	79.09	29.80	0.00	2.00	11.10	6.10	13.30	18.50	30.50	34.00
1984	98.40	99.25	94.87	49.39	2.93	5.20	3.78	16.50	6.10	43.50	73.90	13.60
1985	140.60	205.50	194.50	64.30	8.30	0.00	0.00	5.10	27.90	108.10	129.20	25.00
1986	27.70	116.60	134.60	38.50	12.50	0.00	2.10	3.30	4.00	2.10	8.30	11.80
1987	276.30	45.90	24.60	13.30	0.00	14.60	9.10	0.00	0.00	8.20	81.77	34.70
1988	95.40	99.60	191.40	52.40	2.00	0.00	0.00	0.00	2.30	12.00	13.70	85.80
1989	116.30	94.80	111.40	25.90	8.00	0.00	3.00	9.20	7.20	20.50	20.50	27.10
1990	76.70	45.60	20.30	82.60	6.20	38.40	0.00	3.00	8.40	44.10	96.40	113.00
1991	76.20	101.00	64.50	31.40	11.50	8.00	0.00	2.00	2.00	50.70	70.70	65.30
1992	81.00	45.40	31.70	14.40	0.00	26.00	3.39	13.30	4.00	32.00	91.80	73.00
1993	178.90	82.90	12.40	36.00	8.20	4.20	8.20	14.20	3.00	18.20	87.00	109.80
1994	167.20	118.00	151.60	59.80	5.30	0.00	0.00	0.00	12.40	52.60	13.20	158.60
1995	98.90	79.50	80.00	7.20	4.20	0.00	0.00	0.00	12.20	24.20	18.20	51.60
1996	117.06	74.25	74.83	32.83	6.03	2.54	1.85	7.31	16.68	31.82	37.77	75.10
1997	138.08	102.89	108.95	40.76	13.36	2.54	6.80	8.16	11.03	27.48	141.34	92.23
1998	99.99	123.23	32.05	25.93	3.38	3.46	1.85	4.9	7.68	25.11	36.52	58.29
1999	87.4	98.35	111.33	37.62	5.97	4.18	2.1	3.72	28.75	20.94	28.13	165.17
2000	159.8	105.4	58.7	2.2	9.1	3.7	0	2	4.4	41.6	11	70.6
2001	211.2	136.4	152.5	19.9	12.1	0	19.4	5.6	8	50	77.4	102
2002	90.6	161.4	106.1	35.8	6.6	4.3	46.6	3.3	10.9	39.4	91.6	127.9
2003	114.4	108.7	110.7	15.8	4.4	6.8	0	23.6	4	31.7	18.3	120.9
2004	149.9	109.2	95.6	15.8	2	16.4	10.3	8.9	32.5	25.9	43	94.3
2005	127	76.9	69.1	29.6	0	0	1.5	3.7	4.1	18	50.5	58.6

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Tabla 3-31: Datos de precipitaciones Acumuladas mensuales-estación meteorológica Perayoc.

LATITUD	13° 31' S			DPTO	CUSCO							
LONGITUD	71° 57' O			PROV	CUSCO							
ALTITUD	3365			DIST	CUSCO							
AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1963	103.78	116.01	170.40	22.50	5.80	0.00	0.30	5.60	46.85	44.84	50.50	70.65
1964	106.35	154.27	147.10	81.95	11.60	0.00	4.25	5.20	43.75	37.10	60.53	185.35
1965	141.30	195.30	89.65	17.30	21.85	0.00	0.00	1.10	42.40	85.95	58.55	47.85
1966	65.75	114.40	128.40	15.65	3.30	0.40	12.90	31.50	26.40	72.60	72.55	135.00
1967	170.40	135.15	69.80	25.70	1.35	5.15	39.17	6.95	20.10	32.91	94.45	88.10
1968	199.85	116.10	107.00	18.85	0.30	3.40	10.20	0.30	16.75	27.90	73.90	86.60
1969	150.05	97.35	94.90	95.55	5.30	6.00	6.60	2.40	43.35	37.40	34.40	213.60
1970	130.00	128.30	92.70	38.10	1.70	1.50	0.30	8.10	0.00	53.20	44.40	147.60
1971	169.95	74.70	58.40	40.70	0.80	0.00	9.29	20.50	37.50	5.50	67.60	102.95
1972	228.55	137.75	141.85	96.95	18.10	0.00	10.75	15.90	6.60	29.90	101.75	91.65
1973	130.35	228.80	130.00	61.60	15.50	14.30	3.10	37.00	21.90	45.60	45.25	121.40
1974	119.70	159.70	107.50	71.00	30.30	1.40	0.00	0.10	40.50	48.20	42.10	152.20
1975	158.10	73.70	155.70	48.20	22.90	7.10	0.90	9.00	59.00	15.50	56.20	103.00
1976	104.30	241.50	80.80	60.90	3.90	0.20	0.20	2.70	39.10	65.10	170.80	66.70
1977	249.40	63.60	83.50	37.50	6.70	0.00	1.00	0.00	12.70	9.70	161.20	124.30
1978	165.00	128.80	170.10	36.90	21.50	0.00	5.90	17.30	12.40	22.60	131.70	137.30
1979	97.90	141.70	96.90	34.10	7.40	2.10	2.40	0.40	7.70	96.20	66.60	67.50
1980	218.10	73.00	119.20	69.20	0.60	4.20	0.00	12.40	46.70	105.00	112.10	133.90
1981	205.90	118.70	159.50	67.90	0.00	1.40	3.80	9.80	58.00	68.00	171.90	150.40
1982	154.30	96.40	60.80	23.80	8.60	36.05	0.70	0.00	2.30	37.50	60.35	172.40
1983	219.85	172.80	88.60	82.10	0.20	6.80	0.20	19.30	21.80	126.05	82.60	110.20
1984	121.90	143.00	123.50	64.20	19.10	17.90	3.10	6.10	39.10	70.30	128.10	146.40
1985	103.20	114.10	154.80	95.40	6.80	0.00	3.30	10.60	10.80	35.60	115.10	87.50
1986	311.60	106.00	81.20	35.10	5.90	13.60	14.20	0.00	13.00	60.50	121.20	164.90
1987	228.80	144.50	250.50	40.90	4.00	0.00	0.00	0.00	19.40	53.50	57.70	154.50
1988	213.40	147.40	198.50	54.70	4.10	14.90	0.00	6.30	15.50	92.80	72.40	72.50
1989	309.40	89.40	62.50	105.90	11.80	33.70	0.00	6.80	18.30	105.90	109.10	105.70
1990	117.10	236.40	152.00	44.80	14.10	7.90	1.00	0.00	31.60	116.60	104.80	116.20
1991	154.80	142.10	95.60	18.50	1.00	6.50	21.50	33.50	9.10	68.70	124.90	66.60
1992	251.90	123.20	93.20	34.50	3.40	0.00	1.80	22.70	6.90	97.40	100.90	220.00
1993	196.40	220.90	232.60	60.50	15.20	0.00	0.00	0.00	21.00	44.50	64.20	165.00
1994	127.00	90.60	137.80	26.10	1.70	0.30	3.10	0.00	52.00	20.10	27.50	124.00
1995	169.00	87.40	48.60	28.90	9.70	0.60	0.00	9.80	16.00	61.20	66.00	168.00
1996	137.20	105.10	145.40	75.30	3.20	0.00	0.00	11.10	13.40	35.50	126.00	178.70
1997	155.30	163.20	54.30	34.80	3.80	3.40	0.00	6.20	2.20	84.90	70.60	69.40
1998	165	96.7	104	50.7	10.2	6	0	0	57.9	24.8	52.7	119.2
1999	234.9	117.1	113.1	9.4	1.8	3.5	2.4	6.7	24.6	53	53.8	90.7
2000	295.3	155.4	160.9	34.2	5.9	0	22.4	11.9	19.2	69.7	73.2	102.9
2001	184.9	179.8	203.7	25.4	6.9	2.2	32.5	6	14.4	73.8	114.7	129.3
2002	216.6	156.9	153.2	95.3	2.8	7.1	0	13.1	9.8	19.1	38.8	127.8
2003	203	149	89.5	30.4	3.4	20.6	9.6	10	32.7	34.9	51.7	94.2
2004	118.8	122.4	108.5	35.7	1.1	0	1	3.1	6.5	36.9	66.7	57.8
2005	196.3	122.3	126.5	73.9	0	6.8	0	5.5	18.6	77.8	67.4	162.9

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

C) REGIONALIZACION DE DATOS PLUVIOMETROS

Realizado el completado y extendido de datos de las estaciones utilizadas, se regionaliza las precipitaciones medias anuales al punto de interés del proyecto. Se regionaliza debido a las características pluviométricas en la región, se nota la influencia de una zona con respecto a otros, y la altura.

Relación precipitación y altitud

La relación precipitación - altitud está en función de la precipitación media anual de cada estación y de la altitud que se encuentra cada uno de estas. Con la ecuación de regresión lineal se determina la precipitación media anual en la zona de interés en función a su altitud.

Tabla 3-32: Resumen de datos-Precipitaciones.

RESUMEN PROMEDIO DE PRECIPITACIONES		
ESTACION	PRECIPITACION (mm)	ALTITUD
COLQUEPATA.	Mínima 454.34	
	Media 604.75	3391
	Máxima 835.16	
PISAC	Mínima 224.27	
	Media 593.29	2971
	Máxima 1414.12	
PAUCARTAMBO	Mínima 199.4	
	Media 516.79	3045
	Máxima 777.5	
PERAYOC	Mínima 558.5	
	Media 792.29	3365
	Máxima 1020.3	

Fuente: Elaboración propia

El coeficiente de correlación R está en el intervalo: -1 a 1, cuando mejor se acerque a 1, se deduce que es bueno.

Se muestra en la **figura 3-16**.

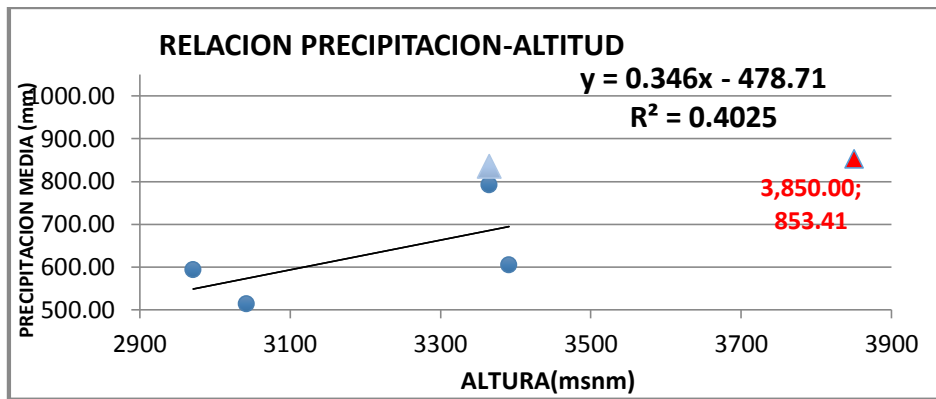


Figura 3-16: Regionalización de datos Pluviométricos.

Fuente: Elaboración propia.

Se tiene el valor de correlación $R = 0.4025$ siendo este valor muy cercano a 1, lo que indica que es bueno. Por consiguiente, se calcula la precipitación anual media del lugar específico.

$$y = 0.346(x) - 478.71$$

Donde:

y = Precipitación media anual de la zona

x = Altura para la cual se quiere generar la precipitación.

El proyecto está ubicado a una altura media de 3850 m.s.n.m, por lo que se obtiene una precipitación de:

$$y = 0.346 * (3850) - 478.71$$

Precipitación media anual del proyecto=853.41 mm

Intensidad de precipitaciones

Este parámetro “se mide mm/h, y su valor varia durante la tormenta, la duración se mide en minutos o en horas, es el tiempo transcurrido entre el comienzo y el fin de la tormenta” (Chereque, s.f., pág. 35).

$$i = \frac{P}{Td}$$

Donde:

i : Intensidad en mm/h

P : Profundidad de lámina de lluvia

Td : Tiempo de duración de la tormenta.

Para resolver racionalmente los problemas de drenaje es necesario determinar las intensidades máximas de lluvias en un intervalo de tiempo t igual al tiempo de concentración de la cuenca, con una frecuencia determinada con un periodo de retorno, es decir que ocurre en promedio una vez cada cierto periodo de años. Para lo cual hacemos uso de la **TABLA 3-33** para determinar el número de años a considerar como periodo de retorno.

Tabla 3-33: Criterio de diseño Generalizado para estructuras de control de agua.

TIPO DE ESTRUCTURA	PERIODO DE RETORNO (años)
<u>Alcantarillas de Carreteras</u>	
Volúmenes de Tráfico bajos.	5-10
Volúmenes de Tráfico intermedios.	10-25
Volúmenes de Tráfico altos.	50-100
<u>Puentes de Carreteras</u>	
Sistema Primario	10-50
Sistema Secundario	50-100
<u>Drenaje Agrícola</u>	
Canales	5-50
Surcos	5-50
<u>Drenaje Urbano</u>	
Alcantarillas en ciudades pequeñas	2-25
Alcantarillas en ciudades grandes	25-50
<u>Aeropuertos</u>	
Volúmenes de Tráfico bajos.	5-10
Volúmenes de Tráfico intermedios.	10-25
Volúmenes de Tráfico altos. Canales	50-100
<u>Diques</u>	
En fincas	2-50
Alrededor de ciudades	50-200

Fuente: Hidrológica aplicada Ven te chow.

D) INTENSIDADES MAXIMAS DE DISEÑO

Para obtener la intensidad máxima de diseño en la cuenca deseada del proyecto se siguen con la secuencia:

a) Obtención de intensidades máxima.

Para el proyecto "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA CARRETERA VISCOCHONI-COLQUEPATA, DISTRITO DE COLQUEPATA, PROVINCIA DE PAUCARTAMBO, REGION DEL CUSCO" se utilizó la data del fluviógrafo de la estación de Perayoc (UNSAAC) para tiempos diferentes, tal que, se tiene información de precipitación (mm) y el tiempo de duración (min.), Para los años **1965-2006**.

Con la información de precipitación y tiempos de duración se determina y selecciona las intensidades máximas anuales (mm/min.) para tiempos de duración de 10, 30, 60, 120 y 240 minutos.

Los datos y el cálculo de las intensidades máximas anuales que se muestran en la **TABLA 3-34.**

b) Regionalización de las intensidades

Las intensidades máximas calculadas anteriormente son regionalizadas a la zona del proyecto multiplicando las intensidades calculadas por la constante determinada por el cociente de la precipitación media anual del proyecto y la precipitación media de la estación de Perayoc.

$$I_r = k * I_i$$

Donde:

I_r : Intensidad Regionalizada

I_i : Intensidad de la estación Índice

K: Constante de Regionalización

$$K = \frac{\text{Precipitación media anual del Proyecto}}{\text{Precipitación media anual de Perayoc}}$$

Las intensidades máximas anuales para distintos tiempos de duración de la estación de Perayoc y las regionalizadas se muestran en el **TABLA 3-35**, donde se detalla las intensidades máximas medidas y calculadas de la estación base (Perayoc). Así como también las intensidades máximas regionalizadas para la zona de estudio.

$$K = \frac{853.41 \text{ mm/h}}{792.29 \text{ mm/h}}$$

$$K = 1.07714$$

Ejemplo aplicativo: Año 1965

Intensidad Perayoc (10min)	----	Intensidad Proyecto (10 min)
24	----	1.07714*24 = 25.85

Tabla 3-34: Intensidad máxima de precipitaciones(mm/h) de las tormentas-Perayoc.

ANÁLISIS DE TORMENTA ESTACION PERAYOC														
FECHA	HORA	Intervalo de tiempo (min)	Precipitación (mm)	Intensidad (mm/h)	INTENSIDADES MAXIMAS (mm/h)					INTENSIDAD MAXIMA ANUAL				
	INICIO - FIN				10min	30min	60min	120min	240min	10min	30min	60min	120min	240min
19/03/1965	23h15m - 24h00m	45	10.50	14.00	14.00	14.00	10.50	5.25	2.63	24.00	14.00	10.50	5.25	2.63
12/10/1965	18h30m - 18h45m	15	6.00	24.00	24.00	12.00	6.00	3.00	1.50					
05/03/1966	13h50m - 14h00m	10	7.80	46.80	46.80	15.60	7.80	3.90	1.95	46.80	15.60	7.80	3.90	1.95
16/11/1967	23h00m - 23h15m	15	8.10	32.40	32.40	21.07	15.40	7.70	3.85	32.40	21.07	15.40	7.70	3.85
	23h15m - 24h00m	45	7.30	9.73										
13/12/1968	21h45m - 22h00m	15	9.50	38.00	38.00	20.33	11.50	6.75	3.38	38.00	20.33	11.50	6.75	3.38
	22h00m - 23h30m	90	4.00	2.67										
12/01/1969	20h00m - 20h10m	10	2.00	12.00	12.00	11.60	11.50	6.73	4.04	20.80	11.60	11.50	6.73	4.04
	20h10m - 21h00m	50	9.50	11.40										
	21h00m - 22h00m	60	1.50	1.50										
	22h00m - 24h00m	120	3.90	1.95										
11/02/1969	21h00m - 21h15m	15	5.20	20.80	20.80	11.20	6.40	3.20	1.60					
	21h15m - 22h00m	45	0.00	0.00										
	22h00m - 22h45m	45	1.20	1.60										
29/12/1970	15h50m - 16h00m	10	7.30	43.80	43.80	29.47	24.78	15.58	9.41	43.80	29.47	24.78	15.58	9.41
	16h00m - 16h30m	30	11.15	22.30										
	16h30m - 17h00m	30	9.50	19.00										
	17h00m - 17h15m	15	0.00	0.00										
	17h15m - 17h30m	15	1.50	6.00										
	17h30m - 17h35m	5	1.70	20.40										
	17h35m - 17h50m	15	0.00	0.00										
	17h50m - 18h00m	10	6.50	39.00										
18/01/1971	18h00m - 18h30m	30	11.50	23.00	23.00	23.00	13.50	8.21	4.80	23.00	23.00	13.50	8.21	4.80
	18h30m - 19h30m	60	4.00	4.00										
	19h30m - 21h30m	120	3.70	1.85										
26/01/1971	21h30m - 23h30m	120	5.00	2.50	22.40	22.40	12.45	7.48	4.05					
	23h30m - 24h00m	30	11.20	22.40										
23/11/1972	19h30m - 20h00m	30	12.50	25.00	25.00	25.00	15.00	9.82	5.98	25.00	25.00	15.00	9.82	5.98
	20h00m - 21h00m	60	5.00	5.00										
	21h00m - 22h30m	90	6.40	4.27										
09/11/1973	00h00m - 22h45m	1365	0.00	0.00	13.44	13.44	13.44	8.40	4.20	13.44	13.44	13.44	8.40	4.20
	22h45m - 24h00m	75	16.80	13.44										
14/02/1974	15h00m - 15h10m	10	9.00	54.00	54.00	29.60	18.80	9.40	4.70	54.00	29.60	18.80	9.40	4.70
	15h10m - 15h45m	35	0.00	0.00										
	15h45m - 16h00m	15	5.00	20.00										
	16h00m - 16h30m	30	4.80	9.60										
	16h30m - 23h00m	210	0	0										
	23h00m - 24h00m	60	2.00	2.00										
13/10/1974	21h30m - 21h45m	15	4.00	16.00	16.00	15.00	7.50	3.75	1.88					
	21h45m - 22h00m	15	3.50	14.00										
15/10/1974	09h30m - 09h45m	15	5.00	20.00	20.00	10.00	5.00	2.50	1.25					

21/10/1974	17h00m - 18h00m	60	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	5.00	2.50					
15/02/1975	22h00m - 22h05m	5	1.50	18.00	12.00	8.00	7.00	5.30	2.65					
	22h05m - 22h15m	10	0.50	3.00										
	22h15m - 22h45m	30	1.50	3.00										
	22h45m - 23h45m	60	6.00	6.00						12.00	8.00	7.00	5.30	2.65
	23h45m - 24h00m	15	1.10	4.40										
27/09/1975	10h30m - 11h00m	30	1.00	2.00	2.00	2.00	1.50	1.00	0.50					
	18h00m - 19h00m	60	1.00	1.00										
	19h00m - 24h00m	300	0.00	0.00										
12/12/1976	00h00m - 16h30m	990	0.00	0.00	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48					
	16h30m - 23h00m	390	35.60	5.48										
	23h00m - 24h00m	60	0.00	0.00										
12/04/1976	03h00m - 03h05m	5	1.00	12.00	12.00	11.00	8.90	5.80	2.90	12.00	11.00	8.90	5.80	5.48
	03h05m - 03h15m	10	2.00	12.00										
	03h15m - 03h45m	30	5.00	10.00										
	03h45m - 04h45m	60	3.60	3.60										
13/02/1977	13h15m - 13h20m	5	2.00	24.00	18.60	14.60	10.80	6.38	3.53					
	13h20m - 13h30m	10	2.00	12.00										
	13h30m - 13h45m	15	3.30	13.20										
	13h45m - 14h00m	15	3.00	12.00										
	14h00m - 15h00m	60	2.00	2.00										
	15h00m - 16h00m	60	1.80	1.80						20.00	20.00	17.50	14.17	7.50
17/11/1977	00h00m - 17h00m	1020	0.00	0.00	20.00	20.00	17.50	14.17	7.50					
	17h00m - 17h40m	40	10.00	15.00										
	17h40m - 18h10m	30	10.00	20.00										
	18h10m - 19h10m	60	10.00	10.00										
	19h10m - 24h00m	290	0.00	0.00										
25/11/1978	00h00m - 08h00m	480	0.00	0.00	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43					
	08h00m - 12h45m	285	0.30	0.06						6.43	6.43	6.43	6.43	6.43
	12h45m - 21h00m	495	0.00	0.00										
	21h00m - 03h00m	360	38.60	6.43										
13/01/1979	02h00m - 02h05m	5	3.00	36.00	24.30	15.20	11.53	8.62	5.03					
	02h05m - 02h15m	10	2.10	12.60										
	02h15m - 04h00m	105	10.00	5.71										
	04h00m - 04h30m	30	5.00	10.00										
11/12/1979	00h00m - 11h45m	705	0.00	0.00	36.00	31.50	23.80	15.55	7.78					
	11h45m - 12h10m	25	5.50	13.20						36.00	31.50	23.80	15.55	7.78
	12h10m - 12h30m	20	9.00	27.00										
	12h30m - 12h45m	15	9.00	36.00										
	12h45m - 13h10m	25	5.80	13.92										
	13h10m - 17h35m	265	0.00	0.00										
	17h35m - 17h45m	10	1.80	10.80										
	17h45m - 24h00m	375	0.00	0.00										
03/10/1980	00h00m - 08h20m	500	0.00	0.00	36.00	25.20	15.36	8.31	4.45					
	08h20m - 09h45m	85	2.00	1.41						36.00	25.20	15.36	8.31	4.45
	09h45m - 11h00m	75	0.00	0.00										
	11h00m - 11h45m	45	0.80	1.07										
	11h45m - 21h50m	605	0.00	0.00										

	21h50m - 22h15m	25	6.00	14.40										
	22h15m - 22h30m	15	9.00	36.00										
	22h30m - 24h00m	90	0.00	0.00										
13/10/1981	17h50m - 18h15m	25	10.00	24.00	24.00	20.00	10.00	5.00	2.50	24.00	20.00	10.00	5.00	2.50
24/03/1982	20h15m - 20h30m	15	6.00	24.00	24.00	15.35	11.03	6.35	3.18					
	20h30m - 21h30m	60	6.70	6.70										
17/11/1982	07h15m - 07h30m	15	8.00	32.00	64.00	34.00	17.00	8.50	4.25					
	07h30m - 07h55m	25	0.00	0.00						64.00	34.00	17.00	8.50	4.25
	07h55m - 08h00m	5	8.00	96.00										
	08h00m - 08h20m	20	0.00	0.00										
	08h20m - 08h30m	10	1.00	6.00										
04/12/1983	00h00m - 04h00m	240	0.00	0.00	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50					
	04h00m - 05h00m	60	0.20	0.20										
	05h00m - 20h00m	900	0.00	0.00										
	20h00m - 24h00m	240	30.00	7.50						7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
29/12/1983	18h30m - 20h20m	110	13.00	7.09	7.09	7.09	7.09	6.50	3.25					
03/10/1983	19h45m - 20h15m	30	2.60	5.20	5.20	5.20	5.09	5.03	2.83					
	20h15m - 22h00m	105	8.70	4.97										
14/01/1984	01h00m - 02h00m	60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	2.30	1.15					
12/02/1984	04h45m - 05h45m	60	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	9.50	4.75					
02/04/1984	17h50m - 18h45m	55	16.20	17.67	17.67	17.67	16.20	8.10	4.05					
18/04/1984	12h30m - 14h00m	90	12.50	8.33	8.33	8.33	8.33	6.25	3.13					
17/10/1984	23h00m - 23h15m	75	7.40	5.92	5.92	5.92	5.92	3.70	1.85					
29/10/1984	14h00m - 14h50m	50	4.80	5.76	5.76	5.76	4.80	2.40	1.20					
14/01/1985	15h15m - 15h30m	15	9.50	38.00	38.00	19.00	9.50	4.75	2.38					
16/02/1985	16h00m - 16h15m	15	2.80	11.20	11.20	5.60	2.80	1.40	0.70	38.00	19.00	9.60	4.80	2.40
04/10/1985	07h45m - 08h30m	45	9.60	12.80	12.80	12.80	9.60	4.80	2.40					
24/11/1986	01h00m - 01h50m	50	7.10	8.52	8.52	8.52	7.10	3.55	1.78	8.52	8.52	7.10	3.55	1.78
04/01/1987	14h50m - 15h15m	25	1.20	2.88	2.88	2.88	1.20	0.60	0.30					
06/01/1987	02h10m - 04h15m	125	9.80	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70	2.45					
22/01/1987	21h30m - 22h00m	30	3.50	7.00	7.00	7.00	3.50	1.75	0.88					
31/01/1987	20h20m - 20h55m	35	7.40	12.69	12.69	12.69	7.40	3.70	1.85					
07/03/1987	15h30m - 15h55m	25	4.40	10.56	10.56	8.80	4.40	2.20	1.10					
12/10/1987	14h20m - 15h05m	45	7.00	9.33	9.33	9.33	7.00	3.50	1.75					
14/12/1987	19h40m - 21h00m	80	9.40	7.05	7.05	7.05	7.05	4.70	2.35					
01/01/1988	16h00m - 16h40m	40	5.40	8.10	8.10	8.10	5.40	2.70	1.35					
10/01/1988	22h10m - 22h40m	30	5.60	11.20	11.20	11.20	5.60	2.80	1.40					
02/02/1988	02h50m - 03h10m	20	7.00	21.00	21.00	14.00	7.00	3.50	1.75					
23/03/1988	12hj50m - 13h00m	10	4.00	24.00	24.00	8.00	4.00	2.00	1.00	24.00	14.00	9.50	8.25	4.13
28/03/1988	13h50m - 14h50m	60	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	4.75	2.38					
22/11/1988	17h55m - 18h05m	10	2.20	13.20	13.20	4.40	2.20	1.10	0.55					
24/12/1988	00h00m - 02h00m	120	16.50	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25	4.13					
05/01/1989	16h10m - 16h50m	40	10.00	15.00	15.00	15.00	10.00	5.00	2.50	26.70	17.80	10.00	5.00	2.50
03/11/1989	20h50m - 21h10m	20	8.90	26.70	26.70	17.80	8.90	4.45	2.23					
07/01/1990	15h45m - 16h15m	30	10.00	20.00	20.00	20.00	13.60	6.80	3.40					
	16h15m - 16h45m	30	3.60	7.20										
12/01/1990	00h10m - 00h25m	15	10.60	42.40	42.40	29.30	21.40	10.70	5.35	42.40	29.30	21.40	10.70	5.35
	00h30m - 01h10m	40	10.80	16.20										

17/01/1990	12h50m - 13h10m	20	5.20	15.60	15.60	10.40	5.20	2.60	1.30					
07/04/1990	18h55m - 19h10m	15	10.40	41.60	41.60	20.80	10.40	5.20	2.60					
17/11/1990	18h50m - 19h10m	20	4.70	14.10	14.10	9.40	4.70	2.35	1.18					
01/01/1991	16h10m - 16h45m	35	18.10	31.03	31.03	31.03	18.10	9.05	4.53					
17/01/1991	23h30m - 24h00m	30	14.00	28.00	28.00	28.00	14.00	7.00	3.50					
01/03/1991	15h30m - 15h55m	25	7.20	17.28	17.28	14.40	7.20	3.60	1.80	31.03	31.03	18.10	9.05	4.53
23/03/1991	22h05m - 22h30m	25	8.50	20.40	20.40	17.00	8.50	4.25	2.13					
01/11/1991	16h00m - 16h50m	40	10.10	15.15	15.15	15.15	10.10	5.05	2.53					
03/01/1992	21h10m - 21h40m	30	7.20	14.40	14.40	14.40	7.20	3.60	1.80					
04/01/1992	18h10m - 19h00m	50	3.60	4.32	4.32	4.32	3.60	1.80	0.90					
13/01/1992	14h55m - 15h10m	15	5.80	23.20	23.20	11.60	5.80	2.90	1.45					
27/01/1992	18h20m - 18h55m	35	9.80	16.80	16.80	16.80	9.80	4.90	2.45					
14/03/1992	21h20m - 21h30m	10	7.00	42.00	42.00	14.00	7.00	3.50	1.75					
02/11/1992	13h30m - 14h05m	35	7.20	12.34	12.34	12.34	7.20	3.60	1.80	42.00	20.60	10.30	5.15	2.58
05/11/1992	17h15m - 17h45m	30	10.30	20.60	20.60	20.60	10.30	5.15	2.58					
27/11/1992	22h50m - 23h00m	10	5.30	31.80	31.80	10.60	5.30	2.65	1.33					
03/12/1992	01h50m - 02h05m	15	2.30	9.20	9.20	4.60	2.30	1.15	0.58					
14/12/1992	14h05m - 14h50m	45	8.80	11.73	11.73	11.73	8.80	4.40	2.20					
28/12/1992	20h10m - 20h40m	30	4.90	9.80	9.80	9.80	4.90	2.45	1.23					
12/01/1993	14h50m - 15h05m	15	5.80	23.20	23.20	11.60	5.80	2.90	1.45					
15/03/1993	13h30m - 14h05m	35	6.60	11.31	11.31	11.31	6.60	3.30	1.65					
19/10/1993	13h00m - 13h10m	10	5.50	33.00	33.00	11.00	5.50	2.75	1.38					
03/12/1993	21h20m - 21h50m	30	7.80	15.60	15.60	15.60	7.80	3.90	1.95	33.00	16.70	16.70	16.70	8.35
11/12/1993	14h00m - 14h40m	40	7.20	10.80	10.80	10.80	5.40	2.70	1.35					
30/12/1993	19h00m - 21h00m	120	33.40	16.70	16.70	16.70	16.70	16.70	8.35					
04/11/1994	16h00m - 16h30m	30	14.20	28.40	28.40	28.40	14.20	7.10	3.55	28.40	28.40	14.20	7.10	3.55
24/03/1995	20h15m - 20h30m	15.00	6.00	24.00	24.00	15.35	11.03	6.35	3.18					
	20h30m - 21h30m	60.00	6.70	6.70										
17/11/1995	07h15m - 07h30m	15.00	8.00	32.00	64.00	34.00	17.00	8.50	4.25					
	07h30m - 07h55m	25.00	0.00	0.00						64.00	34.00	17.00	8.50	4.25
	07h55m - 08h00m	5.00	8.00	96.00										
	08h00m - 08h20m	20.00	0.00	0.00										
	08h20m - 08h30m	10.00	1.00	6.00										
04/12/1996	00h00m - 04h00m	240.00	0.00	0.00	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50					
	04h00m - 05h00m	60.00	0.20	0.20										
	05h00m - 20h00m	900.00	0.00	0.00										
	20h00m - 24h00m	240.00	30.00	7.50						7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
29/12/1996	18h30m - 20h20m	110.00	13.00	7.09	7.09	7.09	7.09	6.50	3.25					
03/10/1996	19h45m - 20h15m	30.00	2.60	5.20	5.20	5.20	5.09	5.03	2.83					
	20h15m - 22h00m	105.00	8.70	4.97										
14/01/1997	01h00m - 02h00m	60.00	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	2.30	1.15					
12/02/1997	04h45m - 05h45m	60.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	9.50	4.75					
02/04/1997	17h50m - 18h45m	55.00	16.20	17.67	17.67	17.67	16.20	8.10	4.05	29.60	19.00	19.00	9.50	4.75
18/04/1997	12h30m - 14h00m	90.00	12.50	8.33	8.33	8.33	8.33	6.25	3.13					
17/10/1997	23h00m - 23h15m	15.00	7.40	29.60	29.60	14.80	7.40	3.70	1.85					
29/10/1997	14h00m - 14h50m	50.00	4.80	5.76	5.76	5.76	4.80	2.40	1.20					
14/01/1998	07h45m - 08h30m	45.00	9.50	12.67	12.67	12.67	9.50	4.75	2.38					
16/02/1998	01h00m - 01h50m	50.00	2.80	3.36	3.36	3.36	2.80	1.40	0.70	23.04	19.20	9.60	4.80	2.40

14/10/1998	14h50m - 15h15m	25.00	9.60	23.04	23.04	19.20	9.60	4.80	2.40					
24/11/1999	01h00m - 01h50m	50.00	7.10	8.52	8.52	8.52	7.10	3.55	1.78	8.52	8.52	7.10	3.55	1.78
04/01/2000	14h50m - 15h15m	25.00	1.20	2.88	2.88	2.40	1.20	0.60	0.30					
06/01/2000	02h10m - 04h15m	125.00	9.80	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70	2.45					
22/01/2000	21h30m - 22h00m	30.00	3.50	7.00	7.00	7.00	3.50	1.75	0.88					
31/01/2000	20h20m - 20h55m	35.00	7.40	12.69	12.69	12.69	7.40	3.70	1.85	12.69	12.69	7.40	4.70	2.45
07/03/2000	15h30m - 15h55m	25.00	4.40	10.56	10.56	8.80	4.40	2.20	1.10					
12/10/2000	14h20m - 15h05m	45.00	7.00	9.33	9.33	9.33	7.00	3.50	1.75					
14/12/2000	19h40m - 21h00m	80.00	9.40	7.05	7.05	7.05	7.05	4.70	2.35					
01/01/2001	16h00m - 16h40m	40.00	5.40	8.10	8.10	8.10	5.40	2.70	1.35					
10/01/2001	22h10m - 22h40m	30.00	5.60	11.20	11.20	11.20	5.60	2.80	1.40					
02/02/2001	02h45m - 03h10m	25.00	7.00	16.80	16.80	14.00	7.00	3.50	1.75					
23/03/2001	12h45m - 13h00m	15.00	4.00	16.00	16.00	8.00	4.00	2.00	1.00					
28/03/2001	13h50m - 14h50m	60.00	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	4.75	2.38	26.70	17.80	10.00	8.25	4.13
22/11/2001	17h55m - 18h05m	10.00	2.20	13.20	13.20	4.40	2.20	1.10	0.55					
24/12/2001	00h00m - 02h00m	120.00	16.50	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25	4.13					
05/01/2001	16h10m - 16h50m	40.00	10.00	15.00	15.00	15.00	10.00	5.00	2.50					
03/11/2001	20h50m - 21h10m	20.00	8.90	26.70	26.70	17.80	8.90	4.45	2.23					
07/01/2002	15h45m - 16h15m	30.00	10.00	20.00	20.00	20.00	13.60	5.00	2.50					
	16h15m - 16h45m	30.00	3.60	7.20										
12/01/2002	00h10m - 00h25m	15.00	10.60	42.40	42.40	29.30	21.40	10.70	5.35					
	00h30m - 01h10m	40.00	10.80	16.20						42.40	29.30	21.40	10.70	5.35
17/01/2002	12h50m - 13h10m	20.00	5.20	15.60	15.60	10.40	5.20	2.60	1.30					
07/04/2002	18h55m - 19h10m	15.00	10.40	41.60	41.60	20.80	10.40	5.20	2.60					
17/11/2002	18h50m - 19h10m	20.00	4.70	14.10	14.10	9.40	4.70	2.35	1.18					
01/01/2003	16h10m - 16h45m	35.00	18.10	31.03	31.03	31.03	18.10	9.05	4.53					
17/01/2003	23h30m - 24h00m	30.00	14.00	28.00	28.00	28.00	14.00	7.00	3.50					
01/03/2003	15h30m - 15h55m	25.00	7.20	17.28	17.28	14.40	7.20	3.60	1.80	31.03	31.03	18.10	9.05	4.53
23/03/2003	22h05m - 22h30m	25.00	8.50	20.40	20.40	17.00	8.50	4.25	2.13					
01/11/2003	16h00m - 16h50m	50.00	10.10	12.12	12.12	12.12	10.10	5.05	2.53					
03/01/2004	21h10m - 21h40m	30.00	7.20	14.40	14.40	14.40	7.20	3.60	1.80					
04/01/2004	18h10m - 19h00m	50.00	3.60	4.32	4.32	4.32	3.60	1.80	0.90					
13/01/2004	14h55m - 15h10m	15.00	5.80	23.20	23.20	11.60	5.80	2.90	1.45					
27/01/2004	18h20m - 18h55m	35.00	9.80	16.80	16.80	16.80	9.80	4.90	2.45					
14/03/2004	21h20m - 21h30m	10.00	7.00	42.00	42.00	14.00	7.00	3.50	1.75					
02/11/2004	13h30m - 14h05m	35.00	7.20	12.34	12.34	12.34	7.20	3.60	1.80	42.00	20.60	10.30	5.15	2.58
05/11/2004	17h15m - 17h45m	30.00	10.30	20.60	20.60	20.60	10.30	5.15	2.58					
27/11/2004	22h50m - 23h00m	10.00	5.30	31.80	31.80	10.60	5.30	2.65	1.33					
13/12/2004	01h50m - 02h05m	15.00	2.30	9.20	9.20	4.60	2.30	1.15	0.58					
14/12/2004	14h05m - 14h50m	45.00	8.80	11.73	11.73	11.73	8.80	4.40	2.20					
28/12/2004	20h10m - 20h40m	30.00	4.90	9.80	9.80	9.80	4.90	2.45	1.23					
12/01/2005	14h50m - 15h05m	15.00	5.80	23.20	23.20	11.60	5.80	2.90	1.45					
15/03/2005	13h30m - 14h05m	35.00	6.60	11.31	11.31	11.31	6.60	3.30	1.65					
19/10/2005	13h00m - 13h10m	10.00	5.50	33.00	33.00	11.00	5.50	2.75	1.38					
03/12/2005	21h20m - 21h50m	30.00	7.80	15.60	15.60	15.60	7.80	3.90	1.95	33.00	16.70	16.70	16.70	8.35
11/12/2005	14h00m - 14h40m	40.00	7.20	10.80	10.80	10.80	7.20	3.60	1.80					
30/12/2005	19h00m - 21h00m	120.00	33.40	16.70	16.70	16.70	16.70	16.70	8.35					
04/11/2006	16h00m - 16h30m	30.00	14.20	28.40	28.40	28.40	14.20	7.10	3.55	28.40	28.40	14.20	7.10	3.55

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Tabla 3-35: Intensidades máximas y Regionalización.

ESTACION METEREOLÓGICA DE PERAYOC-UNSAAC						INTENSIDADES MÁXIMAS ANUALES AFECTADOS POR EL FACTOR DE CORRECIÓN (K)					
AÑO	INTENSIDAD MÁXIMA ANUAL					AÑO	INTENSIDAD MÁXIMA ANUAL				
	10min	30min	60min	120min	240min		10min	30min	60min	120min	240min
1965	24.00	14.00	10.50	5.25	2.63	1965	25.85	15.08	11.31	5.65	2.83
1966	46.80	15.60	7.80	3.90	1.95	1966	50.41	16.80	8.40	4.20	2.10
1967	32.40	21.07	15.40	7.70	3.85	1967	34.90	22.69	16.59	8.29	4.15
1968	38.00	20.33	11.50	6.75	3.38	1968	40.93	21.90	12.39	7.27	3.64
1969	20.80	11.60	11.50	6.73	4.04	1969	22.40	12.49	12.39	7.24	4.35
1970	43.80	29.47	24.78	15.58	9.41	1970	47.18	31.74	26.70	16.78	10.14
1971	23.00	23.00	13.50	8.21	4.80	1971	24.77	24.77	14.54	8.85	5.17
1972	25.00	25.00	15.00	9.82	5.98	1972	26.93	26.93	16.16	10.57	6.44
1973	13.44	13.44	13.44	8.40	4.20	1973	14.48	14.48	14.48	9.05	4.52
1974	54.00	29.60	18.80	9.40	4.70	1974	58.17	31.88	20.25	10.13	5.06
1975	12.00	8.00	7.00	5.30	2.65	1975	12.93	8.62	7.54	5.71	2.85
1976	12.00	11.00	8.90	5.80	5.48	1976	12.93	11.85	9.59	6.25	5.90
1977	20.00	20.00	17.50	14.17	7.50	1977	21.54	21.54	18.85	15.26	8.08
1978	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43	1978	6.93	6.93	6.93	6.93	6.93
1979	36.00	31.50	23.80	15.55	7.78	1979	38.78	33.93	25.64	16.75	8.37
1980	36.00	25.20	15.36	8.31	4.45	1980	38.78	27.14	16.54	8.95	4.79
1981	24.00	20.00	10.00	5.00	2.50	1981	25.85	21.54	10.77	5.39	2.69
1982	64.00	34.00	17.00	8.50	4.25	1982	68.94	36.62	18.31	9.16	4.58
1983	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	1983	8.08	8.08	8.08	8.08	8.08
1984	19.00	19.00	19.00	9.50	4.75	1984	20.47	20.47	20.47	10.23	5.12
1985	38.00	19.00	9.60	4.80	2.40	1985	40.93	20.47	10.34	5.17	2.59
1986	8.52	8.52	7.10	3.55	1.78	1986	9.18	9.18	7.65	3.82	1.91
1987	12.69	12.69	7.40	4.70	2.45	1987	13.66	13.66	7.97	5.07	2.64
1988	24.00	14.00	9.50	8.25	4.13	1988	25.85	15.08	10.23	8.89	4.44
1989	26.70	17.80	10.00	5.00	2.50	1989	28.76	19.17	10.77	5.39	2.69
1990	42.40	29.30	21.40	10.70	5.35	1990	45.67	31.56	23.05	11.53	5.76
1991	31.03	31.03	18.10	9.05	4.53	1991	33.42	33.42	19.50	9.75	4.87
1992	42.00	20.60	10.30	5.15	2.58	1992	45.24	22.19	11.09	5.55	2.77
1993	33.00	16.70	16.70	16.70	8.35	1993	35.55	17.99	17.99	17.99	8.99
1994	28.40	28.40	14.20	7.10	3.55	1994	30.59	30.59	15.30	7.65	3.82
1995	13.44	13.44	13.44	8.40	4.20	1995	14.48	14.48	14.48	9.05	4.52
1996	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	1996	8.08	8.08	8.08	8.08	8.08
1997	29.60	19.00	19.00	9.50	4.75	1997	31.88	20.47	20.47	10.23	5.12
1998	23.04	19.20	9.60	4.80	2.40	1998	24.82	20.68	10.34	5.17	2.59
1999	8.52	8.52	7.10	3.55	1.78	1999	9.18	9.18	7.65	3.82	1.91
2000	12.69	12.69	7.40	4.70	2.45	2000	13.66	13.66	7.97	5.07	2.64
2001	26.70	17.80	10.00	8.25	4.13	2001	28.76	19.17	10.77	8.89	4.44
2002	42.40	29.30	21.40	10.70	5.35	2002	45.67	31.56	23.05	11.53	5.76
2003	31.03	31.03	18.10	9.05	4.53	2003	33.42	33.42	19.50	9.75	4.87
2004	42.00	20.60	10.30	5.15	2.58	2004	45.24	22.19	11.09	5.55	2.77
2005	33.00	16.70	16.70	16.70	8.35	2005	35.55	17.99	17.99	17.99	8.99
2006	28.40	28.40	14.20	7.10	3.55	2006	30.59	30.59	15.30	7.65	3.82

Fuente: Elaboración propia.

c) Relación de intensidad - duración - frecuencia.

Se obtiene gráficamente mediante análisis de frecuencias.

“Es necesario conocer para cada intervalo de duración de la precipitación la intensidad de lluvia total que puede producirse como máximo una vez cada cierto periodo de tiempo T_r (Tiempo de retorno)” (Villon, 2002, pág. 113).

El análisis de frecuencias busca asignar a cada evento una probabilidad P de ser igualado o excedido en un año.

Para la determinación de la probabilidad de excedencia P , se usó la expresión de **Weibull**⁹ debido a que esta se ajusta mejor a los requerimientos hidrológicos.

$$p = \frac{m}{n + 1}$$

Donde:

n : Número de años del registro.

m : Numero de orden del registro.

“Se define el período de retorno (T_r), como intervalo promedio de tiempo en años, dentro del cual un evento de magnitud “ x ” puede ser igualado o excedido, por lo menos una vez en promedio” (Villon B., s.f., pág. 21).

$$T_p = \frac{1}{p}$$

El análisis de frecuencias para el presente proyecto se detalla en la siguiente **TABLA 3-36:**

Tabla 3-36: Análisis de frecuencias para intensidades.

N° Orden (m)	Año	Periodo Retorno en Años	Intensidades históricas				
			Duraciones [minutos]				
			10.00	30.00	60.00	120.00	240.00
1	1965	43.00	25.85	15.08	11.31	5.65	2.83
2	1966	21.50	50.41	16.80	8.40	4.20	2.10
3	1967	14.33	34.90	22.69	16.59	8.29	4.15
4	1968	10.75	40.93	21.90	12.39	7.27	3.64
5	1969	8.60	22.40	12.49	12.39	7.24	4.35
6	1970	7.17	47.18	31.74	26.70	16.78	10.14
7	1971	6.14	24.77	24.77	14.54	8.85	5.17
8	1972	5.38	26.93	26.93	16.16	10.57	6.44
9	1973	4.78	14.48	14.48	14.48	9.05	4.52
10	1974	4.30	58.17	31.88	20.25	10.13	5.06
11	1975	3.91	12.93	8.62	7.54	5.71	2.85
12	1976	3.58	12.93	11.85	9.59	6.25	5.90
13	1977	3.31	21.54	21.54	18.85	15.26	8.08
14	1978	3.07	6.93	6.93	6.93	6.93	6.93

⁹ HIDROLOGIA, Máximo Villon Béjar, Editorial Villon, febrero del 2012-Lima.

15	1979	2.87	38.78	33.93	25.64	16.75	8.37
16	1980	2.69	38.78	27.14	16.54	8.95	4.79
17	1981	2.53	25.85	21.54	10.77	5.39	2.69
18	1982	2.39	68.94	36.62	18.31	9.16	4.58
19	1983	2.26	8.08	8.08	8.08	8.08	8.08
20	1984	2.15	20.47	20.47	20.47	10.23	5.12
21	1985	2.05	40.93	20.47	10.34	5.17	2.59
22	1986	1.95	9.18	9.18	7.65	3.82	1.91
23	1987	1.87	13.66	13.66	7.97	5.07	2.64
24	1988	1.79	25.85	15.08	10.23	8.89	4.44
25	1989	1.72	28.76	19.17	10.77	5.39	2.69
26	1990	1.65	45.67	31.56	23.05	11.53	5.76
27	1991	1.59	33.42	33.42	19.50	9.75	4.87
28	1992	1.54	45.24	22.19	11.09	5.55	2.77
29	1993	1.48	35.55	17.99	17.99	17.99	8.99
30	1994	1.43	30.59	30.59	15.30	7.65	3.82
31	1995	1.39	14.48	14.48	14.48	9.05	4.52
32	1996	1.34	8.08	8.08	8.08	8.08	8.08
33	1997	1.30	31.88	20.47	20.47	10.23	5.12
34	1998	1.26	24.82	20.68	10.34	5.17	2.59
35	1999	1.23	9.18	9.18	7.65	3.82	1.91
36	2000	1.19	13.66	13.66	7.97	5.07	2.64
37	2001	1.16	28.76	19.17	10.77	8.89	4.44
38	2002	1.13	45.67	31.56	23.05	11.53	5.76
39	2003	1.10	33.42	33.42	19.50	9.75	4.87
40	2004	1.08	45.24	22.19	11.09	5.55	2.77
41	2005	1.05	35.55	17.99	17.99	17.99	8.99
42	2006	1.02	30.59	30.59	15.30	7.65	3.82
Promedio			29.32	20.72	14.20	8.67	4.81
Desviación estándar			14.62	8.38	5.42	3.73	2.16

Fuente: Estación Meteorológica Perayoc.

d) Ajuste a una distribución o método probabilístico

Un modelo probabilístico es una función que representa la probabilidad de ocurrencia de una variable aleatoria y que permite conocer y manejar fácilmente el comportamiento de dicha variable y sintetiza toda la información sobre probabilidades asociadas a cada estado.

Por medio de un ajuste a una distribución de un conjunto de datos hidrológicos, una gran cantidad de información puede resumirse en la función y en los parámetros para determinar un valor de probabilidad de la variable aleatoria.

Las distribuciones de frecuencias más usadas en hidrología son:

- Distribución Normal.
- Distribuciones Logarítmicas (Log Normal, Log Person tipo III).
- Distribución Gamma.
- Distribución de Valores Extremos Tipo I o de Gumbel.

DISTRIBUCION DE VALORES EXTREMOS TIPO EXPONENCIAL O DE GUMBEL.

Tiene por ecuación:

$$x = u + \alpha * Y \quad \dots\dots\dots 1$$

Donde X: *Intensidad para determinado tiempo de retorno.*
 Y: *Variable aleatoria.*
 α , u: *Parámetros de la función.*

$$\text{Ley de Gumbel } Y = \ln (\ln (T-1 / T)) \quad \dots\dots\dots 2$$

Esta distribución comprende el siguiente proceso:

- Estimación de Parámetros: Por el método de momentos se obtiene:

$$\bar{x} = u + \alpha C \quad \dots\dots\dots 3$$

Donde:

C = *Coeficiente de Euler* C = 0.5775156

α = *Parámetro de Escala*

u = *Parámetro de posición o moda de distribución.*

\bar{x} = *Media de las intensidades*

S = *Desviación estándar de las intensidades*

T = *Periodo de retorno.*

$$\bar{x} = u + 0.5772156 \alpha \quad \dots\dots\dots 4$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} S \quad \dots\dots\dots 5$$

Reemplazando 4 y 5 en 3 se tiene:

$$u = \bar{x} - 0.45005 * S$$

- **Prueba de bondad de ajuste:** Para comprobar si la frecuencia de la serie analizada se ajusta a la distribución de Gumbel con los parámetros estimados en base a los valores muestrales.

- Determinación de las intensidades de precipitaciones máxima para periodos de retorno:

$$x = u + \alpha * \ln T$$

Donde:

T : *Tiempo de retorno en años*

x : *Intensidad máxima para diferentes períodos de retorno en mm/h.*

A partir de la proyección probabilística se calcula las intensidades para periodos de recurrencia de 5, 10, 25, 50 años teniendo en cuenta la **TABLA 3-37**.

Tabla 3-37: Intensidades de diseño para diferentes periodos de retorno.

Tiempo de Retorno	Duración de la Precipitación en Minutos				
	10.00	30.00	60.00	120.00	240.00
5 AÑOS	39.84	26.75	18.10	11.36	6.36
10	48.39	31.65	21.27	13.54	7.63
15	53.22	34.42	23.06	14.77	8.34
20	56.59	36.36	24.32	15.63	8.84
25	59.20	37.85	25.28	16.30	9.22
50	67.21	42.44	28.26	18.34	10.41

Curva I-D-F

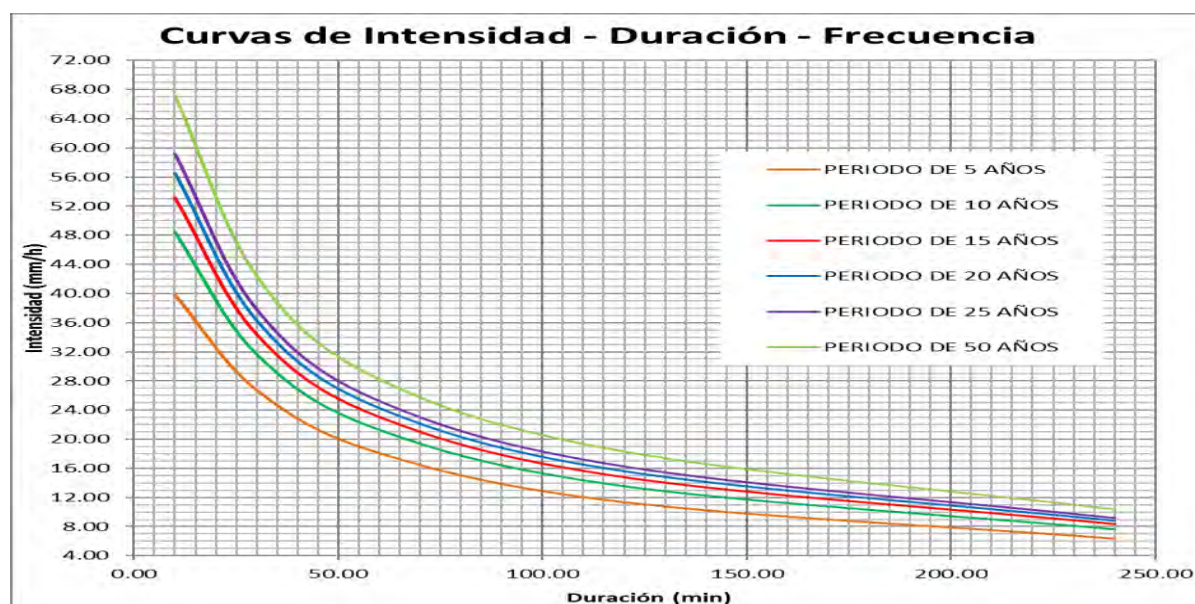


Figura 3-17: Curvas de intensidad –Duración-Frecuencia.

Fuente: Elaboración propia

3.3.3.3. Escorrentía

La apreciación de escorrentía está mayormente complementada con las observaciones de las laderas durante los reconocimientos de campo. Los cursos de agua definidos que deben cruzar la carretera sean bastante estables y no presenten riesgo para la obra. El problema se concentra en los efectos de la escorrentía superficial en las laderas que drenan sobre la carretera.

En obras viales, el drenaje tiene por objeto en primer lugar, evacuar las aguas con un sistema de drenaje apropiada, Así evitar erosiones de la vía.

El agua se presenta de la siguiente forma:

- Por precipitación pluvial directa.
- Por inundación producida por las corrientes de los ríos y arroyos
- Por infiltración a través del sub - suelo.

CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS CUENCAS:

Tabla 3-38: Características físicas de la cuenca.

CUENCA	AREA (Ha)	COTA ALTA	COTA BAJA	LONGITUD	PENDIENTE
1	347.3	4089.00	3900.00	2537.00	7.5%
2	227	4165	3790	2543	10.50%
3	110.00	4150.00	3820.00	1720.00	15.6%
4	40	4117	3900	521	21.40%

Fuente: Elaboración propia

- **Punto De Interés (PI):** Punto donde se desea conocer los caudales captados de la cuenca.
- **Pendiente Media De La Cuenca O Superficial (PMS).**

$$PMS = \frac{PA - PI}{\sqrt{A}} * 100 \dots\dots\dots \text{en (\%)}$$

- **Pendiente Media Del Cauce (S):**

$$S = \frac{PH - PI}{L} * 100 \dots\dots\dots \text{en (\%)}$$

3.3.3.3.1. Tiempo de concentración

También conocida como “tiempo de respuesta o equilibrio, es el tiempo que la lluvia que cae en el punto más distante de la corriente de agua de una cuenca hidrográfica toma para llegar a una sección determinada de dicha corriente” (Gutierrez, 2014, pág. 61).

FORMULA DE KIRPICH

Cuya expresión es la siguiente:¹⁰

$$Tc = 0.01947L^{0.77} .S^{-0.385}$$

Donde:

- Tc = Tiempo de concentración en minutos.
- L = Longitud del río (m).

¹⁰ Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje-MTC

S = Pendiente promedio de la cuenca. (m/m)

tiempos de concentración para las cuencas en estudio en la **tabla 3-39**.

Tabla 3-39: Tiempo de concentración.

TIEMPO DE CONCENTRACION T_c - MAC MATH			
SEGÚN LA FÓRMULA DE KIRPICH			
Cuenca	L (m)	H (m)	To (minutos)
1	3917.64	189.00	35.36
2	3859.69	375.000	27.64
3	1720.00	330.000	11.41
4	521.00	217.000	3.38

Fuente: Elaboración propia

3.3.3.3.2. Coeficiente de escorrentía

Es “la precipitación incidente sobre el área y la descarga subsiguiente de esta agua a través de cauces superficiales, este coeficiente está en función de; tipo de vegetación, pendiente de la cuenca, tipo de suelo, intensidad de la precipitación, etc” (Linsley, Kohler, & Paulus, 1977, pág. 216) .

Mediante el uso de tablas.

Tabla 3-40: Coeficientes de escorrentía método Racional.

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA > 50%	ALTA > 20%	MEDIA > 5%	SUAVE > 1%	DESPRECIABLE < 1%
Sin vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba, grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Fuente: Manual de Hidrología-MTC.

De la **TABLA 3-40** obtenemos hierba, grama, pastos, vegetación ligera.

$$C_e = (0.20 + 0.25) / 2 = 0.255$$

3.3.3.4. Generación de caudales.

La generación de caudales máximos parten de determinar el área y pendiente de la cuenca, los cuales son afectados por parámetros hidrológicos importantes como son las intensidades de precipitaciones máximas considerando su duración en función al tiempo de concentración de la cuenca, y un **periodo de retorno de 25 años** para nuestro caso.

El objetivo de la generación es la determinación de las máximas avenidas en un punto determinado y conocer el caudal para el diseño de alcantarillas y cunetas, así evitar efectos destructivos de esos eventos hidrológicos.

3.3.3.5. Metodologías

3.3.3.5.1. Método racional

Este método es “aplicado para cuencas pequeñas que no excedan los 1300 ha o 13km², en este método se supone que la máxima escorrentía ocasionado por una lluvia, se produce cuando la duración de esta es igual al tiempo de concentración” (Villon, 2002, pág. 250). De esta manera toda la cuenca contribuye con el caudal en el punto de interés.

$$Q = 0.278.C.I.A$$

Donde:

Q = Caudal máximo de escorrentía en m^3/seg .

C = Coeficiente de escorrentía en función al suelo.

I = Intensidad de la lluvia en mm/h , durante el tiempo de concentración.

A = Área de la cuenca en Km^2 .

El valor de la intensidad máxima de la precipitación se elige en función del periodo de diseño y el riesgo que tenga la estructura.

Para el presente proyecto se tomaron las intensidades para un periodo de retorno de 25 años.

Tabla 3-41: Caudal de diseño cuenca 1.

Periodo de retorno (años)	CAUDAL DE DISEÑO PARA EL AREA TRIBUTARIA-METODO RACIONAL				
	(C) Coeficiente de Escorrentía	t_c (hr)	(I) Intensidad de Diseño (mm/h)	(A) Área de la cuenca (Km)	$Q_{Prom}(m^3/s)$
10	0.255	0.589	28	3.47	6.08
25	0.255	0.589	34	3.47	7.39
50	0.255	0.589	38	3.47	8.26

Fuente: Elaboración propia.

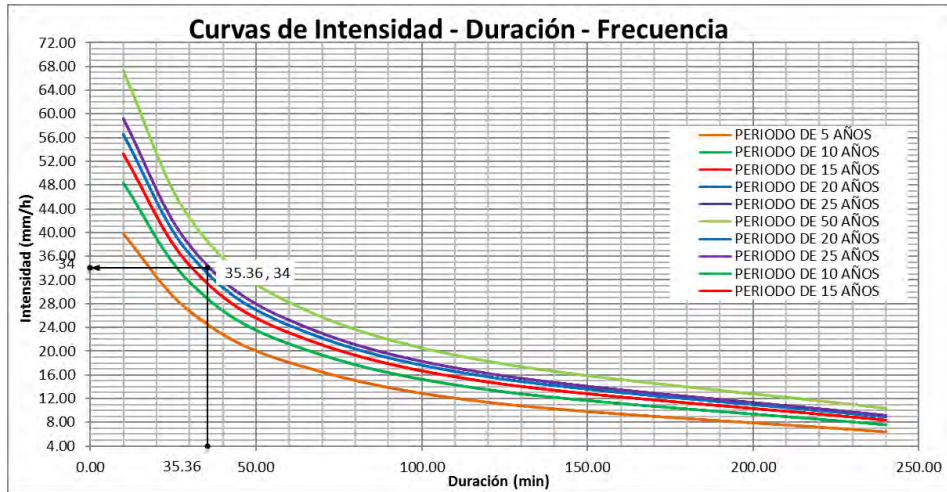


Figura 3-18: I-D-F Para tiempo de concentración tc=35. 36.-25años

Tabla 3-42: Caudal de diseño cuenca 2.

Periodo de retorno (años)	CAUDAL DE DISEÑO PARA EL AREA TRIBUTARIA-METODO RACIONAL				
	(C) Coeficiente de Escorrentia	tc (hr)	(I) Intensidad de Diseño (mm/h)	(A) Área de la cuenca (Km)	Q Prom.(m ³ /s)
10	0.255	0.461	32.5	2.27	4.61
25	0.255	0.461	39.5	2.27	5.61
50	0.255	0.461	44	2.27	6.25

Fuente: Elaboración propia.

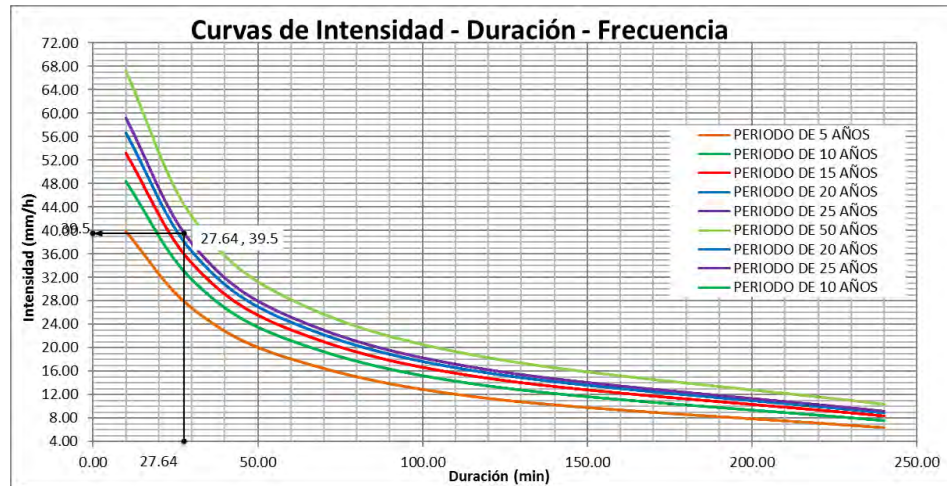


Figura 3-19: I-D-F Para tiempo de concentración tc=27. 64.-25años

Tabla 3-43: Caudal de diseño cuenca 3.

Periodo de retorno (años)	CAUDAL DE DISEÑO PARA EL AREA TRIBUTARIA-METODO RACIONAL				
	(C) Coeficiente de Escorrentia	tc (hr)	(I) Intensidad de Diseño (mm/h)	(A) Área de la cuenca (Km)	Q Prom.(m ³ /s)
10	0.225	0.190	48	1.10	3.30
25	0.225	0.190	58	1.10	3.99
50	0.225	0.190	66	1.10	4.45

Fuente: Elaboración propia.

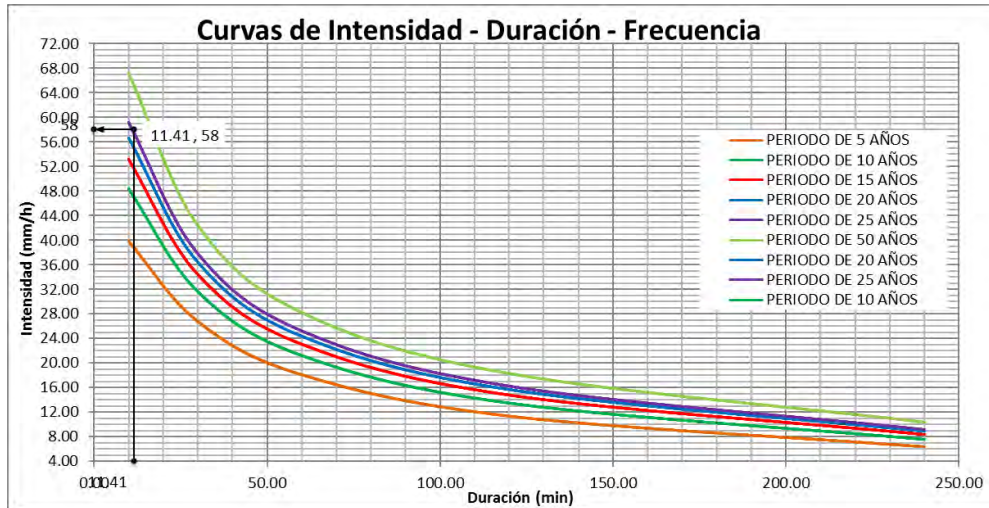


Figura 3-20: I-D-F Para tiempo de concentración $t_c=11.41$.-25años

Tabla 3-44: Caudal de diseño cuenca 4.

Periodo de retorno (años)	CAUDAL DE DISEÑO PARA EL AREA TRIBUTARIA-METODO RACIONAL				
	(C) Coeficiente de Escorrentía	t_c (hr)	(I) Intensidad de Diseño (mm/h)	(A) Área de la cuenca (Km)	$Q_{Prom.}(m^3/s)$
10	0.225	0.056	52	0.40	1.47
25	0.225	0.056	63.5	0.40	1.59
50	0.225	0.056	72	0.40	1.80

Fuente: Elaboración propia.

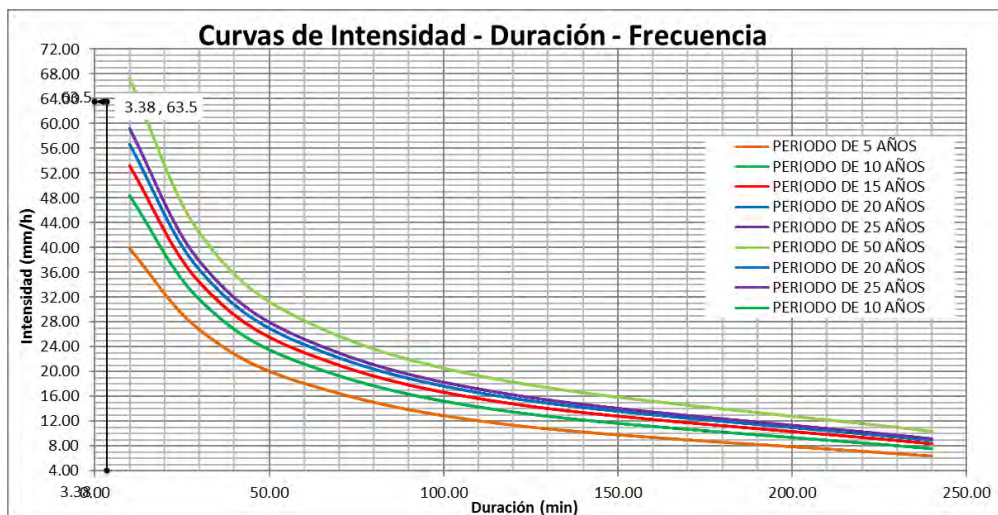


Figura 3-21: I-D-F Para tiempo de concentración $t_c=3.38$.-25años

3.3.3.6. Conclusiones Y Recomendaciones

-Los caudales obtenidos se adaptan a alcantarillas TMC-que será recomendado en el capítulo IV del proyecto de tesis.

3.4. ESTUDIO DE TRAFICO

3.4.1. ESTUDIO DE TRÁFICO Y CÁLCULO DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO (IMD).

Para plantear un proyecto vial es de prioridad estimar la intensidad de tráfico, esta se define como el “número de vehículos que pasa a través de una sección fija de una carretera por unidad de tiempo (Vehículo/día). También denominada IMD, número total de vehículos que pasa por una sección durante el año, dividido por 365 días” (Kramer, y otros, 2003, págs. 63-64).

TRÁNSITO ACTUAL (TA)

Es la intensidad de tráfico que recibirá la vía una vez puesto en servicio, para el mejoramiento de carreteras se tiene; un tránsito existente (Te) y un tránsito atraído (Td), esta es considerado como transito actual para carreteras nuevas (Td=TA).

- Transito Existente (Te).- Intensidad de tráfico en una vía construida.
- Transito Atraído (Td).- Comprende rutas que tienen en común el origen y destino, pre y pos construcción del proyecto vial.

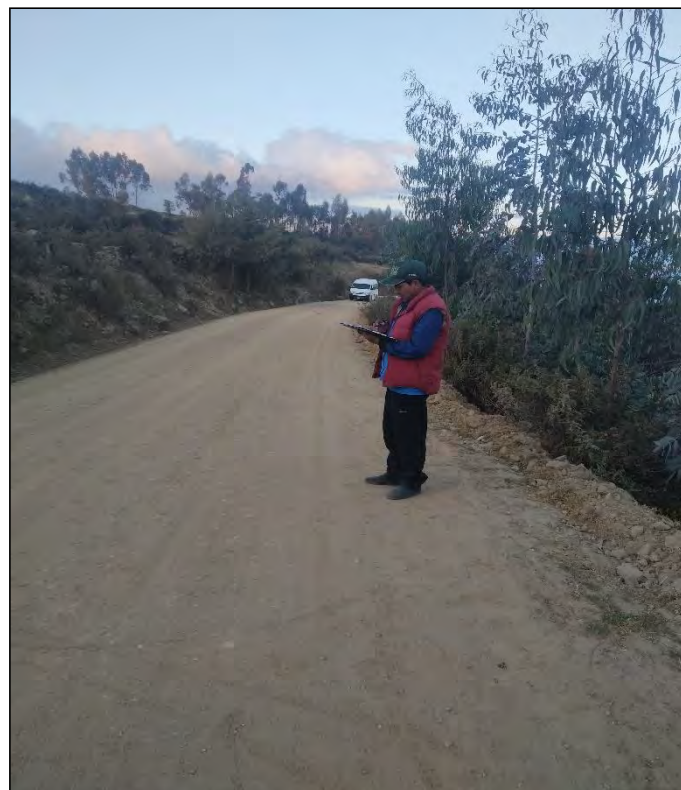
INCREMENTO DE TRÁNSITO (IT)

$$IT = CNT + TG + TD$$

- Crecimiento Normal de Tránsito (CNT). – Es el crecimiento de transito por el incremento del poder adquisitivo de vehículos en la Región.
- Tránsito Generado (TG).– Estas se producen por la construcción o mejoramiento de la vía.
- Tránsito Desarrollado (TD). – Viene a ser el “crecimiento del volumen de tránsito debido a las mejoras en el suelo adyacente a la carretera. A diferencia del tránsito generado, el tránsito desarrollado continúa actuando por muchos años después de que la nueva carretera ha sido puesta al servicio” (Volumen de Transito, 2014, pág. 1).



**Fotografía 3-62: Aforo de vehículos en el Tramo de Inicio.
Conteo vehicular, entrada a Viscochoni durante 7 días para calcular el IMD.**



**Fotografía 3-63: Aforo de vehículos en el Tramo de Llegada.
Conteo vehicular, llegada a Colquepata durante 7 días para calcular el IMD.**

CÁLCULO DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO ACTUAL

Para nuestro proyecto, el volumen de tránsito actual se obtuvo mediante aforos vehiculares en la ruta el cual es VISCOCHONI – COLQUEPATA.

Tabla 3-45: Índice medio diario de la ruta Viscochoni-Colquepata.

Tipo de Vehículo	Lu.	Ma.	Mi.	Ju.	Vi.	Sa.	Do.	Total
Camión C4	0	0	0	0	1	0	0	1
Camión C3	5	4	6	3	5	4	0	27
Camión C2	21	17	18	16	16	15	35	138
Autobús-B3	0	0	0	0	0	0	0	0
Autobús-B2	21	15	20	40	17	18	63	194
Camionetas	15	16	15	25	15	10	74	170
Autos	38	38	30	42	30	25	80	283
Total	100	90	89	126	84	72	252	813
Porcentaje (%)	12%	11%	11%	15%	10%	9%	31%	100%

Fuente: Elaboración propia.

En resumen, se tiene el IMD para un conteo de una semana (07 días).

$$IMD=117 \text{ VEH/DIA.}$$

Una vez calculado el IMD presenta incertidumbres, puede variar por la estación, clima, etc. se debe realizar un ajuste con métodos estadísticos.

$$IMD_C = IMD_S \pm A.$$

Donde:

IMD_C =índice medio diario anual.

IMD_S =índice medio diario semanal

A = diferencia máxima IMD_C y IMD_S

$A = KS$ (para un determinado nivel de confianza).

Donde:

K=Nivel de confianza 90%-95% corresponde 1.64-1.96 respectivamente, para el proyecto-tesis consideramos un nivel de confianza 90%.

S=estimador de la desviación estándar poblacional.

Formula de estimación de la desviación estándar en el libro del ing. Barreto.¹¹

$$S = \frac{g}{\sqrt{n}} \left(\sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \right)$$

Donde:

g = desviación estándar semanal.

¹¹ CAMINOS ANDINOS. Manual práctico de ingeniería Vial. UNSAAC. Barreto J. Orlando. Cusco,2015

N =tamaño de la población en número de días del aforo del año, por tratarse del IMD_a , se toma 365 días del año.

n =tamaño de la muestra en número de días del aforo.

Desarrollando:

$$S = \frac{g}{\sqrt{7}} \left(\sqrt{\frac{365-7}{365-1}} \right) = g \times 0.37483644$$

Desviación estándar:

$$g = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (TD_i - IMD_s)^2}{n-1}}$$

Donde:

TD_i =volumen del tránsito del día.

n =número de datos.

Desarrollando:

$$g = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (TD_i - IMD_s)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{23222}{6}} = 62.2120$$

Por tanto:

$$A = KS = 1.64 \times 62.2120 \times 0.37483644 = 38.243694$$

$$\mathbf{A = 39}$$

Por lo cual se obtiene un $IMD_a = 117 + 39 = 156$ veh/día.

3.4.2. TRAFICO FUTURO

Es el incremento de tránsito que se espera en un periodo de tiempo sobre la futura vía mejorada.

Año de estudios preliminares 2019.

Año de mejoramiento de la carretera 2021.

Año de vida útil de la carretera mejorada 2040.

$$TF = TA + IT$$

Dónde:

TF = Tránsito Futuro.

IT = incrementado de tránsito.

TA = Tránsito Actual.

TRAFICO ACTUAL

$$TA = Te + Tat$$

Donde:

Te=transito existente.

Tat=transito atraído.

INCREMENTO DE TRANSITO

$$IT = CNT + TG + TD$$

Donde:

CNT=crecimiento normal de tránsito. (se toma para cusco 3%)

TG=Transito Generado. (15%TA-varía entre 5% a 25%).

TD=Transito desarrollado. (5%TA).

Reemplazando en las fórmulas mencionadas se tiene finalmente el transito Futuro.

$$TF = TA + IT$$

Desarrollando:

CNT=3%. Anualx20años=60%x156=93.6=94 veh/día.

TG = 0.15 x 156 = 23.4=24 veh/dia

TD = 0.05 x 156 = 7.8=8 veh/dia

$$IT=24+8+94=126$$

Tránsito Futuro (2040).

$$TF=TA+IT$$

TF=156+126=**282** Veh/día.

Por otro método según MTC.¹²

CALCULO DEL VOLUMEN DEL TRÁFICO PROYECTADO

$$TF = TA(1 + i)^t$$

Donde:

TF=transito futuro o IMD futuro.

TA=Transito Actual o IMD actual.

I=tasa de crecimiento anual. (normalmente se utiliza de 1% a 3%).

t= periodo de diseño.

Empleando la formula empírica se tiene.

$$TF = TA(1 + i)^t = 156(1 + 0.03)^{20} = 281.75 = 282 \text{ veh / dia .}$$

¹² Manual de diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito. (Ministerio de Transportes y Comunicacion., 2008)

3.4.3. COMPOSICION VEHICULAR

Porcentaje que representa cada grupo de tipos de vehículo aforados.

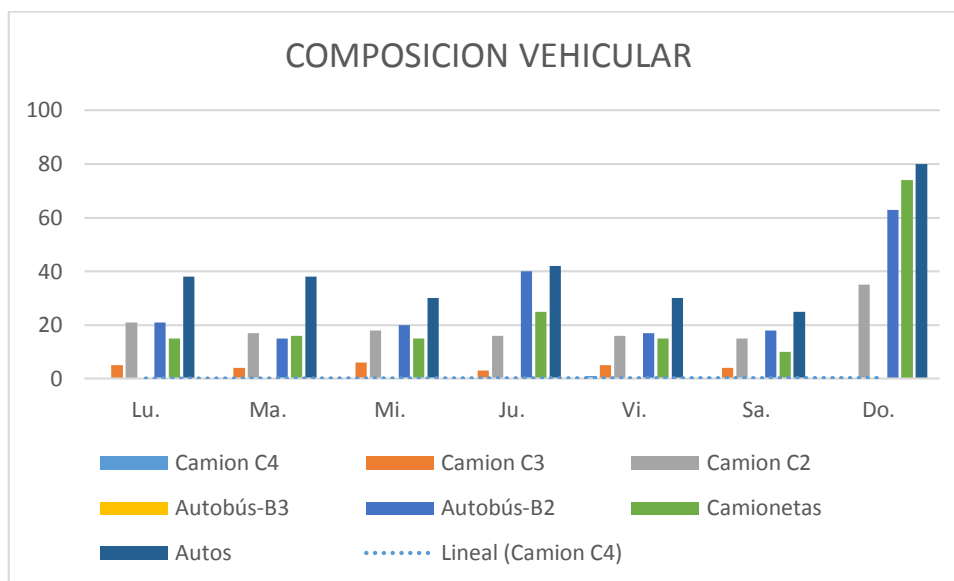


Figura 3-22: Composición Vehicular.

Fuente: Elaboración propia-tesistas.

3.4.4. TIPO DE VEHICULO

El tipo de vehículo que se elige según las “normas de pesos y dimensiones de vehículos para la circulación en las carreteras de la red vial nacional”, así como de las proyecciones realizadas, se adopta como designación para el vehículo de diseño será de tipo **C2**.

TIPO DE VEHICULO C2

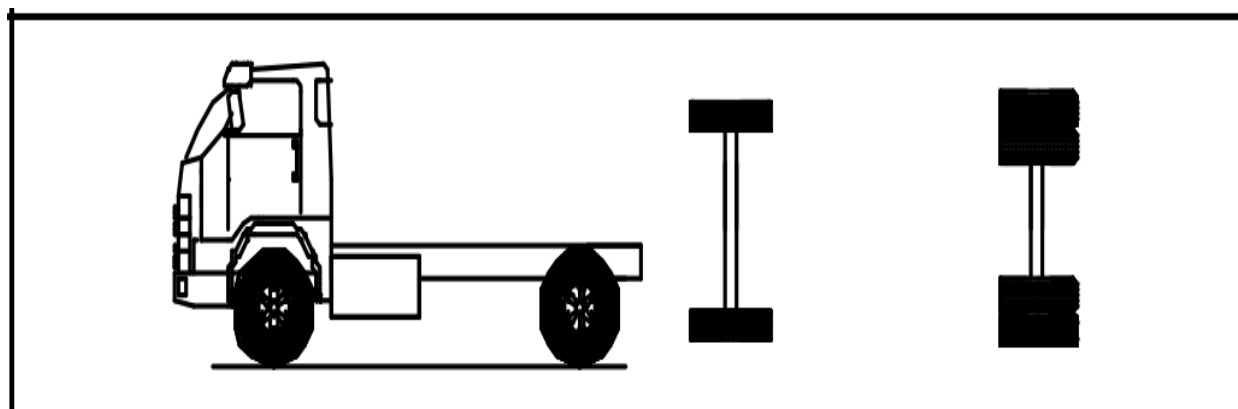


Figura 3-23: Tipo de vehículo.

Fuente: Reglamento Nacional de vehículos - MTC.




Fotografía 3-64: Camión tipo C2 en la vía Viscochoni - Colquepata, Tipología de vehículo.



Fotografía 3-65: Camión tipo C2 en la vía Viscochoni - Colquepata, Tipología de vehículo.

Tabla 3-46: Dimensiones del tipo adoptado.

Símbolo	Diagrama	Longitud máximo	Carga por eje (Tn)		
			Eje Delantero	Eje Posterior	Peso bruto máximo
C2		9.10	7	11	18

CAPÍTULO IV

PROPUESTA TÉCNICA DEFINITIVA

4.1. DISEÑO GEOMÉTRICO

4.1.1. GENERALIDADES

El buen diseño no resulta de aplicar mecánicamente la norma. Por el contrario, se requiere de un buen criterio que la vía contenga; seguridad, estética al adaptar al paisaje, economía y compatible con el medio ambiente.

El diseño geométrico de vías se realiza en función de la velocidad directriz (Vd.) o también conocido como velocidad del proyecto.

4.1.2. CLASIFICACIÓN DE LA VIA

CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A LA DEMANDA

1. Autopistas 1° clase

Carretera de IMD mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles, de 3.60 m de ancho como mínimo, con control total de los accesos (ingresos y salidas) que proporciona flujo vehicular completamente continuos, sin paso o cruces y con puentes peatonales en zonas urbanas (DIRECCION GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES, 2018).

2. Autopistas 2° clase

Carreteras de IMD entre de 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles, de 3.60 m de ancho como mínimo, con control parcial de accesos (DIRECCION GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES, 2018).

3. Carreteras de 1ra. Clase

Son aquellas con un IMD entre 4000-2001 veh/día de una calzada de dos carriles de 3.60m de ancho como mínimo (DIRECCION GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES, 2018).

4. Carreteras de 2da. Clase

Son aquellas con un IMD entre 2000-400 veh/día de una calzada de dos carriles de 3.30m de ancho como mínimo (DIRECCION GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES, 2018).

5. Carreteras de 3ra. Clase

Son aquellas de una calzada que soportan menos de 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.00m de ancho como mínimo, de manera excepcional estas vías podrían tener carriles hasta 2.50m, contando con el sustento técnico correspondiente. En caso de ser pavimentadas deberán cumplir con las condiciones geométricas estipuladas para la carretera de segunda clase (DIRECCION GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES, 2018).

6. Trochas Carrozables

Es la categoría más baja de camino transitable para vehículos automotores. Construido básicamente por corte, que permite el paso de un solo vehículo, tienen un IMD menor a 200 veh/ día (BARRETO.Orlando, 2015).

4.1.3. VELOCIDAD DIRECTRIZ

“Es la máxima velocidad segura y cómoda que puede ser mantenida en un tramo determinado de una vía, cuando las condiciones son tan favorables, que las características geométricas de la vía predominan” (CARDENAS, 2002, pág. 6).

En este proceso de escoger la velocidad de diseño debe de ser estudiada, regulada y controlada con el fin de existir un equilibrio entre el usuario, el vehículo y la carretera, por la cual exista una seguridad (CARDENAS, 2002).

Tabla 4-1 Rangos de velocidades de diseño en función a la clasificación y orografía.

CLASIFICACION	AUTOPISTAS								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6000				4001 - 6000				4000 - 2001				2000-400				< 400			
CARACTERISTI CAS	1ra. Clase				2da. Clase				Primera Clase				Segunda clase				Tercera clase			
TIPO DE OROGRAFIA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
VELOCIDAD DE DISEÑO:																				
30 KPH																				
40 KPH																				
50 KPH																				
60 KPH																				
70 KPH																				
80 KPH																				
90 KPH																				
100 KPH																				
110 KPH																				
120 KPH																				
130 KPH																				

Orografía 1: Plano Orografía 3: Accidentado
 Orografía 2: Ondulado Orografía 4: Escarpado

Fuente: DG-2018

En este caso como el proyecto pertenece a una carretera de tercera clase, se eligió la velocidad de diseño es de 30km/h de acuerdo a la **tabla 4.1**.

Velocidad Específica.

Es la velocidad con la que realmente se diseña la vía, es la máxima velocidad que se puede mantener a lo largo del elemento de trazo (curvas horizontales, curvas verticales, tangentes), considerando seguridad y comodidad.

a) Curvas horizontales.

La velocidad específica no puede ser menor que la velocidad directriz, ni superar a esta en 20 km/h.

b) Tangentes horizontales.

Esta toma la mayor velocidad específica de las curvas horizontales extremas.

c) Curvas verticales.

Las velocidades específicas en curvas verticales son iguales a las velocidades del alineamiento horizontal.

d) Tangentes Verticales.

La velocidad específica de la tangente vertical, será igual a la velocidad específica de la tangente horizontal.

Ejemplo de aplicación.

Según la Tabla 4-2 obtendremos las velocidades específicas en curvas y tangentes según tramos homogéneos.

Tabla 4-2 Velocidades específicas para una determinada curva horizontal.

VELOCIDAD ESPECIFICA EN CURVA HORIZONTAL ANTERIOR.	VELOCIDAD DIRECTRIZ DEL TRAMO ($V_{tr} \leq 50$ km/Hr)					VELOCIDAD DIRECTRIZ DEL TRAMO ($V_{tr} > 50$ km/Hr)				
	LONGITUD TANGENTE ANTERIOR A LA CURVA (m).									
	L < 70	70 < L ≤ 250 $\alpha < 45^\circ$	45° ≤ α ≤ 400	250 < L ≤ 400	400 < L	L < 150	150 < L ≤ 400 $\alpha < 45^\circ$	45° ≤ α ≤ 600	400 < L	600 < L
V _{tr}	V _{tr}	V _{tr}	V _{tr}	V _{tr} +10	V _{tr} +20	V _{tr}	V _{tr}	V _{tr}	V _{tr} +10	V _{tr} +20
V _{tr} +10	V _{tr} +10	V _{tr} +10	V _{tr}	V _{tr} +10	V _{tr} +20	V _{tr} +10	V _{tr} +10	V _{tr}	V _{tr} +10	V _{tr} +20
V _{tr} +20	V _{tr} +20	V _{tr} +20	V _{tr} +10	V _{tr} +10	V _{tr} +20	V _{tr} +20	V _{tr} +20	V _{tr} +10	V _{tr} +10	V _{tr} +20
CASO	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Fuente: CARRETERAS, conceptos fundamentales, Peru.2020.

Tramo homogéneo con orografía accidentada, con velocidad directriz 30 km/h. se tiene una tangente y dos curvas horizontales extremas para los cuales tenemos los siguientes datos.

CURVA	RADIO	Δ	TANGENTE
PI-39	100	035°33'36"	146.68
PI-40	55	067°31'56"	

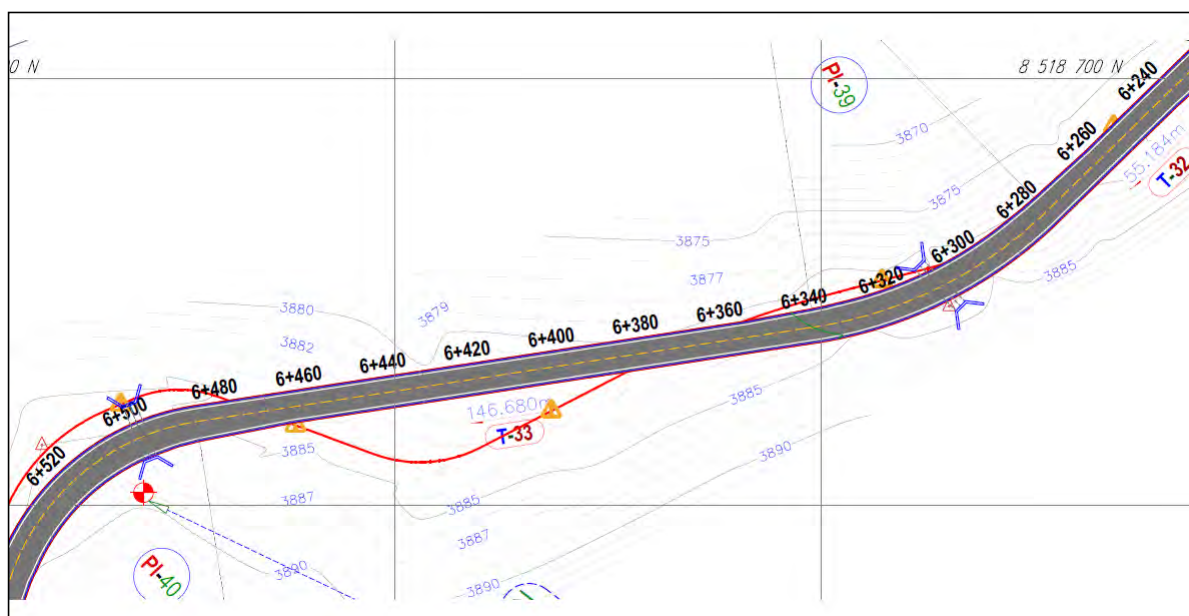


Figura 4-1: Curvas con velocidades específicas.

-Velocidad específica en la curva horizontal **PI-39**.

La velocidad específica viene ser $V_{tr}+10\text{km/h}=30\text{km/h}+10\text{km/h}=40\text{km/h}$

-Velocidad específica en la curva horizontal **PI-40**.

Se tiene una tangente anterior de 146.68m, según la **tabla 4-2** pertenece a una velocidad menor de 50 km/h y por la condición de la longitud de la tangente pertenece a la columna 2-3, por lo tanto, el ángulo de deflexión de la curva $N^{\circ} 40$ es $67^{\circ}31'56''$ mayor a 45° , se ubica en la columna 3.

La curva $N^{\circ} 40$ adopta como velocidad específica $V_{tr}=30\text{km/h}$, una reducción de velocidad.

-Velocidad específica para la tangente horizontal **T-33**.

Viene a ser la mayor velocidad específica entre la curva $N^{\circ} 39 - N^{\circ} 40$, por lo tanto, adopta 40 km/h.

Según el procedimiento anterior, debe de realizarse para ambos sentidos de la vía, por lo cual cada elemento de trazo tendrá dos velocidades específicas y el valor final será el mayor.

Tabla 4-3 Velocidades específicas en el proyecto de tesis.

INICIO	FINAL	R	TANGENTE	Δ	VELOCIDAD ESPECIFICA (ida)	VELOCIDAD ESPECIFICA (vuelta)	VELOCIDAD espeeifica	INICIO	FINAL	R	TANGENTE	Δ	VELOCIDAD ESPECIFICA (ida)	VELOCIDAD ESPECIFICA (vuelta)	VELOCIDAD espeeifica
PI-1	PI-2	100	151.91	041°42'39"	30	30	30	PI-41	PI-42	55	73.08	049°09'05"	30	30	30
PI-2	PI-3	35	76.42	015°55'50"	30	30	30	PI-42	PI-43	80	0	043°33'07"	30	30	30
PI-3	PI-4	48	0	013°05'45"	30	30	30	PI-43	PI-44	148	97.33	014°50'29"	30	30	30
PI-4	PI-5	58	42.24	083°15'05"	30	30	30	PI-44	PI-45	60	0	049°00'02"	30	30	30
PI-5	PI-6	60	0	063°01'37"	30	30	30	PI-45	PI-46	64	42.23	106°53'28"	30	30	30
PI-6	PI-7	36	0	068°29'41"	30	30	30	PI-46	PI-47	80	0	042°42'05"	30	30	30
PI-7	PI-8	75	84.97	068°34'17"	30	30	30	PI-47	PI-48	56	49.79	048°54'21"	30	30	30
PI-8	PI-9	150	107.155	031°52'12"	30	30	30	PI-48	PI-49	140	71.117	008°57'25"	30	30	30
PI-9	PI-10	110	119.71	057°12'22"	30	30	30	PI-49	PI-50	39	128.53	132°48'12"	30	30	30
PI-10	PI-11	30	0	065°07'27"	30	30	30	PI-50	PI-51	100	63.95	052°41'54"	30	30	30
PI-11	PI-12	64	41.73	110°54'42"	30	30	30	PI-51	PI-52	55	40.41	021°22'56"	30	30	30
PI-12	PI-13	340	70.82	011°27'53"	30	30	30	PI-52	PI-53	95	31.117	027°09'14"	30	30	30
PI-13	PI-14	90	131.78	031°00'29"	30	30	30	PI-53	PI-54	55	0	041°15'42"	30	30	30
PI-14	PI-15	134	61.5	028°15'21"	30	30	30	PI-54	PI-55	60	71.41	044°08'00"	30	30	30
PI-15	PI-16	130	109.59	042°58'27"	30	30	30	PI-55	PI-56	185	80.47	021°36'38"	30	30	30
PI-16	PI-17	80	133.45	045°59'59"	30	30	30	PI-56	PI-57	55	43.6	022°43'29"	30	30	30
PI-17	PI-18	56	124.13	081°10'11"	30	30	30	PI-57	PI-58	55	55.27	034°37'30"	30	30	30
PI-18	PI-19	200	127.94	031°19'41"	30	30	30	PI-58	PI-59	30	0	020°29'58"	30	30	30
PI-19	PI-20	100	82.09	008°32'23"	30	30	30	PI-59	PI-60	90	122.29	056°20'54"	30	30	30
PI-20	PI-21	60	52.37	035°30'01"	30	30	30	PI-60	PI-61	55	0	068°16'30"	30	30	30
PI-21	PI-22	55	115.57	078°43'38"	30	30	30	PI-61	PI-62	40	0	034°36'58"	30	30	30
PI-22	PI-23	300	0	026°25'39"	30	30	30	PI-62	PI-63	64	0	026°47'20"	30	30	30
PI-23	PI-24	60	41.5	039°26'15"	30	30	30	PI-63	PI-64	54	44.4	015°04'37"	30	30	30
PI-24	PI-25	55	137.13	037°14'46"	30	30	30	PI-64	PI-65	30	0	074°41'37"	30	30	30
PI-25	PI-26	200	117.15	047°32'34"	30	30	30	PI-65	PI-66	30	45.09	112°07'45"	30	30	30
PI-26	PI-27	120	136.37	010°31'21"	30	30	30	PI-66	PI-67	64	0	032°50'43"	30	30	30
PI-27	PI-28	205	0	047°16'12"	30	30	30	PI-67	PI-68	30	0	044°28'38"	30	30	30
PI-28	PI-29	214	46.85	041°50'01"	30	30	30	PI-68	PI-69	63	69.83	065°06'12"	30	40	40
PI-29	PI-30	55	25	045°53'50"	30	30	30	PI-69	PI-70	50	46.06	025°39'00"	30	40	40
PI-30	PI-31	30	0	077°16'58"	30	30	30	PI-70	PI-71	60	358.22	062°58'27"	30	40	40
PI-31	PI-32	45	71.27	000°55'03"	30	40	40	PI-71	PI-72	477	400	003°56'48"	40	40	40
PI-32	PI-33	180	115.43	016°14'40"	30	40	40	PI-72	PI-73	54	63.19	000°11'40"	40	30	40
PI-33	PI-34	354	46.89	016°47'26"	30	40	40	PI-73	PI-74	156	43.54	028°51'11"	40	30	40
PI-34	PI-35	271	82.87	033°35'51"	30	40	40	PI-74	PI-75	55	44.31	022°47'33"	40	30	40
PI-35	PI-36	120	380.36	052°23'39"	30	40	40	PI-75	PI-76	30	64.89	029°13'08"	30	30	30
PI-36	PI-37	45	73	086°44'10"	40	30	40	PI-76	PI-77	30	34.98	037°55'25"	30	30	30
PI-37	PI-38	55	69.09	044°31'37"	40	30	40	PI-77	PI-78	35	36.21	047°51'02"	30	30	30
PI-38	PI-39	95	55.18	025°46'21"	40	30	40	PI-78	PI-79	55	0	031°33'06"	30	30	30
PI-39	PI-40	100	146.68	035°33'36"	40	30	40	PI-79	PI-80	65	36.31	050°50'18"	30	30	30
PI-40	PI-41	55	47.77	067°31'56"	30	30	30	PI-80	PI-81	55	54.23	080°15'56"	30	30	30
								PI-81	FINAL	54	0	042°51'39"	30	30	30

Fuente: TESISTAS

Velocidad de operación.

Es la velocidad máxima a la cual pueden transitar los vehículos en un tramo de carretera, en función a: velocidad de diseño, tránsito, estado de pavimento, meteorológicas y el grado de relación con otras vías.

El percentil 85 de la velocidad, que consiste en determinar la velocidad bajo la cual circula el 85% de los vehículos (Barreto J. & Barreto R., 2020).

En la Tabla 4-4, se muestra estimaciones de velocidades de operación en una curva, estas velocidades deben ser señalizadas principalmente al inicio de los tramos homogéneos.

Tabla 4-4. Ecuaciones de Fitzpatrick para la estimación de velocidades de operación.

	Condiciones de alineamiento	Ecuación
1	Curva horizontal sobre pendiente (-9% < i < -4%)	$V_{85} = 102.10 - \frac{3077.13}{R}$
2	Curva horizontal sobre pendiente (-4% < i < 0%)	$V_{85} = 105.98 - \frac{3709.90}{R}$
3	Curva horizontal sobre pendiente (0% < i < 4%)	$V_{85} = 104.82 - \frac{3574.51}{R}$
4	Curva horizontal sobre pendiente (4% < i < 9%)	$V_{85} = 96.61 - \frac{2752.19}{R}$
5	Curva horizontal combinada con curvas cóncavas (sag)	$V_{85} = 105.32 - \frac{3438.19}{R}$
6	Curva horizontal combinada con curvas convexas sin limitación de visibilidad	(Nota 2)
7	Curva horizontal combinada con curvas convexas con limitación de visibilidad ($K \leq 43$ m / %)	$V_{85} = 103.24 - \frac{3576.51}{R}$; (nota 2)
8	Curva vertical cóncava sobre recta horizontal	V_{85} se asume como la velocidad deseada
9	Curva vertical convexa con distancia de visibilidad no limitada ($K > 43$ m / %) sobre recta horizontal	V_{85} se asume como la velocidad deseada
10	Curva vertical convexa con distancia de visibilidad limitada ($K \leq 43$ m / %) sobre recta horizontal	$V_{85} = 105.08 - \frac{149.69}{K}$

Fuente: DG-2018. Tabla 204.03.

En el proyecto se considera dos tramos homogéneos.

- Tramo I: Km 00+000 al 04+600.
- Tramo II: Km 04+600 al 11+199.

Para vías asfaltadas en zonas andinas de cusco, que tienen características particulares con respecto a otras realidades. Se tiene la siguiente relación según el ing. Barreto¹²

$V_0 = 49.83 + 0.02733(R)$, para curva horizontal con pendiente (i) hasta 4% de inclinación.

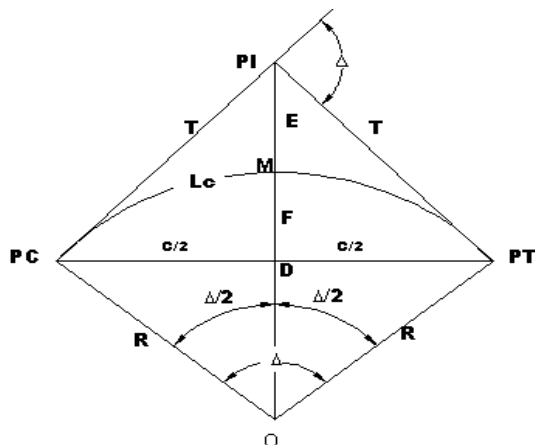
- Tramo I: Km 00+000 al 04+600, velocidad de operación 50km/h.
- Tramo II: Km 04+600 al 11+199, velocidad de operación 50km/h.

4.1.4. CURVAS HORIZONTALES

El alineamiento de una vía está compuesto por tangentes, estas son enlazadas por arcos de circunferencia simple o compuesta. Los radios están en función a la velocidad de diseño y a la topografía del proyecto.

¹² Caminos Andinos: Manual Práctico de Ingeniería Vial.UNSAAC. Barreto J. Orlando. Cusco.2015

Donde:



- PI: Punto de intersección.
- PC: Punto de comienzo de curva.
- PT: Punto principio de tangente.
- Δ: Angulo de centro
- R: Radio de curva.
- Lc: Longitud de curva.
- T : Longitud de tangente.
- E: Externa de la curva.
- C: Cuerda.

Para determinar los elementos de la curva se tiene.

$$T = R \times \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

$$E = R\left(\sec\left(\frac{\Delta}{2}\right) - 1\right)$$

$$L = \pi \times R \times \frac{\Delta}{180}$$

*Según el Ing. Barreto¹³ el alineamiento curvilíneo continuo es el más adecuado ya que está formado por curvas circulares y de espirales.

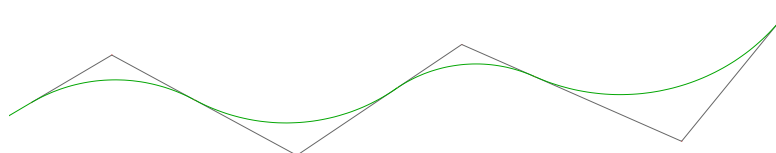


Figura 4-2: Curvas Continuas.

Tabla 4-5-a. Elementos de curvas horizontales del proyecto.

ELEMENTOS DE CURVA											
N°	R	Lc	T	Δ	E	C	P.C.	P.T.	P.I. ESTE	P.I. NORTE	
PI-1	100	72.8	38.1	041°42'39"	7.01	71.2	0+041.64	0+114.44	212799.934	8514898.92	
PI-2	35	9.73	4.9	015°55'50"	0.34	9.7	0+296.35	0+306.08	212884.319	8515103.6	
PI-3	48	10.97	5.51	013°05'45"	0.32	11	0+406.50	0+417.47	212826.587	8515213.9	
PI-4	58	84.05	51.41	083°15'05"	19.54	76.9	0+459.19	0+543.24	212742.592	8515252.75	
PI-5	60	65.63	36.58	063°01'37"	10.32	62.4	0+585.48	0+651.11	212783.001	8515376.55	
PI-6	36	43.04	24.51	068°29'41"	7.55	40.5	0+677.73	0+720.76	212704.191	8515455.5	
PI-7	75	89.76	51.13	068°34'17"	15.77	84.5	0+775.25	0+865.01	212843.7	8515503.65	
PI-8	150	83.44	42.83	031°52'12"	5.99	82.4	0+949.99	1+033.42	212851.158	8515682.43	
PI-9	110	109.8	59.98	057°12'22"	15.29	105	1+140.58	1+250.40	212969.354	8515855.97	
PI-10	30	34.1	19.16	065°07'27"	5.6	32.3	1+390.11	1+424.20	212875.215	8516078.31	
PI-11	64	123.9	92.97	110°54'42"	48.87	105	1+463.25	1+587.14	213039.438	8516071.28	
PI-12	340	68.03	34.13	011°27'53"	1.71	67.9	1+628.87	1+696.90	212985.984	8516231.42	
PI-13	90	48.71	24.97	031°00'29"	3.4	48.1	1+767.72	1+816.43	212970.166	8516360.37	
PI-14	134	66.18	33.77	028°15'21"	4.19	65.5	1+948.21	2+014.39	212852.863	8516510.5	
PI-15	130	97.51	51.17	042°58'27"	9.71	95.2	2+075.89	2+173.40	212718.806	8516569.47	

¹²Caminos Andinos: Manual Práctico de Ingeniería Vial.UNSAAC. Barreto J. Orlando. Cusco.2015

4.1.4.1. RADIOS

Los radios asumidos son las que dan calidad a un alineamiento horizontal. Así, se manejan radios mínimos, máximos y excepcionales.

Los radios están en función a las curvas. Las que condicionan el trazo son: La topografía y volumen de tránsito, para que un vehículo esté en condiciones de equilibrio al circular por una curva.

$$R = \frac{V_d^2}{127(P+f)} \quad \text{para carreteras de tercera clase} \quad R = \frac{V_d^2}{127(0.01e_{\max} + f_{\max})}$$

Donde:

R=Radio de curva circular en (m)

V_d^2 =velocidad directriz en (km/hora).

p=peralte en curva circular en %, expresado en su notación decimal.

e_{\max} =valor máximo del peralte.

f=coeficiente de fricción.

ELECCIÓN DE LOS RADIOS DE CURVATURA

Los Radios Mínimos Y Radios Mínimos Excepcionales

“Es el radio correspondiente a la condición límite de seguridad contra el deslizamiento y vuelco lateral, para una velocidad directriz y peralte dados” (Barreto J. & Barreto R., 2020, pág. 239).

Lo recomendable es plantear curvas con radios máximos. Así se podrá mejorar la seguridad de los usuarios del proyecto.

En la siguiente **TABLA 4-5** se muestra radios y para una velocidad directriz asumida.

Tabla 4-5: Radios mínimos para velocidades específicas de diseño.

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)	
Área urbana	30	4.00	0.17	33.7	35	
	40	4.00	0.17	60.0	60	
	50	4.00	0.16	98.4	100	
	60	4.00	0.15	149.2	150	
	70	4.00	0.14	214.3	215	
	80	4.00	0.14	280.0	280	
	90	4.00	0.13	375.2	375	
	100	4.00	0.12	492.10	495	
	110	4.00	0.11	635.2	635	
	120	4.00	0.09	872.2	875	
	130	4.00	0.08	1,108.9	1,110	
	Área rural (con peligro de hielo)	30	6.00	0.17	30.8	30
		40	6.00	0.17	54.8	55
50		6.00	0.16	89.5	90	
60		6.00	0.15	135.0	135	
70		6.00	0.14	192.9	195	
80		6.00	0.14	252.9	255	
90		6.00	0.13	335.9	335	
100		6.00	0.12	437.4	440	
110		6.00	0.11	560.4	560	
120		6.00	0.09	755.9	755	
130		6.00	0.08	950.5	950	

Área rural (plano u ondulada)	30	8.00	0.17	28.3	30	
	40	8.00	0.17	50.4	50	
	50	8.00	0.16	82.0	85	
	60	8.00	0.15	123.2	125	
	70	8.00	0.14	175.4	175	
	80	8.00	0.14	229.1	230	
	90	8.00	0.13	303.7	305	
	100	8.00	0.12	393.7	395	
	110	8.00	0.11	501.5	500	
	120	8.00	0.09	667.0	670	
	130	8.00	0.08	831.7	835	
	Área rural (accidentada o escarpada)	30	12.00	0.17	24.4	25
		40	12.00	0.17	43.4	45
50		12.00	0.16	70.3	70	
60		12.00	0.15	105.0	105	
70		12.00	0.14	148.4	150	
80		12.00	0.14	193.8	195	
90		12.00	0.13	255.1	255	
100		12.00	0.12	328.1	330	
110		12.00	0.11	414.2	415	
120		12.00	0.09	539.9	540	
130		12.00	0.08	665.4	665	

Fuente: DG-2018

Radio Mínimo Normal : 30 m

Radio Mínimo Excepcional : 30 m

Detallaremos porque asumimos estos radios de diseño.

Desde el punto de vista práctico, se pueden diferenciar fundamentalmente dos tipos de radios mínimos: Excepcional o Absoluto y Admisible o Normal.

Radio Mínimo Admisible o Normal (Rmn): El peralte toma cualquier valor por debajo del P_{\max} (peralte máximo), el coeficiente de fricción asume su máximo valor, es decir:

$$Rmn = \frac{V_D^2}{127(0.01e_{\max} + f_{\max})}$$

Datos:

$$V = 30 \text{ km/hr.}$$

$$P = 6 \%$$

$$f=0.17$$

$$Rmn = \frac{30^2}{127(0.01 \times 6 + 0.17)} = 30.81$$

Asumimos Rmn = 30 m.

Radio Mínimo Absoluto o Excepcional (Rma): Se caracteriza porque el peralte y el coeficiente de fricción toman valores máximos; es decir:

$$Rma = \frac{V_D^2}{127(0.01e_{\max} + f_{\max})}$$

Datos:

$$V = 30 \text{ km/hr.}$$

$$P_{\text{Max}} = 8\%$$

$$f=0.17$$

$$R_{\text{ma}} = \frac{30^2}{127(0.01 \times 8 + 0.17)} = 28.34$$

Asumimos $R_{\text{ma}} = 30 \text{ m.}$

Por consiguiente, asumiendo el radio adecuado por calculo y seguridad.

- radio mínimo absoluto (excepcional) = 30 m.
- Radio mínimo admisible o normal= 30.00 m.

4.1.4.2. CURVAS DE TRANSICIÓN

Clotoide. – Es una espiral, que tiene por objetivo evitar la discontinuidad en la curvatura trazada, es decir, una curva cuya curvatura varia proporcionalmente con la longitud de su desarrollo, siendo cero al comienzo de la misma (CARDENAS, 2002).

Se calcula con las siguientes formulas según DG-2018¹⁴.

$$L_e = \frac{A^2}{R}$$

Donde:

R: radio de la curvatura en un punto cualquiera.

Le: Longitud de la curvatura entre su punto de inflexión ($R = \infty$) y el punto de radio R.

A: Parámetro del clotoide.

Determinación del parámetro del clotoide.

$$A_{\text{min}} = \sqrt{\frac{VR}{46.656j} \left(\frac{V^2}{R} - 1.27p \right)}$$

Donde:

V: *Velocidad de diseño (Km/h).*

R: *Radio de la curvatura (m).*

J: *Variación uniforme de la aceleración (m/s³).*

¹⁴ Manual de Carreteras: Diseño Geometrico-2018.

p: Peralte correspondiente a V y R (%).

Tabla 4-6: Variación uniforme de la aceleración.

V (km/h)	V < 80	80 < V < 100	100 < V < 120	V > 120
J (m/s ³)	0.5	0.4	0.4	0.4
$J_{\text{máx}}$ (m/s ³)	0.7	0.8	0.5	0.4

Fuente: DG-2018

En caso de carreteras de tercera clase según DG-2018, la longitud mínima de la espiral será.

$$L_{\text{min}} = 0.0178 \times \frac{V^3}{R}$$

Donde:

R: radio de la curvatura circular horizontal.

L_{min} : Longitud mínima de la curva de transición.

V: velocidad específica en Km/h.

Las espirales se prescinden a partir de un radio de 55m

Elementos de un espiral

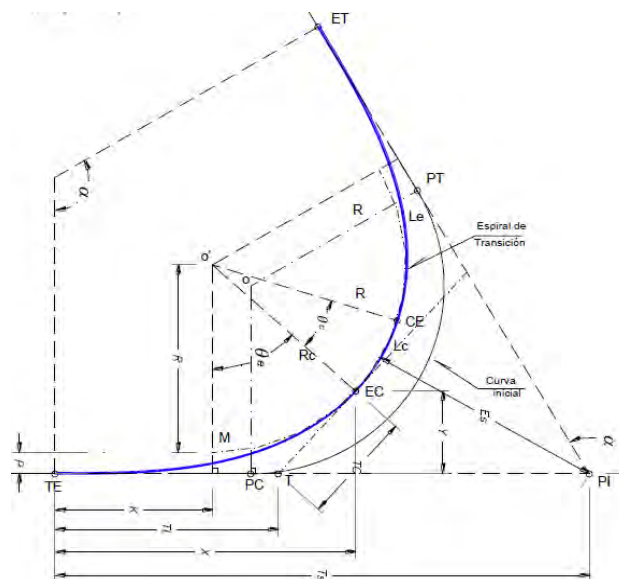


Figura 4-3: Elementos de un espiral.
El radio no varía, pero la curva se suaviza como se muestra en la figura.

Tabla 4-7: Longitud mínima de curva de transición (Espirales).

PI	RADIO	VELOCIDAD	Lmin	PI	RADIO	VELOCIDAD	Lmin
PI-1	100	30	PRESCINDIR	PI-42	80	30	PRESCINDIR
PI-2	35	30	13.7314286	PI-43	148	30	PRESCINDIR
PI-3	48	30	10.0125	PI-44	60	30	PRESCINDIR
PI-4	58	30	PRESCINDIR	PI-45	64	30	PRESCINDIR
PI-5	60	30	PRESCINDIR	PI-46	80	30	PRESCINDIR
PI-6	36	30	13.35	PI-47	56	30	PRESCINDIR
PI-7	75	30	PRESCINDIR	PI-48	140	30	PRESCINDIR
PI-8	150	30	PRESCINDIR	PI-49	39	30	12.3230769
PI-9	110	30	PRESCINDIR	PI-50	100	30	PRESCINDIR
PI-10	30	30	16.02	PI-51	55	30	PRESCINDIR
PI-11	64	30	PRESCINDIR	PI-52	95	30	PRESCINDIR
PI-12	340	30	PRESCINDIR	PI-53	55	30	PRESCINDIR
PI-13	90	30	PRESCINDIR	PI-54	60	30	PRESCINDIR
PI-14	134	30	PRESCINDIR	PI-55	185	30	PRESCINDIR
PI-15	130	30	PRESCINDIR	PI-56	55	30	PRESCINDIR
PI-16	80	30	PRESCINDIR	PI-57	55	30	PRESCINDIR
PI-17	56	30	PRESCINDIR	PI-58	30	30	16.02
PI-18	200	30	PRESCINDIR	PI-59	90	30	PRESCINDIR
PI-19	100	30	PRESCINDIR	PI-60	55	30	PRESCINDIR
PI-20	60	30	PRESCINDIR	PI-61	40	30	12.015
PI-21	55	30	PRESCINDIR	PI-62	64	30	PRESCINDIR
PI-22	300	30	PRESCINDIR	PI-63	54	30	8.9
PI-23	60	30	PRESCINDIR	PI-64	30	30	16.02
PI-24	55	30	PRESCINDIR	PI-65	30	30	16.02
PI-25	200	30	PRESCINDIR	PI-66	64	30	PRESCINDIR
PI-26	120	30	PRESCINDIR	PI-67	30	30	16.02
PI-27	205	30	PRESCINDIR	PI-68	63	30	PRESCINDIR
PI-28	214	30	PRESCINDIR	PI-69	50	30	9.612
PI-29	55	30	PRESCINDIR	PI-70	60	30	PRESCINDIR
PI-30	30	30	16.02	PI-71	477	40	PRESCINDIR
PI-31	40	30	12.015	PI-72	54	40	21.0962963
PI-32	180	30	PRESCINDIR	PI-73	156	40	PRESCINDIR
PI-33	354	30	PRESCINDIR	PI-74	55	40	PRESCINDIR
PI-34	271	30	PRESCINDIR	PI-75	30	30	16.02
PI-35	120	30	PRESCINDIR	PI-76	30	30	16.02
PI-36	40	40	28.48	PI-77	35	30	13.7314286
PI-37	55	40	PRESCINDIR	PI-78	55	30	PRESCINDIR
PI-38	95	40	PRESCINDIR	PI-79	65	30	PRESCINDIR
PI-39	100	40	PRESCINDIR	PI-80	55	30	PRESCINDIR
PI-40	55	30	PRESCINDIR	PI-81	54	30	8.9
PI-41	55	30	PRESCINDIR				

Fuente: elaboración propia.

4.1.5. LONGITUDES EN TANGENTES

Las longitudes mínimas en función de las velocidades del proyecto, serán dadas en el siguiente cuadro según el DG-2018.

Tabla 4-8: Longitud de tramos en tangente.

V_d (Km/h)	$L_{min.s}$ (m)	$L_{min.o}$ (m)	$L_{máx}$ (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171
140	195	390	2338
150	210	420	2510

Fuente: DG-2018-302.01

Donde:

$L_{min. s}$ = Longitud mínima (m) para trazados en "S" (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura de sentido contrario).

$L_{min. O}$ = Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura del mismo sentido).

$L_{máx.}$ = Longitud máxima (m).

V_d . = Velocidad de diseño (Km/h)

4.1.6. DISTANCIA DE VISIBILIDAD

Es la longitud continua hacia delante del camino, que es visible al operador del vehículo. En el diseño se consideran dos distancias, la de visibilidad suficiente para frenar (parar) el vehículo, y la necesaria para que un vehículo adelante a otro que viaje a velocidad inferior, en el mismo sentido.

Estas dos distancias están en función del alineamiento y rasantes respectivamente.

A) Distancia de visibilidad de parada (D_p)

“Es la distancia que requiere el conductor de un vehículo que viaja a la velocidad de diseño, para detenerlo por completo después que se hace visible un objeto¹⁵ sobre la calzada” (Barreto J. & Barreto R., 2020, pág. 120). Esta distancia se considera desde la percepción, reacción y frenado del conductor.

$$D_p = \frac{V_d * t_{pr}}{3.6} + \frac{V_d^2}{254(f \pm i)}$$

D_p : Distancia de Parada (m).

V_d : Velocidad de Diseño de la Carretera (kph).

t_{pr} : Tiempo de Percepción + Reacción (seg).

f : Coeficiente de fricción, Pav. Húmedo.

i : Pendiente Longitudinal en %.

+ i = Subidas respecto sentido circulación.

- i = Bajadas respecto sentido circulación.

La expresión $\frac{V_d \times t_{pr}}{3.6}$ representa la longitud recorrida durante el tiempo de percepción más reacción .

La expresión $\frac{V_d^2}{254(f \pm i)}$ representa la longitud recorrida durante el frenado hasta la detención.

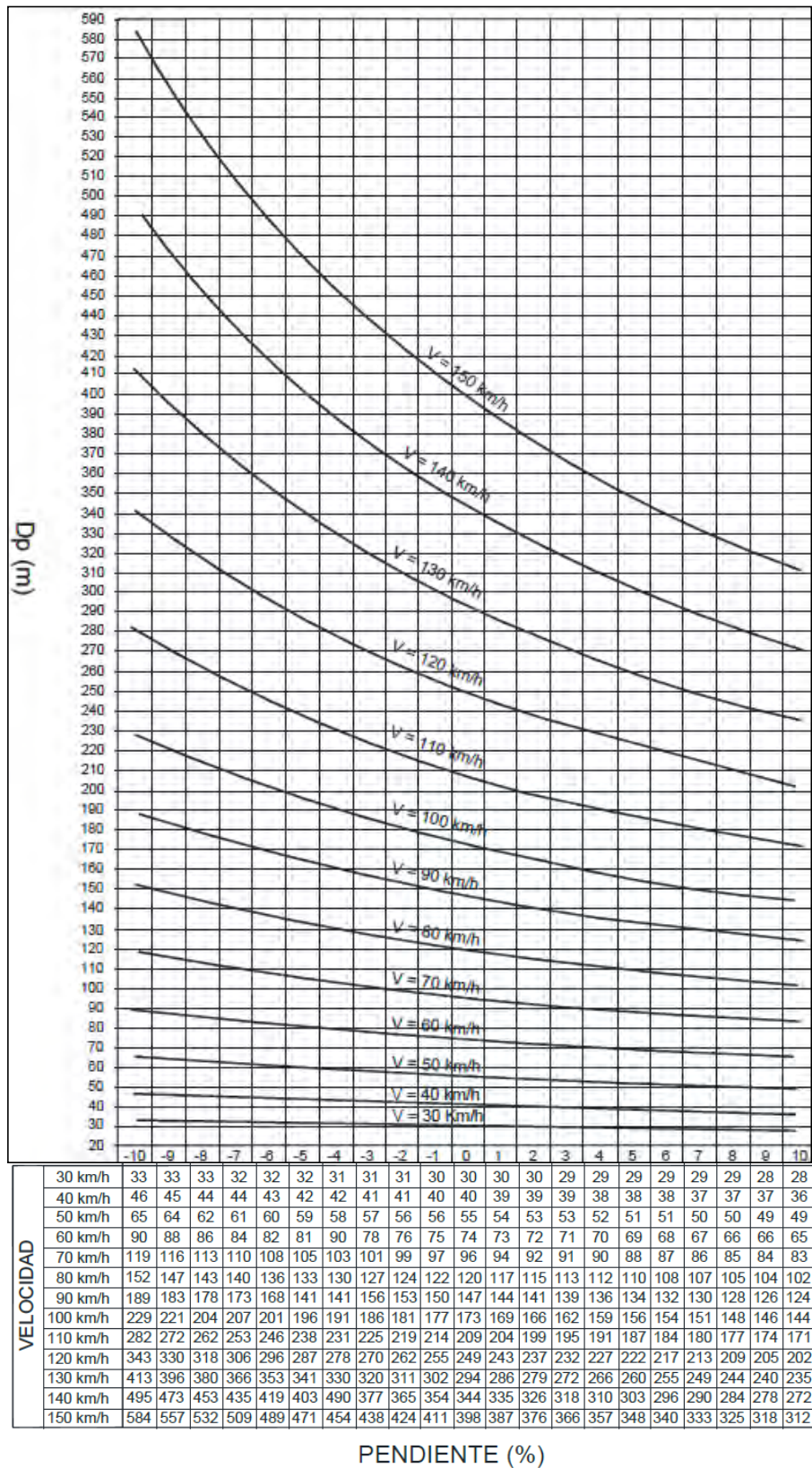
Donde (t_p) normalmente se toma de 2 a 3 segundos aproximadamente.

(f) varía entre 0,30 - 0,40, según incrementa la velocidad.

El DG-2018 brinda la siguiente tabla para determinar D_p .

¹⁵ Obstáculo: objeto $\geq 0,15$ m, estando situados los ojos del conductor a 1,07 m. sobre la rasante del eje de su pista de circulación

Tabla 4-9: Distancia de visibilidad de parada (Dp)



PENDIENTE (%)

Fuente: DG-2018-205.1

La pendiente produce influencia sobre la distancia de parada.

Para una $V=30$ km/h, pendiente de $i = -3\%$ tenemos $D_p= 31$ m.*

Para una $V=40$ km/h, pendiente de $i = +3\%$ tenemos $D_p= 29$ m.*

* Valores redondeados.

B) Distancia de visibilidad de adelantamiento (D_s)

“Es la mínima distancia de visibilidad que requiere un conductor para adelantar a un vehículo que se desplaza a una velocidad inferior a la de diseño; esto es, para abandonar su carril, sobrepasar al vehículo adelantado” (Barreto J. & Barreto R., 2020, pág. 121). De esta manera la maniobra se realiza más segura y sin perjudicar la velocidad de otros vehículos que recorren en sentido contrario.

La determinación de la distancia mínima de acuerdo a las N.P.D.C. se da en el gráfico de la **Figura 4-4** (N.P.D.C.-DG2018) donde se muestra las distancias en función a la velocidad directriz, distancia de velocidad de parada = 110 m.*

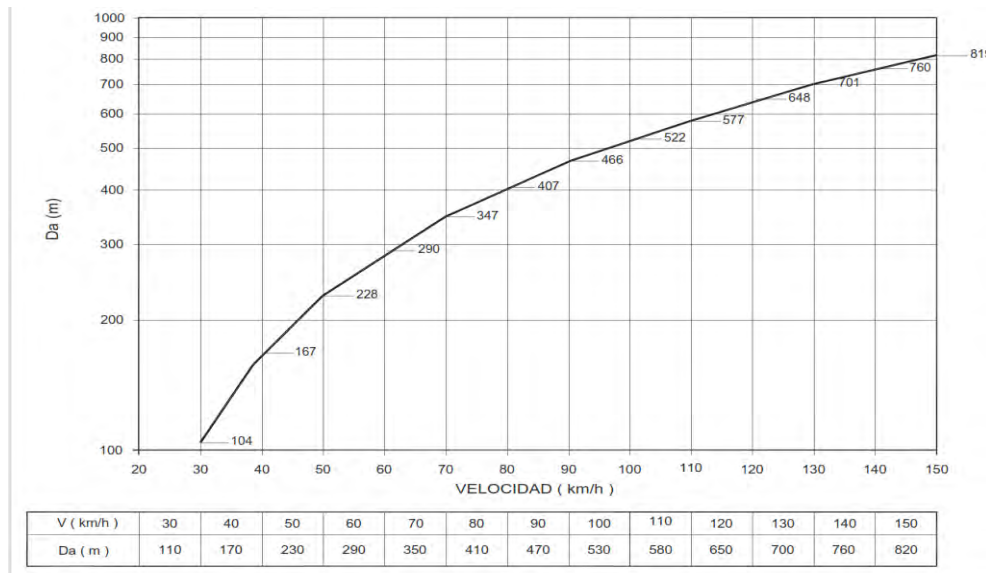


Figura 4-4: Distancia de Visibilidad de paso (D_a).
Fuente: DG-2018.

*Valores redondeados

4.1.7. CALZADA

4.1.7.1. ANCHO DE CALZADA

Es el ancho de la superficie de rodadura del proyecto, está en función de la velocidad de diseño, la topografía y clasificación de la carretera.; para el presente proyecto hacemos uso del **Tabla 4-10**, el cual posee una V_d de 30 km/hora, está catalogado

dentro de una carretera de tercera clase y además tiene un tráfico previsto de hasta 282 veh/día, por ende, se ha determinado un ancho de rodadura de **6.00 m**.

Tabla 4-10: Ancho de calzada de dos carriles.

CLASIFICACIÓN	AUTOPISTAS				Carretera				Carretera				Carretera							
	VEH/DIA(1)				4001 - 6000				4000 - 2001				2000-400				< 400			
CARACTERÍSTICAS	1ra. Clase				2da. Clase				Primera Clase				Segunda clase				Tercera clase			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
OROGRAFÍATIPO																				
VELOCIDAD DE DISEÑO:																				
30 KPH																			6,00	6,00
40 KPH																	6,60	6,60	6,60	6,00
50 KPH											7,20	7,20			6,60	6,60	6,60	6,60	6,60	6,00
60 KPH					7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60	
70 KPH			7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,00		6,60	6,60		
80 KPH	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20			6,60	6,60		
90 KPH	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20	7,20		7,20	7,20			7,20				6,60	6,60		
100 KPH	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20	7,20		7,20				7,20							
110 KPH	7,20	7,20			7,20															
120 KPH	7,20	7,20			7,30															
130 KPH	7,20																			

Fuente: DG-2018

4.1.8. BOMBEO

Tiene la función de evacuar las aguas superficiales hacia las obras de arte de drenaje, básicamente para la conservación de la vía, en el proyecto se considera un bombeo de 2.5%, y en curva el bombeo será sustituido por el peralte, según la **Tabla 4-11**.

Tabla 4-11: Bombeo de la Calzada.

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación: < 500 mm/año	Precipitación: > 500 mm/año
Pavimento asfáltico / concreto	2,0 (*)	2,5
Tratamiento Superficial	2,5	2,5 - 3,0
Afirmado	3,0 – 3,5	3,0 - 4,0

Fuente: DG-2018-304.03

(*) Se recomienda utilizar un bombeo mínimo de 2.5% para carreteras asfaltas en zonas de costa, por efectos del Fenómeno del Niño.

4.1.9. DERECHO DE VÍA

La faja de dominio o derecho de Vía, “es el ancho variable dentro del cual se encuentra comprendida la carretera, sus obras complementarias, servicios, áreas previas para futuras obras de ensanche, y zonas de seguridad para usuarios”

(DIRECCION GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES, 2018, pág. 198)., según la **tabla 4-12**.

En todo caso no será menos de 16 m. esto con el fin de que en el futuro se realicen ensanches de la vía.

Tabla 4-12: Anchos Mínimos de Referencia.

Tipo de Carretera	Anchos Mínimos (m)
Autopistas Primera Clase	40
Autopista de Segunda Clase.	30
Carretera de Primera Clase.	25
Carretera de Segunda Clase.	20
Carretera de Tercer Clase.	16

Fuente: DG-2018-304.09

4.1.10. PERALTE

Es la inclinación lateral que se le da a la calzada con el fin de contrarrestar la fuerza centrífuga, que genera peligro de inestabilidad de volteo, las curvas horizontales deberán ser peraltadas con excepción en curvas de radios mayores 3500, por tal motivo la plataforma de la carretera deberá inclinarse un cierto ángulo con la horizontal, cumpliendo además la función de evacuar las aguas pluviales hacia las cunetas. Las NPDC-DG-2018, Especifican valores en función al radio de la curva y la velocidad directriz, recomendando un valor máximo normal de 6% y un máximo excepcional hasta el 8%.

Tabla 4-13: Valores de Peralte Máximo.

	Peralte Máximo (p)	
	Absoluto	Normal
Cruce de Áreas Urbanas	6,0 %	4,0 %
Zona rural (Tipo 1, 2 ó 3)*	8,0 %	6,0 %
Zona rural (Tipo 3 ó 4)	12,0 %	8,0 %
Zona rural con peligro de hielo	8,0 %	6,0 %

Fuente: DG-2018-304.05

(*) El tipo corresponde a la clasificación vial según condiciones orográficas

Mediante siguiente grafica se interpreta.

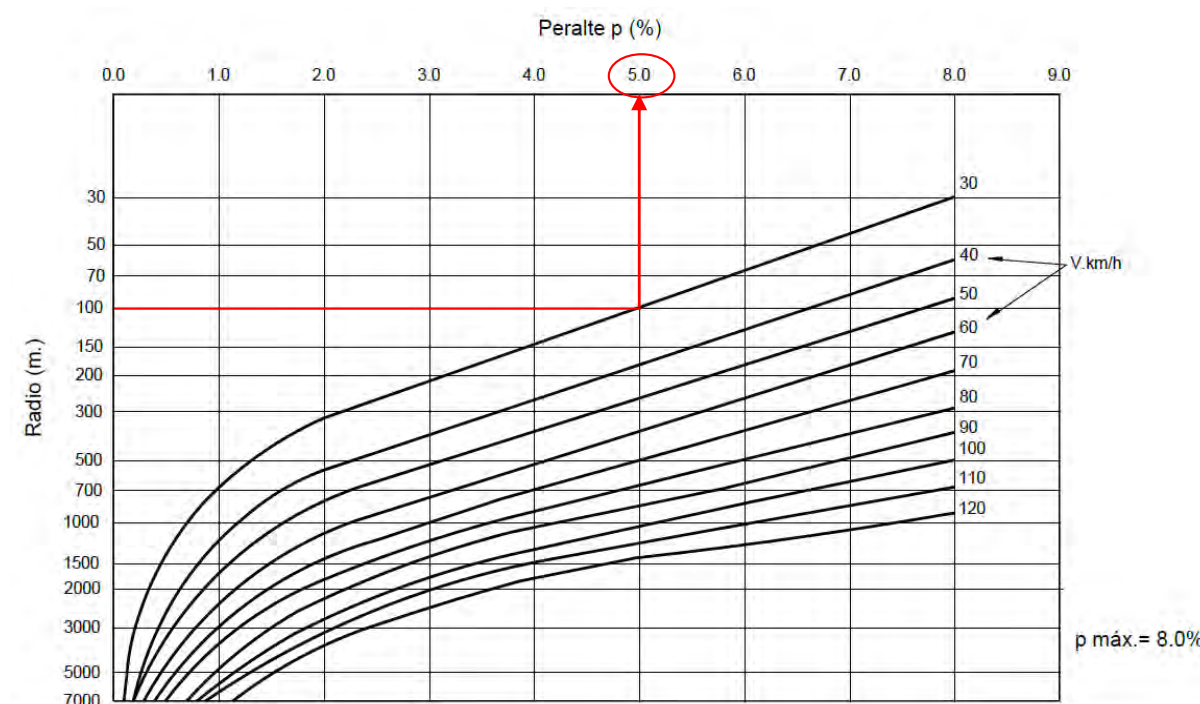


Figura 4-5: Peralte en Zona Rural (Tipo 1, 2 y 3).
Fuente: DG-2018-302.03

Transición de peralte

La determinación de la longitud de transición del peralte se basará en el criterio que considera que las longitudes de transición deben permitir al conductor percibir visualmente la inflexión del trazado que deberá recorrer y, además, permitirle girar el volante con suavidad y seguridad.

La transición del peralte deberá llevarse a cabo combinando las tres condiciones siguientes:

- Características dinámicas aceptables para el vehículo
- Rápida evacuación de las aguas de la calzada.
- Sensación estética agradable.

En el **Tabla 4-14** se presentan valores de longitud de transición mínimos para combinaciones de velocidad de diseño y anchos de calzada más comunes con el eje de giro de peralte al borde de la calzada y al centro, de una vía de dos carriles; a modo de ejemplo del procedimiento a seguir.

Tabla 4-14: Longitud de Transición del peralte según velocidad y posición del eje del peralte.

Velocidad Directriz 30 Kph

Ancho de Calzada 6.00 m

Eje de Giro al borde de la Calzada B = 6.00 m

PERALTES FINAL INICIAL	-2%	-3%	-4%	-5%	-6%	-7%	-8%	-9%	-10%	-11%	-12%
	2%	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52
3%	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60
4%	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64
5%	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68
6%	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72
7%	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76
8%	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80
9%	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84
10%	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88
11%	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92
12%	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96

Fuente: DG-2018-302.14

4.1.11 BERMAS

Es una franja longitudinal paralela a la longitud de la vía y adyacente de la superficie de rodadura. Haciendo uso del **Tabla 4-15** se ha adoptado un ancho de bermas de 0.50 m. a cada lado de la superficie de rodadura.

En los tramos en tangente, las bermas tendrán la inclinación del bombeo; en los tramos en curva, la berma situada en la parte superior del peralte será en lo posible horizontal o con inclinación igual a la del bombeo en sentido contrario al de la inclinación del peralte de modo que drene hacia la cuneta y no hacia el pavimento; la berma situada en la parte inferior del peralte seguirá la inclinación de éste.

Las funciones de una berma son :

- Proporcionan protección al pavimento y sus capas inferiores.
- Permite estacionamientos eventuales de los vehículos.
- Asegurar una luz libre lateral que actúa psicológicamente sobre los conductores, aumentando de este modo la capacidad de la vía.
- Ofrece un medio para el tráfico de peatones, en algunos casos de animales.

Tabla 4-15: Anchos de Berma.

CLASIFICACIÓN	AUTOPISTAS								PRIMERA CLASE				SEGUNDA CLASE				TERCERA CLASE			
IMPORTANCIA(1)	> 6000				4001 - 6000				4000 - 2001				2000-400				< 400			
CARACTERÍSTICAS	1ra. Clase: AP				2da. Clase: Dual ó MC				DC				DC				DC			
OROGRAFÍA TIPO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
VELOCIDAD DE DISEÑO:																				
30 KPH																			0,50	0,50
40 KPH															1,20	1,20	1,20	0,90	0,50	0,50
50 KPH										2,6	2,6			1,20	1,20		1,20	0,90	0,90	
60 KPH					3	3	2,6	2,6	3	3	2,6	2,6	2	2	1,20	1,20	1,20	1,20		
70 KPH			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1,20		1,20	1,20		
80 KPH	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		2	2			1,20	1,20		
90 KPH	3	3	3		3	3	3		3	3			2							
100 KPH	3	3	3		3	3	3		3				2							
110 KPH	3	3			3															
120 KPH	3	3			3															
130 KPH	3																			

Fuente: DG-2018-304.02.

Para carreteras de 1era, 2da. Y 3ra. Clase, se podrá utilizar anchos menores, con la debida justificación técnica.

4.1.12. SOBRE ANCHO

Es el incremento que presenta el ancho de calzada en la curva, para igualar el mayor área requerido por los vehículos, así mantener el tráfico dentro de la curva, la implementación del sobre ancho será gradual a lo largo de la longitud de transición (Barreto J. & Barreto R., 2020). En las N.P.D.C-DG 2018, se emplea la siguiente expresión para determinar los sobre anchos.

$$S = n \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{v}{10 * \sqrt{R}}$$

Donde:

- S = Sobre ancho en m.
- n = Número de vías de tránsito.
- R = Radio de la curva en m.
- v = Velocidad directriz en Km/h.
- L = Distancia entre ejes del vehículo fijada en 6.00 m.

Los cálculos realizados para los diferentes radios del proyecto se muestran en el cuadro siguiente:

Tabla 4-16: Cálculo de sobre anchos según sus radios para L=6m.

Radio (m .)	V (Km/h)	s/a calculado (m.)	s/a adoptado (m.)
15	30	3.279	3.00
20	30	2.510	3.00
25	30	2.061	2.00
30	30	1.760	2.00
40	30	1.379	1.00
80	30	0.786	1.00
85	30	0.749	1.00
90	30	0.717	1.00
100	30	0.660	1.00
120	30	0.574	1.00
150	30	0.485	0.50

Por ejemplo: PI-4 del proyecto.

$$V=30\text{km/h}$$

$$R=58\text{m}$$

$$L=6$$

$$S = n \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{v}{10 * \sqrt{R}}$$

$$S = 2 \left(58 - \sqrt{58^2 - 6^2} \right) + \frac{30}{10 * \sqrt{58}}$$

$$S = 1.01\text{m}$$

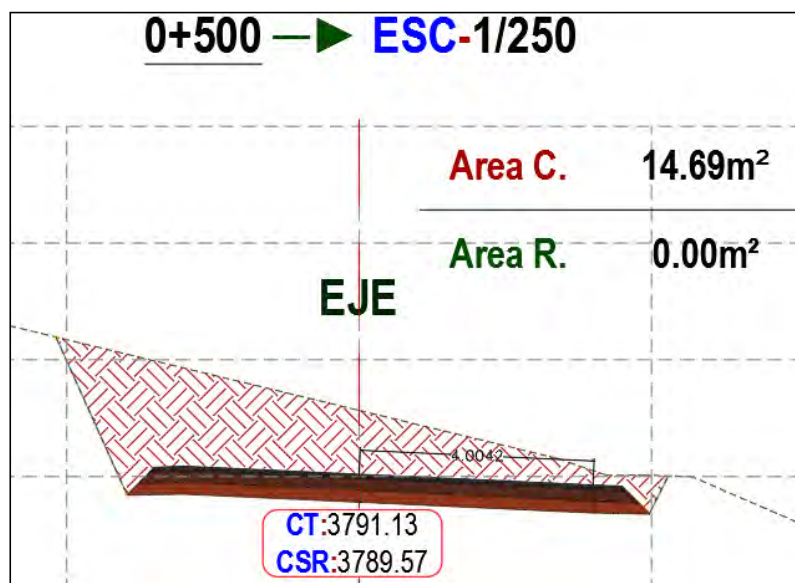


Figura 4-6: Sección con sobre ancho.

Fuente: Elaboración propia.

La N.P.D.C-DG2018 menciona que el sobre ancho mínimo debe ser de 0.40m.

4.1.13. CURVAS VERTICALES

Es para unir dos tangentes consecutivos del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectuó el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la de la tangente de salida. Existen básicamente dos tipos de curvas verticales: convexas y cóncavas.

Procedimiento o criterio de diseño de curvas verticales

Dentro del criterio del diseño de curvas verticales deben asegurar en todo punto de la vía, la visibilidad de parada (D_p), por cuestiones prácticas la valorización de una curva vertical (longitud de la curva vertical), es la proyección horizontal de la parábola, ya que los errores son minúsculos al tomarlos de esta manera.

Para ajustarse al terreno y facilitar la evacuación de las aguas superficiales, los cambios de pendiente generalmente tienen lugar en cortes mediante curvas convexas, y en rellenos mediante curvas cóncavas.

Dentro del cálculo de las curvas verticales el caso más seguro y estético es que la **longitud de la curva vertical (L_v) sea mayor a la distancia de visibilidad (D_v):**

$$L_{cv} > D_v$$

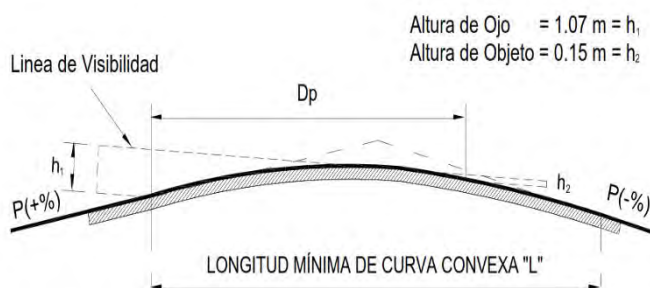
Diseño de curvas convexas

Es el caso más crítico, donde se consideran la **distancia de visibilidad de parada o sobrepaso**, sobre un obstáculo fijo situado sobre las pistas.

a) Con criterio de visibilidad de parada (D_p)

Para $L_v > D_p$

$$L_v = \frac{AD_p^2}{404}$$



L = Longitud de la curva vertical (m)
 D_p = Distancia de Visibilidad de Frenado (m)
 V = Velocidad de Diseño (Km/h)
 A = Diferencia Algebraica de Pendientes (%)

Para $D_p > L$ $L = 2D_p \cdot \frac{404}{A}$
 Para $D_p < L$ $L = \frac{AD_p^2}{404}$

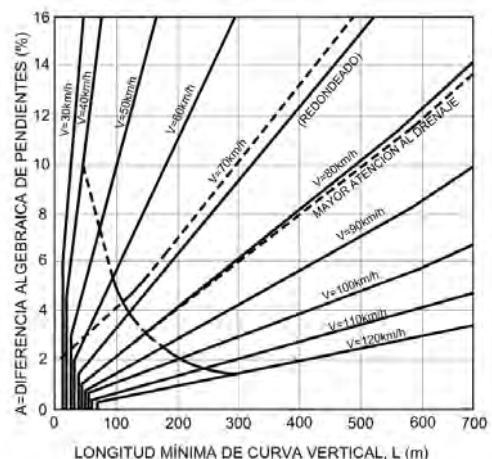


Figura 4-7: Curva convexa-longitud mínima de visibilidad de parada.

b) Con criterio de visibilidad de paso (Ds) y Lv es la longitud mínima de curva vertical convexa se tiene la expresión siguiente, orientada más que todo a vías de categoría superior

Para $L_v > D_s$

$$L_v = \frac{ADs^2}{946}$$

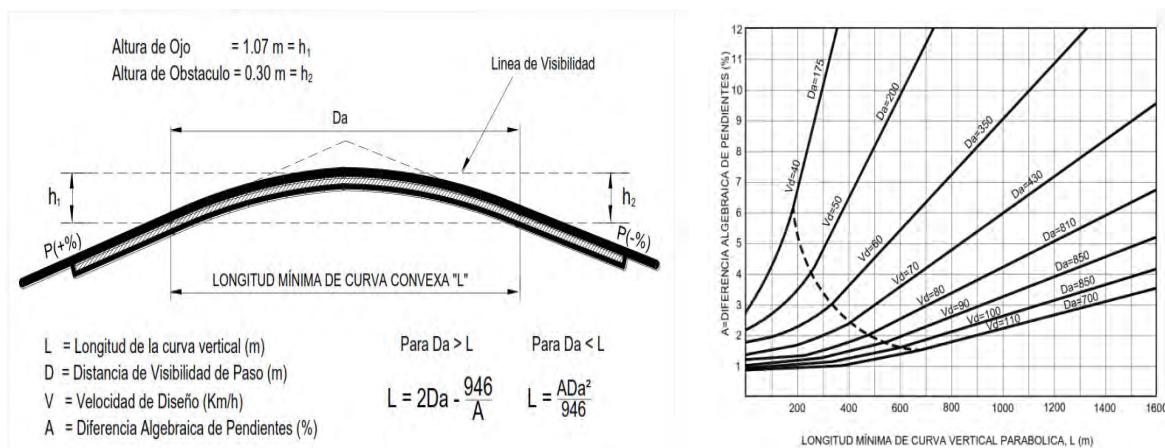


Figura 4-8: Curva convexa-longitud mínima de visibilidad de paso.

Valores de k para carreteras de tercera clase según DG-2018.

Tabla 4-17: Valores del índice K para el cálculo de longitudes de curva vertical convexa en carreteras de tercera clase

Velocidad de diseño km/h	Longitud controlada por visibilidad de parada		Longitud controlada por visibilidad de paso	
	Distancia de visibilidad de parada	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de paso	Índice de curvatura K
20	20	0.6		
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

Fuente: DG-2018-303.02.

Valor de K: es un valor que se ingresa para crear curvas verticales y su valor está dado por la siguiente ecuación:

$$K = \frac{L_v}{A} = \frac{\text{longitud de curva vertical}}{|m_2 - m_1|}$$

Ejemplo aplicativo en la curva vertical progresiva km 02+210:**Datos**

$$A = |m1 - m2| = |2.39 - 0.88|$$

$$m1 = +2.39\%$$

$$m2 = +0.88\%$$

$$A = 1.51\%$$

Como $A > 1.51\%$ (es necesario trazar curva vertical en este caso convexa)

Aplicamos la siguiente ecuación:

$$Lv = \frac{ADs^2}{946}$$

Calculamos la distancia de visibilidad de paso (Ds)

Para $Vd = 30$ km/h, según la **tabla 4-17** se tiene $Ds = 200$

Entonces

$$Lv = \frac{1.51 * 200^2}{946}$$

$$Lv = \frac{60400}{946} = 63.85m \text{ (Lv mínimo)}$$

Como criterio de diseño y comodidad a la topografía del terreno se optó por $Lv = 64$ m.

$$k = \frac{64}{1.51} = 42.38$$

Para el diseño se empleó un valor **$K = 87.64$** , como se muestra en el plano de perfil del proyecto así dándole seguridad en la visibilidad.

Diseño de curvas cóncavas

Se considera la visibilidad de parada nocturna sobre un obstáculo fijo que debe quedar dentro de la zona iluminada por los faros del vehículo como longitud mínima.

Se calcula con la siguiente relación:

Para $Lv > Dp$, se tiene

$$Lv = \frac{ADp^2}{(120 + 3.5Dp)}$$

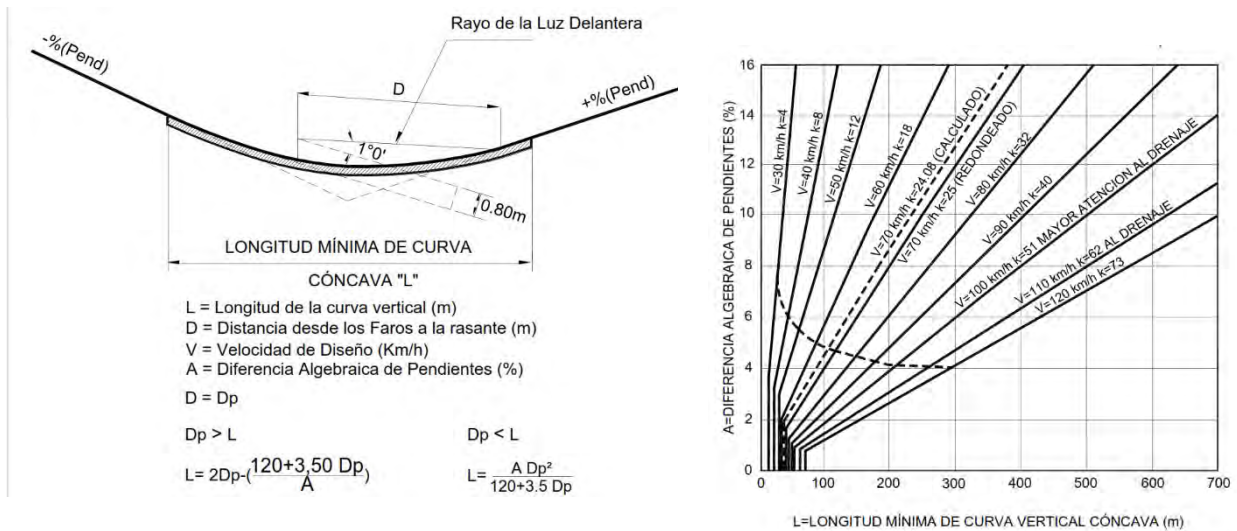


Figura 4-9: Curva Cóncava-Longitud Mínima.

Valores de k para carreteras de tercera clase según DG-2018.

Tabla 4-18: Valores del índice K para el cálculo de longitudes de curva vertical cóncava en carreteras de tercera clase

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad de parada (m)	Índice de curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

Fuente: DG-2018-303.03.

Para el cálculo de las cotas rasantes de las curvas verticales simétricas, se tiene:

$$m = \frac{Lv * A}{800} \quad y = \frac{x^2 * A}{200Lv}$$

Donde:

m= corrección en el vértice.

A= diferencia algebraica de pendientes.

Lv= longitud de curva vertical (cóncava o convexa).

y = corrección en cualquier punto de la parábola.

x = distancia a la que se corrige "y".

4.1.14. PENDIENTE.

Las pendientes aseguran en todo punto de la calzada el drenaje adecuado de las aguas superficiales en la vía.

Pendiente mínima.

Se tiene como pendiente mínima de 0.5% para darle un drenaje adecuado.

Pendiente máxima.

Se tiene como pendiente máximo 6.63%, cumple con los parámetros asignados por el DG-2018.

4.1.15. TALUDES

Es la inclinación de diseño dada al terreno lateral de la vía, se presenta en zonas de corte y en Rellenos, su diseño depende del estudio geológico con el fin de estabilizar.

I. TALUDES DE CORTE

Tabla 4-19: Valores Referenciales para taludes en corte(H:V)

Clasificación de Materiales de corte		Roca Fija	Roca Suelta	Material Suelto		
				Suelos Gravosos	Suelos Limoarcillosos o Arcilla	Suelos Arenosos
ALTURA	Menor de 5.00 m	1 : 10	1:6 – 1:4	1:1 – 1:3	1 : 1	2 : 1
DE	5.00 – 10.00 m	1 : 10	1:4 – 1:2	1 : 1	1 : 1	*
CORTE	Mayor de 10.00 m	1 : 8	1 : 2	*	*	*

Fuente: DG-2018-304.10

(*) Requerimiento de Banquetas y/o Análisis de Estabilidad.

Nota: Según Manual Diseño Carreteras Pavimentadas de BVT, para todas las alturas de corte >5m se requiere

II. TALUDES DE RELLENO

Tabla 4-20: Taludes de Referencia en Zonas de relleno -Terraplenes.

Materiales.	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	<5	10 - 5	>10
Gravas, Limo arenoso y arcilla	1:1,5	1 : 1,75	1 : 2
Arena	1 : 2	1 : 2,25	1 : 2,5
Enrocado.	1 : 1	1 :1,25	1 : 1,5

Fuente: DG-2018-304.11

4.1.16. CÁLCULO DE AREAS Y VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO

CÁLCULO DE ÁREAS DE CORTE Y RELLENO.

Para el cálculo de áreas se utilizan los siguientes métodos:

- Figuras geométricas, es la descomposición del área irregular en figuras regulares, estas áreas se determinan con fórmulas básicas de geometría.

- Coordenadas, se extrae la data de coordenadas de los vértices de la sección transversal para luego calcularlas mediante matrices.

Es importante indicar que para la elaboración de los planos (planta, perfil y secciones), se emplearon el Software AUTO CAD CIVIL 3D.

CÁLCULO DE VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO

Se determina mediante las siguientes formulas:

- Cuando las estacas sucesivas se encuentran en corte o en relleno:

$$V_c = (A_{c1} + A_{c2}) * D / 2$$

$$V_r = (A_{r1} + A_{r2}) * D / 2$$

- Cuando la estaca sucesiva de una sección está en corte y la otra no, o si existe área de relleno en una y en la otra no:

$$V_c = A_{c1} * D / 4$$

$$V_r = A_{r2} * D / 4$$

Donde:

V_c = Volumen de corte.

V_r = Volumen de relleno.

A_c = Área de corte.

A_r = Área de relleno.

D = Distancia entre estacas.

En el cuadro de metrados se detalla los volúmenes en roca suelta, roca fija y material suelta(anexo).

4.1.17. CONCLUSIONES

Tabla 4-20-a: características del proyecto-diseño geométrico.

CARACTERISTICAS	VALORES
Clase de via	Tercera clase
Velocidad de directriz	30 km/h
Radio minimo admisible	30 m
Radio minimo absoluto	28.34 m <> 30m
Longitud Tangente minima en curva S	42 m
Longitud Tangente minima en curva compuesta	84 m
Distancia de visibilidad de adelantamiento	110m
Bombeo	2.50%
Derecho de via	16m
Peralte maximo	8%
Bermas	0.5 m
Anchos de calzada en tangentes	7 m
Anchos de calzada en Curvas	Variables
Pendiente minima	0.50%
Pendiente maximo	6.63%
Talud en corte terreno natural	1-.2
Talud en corte roca suelta	1-.3
Talud en corte roca fija	1.-10
Talud de relleno enrocado	1-.1

4.2. DISEÑO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA

4.2.1. GENERALIDADES

Se le conoce como pavimento a un elemento horizontal apoyado en toda su superficie, diseñado y construido para soportar cargas estáticas y dinámicas en un periodo de tiempo. Esta constituidos por capas que cumplen distintas funciones y estas cumplen con distintos controles de calidad, están diseñadas para soportar la transitabilidad óptima de la vía.

4.2.2. OBJETIVOS

Determinar los espesores de la estructura del pavimento, para proporcionar resistencia a las cargas producidas por el tráfico.

4.2.3. COMPONENTES ESTRUCTURALES

Los componentes de un pavimento flexible

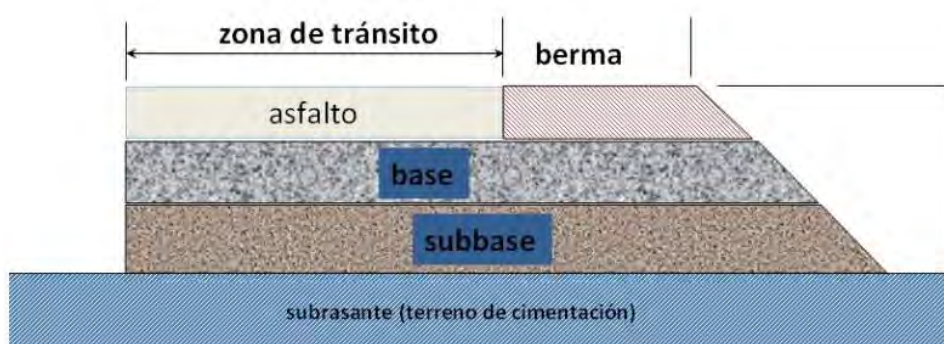


Figura 4-10: Componentes estructurales de un pavimento flexible.

Fuente: Elaboración propia.

Terreno de fundación

Es un material "INSITU" que sirve al pavimento de fundación después de haber preparado los cortes en la plataforma de la vía, tiene la función de soportar toda la carga que se transmite a través de las capas estructurales del pavimento, Es la capa donde se debe estabilizar el suelo por los diferentes métodos.

Sub Rasante

Esta capa servirá como apoyo a las capas de la estructura del pavimento, tener en cuenta la sensibilidad del suelo a la humedad tanto en la resistencia como en los eventos de variación de volumen (expansión y contracción), los suelos expansibles pueden traer problemas de daños estructurales al pavimento.

Por lo cual se evita la humedad para que no exista variación de volumen.

Sub base

Es la capa estructural que se encuentra entre subrasante y la base, esta capa es compactada con un material granular seleccionada, determinada por los estudios geotécnicos de la cantera, así como también puede ser un suelo tratada con una mezclada conveniente.

La capa de sub-base además de ser un elemento de la estructura del pavimento tiene las siguientes funciones.

- Disipar los cambios de volumen, elasticidad y plasticidad.
- Descontaminante de suelos de grano fino del lecho del camino dentro de las capas de base.
- Controlar la ascensión capilar del agua, protegiéndose así el pavimento contra los cambios de volumen que se producen en épocas de helada, los cuales son causados por el congelamiento del agua capilar, fenómeno que se observa especialmente en suelos limosos donde la ascensión del agua es grande.

Base

Se constituye inmediatamente por encima de la capa de sub base y es compactada con un material granular graduada, tiene como función absorber los esfuerzos de carga transmitas por los vehículos y distribuir uniformemente a la sub base como también al terreno de fundación.

Los materiales en esta capa son más estrictos que en la capa de sub rasante como: resistencia, estabilidad, tipos de agregado y gradación.

Capa de rodadura

Su principal función será proteger la base impermeabilizando la superficie, para evitar así problemas de infiltración de agua de lluvias que podrían saturar total o parcialmente las capas inferiores y evitar el desgaste y desintegración de la base.

4.2.3.1. Análisis De Tráfico

El análisis de tráfico se realiza con el objetivo de controlar la sobrecarga de los vehículos.

Para el cálculo del tránsito, se emplea el método de los ejes equivalentes sencillos de 18,000 lb (8.2 ton) acumulados durante el período de diseño.

Factor direccional y factor camión

Tabla 4-21: Factores de Distribución y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño.

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: MTC-Suelos y pavimentos.

Tasa de crecimiento y proyección

$$T_n = T_0 (1 + r)^{n-1}$$

Donde:

T_n =transito proyectado al año "n" en veh/día.

T_0 =Transito Actual veh/día.

n =Número de años del periodo de diseño.

r =tasa anual de crecimiento. (normalmente se utiliza de 2% a 6% según MTC).

Ejes equivalentes-MTC

Tabla 4-22: Relación de cargas por eje para determinar Ejes equivalentes (EE) - Pav. Flexible.

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2 ton})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: MTC-suelos y pavimentos.

Con la siguiente relación obtenemos ejes equivalentes por cada tipo de vehículo según MTC¹⁶.

¹⁶ Manual de Carreteras; suelos, geología, geotecnia y pavimentos-sección suelos y pavimentos.

AJUSTE POR PRESIÓN DE INFLADO

Se debe considerar un Factor de Ajuste por presión de inflado del neumático, el cual se muestra en de la siguiente tabla:

Tabla 4-22-a: Factor de ajuste por presión de neumático(Fp) para ejes equivalentes(EE).

Espesor de Capa de Rodadura (mm)	Presión de Contacto del Neumático (PCN) en psi PCN = 0.90x[Presión de inflado del neumático] (psi)						
	80	90	100	110	120	130	140
50	1.00	1.36	1.80	2.31	2.91	3.59	4.37
60	1.00	1.33	1.72	2.18	2.69	3.27	3.92
70	1.00	1.30	1.65	2.05	2.49	2.99	3.53
80	1.00	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.20
90	1.00	1.25	1.53	1.84	2.17	2.52	2.91
100	1.00	1.23	1.48	1.75	2.04	2.35	2.68
110	1.00	1.21	1.43	1.66	1.91	2.17	2.44
120	1.00	1.19	1.38	1.59	1.80	2.02	2.25
130	1.00	1.17	1.34	1.52	1.70	1.89	2.09
140	1.00	1.15	1.30	1.46	1.62	1.78	1.94
150	1.00	1.13	1.26	1.39	1.52	1.66	1.79
160	1.00	1.12	1.24	1.36	1.47	1.59	1.71
170	1.00	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61
180	1.00	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	1.53
190	1.00	1.08	1.16	1.24	1.31	1.39	1.46
200	1.00	1.08	1.15	1.22	1.28	1.35	1.41

Fuente: Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos Y Pavimentos.

En el proyecto el factor por presión de inflado de neumáticos optado es de $(1.00+1.30)/2=1.15$.

DETERMINACION DEL TRANSITO DE DISEÑO

Para el cálculo del tránsito de diseño se debe considerar el factor de distribución direccional y el factor de distribución por carril. Se determina mediante la siguiente fórmula:

$$EE_{\text{dia-carril}} = IMD_{P_i} \times Fd \times Fc \times Fvp_i \times Fp_i$$

Donde:

$EE_{\text{dia-carril}}$ = Número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2tn.

IMD_{P_i} = Índice medio diario según el tipo de vehículo pesado.

Fd = Factor direccional.

Fc = Factor carril de diseño.

Fvp = Factor vehículo pesado del tipo seleccionado(i) calculo según su composición de ejes.

Fp = Factor de presión de neumático.

r = Tasa anual de crecimiento. (normalmente se utiliza de 2% a 6% según MTC).

En el proyecto de tesis “**MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA CARRETERA VISCOCHONI-COLQUEPATA, DISTRITO COLQUEPATA, PROVINCIA PAUCARTAMBO, REGIÓN DEL CUSCO**” se obtuvo un EAL o número de repeticiones en un periodo de 20 años. $EE_{\text{dia-carril}} = 980898$ vehículos. (cálculos ver anexo-diseño estructura de pavimento).

4.2.3.2. Cálculo Del Espesor Del Pavimento

En el presente siglo se han desarrollado diferentes métodos de diseño basados desde consideraciones puramente teóricas, hasta métodos basados en pruebas a escala natural. Un método de diseño es mejor cuanto más complicado es, sin embargo, las vastas experiencias recopiladas han puesto en evidencia que las variables que intervienen en el comportamiento de un pavimento flexible son tantas y tan complejas que es casi imposible simular su comportamiento en condiciones reales.

El diseño estructural se puede realizar por diferentes métodos, para el presente proyecto se ha considerado un pavimento flexible constituido por una capa de base y una de sub base.

- Método del INSTITUTO DEL ASFALTO.
- Método de la AASHTO

Para el proyecto “**MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA CARRETERA VISCOCHONI-COLQUEPATA**” se optó por el método AASHTO.

4.2.3.2.1. METODO AASHTO

El diseño de pavimento, utilizando el método AASHTO, versión 1993, consiste en calcular el número estructural (SN) en función del módulo de resiliencia de la sub rasante (M_r), numero de ejes estándar anticipado(N), confiabilidad (R%), desviación estándar total (S_0), perdida de serviciabilidad (ΔPSI) e índices estructuras del pavimento.

$$\log_{10} W_{t18} = Z_R * S_0 + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

Donde:

Z_R = Desviación estándar normal.

W_{t18} =Trafico Equivalente a eje de referencia (EALs)

M_R =Es el valor efectivo del módulo de resiliencia de la base de la estructura de la carretera (sub. rasante)

S_0 = Error estándar combinado

P_t = Servisiabilidad al final.

P_0 = Servisiabilidad a la inicial.

SN = Número estructural del pavimento.

VARIABLES DE DISEÑO

A) Tránsito

1.- Periodo de Diseño. – es el tiempo transcurrido para la estructura de pavimento antes de la rehabilitación.

Para el diseño se debe elegir el periodo de diseño dentro de las condiciones de la vía, que son establecidos por AASHTO.

2.- Periodo de Análisis. - Es el periodo de tiempo que cualquier estrategia de diseño cumple. Esta puede ser similar a la elección del periodo de diseño, sin embargo, Las limitaciones de diseño pueden necesitar la consideración de la construcción de la vía. Tradicionalmente los pavimentos fueron diseñados y analizados para periodos de diseño de 20 años. Ahora se recomienda que las consideraciones deben ser dadas para periodos largos de diseño debido a que ellos deberían ser acompañados de alternativas para periodos largos de estrategias basadas en los costos de los ciclos de vida. La **TABLA 4-23**, contiene los lineamientos para duración de periodo de diseño.

Tabla 4-23: Lineamiento para duración de periodo de diseño.

Condiciones de la Vía	Periodos de Diseño (años)
Alto Volumen- urbano	30-50
Alto Volumen- Rural	20-50
Bajo Volumen-Pavimentado	15-25
Bajo Volumen- Superficies (Afirmado)	10. -20

Fuente: AASHTO después (1986)

B) Confiabilidad “r”

Se trata de llegar a cierto grado de certeza en el proceso de diseño, para asegurar que las diversas alternativas de la sección estructural que se obtengan, durarán como mínimo el período de diseño.

Tabla 4-24: Nivel de confiabilidad.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	75,000	150,000	65%
	T _{P1}	150,001	300,000	70%
	T _{P2}	300,001	500,000	75%
	T _{P3}	500,001	750,000	80%
	T _{P4}	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	95%
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	95%
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	95%
	T _{P15}	>30'000,000		95%

Fuente: MTC- Sección suelos y pavimentos.

En el proyecto se opto por **Z_r=0.80**, por ser camino de bajo volumen de tránsito.

Tabla 4-25: Desviación Estándar normal para varios niveles de confiabilidad.

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z _R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	75,000	150,000	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	-0.842
	T _{P4}	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	-1.282
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	-1.282
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	-1.282
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	-1.645
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	-1.645
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	-1.645
	T _{P15}	>30'000,000		-1.645

Fuente: Guía AASHTO93.

C) Desviación estándar global (S₀)

Este parámetro está enlazado directamente con la Confiabilidad (R), habiéndolo determinado, en este paso deberá seleccionarse un valor S₀ "Desviación Estándar Global", representativo de condiciones locales particulares, que Considera posibles variaciones en el comportamiento del pavimento y en la predicción del tránsito.

Valores de “So” de la desviación estándar total, debido al tránsito de 0.35 y 0.45 para pavimentos rígidos y flexibles respectivamente.

Consideramos para el diseño 0.45.

D) Serviciabilidad inicial(P_0) y final (p_f)

Es la capacidad de servir al tipo de tráfico que se usa en la vía (Ligero o pesado). La medida de la serviciabilidad presente (PSI). Que varía entre 0 (en carreteras intransitables) y 5 (en carreteras transitables).

Para el proyecto “MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA CARRETERA VISCOCHONI-COLQUEPATA” se optó **Serviciabilidad inicial(p_0) =3.8**, según el **Tabla 4-26**.

Tabla 4-26: Índice de Serviciabilidad Inicial(P_0)

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (PI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	75,00	150,000	3.80
	T _{P1}	150,001	300,000	3.80
	T _{P2}	300,001	500,000	3.80
	T _{P3}	500,001	750,000	3.80
	T _{P4}	750 001	1,000,000	3.80
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	4.00
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	4.00
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	4.00
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	4.00
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	4.00
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	4.00
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	4.00
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	4.20
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	4.20
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	4.20
	T _{P15}		>30'000,000	4.20

Fuente: MTC-Sección suelos y pavimentos.

En el proyecto de MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA CARRETERA VISCOCHONI-COLQUEPATA se optó **Serviciabilidad final(p_f) =2** por ser pavimento de bajo volumen de tránsito, según el **TABLA 4-27**.

Según (ING.CORREDOR)¹⁷ normalmente el valor de Δp nunca sea menor de 1.8 , aun cuando las características de tráfico sean pequeñas, de ser el caso se le disminuye el periodo de diseño.

¹⁷ Diseño de Pavimentos I. Maestría en vías terrestres. UNI. Corredor M. Gustavo. Lima.

Tabla 4-27: Índice de Serviciabilidad Final (Pt).

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	75,000	150,000	2.00
	T _{P1}	150,001	300,000	2.00
	T _{P2}	300,001	500,000	2.00
	T _{P3}	500,001	750,000	2.00
	T _{P4}	750,001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	2.50
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	2.50
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	2.50
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	2.50
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	2.50
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	2.50
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	2.50
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	3.00
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	3.00
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	3.00
	T _{P15}		>30'000,000	3.00

Fuente: MTC-Sección suelos y pavimentos.

Por consiguiente $\Delta PSI = P_0 - P_f = 3.8 - 2 = 1.8$, Cumple con la recomendación del Ing. Corredor.

E) Módulo de resiliencia efectivo de la Sub-rasante (Mr.)

Se obtiene directamente a través de los ensayos de CBR utilizando la siguiente expresión:

Según la guía AASHTO.

$$Mr = 1500 * CBR \quad lb / p\lg^2$$

$$Mr = 10.3 * CBR \quad Mpa$$

Para materiales de sub-Rasante con CBR igual o menor 7.2%.

$$Mr = 3000 * (CBR)^{0.65} \quad lb / p\lg^2$$

Para materiales de sub-Rasante con CBR mayor 7.2% pero menor o igual a 20%

$$Mr = 4326 * \ln(CBR) + 241 \quad lb / p\lg^2$$

Para materiales de sub-Rasante con CBR mayor 20%

Según MTC-para carreteras

$$Mr(psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$$

Cálculos de CBR.

Método De Las Diferencias Acumuladas - Recomendado en La Guía AASHTO 1993.

Tabla 4-28: Método de las Diferencias Acumuladas

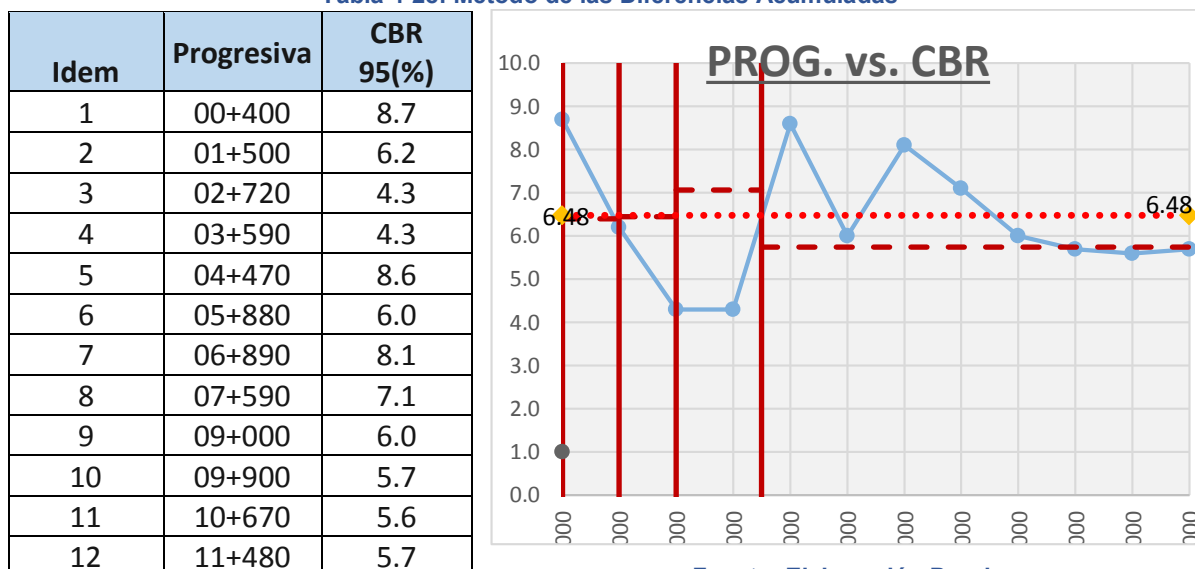


Tabla 4-28-a: Categorías de sub rasante.

Categorías de Sub rasante	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: MTC-Sección suelos y pavimentos.

Mediante el método mencionado obtenemos el CBR de diseño. **CBR_{diseño}=6.48%**.

F) Número estructural requerido (SN)

Representa el espesor total del pavimento a colocar y ser transformado al espesor efectivo de cada una de las capas de la estructura. Para obtener el número estructural en este proyecto se utilizó el **software ASSTHO-93**.

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

Donde:

a_1, a_2, a_3 =coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase respectivamente.

d_1, d_2, d_3 =espesores de las capas: superficial, base y subbase respectivamente. (cm).

m_2, m_3 =coeficientes de drenaje para las capas de base y sub base, respectivamente.

Figura 4-11: Ecuación AASHTO-93.

Esta ecuación resuelve la interpretación manual que propone el AASHTO.

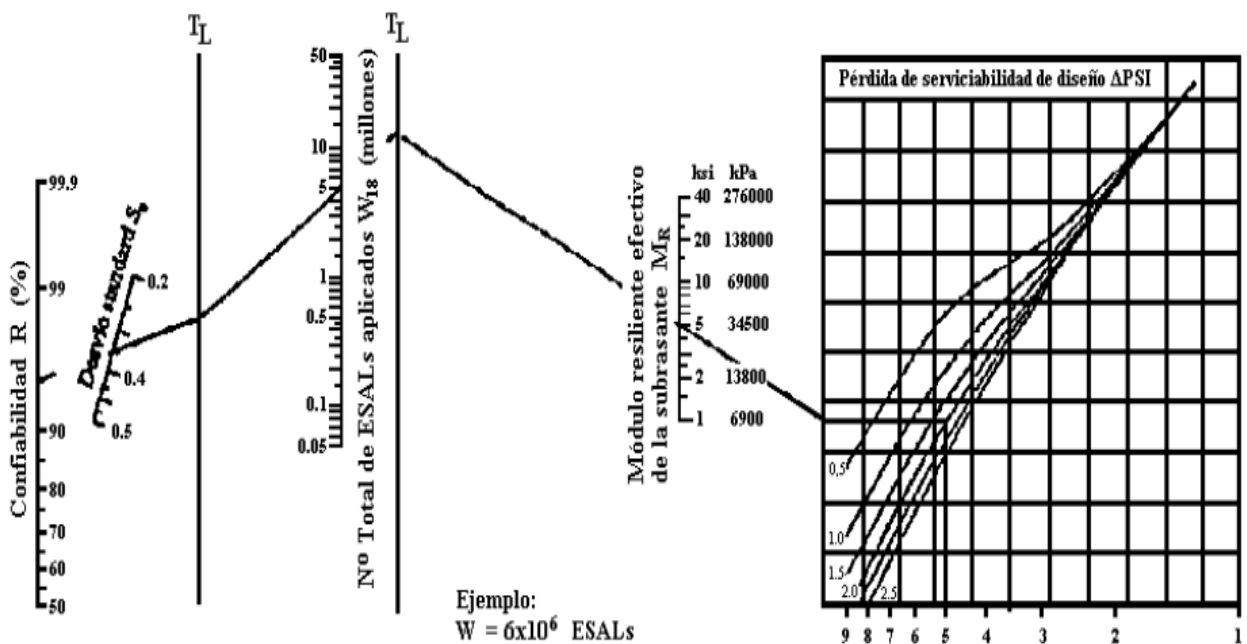


Figura 4-12: Grafica para obtener número estructural

Coeficientes estructurales.

Según MTC¹⁸ Se tiene los siguientes valores

Tabla 4-29: Valores de coeficientes según MTC.

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_i (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2.965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	a_1	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico. Este ES un valor Maximo y de utilizarse como tal, El expediente de ingeniería debe ser explicito en cuanto a pautas de cumplimiento obligatorio como realizar : - Un control de calidad riguroso - Indicar un valor de Estabilidad Marshall, superior a 1000 kf-f - Alertar sobre la susceptibilidad al fisuramiento térmico y por fatiga (AASHTO 1993)
Carpeta Asfáltica en Frio, mezcla asfáltica con emulsión.	a_1	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Micropavimento 25 mm	a_1	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	a_1	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm.	a_1	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) no se considerapor no tener aporte estructural			
BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $\leq 10'000,000$ EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $> 10'000,000$ EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a_{2a}	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a_{2b}	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a_{2c}	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
SUBBASE			
Subbase Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a_3	0.047 / cm	Capa de Subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de Tráfico

Fuente: Manual de Carreteras. Suelos y Pavimentos

Por otro lado, con el método de AASTHO utilizar los coeficientes de MTC se sigue los siguientes pasos.

Coeficiente de Capa de rodadura o concreto asfáltico

El coeficiente de capa "a1", está en función al módulo de resiliencia del concreto asfáltico ($M_r=430000$ psi) según la **Tabla 4-29**.

¹⁸ Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección suelos y pavimentos-MTC.2014

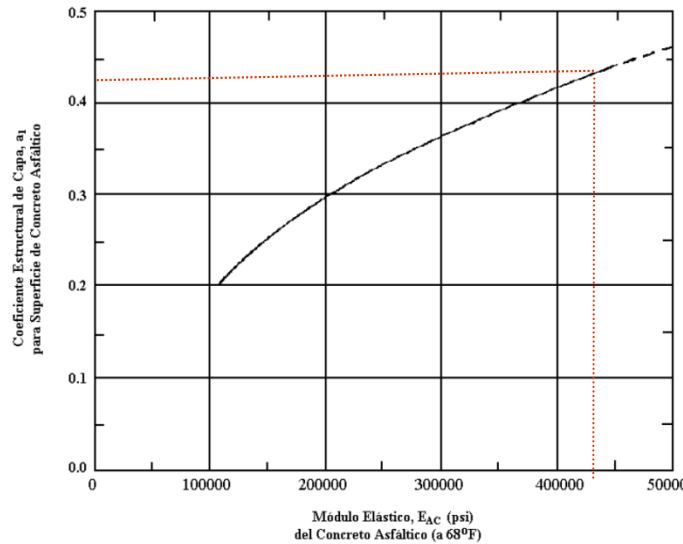


Figura 4-13: Valores de coeficientes estructurales para mezclas de concreto asfáltico a partir del módulo de elasticidad.

Usada en la gráfica anterior se tiene **0.43**, el cual corresponde a un módulo de Resiliencia de 430,000 psi.

Bases no tratadas ni estabilizadas. - La siguiente ecuación puede ser usada para estimar “a₂”, en función al módulo de Resiliencia de la sub base (**M_{R2}**).

$$a_2 = 0.249 \times (\log M_{R2}) - 0.977$$

También se aprecia en la siguiente figura.

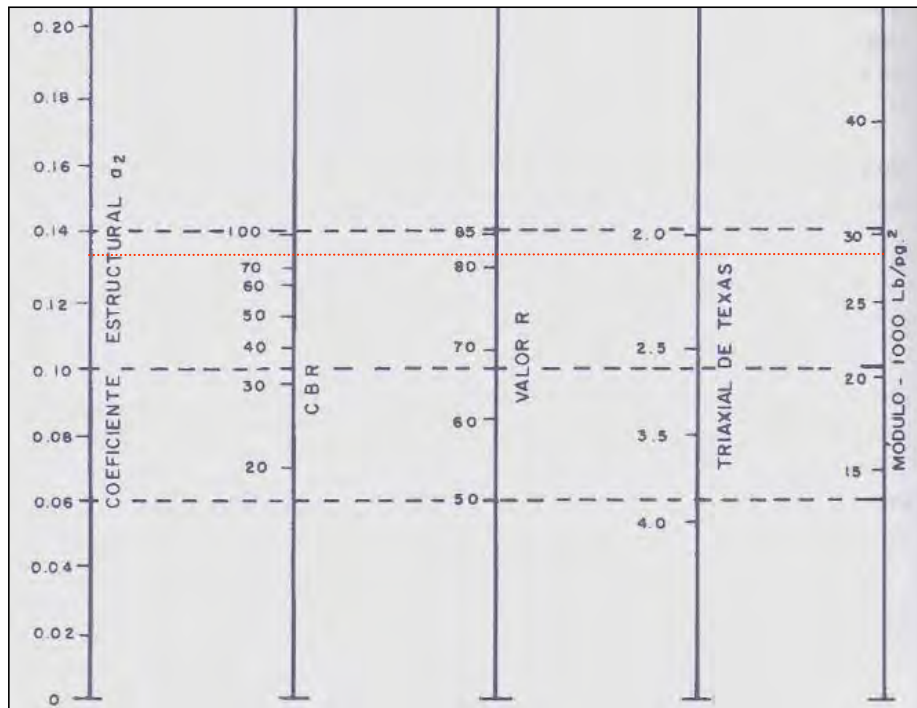


Figura 4-14: Valores de coeficientes estructurales para Bases granulares no tratadas.

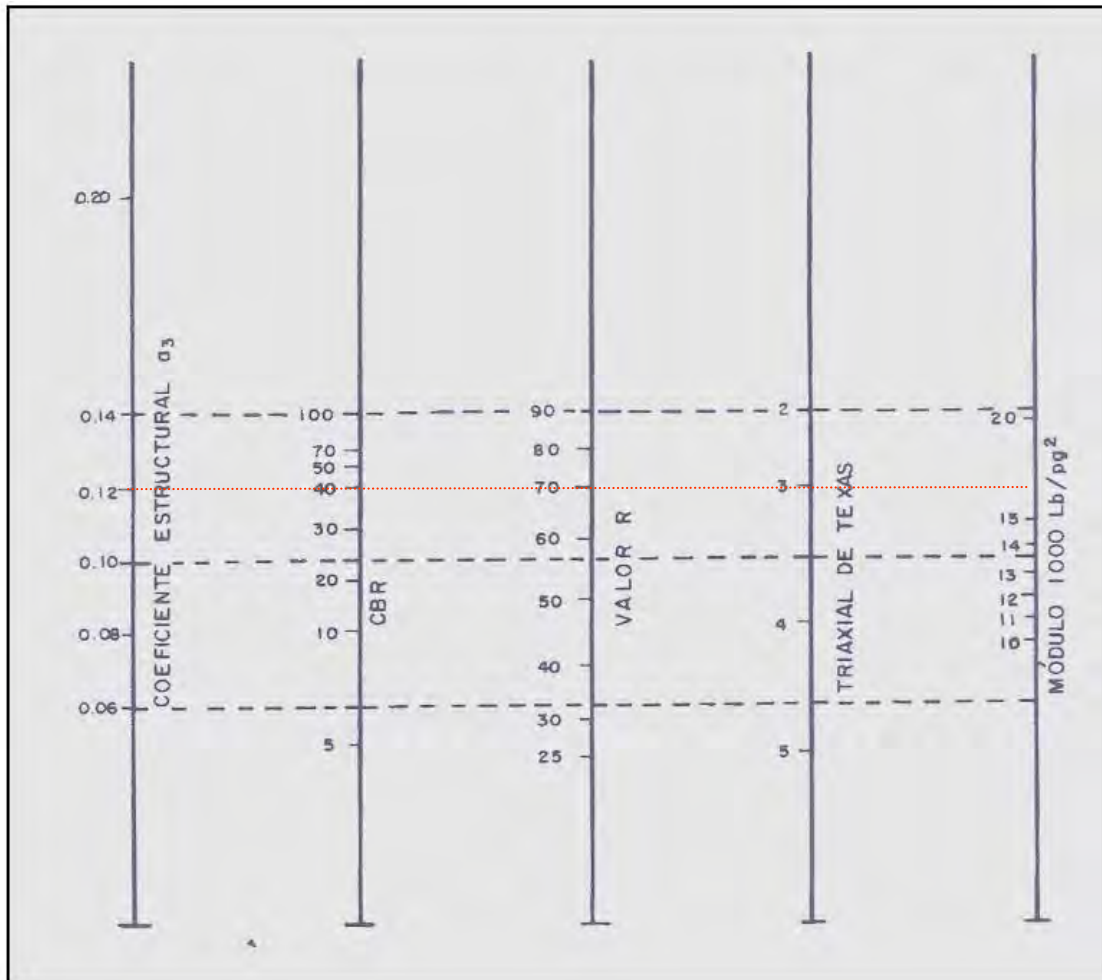
Fuente: Guía de diseño de estructuras de pavimento AASHTO-1993.

Se obtiene un **a₂ = 0.13**

Sub bases Granulares no tratadas. - La siguiente ecuación puede ser usada para estimar “ a_3 ”, en función al módulo de Resiliencia de la sub rasante (M_{R3}).

$$a_3 = 0.227 \times (\log M_{R3}) - 0.839$$

También se aprecia en la siguiente figura.



se

Figura 4-15: Valores de coeficientes estructurales para Sub Bases granulares no tratadas.

Fuente: Guía de diseño de estructuras de pavimento AASHTO-1993.

Se obtiene un $a_3=0.12$

Coefficiente de Drenaje.

En la **TABLA 4-31** se muestra los coeficientes de drenaje recomendados para la estructura del pavimento.

Tabla 4-30: Calidad de drenaje en función del tiempo.

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Fuente: Guía de diseño de estructuras de pavimento AASHTO-1993.

Tabla 4-31: Valores recomendados de coeficientes de drenaje "m" para BASE y SUB BASE.

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	MENOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAYOR QUE 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: Guía de diseño de estructuras de pavimento AASHTO-1993.

COEFICIENTES ESTRUCTURALES Y DE DRENAJE DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Los Coeficientes Estructurales que se utilizaron en cada capa son los siguientes:

- Concreto asfáltico - $a_1 (1/cm) = 0.170 / a_1(1/pul) = 0.43$
- Base Granular - $a_2 (1/cm) = 0.052 / a_2 (1/pul) = 0.13$.
- Sub-Base Granular - $a_3 (1/cm) = 0.047 / a_3 (1/pul) = 0.12$.

Los Coeficientes de Drenaje que se utilizaron en cada capa son los siguientes:

- Base Granular - $m_2 = 1.20$
- Sub-Base Granular - $m_3 = 1.00$

G) Selección de los espesores de las capas

Espesores Mínimos. - En la **tabla 4-32**, se muestra los espesores mínimos de la estructura del pavimento en función del EAL.

**Tabla 4-32: Espesores mínimos, en función a los ejes equivalentes (Pulgadas)
T.S.=Tratamiento superficial.**

Tránsito (ESAL's) En Ejes Equivalentes	Carpetas De Concreto Asfáltico	Bases Granulares
Menos de 50,000	1,0 ó T.S.	4,0
50,001 – 150,000	2,0	4,0
150,001 – 500,000	2,5	4,0
500,001 – 2'000,000	3,0	6,0
2'000,001 – 7'000,000	3,5	6,0
Mayor de 7'000,000	4,0	6,0

Fuente: Guía de diseño de estructuras de pavimento AASHTO-1993.

El espesor mínimo para el proceso constructivo en las capas superficiales con carpeta asfáltica en caliente es de 4cm y el espesor minino constructivo de las capas granulares (Base y Subbase) es de 15cm¹⁹.

Tabla 4-33: Resumen de valores para el diseño adoptados.

DATOS	VALORES	DATOS	VALORES
ESAAL	980898		
R	80	a1	0.43
S0	0.45	a2	0.13
Pi	3.8	a3	0.12
Pf	2	m2	1.2
CBR	6.48	m3	1

Procesado en hoja Excel (ver anexo-pavimentos.)

Procedimiento General

Para determinar los espesores de pavimento se inicia de la carpeta de rodadura en forma decreciente, como se muestra en la **Figura 4-16** se describe a continuación:

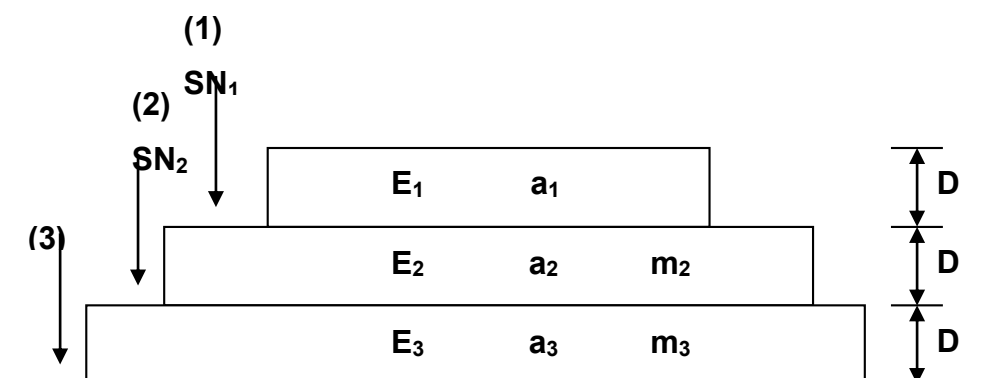


Figura 4-16: Capas estructurales aplicando los coeficientes

Selección de Espesores

¹⁹ Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección suelos y pavimentos-MTC.2014.

- Usando M_{R1} , de la **Figura 4-14.**, el valor estructural SN_1 , que se requiere para proteger la base y hallar el espesor de la capa 1.

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

- Usando M_{R2} la **Figura 4-15**, valor estructural SN_2 , que se requiere para proteger la sub base y hallar el espesor de la capa 2.

$$D_2 \geq \frac{SN_2 - a_1 \times D_1}{a_2 \times m_2}$$

- Basado en el módulo de resiliencia de la sub rasante de la carretera (M_R), de la figura determinamos el valor SN_3 , requerido y se determina el espesor de la capa 3 mediante.

$$D_3 \geq \frac{SN_3 - a_1 \times D_1 - a_2 \times D_2 \times m_2}{a_3 \times m_3}$$

Espesores finales.

ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1(cm) Carpeta Asfáltica	D2(cm) Base	D3(cm) SubBase
1	3.05	3.36	7	20	20
2	3.05	3.02	5	20	20

La alternativa 1 cumple con la demanda de ejes equivalentes en un periodo de 20 años.

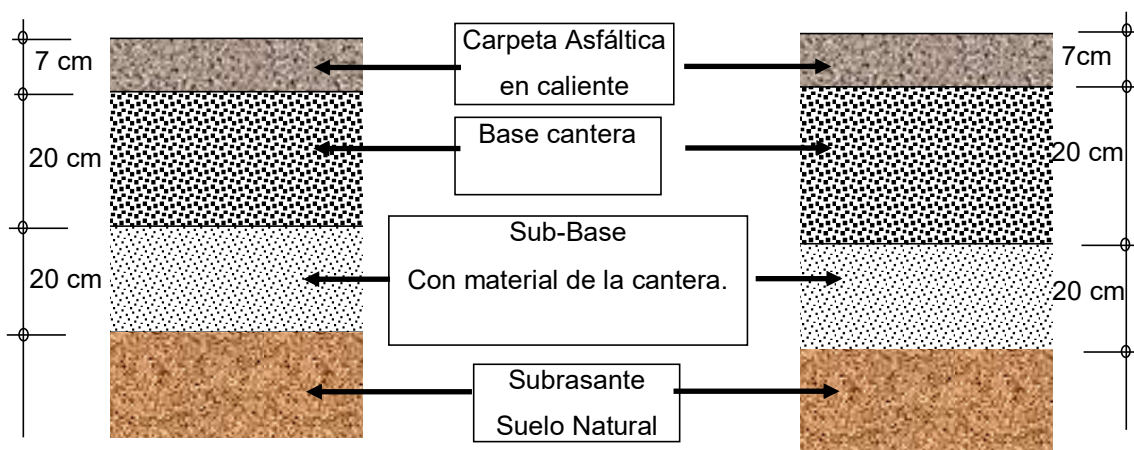


Figura 4-17: Estructura del pavimento flexible dimensionado

Para que el diseño este correcto el ESALS DE DISEÑO calculado por el Monograma del AASHTO debe ser mayor al ESALS del estudio de tráfico.

4.3. DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS

4.3.1. GENERALIDADES

Perú es uno de los pocos países que tiene carreteras pavimentadas en zonas de altura (por encima de los 3,000 msnm), las cuales están asociadas a factores hidrometeorológicos muy específicos: alto gradiente térmico, intensa radiación solar, etc.

4.3.2. MEZCLA ASFALTICA

Una mezcla asfáltica es la combinación de agregados minerales con aglutinantes asfálticos.

Pueden producirse mezclas asfálticas para pavimentación con una amplia variedad de combinaciones de áridos. El material pétreo está compuesto por:

- Agregado Grueso (retenido en el tamiz N° 4)
- Agregado Fino (pasa por el tamiz N°4)
- Polvo Mineral (FILLER, pasa por el tamiz N° 200)

El objetivo de un adecuado diseño de mezcla es que se logre obtener las siguientes propiedades.

- Estabilidad.
- Durabilidad
- Impermeabilidad
- Trabajabilidad.
- Flexibilidad.
- Resistencia a la fatiga.
- Resistencia al Deslizamiento.

4.3.2.1. ASFALTO EN CALIENTE

Se elaboran en plantas estacionarias, donde los agregados y el cemento asfáltico son debidamente seleccionados tanto en calidad y cantidad de acuerdo al diseño se mezclan en una planta de asfalto, y así son transportadas al lugar y tendido por medio de máquinas esparcidoras, para luego ser compactadas.

Para el presente proyecto consideraremos el diseño de la mezcla asfáltica en caliente, la planta que produce asfaltos se ubica en el distrito de Caicay, dicha planta es propiedad del Gobierno Regional de Cusco.

MÉTODO MARSHALL

El propósito, es determinar el contenido óptimo de asfalto para una combinación específica de agregados.

Este método también proporciona propiedades de la mezcla y establece densidades y óptimas condiciones de contenido de vacíos que deben de ser cumplidos durante la construcción del pavimento.

Consiste en moldear muestras de 2 ½" de altura por 4" de diámetro, preparadas para diferentes contenidos asfálticos y bajo ciertas condiciones de temperatura, mezcla y compactación, las cuales son ensayadas en el aparato Marshall, los dos parámetros obtenidos con el ensayo son la estabilidad de flujo plástico y deformación. La estabilidad es la máxima carga en libras que puede resistir el espécimen de ensayo a 60°C. El flujo plástico que ocurre durante la carga se expresa en 1/100 pulgadas.

Para efectuar el diseño de una mezcla asfáltica en caliente, se deberá verificar en primer término, que los materiales a utilizar cumplan con las especificaciones respectivas. Para ello se deberá seleccionar el grado de cemento asfáltico.

DISEÑO

- Muestreo de agregados (agregado grueso, arena natural, arena chancada), y ensayos de laboratorio de agregados para el diseño de asfalto según Norma.
- Diseño de asfalto con diferentes porcentajes de asfalto (3 briquetas para cada % asfáltico) con los agregados aptos para el diseño.

1. AGREGADOS

Agregados Minerales Gruesos

Los agregados a utilizar en el diseño son de la cantera de QOSCO AYLLU ubicado en el distrito de San Salvador, dicho agregado(over) fueron procesados en la chancadora de planta de Asfalto del Gobierno Regional ubicado en el distrito de Caicay.

Durante la fase de producción de agregados, estos fueron sistemáticamente controlados mediante análisis de laboratorio y corregidos cuando fue necesario con el objetivo de minimizar y mantener la más baja dispersión por cada tamaño de tal modo que nos permita lograr como producto final, una mezcla asfáltica de características óptimas de calidad.

Los ensayos realizados a los agregados grueso son:

- Durabilidad (al sulfato de magnesio) MTC E 209

- Abrasion los Angeles. MTC E 207
- Particulas chatas (1). MTC E 221
- Particulas alargadas (1). MTC E 221
- Particulas con un cara fracturada. MTC E 210
- Particulas con dos caras fracturadas. MTC E 210
- Sales solubles total. MTC E 219
- Absorcion. MTC E 206

Tabla 4-34: Requerimiento para los agregados-resumen ensayo.

ENSAYOS	NORMA	REQUERIMIENTO	RESULTADOS DE ENSAYO	OBSERVACIONES
		Altitud > 3000 m.s.n.m.		
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	3.26 %	Cumple
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	35% máx.	19.50 %	Cumple
Particulas chatas (1)	MTC E 221	10% máx.	1.95 %	Cumple
Particulas alargadas (1)	MTC E 221	10% máx.	0.88 %	Cumple
Particulas con una cara fracturada	MTC E 210	90% mín.	98.20 %	Cumple
Particulas con dos caras fracturadas	MTC E 210	70% mín.	77.30 %	Cumple
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.10%	Cumple
Absorción	MTC E 206	1 % máx.	1.02 %	Cumple (2)

(1) La relación a emplearse para la determinación es: 3/1 (espesor / longitud)

(2) Según el Manual de carreteras sección 423, tabla 423.01 menciona que se aceptaran porcentajes mayores de absorción en el agregado grueso solo si se aseguran las propiedades de durabilidad de la mezcla asfáltica el cual cumple con los ensayos de abrasión y durabilidad al sulfato de magnesio.



Fotografía 4-1: Agregados grueso y fino seleccionados.
Granulometría para durabilidad de arena natural y piedra chancada.

Resultados Obtenidos:

- Con 01 cara fracturada: 98.20 % Cumple.
- Con 02 caras fracturadas: 77.30 % Cumple.

Agregados Minerales Finos

Como mencionamos líneas arriba, este producto también proviene de la mezcla de materiales de cantera y la arena triturada producida en la planta Chancadora de Caicay el cual es el Producto de trituración de over.

Los ensayos realizados a los agregados finos son:

- Equivalente de Arena MTC E 209
- Angularidad del agregado fino MTC E 222 (arena chancada 1/4")
- Índices de Plasticidad (malla °40) MTC E 111
- Índices de Durabilidad MTC E 214
- Índice de Plasticidad (malla N°200) MTC E 111
- Sales Solubles Totales MTC E 219
- Absorción MTC E 205.

Tabla 4-35: Requerimiento para los agregados finos-resumen ensayo.

ENSAYOS	NORMA	REQUERIMIENTO	RESULTADOS DE ENSAYO	
		Altitud > 3000 m.s.n.m.	ARENA NATURAL QOSQO AYLLU	ARENA CHANCADA QOSQO AYLLU
Equivalente de Arena	MTC E 114	70% mín.	76.11 %	78.72 %
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	40 mín.	-	45.83 %
Índice de Plasticidad (malla °40)	MTC E 111	NP	NP	NP
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35 mín.	66.70 %	81.8 %
Índice de Plasticidad (malla N°200)	MTC E 111	NP	NP	NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.26 %	0.30 %
Absorción (1)	MTC E 205	0.5 % máx.	0.90%	1.00 %

(1) Según el Manual de carreteras sección 423, tabla 423.01 menciona que se aceptaran porcentajes mayores de absorción en el agregado fino solo si se aseguran las propiedades de durabilidad de la mezcla asfáltica el cual cumple con los ensayos de durabilidad al sulfato de magnesio.

Resultados Obtenidos:

- Equivalente de arena : 76.11-78.72 % Cumple.
- Angularidad : 45.83 % Cumple.



Fotografía 4-2 y 4-3: Angularidad y Caras chatas –largas.
Se muestra el proceso de angularidad de arena chancada y selección de caras chatas-largas.
Fuente: Elaboración propia.

Gradación de la mezcla asfáltica

El diseño granulométrico indica la aplicación de las siguientes proporciones:

- Grava triturada T.M.A. 5/8" = 37 %
- Arena triturada T.M.A. 1/4" = 36 %
- Agregado Natural T.M.A. 1/4" = 27%
- Adhesol 3000 = 0.3 %

Tabla 4-36: Porcentaje que pasa-Granulometría.

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA			
	MAC -1	MAC-2	DISEÑO REALIZADO	MAC-3
25,0 mm (1")	100	-		-
19,0 mm (3/4")	80-100	100	100	-
12,5 mm (1/2")	67-85	80-100	93.80	-
9,5 mm (3/8")	60-77	70-88	83.10	100
4,75 mm (N° 4)	43-54	51-68	61.20	65-87
2,00 mm (N° 10)	29-45	38-52	41.30	43-61
425 mm (N° 40)	14-25	17-28	18.10	16-29
180 mm (N° 80)	8-17	8-17	10.60	9-19
75 mm (N° 200)	4-8	4-8	6.40	5-10

Fuente: Especificaciones técnicas generales para construcción(EG-2013),(tabla 423-04)

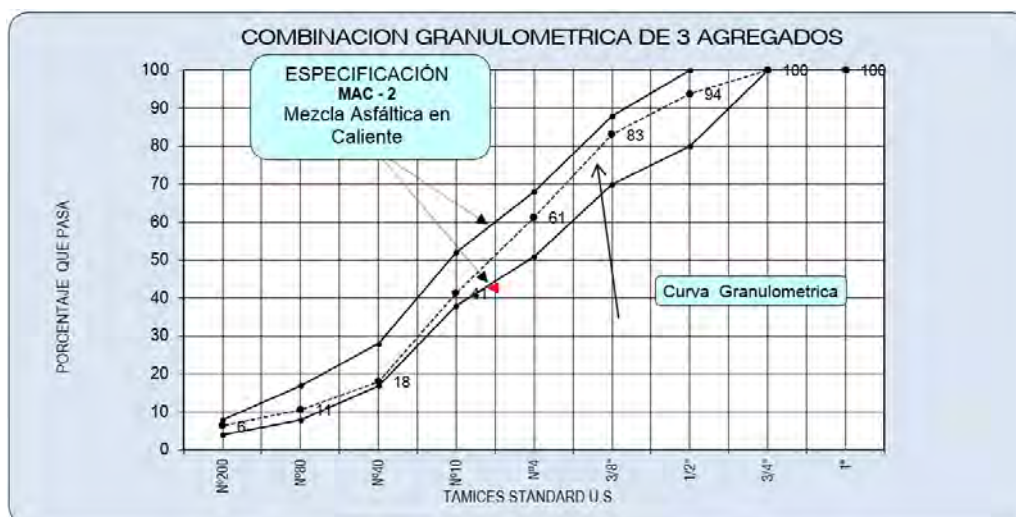


Figura 4-17-a: Granulometría MAC-2.

Los resultados obtenidos indican el pleno cumplimiento de lo solicitado en las Especificaciones Técnicas para MAC-2.

2. DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

Por la importancia que reviste geográficamente la ubicación de la obra, teniendo en cuenta las condiciones excepcionales de clima y lo que significa la altitud sobre el nivel del mar, se ha tenido en consideración los siguientes criterios técnicos para el desarrollo del diseño de Mezcla Asfáltica que se aplicará en el presente proyecto.

La obra se encuentra altitudes que varían entre 3,500 a 3850 msnm, los principales factores que afectan el desempeño de las mezclas asfálticas son:

A) TEMPERATURA

Factor importante ya que en rangos inferiores provocan rigidez, aún mayor cuando el asfalto experimenta cambios térmicos, lo cual hace que la mezcla se torne quebradiza.

B) GRADIENTE TERMICO

Que es la diferencia entre la temperatura más baja en un determinado intervalo de tiempo, su acción es más destructiva cuanto mayor sea su magnitud y menor sea el lapso en que se produce el gradiente térmico, éste hecho produce cambios volumétricos y esfuerzos traccionantes que superan la posibilidad de resistencia del material provocando luego fisuramientos.

C) RADIACION SOLAR

Se magnifica en alturas superiores a 3,500 m.s.n.m. los rayos ultravioletas elevan la evaporación de los aceites bituminosos, determinando la oxidación y el envejecimiento de las estructuras asfálticas. La oxidación es un fenómeno que rigidiza al asfalto, haciéndolo susceptible al fisuramiento.

D) AGUA.

El agua en general contribuye a la oxidación del asfalto y su mayor efecto destructivo se manifiesta en forma combinada con las cargas de tráfico que ejercen presión con los neumáticos destruyendo gradualmente el pavimento, por lo que se hace imprescindible la determinación de los efectos negativos del agua en mezclas asfálticas.

E) ASFALTO

El asfalto, tiene sus limitaciones en zonas frías el mismo que se manifiesta en su reducida capacidad de resistencia a tracción. Los esfuerzos producidos por el alto gradiente térmico en un lapso de tiempo muy corto (-13 °C a + 45 °C).

3. CONSIDERACIONES

De los agregados en planta de trituración

- Verificación granulométrica y de calidad de los agregados gruesos y arena triturada de manera sistemática durante el proceso de trituración.
- Transporte y almacenamiento de los agregados debidamente protegidos hasta su aplicación en patio industrial de fabricación de Mezcla Asfáltica.

De los agregados en planta de asfalto

- Uniformización por granulometría y humedad de cada uno de los agregados en planta en volumen suficiente para cubrir el requerimiento del día inmediatamente antes de la fabricación de la mezcla asfáltica.
- Pre-secado del agregado fino cuando sea necesario.
- Verificación de los agregados en faja antes de iniciar la producción diaria que deben cumplir las proporciones del diseño aprobado.
- Corrección de las humedades de los agregados para cada producción.

Del asfalto con polimeros

Antes de descargar el asfalto base ó virgen que llega a planta de asfalto, verificar sus características de calidad que partiendo del ensayo básico de penetración debe

cumplir con las características obtenidas por el proveedor que como en este caso, que corresponde a productos PETROPERU con el cemento asfáltico con polímeros.

Del diseño de mezcla asfáltica

• Verificación de la correcta aplicación del diseño aprobado como sigue:

- Cemento asfáltico BITUTEC 6.20 % +/- 0.30 %
- Agregado grueso triturado 5/8" 37 %
- Arena Triturada ¼" 36 %
- Arena Natural ¼" 27 %
- Adhesol 3000 0.3 %

Con las proporciones indicadas, se han ejecutado los ensayos mediante procedimiento **MARSHALL** el diseño de mezcla cuyos resultados son:

Donde se obtuvo la siguiente dosificación el cual se ubica dentro de los parámetros requeridos (MAC – 2).

AGREGADOS	PIEDRA DOSIFICADA	ARENA NATURAL	ARENA CHANCADA
PROPORCION	37.00%	27.00%	36.00%

Tabla 4-37: Parámetros de diseño concreto asfáltico.

PARAMETROS DE DISEÑO	ESPECIFICACION TECNICA
Marshall (MTC E 504)	
Estabilidad (mín.)	8 kN (815Kg)
Flujo 0.25 mm	8 – 14
Porcentaje vacíos con aire en mezcla	3 – 5
Compactación, N° de golpes en c/capa de testigo	75
Relación Est./flujo	1700 – 4000
Índice de Compactibilidad	Mín. 5.0

El Índice de Compactibilidad mínimo será 5.

El Índice de Compactibilidad se define como:

$$IC = \frac{1}{GEB_{50} \cdot GEB_5}$$

Siendo GB50 y GEB5, las gravedades específicas bulk de las briquetas a 50 y 5 golpes.

4. RESULTADOS

- Se realizó el diseño de mezclas asfáltica en caliente mediante el método Marshall NORMA MTC E 504 para el proyecto de tesis “**MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA CARRETERA VISCOCHONI-COLQUEPATA, DISTRITO COLQUEPATA, PROVINCIA PAUCARTAMBO, REGION DEL CUSCO.**”, el cual está en base a los ensayos de laboratorio respectivos. Dicho ensayo obedece a los criterios y especificaciones que se encuentran establecidas en la norma, con respecto a los parámetros en términos de estabilidad, flujo, relación estabilidad de flujo, contenido de vacíos y otros.
- Los agregados utilizados para la mezcla asfáltica es:

Agregado grueso:

- Grava chancada pasante $\frac{3}{4}$ " 3 volúmenes
- Gravilla chancada pasante $\frac{1}{4}$ " 2 volumen

Agregados finos:

- Arena natural $\frac{1}{4}$ " Qosqo Ayllu
- Arena chancada $\frac{1}{4}$ " Qosqo Ayllu

- La dosificación obtenida para la mezcla asfáltica es de:
 - Grava chancada $\frac{3}{4}$ " x gravilla chancada $\frac{1}{4}$ " (dosificado 3x2) 37%
 - Arena natural $\frac{1}{4}$ " Qosqo Ayllu. 27%
 - Arena chancada $\frac{1}{4}$ " Qosqo Ayllu 36 %
 - Asfalto PN 120 / 150 6.2%
 - Aditivo para adherencia Adhesol 3000 0.3%
- Se realizó 3 briquetas para cada porcentaje de Asfalto, donde el 6.2 % de asfalto dio resultados óptimos el cual se muestra a continuación:

Tabla 4-38: Briquetas con Porcentaje de Asfalto.

C. Asfalto %	P. Unitario	Estabil. Lbs.	Flujo 0.01"	% de Vacios	Vac.Llenos
5.9	2.29	1988	12.0	7.0	66
6.0	2.30	2084	12.3	6.6	68
6.1	2.34	2246	13.0	4.8	75
6.2	2.34	2384	12.7	4.6	76
6.3	2.33	2115	14.7	4.7	76
6.4	2.33	1846	15.3	4.5	77

Los resultados obtenidos (6.2%C. A) a partir del ensayo de Marshall son:

Tabla 4-39: Resumen de resultados por Ensayo de Marshall.

PARAMETROS DE DISEÑO	ESPECIFICACION TECNICA	DISEÑO REALIZADO	OBSERVACION
Marshall (MTC E 504)			
Estabilidad (mín.)	8 kN (815Kg)	1081.6 kg	cumple
Flujo 0.25 mm	8 – 14	12.7	Cumple
Porcentaje vacíos con aire en mezcla	3 – 5	4.60	Cumple
Compactación, N° de golpes en c/capa de testigo	75	75	Cumple
Relación Est./flujo	1700 – 4000	3361.8	Cumple
Índice de Compactibilidad	Mín. 5.0	11.70	Cumple

Fuente: elaboración propia(tesista)



Fotografía 4-4 y 4-5: Ensayo de Marshall.

Se muestra el proceso de moldeo de la probeta del asfalto y la prueba de Marshall con el apoyo de un técnico en pavimentos.

Temperaturas óptimas de mezclado y compactación

➤ Para el diseño de la mezcla

El método ASTM 1559-82 que se utiliza para mezclas bituminosas mediante el procedimiento de Marshall, establece la temperatura a la cual el asfalto debe ser calentado para alcanzar una viscosidad de $170 \pm 10^\circ \text{C}$, siendo esta la temperatura de mezclado, para la compactación del asfalto y la temperatura del cemento asfáltico.

➤ **En la planta de asfalto**

Según lo recomendado por el instituto de asfalto de los EEUU, la temperatura óptima de mezclado en la planta de asfalto para obtener un buen recubrimiento y una buena adherencia de los áridos, se deben tener viscosidades de asfalto entre 170 y 175 °C.

➤ **Ensayos de adherencia del agregado - bitumen**

De acuerdo a lo estipulado en las especificaciones técnicas del proyecto, se indica como criterio definitorio sobre la necesidad de utilizar o no un mejorador de adherencia los resultados de adhesividad agregado-bitumen, de acuerdo a los siguientes ensayos:

- Para el agregado grueso

Ensayo de revestimiento y desprendimiento ASTM D-1664 / E-520

- Para el agregado fino

Ensayo del Riedel Weber E220-199920

Al respecto, se realizaron en el Laboratorio de Asfalto ensayos para el agregado grueso, a ser utilizados en obra. Se acompañan los resultados.

ESPECIFICACIONES TECNICAS	RESULTADO
Para el Agregado Grueso: Deberá tener un porcentaje retenido o igual a 95 %	>95%

Fuente: MTC-Especificaciones técnicas generales tabla 403.B-01.

El ensayo para el agregado fino Ensayo del Riedel Weber resultados.

ENSAYO	REQUERIMIENTO Altitud > 3000 m.s.n.m	AGREGADO FINO	OBSERVACION
Azul Metileno	8 máx.	3.4 %	Cumple

Fuente: Laboratorio-Mejoramiento de carretera Huancarani-Paucartambo.

5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda en el proceso de producción de la mezcla asfáltica el control con respecto al tamaño máximo del agregado grueso y fino y el contenido de Asfalto el cual se realizará mediante los lavados asfálticos.

²⁰ *Mejoramiento de la carretera Huancarani – Paucartambo, ensayo Riedel Weber*

- En el presente diseño de mezclas de asfalto se utilizó el aditivo para la adherencia, por lo tanto, se recomienda que durante la producción se utilice el aditivo Adhesol 3000 para asegurar la buena adherencia.
- Se recomienda que los agregados a utilizar en el asfalto tengan una humedad máxima del 4% para producir la mezcla asfáltica.
- Se recomienda realizar ambientes de almacenamiento de suficiente capacidad, para almacenar la cantidad necesaria de agregados secos para alimentar a la planta de asfalto cuando funcione a pleno régimen. Dichos ambientes serán divididos en tres compartimientos y se dispondrán de modo que se asegure un almacenamiento individual y adecuado de las fracciones apropiadas de agregados, sin incluir el relleno mineral, debido a que el material que ingresa a la planta deberá presentar menos del 4 % de humedad.
- Se recomienda tener un equipo de compactación en pista que pueda realizar un pre compactado además de realizar una vibración adecuada durante el colocado del asfalto modificado, además del equipo de compactación comprenderá como mínimo un rodillo tándem y un rodillo de neumáticos de capacidad no menor a 20 toneladas. El equipo en funcionamiento deberá ser adecuado para compactar la mezcla rápidamente, mientras se encuentre aún en condiciones de ser trabajable (min150 °C). No se permitirá el uso de un equipo que produzca trituración de los agregados.

Tabla 4-40: Controles durante la Producción del asfalto.

Material o Producto	Propiedades o Características	Método de Ensayo		Frecuencia	Lugar de muestreo
		MTC	AASHTO / ASTM		
Agregado	Granulometría	MTC E 204	ASTM D - 422	200 m ³	Tolva en frío
	Plasticidad	MTC E 110	ASTM D - 4318	200 m ³	Tolva en frío
	Partículas Fracturadas	MTC E 210	ASTM D - 5821	500 m ³	Tolva en frío
	Equivalente arena	MTC E 114	ASTM D - 2419	1000 m ³	Tolva en frío
	Partículas Chatas y Alargadas Agregado Grueso	-	ASTM D - 4791	500 m ³	Tolva en frío
	Desgaste Los Ángeles	MTC E 207	ASTM C - 131	1000 m ³	Tolva en frío
	Perdida en sulfato de sodio o Magnesio	MTC E 209	ASTM C - 88	1000 m ³	Tolva en frío
Mezcla Asfáltica	Contenido de Asfalto	MTC E 502	ASTM D - 1559	2 por día	Pista/planta
	Granulometría		AASHTO T- 30	2 por día	Pista/planta
	Ensayo Marshall	MTC E 504	ASTM D - 1559	2 por día	Pista/planta
	Temperatura			Cada volquete	Pista/planta
	Densidad	MTC E 506, MTC E 508 y MTC E 510	ASTM D-1188 ASTM D-2041 ASTM D-2950	1 cada 250 m ²	Pista compactada
	Espesor	MTC E 507	ASTM D-3549	Cada 250 m ²	Pista compactada
	Resistencia al deslizamiento	MTC E 1004	ASTM E - 303	1 por día	Pista compactada

Fuente: Especificaciones técnicas generales para construcción(EG-2013).(tabla 423-04)

- La mezcla a la salida de la planta tendrá una temperatura comprendida entre 168° C y 175 °C. Al realizar esta actividad, se debe tener previsto que no se contamine la superficie por ningún tipo de material, en caso ocurriese se deberá de realizar las acciones correspondientes para la limpieza del mismo.
- La temperatura de colocación de la mezcla asfáltica con polímero, sobre la superficie preparada, será de 172 °C, la mezcla se extenderá con la máquina pavimentadora, de modo que se cumplan los alineamientos, anchos y espesores señalados, **No se permitirá** la extensión y compactación de la mezcla en momentos de lluvia, ni cuando haya fundado temor de que ella ocurra la temperatura ambiente a la sombra sea inferiores a diez grados Celsius (10° C).

4.4. DRENAJE

4.4.1. GENERALIDADES

Son obras de arte y elementos de un proyecto vial que cumplen la función de evacuar las aguas pluviales. Por tanto, evitan el deterioro prematuro; ya que estas pueden sufrir ablandamiento de la estructura y erosión de la vía en caso no existir elementos de drenaje.

4.4.2. OBJETIVOS

Evacuar las aguas superficiales y subterráneas, con la finalidad de controlar la circulación del agua y evitar daños en la estructura del pavimento.

4.4.3. TIPOS DE DRENAJE

Existen dos tipos de drenaje, se pueden clasificar en:

- Drenaje superficial.
- Drenaje subterráneo

4.4.3.1. Superficial

Son aguas que se encuentran en la superficie, estas provienen de las precipitaciones, escurrimiento y aguas almacenadas. Por lo tanto, deben de ser evacuadas, así se evita que las aguas indeseables afecten la vía.

Para aguas que se encuentran en la superficie de la carpeta asfáltica se tiene los bombeos, esta evita que las aguas discurren longitudinalmente en la carpeta asfáltica y erosionen.

Las aguas superficiales básicamente son descargados en los taludes de la vía por lo cual se plantean cunetas de coronación, estas recolectan aguas del área de influencia para conducirlos mediante alcantarillas por medio de canales de salida.

4.4.3.2. Subterráneo

El drenaje subterráneo se basa principalmente en un sistema colector de aguas, utilizado a fin de eliminar las presiones de filtración, reducir el peligro de la acción nociva de las heladas, aumentar la resistencia al corte del suelo por reducción de las tensiones neutras, disminuir el humedecimiento por capilaridad de la estructura de la carretera, absorber el flujo de algunos manantiales.

4.4.3.1.1. Cunetas Laterales

“Son conductores hidráulicos destinados a drenar las aguas superficiales que discurren en la calzada y de los taludes respectivamente” (Barreto J. & Barreto R., 2020, pág. 85).

Su construcción es paralelo a la vía, de sección variable y sin llegar a colmar su capacidad, para luego evacuar en una alcantarilla.

En la tabla 4-41, se muestra dimensiones posibles.

Tabla 4-41: Dimensiones cunetas laterales

REGION	PROFUNDIDAD (m)	ANCHO (m)
Seca	0.2	0.5
Lluviosa	0.3	0.75
Muy lluviosa	0.3	1.2

Fuente: MDCPBV-4.1. 3.a

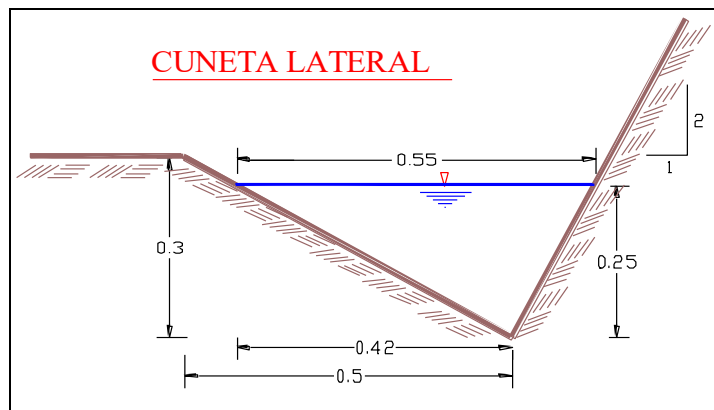


Figura 4-18: Dimensiones de la cuneta mínima diseñada. Estas son las dimensiones mínimas que se consideran en el proyecto de tesis.

DETERMINACION DE LA LONGITUD MAXIMA

1. Cálculo de la capacidad de la cuneta

Empleando la Ley de Continuidad para la capacidad de la cuneta.

$$Q = V * A$$

velocidad (m / seg) con la fórmula de MANNING:

$$V = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Reemplazando se tiene:

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

Donde:

- $Q =$ Descarga (m^3/seg).
 $A =$ Área de la sección hidráulica en m^2
 $n =$ Coeficiente de rugosidad de Manning.
 $S =$ Pendiente de la cuneta (%).
 $R =$ Radio hidráulico en m ($R = A / P$).
 $P =$ Perímetro mojado en m .

valores de “n” Coeficiente de rugosidad, según la Tabla **4-42**.

Tabla 4-42: Coeficiente de rugosidad.

Tipo de material	n
Mampostería de piedra	0.017
Cemento bien acabado	0.01
Concreto ordinario	0.013
Canales naturales de tierra	0.025
Con vegetación y piedras	0.035
Tierra lisa	0.018

fuelle: MTC.

Los valores obtenidos para la velocidad deberán estar entre los parámetros límites

Velocidad de erosión 3.00 m/seg.

Velocidad de sedimentación 0.60 m/seg

Cuando la velocidad obtenida es mayor que la velocidad límite de erosión, las cunetas tienen que ser revestidas(concreto) para evitar la erosión.

2. Cálculo del Área Tributaria

Se emplea la fórmula de BURKLY – ZIEGLER:

$$Q = 0.022 * C * I * A * (S / A)^{1/4}$$

Donde:

- $Q =$ Gasto (m^3/seg).
 $C =$ Coeficiente de permeabilidad ($C = 0.25$) ver **tabla 4-43**.
 $I =$ Intensidad de la precipitación para una duración de 5 minutos y un Periodo de retorno de 10 años ($I = 4.9 \text{ cm/h}$).
 $A =$ Hectáreas tributarias.
 $S =$ Pendiente promedio del terreno (m/km).

Tabla 4-43: Valores de coeficientes de permeabilidad.

Valores para el coeficiente de Permeabilidad "C "	
- Calles pavimentadas	0.75
- Suelos ligeramente impermeables	0.7
- Calles ordinarias de ciudad	0.625
- Suelos ligeramente permeables	0.5
- Terrenos de cultivo y laderas montañosas	0.25

fuente: MTC

despejando el área tributaria se tiene la siguiente expresión:

$$A = \left(\frac{Q}{0.022 * C * I * S^{1/4}} \right)^{4/3}$$

3.- Cálculo de la longitud máxima

Esta longitud es la máxima en la cual la cuneta no es rebasada por la recolección de aguas superficiales.

$$L \text{ max} = A / b$$

Donde:

Lmax = Longitud máxima de la cuneta (m).

A = Área tributaria (m²).

b = Ancho de influencia (mínimo 50 m).

En el caso de resultar Lmax de la cuneta menor a la longitud del tramo analizada, entonces se planteará alcantarillas de alivio para evacuar el agua.

Por ejemplo:

Datos:

L del tramo 00+060 al 00+190= 130 m, S del tramo = 2.15%, n=0.013.

Cálculo de la Capacidad de la Cuneta:

$$\text{Área de la Cuneta: } A = (0.55 * 0.25) / 2 = 0.069 \text{ m}^2$$

$$\text{Perímetro mojado: } P = 0.49 + 0.28 = 0.77 \text{ m}$$

$$\text{Radio hidráulico: } R = 0.069 / 0.77 = 0.089 \text{ m}$$

Entonces la velocidad es:

$$V = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

$$V = 2.24 \text{ m/seg}$$

Teniendo en cuenta que:

$$Q = V * A$$

$$Q = 2.24 * 0.069$$

$$Q = 0.15456 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

Cálculo del Área Tributaria: usando la fórmula de Burkly – Ziegler

$$A = \left(\frac{Q}{0.022 * C * I * S^{1/4}} \right)^{4/3}$$

$$A = \left(\frac{0.15456}{0.022 * 0.25 * 4.9 * 350^{1/4}} \right)^{4/3}$$

$$A = 1.46 \text{ ha.}$$

Estimación de la Longitud Máxima:

Asumiendo un ancho de incidencia de 50 m como mínimo.

$$L \text{ max} = A / b$$

$$L \text{ max} = 1.46 * 10000 / 50 = 292.01 \text{ m.}$$

Longitud del tramo 00+060 al 00+190= 130 m. Por lo tanto, es menor a la Lmax obtenida, entonces no requiere una alcantarilla de alivio.

Tabla 4-43-a: Ubicación de cunetas laterales.

N°	PROGRESIVA		TIPO DE SECCION	TIPO DE TRATAMIENTO	ALTURA	ANCHO
	DESDE	HASTA				
1	00+060.00	00+190.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.5
2	00+190.00	00+540.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.75
3	00+540.00	00+700.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.75
4	00+700.00	00+900.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.75
5	00+900.00	01+360.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.5
6	01+400.00	01+460.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.75
7	01+460.00	01+560.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.75
8	01+560.00	01+960.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.5
9	01+960.00	02+080.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.5
10	02+080.00	02+310.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.75
11	02+310.00	02+660.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.75
12	02+660.00	02+980.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.5
13	02+980.00	03+180.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.75
14	03+180.00	03+480.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.75
15	03+480.00	03+780.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.75
16	03+780.00	03+970.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.5
17	03+970.00	04+110.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.5
18	04+110.00	04+380.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.75
19	04+380.00	04+680.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.5
20	04+680.00	04+820.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.5
21	04+820.00	04+960.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.75
22	04+960.00	05+200.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.5
23	05+200.00	05+300.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.75
24	05+300.00	05+680.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.75
25	05+680.00	06+100.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.75
26	06+100.00	06+310.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.75
27	06+310.00	06+500.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.75
28	06+500.00	06+700.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.5
29	06+700.00	06+830.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.75
30	06+830.00	07+070.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.5
31	07+070.00	07+230.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.75
32	07+560.00	07+940.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.75
33	07+940.00	08+180.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.75
34	09+040.00	09+390.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.75
35	09+390.00	09+930.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.75
36	09+930.00	11+199.00	RECTANGULAR	REVISTIMIENTO CON CONCRETO	0.3	0.75

fuelle: elaboración propia.

4.4.3.1.2. Cunetas De Coronación

Cuneta construida en la parte alta de un corte (talud-ladera), para evitar el efecto erosivo en los taludes de corte y disipar el volumen de agua en las cunetas laterales (Barreto J. & Barreto R., 2020).

Las dimensiones mínimas se muestran en la siguiente **FIGURA 4-19**.

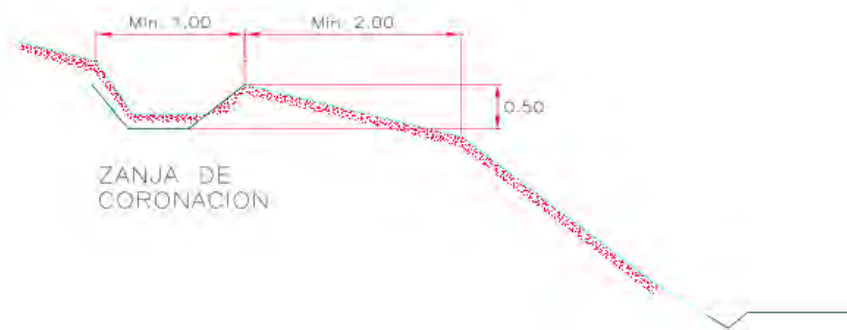


Figura 4-19: Detalle de cuneta de coronación.
Fuente: Manual Hidrología, Hidráulica y Drenaje.

análisis para las dimensiones mínimas según el R.N.D.C., para zanjas de drenaje y coronación.

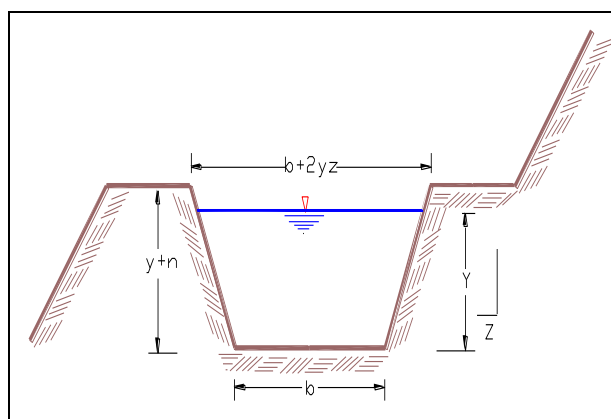


Figura 4-20: Detalle de cunetas de drenaje y coronación.
Fuente: Registro Nacional Despachos de Carga por Carretera

1.- Estimación de la sección de la cuneta

Se tiene la expresión:

$$A = (b + zy) y$$

$$P = b + 2y \sqrt{1+z^2}$$

$$R = \frac{(b + zy) y}{(b + 2y(1+z^2)^{1/2}}$$

Donde:

A = Área hidráulica de la sección transversal

P = Perímetro mojado

$R = \text{Radio hidr\u00e1ulico}$

$b = \text{Ancho del talud (m)} = 0.50 \text{ m}$

$y = \text{Tirante normal (m)} = 0.45 \text{ m}$

$z = \text{Talud horizontal} = 0.50 \text{ m}$

Reemplazando los valores tenemos:

$$A = 0.326 \text{ m}^2$$

$$R = 0.217 \text{ m}$$

$$P = 1.510 \text{ m}$$

Si consideramos una pendiente de 1 % y un coeficiente de rugosidad de $n=0.013$;

Con la ecuaci\u00f3n de Manning se tiene:

$$V = 1.44 \text{ m/seg}$$

$$Q = 0.471 \text{ m}^3/\text{seg} \dots\dots\dots(1)$$

2.- C\u00e1lculo del \u00e1rea tributaria

Reemplazando los valores obtenidos anteriormente en la f\u00f3rmula de Burkly Ziegler.

- coeficiente de permeabilidad seg\u00fan la **tabla 4.43** de $C = 0.25$, y una precipitaci\u00f3n de 4,9 cm / h:

$$A = \left(\frac{Q}{0.022 * C * I * S^{1/4}} \right)^{4/3}$$

$$A = \left(\frac{0.471}{0.022 * 0.25 * 4.9 * 330^{1/4}} \right)^{4/3}$$

$$A = 6.56 \text{ Has.}$$

Esta ser\u00e1 el \u00e1rea m\u00e1xima que debe cubrir la cuneta de coronaci\u00f3n.

3.- C\u00e1lculo del volumen de escurrimiento

Este volumen se calcula para comprobar si las dimensiones asumidas son mayores y aseguran trabajabilidad para cada cuenca. Para determinar el caudal de escurrimiento de la cuenca se utiliza la formula racional:

$$Q = C * I * A / 360$$

$$Q = \frac{0.25 * 49 \text{ mm/h} * 6.56 \text{ has}}{360}$$

$$Q = 0.223 \text{ m}^3/\text{seg} \quad \text{Ok!}$$

Este caudal es menor al calculado anteriormente (1), entonces la cuneta de coronaci\u00f3n servir\u00e1 para el caudal m\u00e1s cr\u00edtico. Se verificar\u00e1 tambi\u00e9n la velocidad con la f\u00f3rmula de Manning en funci\u00f3n a la dimensi\u00f3n de la secci\u00f3n, es as\u00ed que para el caudal anterior de $0.223 \text{ m}^3/\text{seg}$ se obtiene un tirante de **Y= 0.30 m**. Por consiguiente, se tiene una velocidad de: **V = 1.21 m/seg.**

4.4.3.1.3. Alcantarillas

“Las alcantarillas son estructuras transversales de forma diversa cuya función es conducir y desalojar, con la mayor rapidez posible el agua de las quebradas y las partes bajas del terreno que atraviesa la vía” (Olivera, 2009, pág. 56).

Las alcantarillas en carreteras deben tener resistencia a las cargas de relleno compactado, y del volumen de tránsito.

1. Diseño Hidráulico para Alcantarillas TMC

Determinar la sección necesaria de la alcantarilla para la circulación del agua, se desarrolla de la siguiente manera:

A) Estimación del caudal máximo

Se emplearán las fórmulas de COOK y la fórmula MANNING.

B) Cálculo del área hidráulica

Para determinar el área hidráulica se tendrá en cuenta el caudal máximo calculado más el caudal de las cunetas que desembocan.

1.- FORMULA DE COOK

Estimación del diámetro de la alcantarilla para un caudal máximo.

$$D = (Q / 1.425)^{2/3}$$

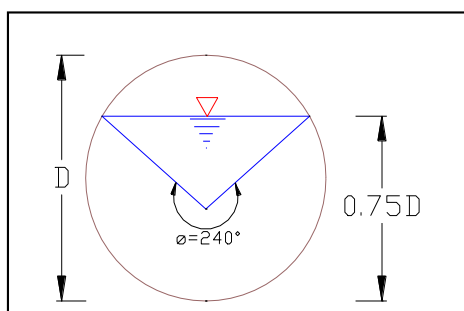
Donde:

$D =$ Diámetro de la alcantarilla (m).

$Q =$ Gasto o caudal (m^3 / seg).

2.- FORMULA DE MANNING Y CONTINUIDAD

Se fija el tamaño de la estructura mediante las ecuaciones de Manning y de continuidad considerando un tirante máximo $d = 0.75 D$.



Ecuación de Manning: $V = R^{2/3} * S^{1/2} / n$ (1)

Ecuación de continuidad: $Q = V * A$ (2)

Para $d = 0.75 D$ tenemos:

$$A = 1/8 * (\Theta - \text{Sen } \Theta) * D^2 = 0.6318 D^2 \text{ (Área hidráulica)}$$

$$P = 1/2 * D * \Theta = 2.0944 D \text{ (Perímetro mojado)}$$

$$R = A/P = 0.3016 D \text{ (Radio Hidráulico)}$$

$$n = 0.021 \text{ (coeficiente de rugosidad para TMC)}$$

$$S = \text{Pendiente crítica de la alcantarilla (m/m)}$$

Reemplazando (1) en (2) y despejando D se tiene:

$$D = 39.37 * \left(\frac{Q}{13.53 * S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Donde:

$$D = \text{Diámetro de la alcantarilla en pulgadas.}$$

$$Q = \text{Caudal en m}^3 / \text{seg.}$$

$$S = \text{Pendiente en m/m.}$$

El diseño de las alcantarillas del presente trabajo de tesis se muestra en los cuadros.

Tabla 4-44: Resumen de alcantarillas de paso diseñadas.

PROGRESIVAS	TIPO	PERIODO DE RETORNO (años)	CAUDAL DE DISEÑO Q (m3/seg)	CALCULO DIAMETRO DE ALCANTARILLA				Diámetro calculado COOK Ø (Pulg)	Diámetro calculado MANING Ø (Pulg)	Diámetro adoptado Ø (Pulg)	Diámetro adoptado Ø (Pulg)
				Diámetro de Referencia Ø (Pulg)	Radio Hidraulico	Pendiente Alcantarilla asumido S %	Velocidad V (m/seg)				
7+420	Alc-1	25	7.39	36	0.28	3	4.89	76	61	68.46	72.00
1+410	Alc-2	25	5.61	36	0.28	3	4.89	68	53	60.58	60.00
8+930	Alc-3	25	3.99	36	0.28	3	4.89	59	45	52.08	60.00
4+710	Alc-4	25	1.59	36	0.28	3	4.89	41	28	34.69	Baden

Fuente: Elaboración propia.

4. Diseño Hidráulico de las Alcantarillas de alivio

Las alcantarillas de alivio son conductos ubicados en tramos estratégicos (curvas cóncavas) y en base a las longitudes máximas de las cunetas laterales, estas tienen la función de descargar el caudal básicamente en épocas de avenidas.

Para el Proyecto se optó por emplear alcantarillas con tubería metálica TMC.

A) DETERMINACIÓN DEL CAUDAL MÁXIMO

Se determina a partir de las longitudes máximas de las cunetas laterales.

$$D = (Q / 1.425)^{2/5}$$

Donde:

$$D = \text{Diámetro de la alcantarilla (m)}$$

$$Q = \text{Gasto o caudal (m}^3 / \text{seg)}$$

Tabla 4-45: Ubicación de alcantarilladas de alivio.

N°	UBICACIÓN PROGRESIVA (KM)	TIPO	DIAMETRO	ESTADO ACTUAL	OBSERVACIONES
1	00+060.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
2	00+560.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
3	00+700.00	TMC	60	PROYECTADO	Alcantarilla de paso
4	00+900.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
5	01+360.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
6	01+410.00	TMC	60	PROYECTADO	Alcantarilla de paso
7	01+470.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
8	01+600.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
9	01+970.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
10	02+080.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
11	02+310.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
12	02+670.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
13	02+980.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
14	03+180.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
15	03+480.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
16	03+780.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
17	03+970.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
18	04+110.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
19	04+380.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
20	04+820.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
21	04+960.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
22	05+200.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
23	05+680.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
24	06+100.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
25	06+310.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
26	06+500.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
27	06+820.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
28	07+000.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
29	07+230.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
30	07+420.00	TMC	72	PROYECTADO	Alcantarilla de paso
31	07+550.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
32	07+900.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
33	08+170.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
34	08+320.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
35	08+440.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
36	08+590.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
37	08+730.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
38	08+830.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
39	08+930.00	TMC	60	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
40	09+020.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
41	09+360.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
42	09+900.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
43	10+420.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
44	10+650.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
45	10+810.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio
46	11+110.00	TMC	36	PROYECTADO	Alcantarilla de alivio

Fuente: Elaboración propia.

4.4.3.2.1. Sub drenes

En el proyecto “MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA CARRETERA VISCOCHONI-COLQUEPATA, DISTRITO DE COLQUEPATA, PROVINCIA DE PAUCARTAMBO, REGIÓN DEL CUSCO” presentan tramos con afloramiento de agua a nivel de la rasante de la carretera, por lo que se han definido sistemas de sub drenes artificiales, los que conducirán el agua subterránea infiltrada hacia las zonas de desfogue (alcantarillas).

DRENAJE POR INFILTRACIÓN

Se realiza a través de la metodología **Relación de infiltración.**

$$q_i = C \times R \times \frac{1}{1000} (n/m) \times 24(h/dia) \times 1(1m \times 1m)$$

Donde:

q_i = tasa de infiltración en el pavimento, en metros cúbicos por día por metro cuadrado ($m^3/día/m^2$).

$C=0.5$ en pavimentos asfálticos.

R = intensidad de precipitación (sugerido por el manual con una frecuencia de 2 años).

$$Q_{inf} = \frac{q_i}{24 \times 60 \times 60} \times B \times L \quad m^3 / seg.$$

CALCULO POR NIVEL FREÁTICO²¹

$$Q_{inf} = K \times i \times A_e$$

$$i = (N_d - N_f) / B.$$

$$A_e = (N_d - N_f) \times L$$

Donde:

K = Coeficiente de permeabilidad del suelo adyacente.

i = Gradiente hidráulico.

N_d = Cota inferior del subdren.

N_f = Cota superior del nivel freático.

A_e = Área afectiva para el caso del abatimiento del nivel freático.

B = Semiancho de la vía.

L = Longitud del tramo del drenaje.

q_{NF} = Caudal por abatimiento del nivel freático.

²¹ Manual de hidrología, hidráulica y Drenaje-MTC.

Resumen de cálculo de caudal drenado.

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

Donde:

Q = Descarga (m³/seg)

A = Área del tubo.

n = Coeficiente de Manning para tubería perforada 0.013.

S = Pendiente del subdren.

R = Radio hidráulico en m (R = A / P) a tubo lleno.

UBICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE LOS SUB DRENES

Los sistemas de sub drenaje estarán ubicados en los siguientes progresivas.

Tabla 4-46: Ubicación de los sistemas de sub drenaje.

PROGRESIVA Km.	COTA RASANTE	LONGITUD m.	PENDIENTE	Qinf (m ³ /seg)	Ae	Qinf-NF (m ³ /seg)	Qfinal (m ³ /seg)	Qfinal (m ³ /seg)	D pulg	D comercial
00+460	3789		0.0068182	0.00106944	330	0.00141429	0.00248373	2.4837302	5.305366117	6
00+680	3787.5	220								
00+720	3787		0.00625	0.00038889	120	0.00051429	0.00090317	0.9031746	3.968111212	4
00+800	3786.5	80								
01+040	3786.5		0.0038462	0.00126389	390	0.00167143	0.00293532	2.9353175	6.078226064	6
01+300	3785.5	260								
02+310	3793		0.0289474	0.00092361	285	0.00122143	0.00214504	2.1450397	4.087178065	6
02+500	3798.5	190								
03+780	3798.5		0.0214286	0.00136111	420	0.0018	0.00316111	3.1611111	4.803272972	6
04+060	3804.5	280								
04+060	3853.5		0.0325	0.00097222	300	0.00128571	0.00225794	2.2579365	4.079109244	6
04+260	3860	200								
04+380	3860		0.0342105	0.00092361	285	0.00122143	0.00214504	2.1450397	3.986033633	4
04+570	3866.5	190								
04+700	3882.5		0.0333333	0.00014583	45	0.00019286	0.00033869	0.3386905	2.300082462	4
04+730	3883.5	30								
04+820	3885.3		0.0135	0.00097222	300	0.00128571	0.00225794	2.2579365	4.653693487	6
05+020	3888	200								
07+040	3875		0.0325	0.00097222	300	0.00128571	0.00225794	2.2579365	4.079109244	6
07+240	3868.5	200								
07+240	3851.5		0.0157895	0.00092361	285	0.00122143	0.00214504	2.1450397	4.476203002	6
07+430	3848.5	190								
07+760	3848.5		0.05625	0.00077778	240	0.00102857	0.00180635	1.8063492	3.513633488	4
07+920	3839.5	160								
08+140	3822.5		0.04	0.00048611	150	0.00064286	0.00112897	1.1289683	3.211662074	4
08+240	3818.5	100								
08+310	3816.5		0.0004615	0.00063194	195	0.00083571	0.00146766	1.4676587	6.78563762	6
08+440	3816.44	130								
08+440	3816.44		0.0037647	0.00082639	255	0.00109286	0.00191925	1.919246	5.368016727	6
08+610	3815.8	170								
08+750	3815.8		0.0007	0.00048611	150	0.00064286	0.00112897	1.1289683	5.892154633	6
08+850	3815.73	100								
09+300	3815		0.021875	0.00077778	240	0.00102857	0.00180635	1.8063492	4.048392648	6
09+460	3811.5	160								
10+790	3712.5		0.0555556	0.0004375	135	0.00057857	0.00101607	1.0160714	2.962118786	4
10+880	3707.5	90								

Fuente: Elaboración propia.

DISEÑO DEFINITIVO DE LAS CAJAS DE REUNIÓN

En función al diseño de los sistemas de sub drenaje y habiendo efectuado el cálculo correspondiente de estas se ha llegado al diseño definitivo de las cajas de reunión con las siguientes características:

Ubicación	: Alcantarillas de alivio.
Volumen Total	: Variable
Volumen Neto	: Variable
Sección Libre	: Variable
Espesor	: 0.10 m.
Material	: Concreto Armado $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

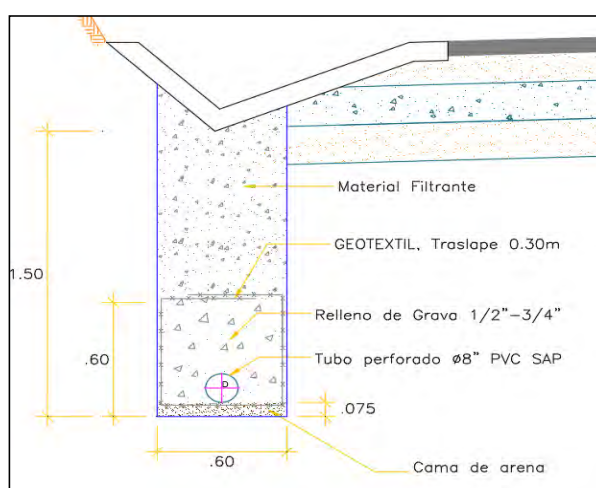


Figura 4-21: Estructura del sub dren.
Fuente: Elaboración propia-tesistas.

4.4.3.7. Diseño de mezclas

Se tienen los siguientes resultados de las pruebas de agregado grueso y fino.

Tabla 4-47: Resultados de las pruebas de agregado grueso y fino.

AGREGADO FINO		NORMA TECNICA	AGREGADO GRUESO		NORMA TECNICA
Contenido de humedad	3.74	MTC-E108	Tamaño máximo nominal	3/4"	
Peso unitario suelto (Tn/m^3)	1.52	MTC -E203	Contenido de humedad	1.17	MTC-E108
Peso unitario compacto (Tn/m^3)	1.828	MTC -E203	Peso unitario suelto (Tn/m^3)	1.359	MTC -E203
Peso específico seco	2.647	MTC -E205	Peso unitario compacto (Tn/m^3)	1.542	MTC -E203
Peso específico saturado	2.674	MTC -E205	Peso específico seco	2.63	MTC -E206
Peso específico aparente, seco	2.72	MTC -E205	Peso específico saturado	2.66	MTC -E206
% absorción	1.01	MTC -E205	Peso específico aparente, seco	2.70	MTC -E206
Módulo de fineza (2.35 a 3.15)	4.02		% absorción	1.06	MTC -E206
% que pasa la malla N° 200 (<5%)	1.00		% Abrasión	20.4	MTC -E207

Fuente: Proyecto "Mejoramiento de la carretera Huancarani-Paucartambo"

1.- CONCRETO $f'c= 140 \text{ kg/cm}^2$ Tabla 4-48-a: Resultados del Diseño del Concreto 175kg/cm².

	DISEÑO SIN CORRG.	DISEÑO OBRA
CEMENTO	1	1.00
AGREGADO FINO	3.1	3.1
AGREGADO GRUESO	3.0	3.01
AGUA (LIT/BOLSA)	29.0	29.5

2.- CONCRETO $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ Tabla 4-48-b: Resultados del Diseño del Concreto 175kg/cm².

	DISEÑO SIN CORRG.	DISEÑO OBRA
CEMENTO	1	1.00
AGREGADO FINO	2.7	2.7
AGREGADO GRUESO	2.7	2.76
AGUA (LIT/BOLSA)	26.5	27.0

Fuente: Elaboración propia.

3.- CONCRETO $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

Resultados:

Tabla 4-49: Resultados del Diseño del Concreto 210kg/cm².

	DISEÑO SIN CORRG.	DISEÑO OBRA
CEMENTO	1	1.00
AGREGADO FINO	2.3	2.3
AGREGADO GRUESO	2.4	2.44
AGUA (LIT/BOLSA)	23.5	23.9

Fuente: Elaboración propia.

(Cálculos ver anexo.)

4.4.4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las dimensiones calculadas según el caudal obtenido en el proyecto de tesis son mínimos, por lo cual se adoptan dimensiones comerciales que estén por encima de las calculadas.
- Para los sub drenes se calcula con tuberías de 4'' y 6''. Pero el sub dren se estima por la cantidad de acumulación de agua mas no por la conducción por ende se opta una tubería cribada de 8''.
- Para que el proyecto sea más duradero y optimo, Drenar el agua tanto superficial y subterráneo según a las solicitudes que requiere el proyecto, para evitar; asentamientos diferenciales y deslizamiento de taludes.

4.5. SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL

4.5.1. GENERALIDADES

La finalidad fundamental de toda señal es la de transmitir a los usuarios de las vías públicas normas específicas mediante símbolos o palabras oficialmente establecidas, con el objeto de dirigir la circulación vial sin inconveniente alguno, protegiendo su seguridad, y prevenir riesgos y posibles accidentes.

4.5.2. OBJETIVO

Reconocer los factores que aquejan la seguridad de la vía, una vez identificadas se establece recomendaciones para salvaguardar la integridad de los peatones y la seguridad del transporte no motorizado.

4.5.3. SEÑALIZACIÓN

La función de la señalización²² es advertir a los usuarios, guiándolos hacia una operación segura, uniforme y eficiente de todo los elementos que componen el tránsito, tiene que cumplir los siguientes requerimientos básicos.

- Debe ser necesaria.
- Debe ser visible e invocar la atención.
- Debe transmitir un significado simple y claro.
- Imponer respeto a conductores y peatones.
- Dar el tiempo suficiente para una respuesta adecuada.

Para cumplir los requerimientos un dispositivo de control de tránsito debe cumplir los siguientes:

- Diseño.
- Ubicación.
- Mantenimiento.
- Uniformidad.

4.5.3.1. SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Se le denomina señalización vertical por la forma de su posición y colocación toma esta denominación y se clasifica en:

²² Manual de Dispositivos de Control del TRÁFICO Automotor en Calles y Carreteras (R.M. 210-2000/MTC 15-02)

4.5.3.1.1. SEÑALES PREVENTIVAS

Son aquellas que son la consecuencia del diseño geométrico, que “advirten a los usuarios sobre la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en las zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal” (Direccion General de Caminos y Ferrocarriles., 2018, pág. 42).

Tienen la forma de rombo en forma vertical, como se muestra en la **figura 4-22**.

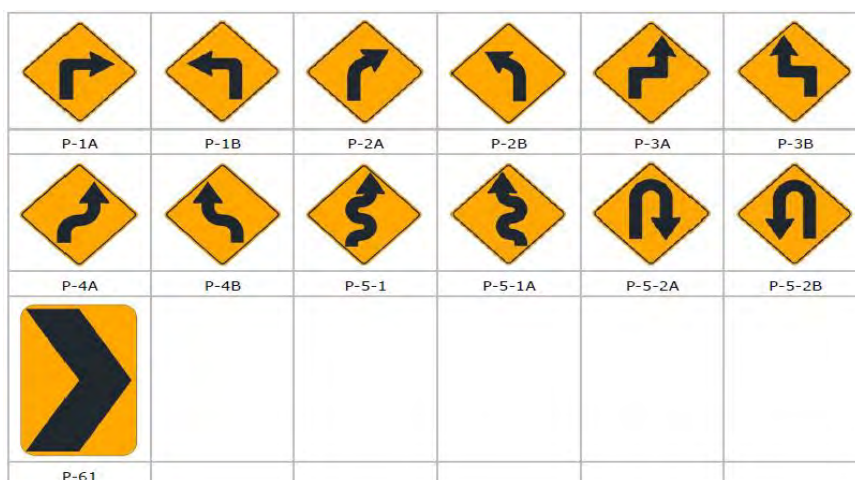


Figura 4-22: Señal Preventiva que indica curvaturas horizontales

Fuente: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras.

Estas señales deben de ubicarse de tal manera, que los conductores tengan el tiempo de percepción-respuesta adecuada para percibir, identificar, tomar una decisión y actuar con seguridad en la maniobra correspondiente. (Las dimensiones se detallan en los planos).

Tabla 4-50: Señales verticales-preventivas

SEÑALES PREVENTIVAS											
No.	PROGRESIVAS	LI	LD	No.	PROGRESIVAS	LI	LD	No.	PROGRESIVAS	LI	LD
1	00+020		P-2B	28	03+300		P-4B	55	06+880		P-4B
2	00+140	P-4A		29	03+460	P-4A		56	07+110		P-2B
3	00+220		P-2B	30	03+620	P-5-1		57	07+140	P-3B	
4	00+360	P-4A	P-5-1	31	03+840	P-2B		58	07+240	P-4A	
5	00+570	P-2B		32	03+960		P-2B	59	07+360		P-1A
6	00+740		P-2B	33	04+120	P-4A		60	07+560	P-1B	
7	00+770	P-3A		34	04+190		P-4B	61	07+600		P-2B
8	00+900	P-4A		35	04+360	P-4A		62	07+780	P-4A	
9	00+980		P-49	36	04+510		P-4B	63	07+840		P-5-1
10	01+100	P-2B	P-2B	37	04+580		P-34	64	08+150		P-5-1
11	01+160		P-56	38	04+600		P-3A	65	08+520	P-5-1	
12	01+260	P-4A		39	04+640	P-4A		66	08+580		P-2B
13	01+320		P-3A	40	04+760	P-34		67	08+740	P-4A	R-30
14	01+660	P-3B		41	04+800	P-3B		68	08+840		P-4B
15	01+720		P-2B	42	04+940	P-2B		69	08+880	P-56	
16	01+860	P-4A		43	04+960		P-2B	70	09+020	P-3A	
17	01+900		P-4B	44	05+120	P-4A		71	09+050	P-49	
18	02+040	P-4A		45	05+340	P-2B		72	09+060		P-2B
19	02+200		P-2B	46	05+360		P-2B	73	09+260	P-3A	P-4B
20	02+430	P-2B	P-2A	47	05+850		P-1B	74	09+400	P-4A	
21	02+440		P-1B	48	06+040	P-1A		75	10+380		P-4B
22	02+480		P-49	49	06+120		P-4B	76	10+570		P-2B
23	02+620	P-4A		50	06+260	P-4A		77	10+680	P-4A	P-3A
24	02+660		P-2B	51	06+380	P-2B		78	10+940	P-3A	
25	02+840	P-4A		52	06+420		P-4B	79	11+000		P-2B
26	02+980		P-4B	53	06+690		P-2B	80	11+130		P-2B
27	03+240	P-3A		54	06+820	P-4A		81	11+140	P-4A	P-4B

Fuente: Elaboración propia.

4.5.3.1.2. SEÑALES REGLAMENTARIAS

Las señales que regulan el tránsito en las zonas urbanas e intersecciones tienen por objetivo notificar a los usuarios, las limitaciones, restricciones, prohibiciones y autorizaciones existentes como son: pare, prohibido adelantar y velocidad máxima.

En el Cuadro de metrados se presenta la ubicación de las señales preventivas y reglamentarias de ruta consideradas en el proyecto.

R-30C	R-30D	R-30E	R-30F	R-30G	
R-31	R-32	R-33	R-35	R-36	

Figura 4-23: Señales de prohibición de paso por clase de vehículo.

Fuente: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras.

Estas señales deben de ubicarse de acuerdo al estudio de ingeniería vial correspondiente. (Las dimensiones se detallan en los planos).

Tabla 4-51: Señales verticales-Reglamentarias

SEÑALES REGLAMENTARIAS							
No.	PROGRESIVAS	LI	LD	No.	PROGRESIVAS	LI	LD
1	00+100		R-30C	12	04+560		R-30F
2	00+240		R-15	13	04+780	R-30F	
3	00+600		R-30	14	04+820		R-30C
4	00+780	R-30		15	05+560		R-15
5	01+160	R-15		16	05+780		R-30
6	01+340	R-30C	R-30	17	06+100	R-30	
7	01+620	R-30		18	08+720		R-30
8	01+760		R-30C	19	09+480	R-30	
9	02+420		R-30F	20	09+820		R-15
10	02+600	R-30F		21	10+180	R-15	
11	04+540	R-30C		22	11+000	R-30C	

Fuente: Elaboración propia.

4.5.3.1.3. SEÑALES INFORMATIVAS

La señal informativa tiene por objetivo informar al usuario las cuales son: las de destino, de distancia, postes kilométricos y de localización.

Las dimensiones y los colores de las señales varían de acuerdo a su clasificación:

- Las señales de destino, de distancia y de localización, son de dimensiones variables y depende del mensaje que contiene, siendo la mínima altura de 0.50 m. y la máxima de 0.73 m.; el ancho mínimo de 0.692 m. y el máximo de 2.35 m. La altura de las letras mayúsculas utilizadas en los mensajes es de 0.10 m.
- Indicadores de ruta Para utilizarse en los caminos vecinales será de forma cuadrada de 0.40m x 0.40m, de color negro dentro del cual se inscribirá un círculo de color blanco de 0.35m de diámetro con números negros correspondiente al número de ruta de la carretera que se está recorriendo.
- La señal postes de kilometraje, serán de concreto armado de acuerdo a las dimensiones y especificaciones contenidas en el Manual.

En el Cuadro de metrados se presenta la ubicación de las señales informativas de ruta consideradas en el proyecto.



Figura 4-24: Señales de dirección.

Fuente: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras.



Figura 4-25: Señales de dirección.

Fuente: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras.

Estas señales deben de ubicarse de acuerdo a su función esto puede ser variable. (Las dimensiones se detallan en los planos).

Tabla 4-52: Señales verticales-Informativas

SEÑALES INFORMATIVAS				
No.	PROGRESIVAS	UND	AREA	OBSERVACIONES
1	00+040	2.000	1.800	1.5X0.60-E2
2	00+900	2.000	1.800	1.5X0.60-E3
3	02+500	2.000	1.800	1.5X0.60-E4
4	03+480	3.000	2.700	1.5X0.60-E5
5	07+480	2.000	1.800	1.5X0.60-E6
6	08+860	3.000	2.700	1.5X0.60-E7
7	11+199	1.000	0.900	1.5X0.60-E8

Fuente: Elaboración propia.

4.5.3.2. SEÑALIZACIONES HORIZONTALES

4.5.3.2.1. MARCAS EN EL PAVIMENTO

Las marcas en el pavimento utilizadas en el proyecto son las siguientes:

- **Línea central.** Para indicar el centro de la calzada, se utilizará una línea discontinua de segmentos de 3 m. de largo por 0.10 m. de ancho espaciadas 5m m. En las zonas urbanas, será de 3m y 5m de espaciamiento. En los tramos donde se prohíbe el sobrepaso se utilizará doble línea continua de 0.10 m. de ancho cada una. La pintura utilizada será de color amarillo.
- **Línea de borde.** Para indicar el borde del pavimento. Se utilizará una línea continua en ambos lados de la carretera de 0.10 m. de ancho de color blanco.

SIGNIFICADO Y ANCHO

- **Línea doble continua:** indica el máximo nivel de restricción de paso de carril.
- **Línea continua:** Restringe el paso o atravesamiento a otro carril.
- **Línea Segmentada:** permite el paso de carril a carril.
- **Línea punteada:** indica la transición entre líneas continuas y segmentadas.
- **Ancho de línea continua y segmentada:** 10cm a 15cm.
- **Ancho de línea punteada:** El doble de la línea segmentada.
- **Ancho extraordinario de líneas:** El doble de ancho de líneas continuas y segmentadas.
- **Ancho de separación de líneas dobles:** Debe ser igual al ancho de las líneas.

Se tiene mayor detalle sobre las líneas horizontales en MTC.²³

²³ Manual de Dispositivos de control del tránsito Automotor para calles y carreteras.

DELINEADORES REFLECTIVOS O TACHAS

Son elementos que cuentan con materiales retro reflectivo en uno o dos caras que enfrentan en sentido del tráfico, utilizados en serie a lo largo de la vía para indicar su alineamiento.

En el proyecto se han utilizado los siguientes tipos de delineadores reflectivos o tachas:

- **Tachas bidireccionales de color amarillo** en el centro de la calzada, espaciadas a distancias variables de acuerdo a las características geométricas de la carretera.
- **Tachas bidireccionales blancas y rojas** para los bordes de la carretera igualmente con espaciamiento variable según las características geométricas de la vía.

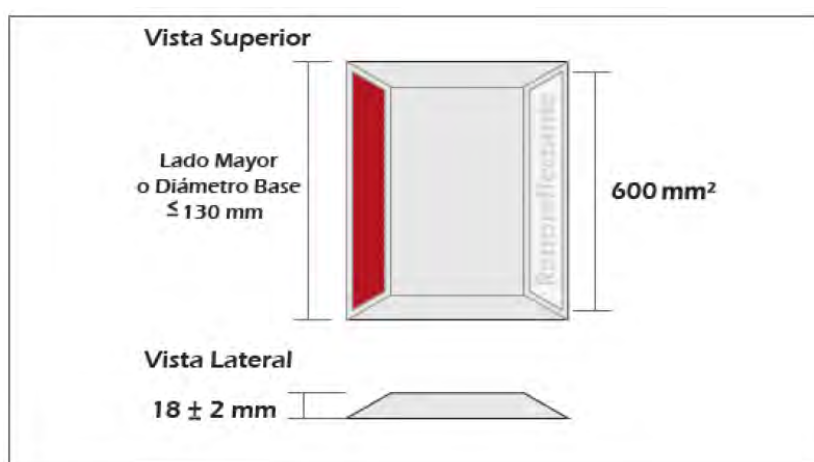


Figura 4-26: Tacha retro reflectiva u "ojo de gato".

Fuente: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras.

4.5.3.2.2. POSTES DELINEADORES

Se ha considerado necesaria la colocación de postes delineadores en el borde de la calzada como guía y ayuda nocturna en ciertos tramos de la vía. Los postes deberán ser de concreto, de acuerdo con las características descritas en el Manual. En el Cuadro de metrados se muestra su ubicación, espaciamiento y número necesario de los postes delineadores a lo largo de la vía.

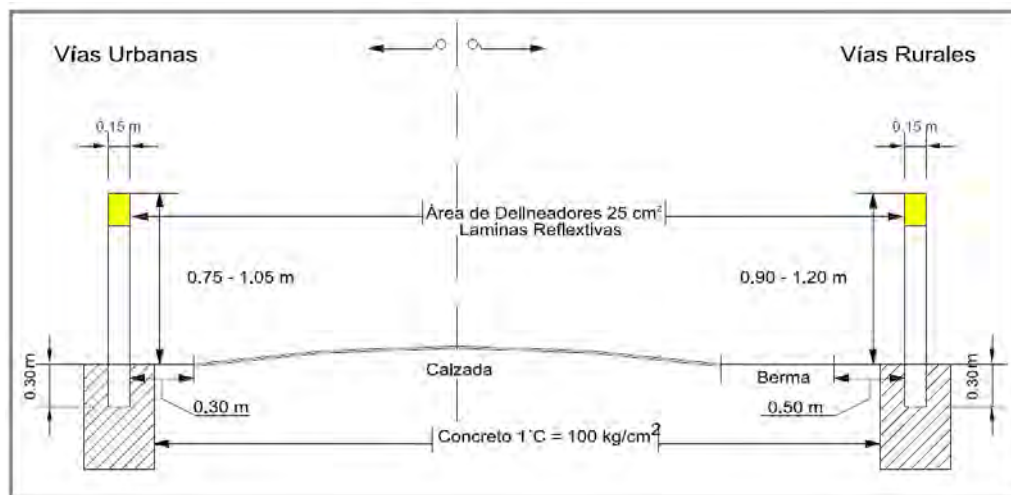


Figura 4-27: Postes Delimitadores

Fuente: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras.

4.5.3.2.3. GUARDAVÍAS

Se ha considerado necesaria su ubicación en los tramos de la carretera donde las condiciones físicas y geométricas lo necesitan como elemento de seguridad y en los accesos al puente.

Tabla 4-53: Guardavías

GUARDAVIAS			
No.	PROGRESIVAS	PROGRESIVAS	LONGITUD
1	00+280	00+320	40.000
2	02+720	02+780	60.000
3	03+020	03+070	50.000
4	03+340	03+420	80.000
5	04+020	04+060	40.000
6	04+260	04+320	60.000
7	04+560	04+600	40.000
8	04+720	04+760	40.000
9	04+800	04+880	80.000
10	05+020	05+080	60.000
11	05+900	06+080	180.000
12	06+180	06+240	60.000
13	06+500	06+560	60.000
14	06+740	06+800	60.000
15	07+620	07+780	160.000
16	08+180	08+240	60.000
17	08+380	08+420	40.000
18	08+640	08+700	60.000
19	10+400	10+480	80.000
20	10+600	10+640	40.000
21	10+740	10+780	40.000
22	11+060	11+100	40.000
23	11+160	11+180	20.000

Fuente: Elaboración propia.

4.5.4. INGENIERIA DE SEGURIDAD EN CONSTRUCCION DE CARRETERAS

4.5.4.1. RECOMENDACIONES PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

1. De las zonas de trabajo

- Los elementos estructurales de la construcción de los locales de trabajo y todas las maquinarias, instalaciones, así como las herramientas y equipos, se mantendrá en condiciones seguras y en buen funcionamiento para evitar daño a las personas.
- Deberá suprimirse en los lugares de trabajo cualquier factor de peligro que pueda afectar la salud o integridad física de los trabajadores.
- Todos los locales o lugares de trabajo deberán contar con vías de evacuación horizontales y/o verticales que además de cumplir con las exigencias de la ordenanza general de urbanismo y construcción, disponga de salidas en número, capacidad y ubicación y con la identificación apropiada para permitir la segura, rápida y expedita salida de todos sus ocupantes hacia zonas de seguridad.
- Se deberá elaborar planos en los que se desarrollan los gráficos y esquemas necesarios para la mejor definición y comprensión de las medidas preventivas definidas en la memoria, con expresión de las especificaciones técnicas necesarias.
- Los símbolos y palabras que se utilicen en la señalización, deberán estar de acuerdo con la normativa nacional vigente.
- Deberán estar debidamente protegidas todas las partes móviles, transmisiones y puntos de operaciones de maquinarias y equipos que puedan causar daños a trabajadores transeúntes.
- Las instalaciones eléctricas y de gas de los lugares de trabajo deberán ser construidos, instalados y mantenidas de acuerdo a las normas establecidas por la autoridad competente.
- Se prohíbe a los trabajadores cuya labor se ejecuta cerca de maquinarias en movimiento y órganos de transmisión, el uso de ropa suelta, cabello largo y suelto, adornos susceptibles de ser atrapados por las partes móviles.
- El almacenamiento de materiales deberá realizarse por procedimientos, y en lugares apropiados y seguros.

- Las sustancias peligrosas deberán almacenarse solo en recintos específicos destinados para tales efectos, en las condiciones adecuadas a las características de cada sustancia y estar identificadas de acuerdo a las normas peruanas oficiales en la materia.

2. De acuerdo al uso y manejo de maquinarias y herramientas

- Para operar maquinarias automotrices en los lugares de trabajo, como tractores, volquetes, palas mecánicas, moto niveladora, retroexcavadoras, traíllas y similares, los trabajadores deberán poseer la licencia.
- Elementos anti agresión internos y externos: las manijas, defensas y cualquier otro elemento que sobresalga de la estructura en forma agresiva deben ser evitados. Debe precaverse no solo el uso normal, sino la contingencia de un accidente.
- Hermeticidad, polvos: las caminas deben guardar hermeticidad, no solamente por comodidad, sino como preservación de las vías respiratorias del operador.
- Rumorosidad, Aislaciones: la cabina debe ser aislada de los ruidos externos o bien acceder a ellos a voluntad. Permanecer durante toda la jornada en medio de alta rumorosidad, ocasiona grave sordera, cuando se trabaja sin cabina se debe utilizar protectores auditivos.
- Seguros en los movimientos, seguros en las cajas: normalmente, para poder entrar aun cambio se debe entrar a la palanca que corresponda, removiendo un seguro generalmente pintado de rojo y que debe ser colocado en su lugar cuando se paralice el equipo.
- Ubicación de los escapes, sus tapas: las clásicas tapas que cerraban el escape ante una eventual entrada de agua y que tanto alteraban al operador con sus vibraciones y molestos movimientos, ya no se utilizan, puesto que los escapes de actuales maquinarias poseen un drenaje en su base, evitando que pueda acceder agua al motor.
- Ubicación de las tomas de aire: se deben colocar a una altura y posición acordes con la menor posibilidad de captar polvo. De esta forma se preserva el motor, evitando demoras en sucesivas y frecuentes limpiezas de filtros de aire. Es frecuentes el empleo de flota metros, que avisan ante la saturación del filtro.
- Sistemas para emergencias, tipo vigía u otros: existen una serie de instrumentos de aviso de fallas, generalmente de las provenientes del motor o del inflado de

los neumáticos. Estos sistemas nunca deben paralizar el motor ni bloquear la marcha, pues existe la posibilidad de que esa conducta origine riesgos mayores.

- Dispositivos de visión nocturna: los faros normales de transporte son obligatorios de acuerdo con la ley de tránsito. Los faros de trabajo puntual deben utilizarse solamente en forma ocasional, recomendándose el empleo de iluminación genérica en obra para el trabajo nocturno, mediante grupos de luces independientes del equipo.
- Niveles de exposición: el nivel del ruido se mide en decibelios(dba). Cuando hablamos lo hacemos en una escala de 70 decibelios. El departamento de salud y seguridad ocupacional (OSHA), establece el tiempo que un individuo puede estar expuesto al ruido.

Tabla 4-54: Tiempo de exposición a un nivel de ruido.

Se permite estar sin protección	A este nivel de ruido
Hasta 8 horas	90 decibelios
Hasta 4 horas	95 decibelios
Hasta 1 hora	105 decibelios

Fuente: OSHA.

Niveles de ruido de los equipos según la **tabla 4-55**.

Tabla 4-55: Niveles de ruido en decibeles.

Equipo	Decibelios
Martillo neumático	103-113
Perforador neumático	102-111
Sierra de cortar concreto	99-102
Sierra industrial	88-102
Soldador de pernos	101
Bulldozer	93-96
Aplanadora de tierra	90-96
Grúa	90-96
Martillo	87-95
Niveladora	87-94
Cargador de tractor	86-94
Retroexcavadora	84-93

Fuente: OSHA.

Los niveles de ruido varían en función a la distancia y a la actividad que realiza cada maquinaria pesada.

3. De Los Equipos De Protección Personal

- El empleador deberá proporcionar a sus trabajadores, libres de costo, los elementos de protección personal adecuados al riesgo a cubrir y el

adiestramiento necesario para su correcto empleo, debiendo además mantenerlos en perfecto estado de funcionamiento. Por su parte, el trabajador deberá usarlos en forma permanente mientras se encuentre expuesto al riesgo.

- Los elementos de protección personal usados en los lugares de trabajo, sean estos de procedencia nacional o extranjera, deberán cumplir con las normas y exigencias de calidad que rijan a tales artículos según su naturaleza.

4. Trabajos De Excavación En Cantera

- Las excavaciones en cantera exigen el reconocimiento del terreno para evitar que se produzcan grandes desprendimientos de rocas.
- Una buena explotación (con explosivos) aconseja que no se explote por alturas superiores a 6m.
- Es imprescindible el sanear las cabezas de los taludes de tal manera que no queden piedras sueltas que podrían caer sobre el personal que está trabajando en la parte inferior, para efectuar esta limpieza es preciso que el operario este sujeto a la roca sana con una cuerda y que use un cinturón de seguridad del tipo denominado bragero.

5. Obras de movimiento de tierras

Sin explosivos:

- Señalización a 150m. del punto de trabajo deben colocarse letreros suficientemente visibles, que alerten sobre la ejecución de trabajos en la zona.
- El acceso directo al frente de trabajo deberá estar cerrado con tranqueras debidamente pintadas para permitir su identificación, las que contarán además con sistemas luminosos que permitan su visibilidad en la noche.
- En las tranqueras de acceso principal deberá permanecer personal de seguridad con equipo de comunicación que permita solicitar la autorización para el pase de personas extrañas a la obra.
- En los casos que hubiera exigencia de tránsito temporal en el frente de trabajo, se deberá contar con personal debidamente instruido para dirigir el tráfico en esta zona. Las rutas alternas que sea necesario habilitar para el tránsito temporal, deberán ser planificadas y proyectadas antes de la ejecución de las obras.
- Cada equipo contará con el espacio suficiente para las operaciones de sus maniobras. Estos espacios no deben traslaparse.

- La operación de carga de combustible y mantenimiento de los equipos será programada preferentemente fuera de las horas de trabajo.
- Cada equipo será accionado exclusivamente por el operador asignado. En ningún caso deberá permanecer personal alguno.
- Todos los equipos contarán con instrumentos de señalización y alarmas que permitan ubicarlos rápidamente durante sus operaciones.

Con explosivos:

- El diseño de la operación de perforación y voladura estará a cargo de un especialista responsable.
- Las voladuras se realizarán al final de la jornada y serán debidamente señalizadas.
- En toda obra de excavación que requiera del uso de explosivos, se deberá contar con un polvorín que cumpla con todas las exigencias de la entidad oficial correspondiente.
- El personal encargado del manipuleo y operación de los explosivos deberá contar con la aprobación y certificación de la entidad oficial correspondiente.
- El acceso al polvorín deberá estar debidamente resguardado durante las 24 horas del día, por no menos de dos vigilantes.
- No existirá explosivo ni accesorio de voladura en la zona durante la operación de perforación.
- Los trabajos de perforación serán ejecutados con personal que cuente con los equipos adecuados de seguridad, tales como: guantes de cuero, máscaras contra el polvo, anteojos protectores, protectores contra el ruido, cascos de seguridad, y en los casos que se requiera, cinturón de seguridad. Esta relación es indicativa más no limitativa y la calidad de los equipos estará normalizada.

6. Trabajos con explosivos

a) Almacenado

- Estos deberán ser almacenados en polvorines adecuados.
- Los explosivos se almacenan separados de los detonadores.
- Está terminantemente prohibido el fumar, encender fuego o utilizar cualquier otro dispositivo que pueda producir llama o chispa en el interior.
- Deberán ser inalterables física y químicamente por largo tiempo.

- Serán inalterables por las variaciones de temperatura y del agua.

b) Transporté de explosivos

- Los explosivos y detonadores deben transportarse siempre por separado, en recipientes adecuados, que garanticen su seguridad en el transporte de manera principal para los detonadores.
- Los vehículos que se usen en el transporte de explosivos deben brindar seguridad, tener compartimientos seguros y resistentes, los vehículos deben estar en perfecto estado de funcionamiento, la carrocería fija para evitar que alguna caja de explosivos de caiga.
- Todas las piezas de metal de la carrocería que pudieran estar en contacto con dichas cajas deberán ser protegidas con madera.
- Lo recomendable es utilizar vehículos cerrados, si se va a utilizar vehículos abiertos las cajas deben cubrirse con una lona encerrada incombustible.

c) Precauciones especiales

- Antes del disparo y si este se efectuara en el exterior de manera principal, se debe avisar con el toque del pito.
- Se debe cortar todos los caminos que puedan concurrir a la zona por seguridad.
- Su explosión no coaccionara gases tóxicos, especialmente en lugares cerrados como en túneles, etc.

7. Trabajos con aire comprimido

- Es totalmente prohibido la intervención en aparatos de aire comprimido, de personal no experto.
- En cuanto a su regulación y reparación se exige la intervención de un mecánico especialista en aire comprimido. Los accidentes que se producen en el manejo de perforadores neumáticos se deben principalmente a las siguientes causas:
- Si se perfora con barreno de corte romo o con extremos demasiados desgastados.
- Si se fatiga el acero del barreno o se le deja oxidar.
- Si se trata el barreno con descuido, o se le deja caer, sino se protege la espiga o embocadura del agua del lodo.
- Si se inicia el taladro con excesiva presión o con poca presión
- Si no se conserva el martillo engrasándolo, limpiándolo, sustituyendo piezas desgastadas.

8. Los aglomerantes

El principal aglomerante usado hoy en la industria de la construcción es el cemento, cal y yeso. El yeso se usa para revoques y enlucidos. Todos estos cuerpos se presentan en polvos más o menos finos. Estos materiales producen sobre las personas si es que los manejan varios tipos de infecciones cutáneas, entre las que se encuentran la dermatitis eczematoide y los epitelomas.

También producen estas enfermedades, los aglomerantes asfálticos usados en firmes y pavimentos de carretera.

Por otra parte, el polvo que se introduce en el aparato respiratorio produce neumoconiosis y el de cal producen calcicosis y oftalmoconosis.

La protección correcta es el uso de gafas, casco, ropa ajustada y bota cerradas, y posteriormente después del trabajo ducharse garantiza una seguridad y cuidado de la piel.

9. Precaución contra caída de rayos

Los rayos impactan sobre objetos altos, metal y agua o en una persona que está de pie sobre el suelo o un techo abierto.

Si se avecina la tormenta:

Lo que no debe hacer:

- Ser el objeto más alto en el área.
- Pararse en campo abierto.
- Pararse debajo de un árbol (si el árbol recibe el impacto usted también lo recibirá).
- Pararse junto a objetos de metal: tuberías, postes de luz o marcos de puerta o vayas de metal o torres de comunicación, ni al aire libre ni adentro.
- Quedarse junto al agua: un charco, agua de grifo (no bañase)
- Usar herramientas, maquinas eléctricas, ni al aire libre ni adentro.
- Usar un teléfono de enchufar o una computadora con modem.

Lo que debe hacer:

- Resguárdese en un edificio encerrado como una casa o un centro comercial, escuela o un edificio de oficina.
- Si anda al aire libre y no tiene a donde ir, dóblese hacia abajo juntando los pies y deje que solo los pies toquen el suelo. Póngase las manos sobre los oídos (para protegerse del ruido) así quedara en una posición tan baja que el rayo podría

buscar otra cosa donde caer, no se acueste al suelo.

- Dejar pasar media hora después de la tormenta y la rayería antes de trabajar a la intemperie.

Si el rayo le cae a alguien

Si la víctima no permanece electrificada, se le puede tocar de inmediato. Si la víctima no tiene pulso, trate de darle respiración artificial, si tiene un desfibrilador portátil, úselo siguiendo las instrucciones. Pero tenga la precaución de no permanecer a campo abierto, transporte a la víctima a un lugar seguro.

4.5.7. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

- No existe dispositivos de control de tránsito como marcas, señales informativas, preventivas o reguladoras en la vía existente, solo existen nombres de los pueblos colocado por el ministerio de cultura.
- Las señales de tránsito son consecuencia del diseño geométrico, por lo cual las señales deben ser ubicados de acuerdo al plano de planta y perfil.
- La seguridad en la ejecución de obra es de primera prioridad por que se expone a riesgos y peligros de gran intensidad, para lo cual se tiene; charlas de seguridad, equipos de protección personal y Centro de atención del personal (tópico).
- En obras viales la seguridad personal debe ser de prioridad porque están en constante amenaza como: Deslizamientos, caída de rocas, Accidentes de tránsito, accidentes con maquinarias pesadas y otros.

4.6. SISTEMA DE DEFENSA

4.6.1. GENERALIDADES

Son elementos estructurales que tienen la función de soportar cargas verticales y presiones laterales pasivas y activas, en las obras viales se utiliza frecuentemente donde aparecen secciones con relleno o simplemente son utilizado en la instalación de alcantarillas, en caso de estabilizar un talud se emplean los muros secos.

4.6.2. OBJETIVOS

Diseñar muros de contención que cumplan; resistencia al volteo, deslizamientos, ser adecuados estructuralmente y capaces de soportar las presiones laterales o empujes de terrenos naturales o artificiales, así como de cargas.

4.6.3. MUROS DE CONTENCION Y SOSTENIMIENTO

4.6.3.1. Diseño de muros de sostenimientos

ANÁLISIS Y DISEÑO DE MUROS DE SOSTENIMIENTO

Los muros de sostenimiento tienen como objetivo fundamental el de resistir las presiones laterales, que son producidas por el material de relleno o el suelo retenido. El procedimiento a seguir para el análisis y dimensionamiento de los muros de sostenimiento consisten en:

- a) Una elección tentativa de las dimensiones del muro.
- b) El análisis de la estabilidad del muro en función a las fuerzas actuantes.
- c) Capacidad portante del terreno, Las dimensiones del elemento deben ser tales que las resultantes de las cargas caigan dentro del tercio medio de la base.

En el caso de que en el análisis se llegue a la conclusión de que la estructura no es satisfactoria, se procederá a redimensionar el muro y efectuar nuevos tanteos hasta lograr que la estructura sea capaz de resistir a los esfuerzos a que se encuentra sometida. Para llevar a cabo el análisis se deberá de determinar las magnitudes de las fuerzas que actúan por encima de la base de la cimentación tales como el empuje de tierras, las sobrecargas, el peso del muro y el peso del material de relleno.

EMPUJE PASIVO Y EMPUJE ACTIVO

Un muro que soporta un relleno cualquiera y se desplaza hacia el lado opuesto del terraplén se denomina (empuje activo), pero si es contrario se llama empuje pasivo.

Ejemplo:

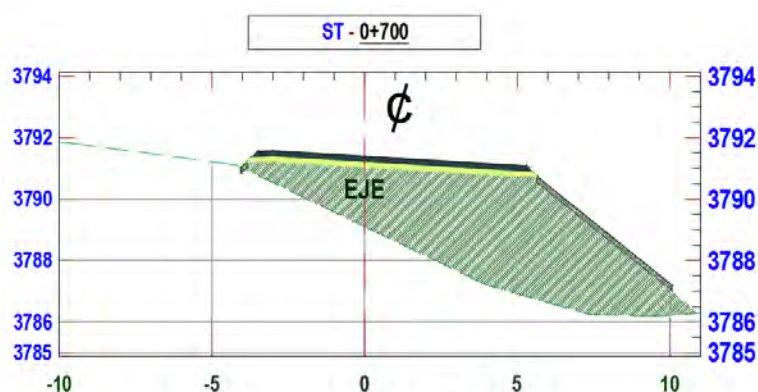
4.6.3.2. DISEÑO DE MURO CONCRETO ARMADO²⁴ KM 00+700

Figura 4-28: Sección transversal km 00+700

En la FIGURA se muestra la sección transversal km 00+700 donde requiere de un muro de contención, para lo cual se sugiere muro de concreto armado con TMC para el drenaje del caudal.

1. Dimensionamiento

Se asume las siguientes dimensiones para el muro.

h_p =altura de la pantalla.

t_1 =ancho de la corona.

$b=t_2$ =base de la corona.

c =ancho de la punta.

e =ancho de la punta.

d =peralte de la zapata.

Algunas relaciones para estimar longitudes del muro.

$$b = H/12 - H/10. \quad B = 0.5H - 0.8H.$$

$$c = B/3 - b/2. \quad d = H/10$$

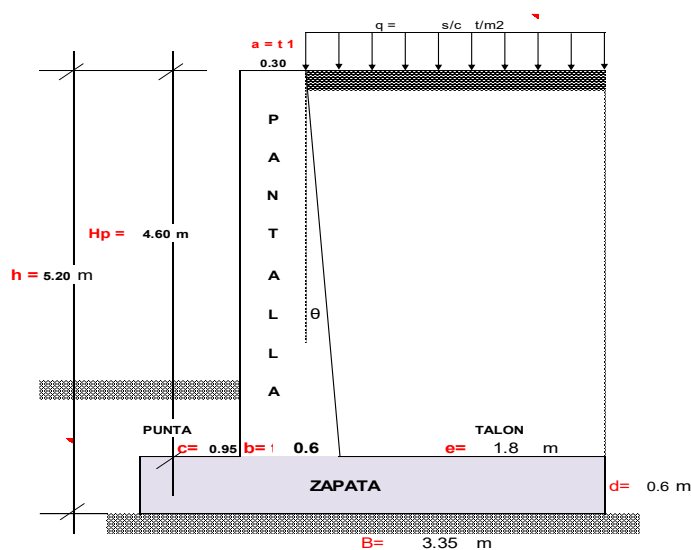


Figura 4-29: Dimensionamiento del Muro de Contención.

²⁴ DISEÑO EN CONCRETO ARMADO. Ing Roberto Morales Morales.

Del estudio de mecánica de suelos se obtiene: el Angulo de fricción del relleno, peso específico, capacidad portante.

En el proyecto según E.M.S se tiene: $\phi = 30^\circ, \gamma_{relleno} = 1.95tn / m^3$ (Material seleccionado). Por debajo de la cimentación se utiliza una capacidad portante obtenido por el ensayo PDL-insitu 1.10 kg/cm2 (ANEXO MUROS). Para estimar la sobrecarga por vehículo según AASHTO que relaciona directamente la altura del muro con la incidencia por la sobrecarga vehicular.

Valores para sobrecargas en muros paralelos al tráfico.

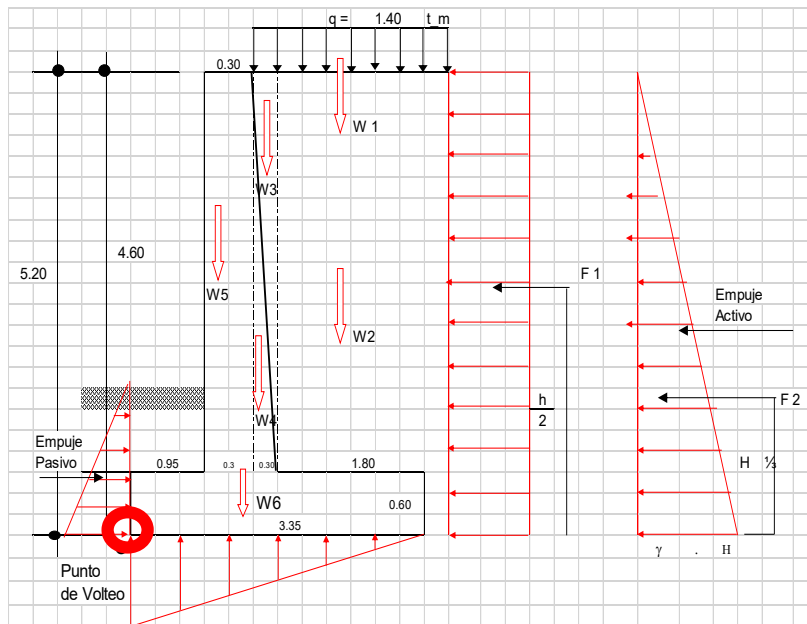
Tabla 4-56: Valores para sobrecargas en muros paralelos al tráfico.

Altura del muro(m)	heq	heq
< 1.5	1.5	0.6
3	1.07	0.6
> 6	0.6	0.6

Fuente: Elaboración propia.

En el proyecto se asume proporcional a la altura un valor de 0.72, por lo tanto, la sobrecarga se obtiene por la relación $q = s / c = 0.72 \times \gamma_{relleno} = 1.4tn / m^2$.

2. Metrado de cargas



Fuerzas	1 m de analisis
W1=	2940 kg
W2=	16146 kg
W3=	1346 kg
W4=	1656 kg
W5=	3312 kg
W6=	4824 kg

Figura 4-30: Metrado de fuerzas Verticales

Fuente: Elaboración propia.

3. Fuerzas horizontales o fuerzas de empuje del terreno

- Cálculo del coeficiente activo de Coulomb (k_a).

$$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\delta + \theta) \left[1 + \frac{\sin(\delta + \phi) \sin(\phi - \beta)}{\cos(\delta + \theta) \cos(\beta - \theta)} \right]^2} \quad k_{as} = k_a + \frac{3 \cdot a}{4 \cdot g}$$

$\beta = 0^\circ$.

$\theta = 4^\circ$.

reemplazando

$k_a = 0.3592$.

$\delta = 0^\circ$

$k_{asismo} = 0.3775$.

$\phi = 30^\circ$.

- Cálculo fuerzas de empuje.

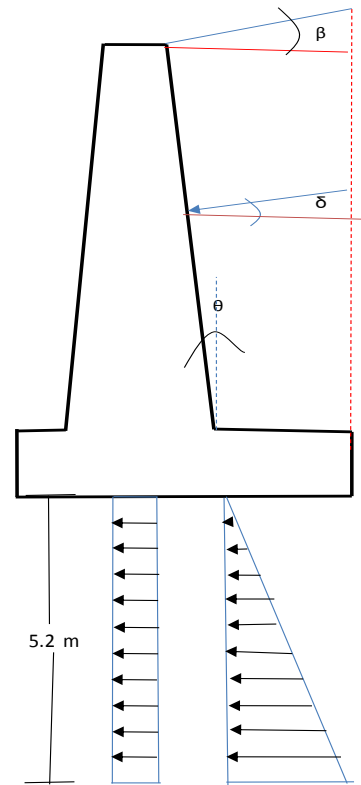
$F_1 = q \cdot k_{as} \cdot h_{total}$, reemplazando $F_1 = 1.4 \times 0.3775 \times 5.20 = 2748 \text{Kg}$

$F_2 = \frac{\gamma_{Relleno} \cdot k_{as} \cdot h^2_{total}}{2}$, reemplazando $F_2 = \frac{1.95 \times 0.3775 \times 5.20^2}{2} = 9952 \text{Kg}$

Aplicado a la altura.

$F_1(\text{aplicado}) = \frac{h_{total}}{2} = \frac{5.20}{2} = 2.6 \text{m}$

$F_2(\text{aplicado}) = \frac{h_{total}}{3} = \frac{5.20}{3} = 1.73 \text{m}$



4. Estabilidad del muro

- Estabilidad del muro al volteo.
- La norma 0.20 propone un factor de seguridad 1.5, el proyecto merita de 1.75 de factor.

$F.S.V = \frac{\sum MF_v}{\sum MF_h} \geq 1.75$, los momentos son respecto al punto "o" FIGURA 4-29.

Fuerzas verticales estabilizadoras.

PESO	W (Kg)	BRAZO (m)	MOMENTO(kg-m)
W 1	2,940	2.45	7,203.00
W2	16,146	2.45	39,557.70
W3	1,346	1.450	1,950.98
W4	1,656	1.350	2,235.60
W5	3,312	1.100	3,643.20
W6	4,824	1.68	8,080.20
ΣMF_f	30,224	ΣMoF_y	62,670.68

Fuerzas horizontales estabilizadoras

PESO	W (Kg)	BRAZO (m)	MOMENTO(kg-m)
F 1	2,748	2.600	7,145.52
F 2	9,953	1.73	17,218.14
ΣF_h	12,700.96	ΣMF_h	24,363.65

$$F.S.V = \frac{MFv}{MFh} = \frac{62670.68}{24363.65} = 2.57 \geq 1.75 \dots ok \text{ cumple con lo requerido.}$$

• Estabilidad del muro por deslizamiento.

La norma 0.20 propone un factor de seguridad 1.25, el proyecto merita de 1.5 de factor.

$$F.S.D = \frac{\mu \cdot \sum Fv}{\sum Fh} \geq 1.50, \text{ coeficiente de fricción se obtiene por la relación}$$

$$\mu = tg\phi \leq 0.6 \text{ (es menor o igual 0.6 cuando es cimentado en el terreno natural).}$$

Tabla 4-57: Clases de terrenos de cimentación y constantes de diseño.

Clases de terrenos paracimentación		Esfuerzo permisible del terreno $\sigma t = (\text{kg/cm}^2)$	Coeficiente de fricción para Desplazamiento μ
ROCOSO	Roca dura uniforme con pocas grietas	10	0.7
	Roca dura con muchas fisuras	6	0.7
	Roca blanda	3	0.7
ESTRATO	Densa	6	0.6
DE GRAVA	No densa	3	0.6
TERRENO	Densa	3	0.6
ARENOSO	Media	2	0.5
TERRENO	Muy dura	2	0.5
COHESIVO	Dura	1	0.45
ARCILLAS	Media	0.5	0.45

El cimentado de muro en el km 00+700 se plantea sobre un enrocado por la baja capacidad portante del suelo, por lo cual se opta el valor de 0.7 como coeficiente de fricción en el base de la zapata.

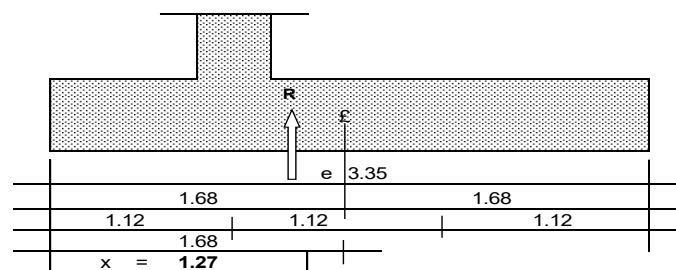
$$F.S.D = \frac{\mu \cdot \sum Fv}{\sum Fh} = \frac{0.7 \times 30224}{12700.96} = 1.67 \geq 1.50 \dots ok, \text{ para dar mayor estabilidad se}$$

propone fierros de anclaje de $\phi = 5/8"$ de 1.20m.

5. Estabilidad para capacidad portante del terreno de cimentación

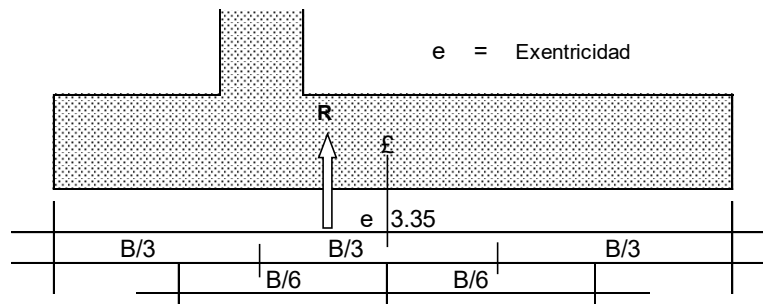
• Cálculo de la ubicación de la resultante.

$$x = \frac{\sum Mo}{\sum Fy} = \frac{\sum MoFy - \sum MoFh}{\sum Fy} = \frac{62670.68 - 24363.65}{30224} = 1.27$$



• Cálculo de la excentricidad.

$$x = \frac{B}{2} - x \text{ reemplazando } e = \frac{3.35}{2} - 1.27 = 0.408$$



Se tiene que cumplir $e < \frac{B}{6}$, $0.408 < 0.56$.ok

• Cálculo de la presión actuante.

$$q = \frac{\sum Fy}{A \times B} \times \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right) \text{ dónde: A es 1m de longitud.}$$

$$q = \frac{30224}{1 \times 3.35} \times \left(1 \pm \frac{6 \times 0.408}{3.35} \right) = q_{\max} = 15607.29 \text{ kg/cm}^2 \text{ y } q_{\min} = 2436.59 \text{ kg/cm}^2$$

$q_{\max} = 1.56 \text{ kg/cm}^2 > 1.10 \text{ kg/cm}^2$., en este caso tiene que mejorarse el suelo por lo que se sugiere enrocar con material de la cantera Huayllabamba.

6. Cálculo de los momentos flectores y fuerzas cortantes

➤ En la pantalla

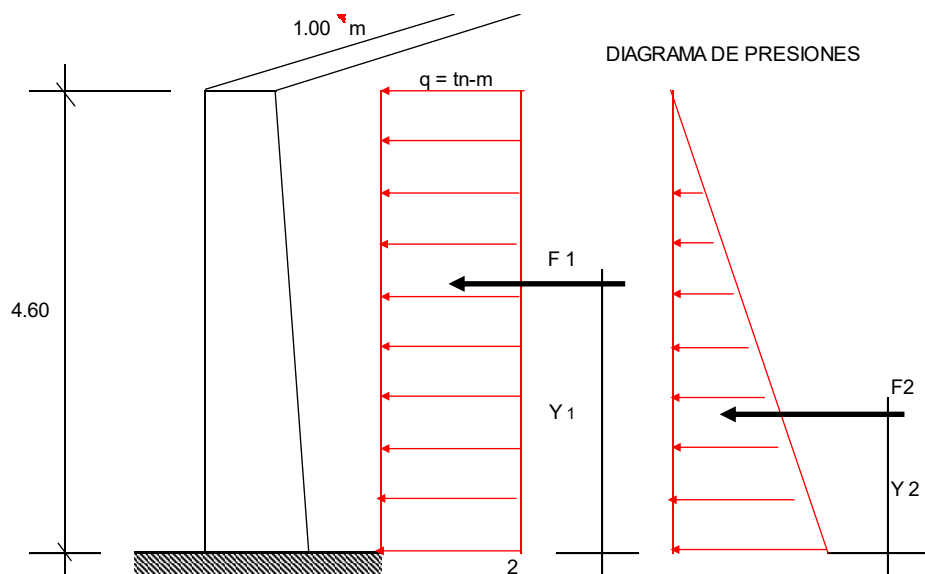


Figura 4-31: Diagrama de Presiones

Fuente: Elaboración propia.

Se obtiene los momentos de las fuerzas puntuales con respecto a la base de la pantalla.

$$M_{\max} = (F_1 \times Y_1) + (F_2 \times Y_2)$$

$$M_{\max} = 17533.92 \text{ kg} - \text{m}. \quad M_u = 1.6 \times M_{\max} = 28.05 \text{ tn} - \text{m}.$$

- Fuerza Cortante.

Esfuerzo cortante: $V_u = 1.6 \times (F_1 + F_2)$, si ϕ por corte es 0.75.

$$\frac{V_u}{\phi} = 21.80 \text{ tn}$$

Esfuerzo cortante resistente del concreto.

$$V_c = 0.53 \times \sqrt{f'c} \times b \times d = 0.53 \times \sqrt{210} \times 100 \times 56 = 43.01 \text{ tn}$$

Si As se traslapa en la base entonces: $V_{ce} = V_c \times \frac{2}{3} = 43.01 \times \frac{2}{3} = 28.67 \text{ tn}$

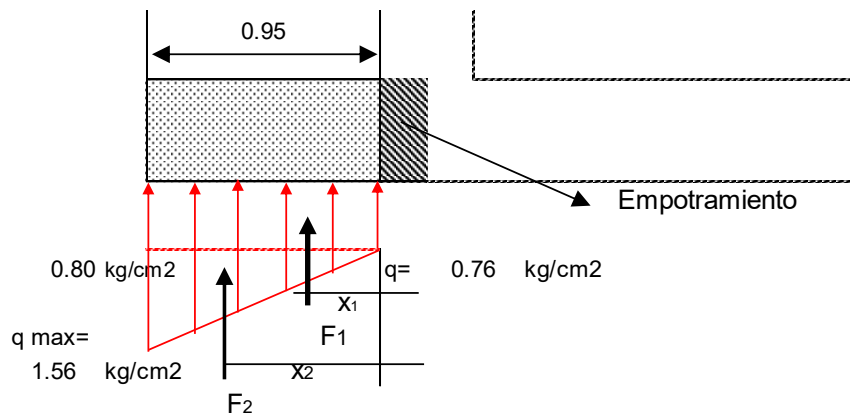
Donde: $\frac{V_u}{\phi} < V_{ce} = 21.80 < 28.67 \dots \text{ok}$, en caso que no cumpliera se

incrementa la base de la pantalla.

➤ **En la zapata.**

- Momento último.

- En la punta.

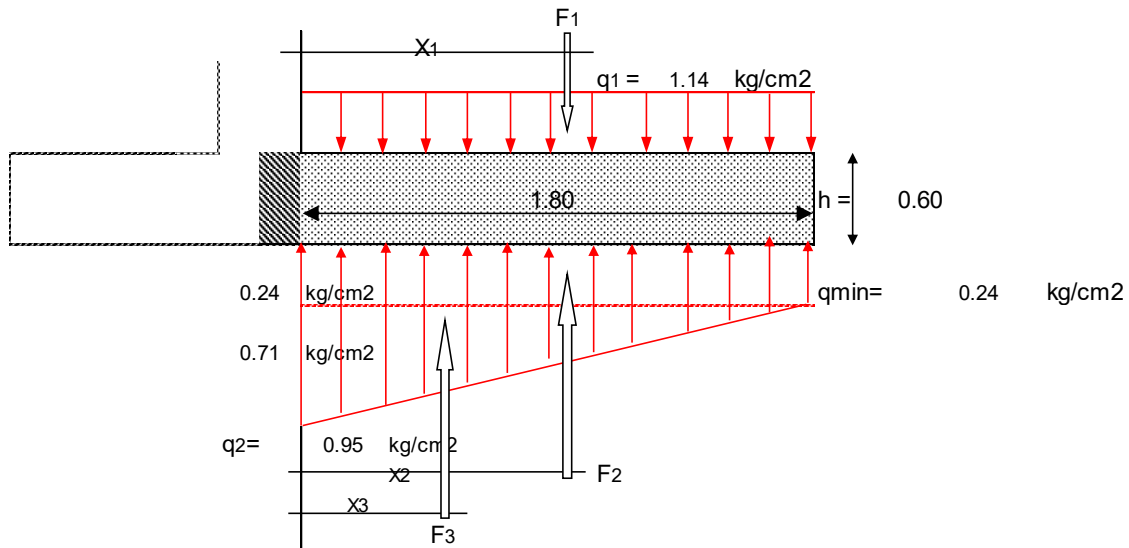


Momento flector en la punta de la zapata

$$M_{\max} = (F_1 \times X_1) + (F_2 \times X_2)$$

$$M_{\max} = 1021.22 \text{ kg} - \text{m}.$$

- En El talón.



Momento flector en la punta de la zapata

$$M_{\max} = (F_3 \times X_3) + (F_2 \times X_2) - (F_1 \times X_1)$$

$$M_{\max} = 26157.1 \text{ kg} - \text{m}.$$

- Chequeo por corte.

$$\text{Esfuerzo cortante: } V_u = \frac{F_1 - F_2 - F_3}{b \times d} = \frac{9676.52}{100 \times 53} = 1.84 \text{ kg} / \text{cm}^2,$$

Esfuerzo cortante resistente al concreto:

$$V_c = 6.53 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

$$V_c = 6.53 \text{ kg} / \text{cm}^2 > 1.84 \text{ kg} / \text{cm}^2 \dots \text{ok}$$

7. Cálculo de acero

➤ En la pantalla.

- Acero principal vertical.

$$A_s = \frac{Mu}{\phi \times f_y \times (d - a/2)} \quad y \quad a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times f'_c \times b}$$

$$A_s = \frac{2805400}{0.9 \times 4200 \times (56 - 3.21/2)} = 13.64 \quad y \quad a = \frac{13.64 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 56} = 3.21$$

$$\text{Acero principal } A_s = 13.64 \Rightarrow 7 \Phi 5/8", s = \frac{1.98}{13.86} \times 100 = 14.29 \text{ cm}.$$

$$A_s = 13.64 \Rightarrow 7 \Phi 5/8" @ 15 \text{ cm}.$$

- Acero principal Mínimo. (se asume para el exterior del muro como principal)

$$A_{s \text{ minimo}} = 0.0018 \times 100 \times 56. = 10.08 \text{ cm}^2.$$

$$A_{s \text{ minimo}} = 10.08 \text{ cm}^2 \Rightarrow 13.86 > 10.08 \dots \text{ok}$$

- **Altura para un Mu/2 resistente.**

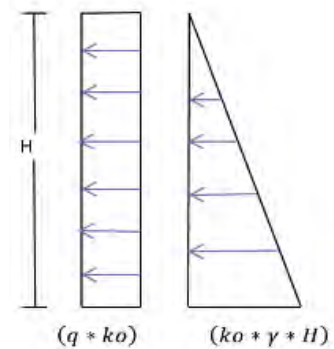
$$\frac{M_U}{2} = 1.6 \left(\frac{q * k_o * H^2}{2} + \frac{k_o * \gamma * H^3}{6} \right)$$

$$14.03 \text{ tn} - m = 0.423 \times H^2_{Mu/2} + 0.196 \times H^3_{Mu/2}.$$

$$X_{Mu/2} = 3.54$$

$$X_{Mu} = h - H_{Mu/2} + d$$

$$X_{Mu} = 1.62 \text{ m}$$



A partir de 1.62 m de la pantalla se puede reforzar con la mitad del acero principal.

- **Acero horizontal.**

Asumimos: $\Phi \leq 5 / 8''$ entonces $A_{s \text{ min}} = 0.0020 \times b \times d$

-Parte arriba se asume d=0.30cm.

Delante $A_{s \text{ min}} = \frac{2 \times 0.0020 \times b \times d}{3} = 4 \text{ cm}^2$, atrás o interior $A_{s \text{ min}} = \frac{0.0020 \times b \times d}{3} = 2 \text{ cm}^2$

-Parte arriba se asume d=(0.30+0.60)/2=0.45cm.

Delante $A_{s \text{ min}} = \frac{2 \times 0.0020 \times b \times d}{3} = 6 \text{ cm}^2$, atrás o interior $A_{s \text{ min}} = \frac{0.0020 \times b \times d}{3} = 3 \text{ cm}^2$

-Parte arriba se asume d=0.60cm.

Delante $A_{s \text{ min}} = \frac{2 \times 0.0020 \times b \times d}{3} = 8 \text{ cm}^2$, atrás o interior $A_{s \text{ min}} = \frac{0.0020 \times b \times d}{2} = 6 \text{ cm}^2$

➤ **En la Zapata.**

En la punta, $Mu = 1.6 \times M_{\text{max}}$
 $Mu = 1.6 \times 1021.22 = 1633.96 \text{ kg} - m.$

En el talón, $Mu = 1.6 \times M_{\text{max}}$
 $Mu = 1.6 \times 10619.6 = 16991.6 \text{ kg} - m.$

Área de acero de la zapata.

$$A_s = \frac{Mu}{\phi \times f_y \times (d - a / 2)} \quad y \quad a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times f'_c \times b}$$

Acero principal $A_s = 1.03 \text{ cm}^2$, acero mínimo $A_{s \text{ min}} = 0.0018 \times b \times d = 9.31 \text{ cm}^2$, por ende, el acero obtenido de los cálculos es menor al acero mínimo:

$$A_{s \text{ min}} = 9.31 \text{ cm}^2.$$

en la parte posterior $A_s = 8.27 \text{ cm}^2$, es menor que el acero mínimo por lo tanto se toma:

$$A_{smin} = 9.31 \text{ cm}^2.$$

$$\text{Acero transversal } A_s = 0.0018 \times b \times t = 0.0018 \times 100 \times 60 = 10.8 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto, se tiene un resumen de acero que requiere el muro de concreto armado en km: 00+700.

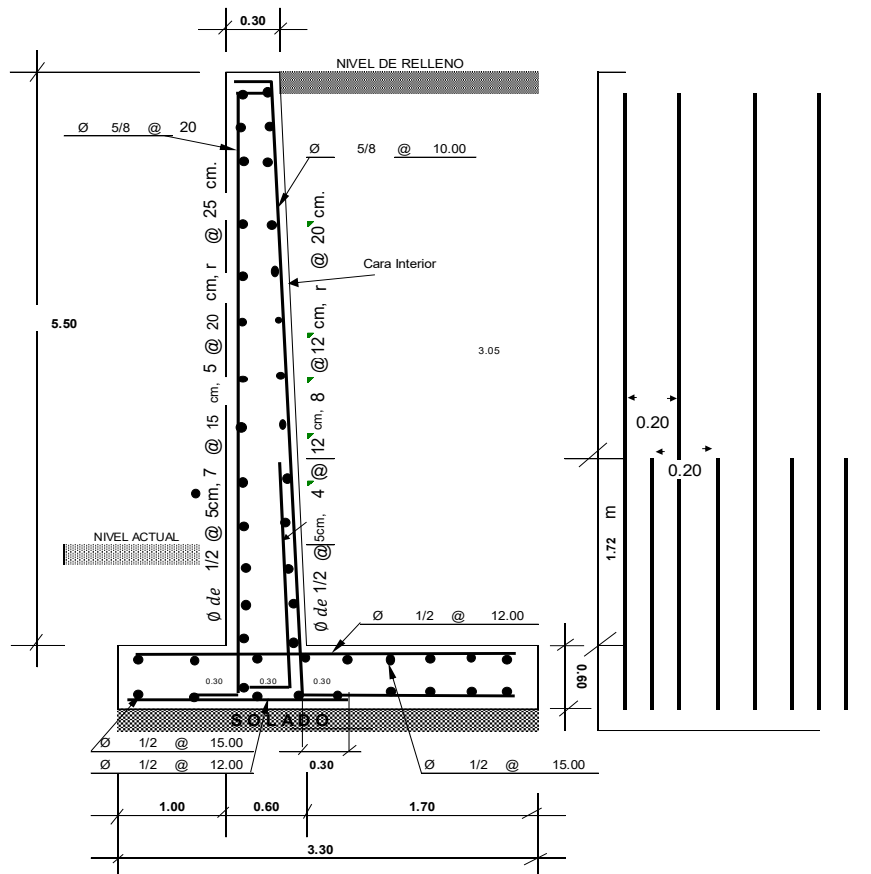


Figura 4-32: Armadura del muro Km:00+700.

Fuente: Elaboración propia.

Por lo que se tiene el muro en el km:00+700.

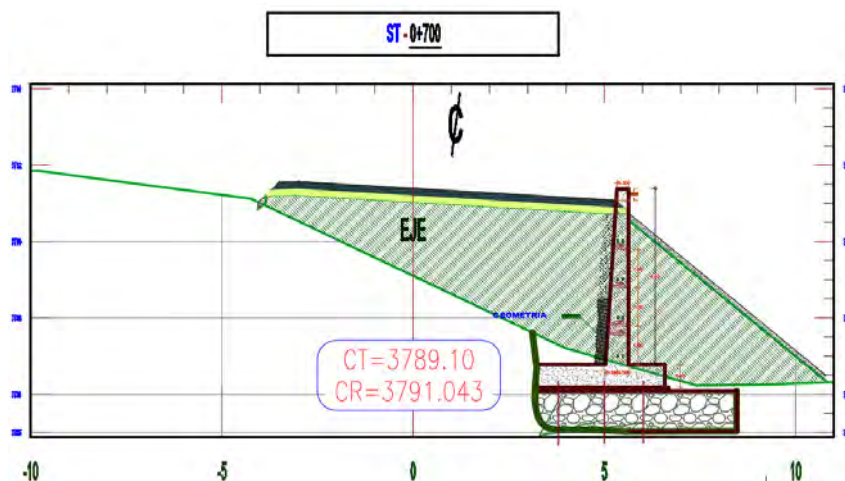


Figura 4-33: Perfil de sección de muro en el Km 00+700.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4-58: Muros de contención proyectadas.

N°	PROGRESIVA		LADO		LONGITUD	TIPO DE MURO
	Desde	Hasta	IZQUIERDO	DERECHO	L	
					m.	
1	0+690	0+715		X	25.00	Muro C° A°
2	1+400	1+430		X	30.00	Muro C° A°
3	1+400	1+412	X		12.00	Muro C° A°
4	3+060	3+090		X	30.00	Muro C° C°
5	7+400	7+430		X	30.00	Muro C° A°
6	7+400	7+415	X		15.00	Muro C° A°
7	8+705	8+735		X	30.00	Muro C° C°
8	8+920	8+950		X	30.00	Muro C° A°

Fuente: Elaboración propia.

4.6.3.3. RECOMENDACIONES

- Mejorar el suelo con enrocado para evitar asentamientos y fallas por deslizamiento.
- Respetar las dimensiones de los planos.

4.7. ESTABILIDAD DE TALUDES

4.7.1. GENERALIDADES

Las carreteras requieren el análisis y diseño de taludes por efectos de corte tanto en desmonte como en terraplén con las condiciones de seguridad. Aun así, los cortes sufren inestabilidad de sus taludes y laderas por la consecuencia de recurrentes lluvias generalizadas.

4.7.2. OBJETIVO

Diagnosticar las causas de inestabilidad en puntos críticos que puede ocasionar el nuevo diseño y estimar la estabilidad, en función a una evaluación de campo detallada desde el punto de vista geológico, geodinámica, geotécnico, hidrogeológico y topográfico a fin de encontrar las soluciones apropiadas, considerando su viabilidad técnica y económica.

4.7.3. MÉTODOS DE CÁLCULO

Los siguientes métodos proporcionan generalmente una solución en términos de tensiones y desplazamientos dentro del talud.



Figura 4-34: Métodos de estudio de estabilidad de taludes

Fuente: Olalla, C. (1999).

4.7.4. VARIABLES QUE RIGEN LA ESTABILIDAD DE UN TALUD

El coeficiente de seguridad de un talud estan en relacion de acciones estabilizadoras(Resistentes) y fuerzas desestabilizadoras.

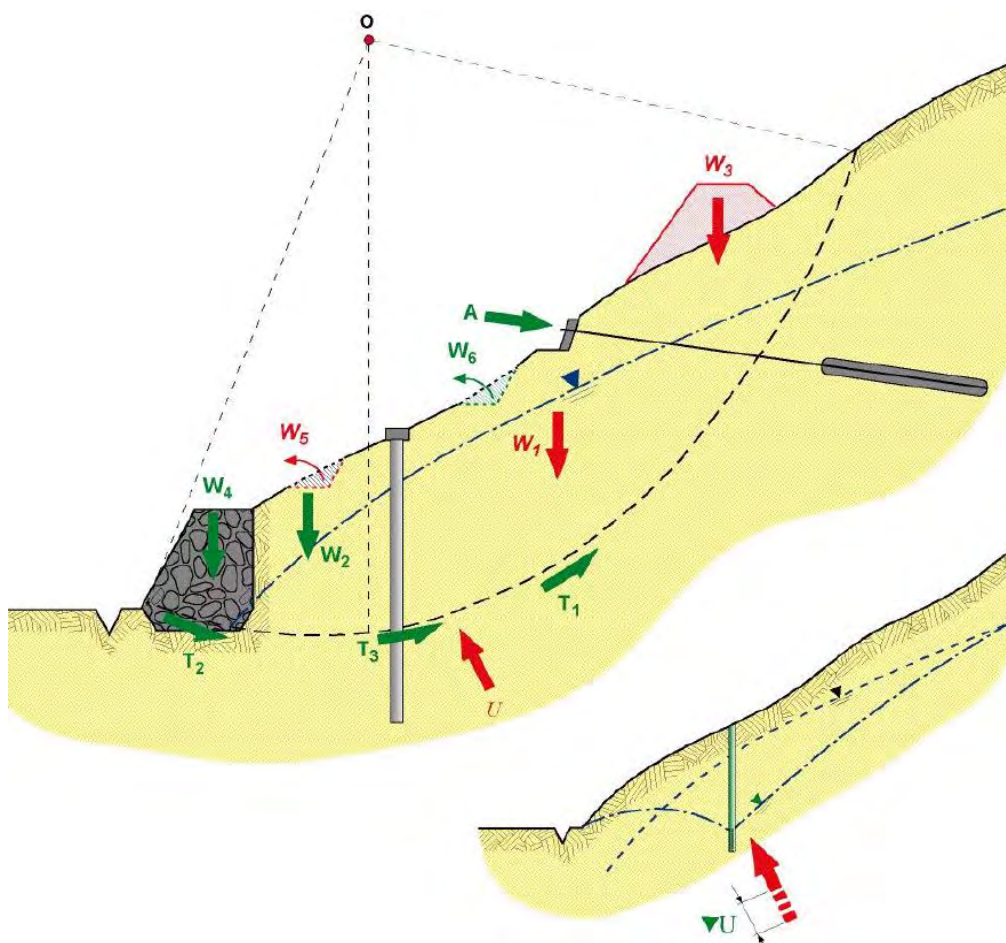


Figura 4-35: Diagrama de fuerzas y Momentos de estabilidad de taludes.

Fuente: Ortuño, L. (2003).

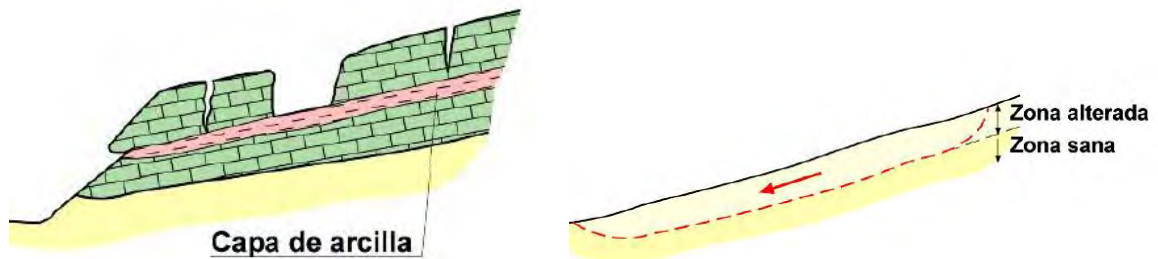
Tabla 4-59: Cargas Estabilizadoras y desestabilizadoras.

ESTABILIZADORES		DEESTABILIZADORES	
T1	Resistencia al corte del terreno	W1	pesos que originan momento volcado
W2	peso que origina momento estabilizador	W3	pesos que originan momento volcado
W4	peso que aumenta el momento estabilizador	U	Presion de agua.
W6	Excavaciones que reducen el momento volcador	W5	Excavacion que reduce el momento estabilizador
T2	Aumento local de resistencia al corte (mejor material)		
T3,A	Fuerzas estabilizadoras externas.		
U	Reduccion de la presion del agua.		

4.7.5. CLASIFICACIONES GEOMORFOLOGICAS Y GEOTECNICAS PARA ESTUDIOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN SUELOS

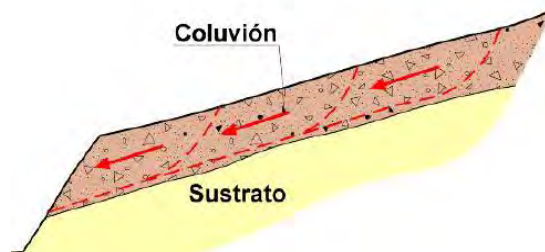
4.7.5.1. CLASIFICACIONES GEOMORFOLOGICAS

En función a las condiciones estratigráficas y geomorfológicas existentes en el punto de análisis para el caso de suelos, se tiene tres mecanismos de inestabilidad: Traslación, rotación y compuesto.



Existencia de capas débiles.

Existencia de un espesor alterado por el fenómeno de la meteorización.



Coluviones sobre estrato establecido.

Figura 4-36: Deslizamientos traslacionales.

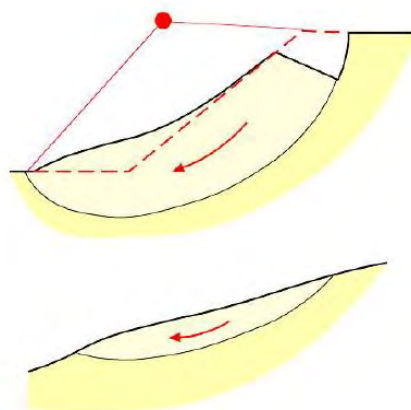


Figura 4-37: Deslizamientos Rotacionales.

En forma circular en terrenos homogéneos, típico en formaciones arcillosas alteradas o mantos coluviales.

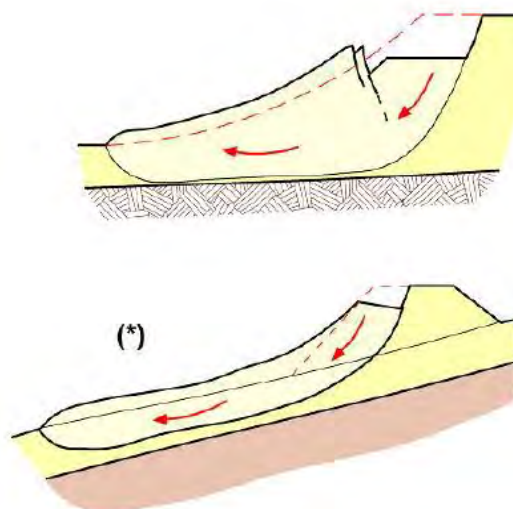


Figura 4-38: Deslizamientos Compuestos.

(*) Suelen reflejar la presencia de una heterogeneidad a escasa profundidad.

4.7.5.2. CLASIFICACIONES GEOTECNICAS

Según los criterios de **Skempton, A.W & Hutchinson, J.N.(1969)**. Se pueden establecer dos tipos de clasificaciones puramente geotécnicas en función de los parámetros de resistencia a corte (c', ϕ') o de las condiciones de presión intersticial (u).

1. Clasificaciones geotécnicas en función a la estructura del suelo

- Primeros deslizamientos.
- Deslizamientos a favor de superficies de rotura preexistente.

2. Clasificación geotécnica en función del régimen de presión intersticial

Estudio de la estabilidad de un talud ya existente, sin nuevos cambios tensionales, con un nivel de saturación estable. La circulación de agua sería permanente y estacionario, y la presión intersticial en cada punto depende solo de las condiciones hidrogeológicas de contorno.

4.7.6. MÉTODO DE EQUILIBRIO LIMITE

4.7.6.1. Procedimientos de cálculo en los métodos de equilibrio límite

En el proyecto "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA CARRETERA VISCOCHONI-COLQUEPATA" Se opta el método **rotura circular**.

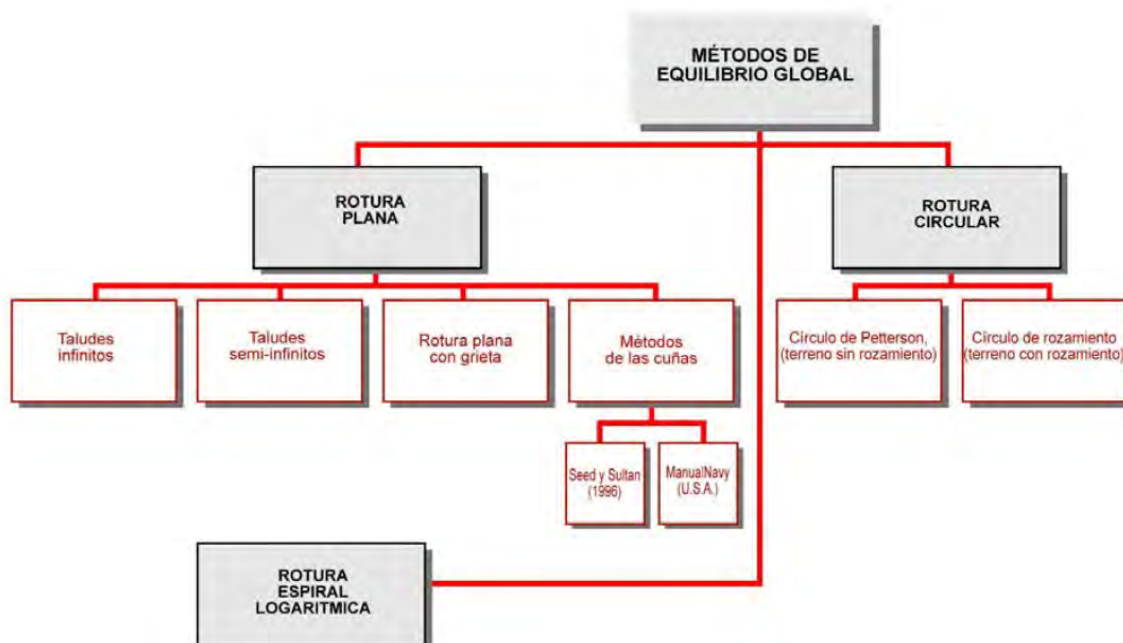


Figura 4-39: Métodos de equilibrio global.
Fuente: Olalla, C. (1999).

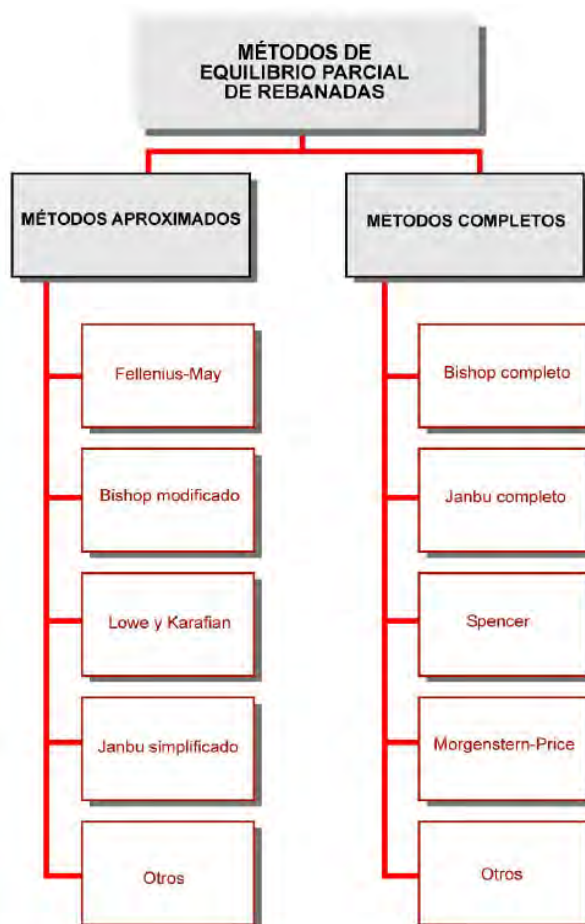


Figura 4-40: Métodos de equilibrio parcial de rebanadas.
Fuente: Olalla, C. (1999).

4.7.7. MÉTODO DE BISHOP SIMPLIFICADO²⁵

El método de Bishop considera un problema de deformación plana en donde la superficie de falla es circular, dividiendo la masa del suelo comprendida en la superficie de falla en una cantidad limitada de dovelas verticales en las que los valores de cohesión, fricción y presión de poros permanecen constantes (Das, 2001).

El método de evaluación más usado en el análisis sísmico de taludes es el cálculo del mínimo factor de seguridad contra el deslizamiento cuando una fuerza estática y horizontal de alguna magnitud es incluida en el análisis. El análisis es tratado como un problema estático en el que el talud se comporta como cuerpo rígido fijado a su cimentación, experimentando una aceleración uniforme e igual a la aceleración superficial del terreno. La fuerza horizontal es expresada como el producto de un coeficiente sísmico K , y el peso W , de una potencial masa deslizante. Si el factor de seguridad se aproxima a la unidad, la sección es considerada insegura.

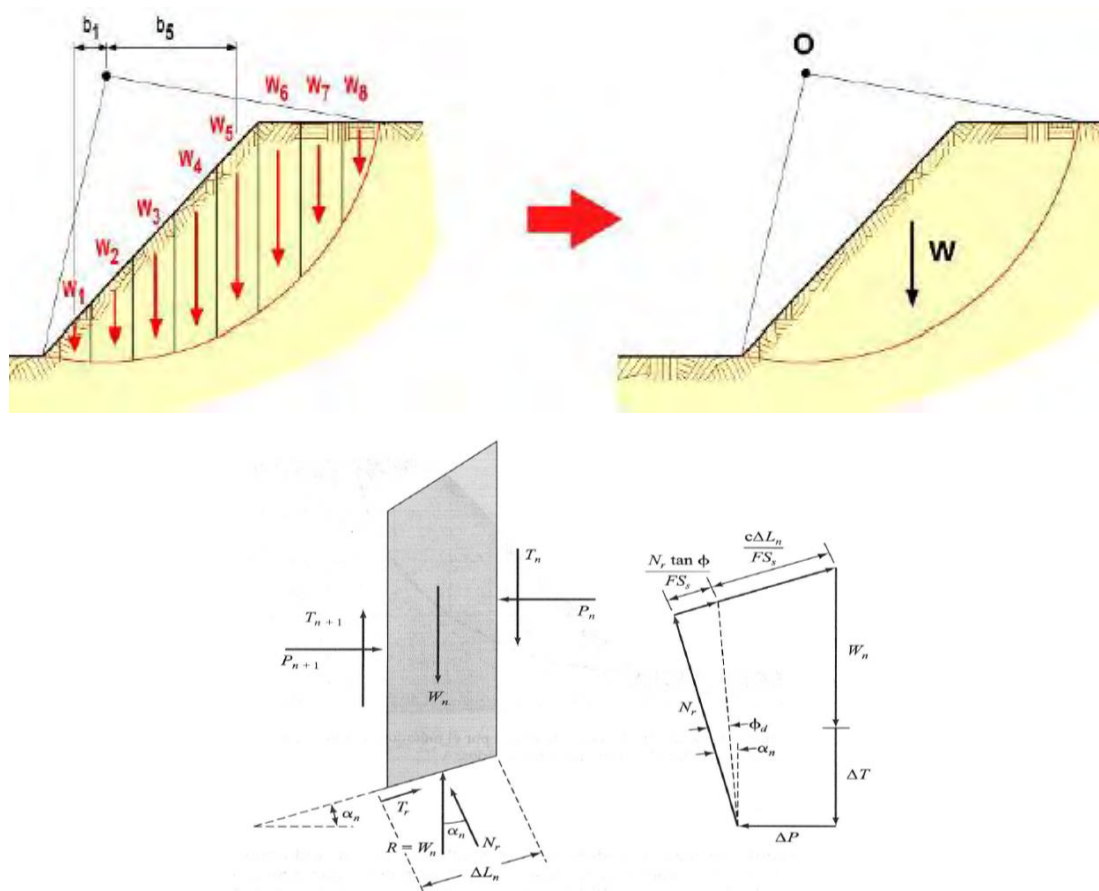


Figura 4-41: Método de BISHOP SIMPLIFICADO.

Fuente: Das, 2001.

²⁵ Fundamentos de ingeniería geotécnica. Raja M. Das-2001.

Por equilibrio de momentos generados por las fuerzas estabilizadoras (Resistentes) y fuerzas desestabilizadoras se obtiene la siguiente ecuación de factor de seguridad.

$$FS_s = \frac{\sum_{n=1}^{n=p} (cb_n + W_n \tan \phi)}{\sum_{n=1}^{n=p} W_n \operatorname{sen} \alpha_n} \cdot \frac{1}{m_{\alpha(n)}} \text{ entonces } m_{\alpha(n)} = \cos \alpha_n + \frac{\tan \phi \operatorname{sen} \alpha_n}{FS_s}$$

Para infiltración con flujo estable.

$$FS_s = \frac{\sum_{n=1}^{n=p} [cb_n + (W_n - u_n b_n) \tan \phi]}{\sum_{n=1}^{n=p} W_n \operatorname{sen} \alpha_n} \cdot \frac{1}{m_{\alpha(n)}} \text{ entonces } m_{\alpha(n)} = \cos \alpha_n + \frac{\tan \phi \operatorname{sen} \alpha_n}{FS_s}$$

Donde:

FS = factor de seguridad.

c = cohesión del suelo.

ϕ = ángulo de fricción interna.

b = ancho de la dovela.

W = peso total de la dovela.

U = presión de poros.

α = ángulo de la base de la dovela con la horizontal.

La ecuación tiene el factor de seguridad a ambos lados de la ecuación, “este hecho hace que el procedimiento descrito se torne a un método de tanteos, según el cual deberán escogerse otras superficies de falla de diferentes radios y centros” (Juarez & Rico, 1973, pág. 388). Por consiguiente, se recomienda un factor de seguridad como mínimo **1.5**.

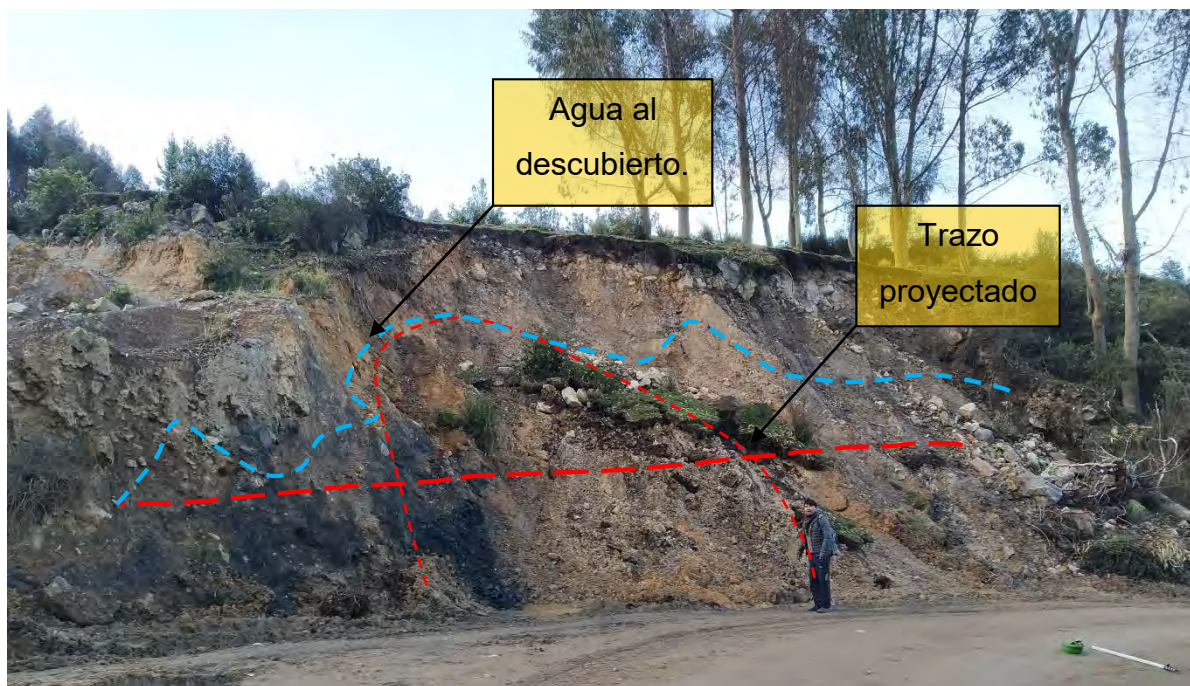
4.7.8. PROGRAMA DE COMPUTO SLIDE

El programa SLIDE 6.0 emplea el método de equilibrio límite para estimar el factor de seguridad de taludes de suelo y roca. Este software puede modelar suelos heterogéneos a partir de las propiedades mecánicas del suelo y el perfil del talud.

TRAMO: Km 07+470 – 07+560

El talud se encuentra ligeramente estable por el momento, sin embargo, al realizar el corte de talud proyectado, este podría desestabilizarse por la altura del talud proyectado y el tipo de litología de la zona, esto desarrollado en el talud superior lado izquierdo de la vía, el cual podría afectar el normal avance durante los trabajos en

próximas etapas del asfaltado, pone en potencial peligro a personal de obra y podría perjudicar la circulación normal de vehículos.



Fotografía 4-6: Zona más crítica del trayecto Km 07+470-07+560.

Fuente: Elaboración propia.

Km 07+470 – 07+560, Se aprecia deslizamiento traslacional al pie del talud a consecuencia de saturación de capas frágiles de arcilla, y el material suelto a punto de colapsar por la excavación que produce la sobresaturación del suelo.

Condiciones geológicas, geomorfológicas, hidrogeológicas y geotécnicas

Se encuentra sobre una ladera de pendiente media; litológicamente es un suelo de tipo coluvial compuesto por depósitos de material gravoso, en matriz limo arcilloso arenoso de color amarillento a un gris plomizo presencia de nivel freático los cuales son muy inestables al generar cortes más altos, lo que incrementa el riesgo de movimientos en masa del talud.

Geodinámica externa

El principal proceso de geodinámica externa identificado en el sector se tiene:

Deslizamiento de tipo trasnacional con una altura promedio de 20 m desde la base hasta la corona de deslizamiento, tiene un comportamiento continuo de liberación de energía.

Las causas son: pérdida de soporte del talud natural; acción de la gravedad; desintegración gradual de los suelos que lo componen el talud por presencia de

aguas. EL material deslizado es principalmente suelo coluvial (suelo gravoso en matriz limo arcilloso arenoso).

Desde el punto de vista geotécnico, podemos indicar que la eliminación de la base del talud, la sobre carga del suelo por la saturación de la misma y el grado medio a alto de inclinación del talud (34° aprox.) ha generado un plano traslacional de ángulo medio.

Desde el punto de vista hidrogeológico, la base del talud compuesta por suelo coluvial se encuentra húmeda, y por el tipo de suelo permeable en la parte alta del talud, donde el agua se filtra hasta llegar al horizonte más impermeables y empieza a discurrir paralelamente a los estratos, siendo este el plano de falla. (**Fotografía 4-6**).

Principales causas de la inestabilidad

- Eliminación de la base del talud.
- Presencia de suelos inestables al contacto con el agua y de mala calidad geotécnica.
- Perdida de cohesión natural del suelo y su resistencia al corte.
- Sobre carga ejercida por saturación del suelo.
- Fuerza de la gravedad.
- Microsismicidad.

En función a estos datos se hizo el respectivo modelado y diseño de talud, utilizando el programa CIVIL 3D, al cual posteriormente se realizó el análisis de estabilidad utilizando el programa Slide V 6.0, donde obtenemos el factor de seguridad mínimo, basándonos en el siguiente cuadro:

Tabla 4-60: Factores de seguridad mínimo.

FACTOR DE SEGURIDAD MINIMOS		
TIPO DE ROTURA	TIPO DE PROBLEMA	FACTOR DE SEGURIDAD
CORTE	TRABAJOS DE TIERRA	1.3 - 1.5
	ESTRUCTURA DE TIERRA	1.5 - 2
	CIMENTACIONES	2.0 - 3.0
FILTRACIONES	LEVANTAMIENTO	1.5 - 2.5
	EROSION INTERNA, SALIDA DE GRADIENTE	3.0 - 5.0

(TERZAGUI Y PECK, 1967. Cort. De Jhon Wiley & Sons)

Fuente: Terzagui y Perk, 1967.cort de Jhon Wiley & Sons.

Para el caso del proyecto de tesis el factor parcial estará basado en una estructura de tierra utilizando parámetros resistentes de cohesión y ángulo de rozamiento interna (ángulo de fricción), el factor de seguridad mínimo estará según de tipo de rotura corte y tipo de problema es estructura de tierra.

Siendo así los parámetros de factor de seguridad parcial mínimo de 1.5 – 2.0.

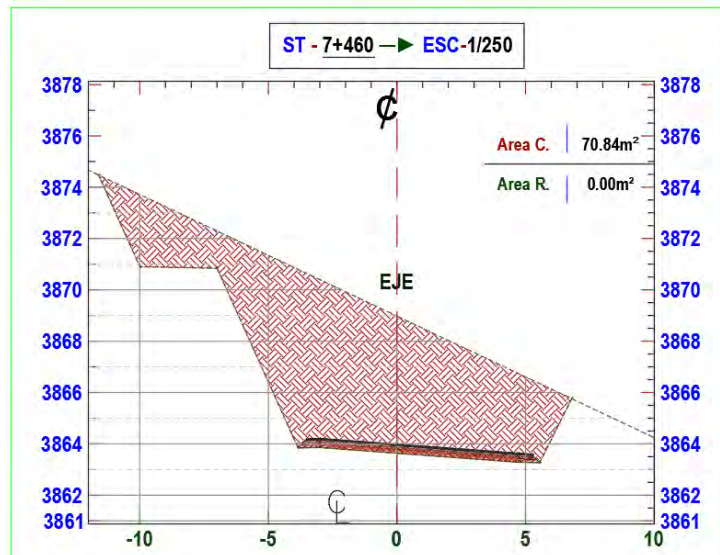


Figura 4-42: Sección más crítica de la nueva proyección km 07+460.
Fuente: Elaboración propia.

Con la sección obtenida se analiza el factor de seguridad en slide 6.

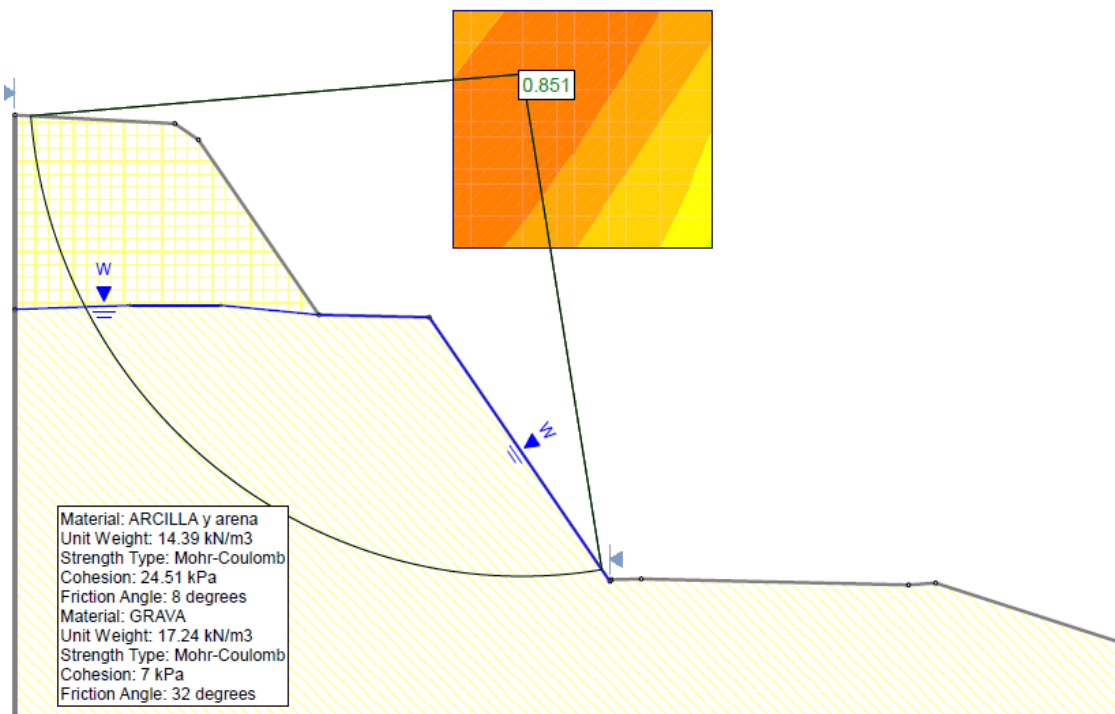


Figura 4-43: Factor de seguridad sin muro seco km:07+500
Fuente: Elaboración propia.

En la **Figura 4-43**. se aprecia un factor de seguridad 0.851, que no está dentro de los parámetros mencionados en el **Tabla 4-60.**; sin embargo, este diseño se realizó sin un muro de sostenimiento.

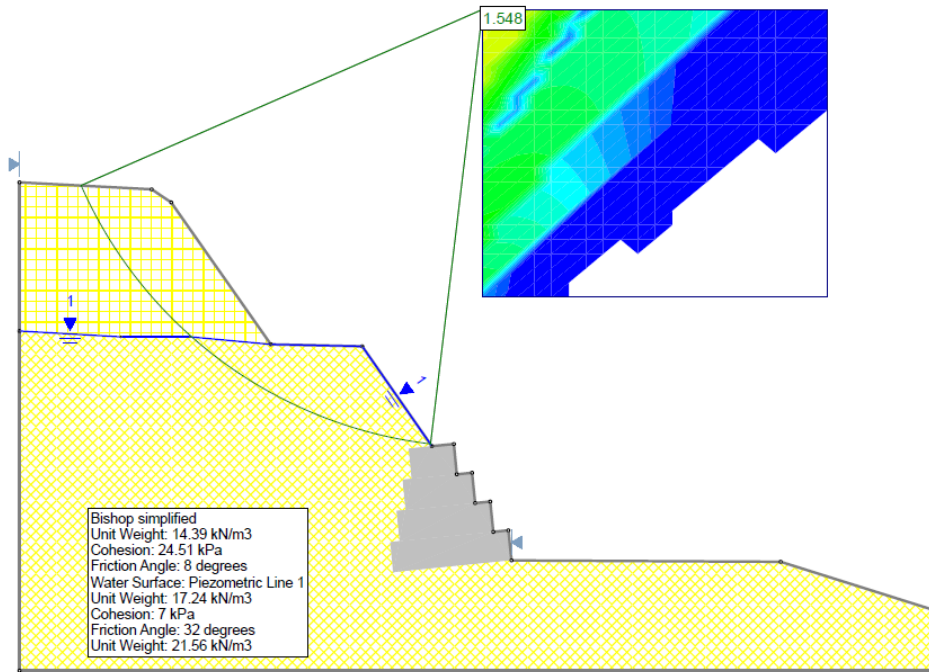


Figura 4-44: Factor de seguridad con muro seco.km:07+500

Fuente: Elaboración propia (Slide.6.0).

En la **Figura 4-44**, se aprecia un factor de seguridad **1.548**, que está dentro de los parámetros mencionados en el **Tabla 4-60.**; sin embargo, este diseño se realizó con un muro se sostenimiento, el cual deberá ser construido en la base del talud, garantizando así un factor de seguridad proyectado mayor a 1.5.

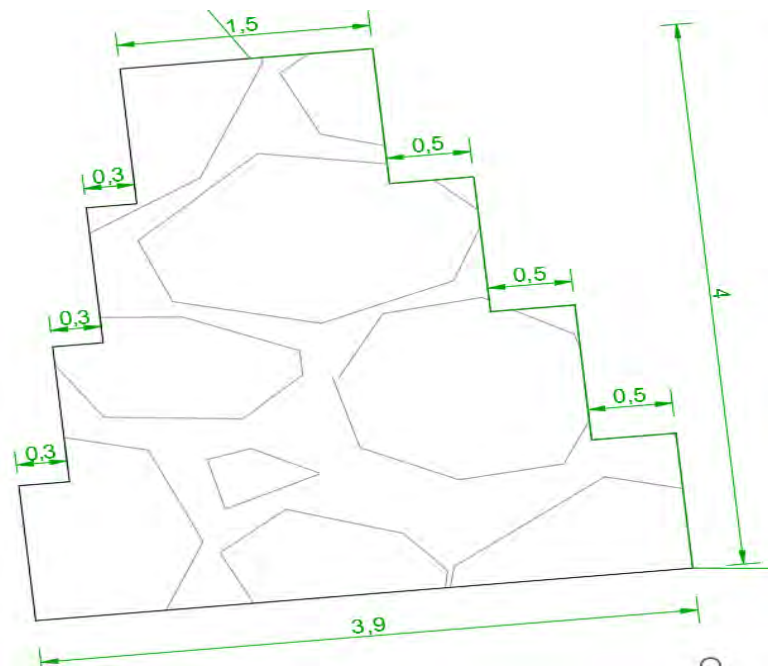


Figura 4-45: Muro de Sostenimiento-Muro seco

Fuente: Elaboración propia.

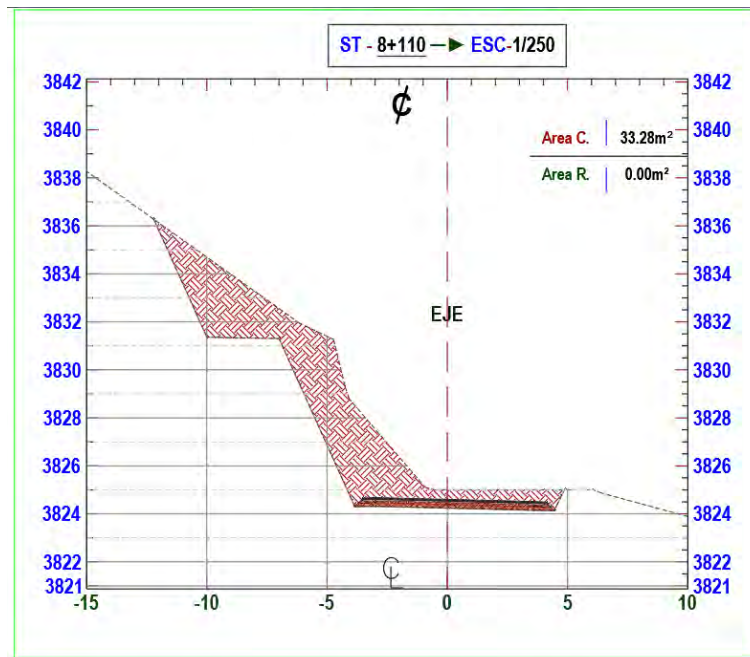


Figura 4-46: Sección con talud más alta KM: 07+960

Fuente: Elaboración propia.

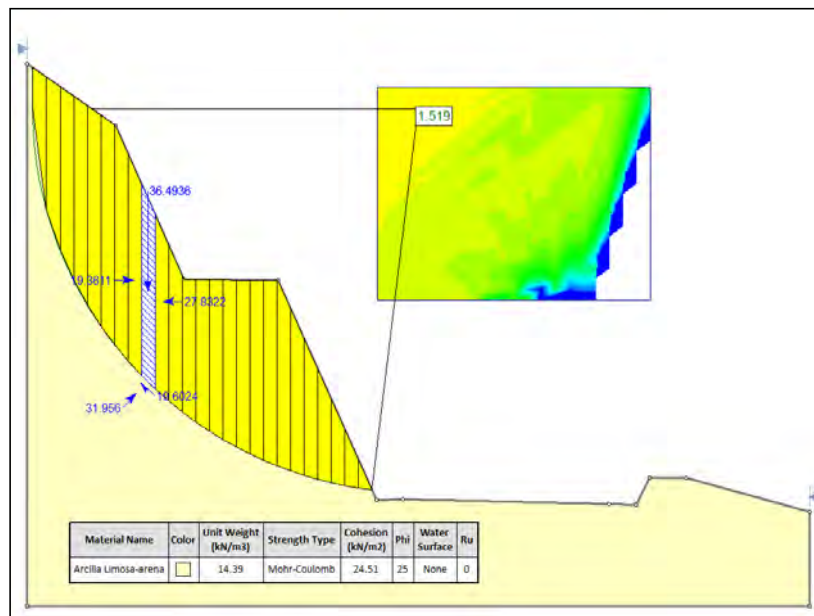


Figura 4-47: Análisis de estabilidad de taludes

Fuente: Elaboración propia (Slide.6.0).

En la **FIGURA 4-47.** mostrado se aprecia un factor de seguridad **1.519**, que está dentro de los parámetros mencionados en el **Tabla 4-60.**

4.7.9. CONCLUSIONES

- El perfil del talud que posee un factor de seguridad mayor o igual a 1.5 garantiza su estabilidad parcial.

- En el análisis de la estabilidad del talud se tomó en cuenta el muro de sostenimiento en la base del talud.
- A pesar de que el talud aún se encuentra estable temporalmente, la presencia de lluvias constantes podría desestabilizar el talud.
- Las zonas donde los taludes tienden a ser inestables debido a su gran pendiente, es necesario prever los cortes y realizar banqueo o bien tender más el talud.

CAPÍTULO V

ECONOMÍA DEL PROYECTO

5.1. COSTOS Y PRESUPUESTOS

5.1.1. GENERALIDADES.

El presupuesto es una suposición adecuada del valor de una actividad o producto, estas permiten planear y controlar el proceso de la producción (IBÁÑEZ, 2011).

Dentro del presupuesto se encuentran; costos directo, costo indirecto, igv y utilidades.

El presupuesto es la consecuencia de los diseños, ya que a mayor sobredimensionamiento de las estructuras será mayor el costo, todas las actividades están representadas por costos unitarios.

5.1.2. OBJETIVOS

Determinar el presupuesto del proyecto “MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA CARRETERA VISCOCHONI-COLQUEPATA, DISTRITO DE COLQUEPATA, PROVINCIA DE PAUCARTAMBO, REGION DEL CUSCO”.

5.1.3. METRADOS

“Los metrados son la cuantificación de las diferentes actividades que se van a realizar en la ejecución de una obra. Se deberá medir y cuantificar el diseño del proyecto en todas sus partidas” (IBÁÑEZ, 2011, pág. 189).

La cantidad de unidades cuantificadas(metrado) es por lo que se pagará.

(ver anexo de metrados).

5.1.4. ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

El análisis de costos unitarios se realiza para una actividad determinada por lo cual deben tener congruencia con el proceso constructivo, así como con la utilización de rendimientos, materiales y equipos (Alvaro, 2012).

En el proyecto “MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA CARRETERA VISCOCHONI-COLQUEPATA, DISTRITO DE COLQUEPATA, PROVINCIA DE PAUCARTAMBO, REGION DEL CUSCO”, se tomó como referencia proyectos de MTC-CUSCO según a la zona del proyecto, Así como también el libro del Ing. Ibáñez¹⁵, para una altura de 2300 a 3800 msnm.

¹⁵ Costos y Tiempos en Carreteras. Ibáñez. Walter. Lima,2011

5.1.4.1. Determinación jornal hora hombre

El análisis para determinar el costo hora-hombre para la ciudad del Cusco vigente hasta el 2021 es la siguiente. **(ver anexo de presupuestos)**

5.1.5. MODALIDAD DE EJECUCIÓN

La modalidad será por administración directa de la ejecución del **“MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA CARRETERA VISCOCHONI-COLQUEPATA, DISTRITO DE COLQUEPATA, PROVINCIA DE PAUCARTAMBO, REGIÓN DEL CUSCO”**.

A) Suma Alzada

En el sistema a suma alzada el licitador formulará su propuesta considerando todos los trabajos que sean necesarios para el cumplimiento del objeto de la prestación requerida según los planos, especificaciones técnicas, memoria descriptiva y presupuesto de obra, que forman parte del Expediente Técnico, en ese orden de preferencia, considerándose que el desagregado por partidas que da origen a su propuesta, y que debe presentarse para la suscripción del contrato, es referencial.

Lo fundamental en el sistema a suma alzada es la descripción del objeto del contrato hecha por el expediente Técnico y que basta que alguna parte o característica del objeto esté expresada en el expediente técnico, para que ella se vuelva obligatoria, independientemente de si estaba prevista o no en el presupuesto base (o valor referencial), o en la oferta desagregada del participante en el proceso de selección.

B) Precios Unitarios

En el sistema de precios unitarios, tarifas o porcentajes, el licitador formula su propuesta ofertando precios unitarios en función de las partidas o cantidades referenciales contenidas en las bases, y que se valorizan en relación con su ejecución real, así como por un determinado plazo de ejecución. En estos casos, el postor presentará, además del desagregado a que se refiere el párrafo precedente, el valor total de la oferta económica.

Este sistema se elegirá cuando el expediente técnico no puede establecer con total precisión la calidad y la cantidad de los trabajos que forman parte de la prestación, pese a que el objeto final si está definido.

5.1.6. PRESUPUESTO DE OBRA

Es en el cual se resume el costo total de la obra.

CALCULO DE COSTO

Costo Directo Total.

Suma de todos los costos que afectan directamente a la ejecución del proyecto.

- Mano de obra: Es la sumatoria del jornal básico, leyes sociales y bonificaciones; que están sujetos a las disposiciones legales vigentes.
- Materiales: Permanentes y temporales, así mismo deben conocerse sus características geométricas y técnicas; debe conocerse también la cantidad por unidad de medida, etc.
- Equipo mecánico: Este es un elemento muy importante y tiene una gran incidencia en el costo de las carreteras, sobre todo en las actividades de movimiento de tierras y pavimentos.
- Herramientas Manuales

Costos Indirectos.

Suma de todos los costos intangibles a la obra, tales como; gastos técnicos, administrativos, costos variables, costos fijos, etc. necesarios para la correcta realización de la obra.

Según propuesta técnica se tiene un monto total de **32,967,613.72** soles.

COSTO DIRECTO	27,984,820.98
GASTOS GENERALES (10.86%)	3,041,125.97
SUB TOTAL	31,025,946.95
GASTOS DE SUPERVISION (4.2%)	1,308,295.84
GASTOS DE LIQUIDACION (0.67%)	209,779.80
GASTOS DE EXPEDIENTE TECNICO (1.01%)	423,591.13
PRESUPUESTO TOTAL	32,967,613.72

SON: treinta y dos millones novecientos sesenta y siete mil seiscientos trece con setenta y dos centésimas.

5.1.7. INSUMOS

(VER ANEXO).

5.1.8. FÓRMULA POLINÓMICA

“Es la sumatoria de términos llamados monomios que contiene la incidencia de los principales elementos del costo de la obra, cuya suma determina para un periodo dado el coeficiente de reajuste del monto de obra” (IBAÑEZ, 2011, pág. 209).

“La suma de los coeficientes de incidencia de cada término es igual a la unidad y en cada monomio la incidencia está multiplicada por el índice de variación de precios del elemento representado por el monomio” (IBAÑEZ, 2011, pág. 209).

Se tiene la formula.

$$K = a \times \frac{Jr}{Jo} + b \times \frac{Mr}{Mo} + c \times \frac{Er}{Eo} + d \times \frac{Vr}{Vo} + e \times \frac{GUr}{GUo}$$

Donde:

- K** : Es el coeficiente de reajuste. Será expresado al milésimo.
- a, b, c, d, e** : Son los coeficientes de incidencia de cada elemento en relación al Costo total de la obra expresado en milésimos.
- J, M, E, V, GU** : Principales elementos que determinan el costo de obra. Serán + Reemplazados por los índices CREPCO.
- Jr, Mr, Er, Vr, Gur** : Índices CREPCO* a la fecha del reajuste.
- Jo, Mo, Eo, Vo, Guo** : Índices CREPCO a la fecha del presupuesto.

*Consejo de reajuste de los precios de la construcción.

ACLARACIONES:

Para el cálculo de la fórmula polinómica se procede de la siguiente manera:

1. El número de monomios en la fórmula polinómica es menor o igual a 8.
2. El coeficiente de incidencia de cada monomio es menor o igual a 0.05(5%).
3. Cada obra puede tener como máximo 4 formulas polinómicas.

para el proyecto de tesis se utilizó el software S10. (ver anexo).

5.1.9. ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO

El financiamiento para la ejecución del proyecto “**MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA CARRETERA VISCOCHONI-COLQUEPATA, DISTRITO DE COLQUEPATA, PROVINCIA DE PAUCARTAMBO, REGIÓN DEL CUSCO**”. Sera financiado por el Gobierno Regional del Cusco, la suma de s/. **32,967,613.72** (treinta y dos millones novecientos sesenta y siete mil seiscientos trece con setenta y dos centésimas) soles que representa el 100 % como indica en el presupuesto de obra.

5.1.10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente proyecto pertenece al desarrollo regional, departamental y local por lo tanto es una inversión pública, favorecerá directamente a los pobladores de la zona, y el estado solamente recibirá la influencia que tendrá en la economía nacional.

CAPÍTULO VI

PROGRAMACIÓN DE OBRA

6.1. PROGRAMACIÓN

6.1.1. GENERALIDADES

la programación de obras debe permitir evitar desperdicios y lograr el desarrollo eficaz del trabajo en el menor tiempo posible, Así se minimiza el cosco, requiriendo equipo y mano de obra mínimo, para el desarrollo de una actividad o proyecto.

Es importante señalar que en una programación ningún dato obtenido es absoluto ya

6.1.2. OBJETIVOS

Obtener el tiempo de ejecución del proyecto “MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA CARRETERA VISCOCHONI-COLQUEPATA, DISTRITO DE COLQUEPATA, PROVINCIA DE PAUCARTAMBO, REGION DEL CUSCO” con la programación de obras.

6.1.3. METODOS DE PROGRAMACIÓN DE OBRA.

6.1.3.1. C.P.M-P.E.R. T

“Estudia la duración de cada tarea(actividad), bien de forma probabilística (P.E.R.T) o determinística(C.P.M), determinando la duración del proyecto e investiga las actividades que son dominantes(criticas) en la realización de los proyectos o trabajo” (Pomares, s.f., pág. 29).

Ofrece las siguientes ventajas:

- Mejor coordinación en el trabajo.
- Disminución de plazos de la ejecución.
- Probabilidad de cumplir un plazo pre fijado de entrega.

6.1.3.1.1. HOLGURAS EN CPM

Comprenden los siguientes tiempos según Pomares¹⁶ y son:

- **Holgura Total (H_T).** - Es la diferencia entre el tiempo disponible para realizar las actividades y duración de este si se inicia lo más pronto posible y termina lo más tarde permisible.

Para la actividad p – o:

¹⁶ Planificación Grafica de Obras. POMARES J.

$$H_T = T_{LO} - (T_{EP} + te).$$

Se puede decir que es el retraso máximo que puede tener una actividad, sin modificar el plazo total de la ejecución.

- **Holgura o margen libre de una actividad (H_L).** - Es la diferencia entre el tiempo disponible para realizar las actividades y duración de este si se inicia y termina lo más pronto posible.

Para la actividad p - o

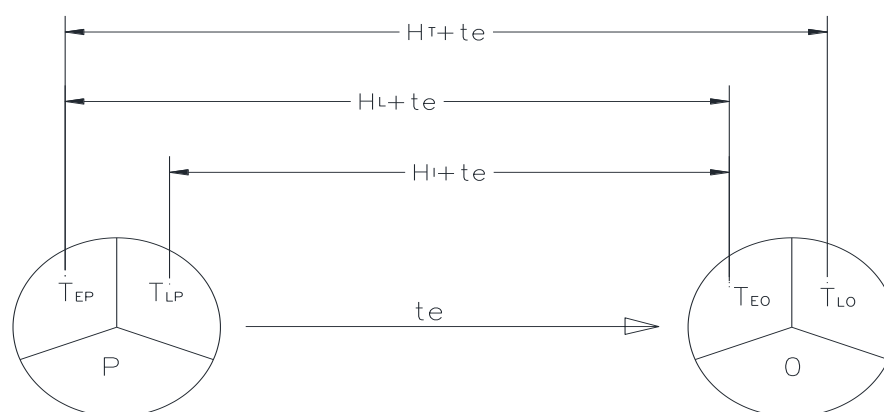
$$H_L = T_{EO} - (T_{EP} + te)$$

Se puede decir que es el retraso máximo que puede tener una actividad, sin alterar al principio más pronto de las actividades que la siguen.

- **Holgura o margen Independiente de una actividad (H_I).** - “Es la diferencia entre el tiempo disponible para realizar las actividades y duración de este si se inicia lo más tarde posible y termina lo más pronto posible” (Pomares, s.f., pág. 39).

Para la actividad p - o

$$H_I = T_{EO} - (T_{LP} + te)$$



Donde:

T_{EP}: Tiempo lo más próximo.

T_{LP}: Tiempo lo más tarde o limite.

P,O: número de acontecimiento o suceso.

6.1.3.1.2. ESTIMACIÓN DE TIEMPOS

Está en función de los metrados y rendimientos de las partidas.

$$T = M / (R * C)$$

Donde:

- T : Tiempo de duración de la actividad en días
M : Metrado total de cada actividad
R : Rendimiento por cada cuadrilla
C : Número de cuadrillas propuestas

6.1.3.2. MÉTODO GANTT, PERT, CPM

“Conocido como “Diagrama de barras”, y es el más usado para representar un programa de un proceso constructivo, así mismo es muy útil para observar y registrar el avance de una obra” (Ibañez, 2011, pág. 239).

Estimación de Actividades

Se distingue y describe cada actividad según el nivel de programación.

Estimación de Tiempos

Los tiempos están en función de los los metrados y los rendimientos del proyecto.

Diagrama de Barras

“Se representa gráficamente las actividades mediante barras rectas con una longitud proporcional al tiempo estimado y que se encuentra relacionado con las demás actividades sobre una escala única de tiempo” (Ibañez, 2011, pág. 238).

6.1.4. DURACION DE OBRA

El tiempo previsto para la ejecución del tramo, de **“MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA CARRETERA VISCOCHONI-COLQUEPATA, DISTRITO DE COLQUEPATA, PROVINCIA DE PAUCARTAMBO, REGION DEL CUSCO”**, se ha estimado en TRECIENTOS TRES (303) días calendario o (12) meses. Se sugiere que los trabajos se realicen entre los meses de marzo y noviembre, ya que en dicho periodo no se producen mayores precipitaciones pluviales.

Los diagramas GANNT Y PERT se adjuntan en el anexo de programación.

6.1.5. REQUERIMIENTO DE MATERIALES, EQUIPO, MANO DE OBRA Y FLUJO MENSUAL DE CAJA

En base a la programación CPM, se ha desarrollado el diagrama GANTT, así como también se ha calculado el requerimiento de equipo, materiales, mano de obra y flujo de caja mensual para la obra Los valores obtenidos se muestran en el **anexo de programación**.

6.1.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En gran parte las actividades se realizan en paralelo.
- La actividad de ruta crítica debe cumplir con los tiempos previstos.
- La programación es afectada por factores climáticos.
- Se recomienda empezar una actividad después de la otra, creando frentes de trabajo.

CAPÍTULO VII

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

7.1. GENERALIDADES

La ejecución de las diferentes actividades del proyecto “**MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA CARRETERA VISCOCHONI-COLQUEPATA, DISTRITO DE COLQUEPATA, PROVINCIA DE PAUCARTAMBO, REGIÓN DEL CUSCO**”., ocasionará alteraciones ambientales que serán necesarias mitigar, para poder conservar los recursos físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales. Para ello es necesario evaluar de una manera sistemática, reproducible e interdisciplinaria para poder tomar medidas de prevención ante el impacto a ocasionar mediante diagnósticos de las interrelaciones que se presentan en un área determinada de los diferentes ecosistemas, es decir, es el conocimiento de las interacciones que se dan en una zona geográfica.

7.2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

Identificar y evaluar las causas positivas y negativas que originara el MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA CARRETERA VISCOCHONI - COLQUEPATA, DISTRITO DE COLQUEPATA, PROVINCIA DE PAUCARTAMBO, REGION DE CUSCO”, en el entorno del medio ambiente, proponer medidas para prevenir, mitigar y/o corregir los impactos negativos y fortalecer los impactos positivos.

7.3. METODOLOGÍA

7.3.1. PROCESO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Al planificar un proyecto es indispensable determinar y tomar en cuenta los efectos que puede tomar este proyecto con el medio ambiente.

1. Medio Físico

a) Clima

En el bosque húmedo-Montano Subtropical la temperatura media anual máxima es de 12,9°C y la media anual mínima es de 6,5° C. El promedio máximo de precipitación total por año es de 1 119 mm. y el promedio mínimo es de 410 mm.

La observación de campo ha posibilitado la verificación de las especies de flora y fauna más conspicuas y de aquellas que podrían ser alteradas en su biomasa, densidad, frecuencia y hábitat.

2. Medio Biológico

a) Zonas de vida

De acuerdo con el sistema de clasificación de zonas de vida del **Dr. Leslie R. Holdridge** que se fundamenta en criterio bioclimáticos, el emplazamiento del proyecto de “MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA CARRETERA VISCOCHONI - COLQUEPATA, DISTRITO DE COLQUEPATA, PROVINCIA DE PAUCARTAMBO, REGION DE CUSCO”, se encuentra dentro de la zona de vida Bosque húmedo- Montano Subtropical (bh-MS) cuyas características principales se describen a continuación:

Bosque húmedo - Montano Subtropical (bh-MS)

Ubicación y Extensión

Geográficamente, se distribuye a lo largo de la región cordillerana de norte a sur entre los 2 800 y 4 000 m.s.n.m. La localidad más importante dentro de esta zona de vida es el distrito de Colquepata.

b) Flora

La zona de estudio está constituida generalmente por arboles de eucalipto y plantas nativas del lugar, que fueron plantados con la idea de reforestación; así mismo entre las pequeñas quebradas que atraviesa la carretera se observa peñas áreas de cultivo como: Cebada, papa, habas, etc.

TABLA 7-1: Flora del área de influencia

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Poaceae	Jarava ichu Ruiz & Pav.	Ichu
Poaceae	Jarava obtusa	Ichu o paja
Poaceae	Festuca rigescens	
Asteraceae	Baccharis sp	Chilca
Cactaceae	Austrocylindropuntia floccosa	Waqur wayta
Fabaceae	Astragalus garbancillo	sonajilla
Fabaceae	Lupinus myrtophyllus	Tarwi silvestre
Gentianaceae	Gentianella sp	
Escalloniaceae	Escallonia resinosa	Chachacomo
Rosaceae	Polylepis incana	Queuña
Juncaceae	Juncus bufonius	Junco de sapo
Juncaceae	Juncus sp	
cyperaceae	Cyperus aggregatus	
poaceae	Calamagrostis vicunarum	

Pajonal (Pj)

Esta formación se localiza en las porciones altas y frías de la cordillera dentro del área de influencia del proyecto, por encima de los 3400 m.s.n.m.

En general, predomina las especies del genero Festuca, Calamagrostis, Estipa, Paspalum y Mulembergia, entre otros. Después de las gramíneas, en orden de menor importancia siguen las familias Cyperaceae y Juncaceae.

c) Fauna

El área de estudio muestra una fauna variada, con especies propias de la puna y paramo andino que ocupan gran parte del lugar y sin embargo la carencia de estudios particulares no permite una mejor caracterización de este importante recurso, de acuerdo a sus tipos de habitat, la fauna terrestre y la fauna hidrobiológica considerando en este habitat exclusivo de los cuerpos de agua.

En vista a que la zona se halla a una altitud de 3800 m.s.n.m. está claramente definida por su clima frígido alto andino, las grandes variaciones de la temperatura entre día y la noche, además de los fuertes vientos. A pesar de estos factores adversos, la fauna es variada y muy original, destacando las siguientes:

TABLA 7-2: Fauna de la zona.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Ardeidae	Egretta thula	Garza blanca pequeña
Ardeidae	Nycticorax nycticorax	Huaco
Therskiornithidae	Plegadis ridgwayi	Cuervo de la puna
Anatidae	Anas puna	Pato puna
Anatidae	Chloephaga melanoptera	Huallata
Charadriidae	Vanellus resplendens	
Trochilidae	Colibrí coruscans	Q'ente
Passerellidae	Zonotricha capensis	Gorrión o pichinco
Accipitridae	Buteo sp	
Falconidae	Falco sparverius	Cernícalo Americano
Tinamidae	Nothoprocta pentlandii	Perdiz serrana
Turdidae	Turdus chiguanco	Chiguanco
Thraupidae	Saltator aurantiirostris	Ppisaca
Fringillidae	Spinus megallanica	Chayña

Fuente INRENA: Datos de campo.

Según la observación de campo, en su mayoría fueron aves y pequeños grupos de mamíferos pequeños como roedores, zorro andino, venado, etc. en cuanto a los anfibios tenemos a los bufos, *Leptodactylus*, etc. En reptiles tenemos lagartijas del genero *Stenocercus*.

7.4. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL RELACIONADA A LA OBRA

La ejecución de carreteras rurales, ocasionarán alteraciones ambientales que serán necesarias mitigar, para conservar los recursos físicos, biológicos, socioeconómicos y cultural en el ámbito donde se localizan.

Al respecto el diseño establece la manera en que el camino será construido, y que estructuras serán necesarias, ya que el camino se relaciona con el área de estudio, los principales problemas ambientales en estos caminos son:

A) DRENAJES

En su recorrido esta carretera va atravesar cursos de agua en las cuencas existentes, los cuales pueden ser de escurrimiento eventual, temporal. En estos puntos para el cruce del camino se puede encauzar y/o modificar el curso de las vías de drenaje natural y en otros casos interrumpir estos flujos de agua originando problemas ambientales que afectan la misma infraestructura vial y al ecosistema de la zona, principalmente en épocas de lluvia.

B) PROCESOS EROSIVOS

El escurrimiento de las aguas superficiales provocadas por la lluvia u otros factores, producen erosión en los taludes de corte y de relleno, cuando estos no tienen cobertura vegetal y obras de drenaje que las proteja de la fuerza erosiva de las aguas que lleguen desde la parte alta de las laderas que son evacuadas a la plataforma de la vía.

Existe en la zona otro tipo de proceso de erosión, conocido como erosión eólica que se da en las zonas de fuertes vientos, los cuales propician el desprendimiento de material particulado (PM 10 Y 2,5), pueden originar derrumbes en los taludes de corte y relleno, cuando estos están constituidos por material granular fino y deleznable (finos y arenas consolidadas) que con el correr del tiempo se van intemperizando.

La presencia del PM 10 en la atmósfera ocasiona variedad de impactos a la vegetación, materiales y el hombre, entre ellos, la disminución visual en la atmósfera, causada por la absorción y dispersión de la luz (Chen, Ying & Kleeman, 2009). “Además, la presencia del material particulado está asociada con el incremento del riesgo de muerte por causas cardiopulmonares en muestras de adultos” (Pope, 2004)

C) FLORA Y FAUNA: DAÑO DEL HABITAT

En el corte de la carretera, esta sufrirá la contaminación, alteración y erosión de taludes que conllevará a una pérdida de la cobertura vegetal y alterará el hábitat de la fauna silvestre. Además, el desplazamiento de los campamentos y la presencia de entes extraños a la zona (trabajadores, maquinaria, etc.) puede ser causa de alteración del hábitat y cambios de comportamiento de algunas especies silvestres.

D) EXPLOTACIÓN DE CANTERAS Y MANEJO DE BOTADEROS

La explotación de canteras en cerros y laderas, generalmente provocan zonas inestables; principalmente por la ejecución de cortes altos con taludes inestables, provocando derrumbes y deslizamientos que en su mayoría ocurren una vez concluidas las obras de la carretera.

Por otro lado, es importante que el material excedente del proceso constructivo sea depositados en botaderos, cuya ubicación no debe ocupar áreas inestables ni de interés humano y/o biológico.

E) CAMPAMENTOS Y PATIO DE MAQUINAS

La instalación de los campamentos generara problemas ambientales, relacionados básicamente con la disposición de residuos sólidos domésticos, aguas servidas y excretas; además por costumbres inadecuadas del personal foráneo, que pueden provocar la pesca o caza indiscriminada.

Se determina la ubicación de los campamentos tomando en consideración las condiciones climatológicas, topográficas y áreas de influencia para la ejecución de la obra en la zona; así mismo, la existencia de condiciones necesarias de transporte y de servicios básicos.

En estos sectores en lo posible, se deberán tomar medidas necesarias a fin de evitar confrontaciones sociales debido a la lucha por espacio, lugares de cultivo, pastoreo, etc.

Estos problemas si no son resueltos adecuadamente, significa un serio riesgo para la salud de la población beneficiaria del proyecto, e incluso para los mismos trabajadores de la obra debido a la proliferación de vectores infecciosos. Por lo tanto, podrían contaminarse fuente de agua superficial y subterránea por el vertimiento y disposición de los residuos domésticos que se producen en los campamentos y por los vertidos por las maquinarias tales como combustibles y lubricantes.

Por otro lado, el vertimiento de hidrocarburos que se vierten en los patios de máquinas, retarda las acciones de restauración con vegetación, por lo que es

recomendable retirar el suelo afectado, depositado en los botaderos adecuadamente ubicados.

F) SEÑALIZACIÓN

Las etapas constructivas y/o rehabilitación, así como la operación, pueden representar riesgos para algunos usuarios de los caminos, involucrando su salud y en el peor de los casos su vida. En la etapa de operación, es particularmente importante la señalización para evitar la degradación del medio ambiente; provocado por las actividades humanas, que atentan también contra la vida útil del camino.

G) MANTENIMIENTO

El mantenimiento de la carretera es particularmente importante para sostener la fluidez de la vía, limpieza de derrumbes, alcantarillas, cunetas laterales y coronación. Durante el mantenimiento de los caminos, se originan la acumulación de material que resulta de la limpieza de la plataforma del camino, en las cunetas, en las alcantarillas, etc. La inadecuada disposición de estos materiales residuales podría afectar terrenos agrícolas u otras áreas de interés humano y biológico.

7.5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL PROYECTO

Las técnicas de previsión del impacto, también llamados técnicas de EIA, son métodos formales pre-definidos, usados para medir las condiciones futuras de los factores y parámetros ambientales específicos; por ejemplo, los modelos matemáticos analíticos de dispersión de contaminantes, los modelos físicos en escala reducida, los análisis estadísticos de series temporales, los cálculos de balance de masa, las técnicas de evaluación de paisaje, etc.

Los métodos EIA, emplean una u otra forma de clasificación de los elementos y factores ambientales. Esa clasificación, así como la selección de variables relevantes y de los indicadores de impactos se debe conformar de acuerdo a las peculiaridades de los sistemas ambientales afectados y a los impactos potenciales del proyecto.

La base del sistema de Batelle es la definición de una lista de indicadores de impacto de 78 parámetros ambientales, que representa una unidad o un aspecto del medio ambiente que merece considerarse por separado cuya evaluación es además representativa del impacto ambiental derivado de las acciones del proyecto en consideración.

Se ha establecido una relación de parámetros ambientales, de los que se pretende:

- Que representen la calidad del medio ambiente (identificación).

- Que sean fácilmente medibles sobre el terreno (predicción, interpretación e inspección).
- Que respondan a las exigencias del proyecto a evaluar (identificación).
- Que sean evaluables a nivel del proyecto (predicción e interpretación).

PROCEDIMIENTO

- Realizar la lista de los efectos ambientales del proyecto.
- Describir los efectos ambientales dentro del proyecto.
- Dar un peso a cada efecto de acuerdo al efecto positivo o negativo que pudiera tener los efectos sobre del proyecto, la suma de todos estos valores debe dar un peso total 1,000 unidades.
- La asignación de los pesos sobre las variables ambientales está en función a su importancia y magnitud referente a las acciones del proyecto. Considerando que estos valores representan su importancia dentro de un sistema global, que es el mismo para todos los proyectos, según Batelle, aquellos no deben variar de un proyecto a otro dentro de zonas geográficas y contextos socio-económicos similares, evitándose con esto, además interpretaciones subjetivas.
- Determinar los valores de calidad ambiental con el proyecto y sin el proyecto en la escala de 0 a 1.
 - 1.0 = Cambio muy significativo
 - 0.8 = Cambio significativo
 - 0.6 = Cambio moderado
 - 0.4 = Cambio ligero
 - 0.2 = Cambio muy ligero
 - 0.0 = Ningún cambio
- Determinar las unidades de impacto ambiental (U.I.A.) para cada parámetro de efecto con y sin el proyecto.
- Determinar el cambio neto en la (U.I.A), los cambios netos positivos significan impactos benéficos, mientras que los impactos negativos significan adversos.

A efectos de valoración de un factor, en un instante considerado (antes o después de ser impactado), se tendrán en cuenta la importancia y la magnitud del mismo, que nos darán idea del grado de calidad ambiental que presenta, tanto cualitativa como cuantitativamente.

Las dificultades de valoración crecen desde los factores cuantificables directamente hasta los valorados cualitativamente con criterios subjetivos.

En general podemos adoptar el siguiente criterio: el valor ambiental de un factor o de una unidad de inventario es directamente proporcional al grado de caracterización cualitativo enumerado a continuación:

Extensión. - Área de influencia en relación con el entorno.

Complejidad. - Compuesto de elementos diversos.

Rareza. - No frecuente en el entorno.

Representatividad. - Carácter simbólico.

Naturalidad. - Natural, no artificial.

Abundancia. - En gran cantidad en el entorno.

Diversidad. - Abundancia de elementos distintos en el entorno.

Estabilidad. - Permanencia en el entorno, firmeza.

Singularidad. - Valor adicional por la condición de distinto o distinguido.

Irreversibilidad. - Imposibilidad de que cualquier alteración sea asimilada por el medio debido a mecanismos de auto depuración.

Fragilidad. - Vulnerabilidad y carácter perecedero de la cualidad del factor.

Continuidad. - Necesidad de conservación.

Insustituibilidad. - Imposibilidad de ser sustituido.

Clímax. - Proximidad al punto de más alto valor ambiental de un proceso.

Interés ecológico. - Por su peculiaridad ecológica.

Interés histórico – cultural. - Por su peculiaridad histórico –monumental – cultural.

Interés individual. - Por su peculiaridad a título individual.

Dificultad de conservación. - Dificultad de subsistencia en buen estado.

Significación. - Importancia para la zona del entorno.

TABLA 7-3: Efectos Ambientales.

EFEECTO	DESCRIPCION	COMENTARIO	PESO
I: EFECTOS FISICOS			
1.- Desmante y excavaciones	Se eliminará una biomasa vegetal en mínimas proporciones por el movimiento de tierras y excavaciones a lo largo del tramo	No afectará a plantas importantes que existen en la zona solamente a algunos arbustos, y plantas herbáceas.	80
2.-Erosión del suelo	El movimiento de tierras provocará una posible erosión en las zonas de tajos y desmontes.	La erosión será controlada y manejada.	30
3.- Estabilidad de taludes	En las dos zonas de tajos y desmontes, podrían generar inestabilidad temporal.	Deberá realizarse un plan de reforestación para evitar problemas futuros de erosión.	30
4.- Variación del flujo hídrico	La construcción de cunetas y alcantarillas facilitará el incremento de flujo.	Se espera controlar mediante la construcción de un sistema de drenaje adecuado.	30
5.- Vibración y ruido	El movimiento de tierras, la extracción del material de las canteras con explosivos generará ruidos.	Disturbará básicamente a la fauna que se encuentra en los alrededores del área de trabajo.	70
6.- Calidad del aire	La extracción del material de las canteras, el continuo tránsito de los vehículos generará polvo.	La población y la flora que se encuentran cerca de la carretera serán directamente afectadas.	50
7.- Deforestación	No existirá una deforestación significativa	La deforestación se efectuará en la fase de operación del proyecto en mínimas proporciones.	30
8.-Uso de combustibles y asfalto.	Se emplearán Gasolina, Petróleo, Asfalto RC – 250.	Los combustibles al momento de su uso afectarán directa o indirectamente a la fauna circundante y al personal que manipule dichos combustibles.	60
II- EFECTOS BIOLÓGICOS			
9.- Vida silvestre	Los hábitats de algunas especies se verán afectadas.	La remoción de tierra destruirá hábitats de animales pequeños como artrópodos. Debido a que no existe diversidad de especies reptantes no habrá mayores impactos.	50
10.- Vegetación	La extracción de material y movimiento de tierra no afectará en gran medida a la flora.	No existe densidad representativa de especies vegetales, debido a que en su mayor parte son del estrato herbáceo.	30
11- Ecosistemas	Se puede evidenciar alguna alteración.	Será posible la recuperación rápida, con un manejo adecuado, ya que los impactos no serán de gran magnitud.	40
III.- EFECTOS SOCIO ECONOMICOS			
12.- Oportunidad de empleo	La ejecución de proyecto generará empleo.	Dará trabajo a personas de la zona y otros.	130
13. Tratamiento de residuos	Se producirá residuos sólidos y aguas residuales.	Deberá efectuarse un manejo adecuado de los residuos.	70
14.- Salud pública y seguridad	El personal que trabaje en obra puede verse afectado por la emisión de polvo.	Deberá utilizarse los implementos de trabajos adecuados para la protección y seguridad del personal.	100
15.- Cambios en Las formas de vida	Los pobladores mejorarán su calidad de vida.	Existirá un mejor flujo comercial y cultural de los pobladores.	100
16.-sistema de transporte	La construcción de la vía hará posible un transporte eficaz.	El proyecto facilitará la intercomunicación de los poblados de: Viscochoni, Mika y Colquepata.	100
TOTAL			1000

A continuación, se presenta la Aplicación del Sistema de Evaluación de Batelle.

TABLA 7-4: Sistema de Evaluación de Batelle.

EFFECTO	PESEO	CALIDAD AMBIENTAL CON EL PROYECTO	CALIDAD AMBIENTAL SIN EL PROYECTO	UNIDAD DE IMPACTO CON EL PROYECTO	UNIDAD DE IMPACTO SIN EL PROYECTO	CAMBIO NETO
1.- DESMONTE Y EXCAVACIONES	80	0.3	0.7	24	56	-32
2.- EROSIÓN DEL SUELO	30	0.4	0.6	12	18	-6
3.- ESTABILIDAD DE TALUDES	30	0.5	0.5	15	15	0
4.- VARIACIÓN DEL FLUJO HÍDRICO	30	0.6	0.4	18	12	6
5.- VIBRACIÓN Y RUIDO	70	0.3	0.7	21	49	-28
6.- CALIDAD DEL AIRE	50	0.4	0.6	20	30	-10
7.- DEFORESTACIÓN	30	0.4	0.6	12	18	-6
8.- USO DE COMBUSTIBLES Y ASFALTO	60	0.4	0.6	24	36	-12
9.- VIDA SILVESTRE	50	0.4	0.6	20	30	-10
10.- VEGETACIÓN	30	0.5	0.5	15	15	0
11.- ECOSISTEMAS	40	0.4	0.6	16	24	-8
12.- OPORTUNIDAD DE EMPLEO	130	0.8	0.2	104	26	78
13.- SALUD PÚBLICA Y SEGURIDAD	100	0.6	0.4	60	40	20
14.- TRATAMIENTO DE RESIDUOS	70	0.4	0.6	28	42	-14
15.- CAMBIOS EN LAS FORMAS DE VIDA	80	0.6	0.4	48	32	16
16.- SISTEMA DE TRANSPORTE	100	0.7	0.3	70	30	40
TOTAL	1000			517	483	34

El cuadro anterior se evidencia que las acciones más negativas son el desmonte y excavaciones, la destrucción de la vegetación, las obras de arte y la erosión del suelo.

Las acciones más benéficas son la oportunidad de empleo mediante la activación de la economía, el mejor servicio de transporte para el traslado de visitantes, transporte de productos agropecuarios.

En síntesis, existen 9 acciones que generan impactos negativos y 7 positivos, siendo POSITIVA la valoración total del proyecto en 34 puntos.

ASPECTOS DEL PROYECTO QUE COMPROMETEN AL ENTORNO

- a. Los impactos que comprometen al medio edáfico son la preparación y nivelación del terreno. La remoción de la vegetación y la nivelación causarán cambios en la trayectoria del drenaje superficial y concentrarán la escorrentía, lo que ocasionará un incremento en el depósito de los suelos.
- b. Los efectos a corto plazo son fundamentalmente en los lugares donde se va a realizar los cortes y ensanchamientos como resultado del movimiento de tierras que será más alta cuando las pendientes sean inclinadas, la erosión a largo plazo se dará de acuerdo al grado de recuperación del suelo.
- c. El impacto en la calidad del aire se dará en la fase de instalación y operación. En ambas fases se dará lugar a la emisión de polvo fugitivo debido al tránsito vehicular en las vías y áreas de trabajo, como también en la extracción del material de las diferentes canteras.
- d. Así mismo se generará la emisión de partículas de anhídrido carbónico, óxido sulfuroso, etc. provenientes de la operación de los equipos diésel, motores de vehículos etc.
- e. Durante la ejecución del proyecto se generará desechos sólidos de tipo orgánico e inorgánico, que si no se hace un recojo adecuado puede constituir focos de contaminación.

ASPECTOS DEL PROYECTO QUE FAVORECEN AL ENTORNO

- a. La construcción de la carretera consolidará una multitud de beneficios a los habitantes de los diferentes poblados que se encuentran en dicho tramo, dando un mayor acceso y disminuyendo las horas de viaje entre los poblados beneficiarios de la vía.
- b. La construcción de un sistema de evacuación de las aguas pluviales (cunetas) permitirá manejar de mejor forma los supuestos problemas de erosión en el futuro. Las alcantarillas favorecerán el manejo de agua de las precipitaciones pluviales.

7.6. MEDIDAS DE PROTECCION AL MEDIO AMBIENTE

7.6.1. DURANTE LA CONSTRUCCION

Protección De La Flora Y Fauna

No deberá dejarse taludes inestables, aún con la consideración de tendencia a estabilizarse a corto plazo, porque esto puede determinar una acumulación de efectos negativos y producir un deterioro ambiental mayor.

La tierra removida de la carretera no debe ser depositada ni eliminada en las laderas, deben ser usadas para la recuperación paisajística de las áreas de préstamo.

Se debe procurar en lo posible concientizar al personal sobre la necesidad de la conservación y protección de los recursos naturales (agua, suelo, aire, flora, y fauna), así como los diferentes componentes del medio ambiente, colocar si el caso lo amerita avisos prohibitivos de caza y pesca, ejecutando un programa de educación ambiental en coordinación con las autoridades locales, de los Ministerios de Agricultura, Salud y Educación, mediante ciclos de conferencia, preparación de los folletos.

Manejo De Canteras

En el sistema de explotación de las canteras aluviales no debe comprometerse la estabilidad de taludes durante ni después de la misma, evitando provocar deslizamientos de materiales, considerando que las formas finales de los taludes tengan pendientes estables.

Realizar la recuperación morfológica y paisajística mediante el renivelado y revegetalización del área afectada, utilizando especies propias del lugar previo colocado de suelo orgánico y teniendo en cuenta la pendiente crítica de revegetalización.

Construcción y manejo de campamentos y patios de maquinaria

Ubicar los campamentos y los patios de maquinarias en un solo conjunto. Racionalizar el uso de espacios destinados a las construcciones provisionales mediante el cumplimiento estricto en el uso de las áreas destinadas para el patio de maquinarias, campamentos y servicios en las zonas elegidas para la ubicación de estos. No autorizar áreas para pequeños campamentos diseminados por toda la zona.

Evitar la degradación de las áreas utilizadas como instalaciones provisionales mediante la limpieza y mantenimiento periódico de las superficies en las cuales se ubican los campamentos (durante la etapa de la ejecución).

Al finalizar los trabajos, retirar todos los desechos y materiales de construcción sobrantes y depositarlos en los rellenos sanitarios y botaderos establecidos, así como retirar los equipos malogrados y/o inservibles.

Si el piso del patio de maquinaria consiste en una capa de ripio esta será de aproximadamente 20 cm, la cual debe ser retirada cada cierto período de tiempo, cuando se encuentre cubierta con manchas de aceite y combustible, evitando el paso o fluido de este, degradando el suelo que lo contiene.

Retirar todas las edificaciones utilizadas en el proyecto, limpiar en su totalidad el área utilizada, sellar los pozos sépticos y restituirle sus elementos naturales, humedeciendo y removiendo las zonas que han sido compactadas. Todos los desechos y materiales sobrantes deberán ser depositados en los botaderos destinados para tal fin.

Al término de los trabajos, reforestar el área utilizada y las zonas aledañas con el mismo tipo de especies existentes en el lugar, al igual cerrar los caminos de accesos utilizados durante la etapa de rehabilitación, mediante el restablecimiento de la cobertura vegetal.

Áreas destinadas para la disposición de materiales de desechos

Las posibles áreas destinadas Como botaderos, pueden ubicarse donde sea necesario siempre y cuando no afecten a la flora y fauna.

El material excedente destinado a los botaderos, debe ser estabilizado convenientemente para evitar su Dispersión.

Si el volumen del material es considerable se debe compactar y perfilar el área de modo que permita darle un acabado final, acorde con la morfología del entorno circundante.

Efectuar el recubrimiento del material una vez compactado con la capa superficial de suelo orgánico, a fin de reforestar estas áreas con especies propias de la zona.

7.6.2. DURANTE LA VIDA UTIL

- Se dictarán las medidas correctoras y preventivas de ruidos molestos a cargo de la autoridad competente dirigidos a los conductores de vehículos motorizados, que transita por la vía a través de letreros, según sea el caso.
- Dar las facilidades para el cruce de la carretera por parte de las especies de la fauna silvestre de la zona, colocando letreros, señales preventivas y de conservación.

- Colocar carteles o propaganda haciendo conocer las disposiciones de prohibición de caza o comercio de fauna.

7.7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En el tramo en estudio se identifica el menor número de posibles impactos ambientales potenciales de incidencia negativa.
- La mayor intensidad de impactos ambientales se da a nivel de moderados y se producen durante la etapa de ejecución.
- Los componentes ambientales afectados moderadamente por la mayoría de actividades durante la primera etapa es el Aire, el Agua, el Suelo, la Salud y Seguridad.
- En la etapa de operación también ocurrirán impactos positivos, principalmente sobre los componentes sociales y económicos, pudiendo ocurrir impactos negativos sobre la Salud y Seguridad si no se toman todas las precauciones.
- Se recomienda seguir las medidas de mitigación, para aminorar los daños y no tener complicaciones futuras.

CAPÍTULO VIII

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

01.00.00. OBRAS PRELIMINARES

01.01.00. MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION

01.01.01. MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO PESADO.

Descripción

Esta partida consiste en el trabajo de transportar el equipo pesado de la obra, incluyendo el traslado del equipo mecánico autopropulsado como del equipo transportado en cama baja, que sean necesarios para el trabajo en obra especificados en cada partida a través del análisis de precios unitarios del presupuesto de obra.

La movilización incluye la obtención, pago de permisos y los seguros correspondientes.

Consideraciones Generales

El traslado del Equipo Pesado, se podrá realizar mediante camiones cama baja o camiones plataformas, mientras que el equipo liviano puede trasladarse por sus propios medios pudiendo transportarse el equipo liviano no autopropulsado. La actividad será desarrollada bajo la supervisión y responsabilidad del jefe de equipo mecánico.

Medición:

El pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta sección.

El pago global de la movilización y desmovilización será de la siguiente forma:

(a) 50% del monto global será pagado cuando haya sido concluida la movilización a obra y se haya ejecutado por lo menos el 5% del monto del contrato total, sin incluir el monto de la movilización.

(b) El 50% restante de la movilización y desmovilización será pagada cuando se haya concluido el 100% del monto de la obra y haya sido retirado todo el equipo de la obra con la autorización del supervisor.

La Movilización y desmovilización se medirá en forma global.

	Ítem de pago	Unidad de pago
01.01.01	Movilización y desmovilización de equipo pesado.	glb

01.01.02. TRANSPORTE DE COMBUSTIBLES CUSCO – CAMPAMENTO DE OBRA

Descripción

Esta partida consiste en el trabajo de suministrar, reunir y transportar, la organización operativa del transporte de los insumos de obra especificados en la relación de insumos de la obra.

La movilización incluye la obtención, pago de permisos y los seguros correspondientes.

Consideraciones Generales

La actividad será desarrollada bajo la supervisión y responsabilidad del almacenero de obra.

Medición:

El Transporte de combustibles Cusco – campamento de obra se medirá en forma global.

	Ítem de pago	Unidad de pago
01.01.02	Transporte de combustibles Cusco – campamento de obra.	glb

01.02.00 CONTROL TOPOGRAFICO.

01.02.01 TRAZO Y REPLANTEO DEL EJE.

Descripción

Sobre la base de referencias y BMS de los levantamientos topográficos y los planos del proyecto, se procederá al replanteo general, trabajo que se realizará durante todo el proceso constructivo de la obra. De ser necesario se efectuarán los ajustes más convenientes de acuerdo a las condiciones encontradas en el terreno.

El replanteo será revisado y aprobado por el supervisor.

Se instalará puntos de control topográfico estableciendo en cada uno de ellos sus coordenadas en sistema UTM.

Los trabajos se ejecutarán con personal calificado, equipo necesario y materiales que se requieran para el replanteo, estacado, referenciación, monumentación, cálculo y registro de datos para el control de la obra.

La información sobre estos trabajos, deberá estar disponible en todo momento para su revisión y control por el supervisor.

El personal, equipo y materiales deberán cumplir con los siguientes requisitos:

Personal:

Cuadrillas de topografía en número suficiente para tener un flujo ordenado de operaciones que permitan la ejecución de las obras de acuerdo a los programas y cronogramas.

Equipo topográfico:

Deberá implementar el equipo de topografía necesario, capaz de trabajar dentro de los rangos de tolerancia especificados. Así mismo se deberá proveer el equipo de soporte para el cálculo, procesamiento y dibujo.

Materiales:

Se proveerá suficiente material adecuado para la cimentación, monumentación, estacado, pintura y herramientas adecuadas. Las estacas deberán tener área suficiente que permita anotar marcas legibles.

Consideraciones Generales

Antes del inicio de los trabajos se deberá coordinar con el Supervisor sobre la ubicación de los puntos de control geográfico, el sistema de campo a emplear, la monumentación, sus referencias, tipo de marcas en las estacas, colores y el resguardo que se implementará en cada caso.

Los trabajos de topografía y de control estarán concordantes con las tolerancias que se dan en la tabla de tolerancias para cada caso de los levantamientos topográficos, replanteo y estacado en construcción de carreteras.

Tolerancias Fase de trabajo	Tolerancias Fase de trabajo	
	Horizontal	Vertical
Geo-referenciación	1:100 000	± 5 mm
Puntos de Control	1:10 000	± 5 mm
Puntos del eje, (PC), (PT), puntos en curva y referencias.	1:5 000	± 10 mm
Otros puntos del eje	± 50 mm	± 100 mm
Sección transversal y estacas de talud	± 50 mm	± 100 mm
Alcantarillas, cunetas y estructuras menores	± 50 mm	± 20 mm
Muros de contención	± 20 mm	± 10 mm
Límites para roce y limpieza	± 500 mm	--
Estacas de subrasante	± 50 mm	±10 mm
Estacas de rasante	± 50 mm	± 10 mm

Método de trabajo

Los trabajos de topografía comprenden los siguientes aspectos:

Georeferenciación:

La geo-referenciación se hará estableciendo los puntos de control geográfico mediante coordenadas UTM con una equidistancia aproximada de 10 km., ubicados a lo largo de la carretera. Los puntos seleccionados estarán en lugares cercanos y accesibles que no sean afectados por las obras o por el tráfico vehicular y peatonal. Los puntos serán monumentados en concreto con una placa de bronce en su parte superior en el que se definirá el punto por la intersección de dos líneas. Estos puntos servirán de base para todo el trabajo topográfico y a ellos estarán referidos los puntos de control y los de replanteo de la vía.

Puntos de control:

Los puntos de control horizontal y vertical que pueden ser afectados por las obras deben ser reubicados en áreas en que no sean disturbadas por las operaciones constructivas. Se deberán establecer las coordenadas en elevaciones para los puntos reubicados antes que los puntos iniciales sean disturbados.

El ajuste de los trabajos topográficos será efectuado con relación a dos puntos de control geográfico contiguos, ubicados a no más de 10 km.

Sección transversal:

Las secciones transversales del terreno natural deberán ser referidas al eje de la carretera. El espaciamiento entre secciones no deberá ser mayor de 20 m., en tramos de tangente y de 10 m., en tramos de curvas. En caso de quiebres en topografía se tomarán secciones adicionales en los puntos de quiebre y por lo menos cada 5 m.

Se tomarán puntos de la sección transversal con la suficiente extensión para que puedan entrar los taludes de corte y relleno hasta los límites que indique el Supervisor. Las secciones además deben extenderse lo suficiente para evidenciar la presencia de edificaciones, cultivos, canales, etc.; que, por estar cercanas al trazo de la vía, podrían ser afectadas por las obras de la carretera, así como por el desagüe de las alcantarillas. Todas las dimensiones de la sección transversal serán reducidas al horizonte desde el eje de la vía.

Estacas de Talud y referencias:

Se deberán establecer estacas de talud de corte y relleno en los bordes de cada sección transversal. Las estacas de talud establecen en el campo el punto de

intersección de los taludes de la sección transversal del diseño de la carretera con la traza del terreno natural.

Las estacas de talud deben ser ubicadas fuera de los límites de la limpieza del terreno y en dichas estacas se inscribirán las referencias de cada punto de información del talud a construir conjuntamente con los datos de medición.

Límites de limpieza y roce:

Los límites para los trabajos de limpieza y roce deben ser establecidos en ambos lados de la línea del eje en cada sección de la carretera.

Restablecimiento de la línea del eje:

La línea del eje será restablecida a partir de los puntos de control. El estacado debe ser restablecido cuantas veces sea necesario para la ejecución de cada etapa de la obra, para lo cual se deben resguardar los puntos de referencia.

Elemento de drenaje:

Los elementos de drenaje deberán ser estacados para fijarlos a las condiciones del terreno. Se deberá considerar lo siguiente:

- a) Relevamiento del perfil del terreno a lo largo del eje de la estructura de drenaje que permita apreciar el terreno natural, la línea de flujo, la sección de la carretera y el elemento de drenaje.
- b) Ubicación de los puntos de ingreso y salida de la estructura.
- c) Determinar y definir los puntos que sean necesarios para determinar la longitud de los elementos de drenaje y del tratamiento de sus ingresos y salidas.

Muros de Contención:

Se deberá relevar el perfil longitudinal del terreno a lo largo de la cara del muro propuesto. Cada 5 m, y en donde existan quiebres del terreno se deben tomar secciones transversales hasta los límites que indique el Supervisor. Ubicar referencias adecuadas y puntos de control horizontal y vertical.

Canteras:

Se debe colocar una línea de base referenciada, límites de la cantera y los límites de limpieza. También se deberán efectuar secciones transversales de toda el área de la cantera referida a la línea de base. Estas secciones deberán ser tomadas antes del inicio de la limpieza y explotación y después de concluida la obra y cuando hayan sido

cumplidas las disposiciones de conservación de medio ambiente sobre el tratamiento de canteras.

Monumentación:

Todos los hitos y monumentación permanente que se coloquen durante la ejecución de la vía deberán ser materia de levantamiento topográfico y referenciación.

Levantamientos misceláneos:

Se deberán efectuar levantamientos, estacado y obtención de datos esenciales para el replanteo, ubicación y control de los siguientes elementos:

- Zona de depósito de desperdicios.
- Vías que se aproximan a la carretera.
- Cunetas de coronación.
- Zanjias de drenaje.

Y cualquier elemento con relación a la construcción y funcionamiento de la carretera.

Trabajos topográficos intermedios:

Todos los trabajos de replanteo, reposición de puntos de control y estacas referenciadas, registro de datos y cálculos necesarios que se ejecuten durante el paso de una fase a otra de los trabajos constructivos deberán ser realizados en forma constante de tal modo que permitirán la ejecución de las obras, la medición y verificación de las cantidades de la obra, en cualquier momento.

Medición:

El trazo y replanteo del eje se medirá por kilómetro de trabajo realizado

	Ítem de pago	Unidad de pago
01.02.01	Trazo y replanteo del eje	Km

01.03.00 MATENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL

01.03.01 CARTEL DE OBRA (MURO)

Descripción

Este ítem se refiere a la confección y colocación del muro que identifique la obra que se viene ejecutando donde se considerará los datos como: Entidad que la financia, monto invertido, modalidad, entidad que la ejecuta, nombre de la meta. Las dimensiones y el contenido exacto deberán ser establecidas por la entidad ejecutora.

Se colocará el muro en una zona visible y estratégica donde permita la identificación de la obra, se preverá para su colocación la protección de las columnas de madera contra el apollillamiento, considerándose una cimentación con concreto ciclópeo de 1:10 C: H., columnas y vigas de concreto armado, muros de bloquetas, revestimiento con mortero, pintado de muro, según diseño.

Medición:

El trabajo realizado en este ítem, será medido por unidad.

	Ítem de pago	Unidad de pago
01.03.01	Cartel de obra (Muro)	und

01.03.02 MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD VIAL.

Descripción

Las actividades que se especifican en esta sección abarcan lo concerniente con el mantenimiento del tránsito en las áreas que se hallan en construcción durante el período de ejecución de obras. Los trabajos incluyen:

El mantenimiento de desvíos que sean necesarios para facilitar las tareas de construcción.

La provisión de facilidades necesarias para el acceso de viviendas, servicios, etc. ubicadas a lo largo del Proyecto en construcción.

La implementación, instalación y mantenimiento de dispositivos de control de tránsito y seguridad acorde a las distintas fases de la construcción.

El control de emisión de polvo en todos los sectores sin pavimentar de la vía principal y de los desvíos habilitados que se hallan abiertos al tránsito dentro del área del Proyecto.

El mantenimiento de la circulación habitual de animales domésticos y silvestres a las zonas de alimentación y abrevadero, cuando estuvieran afectadas por las obras.

En general se incluyen todas las acciones, facilidades, dispositivos y operaciones que sean requeridos para garantizar la seguridad y confort del público usuario erradicando cualquier incomodidad y molestias que puedan ser ocasionados por deficientes servicios de mantenimiento de tránsito y seguridad vial.

Consideraciones Generales

Plan de Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial

Antes del inicio de las obras la entidad ejecutora presentará al Supervisor un “Plan de Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial” (PMTS) para todo el período de ejecución de la obra y aplicable a cada una de las fases de construcción, el que será revisado y aprobado por escrito por el Supervisor. Sin este requisito y sin la disponibilidad de todas las señales y dispositivos en obra, no se podrán iniciar los trabajos de construcción.

Para la preparación y aprobación del PMTS, se debe tener en cuenta las regulaciones dadas en el capítulo IV del “Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras” vigente del MTC. Las señales, dispositivos de control, colores a utilizar y calidad del material estará de acuerdo con lo normado en este Manual, los planos y documentos del proyecto, lo especificado en esta sección y lo indicado por el Supervisor.

El PMTS podrá ser ajustado, mejorado o reprogramado de acuerdo a las evaluaciones periódicas de su funcionamiento que efectuará el Supervisor.

El PMTS deberá abarcar los siguientes aspectos:

Control temporal de tránsito y seguridad vial: El tránsito vehicular durante la ejecución de las obras no deberá sufrir detenciones de duración excesiva. Para esto se deberá diseñar sistemas de control por medios visuales y sonoros, con personal capacitado de manera que se garantice la seguridad y confort del público y usuarios de la vía, así como la protección de las propiedades adyacentes.

Mantenimiento vial: La vía principal en construcción, los desvíos, rutas alternas y toda aquella que se utilice para el tránsito vehicular y peatonal será mantenida en condiciones aceptables de transpirabilidad y seguridad, durante el período de ejecución de obra incluyendo los días feriados, días en que no se ejecutan trabajos y aún en probables períodos de paralización. La vía no pavimentada deberá ser mantenida sin baches ni depresiones y con niveles de rugosidad que permita velocidad uniforme de operación de los vehículos en todo el tramo contratado.

Desvíos a carreteras y calles existentes

Cuando lo indiquen los planos y documentos del proyecto se utilizarán para el tránsito vehicular vías alternas existentes o construidas por la entidad ejecutora. Con la aprobación del Supervisor y de las autoridades locales, la entidad ejecutora también podrá utilizar carreteras existentes o calles urbanas fuera del eje de la vía para facilitar

sus actividades constructivas. Para esto se deberán instalar señales y otros dispositivos que indiquen y conduzcan claramente al usuario a través de ellos.

Período de Responsabilidad

La responsabilidad de la entidad ejecutora para el mantenimiento de tránsito y seguridad vial se inicia el día de la entrega del terreno a la entidad ejecutora. El período de responsabilidad abarcará hasta el día de la entrega final de la obra y en este período se incluyen todas las suspensiones temporales que puedan haberse producido en la obra, independientemente de la causal que la origine.

Materiales

Las señales, dispositivos de control, colores a utilizar y calidad del material estará de acuerdo con lo normado en el Manual de Dispositivos para “Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras” del MTC y todos ellos tendrán la posibilidad de ser trasladados rápidamente de un lugar a otro, para lo que deben contar con sistemas de soporte adecuados.

La entidad ejecutora después de aprobado el “PMTS” deberá instalar de acuerdo a su programa y de los frentes de trabajo, todas las señales y dispositivos necesarios en cada fase de obra y cuya cantidad no podrá ser menor en el momento de iniciar los trabajos a lo que se indica:

- ♦ Señales Restrictivas 4 unid.
- ♦ Señales Preventivas 2 unid.
- ♦ Barreras o Tranqueras (pueden combinarse con barriles) 4 unid.
- ♦ Conos de 70 cm. de alto 15 unid.
- ♦ Lámparas Destellantes accionadas a batería o electricidad
con sensores que los desconectan durante el día 6 unid.
- ♦ Banderines 4 unid.
- ♦ Señales Informativas 2 unid.
- ♦ Chalecos de Seguridad, Silbatos 5 unid. c/u.

Las señales, dispositivos y chalecos deberán tener material con características retroreflectivas que aseguren su visibilidad en las noches, oscuridad y/o en condiciones de neblina o de la atmósfera según sea el caso. El material retroreflectivo de las señales será el indicado en los planos y documentos del proyecto o en su defecto será del Tipo I, conformado por una lámina retroreflectiva de mediana

intensidad que contiene micro esferas de vidrio dentro de su estructura. Este tipo generalmente es conocido como "Grado Ingeniería".

Equipo

La entidad ejecutora propondrá para consideración del Supervisor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, con la frecuencia que sea necesaria. Básicamente la entidad ejecutora pondrá para el servicio de nivelación una motoniveladora y camión cisterna; volquetes y cargador en caso sea necesario efectuar bacheos. La necesidad de intervención del equipo será dispuesta y ordenada por el Supervisor, acorde con el PMTS.

Método de construcción

La entidad ejecutora deberá proveer el personal suficiente, así como las señales, materiales y elementos de seguridad que se requieran para un efectivo control del tránsito y de la seguridad vial.

La entidad ejecutora está obligado al cumplimiento de las disposiciones dadas en esta sección y el Supervisor a exigir su cumplimiento cabal. Cualquier contingencia derivada de la falta de cumplimiento de estas disposiciones será de responsabilidad de la entidad ejecutora.

Control de Tránsito y Seguridad Vial

La entidad ejecutora deberá proveer cuadrillas de control de tránsito en número suficiente, el que estará bajo el mando de un controlador capacitado en este tipo de trabajo. El Controlador tendrá las siguientes funciones y responsabilidades.

- Implementación del PMTS.
- Coordinación de las operaciones de control de tránsito.
- Determinación de la ubicación, posición y resguardo de los dispositivos de control y señales en cada caso específico.
- Corrección inmediata de las deficiencias en el mantenimiento de tránsito y seguridad vial.
- Coordinación de las actividades de control con el Supervisor.
- Organización del almacenamiento y control de las señales y dispositivos, así como de las unidades rechazadas u objetadas.
- Cumplimiento de la correcta utilización y horarios de los ómnibus de transporte de personal.

El tránsito será organizado de acuerdo al PMTS cuando sea necesario alternar la circulación, para lo que se habilitará un carril de circulación con un ancho mínimo de

3 m., que será delineado y resaltado con el uso de barricadas, conos y barriles para separar dicho carril de las áreas en que se ejecutan trabajos de construcción.

La detención de los vehículos no podrá ser mayor de 30 minutos y en zonas por encima de los 3 500 m.s.n.m. no deberá ser mayor de 20 minutos.

En los carriles de circulación durante la ejecución de las obras, no se permitirá la acumulación de suelos y otros materiales que puedan significar algún peligro al usuario. En caso que ocurra acumulaciones de nieve serán removidas de inmediato, para dar acceso y circulación a las vías y desvíos utilizados.

Las áreas de estacionamiento del equipo y vehículos en obra deben ubicarse a un mínimo de 10 m. del borde de la vía de circulación vehicular o en su defecto ser claramente señalizado con barreras y lámparas destellantes, siempre y cuando lo apruebe el Supervisor.

Zona de Desvíos y Caminos de Servicio

Solo utilizará para el tránsito de vehículos los desvíos y calles urbanas que se indique en los planos y documentos del Proyecto. En caso que el Proyecto no indique el uso de desvíos y sea necesaria su utilización, el Supervisor definirá y autorizará los desvíos que sean necesarios. En el caso de calles urbanas se requerirá además la aprobación de autoridades locales y de administradores de servicios públicos.

En los desvíos y caminos de servicio se deberá usar de forma permanente barreras, conos y barriles para desviar y canalizar el tráfico hacia los desvíos. En las noches se deberán colocar lámparas de luces destellantes intermitentes. No se permitirá el uso de mecheros y lámparas accionadas por combustibles o carburantes que afectan al medio ambiente.

la entidad ejecutora deberá proporcionar equipo adecuado aprobado por el Supervisor y agua para mantener límites razonables de control de emisión de polvo por los vehículos en las vías que se hallan bajo tránsito. La dispersión de agua mediante riego sobre plataformas sin pavimentar será aplicada en todo momento en que se produzca polvo, incluyendo las noches, feriados, domingos y períodos de paralización. Para controlar la emisión de polvo la entidad ejecutora podrá proponer otros sistemas que sean aprobados y aceptados por la Supervisión.

Durante períodos de lluvia el mantenimiento de los desvíos y vías de servicio deberá incrementarse, no permitiéndose acumulaciones de agua en la plataforma de las vías habilitadas para la circulación vehicular.

Si la entidad ejecutora, para facilitar sus actividades decide construir un desvío nuevo no previsto en los planos y documentos del Contrato será con la aprobación del Supervisor y a su costo.

la entidad ejecutora tiene la obligación de mantener en condiciones adecuadas las vías y calles utilizadas como desvíos. En caso que por efectos del desvío del tránsito sobre las vías o calles urbanas se produzca algún deterioro en el pavimento o en los servicios públicos, la entidad ejecutora deberá repararlos a su costo, a satisfacción del Supervisor y de las autoridades que administran el servicio.

Circulación de animales silvestres y domésticos

Si las obras en ejecución afectan de algún modo la circulación habitual de animales silvestres y domésticos a sus zonas de alimentación, abrevadero, descanso o refugio, la entidad ejecutora deberá restaurar de inmediato las rutas habituales a fin de no dificultar el acceso a dichas zonas. El Supervisor ordenará que se ejecuten las obras que sean necesarias para este fin si no se encuentran en los planos y documentos del Proyecto y de conformidad con el diseño del PMTS pertinente.

Requerimientos Complementarios

Los sectores en que existan excavaciones puntuales en la zona de tránsito, excavaciones de zanjas laterales o transversales que signifiquen algún peligro para la seguridad del usuario, deben ser claramente delimitados y señalizados con dispositivos de control de tránsito y señales que serán mantenidos durante el día y la noche hasta la conclusión de las obras en dichos sectores. Principalmente en las noches se utilizarán señales y dispositivos muy notorios y visibles para resguardar la seguridad del usuario.

La instalación de los dispositivos y señales para el control de tránsito seguirá las siguientes disposiciones:

- ◆ Las señales y dispositivos de control deberán ser aprobados por el Supervisor y estar disponibles antes del inicio de los trabajos de construcción, entre los que se incluyen los trabajos de replanteo y topografía.
- ◆ Se instalarán solo los dispositivos y señales de control que se requieran en cada etapa de la obra y en cada frente de trabajo.
- ◆ Los dispositivos y señales deben ser reubicados cuando sea necesario.
- ◆ Las unidades perdidas, sustraídas, destruidas en mal estado o calificado en estado inaceptable por la Supervisión deberán ser inmediatamente sustituidas.
- ◆ Las señales y dispositivos deben ser limpiadas y reparadas periódicamente.

- ◆ Las señales y dispositivos serán retiradas totalmente cuando las obras hayan concluido.
- ◆ El personal que controla el tránsito debe usar equipo de comunicación portátil y silbatos en sectores en que se altere el tráfico como efecto de las operaciones constructivas. También deben usar señales que indiquen al usuario el paso autorizado o la detención del tránsito.

Aceptación de los trabajos

Los trabajos de mantenimiento de tránsito y seguridad vial según lo indicado en la presente especificación, serán evaluados y aceptados según la Subsección 04.11(a) de las Disposiciones Generales. Si se detectan condiciones inaceptables de transitabilidad o de seguridad vial a criterio de la Supervisión de acuerdo a lo establecido en la Descripción y Pago de la presente especificación, la Supervisión ordenará la paralización de las obras en su totalidad, hasta que la entidad ejecutora efectúe las acciones correctivas, sin perjuicio de que le sean aplicadas las multas que se disponga en el Contrato. En este caso todos los costos derivados de tal acción serán asumidos por la entidad ejecutora.

Estas acciones serán informadas de inmediato por el Supervisor la entidad ejecutora. Para la aceptación de los trabajos, la entidad ejecutora deberá cerrar todos los accesos a los desvíos utilizados durante la construcción, así como dismantelar los puentes o estructuras provisionales, dejando todas las áreas cercanas a la vía, niveladas sin afectar al paisaje y de acuerdo a las indicaciones del Supervisor.

Para la recepción de las obras el Supervisor deberá certificar claramente que la entidad ejecutora no tiene pendiente ninguna observación originada por alguna disposición de esta especificación.

Medición

El Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial se medirá en forma global (Gb).

El servicio completo de esta partida incluye la provisión de señales, mantenimiento de tránsito, mantenimiento de desvíos y rutas habilitadas, control de emisión de polvo y otros solicitados por el Supervisor ha sido ejecutado a satisfacción del Supervisor se considerará una unidad completa en el período de medición.

En caso de no haberse completado alguna de las exigencias de esta especificación según la presente especificación referente a Descripción, se aplicarán factores de descuento de acuerdo al siguiente criterio:

- Provisión de señales y mantenimiento adecuado de tránsito según el

PMTS0.4
· Mantenimiento de desvíos y rutas habilitadas.....	0.3
· Control adecuado de emisión de polvo.....	0.3
· Circulación de animales silvestres y domésticos.....	0.5

Los descuentos son acumulables hasta un máximo de 1.0 en cada período de medición.

	Ítem de pago	Unidad de pago
01.03.02	Mantenimiento y seguridad vial	glb

01.04.00 CAMPAMENTOS

01.04.01 CONSTRUCCION DE CAMPAMENTO

Descripción

Son las construcciones necesarias para instalar infraestructura que permita albergar a trabajadores, insumos, maquinaria, equipos, etc.

El Proyecto debe incluir todos los diseños que estén de acuerdo con estas especificaciones y con el Reglamento Nacional de Construcciones en cuanto a instalaciones sanitarias y eléctricas.

La ubicación del campamento y otras instalaciones será propuesta por el Residente y aprobada por Supervisión, previa verificación que dicha ubicación cumpla con los requerimientos del Plan de Manejo Ambiental, de salubridad, abastecimiento de agua, tratamiento de residuos y desagües.

Generalidades

En este rubro se incluye la ejecución de todas las edificaciones, tales como campamentos, que cumplen con la finalidad de albergar al personal que labora en las obras, así como también para el almacenamiento temporal de algunos insumos, materiales y que se emplean en la construcción de carreteras; casetas de inspección, depósitos de materiales y de herramientas, caseta de guardianía, vestuarios, servicios higiénicos, cercos carteles, etc.

Los Campamentos, almacenes, oficinas-vivienda, comedores, cocinas, deberán estar provistos con las facilidades necesarias para su funcionamiento y comodidad de los usuarios.

El Residente deberá solicitar ante las autoridades competentes, dueños o representante legal del área a ocupar, los permisos de localización de las construcciones provisionales (campamentos). Para la localización de los mismos, se deberá considerar la existencia de poblaciones ubicadas en cercanías del mismo, con el objeto de evitar alguna clase de conflicto social.

Las construcciones provisionales, no deberán ubicarse dentro de las zonas denominadas "Áreas Naturales Protegidas". Además, en ningún caso se ubicarán arriba de aguas de centros poblados, por los riesgos sanitarios inherentes que esto implica. En la construcción del campamento se evitará al máximo los cortes de terreno, relleno, y remoción de vegetación. En lo posible, los campamentos deberán ser prefabricados y estar debidamente cercados.

No deberá talarse ningún árbol o cualquier especie florística que tengan un especial valor genético, paisajístico. Así tampoco, deberá afectarse cualquier lugar de interés cultural o histórico.

De ser necesario el retiro de material vegetal se deberá trasplantar a otras zonas desprotegidas, iniciando procesos de revegetación. Los residuos de tala y desbroce no deben ser depositados en corrientes de agua, debiendo ser apiladas de manera que no causen desequilibrios en el área. Estos residuos no deben ser incinerados, salvo excepciones justificadas y aprobadas por el Supervisor.

Medición:

El trabajo realizado en la construcción de campamentos será medido por metro cuadrado.

	Ítem de pago	Unidad de pago
01.04.01	Construcción de campamento.	m2

02.00.00 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Conjunto de actividades de excavar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación y prestamos indicados en los planos y secciones transversales del proyecto con las modificaciones que ordene el supervisor.

02.01.00. EXCAVACION EN EXPLANACIONES

Conjunto de actividades de excavar, remover y cortar material suelto, roca suelta y fija; incluye el perfilado, compactación y consolidación a nivel de subrasante.

02.01.01 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA CONSTRUCCION**Descripción**

Consiste en los trabajos de replanteo topográfico que permitan contar con todos los elementos necesarios para la ejecución de obras (Niveles De corte y relleno en el eje, construcción de Obras de Arte y drenaje, ejecución de Rellenos, etc.), que por su naturaleza requieren ser ejecutados en forma permanente durante la ejecución de las obras, fundamentalmente ejerciendo su control durante la ejecución.

Consideraciones generales:

Antes del inicio de los trabajos se deberá coordinar con el inspector de obra sobre la ubicación de los puntos de control geográfico, el sistema de campo a emplear, la monumentación, sus referencias, tipo de marcas en las estacas, colores y el resguardo que se implementará en cada caso.

Los trabajos de topografía y de control estarán concordantes con las tolerancias que se dan en la Tabla de Tolerancias para trabajos de Levantamientos Topográficos, Replanteos y Estacado en Construcción de Carreteras.

Tolerancias Fase de trabajo	Tolerancias Fase de trabajo	
	Horizontal	Vertical
Geo-referenciación	1:100 000	± 5 mm
Puntos de Control	1:10 000	± 5 mm
Puntos del eje, (PC), (PT), puntos en curva y referencias.	1:5 000	± 10 mm
Otros puntos del eje	± 50 mm	± 100 mm
Sección transversal y estacas de talud	± 50 mm	± 100 mm
Alcantarillas, cunetas y estructuras menores	± 50 mm	± 20 mm
Muros de contención	± 20 mm	± 10 mm
Límites para roce y limpieza	± 500 mm	--
Estacas de subrasante	± 50 mm	±10 mm
Estacas de rasante	± 50 mm	± 10 mm

Los formatos a utilizar serán previamente aprobados por el inspector de obra y toda la información de campo, su procesamiento y documentos de soporte serán de propiedad de la municipalidad una vez completados los trabajos. Esta documentación será organizada y sistematizada de preferencia en medios electrónicos.

Los trabajos en cualquier etapa serán iniciados solo cuando se cuente con la aprobación escrita de la Supervisión.

Cualquier trabajo topográfico y de control que no cumpla con las tolerancias anotadas será rechazado. La aceptación del estacado por el inspector de obra no releva al Residente de su responsabilidad de corregir probables errores que puedan ser descubiertos durante el trabajo y de asumir sus costos asociados.

Método de trabajo

Límites de limpieza y roce

Los límites para los trabajos de limpieza y roce deben ser establecidos en ambos lados de la línea del eje en cada sección de la carretera.

Elementos de Drenaje

Los elementos de drenaje deberán ser estacados para fijarlos a las condiciones del terreno.

Se deberá considerar lo siguiente:

- Relevamiento del perfil del terreno a lo largo del eje de la estructura de drenaje que permita apreciar el terreno natural, la línea de flujo, la sección de la carretera y el elemento de drenaje.
- Ubicación de los puntos de ubicación de los elementos de ingreso y salida de la estructura.
- Determinar y definir los puntos que sean necesarios para determinar la longitud de los elementos de drenaje y del tratamiento de sus ingresos y salidas.

Muros de Contención

Se deberá relevar el perfil longitudinal del terreno a lo largo de la cara del muro propuesto. Cada 5 m. y en donde existan quiebres del terreno se deben tomar secciones transversales hasta los límites que indique el inspector de obra. Ubicar referencias adecuadas y puntos de control horizontal y vertical.

Canteras

Se debe establecer los trabajos topográficos esenciales referenciados en coordenadas UTM de las canteras de préstamo. Se debe colocar una línea de base

referenciada, límites de la cantera y los límites de limpieza. También se deberán efectuar secciones transversales de toda el área de la cantera referida a la línea de base. Estas secciones deberán ser tomadas antes del inicio de la limpieza y explotación y después de concluida la obra y cuando hayan sido cumplidas las disposiciones de conservación de medio ambiente sobre el tratamiento de canteras.

Bases de pago

Las cantidades medidas al replanteo durante la construcción de la obra y aceptadas por el inspector de obra serán pagadas por metro cuadrado al precio ofertado en el análisis de precios unitarios de la partida.

Medición

El trazo y replanteo durante la construcción se medirá por metro cuadrado de trabajo realizado.

	Ítem de pago	Unidad de pago
02.01.01	Trazo y replanteo durante la construcción.	m2

02.01.02 CORTE EN MATERIAL SUELTO

Descripción

Este ítem consiste en toda la excavación necesaria para la ampliación de las explanaciones en corte de material no rocoso e incluirá la limpieza del terreno dentro de la zona de derecho de vía.

La ampliación de las explanaciones incluirá la conformación, perfilado y conservación de taludes, bermas y cunetas en taludes, de acuerdo a las indicaciones de la Supervisión.

El material producto de estas excavaciones se empleará en la construcción o ampliación de terraplenes solo en caso que cumpla con los requisitos de calidad para terraplenes. Se entiende como material común, aquel que para su remoción no necesita el uso de explosivos, ni de martillos neumáticos, pudiendo ser excavado mediante el empleo de tractores, excavadoras o cargadores frontales, y desmenuzado mediante el escarificador de un tractor sobre orugas.

Equipos

El Residente propondrá, para consideración del Supervisor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios ni a construcciones ni a cultivos; y garantizarán el avance físico de

ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

Los equipos de excavación deberán disponer de sistemas de silenciadores y la omisión de éstos será con la autorización del Supervisor. Cuando se trabaje cerca a zonas ambientalmente sensible, tales como colegios, hospitales, mercados y otros que considere el Supervisor aunado a los especificados en el Estudio de Impacto Ambiental los trabajos se harán manualmente si es que los niveles de ruido sobrepasan los niveles máximos recomendados.

Excavación

Antes de iniciar las excavaciones se requiere la aprobación, por parte del Supervisor, de los trabajos de topografía, desbroce, limpieza y demoliciones, así como los de remoción de especies vegetales, cercas de alambre y de instalaciones de servicios que interfieran con los trabajos a ejecutar.

Las obras de excavación deberán avanzar en forma coordinada con las de drenaje del proyecto, tales como alcantarillas, desagües, alivios de cunetas y construcción de filtros. Además, se debe garantizar el correcto funcionamiento del drenaje y controlar fenómenos de erosión e inestabilidad.

La secuencia de todas las operaciones de excavación debe ser tal, que asegure la utilización de todos los materiales aptos y necesarios para la construcción de las obras señaladas en los planos del proyecto o indicadas por el Supervisor.

La excavación de la explanación se debe ejecutar de acuerdo con las secciones transversales del proyecto o las modificadas por el Supervisor. Toda sobre-excavación que se haga por error o por conveniencia propia para la operación de los equipos, podrá por el Supervisor ser suspenderla, si lo estima necesario, por razones técnicas o económicas.

En la construcción de terraplenes sobre terreno inclinado o a media ladera, el talud de la superficie existente deberá cortarse en forma escalonada de acuerdo con los planos o las instrucciones del Supervisor.

Cuando la altura de los taludes sea mayor de siete metros (7 m) o según lo especifique el Proyecto y la calidad del material por excavar lo exija, deberán construirse banquetas de corte con pendiente hacia el interior del talud a una cuneta que debe recoger y encauzar las aguas superficiales. El ancho mínimo de la terraza deberá ser tal, que permita la operación normal de los equipos de construcción. La pendiente

longitudinal de las banquetas y el dimensionamiento debe especificarse en el proyecto o seguir las indicaciones del Supervisor.

Al alcanzar el nivel de la subrasante en la excavación, se deberá escarificar en una profundidad mínima de ciento cincuenta milímetros (150 mm), conformar de acuerdo con las pendientes transversales especificadas y compactar, según las exigencias de compactación. Si los suelos encontrados a nivel de subrasante están constituidos por suelos inestables, el Supervisor ordenará las modificaciones que corresponden a las instrucciones del párrafo anterior, con el fin de asegurar la estabilidad de la subrasante.

Medición:

La unidad de medida será por metro cúbico de corte de material suelto.

	Ítem de pago	Unidad de pago
02.01.02	Corte en material suelto.	m3

02.01.03 CORTE EN ROCA SUELTA

Descripción

Se clasificará como roca suelta a aquellos depósitos de, pizarras suaves, rocas descompuestas y cualquier otro material que requiere ser aflojado mediante el uso de maquinaria (tractor y excavadora).

Cuando la altura de los taludes sea mayor de siete metros (7 m) o según lo especifique el Proyecto y la calidad del material por excavar lo exija, deberán construirse banquetas de corte con pendiente hacia el interior del talud a una cuneta que debe recoger y encauzar las aguas superficiales. El ancho mínimo de la terraza deberá ser tal, que permita la operación normal de los equipos de construcción. La pendiente longitudinal de las banquetas y el dimensionamiento debe especificarse en el proyecto o seguir las indicaciones del Supervisor.

Medición:

La unidad de medida será por metro cúbico de corte de material de roca suelta.

	Ítem de pago	Unidad de pago
02.01.03	Corte en roca suelta	m3

02.01.04 CORTE EN ROCA FIJA**Descripción**

Comprende la excavación de masas de rocas mediana o fuertemente litificadas que, debido a su cementación y consolidación, requieren el empleo sistemático de explosivos.

Comprende, también, la excavación de bloques con volumen individual mayor de un metro cúbico (1 m³), procedentes de macizos alterados o de masas transportadas o acumuladas por acción natural, que para su fragmentación requieran el uso de explosivos.

Consistirá en la perforación, disparo y trituración de roca compacta mediante la utilización de explosivos y así obtener la sección de la vía, el material obtenido de esta será removida o trasladada de la plataforma con maquinaria, las Rocas fijas y compactas en general la comprenden los materiales como: granito, dioritas, gabro, areniscas potentes, etc. además esta partida se comprenden de las siguientes etapas:

▪ Trazo

Por trazo se entiende a un conjunto de taladros que perforan en un frente y que tienen una ubicación, dirección, inclinación y profundidad determinados, el trazo se realiza con el objeto de reducir los gastos de perforación y cantidad de explosivos y obtener un buen avance. La elección del trazo depende de los factores: Clase de terreno, explosivos y equipos de perforación, Tipo de labor en que se perfora.

▪ Perforación

La perforación se realiza con el objeto de situar los explosivos en lugares apropiados a fin de que con el mínimo de explosivos se pueda volar o arrancar la máxima cantidad de roca.

Materiales y Equipos

Los materiales y equipos utilizados en esta partida básicamente son explosivos:

▪ Guía

Tiene por objeto transmitir el fuego que le hemos aplicado con el encendedor, hasta el fulminante a fin de producir la explosión de este.

▪ Fulminante

El fulminante o cápsula es un pequeño cilindro por lo general de aluminio, al fondo del cilindro se halla la carga explosiva muy sensible que se excita

instantáneamente con la llama de la guía, produciéndose la detonación. El fulminante a utilizarse será el N° 8 que tiene 1/4" de diámetro por 1 ½" de largo.

- **Dinamita**

Mezcla de sustancias químicas envueltas en un papel parafinado, que viene en forma de cartucho de 7/8" x 7". Las sustancias químicas son principalmente la nitroglicerina, algodón, pólvora y nitratos de amonio y sodio. Al detonar el fulminante se descompone rápida e instantáneamente, produciéndose una gran expansión de gases que al no hallar una fácil salida de un taladro rompe la roca en dirección de la boca del taladro, es decir en el sentido de la menor resistencia.

- **Guía Cebada o encapsulada**

Son guías ya introducidas o engrapadas con el fulminante, o sea ya se encuentran listas para ser usadas. El largo que se le da a la guía es variable y depende de la profundidad de los taladros.

- **Cartucho Cebo**

Es un cartucho de dinamita en cuyo interior se ha colocado convenientemente el fulminante de la guía cebada, el objetivo del cebo es multiplicar el efecto detonante del fulminante con el fin de hacer explotar fácilmente el resto de la carga.

- **Nitrato de Amonio**

Compuesto químico que se utiliza por su gran efecto rompedor, su bajo costo y facilidad de carga.

- **Petróleo**

Un galón por un quintal de nitrato es la proporción que utilizaremos con la finalidad de dar fuerza a la explosión. El petróleo debe combinarse bien con el nitrato de amonio hasta obtener un color uniforme.

- **Atacadores**

Pieza de madera de un diámetro menor a la del barreno, sirve para cargar los taladros.

Equipos

Se utilizará compresora neumática, martillos neumáticos de 25 libras y barrenos de acero tipo hexagonal, hueco de 7/8" de diámetro cara a cara de distintas dimensiones (3',6',9'). Los equipos utilizados comprenden tractores para la evacuación del material excedente.

Método de Ejecución

Se procede a la realización del trazo y la ubicación de los taladros, inmediatamente se realiza la perforación de estos, luego se preparará los explosivos en cada hoyo y la cantidad requerida y por último se procede a su detonación. Es necesario recalcar que se debe tomar todas las medidas de seguridad en el empleo de explosivos, así mismo evacuar al personal a la distancia apropiada para la detonación.

La Residencia deberá llevar un registro detallado de la clase de explosivo adquirido, proveedor, existencias y consumo, así como los accesorios requeridos. Se podrá utilizar explosivos especiales de fracturación si se demuestra a satisfacción del MTC, que con su empleo no se causara daños a estructuras existentes ni afectará el terreno que debe permanecer inalterado, en especial los taludes que puedan quedar desestabilizados por efecto de las voladuras.

Los vehículos que se utilicen para transportar los explosivos deben observar las siguientes medidas de seguridad a fin de evitar consecuencias nefastas para la vida de los trabajadores y del público:

- Hallarse en perfectas condiciones de funcionamiento.
- Tener piso compactado de madera o de un metal que no produzca chispas.
- Tener paredes bastante altas para impedir la caída de los explosivos.
- En caso de transporte por carretera estar provistos de por lo menos dos extintores de incendios de tetracloruro de carbono.
- Llevar un banderín visible, un aviso u otra indicación que indique la índole de la carga.
- Los depósitos donde se guarden explosivos de manera permanente deberán:
 - Estar contruidos sólidamente y a prueba de balas y fuego.
 - Mantenerse limpios, secos, ventilados y frescos.
 - Tener cerraduras seguras y permanecer cerrados con llave la cual solo tendrán acceso el personal autorizado y capacitado.
- Sólo utilizar material de alumbrado eléctrico de tipo antideflagrante.
- Mantener alrededor del depósito un área de 8 metros de radio de distancia como mínimo que esté limpia, sin materiales de desperdicio, hojas secas o cualquier combustible.

En ningún caso se permitirá que los fulminantes, espoletas y detonadores de cualquier clase se almacenen, transporten o conserven en los mismos sitios que la dinamita y otros explosivos. La localización y el diseño de los polvorines, los métodos

de transporte de los explosivos y, en general, las precauciones que se tomen para prevenir accidentes, estarán sujetos a la aprobación del Supervisor, pero esta aprobación no exime al Residente de su responsabilidad por tales accidentes.

El personal que intervenga en la manipulación y empleo de explosivos deberá ser de reconocida práctica y pericia en estos menesteres, y reunirá condiciones adecuadas en relación con la responsabilidad que corresponda a estas operaciones.

La Residencia suministrará y colocará señales necesarias para advertir al público de su trabajo con explosivos. Su ubicación y estado de conservación garantizarán en todo momento su perfecta visibilidad.

En todo caso se cuidará especialmente de no poner en peligro las vidas o propiedades, y será responsable de los daños que se deriven del empleo de explosivos durante la ejecución de las obras.

Medición

Su medición se realizará calculando el área de corte por la profundidad que alcance la detonación y la unidad de medida será por metro cúbico de corte en roca suelta o roca fija.

	Ítem de pago	Unidad de pago
02.01.04	Corte en roca fija: perforación y disparo (RF)	m3

02.01.05 REMOCION DE DERRUMBES

Generalidades

Este trabajo consiste en la remoción, desecho y disposición de los materiales provenientes del desplazamiento de taludes o del terreno natural, depositados sobre una vía existente o en construcción, y que se convierten en obstáculo para la utilización normal de la vía o para la ejecución de las obras.

El trabajo se hará de acuerdo con esta especificación y las instrucciones del Supervisor, quien exigirá su aplicación desde la entrega de la vía al Residente hasta la recepción definitiva de la obra por el MTC.

El derrumbe puede producirse durante la construcción de los cortes proyectados y dentro de sus límites, antes o después de ejecutarse los trabajos de excavación.

Materiales

Los materiales por remover serán los provenientes del derrumbe.

Equipo

Los equipos para la remoción de derrumbes están sujetos a la aprobación del Supervisor y deben ser suficientes para garantizar el cumplimiento de esta especificación y del programa de trabajo.

Los equipos empleados deben de cumplir con las exigencias técnicas ambientales en lo que respecta a emisión de contaminantes y ruidos, los cuales antes de ser empleados deben tener la aprobación del supervisor.

Requerimientos de ejecución

El Residente deberá ejecutar el trabajo en los sitios afectados de la vía, cuando lo solicite el Supervisor.

Cuando ocurra un derrumbe, el Residente deberá colocar inmediatamente señales que indiquen, durante el día y la noche, la presencia del obstáculo y será el responsable de mantener la vía transitable y segura, a fin de que no ocurran accidentes en perjuicio de los trabajadores, a los usuarios de la vía ni tampoco retrasen las obras con otros imprevistos.

La remoción del derrumbe se efectuará en las zonas indicadas por el Supervisor y considerando siempre la estabilidad del talud aledaño a la masa de suelo desplazada y de las construcciones vecinas.

Los materiales recolectados deberán ser humedecidos adecuadamente, cubiertos con una lona y protegidos contra los efectos atmosféricos, para evitar que por efecto del material particulado causen enfermedades respiratorias, alérgicas y oculares al personal de obra, así como a las poblaciones aledañas, ajustándose a las disposiciones legales vigentes. El depósito temporal de los materiales no deberá interrumpir vías o zonas de acceso de importancia local. Si el Supervisor lo autoriza, los materiales pueden ser empleados en las obras.

Si el material de derrumbe cae sobre cauces naturales en la zona de la vía, obras de drenaje, subrasantes, sub bases, bases y pavimentos terminados, deberá extraerse con las precauciones necesarias, sin causar daños a las obras, las cuales deberán limpiarse totalmente.

Los materiales provenientes de los derrumbes deberán disponerse de la misma manera que el material excedente de las excavaciones, en los botaderos indicados.

Si el material de derrumbe cae sobre la vía que se halla disponible para el tránsito vehicular, la remoción del material deberá ser inmediatamente efectuada por el Residente con la aprobación escrita del Supervisor.

Medición:

La unidad de medida para la remoción de derrumbes será el metro cúbico (m³) aproximado al metro cúbico completo.

El volumen de material removido, desechado y dispuesto se medirá en estado suelto, verificado y controlado por el Supervisor.

	Ítem de pago	Unidad de pago
02.04.05	Remoción de derrumbes	m3

02.02.00 DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUDES**02.02.01 DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUDES****Generalidades**

Los trabajos incluyen la remoción de rocas y piedras que se encuentran sobre taludes naturales precarios y de equilibrio poco fiable que sean susceptibles de caerse.

Se eliminarán aquellas piedras o rocas que a criterio de la supervisión presenten peligro para personas y equipo que laboren en la zona, tan solo se realizara este proceso en rocas sueltas o potencialmente desprendidas mas no así en la roca firme.

Medición:

La unidad de medida para el desquinche y peinado de taludes será el metro cuadrado (m²).

	Ítem de pago	Unidad de pago
02.02.01	Desquinche y peinado de taludes.	m2

02.03.00 PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUB RASANTE**02.03.01 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN.**

Idéntica a la partida 02.01.01 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA CONSTRUCCION.

02.03.02 ENROCADO EXCAVACION CON EQUIPO.**Descripción**

Esta partida comprenderá toda excavación necesaria para la colocación de los enrocados, incluye el retiro de todo el material excavado. También, comprenderá los trabajos de perfilado y compactado del fondo de las excavaciones. Todo el trabajo se realizará de acuerdo con las presentes Especificaciones y en conformidad con los

requisitos para las estructuras indicadas en los planos según lo ordenado por el Supervisor.

Método de ejecución

El Residente notificará al Supervisor con suficiente anticipación al comienzo de la excavación, de manera que puedan tomarse secciones transversales, medidas y elevaciones del terreno no alterado.

Deberán tener las suficientes dimensiones de modo que permitan construir en todo su ancho y largo las estructuras íntegras o bases de las estructuras indicadas.

La elevación de la parte inferior de las bases que se indican en los metrados, serán consideradas tan solo como aproximadas y el Supervisor podrá ordenar por escrito los cambios de dimensiones o elevaciones de las bases que pudieran considerarse necesarias para asegurar una cimentación satisfactoria.

Las raíces y todo otro material inadecuado que se encuentre al nivel de cimentación, deberán ser retirado. Todo material acopiado a nivel de cimentación deberá ser limpiado de materiales suelto y recortado hasta que llegue a tener una superficie firme, ya sea al nivel, con gradas o dentada, según sea indicado por el Supervisor.

Unidad de medida:

El trabajo realizado será medido por Metro cúbico de material excavado (m3).

	Ítem de pago	Unidad de pago
02.03.02.	Enrocado, excavación con equipo.	m3

02.03.03 PERFILADO, RIEGO Y COMPACTACIÓN DE LA SUB-RASANTE.

Descripción

El trabajo comprende el conjunto de actividades de escarificado, perfilado, nivelación y compactación de la sub-rasante en zonas de corte comprendidas dentro del prisma donde ha de fundarse la carretera.

Equipo

la entidad ejecutora propondrá, en consideración del Supervisor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios ni a construcciones ni a cultivos; y garantizarán el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas

constructivas siguientes.

Los equipos deberán disponer de sistemas de silenciadores y la omisión de éstos será con la autorización del Supervisor. Cuando se trabaje cerca a zonas ambientalmente sensible, tales como colegios, hospitales, mercados y otros que considere el Supervisor, aunado a los especificados en el Estudio de Impacto Ambiental, los trabajos se harán manualmente si es que los niveles de ruido sobrepasan los niveles máximos recomendados.

Método de la construcción

Antes de iniciar el perfilado en zonas de corte se requiere la aprobación, por parte del Supervisor, de los trabajos de trazo, replanteo, limpieza y excavación no clasificada para explanaciones.

Al alcanzar el nivel de la subrasante en la excavación, se deberá escarificar en una profundidad mínima de ciento cincuenta milímetros (150 mm.), conformar de acuerdo con las pendientes transversales especificadas y compactar, según las exigencias de compactación definidas en las presentes especificaciones.

Si los suelos encontrados a nivel de subrasante están constituidos por suelos inestables, el Supervisor ordenará las modificaciones que corresponden a las instrucciones del párrafo anterior, con el fin de asegurar la estabilidad de la subrasante. En este caso el trabajo consiste en la eventual disgregación del material de la subrasante existente, el retiro o adición de materiales, la mezcla, humedecimiento o aireación, compactación y perfilado final de acuerdo con la presente especificación, conforme con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto y las instrucciones del Supervisor.

En caso de que al nivel de la subrasante se encuentren suelos expansivos y salvo que los documentos del proyecto o el Supervisor determinen lo contrario, la excavación se llevará hasta un metro por debajo del nivel proyectado de subrasante y su fondo no se compactará. Esta profundidad sobre-excavada se rellenará y conformará con material que cumpla las características definidas en la especificación TERRAPLEN.

Las cunetas y bermas deben construirse de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas especificadas en los planos o modificadas por el Supervisor.

Toda excavación en roca se deberá profundizar quince centímetros (15 cm.) por debajo de las cotas de subrasante. Las áreas sobre-excavadas se deben rellenar, conformar y compactar con material seleccionado proveniente de las excavaciones o con material de subbase granular, según lo determine los estudios de suelos o el Supervisor.

La cota de cualquier punto de la subrasante conformada y terminada no deberá variar en más de diez milímetros (10mm) con respecto a la cota proyectada.

Aceptación de los trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar que la entidad ejecutora disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por la entidad ejecutora
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por la entidad ejecutora.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Verificar el alineamiento, perfil y sección de las áreas.
- Comprobar que toda superficie para base de terraplén o subrasante mejorada quede limpia y libre de materia orgánica.
- Verificar la compactación de la subrasante.
- Medir las áreas de trabajo ejecutado por la entidad ejecutora en acuerdo a la presente especificación.

El trabajo de perfilado, nivelación y compactación de la sub-rasante en zonas de corte, se dará por terminado y aceptado cuando el alineamiento, el perfil, la sección y la compactación de la subrasante estén de acuerdo con los planos del proyecto, con estas especificaciones y las instrucciones del Supervisor.

La distancia entre el eje del proyecto y el borde, no será menor que la distancia señalada en los planos o modificada por el Supervisor.

La cota de cualquier punto de la subrasante conformada y terminada no deberá variar en más de diez milímetros (10mm) con respecto a la cota proyectada.

Las cotas de fondo de las cunetas, zanjas y canales no deberán diferir en más de quince milímetros (15 mm.) de las proyectadas.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deberán ser corregidas por la entidad ejecutora, a su costo, a plena satisfacción del Supervisor.

Compactación

Se verificará de acuerdo con los siguientes criterios:

- La densidad de la subrasante compactada se definirá sobre un mínimo de seis (6) determinaciones, en sitios elegidos al azar con una frecuencia de una (1) cada 250 m² de plataforma terminada y compactada.
- Las densidades individuales del lote (Di) deben ser, como mínimo, el noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima densidad en el ensayo Proctor modificado de referencia (De).

$$D_i \geq 0.95 D_e$$

Medición

El perfilado, nivelación y compactado de la subrasante en zonas de corte se medirá en metros cuadrados (M²) de superficie perfilada y compactada de acuerdo a los alineamientos, rasantes y secciones transversales indicadas en los planos y las presentes especificaciones; medida en su posición final. El trabajo contará con la aprobación del Supervisor.

	Ítem de pago	Unidad de pago
02.03.03	Perfilado, riego y compactación de la sub-rasante.	m ²

02.03.04. PRUEBAS DE DENSIDAD DE CAMPO EN LA SUB RASANTE.

Las determinaciones de la densidad de cada capa compactada se realizarán según se establece en la Tabla de Frecuencia de Ensayos y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis (6) determinaciones de densidad. Los sitios para las mediciones se elegirán al azar.

Las densidades individuales del tramo (Di) deberán ser, como mínimo, el noventa por ciento (90%) de la máxima densidad obtenida en el ensayo proctor modificado de referencia (De) para la base y cuerpo del terraplén y el noventa y cinco por ciento (95) con respecto a la máxima obtenida en el mismo ensayo, cuando se verifique la compactación de la corona del terraplén.

$$D_i \geq 0.90 D_e \text{ (base y cuerpo)}$$

$D_i \geq 0.95 D_e$ (corona)

La humedad del trabajo no debe variar en $\pm 2\%$ respecto del Optimo Contenido de Humedad obtenido con el Proctor modificado.

Medición

La prueba de densidad de campo en la sub-rasante se medirá en unidades.

	Ítem de pago	Unidad de pago
02.03.04	Densidad de campo en la sub-rasante.	und

02.03.05 MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE CON MATERIAL DE CORTE

Generalidades

En el caso de que los documentos del proyecto prevean el mejoramiento involucrando los materiales del suelo existente, o el Supervisor lo considere conveniente, éstos se disgregarán en las zonas y con la profundidad establecida en los planos, empleando procedimientos aceptables por el Supervisor.

Los materiales que se empleasen para el mejoramiento de la subrasante y que deben de ser transportados hasta el lugar donde se realizan las obras deben de estar protegidos con una lona, humedecidos adecuadamente y contar con las condiciones de seguridad para que éstas no se caigan a lo largo de su recorrido e interrumpan el normal desenvolvimiento del tráfico.

El suelo de aporte para el mejoramiento se aplicará en los sitios indicados en los documentos del proyecto o definidos por el Supervisor, en cantidad tal, que se garantice que la mezcla con el suelo existente cumpla las exigencias, en el espesor señalado en los planos o indicado por el Supervisor.

Los materiales disgregados y los de adición, se humedecerán o airearán hasta alcanzar la humedad apropiada de compactación y, previa la eliminación de partículas mayores de setenta y cinco milímetros (75 mm), si las hubiere, se compactarán hasta obtener los niveles de densidad establecidos para la corona del terraplén.

Cuando se realizan los trabajos de compactación se debe verificar las condiciones de las viviendas, para que no sufran inconvenientes cuando se realiza esta labor.

Medición

El Mejoramiento de la sub rasante con material de corte será medido por metro cubico m3 de material colocado

	Ítem de pago	Unidad de pago
02.03.05	Mejoramiento de la sub rasante con material de corte.	m3

02.03.06 ENROCADO PREPARACION CON MATERIAL EXPLOSIVO PIEDRA

Descripción

Este trabajo consiste en la utilización del material de cantera extraídos mediante explosivos, para los trabajos de enrocado, las piedras deberán presentar superficies limpias y duras, podrán ser empleadas solamente después de haber sido aprobadas por el Ingeniero Supervisor. Se rechazará toda piedra que presente signos de fracturas.

Método de ejecución

El equipo empleado para el compactado deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de los trabajos.

Los trabajos deberán realizarse previa la limpieza de la zona de trabajo donde se acomodará la roca procedente de la cantera prevista.

Medición

La unidad de medida será el metro cubico por kilómetro (m3k).

	Ítem de pago	Unidad de pago
02.03.06	Enrocado, preparación con material explosivo piedra.	m3

02.03.07 ENROCADO EXTENDIDO DE ROCA U OVER

Descripción

Consiste en la extracción de material de canteras para los trabajos de enrocados, las piedras deberán presentar superficies limpias y duras, podrán ser empleadas solamente después de haber sido aprobadas por el Ingeniero Supervisor. Se rechazará toda piedra que presente signos de fracturas.

Método de ejecución

Consiste en la extracción de material a ser utilizado para los enrocados con tractor sobre orugas u otro aprobado por el Supervisor de obra, el material extraído no deberá presentar signos de fracturamiento.

	Ítem de pago	Unidad de pago
02.03.07	Enrocado extendido de roca u over.	m3

02.03.08. TRANSPORTE DE MATERIAL ROCA U OVER HASTA 1 KM

Idéntica a la partida 02.03.11. TRANSPORTE DE ELIMINACION MATERIAL DE CORTE DESPUES 1KM.

02.03.09. TRANSPORTE DE MATERIAL ROCA U OVER DESPUES DE 1KM.

Idéntica a la partida 02.03.11. TRANSPORTE DE ELIMINACION MATERIAL DE CORTE DESPUES 1KM.

02.03.10. TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL DE CORTE HASTA 1KM.

Idéntica a la partida 02.03.11. TRANSPORTE DE ELIMINACION MATERIAL DE CORTE DESPUES 1KM.

02.03.11. TRANSPORTE DE ELIMINACION MATERIAL DE CORTE DESPUES 1KM.

Descripción

Esta partida comprende el carguío con cargador frontal a los volquetes, del material roca u over (o material de corte, o de cantera) proveniente del corte efectuado en la cantera, y el transporte con volquetes hacia los puntos de enrocados (a los botaderos, o progresivas), para la conformación de los mismos.

Método de ejecución

Una vez que este acumulado el material por el tractor, el cargador frontal procederá a realizar el carguío de los volquetes para que estos lleven dichos materiales a los lugares donde se requieran estos trabajos.

Unidad de medida:

La unidad de medida será el metro cubico por kilómetro (m3k).

	Ítem de pago	Unidad de pago
02.03.11	Transporte de eliminación material de corte después 1km.	m3k

02.03.12. ENSAYOS DE LABORATORIO – ENROCADOS**Descripción**

Para determinar los ensayos de campo de la sub rasante se realizarán ensayos utilizando equipos de laboratorio de campo propiamente dicho.

Unidad de medida:

El trabajo realizado será medido por prueba realizada (glb).

	Ítem de pago	Unidad de pago
02.03.11	Ensayos de laboratorio-enrocados.	glb

02.04.00 CONFORMACIÓN DE TERRAPLENES**02.04.01 CONFORMACIÓN DE TERRAPLENES****Descripción**

La conformación de terraplenes se realizará, con material propio y de préstamo, sobre una superficie preparada, en zonas de relleno se construirá de acuerdo a estas especificaciones y en conformidad con los alineamientos, rasantes y secciones transversales típicas indicadas en los planos. El material de préstamo se considera con transporte pagado, también corresponde la conformación de rellenos con rodillo.

Materiales y equipos

El material a utilizarse, serán los excedentes de corte debidamente seleccionados que deberán cumplir requisitos mínimos de granulometría y composición (piedra o grava, arena y materiales finos), no deberá contener escombros, restos de vegetal alguno, Se empleara materiales propios o de préstamo si es necesario. Para su construcción se empleará una batería de maquinaria tractor, moto-niveladora, rodillo liso vibratorio, cisterna.

Método de ejecución

Consistirá en la colocación de materiales de corte o préstamos para formar los terraplenes o rellenos en capas de 30 cm. y la densidad de la capa compactada será como mínimo el 95 % de la máxima densidad de la prueba de Proctor Modificado, de conformidad a los alineamientos, pendientes, perfiles transversales indicados en los planos. El área donde se va a construir el terraplén o relleno deberá estar completamente limpio de toda materia orgánica, será removido o escarificado para facilitar adherencia del material de relleno con la superficie del terreno.

Forma de medición

Su medición se realizará calculando el área del terraplén de la plataforma por la longitud necesaria en el eje, en consecuencia, su unidad de medida será en m3.

	Ítem de pago	Unidad de pago
02.04.01	Conformación de Terraplenes	m3

02.05.01 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO.

Idéntica a la partida 02.01.01. TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA CONSTRUCCION.

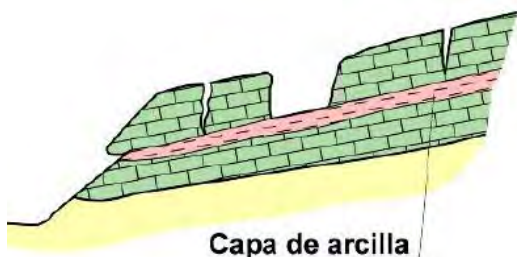
02.05.02 MEJORAMIENTO DE TALUD CORTE EN MATERIAL SUELTO.

Descripción

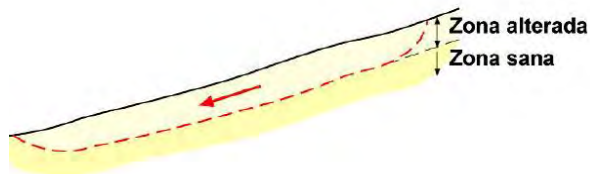
El proyecto de obras lineales requiere el análisis y diseño de taludes tanto en desmonte como en terraplén con las condiciones de seguridad. Aun así, las carreteras sufren inestabilidad de sus taludes y laderas por la consecuencia de recurrentes lluvias generalizadas.

En función a las condiciones estratigráficas y geomorfológicas existentes en el punto de análisis para el caso de suelos, se tiene tres mecanismos de inestabilidad:

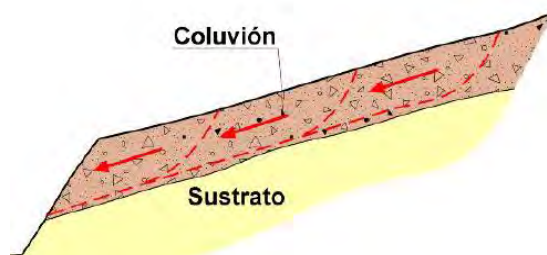
Traslación, rotación y compuesto.



Existencia de capas débiles.

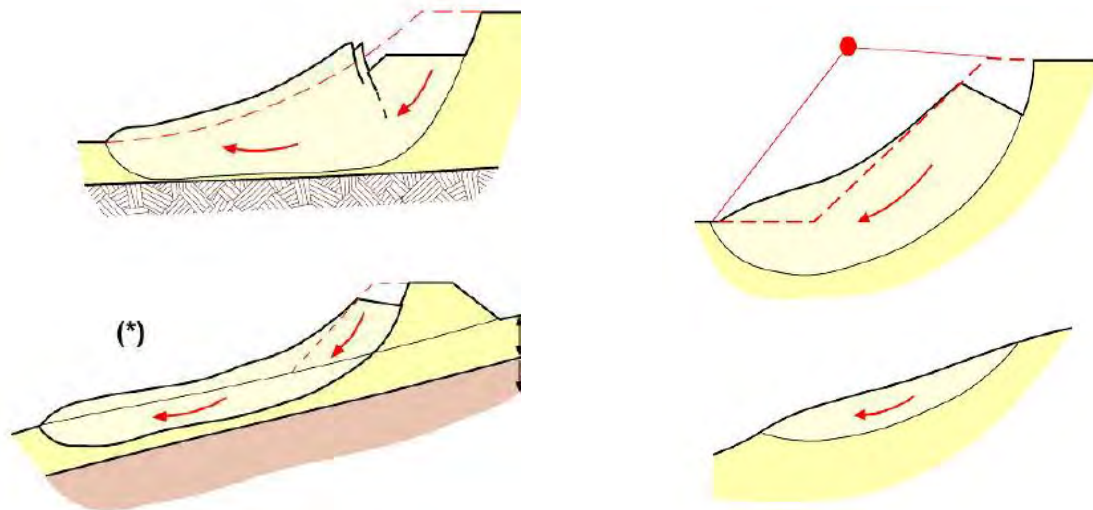


Existencia de un espesor alterado por el fenómeno de la meteorización.



Coluviones sobre estrato establecido.

En forma circular en terrenos homogéneos, típico en formaciones arcillosas alteradas o mantos coluviales.



Principales causas de la inestabilidad

- Eliminación de la base del talud.
- Presencia de suelos inestables al contacto con el agua y de mala calidad geotécnica.
- Pérdida de cohesión natural del suelo y su resistencia al corte.
- Sobre carga ejercida por saturación del suelo.
- Fuerza de la gravedad.
- Microsismicidad.

Método de ejecución

Corte en material suelto

El perfilado consiste en la nivelación del talud expuesto y desprendimiento de partículas de material suelto, verificando la pendiente del talud indicada en los planos en los taludes existentes o los que surgirán en el proceso de corte.

En todos los cortes del material suelto con taludes expuestos se deberá ejecutar los trabajos de perfilado. Una vez culminado la excavación se deberá ejecutar el perfilado empleando excavadora u otro equipo adecuado, así como personal. El personal cumplirá con los requerimientos de seguridad.

Para las alturas de talud superiores a 10 m (diez metros) se debe ejecutar una terraza con ancho mínimo de 3 m (tres metros) e inclinación transversal de 2.5%. El ancho definitivo de la terraza debe ser definido en el proyecto.

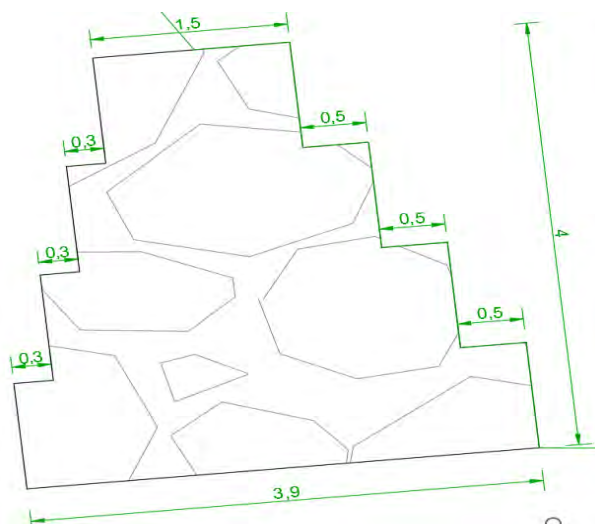
Excavación con equipo

Se clasificará como roca suelta a aquellos depósitos de, pizarras suaves, rocas descompuestas y cualquier otro material que requiere ser aflojado mediante el uso de maquinaria (tractor y excavadora).

Cuando la altura de los taludes sea mayor de siete metros (7 m) o según lo especifique el Proyecto y la calidad del material por excavar lo exija, deberán construirse banquetas de corte con pendiente hacia el interior del talud a una cuneta que debe recoger y encauzar las aguas superficiales. El ancho mínimo de la terraza deberá ser tal, que permita la operación normal de los equipos de construcción. La pendiente longitudinal de las banquetas y el dimensionamiento debe especificarse en el proyecto o seguir las indicaciones del Supervisor.

Construcción de Muro seco

Este ítem considera la construcción de un muro seco (muro de sostenimiento), el cual deberá ser construido en la base del talud, garantizando así un factor de seguridad proyectado mayor. A continuación, se indica las dimensiones de dicho muro a ser construido.



Muro de Sostenimiento-Muro seco

Unidad de medida

El trabajo realizado será medido por Metro cúbico(m3).

	Ítem de pago	Unidad de pago
02.05.02.	Mejoramiento de talud corte en material suelto.	m3
02.05.03.	Mejoramiento de talud excavación con equipo.	m3

02.05.04.	Mejoramiento de talud construcción de muro seco.	m3
-----------	--	----

02.05.03 MEJORAMIENTO DE TALUD EXCAVACION CON EQUIPO.

Idéntica a la partida 02.05.02. MEJORAMIENTO DE TALUD CORTE EN MATERIAL SUELTO.

02.05.04 MEJORAMIENTO DE TALUD CONSTRUCCION DE MURO SECO.

Idéntica a la partida 02.05.02. MEJORAMIENTO DE TALUD CORTE EN MATERIAL SUELTO.

03.00.00 BASES Y SUB BASES

03.01.00 SUB BASE DE 0.20 M DE ESPESOR

Descripción

De manera general, el material para la sub-base deberá consistir en el suelo granular de baja plasticidad, el cual, deberá reunir todos los requisitos indispensables para la utilización.

Las piedras mayores de 5 cm o mayores que los 2/3 del espesor estipulado para esta capa, deberán ser eliminadas en el lugar de procedencia del material, o manualmente, si se encuentran acumuladas en la sub-rasante.

No se permitirá el empleo de terrenos de arcilla plástica o material orgánico.

Los materiales que se usarán como sub-base serán suelos granulares del tipo A-1-a o A-1-b del sistema de clasificación AASHTO, debiendo cumplir con los requisitos de granulometría siguientes:

MALLA ABERTURA CUADRADA	% QUE PASA (EN PESO)		
	GRAD.A	GRAD.B	GRAD.C
2"	100	100	-----
1"	-----	75-95	100
3/8"	30-65	40-75	50-85
N°4	25-55	30-60	35-65
N°10	15-40	20-45	25-50
N°40	8-20	15-30	15-30
N°200	2-8	5-15	5-15

La curva granulométrica del material de sub-base ubicada dentro de estos límites.

La fracción de material que pasa la malla N°200, no excederá los 2/3 de la fracción que pase la malla N° 40 y deberá en lo posible tender a cero (0). El tamaño máximo será de 2"(51mm).

Requisitos físicos y mecánicos que deben satisfacerse:

C.B.R. (ASTM, D-1883)	:	30% min.
Límite líquido (AASHTO, T-89)	:	25% max.
Índice de plasticidad (AASHTO, T-91)	:	N.P.
Desgaste los "Loa Ángeles" (500 revoluc, AASHTO, T-96)	:	50% max.
Equivalente de arena (AASHTO, T-176)	:	25 min.

El material de sub-base será colocado y extendido sobre la sub-rasante aprobada, en volumen apropiado para que alcance el espesor indicado en los planos una vez que sea compactado.

Método de ejecución

Este ítem considera la extracción y apilamiento del material a emplearse para la conformación de la sub – base. Las canteras con las características adjuntadas en el estudio respectivo serán aprobadas por la supervisión.

Para realizar estas actividades usará un tractor sobre orugas el cual extraerá el material y además lo acumulará en la zona establecida por la residencia.

Unidad de medida

El trabajo realizado será medido por Metro cúbico de material acumulado (m3).

03.01.01 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE EN PROCESO CONSTRUCTIVO.

Idéntica a la partida 02.01.01. TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA CONSTRUCCION.

03.01.02 EXTRACCIÓN Y APILAMIENTO DE MATERIAL PARA SUB BASE

Descripción

Esta partida comprende los trabajos a realizarse en la preparación de material proveniente de la cantera de extracción, los que realizaran con el empleo de equipo como son tractores, cargadores frontales, compresoras de aire, martillos neumáticos y materiales explosivos, por ser material de roca.

Materiales

Se prepararán materiales que serán procedentes de los cortes de roca suelta, de excavaciones o canteras clasificadas y aprobados por el Supervisor o podrán provenir de la trituración de rocas y gravas, o podrán estar constituidos por una mezcla de productos de ambas procedencias.

Medición:

La preparación de material para sub base medida en metros cúbicos.

	Ítem de pago	Unidad de pago
03.01.02	Extracción y apilamiento de material para sub base	m3

03.01.03 ARMADO DE ZARANDA METALICA.**Descripción**

Esta partida comprende la adquisición de una zaranda metálica de T_{max}= 2", así como de la armadura de rollizos necesaria para el soporte de la misma.

Medición:

La medición de esta partida de hará por Unidad de zaranda armada.

	Ítem de pago	Unidad de pago
03.01.03	Armado de zaranda metálica.	und

03.01.04 ZARANDEO DE MATERIAL DE SUB BASE.**Descripción**

Trabajo que consiste en el proceso de selección de material con el empleo de mallas metálicas ó zarandas y cargador frontal y similar, con material acumulado en la cantera para los trabajos de mejoramiento.

Medición:

La unidad de medida para pago será el metro cúbico de material zarandeado.

	Ítem de pago	Unidad de pago
03.01.04	Zarandeo de material de sub base	m3

03.01.05 EXTENDIDO RIEGO Y COMPACTADO DE SUB BASE DE E=0.20M**Descripción**

Este trabajo consistió en el extendido riego y compactado de material de sub base de acuerdo con la presente especificación, los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los Planos del proyecto.

Materiales

Los agregados para la construcción de la subbase granular deberá consistir en el suelo granular de baja plasticidad, el cual, deberá reunir todos los requisitos indispensables para la utilización.

Las piedras mayores de 5 cm o mayores que los 2/3 del espesor estipulado para esta capa, fueron eliminadas en el lugar de procedencia del material, o manualmente, si se encuentran acumuladas en la sub-rasante.

No se permitirá el empleo de terrenos de arcilla plástica o material orgánico.

Los materiales que fueron usadas como sub-base serán suelos granulares del tipo A-1-a o A-1-b del sistema de clasificación AASHTO, debiendo cumplir con los requisitos de granulometría siguientes.

Además, deberán ajustarse a una de las franjas granulométricas indicadas en la siguiente tabla: Requerimientos Granulométricos para Sub-Base Granular

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 – 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4.75 mm (Nº 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2.0 mm (Nº 10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
4.25 um (Nº 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 um (Nº 200)	2 – 8	5 – 15	5 – 15	8 – 15

Fuente: ASTM D 1241

- (1) La curva de gradación "A" deberá emplearse en zonas cuya altitud sea igual o superior a 3000 m.s.n.m.
- (2) La curva granulométrica SB-3 deberá usarse en zonas con altitud mayor de 3 500 m.s.n.m.
- (3) Sólo aplicable a SB-1.

Además, el material también deberá cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

Sub-Base Granular: Requerimientos de Ensayos Especiales

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimiento	
				< 3000 msnm	≥ 3000 msnm
Abrasión	MTC E 207	C 131	T 96	50 % máx	50 % máx

CBR (1)	MTC E 132	D 1883	T 193	40 % mín	40 % mín
Límite Líquido	MTC E 110	D 4318	T 89	25% máx	25% máx
Índice de Plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 89	6% máx	4% máx
Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	25% mín	35% mín
Sales Solubles	MTC E 219			1% máx.	1% máx.
Partículas Chatas	MTC E 211	D 4791		20% máx	20% máx

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1"(2.5mm)

(2) La relación a emplearse para la determinación es 1/3 (espesor/longitud)

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que se produzca deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

Preparación de la superficie existente

El Supervisor sólo autorizará la colocación de material de subbase granular cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los Planos o definidas por el Supervisor. Además, estuvo concluida la construcción de las cunetas, desagües y filtros necesarios para el drenaje de la calzada.

Si en la superficie de apoyo existen irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en las especificaciones respectivas, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente, el Residente hará las correcciones necesarias, a satisfacción del Supervisor.

Transporte y colocación del material

Se deberá transportar y verter el material, de tal modo que no se produzca segregación, ni se cause daño o contaminación en la superficie existente.

Cualquier contaminación que se presentare, fue subsanada antes de proseguir el trabajo.

La colocación del material sobre la capa subyacente se hará en una longitud que no sobrepase mil quinientos metros (1 500 m) de las operaciones de mezcla, conformación y compactación del material de la sub base.

Durante esta labor Se tomaron las medidas para el manejo del material de sub base, evitando los derrames de material y por ende la contaminación de fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar.

Extensión y mezcla del material

El material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. Si la sub base se va a construir mediante combinación de varios materiales, éstos se mezclarán formando cordones separados para cada material en la vía, los cuales luego se combinarán para lograr su homogeneidad. En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad óptima de compactación, se usó el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique la capa subyacente y deje el material con una humedad uniforme. Este, después de mezclado, se extenderá en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de experimentación.

Durante esta actividad Se tomaron las medidas para la extensión, mezcla y conformación del material, evitando los derrames de material que pudieran contaminar fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar.

Compactación

Una vez que el material de la sub base tenga la humedad apropiada, se conformará y compactará con el equipo aprobado por el Supervisor, hasta alcanzar la densidad especificada.

Aquellas zonas que, por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte no permitan la utilización del equipo que normalmente se utiliza, se compactarán por los medios adecuados para el caso, en forma tal que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de un tercio (1/3) del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se hará del borde inferior al superior.

No se extenderá ninguna capa de material de sub base mientras no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente. Tampoco se ejecutará la sub base granular en momentos en que haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra, ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a dos grados Celsius (2°C).

En esta actividad Se tomaron los cuidados necesarios para evitar derrames de material que puedan contaminar las fuentes de agua, suelo y flora cercana al lugar de

compactación. Los residuos generados por esta y las dos actividades mencionadas anteriormente, fueron colocados en lugares de disposición de desechos adecuados especialmente para este tipo de residuos.

Apertura al tránsito

Sobre las capas en ejecución se prohibirá la acción de todo tipo de tránsito mientras no se haya completado la compactación. Si ello no es factible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas, se distribuirá de forma que no se concentren ahuellamientos sobre la superficie.

Conservación

Si después de aceptada la sub base granular, se demora por cualquier motivo la construcción de la capa inmediatamente superior, se deberá reparar, todos los daños en la sub base y restablecer el mismo estado en que se aceptó.

Medición:

El extendido, riego y compactado para sub base será medida en metros cuadrados.

	Ítem de pago	Unidad de pago
03.01.05	Extendido, riego y compactado para sub base e=0.15m	m2

03.01.06 ENSAYOS DE LABORATORIO SUB - BASE

Descripción

Este trabajo se especifica con detalle en la partida 02.03.04. debiendo cumplir con las normas anotadas y vigentes en el proceso constructivo.

Medición:

Los ensayos de laboratorio en la sub - base serán medidas global.

	Ítem de pago	Unidad de pago
03.01.06	Ensayos de laboratorio sub - base	glb

03.02.00 BASE DE 0.2M DE ESPESOR

Este trabajo consistió en el suministro, transporte, colocación y compactación de material de base granular aprobado sobre una sub base, afirmado o subrasante, en una o varias capas, conforme con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los Planos del proyecto u ordenados por el Supervisor

Partida	Unidad de pago
03.02.01 Trazo y replanteo durante el proceso constructivo	Metro cuadrado (M2)
03.02.02 Extracción y apilamiento de material para base	Metro cubico (M3)
03.02.03 Armado de zaranda metálica	Unidad (UND)
03.02.04 Zarandeo de material para base	Metro cubico (M3)
03.02.06 Extendido riego y compactado de base e=0.20m	Metro cuadrado (M2)
03.02.07 Pruebas de densidad de campo en la sub - base	Unidad (UND)

Idénticas a la partida 03.01.00. SUB BASE DE 0.15M DE ESPESOR.

04.00.00 PAVIMENTO

04.01.00 PAVIMENTO ASFALTICO

04.01.01 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO

Idéntica a la partida 02.01.01.

04.01.02 ARENADO DE LA SUPERFICIE IMPRIMADA

Descripción

Se arenará la superficie imprimada luego de transcurrido el tiempo suficiente para la penetración del RC-250 como mínimo 24 hrs., el arenado se realizará para proteger la superficie si es que la colocación de la carpeta no se va a realizar en el periodo cercano.

Se colocará una capa de arena de 0.05 m de espesor en toda la superficie imprimada.

Medición

La unidad de medida será por metro cuadrado de superficie arenada.

	Ítem de pago	Unidad de pago
04.01.02	Arenado de la superficie imprimada.	m2

04.01.03 IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA

Descripción

Bajo este ítem, se debe suministrar y aplicar material bituminoso a una base o capa del camino, preparada con anterioridad, de acuerdo con las Especificaciones y de conformidad con los Planos. Consistió en la incorporación de asfalto a la superficie de una Base, a fin de prepararla para recibir una capa de pavimento asfáltico.

Materiales

El material bituminoso a aplicar en este trabajo será el Asfalto Cut-back, MC-30.

La cantidad por m². de material bituminoso, debe estar comprendido entre 0.237 y 0.528 galones de asfalto diluido MC-30, a una temperatura 30°C a 90°C, para obtener una textura de superficie de aplicación densa y bien cerrada.

Equipo

Para los trabajos de imprimación se requieren elementos mecánicos de limpieza como compresoras de aire e imprimadora de asfalto para irrigar el asfalto.

El equipo para limpieza estará constituido por una barredora mecánica y/o una sopladora mecánica. La primera será del tipo rotatorio y ambas serán operadas mediante empuje o arrastre con tractor. Como equipo adicional podrán utilizarse compresores, escobas, y demás implementos que el Supervisor autorice.

La imprimadora de asfalto para el imprimado de materiales bituminosos deberá cumplir exigencias mínimas que garanticen la aplicación uniforme y constante de cualquier material bituminoso, sin que lo afecten la carga, la pendiente de la vía o la dirección del vehículo. Sus dispositivos de irrigación deberán proporcionar una distribución transversal adecuada del ligante. El vehículo estuvo provisto de un velocímetro calibrado en metros por segundo (m/s), o pies por segundo (pie/s), visible al conductor, para mantener la velocidad constante y necesaria que permita la aplicación uniforme del asfalto en sentido longitudinal.

El imprimador de asfalto deberá aplicar el producto asfáltico a presión y para ello deberá disponer de una bomba de impulsión, accionada por motor y provista de un indicador de presión. También, estuvo provisto de un termómetro para el ligante, cuyo elemento sensible no podrá encontrarse cerca de un elemento calentador.

Para áreas inaccesibles al equipo irrigador y para retoques y aplicaciones mínimas, se usará una caldera regadora portátil, con sus elementos de irrigación a presión, o una extensión del carro tanque con una boquilla de expansión que permita un riego uniforme. Por ningún motivo se permitirá el empleo de regaderas u otros dispositivos de aplicación manual por gravedad.

Requerimientos de Construcción

Clima

La capa de imprimación fue aplicada solamente cuando la temperatura atmosférica a la sombra este por encima de los 13°C, preferentemente sobre los 15°C y la superficie

del camino esté razonablemente seca y las condiciones climáticas, en la opinión de la Supervisión, se vean favorables (no lluviosos, ni muy nublado).

Preparación de la Superficie

La superficie de la base que fue imprimada (impermeabilizada) debe estar en conformidad con los alineamientos, gradientes y secciones típicas mostradas en los Planos y con los requisitos de las Especificaciones relativas a la Base Granular.

Antes de la aplicación de la capa de imprimación, todo material suelto o extraño fue eliminado por medio de una barredora mecánica y/o un soplador mecánico, según sea necesario. Las concentraciones de material fino fueron removidas por medio de la cuchilla niveladora o con una ligera escarificación. Cuando lo autorice el Supervisor, la superficie preparada puede ser ligeramente humedecida por medio de rociado, inmediatamente antes de la aplicación del material de imprimación.

Aplicación de la Capa de Imprimación

Durante la ejecución se debe tomar las precauciones necesarias para evitar incendios, siendo el responsable por cualquier accidente que pudiera ocurrir.

El material bituminoso de imprimación fue aplicado sobre la base completamente limpia, por un distribuidor a presión que cumpla con los requisitos indicados anteriormente.

La temperatura del material bituminoso en el momento de aplicación, debe estar comprendida dentro de los límites establecidos y será aplicado a la temperatura que apruebe el Supervisor.

Al aplicar la capa de imprimación, el distribuidor fue conducido a lo largo de un filo marcado para mantener una línea recta de aplicación. Se debe determinar la tasa de aplicación del ligante y hacer los ajustes necesarios. Algún área que no reciba el tratamiento, fue inmediatamente imprimada usando una manguera conectada al distribuidor.

Si las condiciones de tráfico lo permiten, la aplicación fue hecha sólo en la mitad del ancho de la Base. Debe tenerse cuidado de colocar la cantidad correcta de material bituminoso a lo largo de la junta longitudinal resultante. Inmediatamente después de la aplicación de la capa de imprimación, ésta fue protegida por avisos y barricadas que impidan el tránsito durante el período de curado (4 días aprox.).

Los conductos esparcidores fueron construidos de manera que se pueda variar su longitud en incrementos de 30 cm. ó menos para longitudes hasta de 6 m, deben

también permitir el ajuste vertical de las boquillas hasta la altura deseada sobre la superficie del camino y de conformidad con el bombeo de la misma, deben permitir movimiento lateral del conjunto del conducto esparcidor durante la operación.

La totalidad del distribuidor deber ser de construcción tal, y operada de tal manera que asegure la distribución del material bituminoso, con una precisión de 0.02 galones por metro cuadrado dentro de un rango de cantidades de distribución desde 0.06 a 2.4 galones por metro cuadrado. El distribuidor debe estar equipado con un sistema de calentamiento del material bituminoso que asegure un calentamiento uniforme dentro de la masa total del material bajo control eficiente y positivo en todo momento. La frecuencia de muestreo del bitumen (como Control de Calidad), estará regida por la norma AASHTO T40-78 (1993), en todo caso no será menor de una muestra por cada tanque de 9000gln. El muestreo fue efectuado en los tanques de almacenamiento.

Cada 20 a 25 metros, deberá verificarse la penetración del material bituminoso imprimada en la superficie. Para cada tramo imprimado deberá efectuarse por lo menos 3 determinaciones en plataforma de cantidad de bitumen por m² aplicada.

Para el tramo imprimado, se determinará un control de la temperatura del bitumen antes de su aplicación, y del medio ambiente, pero esto no será limitante en cuanto a que el Supervisor podrá ordenar mediciones adicionales, si las condiciones iniciales de medición cambian.

Protección de las Estructuras Adyacentes

La superficie de todas las estructuras y árboles adyacentes al área sujeta a tratamiento, fueron protegidas de manera tal, que se eviten salpicaduras o manchas.

Apertura al Tráfico y Mantenimiento

El área imprimada debe airearse, sin ser arenada por un término de 24 horas, a menos que lo ordene de otra manera el Supervisor. Si el clima es frío o si el material de imprimación no ha penetrado completamente en la superficie de la base, un período más largo de tiempo podrá ser necesario. Cualquier exceso de material bituminoso que quede en la superficie después de tal lapso fue retirado usando arena, u otro material aprobado que lo absorba y como lo ordene el Supervisor, antes de que se reanude el tráfico.

Se deberá conservar satisfactoriamente la superficie imprimada hasta que la capa de superficie sea colocada. La labor de conservación debe incluir, el extender cualquier

cantidad adicional de arena u otro material aprobado necesario para evitar la adherencia de la capa de imprimación a las llantas de los vehículos y parchar las roturas de la superficie imprimada con mezcla bituminosa. En otras palabras, cualquier área de superficie imprimada que resulte dañada por el tráfico de vehículos o por otra causa, fue reparada antes de que la capa superficial sea colocada.

Medición

La unidad de medida será por metro cuadrado de superficie imprimada.

	Ítem de pago	Unidad de pago
04.01.03	Imprimación Asfáltica	m2

04.01.04. BARRIDO DE LA SUPERFICIE A IMPRIMAR CON EQUIPO.

Descripción

Antes de la colocación de la carpeta asfáltica, la superficie fue prolijamente limpiada o barrida mediante la utilización de equipo utilizado con fines del barrido previo a la imprimación u otro medio que garantice la limpieza del área donde se colocará la carpeta. Todo material suelto o extraño fue retirado.

Medición

La unidad de medida será por metro cuadrado de superficie barrida.

	Ítem de pago	Unidad de pago
04.01.04	Barrido de la superficie a imprimir con equipo.	m2

04.01.05. RIEGO DE LIGA.

Descripción

La preparación de mezcla asfáltica se ejecutará en ajuste a la dosificación previamente definida, en una Planta de mezclado continuo, y de acuerdo a los procedimientos anteriormente descritos. La instalación estará provista de indicadores de la temperatura de los agregados, situados a las salidas del secador y en las tolvas en caliente.

En caso de que se incorporen aditivos a la mezcla, la instalación deberá poseer un sistema de dosificación exacta de los mismos

Medición

La unidad de medida será por metro cuadrado de mezcla asfáltica producida.

	Ítem de pago	Unidad de pago
04.01.05	Riego de liga	m2

04.01.06. CEMENTO ASFALTICO PEN 120/150.

Materiales

El material asfáltico para aplicar el Riego de liga será el asfalto líquido tipo Cut-Back de curado rápido RC-250, de acuerdo a los requisitos de calidad especificados por la ASTM D-2028 y AASHTO M-81 del tipo curado rápido, según los siguientes requisitos. También se puede utilizar cemento asfáltico 40/50, 60/70, 85/100, 120/150, emulsión catiónica de rotura rápida.

Requisitos de Material Bituminoso Diluido para Curado Rápido (AASHTO M-81)

Características	Ensayo	RC-250	
		Mín.	Máx.
Viscosidad Cinemática a 60°C, mm ² /s	MTC E 301	250	500
Punto de Inflamación (TAG, Capa abierta) °C	MTC E 312	27	-
Destilación, Vol. Total destilado hasta 60°C, Vol. A 190°C	MTC E 313	-	-
A 225°C		35	-
A 260°C		60	-
A 316°C		80	-
Residuo de la destilación a 360°C		65	-
Pruebas sobre el residuo de la destilación			
<input type="checkbox"/> Ductilidad a 25°C, 5 cm/min., cm.	MTC E 306	100	-
<input type="checkbox"/> Penetración a 25°C, 100 gr., 5 seg. (*)	MTC E 304	80	120
<input type="checkbox"/> Viscosidad absoluta a 60°C, Pa.s		60	240
<input type="checkbox"/> Solubilidad en tricloetileno, %	MTC E 302	99	-
Contenido de agua, % del volumen		-	0.2

(*) Opcionalmente se puede reportar Penetración en vez de viscosidad

Con suficiente anticipación al inicio de los trabajos, el Residente debe someter a la aprobación de Supervisión las muestras de material asfáltico a emplear. No se deben iniciar dichos trabajos sin la previa aprobación escrita del material por la Supervisión.

Equipo

Los equipos empleados serán compatibles con el procedimiento constructivo adoptado y requieren la aprobación previa del Supervisor teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al

cumplimiento de las exigencias de calidad de la presente especificación y de la correspondiente a la respectiva partida de trabajo. En general, se aplica todo lo indicado para el equipo especificado en la sección de imprimación asfáltica.

Requerimientos de Construcción

Preparación de Superficie. - La superficie sobre la cual ha de aplicarse el riego de liga deberá presentar uniformidad para que pueda recibir la capa asfáltica, de lo contrario, el Residente deberá realizar correcciones previas indicadas por el supervisor. La superficie estará limpia de polvo, barro seco, suciedad y cualquier material suelto que pueda ser perjudicial para el trabajo, empleando barredoras o sopladoras mecánicas en sitios accesibles a ellas y escobas manuales donde aquellas no puedan acceder.

Aplicación del material bituminoso. - La cantidad de material asfáltico aplicado en el riego de liga se debe controlar con la adherencia al tacto de la cubierta recién regada. La variación permitirá de la proporción seleccionada en gln/m², no excederá en 10%, por exceso o por defecto, a dicha proporción. La distribución debe asegurar una aplicación del material bituminoso con una precisión de 0.02 galones por metro cuadrado, dentro de un rango de cantidades de distribución desde 0.06 a 0.15 galones por metro cuadrado. El Supervisor deberá comprobar la tasa a adoptarse finalmente. Cualquier exceso de asfalto será eliminado. El Supervisor, aprobará el método para el control adecuado de la dosificación aplicada.

Durante la aplicación de riego de liga, el Residente debe tomar todas las precauciones necesarias para evitar cualquier contacto de llamas o chispas con los materiales asfálticos y con gases que se desprenden de los mismos.

El riego solo se aplicará cuando la superficie esta seca y con la anticipación necesaria a la colocación de la capa bituminosa, para que se presente las condiciones de adherencia requeridas. La secuencia de los trabajos de pavimentación asfáltica se debe planear de manera que las áreas que sean cubiertas con el Riego de Liga se les aplicarán el mismo día la capa asfáltica siguiente.

No se permitirá riegos de liga cuando la temperatura ambiental a la sombra de la superficie sea inferior a 5°C o haya lluvia o apariencia que pueda ocurrir. No se requerirá riego de liga en el caso de mezclas asfálticas colocadas como máximo dentro de las 48 horas de la colocación de la primera capa asfáltica y no haya habido tránsito vehicular ni contaminación de la superficie.

El Residente deberá tomar precauciones para evitar que el riego del material asfáltico manche sumideros, cunetas, barandas, etc. Igualmente debe proteger la vegetación adyacente a la zona para evitar que sea salpicada o dañada.

Aceptación de los trabajos

Controles:

- Verificar la implementación para cada fase de los trabajos especificados para el Mantenimiento del Tránsito y Seguridad Vial.
- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado.
- Comprobar que los materiales a utilizar cumplan con todos los requisitos de calidad exigidos.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado como resultado del tramo de prueba, en cuanto a manejo, transporte y colocación de los tratamientos asfálticos.
- Efectuar ensayos para verificar las dosificaciones del ligante de riego.

Calidad de material asfáltico:

- El Supervisor comprobará mediante muestras representativas de cada entrega, el grado de viscosidad cinemática del producto. En cada caso, guardará una muestra para ensayos ulteriores de contraste.

Unidad de medida

El cemento asfáltico PEN 120/150 se medirá en galones.

	Ítem de pago	Unidad de pago
04.01.06	Cemento asfáltico PEN 120/150	gln

04.01.07 MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

Descripción

En esta Sección se definen los trabajos de construcción de concretos asfálticos mezclados en planta y en caliente, incluyendo la provisión de materiales, la fabricación, los transportes, la distribución y la compactación de la mezcla. Las mezclas de áridos cumplirán las bandas granulométricas que dispongan las presentes especificaciones.

Materiales

Agregados Minerales Gruesos

Los agregados a ser aplicados en la etapa de pavimentación provienen de la mezcla de materiales de cantera, dicho material (over) fueron procesados en la chancadora de panta de Asfalto de la Obra.

La Trituración de agregados

Clasificación según tamaños solicitados por diseño como sigue:

- Grava triturada 5/8".
- Grava triturada 3/8".
- Agregado fino 1/4"

Durante la fase de producción de agregados, estos fueron sistemáticamente controlados mediante análisis de laboratorio y corregidos cuando fue necesario con el objetivo de minimizar y mantener la más baja dispersión por cada tamaño de tal modo que nos permita lograr como producto final, una mezcla asfáltica de características óptimas de calidad.

Requerimiento para los agregados-resumen ensayo.

ENSAYOS	NORMA	REQUERIMIENTO	RESULTADOS DE ENSAYO	OBSERVACIONES
		Altitud > 3000 m.s.n.m.		
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	3.26 %	Cumple
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	35% máx.	19.50 %	Cumple
Partículas chatas (1)	MTC E 221	10% máx.	1.95 %	Cumple
Partículas alargadas (1)	MTC E 221	10% máx.	0.88 %	Cumple
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	90% mín.	98.20 %	Cumple
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	70% mín.	77.30 %	Cumple
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.10%	Cumple
Absorción	MTC E 206	1 % máx.	1.02 %	Cumple (2)

Mezcla asfáltica

Diseño granulométrico

El diseño granulométrico indica la aplicación de las siguientes proporciones:

- Grava triturada T.M.A. 5/8" = 37 %
- Arena triturada T.M.A. 1/4" = 36 %
- Agregado Natural T.M.A. 1/4" = 27%
- Adhesol 3000 = 3.0 %

Diseño de mezcla asfáltica en caliente

Por la importancia que reviste geográficamente la ubicación de la obra, teniendo en cuenta las condiciones excepcionales de clima y lo que significa la altitud sobre

el nivel del mar, se han tenido en consideración los siguientes criterios técnicos para el desarrollo del diseño de Mezcla Asfáltica que se aplicará en el presente proyecto.

La obra se encuentra en altitud promedio 3692msnm, los principales factores que afectan el desempeño de las mezclas asfálticas son:

A) Temperatura

Factor importante ya que en rangos inferiores provocan rigidizarían y es aún mayor cuando el asfalto experimenta alta susceptibilidad térmica, lo cual hace que la mezcla se torne quebradiza.

B) Gradiente térmico

Que es la diferencia entre la temperatura más baja en un determinado intervalo de tiempo, su acción es más destructiva cuanto mayor sea su magnitud y menor sea el lapso en que se produce el gradiente térmico, éste hecho produce cambios volumétricos y esfuerzos traccionantes que superan la capacidad de resistencia del material provocando luego fisuramientos.

C) Radiación solar

Se magnifica en alturas superiores a 3,500 m.s.n.m. los rayos ultravioletas promueven la evaporación de los aceites bituminosos, determinando la oxidación y el envejecimiento de las estructuras asfálticas. La oxidación es un fenómeno que rigidiza al asfalto, haciéndolo susceptible al fisuramiento.

D) Agua

El agua en general contribuye a la oxidación del asfalto y su mayor efecto destructivo se manifiesta en forma combinada con las cargas de tráfico que ejercen presión con los neumáticos destruyendo gradualmente el pavimento, por lo que se hace imprescindible la determinación de los efectos negativos del agua en mezclas asfálticas.

E) Asfalto

El asfalto, tiene sus limitaciones en zonas frías el mismo que se manifiesta en su reducida capacidad de resistencia a tracción. Los esfuerzos producidos por el alto gradiente térmico en un lapso de tiempo muy corto (-13 °C a + 45 °C).

Consideraciones

De Los Agregados En Planta De Trituración

- Verificación granulométrica y de calidad de los agregados gruesos y arena triturada de manera sistemática durante el proceso de trituración.
- Transporte y almacenamiento de los agregados debidamente protegidos hasta su aplicación en patio industrial de fabricación de Mezcla Asfáltica.

De Los Agregados en Planta De Asfalto

- Uniformización por granulometría y humedad de cada uno de los agregados en planta en volumen suficiente para cubrir el requerimiento del día inmediatamente antes de la fabricación de Mezcla Asfáltica.
- Pre-secado del agregado fino cuando sea necesario.
- Verificación de los agregados en faja antes de iniciar la producción diaria que deben cumplir las proporciones del diseño aprobado.
- Corrección de las humedades de los agregados para cada producción.

Procedimiento de trabajo

(a) Preparación de la Superficie

Antes de iniciar las faenas de colocación de las mezclas asfálticas, se deberá verificar que la superficie satisfaga los requerimientos establecidos para Imprimación, si corresponde a una base estabilizada y para Riego de Liga, si es un pavimento existente.

(b) Plan de Trabajo

la entidad ejecutora deberá proporcionar a la I.T.O. para su aprobación, previo a la colocación de las mezclas en las obras, un plan detallado de trabajo, el que deberá incluir un análisis y descripción de los siguientes aspectos:

(c) Equipo disponible

Se deberá indicar la cantidad, estado de conservación y características de los equipos de transporte, colocación y compactación, incluyendo los ciclos programados para cada fase.

(d) Personal

Se deberá presentar un organigrama detallando las áreas de competencia y las responsabilidades de los jefes de fases o faenas, así como el número de personas que se asignará a las diversas operaciones.

(e) Programación

Se deberá incluir el programa a que se ajustarán las faenas de manera de asegurar la continuidad y secuencia de las operaciones, y la disposición del tránsito usuario de la vía de acuerdo a la normativa vigente del Manual de Señalización de Tránsito y sus complementos.

Transporte y colocación

(a) Requisitos Generales

Las mezclas deberán transportarse a los lugares de colocación en camiones tolva convenientemente preparados para ese objetivo, cubiertos con carpa térmica y distribuirse mediante una terminadora autopulsada.

La superficie sobre la cual se colocará la mezcla deberá estar seca. En ningún caso se pavimentará sobre superficies congeladas o con tiempo brumoso o lluvioso, o cuando la temperatura atmosférica sea inferior a 5°C. Cuando la temperatura ambiente descienda de 10°C o existan vientos fuertes deberá tomarse precauciones especiales para mantener la temperatura de compactación.

No se aceptará camiones que lleguen a obra con temperatura de la mezcla inferior a 120° C.

La temperatura de la mezcla al inicio del proceso de compactación no podrá ser inferior a 110° C.

El equipo mínimo que se deberá disponer para colocar la mezcla asfáltica será el siguiente:

- Terminadora autopulsada.
- Rodillo vibratorio liso con frecuencia, ruedas y peso adecuado al espesor de la capa a compactar.
- Rodillo neumático, con control automático de la presión de inflado.
- Equipos menores, medidor manual de espesor, rastrillos, palas, termómetros y otros.

(b) Compactación

Una vez esparcidas, enrasadas y alisadas las irregularidades de la superficie, la mezcla deberá compactarse hasta que alcance una densidad no inferior al 97% ni superior al 102 % de la densidad Marshall.

La cantidad, peso y tipo de rodillos que se empleen deberá ser el adecuado para alcanzar la densidad requerida dentro del lapso durante el cual la mezcla es trabajable.

Salvo que la I.T.O. ordene otra cosa, la compactación deberá comenzar por los bordes más bajos para proseguir longitudinalmente en dirección paralela con el eje de la vía, traslapando cada pasada en un mínimo de 15 cm, avanzando gradualmente hacia la parte más alta del perfil transversal. Cuando se pavimente una pista adyacente a otra colocada previamente, la junta longitudinal deberá compactarse en primer lugar, para enseguida continuar con el proceso de compactación antes descrita. En las curvas con peralte la compactación deberá comenzar por la parte baja y progresar hacia la parte alta con pasadas longitudinales paralelas al eje.

Los rodillos deberán desplazarse lenta y uniformemente con la rueda motriz hacia el lado de la terminadora. La compactación deberá continuar hasta eliminar toda marca de rodillo y alcanzar la densidad especificada. Las maniobras de cambios de velocidad o de dirección de los rodillos no deberán realizarse sobre la capa que se está compactando.

En las superficies cercanas a aceras, cabezales, muros y otros lugares no accesibles por los rodillos descritos, la compactación se deberá realizar por medio de rodillos de operación manual, y de peso estático mínimo 2 ton, asegurando el número de pasadas que corresponda para alcanzar los requisitos de densidad exigidas.

Durante la colocación y compactación de la mezcla, se deberá verificar el cumplimiento de las siguientes condiciones:

- Los requisitos estipulados anteriormente deberán considerar los aspectos climáticos y no se asfaltarán si ellos no se cumplen.
- La superficie a cubrir deberá estar limpia, seca y libre de materiales extraños;
- Se recomienda que la compactación se realice entre las temperaturas de 110° C y 140° C.
- La mezcla deberá alcanzar el nivel de compactación especificado.
- La superficie terminada no deberá presentar segregación de material (nidos), fisuras, grietas, ahuellamientos, deformaciones, exudaciones ni otros defectos.

Medición

La unidad de medida será por metro cúbico de mezcla asfáltica producida.

	Ítem de pago	Unidad de pago
--	--------------	----------------

04.01.07	Mezcla asfáltica en caliente.	m3
----------	-------------------------------	----

04.01.08 EXTENDIDO Y COMPACTACION DE MEZCLA ASFALTICA. (E=2")

Descripción

El esparcido y compactado de la mezcla asfáltica será ejecutado según las especificaciones indicadas con anterioridad y las que se señalan en cuanto al equipo y procedimiento:

Distribución y terminación

La temperatura de colocación de la mezcla asfáltica en la base imprimada será de 120 °C mínimo. Al llegar al lugar de empleo será distribuida en un espesor razonable para conseguir un espesor final compactado de 5 cm., conforme al perfil, tipo de obra que se quiera lograr, efectuando ya sea sobre el ancho total de la calzada o en el ancho diferente practicable.

En superficie cuya irregularidad, u obstáculos insalvables imposibiliten el uso de equipos distribuidores y de terminación mecánicas, la mezcla será repetida, rastrillada y emparejada a mano. En tales superficies, la mezcla será vertida desde toboganes de acero, distribuida y cribada para conservar el espesor correspondiente del material requerido. Para condiciones normales el rastrillado y emparejado a mano será evitado en lo posible.

Compactación

Inmediatamente después de que la mezcla haya sido repartida y emparejada, la superficie será verificada, nivelando todas las irregularidades comprobadas en la misma y compactada intensa y uniformemente por medio del rodillo.

El trabajo de compactación se podrá ejecutar cuando la mezcla esté en las condiciones requeridas y no produzca, desplazamientos indebidos o agrietamientos de la mezcla.

Las operaciones de compactación comenzarán por los costados y progresarán gradualmente hacia el centro, excepto las curvas sobre-elevadas, donde el proceso se iniciará en el borde inferior y avanzará hacia el superior, siempre en sentido longitudinal. Dicho proceso se hará cubriendo uniformemente cada huella anterior de la pasada del rodillo. Según ordenes que debe impartir el supervisor y hasta que toda la superficie haya quedado compactada. Las distintas pasadas de rodillo terminarán

en los puntos de paradas anteriores. Procedimientos de compactación que difieren de los indicados preferentemente serán dispuestos por el supervisor, cuando las circunstancias así lo requieran.

La mejor temperatura para iniciar la compactación, es la máxima a la cual, la mezcla soporta el rodillo sin originar excesivos movimientos horizontales; esta temperatura deberá definirse en obra. El proceso de compactación debe culminar antes que la temperatura de la mezcla asfáltica sea menor de 90 °C.

Cualquier desplazamiento que se produzca a consecuencia del cambio de la dirección del rodillo, será corregido en seguida, mediante el uso de rastras y la adición de mezclas frescas, cuando fuese necesario.

Se deberá prestar atención para evitar, durante la compactación, un desplazamiento del alineamiento y las pendientes de los bordes de las calzadas.

Para evitar la adhesión de la mezcla a las ruedas del rodillo, estas serán mantenidas húmedas, pero no se permitirá un exceso de agua. No se permitirá el uso de petróleo para el humedecimiento de las ruedas del rodillo.

A lo largo de cordones, rebordes y muros u otros sitios inaccesibles para el rodillo, la mezcla será compactada con pisones a mano, o con apisonadoras mecánicas que tengan una compresión equivalente. Cada pisón de mano pesará no menos de 10 Kg y tendrá una superficie de apisonado no mayor de 0.15 metros cuadrados.

La compactación proseguirá en forma continuada, para lograr un resultado uniforme, mientras la mezcla está en condiciones adecuadas de trabajabilidad y hasta que se haya eliminado toda huella de la máquina de compactación. La superficie de la mezcla después de compactada, será lisa y deberá concordar con el perfil tipo de obra y las pendientes, dentro de las tolerancias especificadas. Todas las mezclas que resulten con roturas, estén sueltas, mezcladas con suciedad o defectuosas de cualquier modo, serán retiradas y sustituidas con mezcla caliente fresca, que será compactado de inmediato, para quedar en iguales condiciones que la superficie circundante.

Toda superficie de 0.10 m² o más, que acuse exceso o defecto de material bituminoso, será retirada y reemplazada por material nuevo.

Junta

La distribución se hará lo más continua posible y el rodillo pasará sobre los bordes de terminación no protegidos de la vía de colocación reciente, sólo cuando así lo autorice el Supervisor. En tales casos incluyendo la formación de juntas como se expresa

anteriormente, Se tomaron las medidas necesarias para que exista una adecuada ligazón con la nueva superficie en todo el espesor de la capa.

No se colocará sobre material compactado 24 horas antes, a menos que el borde sea vertical o haya sido cortado formando una cara vertical, y aplicando una capa ligera de cemento asfáltico, una hora antes de la colocación.

Como alternativa al sistema descrito, y previa autorización del Supervisor se podrá ejecutar la junta en caliente para lo cual se tendrá en cuenta lo establecido por el Instituto de Asfalto.

Tramos de prueba

Al iniciarse los trabajos, se construirán una o varias secciones de 100 m., de longitud y 4.50 m. de ancho de acuerdo con las condiciones establecidas anteriormente, y en ellas se probará el equipo y el plan de esparcido y compactación.

Se tomaron muestras de la mezcla y se ensayaron para determinar su conformidad con las condiciones especificadas de densidad, granulometría, contenido de asfalto y demás requisitos. En el caso de que los ensayos indicasen que la mezcla no se ajusta a dichas condiciones, deberán de hacerse inmediatamente las necesarias correcciones en la Planta de fabricación y sistemas de extendido y compactación o, si ello es necesario, se modificará la fórmula de trabajo, repitiendo la ejecución de las secciones de ensayo una vez efectuadas las correcciones.

Requisitos de espesor y peso

Cuando los Planos y las especificaciones especiales indiquen el espesor de un pavimento o de una base, la obra terminada no podrá variar del espesor indicado en más de 5 mm. Se efectuará mediciones de espesor en suficiente número, antes y después de compactar, para establecer la relación de los espesores del material a compactar y compactado; luego el espesor será controlado, midiendo el material sin compactar que se encuentre inmediatamente detrás de la pavimentadora.

Cuando las mediciones así efectuadas, indiquen que una sección no se encuentra dentro de los límites de tolerancia fijados para la obra terminada, la zona aún no compactada será corregida mientras el material se encuentre en buenas condiciones de trabajabilidad.

Cuando los Planos o especificaciones especiales lo exijan, la colocación del material, medida en peso por m³, no podrá variar en más de un 10% del régimen fijado.

Rectificación de los bordes

Los bordes serán rectilíneos y coincidentes con el trazado. Todo exceso de material será cortado después de la compactación final y depositada fuera del derecho de vía y lejos de la vista, debiendo de ser eliminado, considerando los aspectos de protección ambiental.

Medición:

La unidad de medida del extendido y compactación de mezcla asfáltica será por metro cubico.

	Ítem de pago	Unidad de pago
04.01.08	Extendido y compactación de mezcla asfáltica. (e=2")	m3

04.01.09 ENSAYOS DE PRUEBAS DE ASFALTO.

Descripción

Los espesores y densidades, serán establecidos a partir de testigos, los cuales se extraerán, según LNV-13 y LNV-14 (Laboratorio Nacional de Vialidad), a razón de uno por cada 500 m² o fracción de pavimento. Alternativa: 75 ml de calle o pasaje. Los contenidos de asfalto y granulometría de las capas, según LNV-11, se verificarán cada 250 m³ o fracción tomando muestra de la mezcla según LNV-14. Cuando se extraiga un testigo deberá rellenarse inmediatamente con mezcla asfáltica.

La evaluación del grado de densidad de compactación, del espesor y del contenido de asfalto se hará por muestras individuales. Los criterios de aceptación serán los siguientes:

(a) Densidad de compactación

La densidad de compactación de la muestra individual, de la superficie y Binder (capa intermedia), deberá ser mayor o igual a 97% de la densidad Marshall. En caso de incumplimiento de la condición, se aplicará la siguiente tabla de multas, lo que será sobre el valor de la carpeta asfáltica afectada. Cada valor individual (testigo) representa 500 m² de pavimento o fracción si corresponde.

Se trabajará con números enteros y los decimales de 0.5 y superior se aproximarán al entero superior y los decimales inferiores a 0.5 al entero inferior. No se recibirán y se reharán los pavimentos con densidad de compactación superior a 102 % de la

densidad Marshall.

Para los proyectos que no sean ejecutados con Financiamiento Sectorial, no serán aplicables las multas por densidad, pero no se recibirán los pavimentos que tengan una densidad inferior al 95% o superior al 102%, en muestras individuales.

(b) Espesores

Cualquier deficiencia que se detecte en las capas inferiores será suplida por igual espesor de la capa superior. (Espesor mínimo= 5cm)

(c) Contenido de asfalto

Se aceptará la muestra individual si su porcentaje de asfalto (Pt) es mayor o igual a Pb -0.3 % para la capa superficial y Pb -0.5 % para el binder (capa intermedia), e inferior o igual a Pb +0.3 % para la capa superficial y Pb +0.5 % para el binder, siendo Pb el porcentaje de asfalto de la dosificación visada por la I.T.O.

Asimismo, ningún valor deberá ser inferior a Pb -0.5 % para la capa superficial y Pb -0.7 % para el binder (capa intermedia), ni superior a Pb +0.5 % para la capa superficial y Pb +0.7 % para el binder (capa intermedia)

Representatividad del muestreo

En caso que el muestreo realizado sea de una medición, el resultado de esta muestra representará al 100% de la calidad de la obra.

En caso que el muestreo realizado sea de más de una medición, pero menos de 31, se efectuará un sólo análisis con el total de las muestras obtenidas, aun cuando éstas se encuentren distribuidas en forma irregular en la obra.

En caso que la obra posea un número de muestreos tal que las mediciones sean más de 30, en este caso, podrán realizarse más de una determinación de valor característico, sectorizando la obra, delimitando el sector respectivo por área de influencia. En todo caso, se podrán realizar tantas sectorizaciones para el análisis estadístico, como múltiplos de 30 más uno corresponda, de acuerdo al número de mediciones realizadas.

Remuestreos

la entidad ejecutora podrá solicitar remuestreos por cada uno de los controles receptivos,

debiendo considerar a su cargo el costo de la toma de muestras y ensayos.

Las zonas representadas por los testigos deficientes, se remuestrearán con la extracción de a lo menos igual cantidad de testigos en discusión.

El remuestreo por concepto de densidad se hará extrayendo una cantidad similar de testigos a los del muestreo original. Las nuevas muestras se tomarán entre los sectores medio de los testigos originales, extrayendo el primero entre el último del lote anterior y el primer testigo del lote a remuestrear. De esta forma se procederá a evaluar el lote, considerando conjuntamente los resultados de los testigos originales y del remuestreo.

El remuestreo por concepto de espesores se hará tomando dos testigos adicionales en los sectores medio entre el testigo a remuestrear y el inmediatamente anterior y posterior a éste. Con el resultado que arrojen estas muestras se procederá a recalcular el área afectada originalmente.

Medición:

La unidad de medida para pruebas de asfalto se dará en global.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.01.09	Ensayo de Pruebas de asfalto.	glb

De acuerdo a las normas vigentes fluencia, estabilidad, etc.

05.00.00 OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

05.01.00 ALCANTARILLAS TIPO TMC

05.01.01 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE EN PROCESO CONSTRUCTIVO.

Idéntica a la partida 02.01.01 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA CONSTRUCCION.

05.01.02 CAMA DE ASIENTO

Descripción

Esta partida consiste en la colocación de material granular como base de apoyo sobre el fondo de excavación y que además de evitar el punzonamiento de las rocas, servirán de filtro de drenaje.

Medición:

La unidad de medida para pago será el metro cuadrado de material colocado.

	Ítem de pago	Unidad de pago
--	--------------	----------------

05.01.02	Cama de asiento	m2
----------	-----------------	----

05.01.03 EXCAVACION DE ZANJAS CON EQUIPO PARA ALCANTARILLAS

Descripción

Antes de excavar una zanja se requiere estar muy seguro de la alineación que ha de seguir el tramo, así como de la pendiente y el ancho de esta. Para conferirle a la zanja estos tres parámetros en forma correcta se acostumbra hacer uso de niveles y escantillones. Lo anterior con el objeto de poder tener una excelente alineación tanto en el sentido horizontal como vertical a todo lo largo de cada tramo. Asimismo, las paredes siempre que sea posible deberán ser verticales y el fondo deberá tener firmeza, regularidad y una sola pendiente entre el inicio y el final de cada tramo.

Generalmente el ancho de la zanja para tubos con diámetros hasta 800mm deberá ser igual al $D+0.40$ metros, para diámetros desde 850 hasta 1000mm el ancho será $D+0.60$ metros y si el diámetro de la tubería es mayor a 1000mm, el ancho de la zanja será $D+0.80$ metros, pudiendo reducirse según el tipo de material de la pared de la zanja y el equipo de compactación a utilizar. Lo anterior con el objeto de facilitar la compactación y poder conferirle un adecuado apoyo en el entorno de la tubería, lo cual dará como resultado un excelente comportamiento de la misma.

En condiciones sumamente adversas, de mucha profundidad y suelos de muy mala calidad el ancho de la zanja se incrementará según la rigurosidad de las condiciones del sitio, hasta un máximo de dos veces el diámetro (2D). Anchos mayores no retribuyen beneficios adicionales en la respuesta estructural de la tubería, sino más bien incrementan el costo de la obra.

Medición

El trabajo realizado será medido por Metro cúbico excavado.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.01.03	Excavación de zanjas con equipo para alcantarillas	m3

05.01.04 SUMINISTRO ARMADO Y COLOCACION DE MODULO TMC Ø 36"

Idéntica a la partida 05.01.06. SUMINISTRO ARMADO Y COLOCACION DE MODULO TMC Ø 72".

05.01.05 SUMINISTRO ARMADO Y COLOCACION DE MODULO TMC Ø 60"

Idéntica a la partida 05.01.06. SUMINISTRO ARMADO Y COLOCACION DE MODULO TMC Ø 72".

05.01.06 SUMINISTRO ARMADO Y COLOCACION DE MODULO TMC Ø 72”**Descripción**

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, manejo, armado y colocación de tubos de acero corrugado galvanizado, para el paso de agua superficial y desagües pluviales transversales. La tubería tendrá los tamaños, tipos, diseños y dimensiones de acuerdo a los alineamientos, cotas y pendientes mostrados en los planos u ordenados por el Supervisor. Comprende, además, el suministro de materiales, incluyendo todas sus conexiones o juntas, pernos, accesorios, tuercas y cualquier elemento necesario para la correcta ejecución de los trabajos. Comprende también la construcción del solado a lo largo de la tubería; las conexiones de ésta a cabezales u obras existentes o nuevas y la remoción y disposición satisfactoria de los materiales sobrantes.

Materiales

Los materiales para la instalación de tubería corrugada deben satisfacer los siguientes requerimientos

(a) Tubos conformados estructuralmente de planchas o láminas corrugadas de acero galvanizado en caliente

Para los tubos, circulares y/o abovedados y sus accesorios (pernos y tuercas) entre el rango de doscientos milímetros (200 mm) y un metro ochenta y tres (1.83 m.) de diámetro se seguirá la especificación AASHTO M-36.

Las planchas o láminas deberán cumplir con los requisitos establecidos en la especificación ASTM A-444. Los pernos deberán cumplir con la especificación ASTM A-307, A-449 y las tuercas con la especificación ASTM A-563.

El corrugado, perforado y formación de las planchas deberán ser de acuerdo a AASHTO M-36.

(b) Material para solado y sujeción

El solado y la sujeción se construirán con material para sub-base granular, cuyas características estarán de acuerdo con lo establecido en lo anteriormente descrito.

Requerimientos de Construcción**Calidad de los tubos y del material**

(a) Certificados de calidad y garantía del fabricante de los tubos

Antes de comenzar los trabajos, el Residente deberá entregar al Supervisor un certificado original de fábrica, indicando el nombre y marca del producto que suministrará y un análisis típico del mismo, para cada clase de tubería.

Además, le entregará el certificado de garantía del fabricante estableciendo que todo el material que suministrará satisface las especificaciones requeridas, que llevará marcas de identificación, y que reemplazará, sin costo alguno para la entidad ejecutora, cualquier metal que no esté de conformidad con el análisis, resistencia a la tracción, espesor y recubrimiento galvanizado especificados.

Ningún tubo será aceptado, sino hasta que los certificados de calidad de fábrica y de garantía del fabricante hayan sido recibidos y aprobados por el Supervisor.

(b) Inspección y muestreo en la fábrica o el taller

El Supervisor puede llevar a cabo la inspección de materiales en la fuente de origen. Las plantas de producción serán inspeccionadas periódicamente para comprobar su cumplimiento con métodos especificados y se pueden obtener muestras de material para ensayos de laboratorio para comprobar su cumplimiento con los requisitos de calidad del material.

(c) Reparación de revestimientos dañados

Aquellas unidades donde el galvanizado haya sido quemado por soldadura, o dañado por cualquier otro motivo durante la fabricación, deberán ser regalvanizadas, empleando el proceso metalizado descrito en el numeral 24 de la especificación AASHTO M-36.

(d) Manejo, transporte, entrega y almacenamiento

Los tubos se deberán manejar, transportar y almacenar usando métodos que no los dañen. Los tubos averiados, a menos que se reparen a satisfacción del Supervisor, serán rechazados, aun cuando hayan sido previamente inspeccionados en la fábrica y encontrados satisfactorios.

Preparación del terreno base

Cuando el fondo de la tubería se haya proyectado a una altura aproximadamente igual o, eventualmente, mayor a la del terreno natural, éste se deberá limpiar, excavar, rellenar, conformar y compactar de manera que la superficie compactada quede

ciento cincuenta milímetros (150 mm) debajo de las cotas proyectadas del fondo exterior de la tubería.

El material utilizado en el relleno deberá clasificar como corona y su compactación deberá ser, como mínimo, el noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima obtenida en el ensayo modificado de compactación (norma de ensayo MTC E 115).

Cuando la tubería se vaya a colocar en una zanja excavada, ésta deberá tener caras verticales, cada una de las cuales deberá quedar a una distancia suficiente del lado exterior de la tubería, que permita la construcción del solado en el ancho mencionado o el indicado por el Supervisor. El fondo de la zanja deberá ser excavado a una profundidad de no menos de ciento cincuenta milímetros (150 mm) debajo de las cotas especificadas del fondo de la tubería.

Dicha excavación se realizará conforme se indica y previo el desmonte y limpieza requeridos.

Cuando una corriente de agua impida la ejecución de los trabajos, se deberá desviarla hasta cuando se pueda conducir a través de la tubería.

No se permitirá el vadeo frecuente de arroyos con equipos de construcción, debiéndose utilizar puentes u otras estructuras donde se prevea un número apreciable de paso del agua.

Cuando exista la necesidad de desviar un curso natural, se deberá previamente solicitar el permiso respectivo a la Administración Técnica del Distrito de riego correspondiente. Así mismo, el curso abandonado deberá ser restaurado a su condición original.

Los desechos ocasionados por la construcción de los pasos de agua, se eliminarán en los lugares señalados en el proyecto para este fin. No debe permitirse el acceso de personas ajenas a la obra.

Solado

Una vez preparada la superficie, se colocará el solado con el material de sub base granular y ancho especificado en un espesor no menor de ciento cincuenta milímetros (150 mm) o según sea establecido y aprobado por el Supervisor.

Instalación de la tubería

La tubería de acero corrugado y las estructuras de planchas deberán ser ensambladas de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

La tubería se colocará sobre el lecho de material granular, conformado y compactado, principiando en el extremo de aguas abajo, cuidando que las pestañas exteriores circunferenciales y las longitudinales de los costados se coloquen frente a la dirección aguas arriba.

Pendiente

La pendiente ideal para una alcantarilla es la que no ocasiona sedimento ni velocidad excesiva, y evita la erosión, es aquella que exige menor longitud y facilita el reemplazo del conducto en caso necesario. Las velocidades de más de 3m/s causan una erosión destructora aguas abajo, y al tubo mismo si no se le protege.

Se recomienda un declive de 1 a 2% para que resulte una pendiente igual o mayor que la crítica, con tal que la velocidad no sea perjudicial, en general para evitar la sedimentación se aconseja una pendiente mínima de 0.5%.

Relleno

Este trabajo consiste en la colocación en capas, humedecimiento o secamiento, conformación y compactación de los materiales adecuados provenientes de la misma excavación, de los cortes o de otras fuentes, para rellenos a lo largo de estructuras de concreto y alcantarillas de cualquier tipo, previa la ejecución de las obras de drenaje y subdrenaje contempladas en el proyecto o autorizadas por el Supervisor.

Incluye, además, la construcción de capas filtrantes por detrás de los estribos, en los sitios y con las dimensiones señalados en los planos del proyecto o indicados por el Supervisor, en aquellos casos en los cuales dichas operaciones no formen parte de otra actividad.

La zona de terraplén adyacente al tubo, con las dimensiones indicadas en los planos o fijadas por el Supervisor, se ejecutará de acuerdo a lo especificado. Su compactación se efectuará en capas horizontales de ciento cincuenta a doscientos milímetros (150 mm - 200 mm) de espesor compacto, alternativamente a uno y otro lado del tubo, de forma que el nivel sea el mismo a ambos lados y con los cuidados necesarios para no desplazar ni deformar los tubos.

(a) Requerimientos de Construcción

El Residente deberá notificar al Supervisor, con suficiente antelación al comienzo de la ejecución de los rellenos, para que éste realice los trabajos topográficos necesarios

y verifique la calidad del suelo de cimentación, las características de los materiales por emplear y los lugares donde ellos serán colocados.

Antes de iniciar los trabajos, las obras de concreto o alcantarillas contra las cuales se colocarán los rellenos, deberán contar con la aprobación del Supervisor.

Cuando el relleno se vaya a colocar contra una estructura de concreto, sólo se permitirá su colocación después que el concreto haya alcanzado el 80% de su resistencia.

Siempre que el relleno se vaya a colocar sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subterránea, previamente se deberán desviar las primeras y captar y conducir las últimas fuera del área donde se vaya a construir el relleno.

(b) Extensión y compactación del material

Los materiales de relleno se extenderán en capas sensiblemente horizontales y de espesor uniforme, el cual deberá ser lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido.

Cuando el relleno se deba depositar sobre agua, las exigencias de compactación para las capas sólo se aplicarán una vez que se haya obtenido un espesor de un metro (1.0 m) de material relativamente seco.

Durante la ejecución de los trabajos, la superficie de las diferentes capas deberá tener la pendiente transversal adecuada, que garantice la evacuación de las aguas superficiales sin peligro de erosión.

Una vez extendida la capa, se procederá a su humedecimiento, si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en la obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan en los ensayos realizados.

Obtenida la humedad apropiada, se procederá a la compactación mecánica de la capa. En áreas inaccesibles a los equipos mecánicos, se autorizará el empleo de compactadores manuales que permitan obtener los mismos niveles de densidad del resto de la capa. La compactación se deberá continuar hasta lograr las densidades exigidas en la presente especificación.

(c) Capas filtrantes

Cuando se contemple la colocación de capas filtrantes detrás de estribos, ellas se deberán colocar y compactar antes o simultáneamente con los demás materiales de relleno, tomando la precaución de que éstos no contaminen a aquellos.

Las consideraciones a tomar en cuenta durante la colocación de capas filtrantes están referidas a prevenir la contaminación del medio ambiente.

(d) Acabado

Al concluir cada jornada de trabajo, la superficie de la última capa deberá estar compactada y bien nivelada, con declive suficiente que permita el escurrimiento de aguas de lluvia sin peligro de erosión.

(e) Limitaciones en la ejecución

Los rellenos para estructuras sólo se llevarán a cabo cuando no haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra y la temperatura ambiente, a la sombra, no sea inferior a dos grados Celsius (2 ° C) en ascenso.

Los trabajos de relleno de estructuras, se llevarán a cabo cuando no haya lluvia, para evitar que la escorrentía traslade material y contamine o colmate fuentes de agua cercanas, humedales, etc.

Medición

La unidad de medida es el metro lineal de tubería metálica corrugada, suministrado armado y colocado.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.01.04	Suministro, armado y colocado de módulo TMC de Ø 36"	mL
05.01.05	Suministro, armado y colocado de módulo TMC de Ø 48"	mL
05.01.06	Suministro, armado y colocado de módulo TMC de Ø 60"	mL

05.01.07 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Descripción

Esta partida comprende el suministro e instalación de todos los encofrados, las formas de madera y/o metal, necesarias para confinar y dar forma al concreto; en el vaciado del concreto de los diferentes elementos que conforman las estructuras y el retiro del encofrado en el lapso que se establece más adelante.

Materiales

Los encofrados podrán ser de madera o metálicas y deberán tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto, sin que se formen combas entre los soportes y evitar desviaciones de las líneas y contornos que muestran los planos, ni se pueda escapar el mortero.

Los encofrados de madera podrán ser de tabla cepillada o de triplay, y deberán tener un espesor uniforme.

Los alambres que se empleen para amarrar los encofrados, no deberán atravesar las caras del concreto que queden expuestas en la obra terminada. En general, se deberá unir los encofrados por medio de pernos que puedan ser retirados posteriormente.

Encofrado de superficies no visibles

Los encofrados de superficie no visibles pueden ser construidos con madera en bruto, pero sus juntas deberán ser convenientemente calafateadas para evitar fugas de la pasta.

Encofrado de superficie visible

Los encofrados de superficie visibles hechos de madera laminada, planchas duras de fibras prensadas, madera machihembrada, aparejada y cepillada o metal, en la superficie en contacto con el concreto, las juntas deberán ser cubiertas con cintas, aprobadas por el Ingeniero Inspector.

Elementos para la colocación del concreto

El Residente deberá disponer de los medios de colocación del concreto que permitan una buena regulación de la cantidad de mezcla depositada, para evitar salpicaduras, segregación y choques contra los encofrados o el refuerzo.

Método de construcción

En todos los casos, el concreto se deberá depositar lo más cerca posible de su posición final y no se deberá hacer fluir por medio de vibradores. Los métodos utilizados para la colocación del concreto deberán permitir una buena regulación de la mezcla depositada, evitando su caída con demasiada presión o chocando contra los encofrados o el refuerzo. Por ningún motivo se permitirá la caída libre del concreto desde alturas superiores a uno y medio metros (1,50 m).

El diseño y seguridad de las estructuras provisionales, andamiajes y encofrados serán de responsabilidad única del Residente. Se deberá cumplir con la norma ACI – 357.

Los encofrados deberán ser diseñados y construidos en tal forma que resistan plenamente, sin deformarse, el empuje del concreto al momento del vaciado y el peso de la estructura mientras esta no sea autoportante. El Residente deberá proporcionar planos de detalle de todos los encofrados al Inspector, para su aprobación.

El concreto colocado se deberá consolidar mediante vibración, hasta obtener la mayor densidad posible, de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire, y que cubra totalmente las superficies de los encofrados y los materiales embebidos. Para estructuras delgadas, donde los encofrados estén especialmente diseñados para resistir la vibración, se podrán emplear vibradores externos de encofrado.

La vibración no deberá ser usada para transportar mezcla dentro de los encofrados, ni se deberá aplicar directamente a éstas o al acero de refuerzo, especialmente si ello afecta masas de mezcla recientemente fraguada.

Las juntas de unión serán calafateadas, a fin de impedir la fuga de la lechada de cemento, debiendo cubrirse con cintas de material adhesivo para evitar la formación de rebabas.

Los encofrados serán convenientemente humedecidos antes de depositar el concreto y sus superficies interiores debidamente lubricadas para evitar la adherencia del mortero.

Antes de efectuar los vaciados de concreto, el inspector de obra inspeccionará los encofrados con el fin de aprobarlos, prestando especial atención al recubrimiento del acero de refuerzo, los amarres y los arriostres.

Los orificios que dejen los pernos de sujeción deberán ser llenados con mortero, una vez retirado estos.

Remoción de los encofrados

La remoción de encofrados de soportes se debe hacer cuidadosamente y en forma tal que permita concreto tomar gradual y uniformemente los esfuerzos debidos a su propio peso.

Dada que las operaciones de campo son controladas por ensayos de resistencias de cilindros de concreto, la remoción de encofrados y demás soportes se podrán efectuar al lograrse las resistencias fijadas en el diseño. Los cilindros de ensayos deberán ser curados bajo condiciones iguales a las más desfavorables de la estructura que representan.

Excepcionalmente si las operaciones de campo no están controladas por pruebas de laboratorio el siguiente cuadro puede ser empleado como guía para el tiempo mínimo requerido antes de la remoción de encofrados y soportes:

Estructuras para arcos.....	14 días
Estructuras bajo vigas	14 días
Soportes bajo losas planas	14 días
Losas de piso	14 días
Placa superior en alcantarillas de cajón.....	14 días
Superficies de muros verticales	48 horas
Columnas	48 horas
Lados de vigas	24 horas
Cabezales alcantarillas PVC.....	24 horas
Muros, estribos y pilares.....	3 días

En el caso de utilizarse aditivos, previa autorización del inspector de obra, los plazos podrán reducirse de acuerdo al tipo y proporción del acelerante que se emplee; en todo caso, el tiempo de desencofrado se fijará de acuerdo a las pruebas de resistencia efectuadas en muestras de concreto.

Todo encofrado, para volver a ser usado no deberá presentar alabeos ni deformaciones y deberá ser limpiado cuidadosamente antes de ser colocado nuevamente.

No se deberá colocar concreto dentro de corrientes de agua y los encofrados diseñados para retenerlo bajo el agua, deberán ser impermeables

Si las operaciones de campo son controladas por ensayos de resistencia de cilindros de concreto, la remoción de encofrados y demás soportes se podrá efectuar al lograrse las resistencias fijadas en el diseño. Los cilindros de ensayo deberán ser curados bajo condiciones iguales a las más desfavorables de la estructura que representan.

La remoción de encofrados y soportes se debe hacer cuidadosamente y en forma tal, que permita al concreto tomar gradual y uniformemente los esfuerzos debidos a su peso propio.

Acabado y reparaciones

Cuando se utilicen encofrados metálicos, con revestimiento de madera laminada en buen estado, el inspector de obra podrá dispensar al Residente de efectuar el acabado por frotamiento si, a juicio de aquél, las superficies son satisfactorias.

Limitaciones en la ejecución

Cuando la temperatura de los encofrados metálicos o de las armaduras exceda de cincuenta grados Celsius (50°C), se deberán enfriar mediante rociadura de agua, inmediatamente antes de la colocación del concreto.

Método de medición

El método de medición será el área en metros cuadrados (m²), cubierta por los encofrados, medida según los planos comprendiendo el metrado así obtenido, las estructuras de sostén y andamiajes que fueran necesarias para el soporte de la estructura.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.01.07.	Encofrado y desencofrado.	Kg

05.01.08 ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2

Descripción

Para el computo de peso de la armadura de acero, se tendrá en cuenta la armadura principal, que es la figura en el diseño para absorber los esfuerzos principales, que incluye la armadura de estribos y la armadura secundaria que se coloca generalmente transversalmente a la principal para repartir las cargas que llegan hacia ella y absorber los esfuerzos producidos por cambios de temperatura. El cálculo se hará determinando primero en cada elemento los diseños de ganchos, dobleces y traslapes de varillas. Luego se suman todas las longitudes agrupándose por diámetros iguales y se multiplican los resultados obtenidos por sus pesos unitarios correspondientes expresados en kilos por metro lineal.

Proceso Constructivo

El acero está especificado en los planos en base a carga de fluencia $f_y = 4,200$ Kg/cm². Debiéndose satisfacer las siguientes condiciones:

Para aceros obtenidos directamente de acerías: Corrugaciones de acuerdo a la norma ASTM A-615. Materiales. Carga de fluencia mínima 4,200 Kg./cm². Elongación de 20 cm. mínimo 8%.

En todo caso satisfacer la norma ASTM-A-185

Las varillas de acero se almacenarán fuera del contacto con el suelo, preferiblemente cubiertos y se mantendrán libres de tierra y suciedad, aceite, grasa y oxidación. Antes de su colocación en la estructura, el esfuerzo metálico debe limpiarse de escamas de laminado, óxido o cualquier capa que pueda reducir su adherencia.

Cuando haya demora en el vaciado del concreto, el refuerzo se reinspeccionará y se volverá a limpiar cuando sea necesario.

No se permitirá redoblado, ni enderezamiento en el acero obtenido en base a torsionado y otra forma semejante de trabajo en frío.

En acero convencional, las barras no deberán enderezar ni volverse a doblar en forma tal que el material sea dañado.

No se doblará ningún refuerzo parcialmente embebido en el concreto endurecido.

La colocación de la armadura será efectuada en estricto acuerdo con los planos y se asegurará contra estricto acuerdo con los planos y se asegurará contra cualquier desplazamiento por medio de alambre de fierro cocido y clips adecuados en las intersecciones.

El recubrimiento de la armadura se realizará por medio de espaciadores de concreto tipo anillo u otra forma que tenga un área mínima de contacto con el encofrado.

Medición

El cómputo del peso de la armadura comprende la incluida en los tramos y descansos, así como los anclajes necesarios en otras estructuras.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.01.08	Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm ²	Kg

05.01.09 CONCRETO F'C=100 KG/CM2 SOLADO

Idéntica a la partida 05.01.11. CONCRETO F'C=210 KG/CM2 (Cabezales y terminales).

05.01.10 CONCRETO F'C=175 KG/CM2 EN ALCANTARILLAS

Idéntica a la partida 05.01.11. CONCRETO F'C=210 KG/CM2 (Cabezales y terminales).

05.01.11 CONCRETO F'C=210 KG/CM2 (CABEZALES Y TERMINALES)**Concretos de Cemento Portland****Descripción**

Esta sección comprende los diferentes tipos de concreto compuesto de cemento Portland, agregados finos, agregados gruesos y agua, preparados y construidos de acuerdo con estas Especificaciones en los sitios y en la forma, dimensiones y clases indicadas en los planos.

Clases de concreto

La clase de concreto a utilizarse en cada sección de la estructura, deberá ser la indicada en los planos, las Especificaciones y lo dispuesto por el Supervisor.

Composición del Concreto

Las diferentes clases de concreto cumplirán las proporciones y límites mostrados en la tabla siguiente.

El Residente presentará su dosificación de diseño acorde al uso de canteras para aprobación por parte de la Supervisión, en ningún caso el cemento será en menor cantidad al indicado en la tabla siguiente. Para estructuras mayores, el Residente deberá preparar mezclas de prueba según lo solicite el Supervisor antes de mezclar y vaciar el concreto.

Los agregados, cemento y agua deberán ser preferentemente proporcionados por peso, pero el Supervisor puede permitir la proporción por volumen para estructuras menores.

Clase de Concreto	Resist. Límite a la comp. a 28 días (Kg/cm ²)	Tamaño Máximo Agregados (Pulgadas)	Mínimo de Cemento (Bol/m ³)	Máx. Agua (lt/bol.cem) Vibrado	Asentamiento C - 143 AASHTC (cm)
f _c =280	280	1 "	8.5	22.7	2.5 - 4
f _c =210	210	1 ½"	8.0	22.7	2.5 - 7
f _c =175	175	1 ½"	7.5	24.0	2.5 - 7
f _c =140	140	2 ½"	6.5	26.5	4 - 10
f _c =100	100	1"	4.5		

Materiales**a)Cemento**

El cemento deberá ser Portland Tipo I, originario de fábricas aprobadas, despachado

únicamente en sacos sellados y con marcas. La calidad del cemento Portland deberá ser equivalente a la de las Especificaciones ASTM – C 150, AASHTO, M-85, Clase I ó II. En todo caso el cemento deberá ser aceptado solamente con la aprobación específica del Supervisor que se basará en los resultados de ensayo emanados de laboratorios reconocidos. La base para dicha aceptación estará de acuerdo con las normas arriba mencionadas, especialmente la Resistencia a la Compresión la que no será menor de 210 kg/cm² a los 28 días para muestras de mortero de cemento normal.

El cemento no será usado en la obra hasta que haya pasado los ensayos excepto cuando lo autorice el Supervisor a fin de evitar el retraso de la obra. La aprobación de una calidad de cemento no será razón para que el Residente se exima de la obligación y responsabilidad de prever concreto a la resistencia especificada.

Los cementos de distintas marcas o tipos, deberá almacenarse por separado.

b) Aditivos

Los métodos y el equipo para añadir sustancias incorporadas de aire, impermeabilizantes aceleradores de fragua, etc., u otras sustancias a la mezcladora, cuando fuesen necesarias, deberán ser aprobados por el Supervisor. Todos los aditivos deberán ser medidos con una tolerancia de tres por ciento (3%), en peso, en más o en menos antes de colocarlos en la mezcladora.

c) Agregado Fino

El agregado fino para el concreto deberá satisfacer los requisitos AASHTO, designación M-6 y deberá estar de acuerdo con la siguiente graduación.

Sustancia	% que pasa
3/8"	-100%
N° 4	-95-100%
N° 16	45-80%
N° 50	10-30%
N° 100	2-10%
N° 200	0-3%

El agregado fino consistirá en arena natural u otro material inerte con características similares, sujeto a aprobación previa del Supervisor. Será limpio, libre de impurezas, sales y materia orgánica.

La arena será de granulometría adecuada, natural o procedente de la trituración de piedras.

La cantidad de sustancias dañinas no excederá los límites indicados en la siguiente etapa:

Sustancia	Porcentajes en peso
Arcilla o terrones de arcilla	1%
Carbón y lignito	1%
Material que pasa la Malla N° 200	3%

Otras sustancias perjudiciales tales como esquistos, álcali, mica, granos recubiertos, pizarra y partículas blandas y escamosas, no deberán exceder de los porcentajes fijados para ellas en Especificaciones Especiales cuando las obras la requieran.

A fin de determinar el grado de uniformidad, se hará una comprobación del Módulo de Fineza con muestras representativas enviadas por el Residente de todas las fuentes de aprovisionamiento que se proponga usar, los agregados finos de cualquier origen, que acusen una variación del Módulo de Fineza, mayor de 0.20 en más o en menos, con respecto al Módulo Medio de Fineza de las muestras representativas enviadas por el Residente, serán rechazados, o podrán ser aceptados sujetos a cambios en las proporciones de la mezcla, o en el método de depositar y cargar la arena que el Supervisor pudiera disponer.

El Módulo de Fineza de los agregados finos será determinado sumando los porcentajes acumulativos en peso de los materiales retenidos en cada una de los tamices U.S. Standard N° 4, 8, 16, 30, 50 y 100 y dividiendo por 100.

d) Agregado Grueso

El agregado grueso estará constituido por piedra partida, grava, canto rodado o escorias de altos hornos y cualquier otro material inerte aprobado con características similares. Deberá ser duro, con una resistencia última mayor que la del concreto a emplear, químicamente estable, durable, sin materias extrañas y orgánicas adheridas a su superficie.

La cantidad de sustancias dañinas no excederá de los límites indicados en la siguiente tabla:

Sustancias	% en peso
Fragmentos blandos	5%
Carbón y lignito	1%

Arcilla y terrones De arcilla	0.25%
Materiales que pasa por la Malla N° 200	1%
Piezas delgadas o alargadas (longitud mayor que 5 veces el espesor promedio)	10%

El agregado grueso será bien graduado, dentro de los límites señalados en la designación M-80 de la AASHTO, los que se indican con el siguiente cuadro:

TAMAÑO DE PORCENTAJE EN PESO QUE PASA LOS TAMICES								
AGREGADO	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4
1/2" a N° 4					100	90-100	40-70	0-15
3/4" a N° 4				100	95-100	-	20-55	0-10
1" a N° 4			100	95-100	-	25-60	-	0-10
1", 1/2" a N° 4		100	95-100	-	35-70	-	10-30	0-5
2" a N° 4	100	95-100	-	35-70	-	10-30	-	0-5
a 3/4"		100	90-100	40-55	0-15	0-5	-	-
2" a 1"	100	95-100	35-70	0-15	0-5	-	-	-

El tamaño máximo del agregado grueso para las estructuras mayores, no deberá exceder los 2/3 del espacio libre entre barras de la armadura y en cuanto al tipo y dimensiones del elemento a llenar se observarán recomendaciones de la siguiente tabla:

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN PULGADAS

DIMENSION MÍNIMA DE LA SECCION EN PULGADAS	MUROS ARMADOS VIGAS Y COLUMNAS	MUROS SIN ARMAR	LOSAS FUERTEMENTE ARMADAS	LOSAS LIGERAMENTE ARMADAS
2 1/2 - 5	1/2 - 3/4	3/4	3/4 - 1	3/4 - 1/2
6 - 11	3/4 - 1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2 - 3
12 - 29	1 1/2 - 3	3	1 1/2 - 3	3
30 ó más	1 1/2 - 3	6	1 1/2 - 3	3 - 6

El almacenamiento de los agregados se hará según sus diferentes tamaños y distanciados unos de otros, de modo que los bordes de las pilas no se entremezclen. La manipulación de los mismos se hará evitando su segregación o mezcla con materia extraña.

Las piedras para el concreto ciclópeo serán grandes, duras, estables y durables, con una Resistencia ultima mayor al doble de la exigida para el concreto en que se vaya

a emplear. Su dimensión máxima no será mayor que 1/5 de la menor dimensión a llenarse y en ningún caso mayor de 0.39 m. La piedra estará libre de materias de cualquier especie pegadas a su superficie.

De preferencia, la piedra será de forma angulosa tendrá una superficie rugosa con el fin de asegurar una buena adherencia con el mortero circundante.

El Residente proporcionará al Supervisor, previamente a la dosificación de las mezclas, porciones representativas de los agregados fino y grueso para su análisis, de cuyo resultado dependerá la aprobación para el empleo de estos agregados.

El Supervisor podrá solicitar, cuantas veces considere necesario, nuevos análisis de los materiales de uso.

e) Agua

El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá ser, de preferencia, potable. Se utilizará aguas no potables sólo si:

- Están limpias y libres de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras sustancias que puedan ser dañinas al concreto, acero de refuerzo o elementos embebidos).
- La selección de las proporciones de la mezcla de concreto se basa en ensayos en los que se ha utilizado agua de la fuente elegida.
- Los cubos de prueba de mortero preparados con agua no potable y ensayada de acuerdo a la Norma ASTM C109, tienen a los 7 y 28 días resistencias en compresión no menores del 90% de la de muestras similares preparadas con agua potable.

Las sales y otras sustancias nocivas presentes en los agregados y/o aditivos deben sumarse a las que pueda aportar el agua de mezclado para evaluar el contenido total de sustancias inconvenientes.

El contenido máximo de Ion cloruro soluble en agua en el concreto no deberá exceder del 0.15% en peso del cemento.

Métodos de colocación del concreto

a) Dosificación

Los agregados; cemento y agua, deberán ser proporcionados a la mezcladora por

peso, excepto cuando el Supervisor, para estructuras menores, permita la dosificación por volumen. Los dispositivos para la medición de los materiales deberán ser mantenidos limpios y deberán descargar completamente sin dejar saldos en las tolvas.

b) Mezcla y Entrega

El concreto deberá ser mezclado completamente en una mezcladora de carga, de un tipo y capacidad aprobada, por un plazo no menor de $\frac{1}{2}$ minuto después que todos los materiales, incluyendo el agua, hayan sido introducidas al tambor. La introducción del agua deberá empezar antes de introducir el cemento y puede continuar hasta el primer tercio del tiempo de la mezcla. La mezcladora deberá ser operada a la velocidad del tambor que se muestre en la placa de la fabricante fijada al aparato. El contenido completo de una tanda debe ser sacado de la mezcladora antes de empezar a introducir materiales para la tanda siguiente. Preferentemente, la máquina debe ser provista de un dispositivo mecánico que prohíba la adición de materiales después de haber empezado la operación de mezcla.

El volumen de una tanda no deberá exceder la capacidad establecida por el fabricante.

El concreto deberá ser mezclado en cantidades necesarias para su uso inmediato y no será permitido reemplar el concreto añadiéndole agua ni por otros medios.

Al suspender el mezclado por un tiempo significativo, la mezcladora será lavada completamente. Al reiniciar la operación, la primera tanda deberá tener cemento, arena y agua adicional para revestir el interior del tambor sin disminuir la proporción de mortero en la carga de mezcla.

c) Mezclado a mano

Mezclar el concreto por métodos manuales no será permitido, sino con autorización expresa del Supervisor por escrito. Cuando sea permitido, la operación será sobre una base impermeable, mezclando primeramente el cemento y la arena en seco antes de añadir el agua.

Cuando un mortero uniforme de buena consistencia haya sido conseguido, el agregado húmedo será añadido y toda la masa será batida hasta obtener una mezcla uniforme, con el agregado grueso totalmente cubierto de mortero. Las cargas de concreto mezclado a mano no deberán exceder 0.4 metros cúbicos en

volumen.

d) Vaciado de Concreto

Todo concreto debe ser vaciado antes que haya logrado su fraguado inicial y en todo caso dentro de 30 minutos después de su mezclado. El concreto debe ser colocado en forma que no separe las porciones finas y gruesas y deberá ser extendido en capas horizontales donde sea posible. Se permitirá mezclas con mayor índice de asentamiento, cuando deba llenarse de aire o burbujas. Las herramientas necesarias para asentar el concreto deberán ser provistas en cantidad suficiente para compactar cada carga antes de vaciar la siguiente y evitar juntas entre las capas sucesivas. Deberá tenerse cuidado para evitar salpicar los encofrados y acero de refuerzo antes del vaciado. Las manchas de mezcla seca deberán ser removidas antes de colocar el concreto.

Será permitido el uso de canaletas y tubos para llevar el concreto a los encofrados siempre y cuando no se separe los agregados en el tránsito. No se permitirá la libre caída del concreto a los encofrados en más de 1.5 m.

Las canaletas y tubos deberán ser mantenidos limpios y el agua de lavado será descargada fuera de la zona de trabajo.

La colocación del concreto deberá ser de una manera prevista y será programada para que los encofrados no reciban cargas en exceso a las consideradas en su diseño.

Las vibradoras mecánicas de alta frecuencia, deberán ser usadas para estructuras mayores, las vibradoras deberán ser de un tipo y diseño aprobados, debiendo ser manejados en tal forma que trabajen el concreto completamente alrededor de la armadura y dispositivos empotrados, así como en los rincones y ángulos de los encofrados. Las vibradoras no deberán ser usadas como medio de esparcimiento del concreto. La vibración en cualquier punto no deberá prolongarse al punto en que ocurra la segregación. Las vibradoras no deberán ser trabajadas contra las varillas de refuerzo ni contra los encofrados.

e) Juntas de Construcción

El concreto deberá ser vaciado en una operación continua por cada sección de la estructura y entre las juntas indicadas. Si en caso de emergencia, es necesario suspender el vaciado del concreto antes de terminar una sección, se deberán de

colocar topes según lo ordene el Supervisor y tales juntas serán consideradas juntas de construcción.

Las juntas de construcción deberán ser ubicadas como se indique en los planos o como lo ordene el Supervisor. Deberán ser perjudiciales a las líneas principales de esfuerzo y en general, en los puntos de mínimo esfuerzo cortante.

En las juntas de construcción horizontales, se deberán colocar tiras de calibración de 4 cm. de grueso dentro de los encofrados a lo largo de todas las caras visibles, para proporcionar líneas rectas a las juntas.

Antes de colocar concreto fresco, las superficies de las juntas de construcción deberán ser limpiadas por chorro de arena o lavadas y raspadas con una escobilla de alambre y empapadas con agua hasta su saturación, considerándose saturadas hasta que sea vaciado el nuevo concreto.

Inmediatamente antes de este vaciado los encofrados deberán ser ajustados fuertemente contra el concreto ya en sitio y la superficie fraguada deberá ser cubierta completamente con una capa muy delgada de pasta de cemento puro, o sea sin arena.

El concreto para las subestructuras deberá ser vaciado de tal modo que todas las juntas de construcción horizontales queden verdaderamente en sentido horizontal y de ser posible, en tales sitios, que no queden expuestos a la vista en la estructura terminada.

Donde fuesen necesarias las juntas de construcción verticales, deberán ser colocadas varillas de refuerzo extendidas a través de esas juntas, con el fin de lograr que la estructura sea monolítica. Deberá ponerse en cuidado especial para evitar las juntas de construcción de un lado a otro de los muros de ala o de contención u otras superficies grandes que vayan a ser tratadas arquitectónicamente.

Las barras de trabazón que fuesen necesarias, así como los dispositivos para la transferencia de carga y los dispositivos de trabazón, deberán ser colocadas como esté indicado en los planos, o fuesen ordenados por el Supervisor.

f) Acabado de las Superficies de Concreto

Inmediatamente después del retiro de los encofrados, todo alambre o dispositivos

de metal que sobresalga, usado para sujetar los encofrados, deberá ser quitado o cortado, hasta por lo menos dos centímetros debajo de la superficie del concreto. Los rebordes del mortero y todas las irregularidades causadas por las juntas de los encofrados deberán ser eliminados.

Todos los pequeños agujeros, hondonadas y huecos que aparezcan al ser retirados los encofrados, deberán ser rellenados con mortero de cemento mezclado en las mismas proporciones que el empleado en la masa de obra.

Al resanar agujeros más grandes y vacíos en forma de panales, todos los materiales toscos o rotos deberán ser quitados hasta que quede a la vista una superficie de concreto densa y uniforme que muestre el agregado grueso y macizo. Todas las superficies de la cavidad deberán ser completamente saturadas con agua, después de lo cual deberá ser aplicada una capa delgada de pasta de cemento puro.

Luego, la cavidad se deberá rellenar con mortero consistente, compuesto de una parte de cemento Portland con dos partes de arena.

Dicho mortero deberá ser asentado previamente, mezclando aproximadamente 30 minutos antes de usarlo. El período del tiempo puede modificarse según la marca del cemento empleado, la temperatura, la humedad del ambiente y otras condiciones.

La superficie de este mortero deberá ser aplanada con una regla de madera antes que el fraguado inicial tenga lugar y deberá quedar un aspecto pulcro y bien acabado. El remiendo se mantendrá húmedo durante un período de 5 días.

Para resanar partes grandes o profundas, deberá incluirse agregado grueso al material a utilizarse y deberá tenerse una precaución especial para asegurar que resulte un rasante denso, bien ligado y debidamente curado.

La existencia de zonas excesivamente porosas puede ser, a juicio del Supervisor, causa suficiente para el rechazo de una estructura. Al recibir una notificación por escrito del Supervisor señalando que una determinada estructura ha sido rechazada, el Residente deberá proceder a retirarla y construirla nuevamente, en parte o totalmente, según fuese especificado, por su propia cuenta.

Todas las juntas de expansión o construcción en la obra terminada, deberán quedar cuidadosamente acabadas y exentas de todo el mortero y concreto. Las juntas deberán quedar con bordes limpios y exactos en toda la longitud.

g) Acabado regleado

Inmediatamente después de vaciado el concreto, las superficies horizontales deberán ser emparejados con escantillones para proporcionar la forma correcta y deberán ser acabados a mano hasta obtener superficie lisas y parejas por medio de reglas de madera.

Después de terminar el frotado y de quitar el exceso de agua, mientras el concreto éste plástico, la superficie del mismo debe ser revisada en cuanto a la exactitud con una regla de tres metros de largo, que deberá sostenerse contra la superficie en distintas y sucesivas posiciones paralelas a la línea media de la losa y toda la superficie del área deberá ser recorrida desde un lado de la losa hasta el otro. Cualquier depresión que se encontrase deberá ser llenada inmediatamente con concreto fresco y cualquier parte que sobre salga deberá ser recortada.

La superficie final deberá ser ligera y uniformemente rascada por medio de barrido u otros métodos, según lo ordene el Supervisor. Todos los filos y juntas deberán ser acabados con bruña.

h) Curado y Protección del Concreto

Todo concreto será curado durante un período no menor de 7 días consecutivos, mediante un método aprobado o combinación de métodos aplicable a las condiciones locales. Se recomienda curados químicos, aprobados por la Supervisión. El Residente deberá tener todo el equipo necesario para el curado y protección del concreto. Dispondrá lo necesario para proteger la estructura de las bajas temperaturas. El sistema de curado que se usará deberá ser aprobado por el Supervisor y será aplicado inmediatamente después del vaciado a fin de evitar agrietamiento, resquebrajamiento y pérdidas de humedad en todas las superficies del concreto.

La integridad del sistema de curado deberá ser rígidamente mantenida, a fin de evitar pérdidas de agua perjudiciales en el concreto durante el tiempo de curado. El concreto no endurecido deberá ser protegido contra daños mecánicos y el Residente deberá someter a la aprobación del Supervisor sus procedimientos de construcción planteados para evitar tales daños eventuales. No se debe permitir fuego, en las cercanías del concreto. Los sistemas de curado son: mediante el recubrimiento con un material aprobado y saturado de agua, a través de tubería

cribada, mangueras o rociadores y con cualquier otro método aprobado que sea capaz de mantener todas las superficies permanentemente (y no periódicamente) húmedas. El agua para el curado deberá ser en todos los casos limpia y libre de cualquier elemento que, en opinión del Supervisor, pudiese causar, manchas o descoloramiento del concreto.

Pruebas de Resistencia de Concreto

El Supervisor verificará la resistencia a la compresión del concreto con la frecuencia indicada en la Tabla 610-3.

La muestra estará compuesta por nueve (9) especímenes según el método MTC E 701, con los cuales se fabricarán probetas cilíndricas para ensayos de resistencia a compresión (MTC E 704), de las cuales se probarán tres (3) a siete (7) días, tres (3) a catorce (14) días y tres (3) a veintiocho (28) días, luego de ser sometidas al curado normalizado. Los valores de resistencia de siete (7) días y catorce (14) días sólo se emplearán para verificar la regularidad de la calidad de la producción del concreto, mientras que los obtenidos a veintiocho (28) días se emplearán para la comprobación de la resistencia del concreto.

El promedio de resistencia de los tres (3) especímenes tomados simultáneamente de la misma mezcla, se considera como el resultado de un ensayo. La resistencia del concreto será considerada satisfactoria, si ningún espécimen individual presenta una resistencia inferior en más de treinta y cinco kilogramos por centímetro cuadrado (35 kg/cm²) de la resistencia especificada y, simultáneamente, el promedio de tres (3) especímenes consecutivos de resistencia iguala o excede la resistencia de diseño especificada en los planos.

Si alguna o las dos (2) exigencias así indicadas es incumplida, el Supervisor ordenará una revisión de la parte de la estructura que esté en duda, utilizando métodos idóneos para detectar las zonas más débiles y requerirá que se tome núcleos de dichas zonas, de acuerdo a la norma MTC E 707.

Se deberán tomar tres (3) núcleos por cada resultado de ensayo inconforme. Si el concreto de la estructura va a permanecer seco en condiciones de servicio, los testigos se secarán al aire durante siete (7) días a una temperatura entre dieciséis y veintisiete grados Celsius (16°C - 27°C) y luego se probarán secos. Si el concreto de la estructura se va a encontrar húmedo en condiciones de servicio, los núcleos se sumergirán en agua por cuarenta y ocho (48) horas y se probarán a continuación.

Se considerará aceptable la resistencia del concreto de la zona representada por los núcleos, si el promedio de la resistencia de los tres (3) núcleos, corregida por la esbeltez, es al menos igual al ochenta y cinco por ciento (85%) de la resistencia especificada en los planos, siempre que ningún núcleo tenga menos del setenta y cinco por ciento (75%) de dicha resistencia.

Si los criterios de aceptación anteriores no se cumplen, se podrá solicitar que se hagan pruebas de carga en la parte dudosa de la estructura conforme lo especifica el reglamento ACI. Si estas pruebas dan un resultado satisfactorio, se aceptará el concreto en discusión. En caso contrario, se deberá adoptar las medidas correctivas que solicite el Supervisor, las cuales podrán incluir la demolición parcial o total de la estructura, si fuere necesario, y su posterior reconstrucción.

El ensayo de control de calidad del concreto, comúnmente conocido como ensayo de compresión del concreto, como su propio nombre lo indica permite evaluar la resistencia del concreto a la compresión, consiste en la elaboración de cilindros de concreto.

- 1 cilindro metálicos 6" de diámetro y 12" de altura (briquetera)
- 1 varilla de acero.

Medición

El trabajo realizado será medido por Metro cúbico de concreto vaciado.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.01.09	Concreto $f'c=100$ kg/cm ² solado	m ³
05.01.10	Concreto $f'c=175$ kg/cm ² piso losa	m ³
05.01.11	Concreto $f'c=210$ kg/cm ²	m ³

05.01.12 RELLENO SOBRE MODULOS DE ALCANTARILLA TMC.

Relleno alrededor del Tubo

El relleno alrededor del tubo se debe realizar con un material selecto. Se pueden usar arenas arcillosas, arenas limosas, gravas arcillosas, gravas limosas, arenas limpias, gravas limpias, piedra quebrada o cualquier subproducto del triturado entre 6 y 40mm, también es posible usar suelo-cemento con cualquier material que tenga un contenido de arcilla inferior al 35%.

La conformación de esta zona es de vital importancia, por lo que existe la necesidad de ponerle una atención especial, ya que el material y la manera en que se coloque van a influenciar directamente en el comportamiento mecánico y estructural del sistema tubo-suelo. Para ejecutar el relleno de esta zona lo primero que hay que realizar es la conformación de la cama de apoyo, luego se deberá colocar capa por capa el relleno con material selecto, alternando de un lado a otro y compactando (o vibrando) cada capa de material hasta el 90% de Proctor Standard si se tratara de un material cohesivo, o densificándolo convenientemente si fuera arena o gravilla de río, y si se colocará piedra triturada acomodándola bien.

Esto se deberá hacer hasta llegar al nivel de la corona más 20 cm como regla, excepto en casos especiales en que se deberá seguir hasta 30 ó 50 cm por encima de la corona del tubo.

El espesor de cada capa depende, principalmente del tipo de material selecto y del equipo de densificación con que se cuente. Si se tratara de un material cohesivo o arenas gravosas deberán ser capas de aproximadamente 15cm si la densificación va a ser manual, de 25 a 30cm si se emplean compactadores mecánicos. Si se usa material pétreo triturado las capas no deberán exceder de 25cm., esto con el propósito de brindar un acomodo conveniente de sus partículas; este tipo de material por ser muy fácil de acomodar genera un significativo ahorro en equipo mecánico y en mano de obra con el consiguiente mejoramiento en los rendimientos. Paralelamente provee un adecuado drenaje subterráneo, lo cual funciona muy bien cuando se presentan sumideros de agua o napa freática alta en las zanjas.

Relleno sobre el tubo

El material que se usa más frecuente para el relleno de esta zona es el mismo que se saca al excavar la zanja. Este relleno se realiza en capas de 25 a 30 cm hasta llegar al nivel deseado, normalmente se exige una densificación mínima de 90% del Proctor Standard, asunto que depende del tipo de estructura en la superficie de la zanja. Siempre que el tubo tenga un recubrimiento sobre la corona inferior a su diámetro se deberá incidir en esta densificación hasta los niveles de rellenos mínimos anotados en este documento en el caso de tener cargas vehiculares, caso contrario este relleno no tendrá mayor efecto sobre el comportamiento estructural del tubo. Si en el trabajo de compactación se va emplear tamper (sapo) hay que tener cuidado al densificar la primera capa y no pasar el caite del sapo exactamente sobre la corona del tubo. En

las capas subsiguientes se puede perder cuidado al respecto. Ver valores de rellenos máximos y mínimos.

Todo proceso de vaciado de concreto (cabezales de transición, dados de anclaje en codos y/o buzones de inspección); se realizarán después de haber culminado los trabajos de relleno y compactado del material alrededor del tubo; de manera tal que las gradientes de temperatura que se den en un periodo de tiempo no generen esfuerzos de tracción (dilatación y contracción) en las uniones de las tuberías.

Así mismo durante el proceso de vaciado de concreto se colocarán arriostres internos en la tubería; de manera tal de evitar aplastamiento debido al proceso de fraguado del concreto; estos arriostres se retiran después de siete (07) horas de culminado los trabajos de vaciado.

Medición

El trabajo realizado será medido por Metro cúbico de relleno colocado.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.01.12	Relleno sobre los módulos de alcantarilla TMC	m3

05.01.13 PROTECCION DE CABEZALES MAMPOSTERIA ENTRADA Y SALIDA F'C=175 KG/CM2 + 70% P.G.

Remitirse a las especificaciones para el concreto a la partida "05.01.11 CONCRETO F'C=210 KG/CM2(CABEZALES Y TERMINALES)"

De la piedra grande

Se empleará piedra grande no intemperizada y preferentemente de origen volcánico intrusivo para la mampostería, el tamaño máximo no deberá ser mayor a 2/3 de espesor mínimo a cubrir y se preverá que entre piedras grandes no exista una interacción directa entre estas, con la utilización de la suficiente cantidad de mortero o concreto con una Tmax no mayor a 2 pulgadas.

Medición

El trabajo realizado será medido por Metro cúbico de mampostería colocada.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.01.13	Protección de cabezales mampostería entrada y salida f'c=175 kg/cm2 + 70% P.G.	m3

05.01.14 ENROCADO PARA OBRAS DE ARTE.

Este trabajo consiste en la colocación de material pétreo en la cimentación de las obras de arte según la necesidad que servirá como interface entre el cimiento y el suelo de fundación de cada estructura según su naturaleza por la particularidad de cada una de esta, presencia de nivel freático alto, capas profundas de material inorgánico, turba o blando; hasta llegar a superficies estables que determinen colocar una estructura adecuada a cada obra de arte.

Medición

El trabajo realizado será medido por Metro cúbico de enrocado colocado.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.01.14	Enrocado para obras de arte.	m3

05.01.15 CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO

Durante el primer período de endurecimiento, se someterá el concreto a un proceso de curado que se prolongará a lo largo del plazo prefijado por el Supervisor, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climáticas del lugar.

En general, los tratamientos de curado se deberán mantener por un período no menor de catorce (14) días después de terminada la colocación de la mezcla de concreto; en algunas estructuras no masivas, este período podrá ser disminuido, pero en ningún caso será menor de siete (7) días.

(1) Curado con agua

El concreto deberá permanecer húmedo en toda la superficie y de manera continua, cubriéndolo con tejidos de yute o algodón saturados de agua, o por medio de rociadores, mangueras o tuberías perforadas, o por cualquier otro método que garantice los mismos resultados.

No se permitirá el humedecimiento periódico; éste debe ser continuo.

El agua que se utilice para el curado deberá cumplir los mismos requisitos del agua para la mezcla.

(2) Curado con compuestos membrana

Este curado se podrá hacer en aquellas superficies para las cuales el Supervisor lo autorice, previa aprobación de este sobre los compuestos a utilizar y sus sistemas de aplicación.

El equipo y métodos de aplicación del compuesto de curado deberán corresponder a las recomendaciones del fabricante, esparciéndolo sobre la superficie del concreto de tal manera

que se obtenga una membrana impermeable, fuerte y continua que garantice la retención del agua, evitando su evaporación. El compuesto de membrana deberá ser de consistencia y calidad uniformes.

Medición

El supervisor verificará en la obra que se realice todas las labores indicados en esta partida. Se considerará como método de medición el metro cuadrado de área adecuadamente curada (m2) a satisfacción del supervisor.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.01.15	Curado de concreto con aditivo	m2

05.01.16 ROTURA DE BRIQUETAS.

Descripción.

Esta partida se refiere al ensayo de control de calidad del concreto, comúnmente conocido como ensayo de compresión del concreto, como su nombre indica permite evaluar la resistencia del concreto a la compresión.

La frecuencia de muestras para los ensayos de resistencia en compresión de cada clase de concreto colocado cada día deberá ser tomadas:

- No menos de una muestra de ensayo por cada 15 m3 de concreto colocado.
- No menos de una muestra de ensayo por cada 100 m2 de área superficial para pavimentos o losas.

Proceso constructivo

Consiste en la elaboración de cilindros de concreto, en moldes de cilindros metálicos de 6" de diámetro y 12" de altura (briqueta), y 01 varilla lisa de acero de 5/8".

Se toma la muestra más representativa de concreto en un número de tres por cada tanda de concreto, está es colocada en el cilindro metálico.

Se realizará el curado durante 07 días como mínimo y en las mismas condiciones de la estructura de concreto muestreado.

Se someterá a la prueba de compresión según las solicitudes del Supervisor de Obra las que pueden ser a los 07, 14, 21 y 28 días.

Medición

El supervisor verificará en la obra que se realice todas las labores indicados en esta partida. Se considerará como método de medición la unidad de prueba (PRU) a satisfacción del supervisor.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.01.16	Rotura de briquetas.	und

05.01.17 PINTURA ASFALTICA PARA ALCANTARILLAS METALICAS.

Descripción

La Partida está referida al pintado exterior de los anillos que conforman la TMC con Pintura Asfáltica, la finalidad es la de proteger a la TMC de la corrosión que pudiera experimentar en su vida útil en contacto con el terraplén que la confina y la presencia siempre latente de agua.

Procedimiento

Las superficies sobre las cuales se vayan a aplicar la pintura asfáltica tienen que ser superficies limpias, secas y libres de partículas sueltas, lodo, acumulaciones de alquitrán o grasa, u otros materiales dañinos. Esto puede ser realizado por escobillado u otros métodos aceptables para el Ingeniero Supervisor.

La pintura se extraerá de sus envases originales en el momento de su aplicación, los cuales deberán haber llegado intactos a la obra para garantizar que no han sufrido alteración.

Medición

Se medirá por metro cuadrado (M2) pintado y terminado de acuerdo a las presentes especificaciones y aceptado por Supervisión.

Valorización y pago

La unidad se valorizará y pagará como una compensación total por todos los materiales, herramientas, equipos, mano de obra, leyes sociales e imprevistos necesarios para la correcta y completa ejecución de los trabajos de acuerdo con todo lo especificado.

*Todos los materiales utilizados.

Las valorizaciones y pagos tendrán en cuenta toda mano de obra (incluidas las leyes sociales), equipo, herramientas y demás imprevistos para completar la partida.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.01.17	Pintura asfáltica para alcantarillas metálicas	m2

05.02.00 BADEN

05.02.01 TRAZO Y REPLANTEO DE BADENES

Idéntica a la partida 02.01.01 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA CONSTRUCCION.

05.02.02 EXCAVACION PARA BADENES

Descripción

Generalidades

Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de excavar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación y préstamos, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto, con las modificaciones aprobadas por el Supervisor.

Comprende, además, la excavación y remoción de la capa vegetal y de otros materiales blandos, orgánicos y objetables, en las áreas donde se hayan de realizar las excavaciones de la explanación y terraplenes.

Excavación para la explanación

El trabajo comprende el conjunto de actividades de excavación y nivelación de las zonas comprendidas dentro del prisma donde ha de fundarse el camino, incluyendo taludes y cunetas; así como la escarificación, conformación y compactación del nivel subrasante en zonas de corte.

Incluye, además, las excavaciones necesarias para el ensanche o modificación del alineamiento horizontal o vertical de plataformas existentes.

Excavación Complementaria

El trabajo comprende las excavaciones necesarias para el drenaje de la excavación para la explanación, que pueden ser zanjas interceptoras y acequias, así como el

mejoramiento de obras similares existentes y de cauces naturales.

Excavación en zonas de préstamo

El trabajo comprende el conjunto de las actividades para explotar los materiales adicionales a los volúmenes provenientes de préstamos laterales o propios a lo largo del camino, requeridos para la construcción de los terraplenes o pedraplenes.

Clasificación

(a) Excavación “no clasificada

Se refiere a una definición de clasificación de materiales de excavación de tipo ponderado según una evaluación de metrados en todo el presupuesto de la obra, con el resultado de un precio ponderado, justificado en el Expediente Técnico.

Consecuentemente no se admitirá ningún reajuste por clasificación, sea cual fuere la calidad del material encontrado.

(b) Excavación clasificada

(1) Excavación en roca fija

Comprende la excavación de masas de rocas mediana o fuertemente litificadas que, debido a su cementación y consolidación, requieren el empleo sistemático de explosivos.

(2) Excavación en roca suelta

Comprende la excavación de masas de rocas cuyos grados de fracturamiento, cementación y consolidación, permitan el uso de maquinaria y/o requieran explosivos, siendo el empleo de este último en menor proporción que para el caso de roca fija.

Comprende, también, la excavación de bloques con volumen individual mayor de un metro cúbico (1 m³), procedentes de macizos alterados o de masas transportadas o acumuladas por acción natural, que para su fragmentación requieran el uso de explosivos.

(3) Excavación en material común

Comprende la excavación de materiales no considerados en los numerales (1) y (2) de esta subsección (Excavación en roca fija y suelta), cuya remoción sólo requiere el empleo de maquinaria y/o mano de obra.

En las excavaciones sin clasificar y clasificadas, se debe tener presente las

mediciones previas de los niveles de la napa freática o tener registros específicos, para evitar su contaminación y otros aspectos colaterales.

Materiales

Los materiales provenientes de excavación para la explanación se utilizarán, si reúnen las calidades exigidas, en la construcción de las obras de acuerdo con los usos fijados en los documentos del proyecto o determinados por el Supervisor. la entidad ejecutora no podrá desechar materiales ni retirarlos para fines distintos a los del contrato, sin la autorización previa del Supervisor.

Los materiales provenientes de la excavación que presenten buenas características para uso en la construcción de la vía, serán reservados para colocarlos posteriormente.

Los materiales de excavación que no sean utilizables deberán ser colocados, donde lo indique el proyecto o de acuerdo con las instrucciones del Supervisor, en zonas aprobadas por éste.

Los materiales recolectados deberán ser humedecidos adecuadamente, cubiertos con una lona y protegidos contra los efectos atmosféricos, para evitar que por efecto del material particulado causen enfermedades respiratorias, alérgicas y oculares al personal de obra, así como a las poblaciones aledañas.

El depósito temporal de los materiales no deberá interrumpir vías o zonas de acceso de importancia local.

Los materiales adicionales que se requieran para las obras, se extraerán de las zonas de préstamo aprobadas por el Supervisor y deberán cumplir con las características establecidas en las especificaciones correspondientes.

Equipo

la entidad ejecutora propondrá, para consideración del Supervisor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios ni a construcciones ni a cultivos; y garantizarán el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

Los equipos de excavación deberán disponer de sistemas de silenciadores y la omisión de éstos será con la autorización del Supervisor. Cuando se trabaje cerca a zonas ambientalmente sensibles, tales como colegios, hospitales, mercados y otros que considere el Supervisor, aunado a los especificados en el Estudio de Impacto

Ambiental, los trabajos se harán manualmente si es que los niveles de ruido sobrepasan los niveles máximos recomendados.

Requerimientos de construcción

Excavación

Antes de iniciar las excavaciones se requiere la aprobación, por parte del Supervisor, de los trabajos de topografía, desbroce, limpieza y demoliciones, así como los de remoción de especies vegetales, cercas de alambre y de instalaciones de servicios que interfieran con los trabajos a ejecutar.

Las obras de excavación deberán avanzar en forma coordinada con las de drenaje del proyecto, tales como alcantarillas, desagües, alivios de cunetas y construcción de filtros.

Además, se debe garantizar el correcto funcionamiento del drenaje y controlar fenómenos de erosión e inestabilidad.

La secuencia de todas las operaciones de excavación debe ser tal, que asegure la utilización de todos los materiales aptos y necesarios para la construcción de las obras señaladas en los planos del proyecto o indicadas por el Supervisor.

La excavación de la explanación se debe ejecutar de acuerdo con las secciones transversales del proyecto o las aprobadas por el Supervisor. Toda sobre excavación que haga la entidad ejecutora, por error o por conveniencia propia para la operación de sus equipos, correrá por su cuenta y el Supervisor podrá suspenderla, si lo estima necesario, por razones técnicas o económicas.

En la construcción de terraplenes sobre terreno inclinado o a media ladera, el talud de la superficie existente deberá cortarse en forma escalonada de acuerdo con los planos o las aprobaciones del Supervisor.

Cuando la altura de los taludes sea mayor de siete metros (7 m) o según lo especifique el Proyecto y la calidad del material por excavar lo exija, deberán construirse banquetas de corte con pendiente hacia el interior del talud a una cuneta que debe recoger y encauzar las aguas superficiales. El ancho mínimo de la terraza deberá ser tal, que permita la operación normal de los equipos de construcción. La pendiente longitudinal de las banquetas y el dimensionamiento debe especificarse en el proyecto o seguir las aprobaciones del Supervisor.

Excavación Complementaria

La construcción de zanjas de drenaje, zanjas interceptoras, badenes y acequias, así

como el mejoramiento de obras similares y cauces naturales deberá efectuarse de acuerdo con los alineamientos, secciones y cotas indicados en los planos o determinados por el Supervisor.

Toda desviación de las cotas y secciones especificadas, especialmente si causa estancamiento del agua o erosión, deberá ser subsanada por la entidad ejecutora a entera

satisfacción del Supervisor y sin costo adicional para la ENTIDAD CONTRATANTE.

Excavación en zonas de préstamo

Los materiales adicionales que se requieran para la terminación de las obras proyectadas o indicadas por el Supervisor, se obtendrán mediante el ensanche adecuado de las excavaciones del proyecto o de zonas de préstamo, previamente aprobadas por el Supervisor.

Para la excavación en zonas de préstamo se debe verificar que no se hayan producido desestabilizaciones en las áreas de corte que produzcan derrumbes y que pongan en peligro al personal de obra. Los cortes de gran altura se harán con autorización del Supervisor.

Si se utilizan materiales de las playas del río, el nivel de extracción debe de estar sobre el nivel del curso de las aguas para que las maquinarias no remuevan material que afecte el ecosistema acuático.

En la excavación de préstamos se seguirá todo lo pertinente a los procedimientos de ejecución de las excavaciones de la explanación y complementarios.

Aceptación de los trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar que la entidad ejecutora disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por la entidad ejecutora.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por la entidad ejecutora.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Verificar el alineamiento, perfil y sección de las áreas excavadas.
- Comprobar que toda superficie para base de terraplén o subrasante mejorada quede limpia y libre de materia orgánica
- Verificar la compactación de la subrasante.

- Medir los volúmenes de trabajo ejecutado por la entidad ejecutora en acuerdo a la presente especificación.

El trabajo de excavación se dará por terminado y aceptado cuando el alineamiento, el perfil, la sección y la compactación de la subrasante estén de acuerdo con los planos del proyecto, con estas especificaciones y las aprobaciones del Supervisor.

La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la excavación, no será menor que la distancia señalada en los planos o lo aprobado por el Supervisor.

La cota de cualquier punto de la subrasante conformada y terminada no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) con respecto a la cota proyectada; ó de veinte milímetros (20 mm) en el caso de caminos con volúmenes de tránsito menor a 100 veh/día.

Las cotas de fondo de las cunetas, zanjas y canales no deberán diferir en más de quince milímetros (15 mm) de las proyectadas; o de 25 mm en el caso de caminos con tránsitos menores a 100 veh/día.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deberán ser corregidas por la entidad ejecutora, a su costo, a plena satisfacción del Supervisor.

Medición

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), aproximado al metro cúbico completo, de material excavado en su posición original.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.02.02	Excavaciones para badenes.	m ³

05.02.03 NIVELADO Y COMPACTADO CON EQUIPO LIVIANO

Descripción

Este ítem consiste en la nivelación y compactación en toda el área considerada para la construcción de badenes, de conformidad con los alineamientos y pendiente.

Método de ejecución

Inmediatamente después de terminada la distribución el emparejamiento del material, la capa se compactará en todo su ancho por los medios mecánicos necesarios, quedando está debidamente nivelada y compactada al 100% como mínimo de la Máxima Densidad del Proctor Modificado.

Pago y/o valorización

La valorización mensual de obra, se realizará con el metrado diario acumulado mensual por el precio unitario de la partida nivelado y compactado c/equipo liviano, el cual constituye compensación por la utilización de la mano de obra, materiales, herramientas, equipos, etc. Y otros elementos necesarios para ejecutar dicha partida, bajo aprobación del Supervisor de Obra.

Medición

La nivelación y compactado se medirá para pago directo por metro cuadrado (m2) ejecutado.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.02.03	Nivelado y compactado con equipo liviano.	m2

05.02.04 ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE

Descripción

Esta partida corresponde al acarreo de material proveniente de las excavaciones y desmontes hacia lugares determinados para su posterior eliminación mediante maquinaria.

Método de ejecución

Se realizará mediante el uso de herramientas manuales acarreando el material proveniente de las excavaciones, material acumulado en calidad de desmonte para su posterior eliminación.

Pago y/o valorización

La valorización mensual de obra, se realizará con el metrado diario acumulado mensual por el precio unitario de la partida acarreo de material excedente, el cual constituye compensación por la utilización de la mano de obra, materiales, herramientas, equipos, etc. y otros elementos necesarios para ejecutar dicha partida, bajo aprobación del Supervisor de Obra.

Método de medición

Se realizará por unidad de volumen (m3) trasladado.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.02.04	Acarreo de material excedente.	m3

05.02.05 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Idéntica a la partida 05.01.07. ENCOFRADO Y DESENCOFRADO.

05.02.06 ENROCADO PARA OBRAS DE ARTE

Idéntica a la partida 05.01.14. ENROCADO PARA OBRAS DE ARTE.

05.02.07 CONCRETO FC=210 KG/cm²

Idéntica a la partida 05.01.11. CONCRETO f'c = 210 Kg/cm² (CABEZALES Y TERMINALES).

05.02.08 ACERO DE REFUERZO Fy=4200 KG/CM²**Descripción**

Este trabajo consiste en el suministro, transportes, almacenamiento, corte, doblamiento y colocación de las barras de acero dentro de las diferentes estructuras permanentes de concreto, de acuerdo con los planos del proyecto.

Materiales

Los materiales que se proporcionen a la obra deberán contar con Certificación de calidad del fabricante y de preferencia contar con Certificación ISO 9000.

(a) Barras de refuerzo

Deberán cumplir con la más apropiada de las siguientes normas, según se establezca en los planos del proyecto: AASHTO M-31 y ASTM A-706.

(b) Alambre y mallas de alambre

Deberán cumplir con las siguientes normas AASHTO, según corresponda: M-32, M-55, M-221 y M-225.

(c) Pesos teóricos de las barras de refuerzo

Para efectos de pago de las barras, se considerarán los pesos unitarios que se indican a continuación:

Barra N°	Diametro nominal en mm(pulg.)	Peso Kg/m
2	6.40(1/4")	0.25
3	9.50(3/8")	0.56
4	12.7(1/2")	1.00
5	15.7(5/8")	1.55
6	19.10(3/4")	2.24
7	22.20(7/8")	3.04

8	25.40(1")	3.97
9	28.70(1 1/8")	5.06
10	32.30(1 1/4")	6.41
11	35.80(1 3/8")	7.91
14	43.00(1 3/4")	11.38
18	57.30(2 1/4")	20.24

Equipo

Se requiere equipo idóneo para el corte y doblado de las barras de refuerzo. Si se autoriza el empleo de soldadura, la entidad ejecutora deberá disponer del equipo apropiado para dicha labor.

Se requieren, además, elementos que permitan asegurar correctamente el refuerzo en su posición, así como herramientas menores.

Al utilizar el acero de refuerzo, los operarios deben utilizar guantes de protección.

Los equipos idóneos para el corte y doblado de las barras de refuerzo no deberán producir ruidos por encima de los permisibles o que afecten a la tranquilidad del personal de obra y las poblaciones aledañas. El empleo de los equipos deberá contar con la autorización del Supervisor.

Requerimientos de construcción

Planos y despiece

Antes de cortar el material a los tamaños indicados en los planos, la entidad ejecutora deberá verificar las listas de despiece y los diagramas de doblado.

Si los planos no los muestran, las listas y diagramas deberán ser preparados por la entidad ejecutora para la aprobación del Supervisor, pero tal aprobación no exime a aquel de su responsabilidad por la exactitud de los mismos. En este caso, la entidad ejecutora deberá contemplar el costo de la elaboración de las listas y diagramas mencionados, en los precios de su oferta.

Suministro y almacenamiento

Todo envío de acero de refuerzo que llegue al sitio de la obra o al lugar donde vaya a ser doblado, deberá estar identificado con etiquetas en las cuales se indiquen la fábrica, el grado del acero y el lote correspondiente.

El acero deberá ser almacenado en forma ordenada por encima del nivel del terreno, sobre plataformas, largueros u otros soportes de material adecuado y deberá ser

protegido, hasta donde sea posible, contra daños mecánicos y deterioro superficial, incluyendo los efectos de la intemperie y ambientes corrosivos.

Se debe proteger el acero de refuerzo de los fenómenos atmosféricos, principalmente en zonas con alta precipitación pluvial. En el caso del almacenamiento temporal, se evitará dañar, en la medida de lo posible, la vegetación existente en el lugar, ya que su no protección podría originar procesos erosivos del suelo.

Doblamiento

Las barras de refuerzo deberán ser dobladas en frío, de acuerdo con las listas de despiece aprobadas por el Supervisor. Los diámetros mínimos de doblamiento, medidos en el interior de la barra, con excepción de flejes y estribos, serán los indicados en la siguiente tabla:

Número de barra	Diámetro mínimo
2 a 8	6 diámetros de barra
3 a 11	6 diámetros de barra
4 a 18	6 diámetros de barra

El diámetro mínimo de doblamiento para flejes u otros elementos similares de amarre, no será menor que cuatro (4) diámetros de la barra, para barras N° 5 o menores. Las barras mayores se doblarán de acuerdo con lo que establece la anterior tabla.

Colocación y amarre

Al ser colocado en la obra y antes de producir el concreto, todo el acero de refuerzo deberá estar libre de polvo, óxido en escamas, rebabas, pintura, aceite o cualquier otro material extraño que pueda afectar adversamente la adherencia. Todo el mortero seco deberá ser quitado del acero.

Las varillas deberán ser colocadas con exactitud, de acuerdo con las indicaciones de los planos, y deberán ser aseguradas firmemente en las posiciones señaladas, de manera que no sufran desplazamientos durante la colocación y fraguado del concreto. La posición del refuerzo dentro de los encofrados deberá ser mantenida por medio de tirantes, bloques, soportes de metal, espaciadores o cualquier otro soporte aprobado. Los bloques deberán ser de mortero de cemento prefabricado, de calidad, forma y dimensiones aprobadas. Los soportes de metal que entren en contacto con el

concreto, deberán ser galvanizados. No se permitirá el uso de guijarros, fragmentos de piedra o ladrillos quebrantados, tubería de metal o bloques de madera.

Las barras se deberán amarrar con alambre en todas las intersecciones, excepto en el caso de espaciamientos menores de treinta centímetros (0,30 m), en el cual se amarrarán alternadamente. El alambre usado para el amarre deberá tener un diámetro equivalente de 1 5875 ó 2 032 mm, o calibre equivalente. No se permitirá la soldadura de las intersecciones de las barras de refuerzo.

Además, se deberán obtener los recubrimientos mínimos especificados en la última edición del Código ACI-318.

Si el refuerzo de malla se suministra en rollos para uso en superficies planas, la malla deberá ser enderezada en láminas planas, antes de su colocación.

El Supervisor deberá revisar y aprobar el refuerzo de todas las partes de las estructuras, antes de que la entidad ejecutora inicie la colocación del concreto.

Traslapes y uniones

Los traslapes de las barras de refuerzo se efectuarán en los sitios mostrados en los planos, debiendo ser localizados de acuerdo con las juntas del concreto.

La entidad ejecutora podrá introducir traslapes y uniones adicionales, en sitios diferentes a los mostrados en los planos, siempre y cuando dichas modificaciones sean aprobadas por el Supervisor, los traslapes y uniones en barras adyacentes queden alternados según lo exija éste, y el costo del refuerzo adicional requerido sea asumido por la entidad ejecutora.

En los traslapes, las barras deberán quedar colocadas en contacto entre sí, amarrándose con alambre, de tal manera, que mantengan la alineación y su espaciamiento, dentro de las distancias libres mínimas especificadas, en relación a las demás varillas y a las superficies del concreto.

La entidad ejecutora podrá reemplazar las uniones traslapadas por uniones soldadas empleando soldadura que cumpla las normas de la American Welding Society, AWS D1.4. En tal caso, los soldadores y los procedimientos deberán ser precalificados por el Supervisor de acuerdo con los requisitos de la AWS y las juntas soldadas deberán ser revisadas radiográficamente o por otro método no destructivo que esté sancionado por la práctica.

El costo de este reemplazo y el de las pruebas de revisión del trabajo así ejecutado, correrán por cuenta de la entidad ejecutora.

Las láminas de malla o parrillas de varillas se deberán traslapar entre sí suficientemente, para mantener una resistencia uniforme y se deberán asegurar en los extremos y bordes.

El traslape de borde deberá ser, como mínimo, igual a un (1) espaciamiento en ancho.

Sustituciones

La sustitución de las diferentes secciones de refuerzo sólo se podrá efectuar con autorización del Supervisor. En tal caso, el acero sustituyente deberá tener un área y perímetro equivalentes o mayores que el área y perímetro de diseño.

Aceptación de los Trabajos

(a) Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por la entidad ejecutora.
- Solicitar a la entidad ejecutora copia certificada de los análisis químicos y pruebas físicas realizadas por el fabricante a muestras representativas de cada suministro de barras de acero.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Verificar que el corte, doblado y colocación del refuerzo se efectúen de acuerdo con los planos, esta especificación y sus instrucciones.
- Vigilar la regularidad del suministro del acero durante el período de ejecución de los trabajos.
- Verificar que cuando se sustituya el refuerzo indicado en los planos, se utilice acero de área y perímetro iguales o superiores a los de diseño.
- Efectuar las medidas correspondientes para el pago del acero de refuerzo correctamente suministrado y colocado.

(b) Calidad del acero

Las barras y mallas de refuerzo deberán ser ensayadas en la fábrica y sus resultados deberán satisfacer los requerimientos de las normas respectivas de la AASHTO o ASTM correspondientes.

La entidad ejecutora deberá suministrar al Supervisor una copia certificada de los resultados de los análisis químicos y pruebas físicas realizadas por el fabricante para el lote correspondiente a cada envío de refuerzo a la obra.

En caso de que la entidad ejecutora no cumpla este requisito, el Supervisor ordenará,
a

expensas de aquel, la ejecución de todos los ensayos que considere necesarios sobre el refuerzo, antes de aceptar su utilización.

Las varillas que tengan fisuras o hendiduras en los puntos de flexión, serán rechazadas.

(c) Calidad del producto terminado

Se aceptarán las siguientes tolerancias en la colocación del acero de refuerzo:

(1) Desviación en el espesor de recubrimiento

- Con recubrimiento menor o igual a cinco centímetros (≤ 5 cm) 5 mm
- Con recubrimiento superior a cinco centímetros (> 5 cm) 10 mm (2) Área

No se permitirá la colocación de acero con áreas y perímetros inferiores a los de diseño.

Todo defecto de calidad o de instalación que exceda las tolerancias de esta especificación, deberá ser corregido por la entidad ejecutora, a su costo, de acuerdo con

procedimientos aceptados por el Supervisor y a plena satisfacción de éste.

Medición

La unidad de medida será el kilogramo (kg), aproximado al décimo de kilogramo, de acero de refuerzo para estructuras de concreto, realmente suministrado y colocado en obra, debidamente aceptado por el Supervisor.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.02.08	Acero de refuerzo $F_y=4200$ Kg/cm ²	kg

05.02.09 ALIVIADERO Y EMBOQUILLADO DE PIEDRA (E=0.20m).

Descripción

Consiste en el suministro de piedras, para ser acomodadas y fijadas con el objeto de formar un pavimento en los cursos de agua, indicado en los planos o fuese ordenado por el Ingeniero Supervisor.

Materiales

Piedras

Las piedras serán de calidad y forma apropiadas, macizas, ser resistentes a la intemperie, durables, exentas de defectos estructurales y de sustancias extrañas y deberán conformarse a los requisitos indicados en los planos.

Pueden proceder de la excavación de la explanación o de fuentes aprobadas y provendrán de cantos rodados o rocas sanas, compactas, resistentes y durables.

El tamaño máximo admisible de las piedras, dependerá del espesor y volumen de la estructura de la cual formará parte. el tamaño máximo de cualquier fragmento no deberá exceder de dos tercios (2/3) del espesor de la capa en la cual se vaya a colocar. Se puede usar Piedras Medianas de 4”.

Resistencia a la abrasión

Al ser sometido al ensayo de Abrasión, gradación E, según norma de ensayo ASTM C-535, el material por utilizar en la construcción, no podrá presentar un desgaste mayor de cincuenta por ciento (50%).

Mortero

Será de cemento Portland $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$.

Equipo

El equipo empleado para la construcción de emboquillados deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la presente especificación.

Los equipos deberán cumplir las exigencias técnicas ambientales tanto para la emisión de gases contaminantes y ruidos. Los equipos deberán cumplir las consideraciones de buen funcionamiento y de buen estado.

Método de construcción

Luego de efectuados los trabajos de excavación para estructuras, se procederán a conformar la superficie mediante equipo pesado.

El grado de uniformidad deberá permitir la colocación del emboquillado de piedra en forma estable y segura.

No se permitirá que exista material suelto que pudiera ocasionar asentamientos indeseables.

Se procederán a acumular el material rocoso en cada tramo crítico con cierto acomodo de tal manera que las piedras queden embebidas en el mortero, hasta que las capas de piedras cumplan con las dimensiones indicadas en los planos del Proyecto o las indicadas por el Supervisor.

Se deberá tratar de que todas las piedras estén dispuestas de tal manera que exista la mayor cantidad de puntos de contacto entre los que sean próximos.

Se deberá tratar de que todos los bloques estén dispuestos de tal manera que exista la mayor cantidad de puntos de contacto entre los que sean próximos.

Tramo de Prueba

Antes de iniciar los trabajos, el Residente propondrá al Supervisor el método de construcción que considere más apropiado para cada tipo de material por emplear, con el fin de cumplir las exigencias de esta especificación.

En dicha propuesta se especificarán las características de la maquinaria por utilizar, los métodos de excavación, carga y transporte de los materiales, el procedimiento de colocación y el método para colocarlas. Además, se aducirán experiencias similares con el método de ejecución propuesto, si las hubiere.

Salvo que el Supervisor considere que con el método que se propone existe suficiente experiencia satisfactoria, su aprobación quedará condicionada a un ensayo en la obra, el cual consistirá en la construcción de un tramo experimental, en el volumen que estime necesario, para comprobar la validez del método propuesto o para recomendar todas las modificaciones que requiera.

Durante esta fase se determinará, mediante muestras representativas, la gradación del material colocado y embebido en el concreto; y se conceptuará sobre el grado de estabilidad y densificación alcanzado.

Se controlarán, además, mediante procedimientos topográficos, las deformaciones superficiales de los aliviaderos y emboquillados de piedra, después de cada pasada del equipo de compactación.

Limitaciones en la ejecución

La construcción de aliviaderos y emboquillados de piedra, no se llevará a cabo en instantes de lluvia o cuando existan fundados temores de que ella ocurra.

Durante los trabajos respectivos para realizar los aliviaderos y emboquillados de piedra, se debe contar con un botiquín con todos medicamentos e implementos necesarios para salvar cualquier percance que pueda alcanzar al personal de obra.

Aceptación de los trabajos

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

(a) Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo utilizado.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que los materiales que se empleen en la construcción de los aliviaderos y emboquillados de piedra, cumplan los requisitos de calidad mencionados en la presente especificación.
- Controlar las dimensiones y demás requisitos exigidos a los aliviaderos y emboquillados de piedra.

(b) Calidad de los materiales

De cada procedencia de los materiales empleados para la construcción de aliviaderos y emboquillados de piedra y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- La granulometría.
- El desgaste Los Ángeles.

Cuyos resultados deberán satisfacer las exigencias indicadas en la presente especificación, so pena del rechazo de los materiales defectuosos.

Durante la etapa de producción, el Supervisor examinará las diferentes descargas de los materiales y ordenará el retiro de aquellos que, a simple vista, contengan fracturas o tamaños inferiores o superiores al especificado.

Además, efectuará las verificaciones periódicas de calidad del material que se establecen en la presente especificación

(c) Calidad del producto terminado

El Supervisor exigirá que:

- Los aliviaderos y emboquillados de piedra terminados no acusen irregularidades a la vista.
- La distancia entre el eje del proyecto y el borde de los aliviaderos y emboquillados de piedra, no sea menor que la distancia señalada en los planos o modificada por él.

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias de la presente especificación deberán ser corregidas, a su costo, de acuerdo con las instrucciones del Supervisor y a plena satisfacción de éste.

El trabajo de aliviaderos y emboquillados de piedra, será aceptado cuando se ejecute de acuerdo con esta especificación, las indicaciones del Supervisor y se complete a satisfacción de este.

Medición

La unidad de pago para esta partida se dará por m2.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.02.09	Aliviadero y emboquillado de piedra (E=0.20m)	m2

05.02.10 SELLADO DE JUNTAS EN BADENES

Descripción

Para el sello de las juntas se usó material asfáltico o premoldeado, cuyas características se establecen en las especificaciones AASHTO M-89, M-33, M-153 y M-30.

Las juntas de dilatación transversal son de 1" de espesor y un tercio de la altura sobresaliente a la superficie estas serán llenadas con asfalto PEN 120 – 150, de acuerdo a la siguiente proporción 0.1 galón de asfalto por cada 0.008 m3 de arena fina. Una vez fraguado las cunetas revestidas se procederá al sellado de la junta.

Medición

El trabajo realizado será medido por Metro lineal sellado.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.02.10	Sellado de juntas en badenes.	ml

05.02.11 ROTURA DE BRIQUETAS

Idéntica a la partida 05.01.16. ROTURA DE BRIQUETAS.

05.02.12 PINTADO DE CABEZAL DE BADENES

Descripción

La partida está referida al pintado del cabezal de badenes de la parte que es observable al aproximarse, visible hacia la carretera.

En el caso de parapetos y muros se pintarán en el área frontal, franjas diagonales (45 grados) negra y amarilla reflectiva y en el sentido longitudinal y hasta cada 3m, se

pintarán tres franjas de 0.10m negra, amarilla reflectiva y negra, tal como se indica en los planos o lo ordene el Ingeniero Supervisor.

Las bandas diagonales de 0.10m en los parapetos se pintarán con pintura reflectorizante del tipo codit o similar color amarillo y pintura esmalte de color negro.

Procedimiento

Las superficies sobre las cuales se vayan a aplicar las marcas tienen que ser superficies limpias, secas y libres de partículas sueltas, lodo, acumulaciones de alquitrán o grasa, u otros materiales dañinos. Esto puede ser realizado por escobillado u otros métodos aceptables para el Ingeniero Supervisor.

Se empleará pintura látex, sin ningún agregado, salvo que fuera necesaria su disolución para darle la viscosidad adecuada para extenderla fácilmente, debiéndose proceder, en todo caso, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante del producto a emplear.

Se aplicará dos manos como mínimo, empleando rodillo o brocha, debiendo haber secado completamente la primera antes de aplicar la segunda.

La pintura se extraerá de sus envases originales en el momento de su aplicación, los cuales deberán haber llegado intactos a la obra para garantizar que no han sufrido alteración.

Las dimensiones de línea o banda que se debe aplicar a los Parapetos y Muros, así como de las flechas y las letras tienen que ser de las dimensiones indicadas en los planos.

Medición

Se medirá por cada unidad de baden pintado y terminado de acuerdo a las presentes especificaciones y aceptado por Supervisión.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.02.12	Pintado de cabezal de badenes.	und

05.03. MUROS DE CONCRETO ARMADO.

05.03.01 TRAZO Y REPLANTEO DE OBRAS DE ARTE

Ídem a la partida "02.01.01 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE EN PROCESO CONSTRUCTIVO"

05.03.02 EXCAVACION CON EQUIPO

Idénticas a las a la partida “05.02.02 EXCAVACION PARA BADENES”.

05.03.03 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE(MURO)**Descripción**

Esta partida se refiere a la eliminación del material excedente producto de las excavaciones, para lo cual será necesario tomar en cuenta un coeficiente de esponjamiento volumétrico.

Método de ejecución

La eliminación será realizada con maquinarias correspondientes y peones con el uso de herramientas manuales.

Se eliminará el material excavado, transportándolo a un lugar en el cual no incomode el proceso constructivo de la obra y la apariencia final, se deberá tener en cuenta que al eliminar el material excedente este será ubicado en un lugar seguro.

Bases de pago

La cantidad a pagar será igual al número de M3 total eliminados, hallados en la forma descrita anteriormente, multiplicado por el precio unitario de acuerdo al presupuesto, no pudiendo ser mayor el monto total presupuestado por la partida

Medición

La eliminación de material será cuantificada en volumen (M3), siendo la medición hallada de la sumatoria de volúmenes eliminados. Para el cálculo de los volúmenes se tomarán las medidas promedias del ancho, largo y altura de las diferentes cantidades de material eliminado teniendo en cuenta su correspondiente de acuerdo al material.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.03.03	Eliminación de material excedente(muro)	m3

05.03.04 SOLADO DE CONCRETO MEZCLA 1:10 E=2”**Descripción**

Esta partida consiste en los trabajos a ejecutar colocando una capa de mezcla de cemento-hormigón de 4” de espesor, encima del terreno de fundación, donde se colocará la cimentación correspondiente. Este solado debe de estar colocado sobre

un terreno debidamente compactado. Los materiales de esta mezcla reunirán las condiciones establecidas en la siguiente partida.

Este solado será de una mezcla de proporción hormigón de 1:10, la cual será colocada sobre una superficie debidamente nivelada.

Medición

La unidad de medida para pago será el metro cuadrado

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.03.04	Solado de concreto, mezcla 1:10 E=2"	m2

05.03.05 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO MURO

Ídem a la partida "05.01.07 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO".

05.03.06 CONCRETO F'C=210 Kg/cm²

Ídem a la partida "05.01.11. CONCRETO F'C=210 Kg/cm²(CABEZALES Y TERMINALES)"

05.03.07 ACERO DE REFUERZO FY=4200 Kg/cm²

Ídem a la partida "05.01.08 ACERO DE REFUERZO FY=4200 Kg/cm²"

05.03.08 RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL CLASIFICADO.

Descripción

Este trabajo consiste en la colocación en capas, humedecimiento o secamiento, conformación y compactación de los materiales adecuados provenientes de la misma excavación, de los cortes o de otras fuentes, para rellenos a lo largo de estructuras de subdrenaje contempladas en el proyecto o autorizadas por el Supervisor.

Requerimientos de Construcción

El Residente deberá notificar al Supervisor, con suficiente antelación al comienzo de la ejecución de los rellenos, para que éste realice los trabajos topográficos necesarios y verifique la calidad del suelo de cimentación, las características de los materiales por emplear y los lugares donde ellos serán colocados.

Antes de iniciar los trabajos, las obras de subdrenaje contra las cuales se colocarán los rellenos, deberán contar con la aprobación del Supervisor.

Cuando el relleno se vaya a colocar contra una estructura de concreto, sólo se permitirá su colocación después que el concreto haya alcanzado el 80% de su resistencia.

Siempre que el relleno se vaya a colocar sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subterránea, previamente se deberán desviar las primeras y captar y conducir las últimas fuera del área donde se vaya a construir el relleno.

Extensión y compactación del material

Los materiales de relleno se extenderán en capas sensiblemente horizontales y de espesor uniforme, el cual deberá ser lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido.

Cuando el relleno se deba depositar sobre agua, las exigencias de compactación para las capas sólo se aplicarán una vez que se haya obtenido un espesor de un metro (1.0 m) de material relativamente seco.

Durante la ejecución de los trabajos, la superficie de las diferentes capas deberá tener la pendiente transversal adecuada, que garantice la evacuación de las aguas superficiales sin peligro de erosión.

Una vez extendida la capa, se procederá a su humedecimiento, si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en la obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan en los ensayos realizados.

Obtenida la humedad apropiada, se procederá a la compactación mecánica de la capa. En áreas inaccesibles a los equipos mecánicos, se autorizará el empleo de compactadores manuales que permitan obtener los mismos niveles de densidad del resto de la capa.

La construcción de los rellenos se deberá hacer con el cuidado necesario para evitar presiones y daños a la estructura. Las consideraciones a tomar en cuenta durante la extensión y compactación de material están referidas a prevenir deslizamientos de taludes, erosión, contaminación del medio ambiente.

Acabado

Al concluir cada jornada de trabajo, la superficie de la última capa deberá estar compactada y bien nivelada, con declive suficiente que permita el escurrimiento de aguas de lluvia sin peligro de erosión.

Limitaciones en la ejecución

Los rellenos para estructuras sólo se llevarán a cabo cuando no haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra y la temperatura ambiente, a la sombra, no sea inferior a dos grados Celsius (2 ° C) en ascenso.

Los trabajos de relleno de estructuras, se llevarán a cabo cuando no haya lluvia, para evitar que la escorrentía traslade material y contamine o colmate fuentes de agua cercanas, humedales, etc.

Medición

La medida de los trabajos de relleno es el metro cúbico.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.03.08	Relleno y compactado con material clasificado (muro).	m3

05.03.09 JUNTAS DE CONSTRUCCION CON TECNOPOR

Descripción.

El concreto deberá ser vaciado en una operación continua por cada sección de la estructura y entre las juntas indicadas. Si en caso de emergencia, es necesario suspender el vaciado del concreto antes de terminar una sección, se deberán de colocar topes según lo ordene el Supervisor y tales juntas serán consideradas juntas de construcción.

Las juntas de construcción deberán ser ubicadas como se indique en los planos o como lo ordene el Supervisor. Deberán ser perjudiciales a las líneas principales de esfuerzo y en general, en los puntos de mínimo esfuerzo cortante.

En las juntas de construcción horizontales, se deberán colocar tiras de calibración de 4 cm. de grueso dentro de los encofrados a lo largo de todas las caras visibles, para proporcionar líneas rectas a las juntas.

Antes de colocar concreto fresco, las superficies de las juntas de construcción deberán ser limpiadas por chorro de arena o lavadas y raspadas con una escobilla de alambre y empapadas con agua hasta su saturación, considerándose saturadas hasta que sea vaciado el nuevo concreto.

Inmediatamente antes de este vaciado los encofrados deberán ser ajustados fuertemente contra el concreto ya en sitio y la superficie fraguada deberá ser cubierta completamente con una capa muy delgada de pasta de cemento puro, o sea sin arena.

El concreto para las subestructuras deberá ser vaciado de tal modo que todas las juntas de construcción horizontales queden verdaderamente en sentido horizontal y de ser posible, en tales sitios, que no queden expuestos a la vista en la estructura terminada.

Donde fuesen necesarias las juntas de construcción verticales, deberán ser colocadas varillas de refuerzo extendidas a través de esas juntas, con el fin de lograr que la estructura sea monolítica. Deberá ponerse en cuidado especial para evitar las juntas de construcción de un lado a otro de los muros de ala o de contención u otras superficies grandes que vayan a ser tratadas arquitectónicamente.

Las barras de trabazón que fuesen necesarias, así como los dispositivos para la transferencia de carga y los dispositivos de trabazón, deberán ser colocadas como esté indicado en los planos, o fuesen ordenados por el Supervisor.

Medición

La medición de esta partida será realizada por metro de Tecnopor por junta realizada.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.03.09	Juntas de construcción con Tecnopor	ml

05.03.10 CURADO DE CONCRETO

Ídem a la partida "05.01.15 CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO"

05.03.11 ROTURA DE BRIQUETAS

Ídem a la partida "05.01.16 ROTURA DE BRIQUETAS"

05.03.12 RELLENO CON MATERIAL IMPERMEABLE(e=0.25m)

Descripción

Esta partida corresponde a la capa impermeable compuesta de materiales arcillosos limosos y/o arcillas no expansivas, que servirán para evitar el pase del agua a las capas inferiores de la estructura, contando para ello con la aprobación de la Supervisión.

Este relleno se ubica en la parte superior del filtro drenante cuyas características se detallan en los planos y/o indicaciones del Supervisor.

El material necesario para ejecutar estos rellenos, así como su proceso (extracción, apilamiento y zarandeo), está incluido dentro del precio unitario de esta partida.

Método de ejecución

Este relleno impermeable se colocará en la última capa de la estructura de drenaje construida y deberá estar debidamente compactado y aprobado por el Supervisor.

Los controles serán los mismos que se han indicado para la partida 605.A "Relleno para estructuras".

Bases de pago

Esta partida medida de la manera antes descrita, se pagará al precio unitario de la partida Material impermeable del contrato. Este precio y pago constituye compensación total por toda mano de obra, beneficios sociales, materiales, equipos, herramientas, proceso de extracción y apilamiento de material en cantera, zarandeo y/o chancado, colocación, acomodo y compactación en su posición final e imprevistos necesarios para la culminación de la partida a entera satisfacción del Supervisor.

Medición

Esta partida se medirá en metros cúbicos (m³) en su posición final. El cálculo de los volúmenes se obtendrá hasta donde sea posible, a partir de las dimensiones indicadas en los planos del proyecto.

Estos volúmenes deberán contar con la aprobación del Supervisor.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.03.12	Rellenado con material impermeable(e=0.25m)	m ³

05.03.13 ENROCADO DE SUB ZAPATA

Descripción

Bajo esta Partida, la entidad ejecutora realizará todos los trabajos necesarios para EL ENROCADO de la plataforma en mal estado, por efectos de las aguas pluviales o para evitar que las aguas pluviales causen el deterioro inmediato de la sub zapata del muro, además en trabajos como la Sub Base, Base y Carpeta Asfáltica. El enrocado se construirá en el lugar y en la forma indicada en los planos y en el estudio de Suelos, Canteras y Diseño del Pavimento del proyecto. La entidad ejecutora asumirá las especificaciones, tratamientos y acabados determinados.

Método de construcción

Previo a los trabajos de colocación de la piedra se efectuará la excavación, nivelación del terreno en el que se construirá el enrocado.

Las piedras deberán presentar superficies limpias y duras, podrán ser empleadas solamente después de haber sido aprobadas por el Ingeniero Supervisor. Se rechazará toda piedra que presente signos de fracturas. Antes de ser asentadas las piedras serán lavadas; En la primera hilada se utilizará las piedras de mayor dimensión. En general, las piedras deberán tener un tamaño uniforme de manera que las superficies acabadas presenten una adecuada verticalidad y horizontalidad acorde con los planos del proyecto.

Las piedras deberán tener un espesor no menor de 8", anchos no menores a 16" y longitudes de 18". Deberá existir variedad en el tamaño de las piedras de fachada.

Las piedras serán labradas a cincel y martillo para quitar cualquier porción débil o delgada. Y serán colocadas sin dejar espacios.

Medición

La medición será realizada por metro cúbico (m³) de empedrado construido, independientemente de la altura del mismo, medido en su posición final, aceptado y aprobado por el Ingeniero Supervisor, de acuerdo a las dimensiones y especificaciones indicadas en los planos del proyecto.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.03.13	Enrocado de sub zapata.	m ³

05.03.14 CONCRETO f'c = 140 Kg/cm² + 50 % PM FALSA

ZAPATAS(MUROS)

Idéntica a la partida 05.01.11. CONCRETO F'C=210 KG/CM² (Cabezales y terminales).

05.03.15 COLOCADO DE TUBERIA PARA DREN TRANSVERSAL

Descripción

La tubería a instalar será del diámetro y tipo indicado en los planos del Proyecto. Los tubos llevarán perforaciones circulares con las dimensiones y disposición que se indica en los planos.

Esta partida consistirá en el suministro y colocación de segmentos de tubo PVC perforados y sin perforar, de acuerdo con los diámetros, ubicaciones, pendientes y demás dimensiones indicadas en los planos o según ordene el Supervisor, sobre una cama de arena y el geotextil del dren a construir.

Los segmentos de tubo se instalarán con una pendiente mínima de 2% para drenar las filtraciones de agua subterránea.

Estos drenes serán instalados y asegurados en su posición correcta antes del colocado del material de filtro y/o vaciados de concreto, evitando el ingreso de materiales extraños en el interior de los ductos.

Medición

La medida de la tubería cribada de drenaje PVC de 8" será por metro lineal.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.03.15	Colocado de tubería para dren transversal.	ml

05.04. MUROS DE CONCRETO SIMPLE DE CONTENCIÓN Y SOSTENIMIENTO

05.04.01 TRAZO Y REPLANTEO DE OBRAS DE ARTE.

Idéntica a la partida 02.01.01. TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA CONSTRUCCION.

05.04.02 EXCAVACION CON EQUIPO

Idéntica a la partida 05.02.02. "EXCAVACION PARA BADENES"

05.04.03 ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE(MURO)

Idéntica a la partida 05.03.03. "ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE (MURO)".

05.04.04 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MURO

Ídem a la partida "05.01.07 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO".

05.04.05 CONCRETO CICLOPEO $f'c=175Kg/cm^2 + 30\% PM$.

Descripción

Este ítem se refiere a la colocación de la cimentación compuesta por un concreto simple en cuya masa se incorporan grandes piedras o bloques que no contiene armadura. La proporción máxima del agregado ciclópeo será en sesenta por ciento (60%) de concreto simple y del cuarenta por ciento (40%) de rocas desplazadas de tamaño máximo, de 10"; éstas deben ser introducidas previa selección y lavado, con el requisito indispensable de que cada piedra en su ubicación definitiva debe estar totalmente rodeada de concreto simple.

Ejecución

- Localizar el cimiento, su ancho y su profundidad.
- Verificar que el fondo de la excavación este nivelado, libre de basuras y de restos de tierra suelta.
- Limpiar y mojar con agua limpia las piedras antes de ser colocadas para evitar que estas absorban el concreto.
- Colocar una capa 5 a 10 cm de espesor de concreto simple o solado para evitar que la piedra quede asentada directamente sobre el suelo.
- Colocar una primera capa de piedra rajón cuidadosamente de preferencia a mano, sin dejarlas caer o tirarla, para no causar daño a la formaleta y teniendo la precaución de dejarla separada de las paredes de la excavación y entre ellas, dando lugar a la penetración del hormigón en todo el espacio.
- Sobre la piedra se vacía el concreto y se chuzo con varilla de 1/2 o 5/8 de diámetro para llenar todos los espacios.
- Buscando una trabazón con la primera capa, se coloca piedra sobre el hormigón. Continuar así hasta llegar al nivel requerido o corona del cimiento.
- Tensar hilos con el nivel señalado y con palustre se nivela la corona del cimiento.
- Se debe trazar el eje sobre la corona cimbreado el hilo tensado y dejar su marca sobre el concreto fresco.

Tolerancia para aceptación

- Compactación máxima y nivelada.
- La piedra deberá colocarse cuidadosamente sin dejarla caer en la mezcla de concreto simple.
- En estructuras con espesor menor de ochenta centímetros (80 cm) la distancia libre entre piedras o entre piedras y superficies en la obra no será menor de 10 cm.

Medición

La unidad de medida de pago será el número de metros cúbicos (m³) de muro construidos de acuerdo con estas especificaciones, cantidad verificada, revisada y aprobada por la interventoría, y su forma de pago según los precios establecidos en el contrato. En este valor se incluye el costo de equipo, herramienta, mano de obra y transporte.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.04.05	Concreto ciclópeo $f_c=175\text{Kg/cm}^2$ +30% PM.	m3

05.04.06 RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL CLASIFICADO (MURO)

Idéntica a la partida 05.03.08. "RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL CLASIFICADO".

05.04.07 JUNTAS DE CONSTRUCCION CONN TECNOPOR

Idéntica a la partida 05.03.09. "JUNTAS DE CONSTRUCCION CON TECNOPOR".

05.04.08 CURADO DE CONCRETO

Idéntica a la partida 05.01.15. "CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO".

05.04.09 ROTURA DE BRIQUETAS

Idéntica a la partida 05.01.16. "ROTURA DE BRIQUETAS".

05.04.10 RELLENO CON MATERIAL IMPERMEABLE (e = 0.25 m.)

Idéntica a la partida 05.03.12. "RELLENO CON MATERIAL IMPERMEABLE (e=0.25m)".

05.04.11 ENROCADO DE SUB ZAPATA

Idéntica a la partida 05.03.13. "ENROCADO DE SUB ZAPATA".

05.04.12 COLOCADO DE TUBERIA PARA DREN TRANSVERSAL

Idéntica a la partida 05.03.15. "COLOCADO DE TUBERIA PARA DREN TRANSVERSAL".

05.05. CUNETAS LATERALES REVESTIDAS EN CONCRETO.**05.05.01 TRAZO Y REPLANTEO DE CUNETAS REVESTIDAS.**

Idéntica a la partida 02.01.01 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA CONSTRUCCION.

05.05.02 EXCAVACION Y PERFILADO DE CUNETAS REVESTIDAS (MANUAL)**Descripción**

Comprenderá toda excavación necesaria para llegar al nivel de fundación de las cunetas revestidas.

Las excavaciones para las estructuras serán efectuadas de acuerdo a las líneas, rasantes y elevaciones indicadas en los planos. Las dimensiones de las excavaciones serán tales que permitan colocar en todas sus dimensiones las estructuras correspondientes. Los niveles aparecen indicados en los planos, que podrán ser modificados en caso de considerarlo necesario.

El fondo de las excavaciones debe quedar limpio y parejo. Se retirará todo derrumbe y material suelto.

Para el perfilado consiste en extender, regar, batir y compactar las zonas de corte y relleno conformando así lo que será la superficie de apoyo para la cuenta. En lo posible se tratará que esta conformación tenga un mínimo espesor de 30 cm.

Método de ejecución

Se realizará con herramientas manuales teniendo siempre en cuenta las dimensiones indicadas en los planos, así como la profundidad de excavación, que permitan colocar en todo su ancho y largo las estructuras integrales o bases de estructuras indicadas. La elevación de la parte inferior de las bases que se indican en los planos, serán considerados tan solo como aproximadas y el ingeniero podrá ordenar por escrito los cambios en dimensiones o elevaciones de las bases que pudieran considerarse necesarias para asegurar una excavación y perfilado satisfactorias.

Valorización

La valorización mensual de obra, se realizará con el metrado diario acumulado mensual por el precio unitario de la partida excavación en forma manual, el cual constituye compensación por la utilización de la mano de obra, materiales, herramientas, equipos, etc. y otros elementos necesarios para ejecutar dicha partida, bajo aprobación del Supervisor de Obra.

Medición

La unidad de medida par esta partida se dará por metro lineal

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.05.02	Excavación y perfilado de cunetas revestidas(manual).	ml

05.05.03 ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE D = 50 m

Idéntica a la partida 05.03.03. "ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE(MURO)".

05.05.04 CUNETETA - CONCRETO $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$

Idéntica a la partida 05.01.11. CONCRETO $F'C=210 \text{ KG/CM}^2$ (Cabezales y terminales).

05.05.05 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CUNETAS REVESTIDAS

Idéntica a la partida 05.01.07. ENCOFRADO Y DESENCOFRADO.

05.05.06 SELLADO DE JUNTAS EN CUNETAS REVESTIDAS.

Idéntica a la partida 05.02.10." SELLADO DE JUNTAS EN BADENES".

05.05.07 ROTURA DE BRIQUETAS

Idéntica a la partida 05.01.16." ROTURA DE BRIQUETAS".

05.06. CUNETAS DE CORONACION REVESTIDAS EN CONCRETO**05.06.01 TRAZO Y REPLANTEO DE CUNETAS REVESTIDAS**

Idéntica a la partida 02.01.01 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA CONSTRUCCION.

05.06.02 EXCAVACION Y PERFILADO DE CUNETAS REVESTIDAS (MANUAL).

Idéntica a la partida 05.05.02. "EXCAVACION Y PERFILADO DE CUNETAS REVESTIDAS (MANUAL)".

05.06.03 ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE $D=50M$.

Idéntica a la partida 05.03.03. "ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE(MURO)".

05.06.04 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CUNETAS REVESTIDAS.

Idéntica a la partida 05.01.07. ENCOFRADO Y DESENCOFRADO.

05.06.05 CUNETETA -CONCRETO $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$.

Idéntica a la partida 05.01.11. CONCRETO $F'C=210 \text{ KG/CM}^2$ (Cabezales y terminales).

05.06.06 ACERO DE REFUERZO $FY=4200 \text{ KG/CM}^2$

Ídem a la partida "05.02.08. ACERO DE REFUERZO $FY=4200 \text{ Kg/cm}^2$ "

05.06.07 SELLADO DE JUNTAS EN CUNETAS REVESTIDAS.

Idéntica a la partida 05.02.10." SELLADO DE JUNTAS EN BADENES".

05.06.08 ROTURA DE BRIQUETAS.

Idéntica a la partida 05.01.16. ROTURA DE BRIQUETAS.

05.07. ALIVIADEROS DE CUNETAS DE CORONACION REVESTIDAS EN CONCRETO.**05.07.01 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO**

Idéntica a la partida 02.01.01 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA CONSTRUCCION.

05.07.02 EXCAVACION Y PERFILADO

Idéntica a la partida 05.05.02. "EXCAVACION Y PERFILADO DE CUNETAS REVESTIDAS (MANUAL)".

05.07.03 ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE D=50M

Idéntica a la partida 05.03.03. "ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE (MURO)".

05.07.04 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Idéntica a la partida 05.01.07. ENCOFRADO Y DESENCOFRADO.

05.07.05 CONCRETO F'C=175 KG/CM2. PISO LOSA

Idéntica a la partida 05.01.11. CONCRETO F'C=210 KG/CM2 (Cabezales y terminales).

05.07.06 ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2

Ídem a la partida "05.02.08. ACERO DE REFUERZO FY=4200 Kg/cm²"

05.08.00 SUB DRENES**05.08.01 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO**

Idéntica a la partida 02.01.01 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA CONSTRUCCION.

05.08.02 EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS.**Descripción**

Este trabajo comprende la ejecución de las excavaciones necesarias para la cimentación de estructuras, alcantarillas, muros, zanjas de coronación, canales, cunetas y otras obras de arte. Comprende, además, el desagüe, bombeo, drenaje, entibado, apuntalamiento y construcción de ataguías, cuando fueran necesarias, así

como el suministro de los materiales para dichas excavaciones y el subsiguiente retiro de entibados y ataguías.

Las excavaciones se ceñirán a los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los planos. En general, los lados de la excavación tendrán caras verticales conforme a las dimensiones de la estructura, cuando no sea necesario utilizar encofrados para el vaciado del cimiento. Cuando la utilización de encofrados sea necesaria, la excavación se podrá extender hasta cuarenta y cinco (45) centímetros fuera de las caras verticales del pie de la zapata de la estructura.

Medición

La unidad de medida será por metro cubico de excavación realizada.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.08.02	Excavación manual de zanjas.	m3

05.08.03 ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXEDENTE D=50M.

Idéntica a la partida 05.03.03. "ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE (MURO)".

05.08.04 PERFILADO Y COMPACTADO DE FONDO.

Descripción

Esta actividad incluye la conformación y la compactación del material superficial de la plataforma de la vía. El objetivo es el mejoramiento de la superficie de rodadura para dejarla en condiciones óptimas de transitabilidad y de comodidad para el usuario.

El perfilado se debe realizar cuando el afirmado del camino se encuentre suelto y se empiece a perder el espesor del material o cuando la irregularidad de la superficie de rodadura, como el encalaminado, afecte las condiciones de transitabilidad de la vía.

Materiales

Agua para la realización de la compactación

Equipos y herramientas

Los equipos y herramientas necesarios para la ejecución de esta actividad son: motoniveladora, compactador de rodillo liso, herramientas manuales, camión cisterna, equipo laboratorio, equipo topográfico y una cámara fotográfica, etc.

Procedimiento de ejecución

El procedimiento a seguir para la ejecución de los trabajos es el siguiente:

1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad. En caso necesario operadores de PARE y SIGA.
2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial en concordancia con las normas establecidas.
3. Distribuir los trabajadores con base en la programación de esta actividad
4. Tomar algunas fotografías de casos sobresalientes y/o representativos, en la situación inicial y en actividades de avance.
5. Conformar la plataforma, limpiar y perfilar las cunetas empleando la motoniveladora, teniendo cuidado de no estropear los cabezales de las alcantarillas.
6. Realizar la compactación del material de afirmado existente, humedeciendo hasta obtener una humedad óptima y en caso de estar muy húmedo, airearlo removiéndolo con la motoniveladora.
7. Retirar piedras y sobre tamaños mayores a 7,5 cm.
8. Limpiar las zonas aledañas y las estructuras de drenaje que pudieran ser afectadas durante el proceso.
9. Al terminar los trabajos, retirar las señales y dispositivos de seguridad en forma inversa a como fueron colocados.
10. Tomar algunas fotografías de casos sobresalientes y/o representativos, en la situación final.

Aceptación de los trabajos

La Supervisión verificará que la capa de afirmado ha sido escarificada, conformada y compactada cumpliendo con los requerimientos de la presente especificación y que como resultado la plataforma está debida y completamente perfilada.

Medición

La unidad de medida para el Perfilado de la Superficie es: metro cuadrado (m²)

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.08.04	Perfilado y compactado de fondo.	m ²

05.08.05 COLOCADO DE GEOTEXTIL

El geotextil se deberá colocar cubriendo totalmente el perímetro de la zanja, acomodándolo lo más ajustado posible a la parte inferior y a las paredes laterales de ésta y dejando por encima la cantidad de tela necesaria para que, una vez se acomode el material filtrante, se cubra en su totalidad, con un traslape de treinta centímetros (0,30 m).

Las franjas sucesivas de geotextil se traslaparán longitudinalmente cuarenta y cinco centímetros (0,45 m) No se permitirá que el geotextil quede expuesto, sin cubrir, por un lapso mayor de dos (2) semanas.

Medición

La medición será por partida “m” para la partida en mención

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.08.05	Colocado de geotextil	m2

05.08.06 COLOCADO DE TUBERIA CRIBADA 8”

Descripción

La tubería a instalar será del diámetro y tipo indicado en los planos del Proyecto. Los tubos llevarán perforaciones circulares con las dimensiones y disposición que se indica en los planos.

Esta partida consistirá en el suministro y colocación de segmentos de tubo PVC perforados y sin perforar, de acuerdo con los diámetros, ubicaciones, pendientes y demás dimensiones indicadas en los planos o según ordene el Supervisor, sobre una cama de arena y el geotextil del dren a construir.

Los segmentos de tubo se instalarán con una pendiente mínima de 2% para drenar las filtraciones de agua subterránea.

Estos drenes serán instalados y asegurados en su posición correcta antes del colocado del material de filtro y/o vaciados de concreto, evitando el ingreso de materiales extraños en el interior de los ductos.

Medición

La medida de la tubería cribada de drenaje PVC de 8” será por metro lineal.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.08.06	Tubería cribada PVC de 6” para drenaje	m

05.08.07 RELLENO DE ZANJA CON MATERIAL PERMEABLE.

Descripción

Este trabajo consistió en la conformación, por capas de material de relleno seleccionado, y compactación de los materiales adecuados provenientes de la misma excavación, de los cortes o de otras fuentes, para rellenos a lo largo de estructuras de drenaje.

Requerimientos de Construcción

Previa la verificación y aprobación de los trabajos de construcción del dren indicado en la partida anterior, por parte de la Supervisión, y de la verificación, realizada por la Supervisión, mediante trabajos topográficos necesarios y comprobación de la calidad del suelo, y características del material a emplear y los lugares donde ellos serán colocados, se iniciarán los trabajos de relleno compactado.

Cuando el relleno se vaya a colocar contra una estructura de concreto, sólo se permitirá su colocación después que el concreto haya alcanzado el 80% de su resistencia.

Siempre que el relleno se vaya a colocar sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subterránea, previamente se deberán desviar las primeras y captar y conducir las últimas fuera del área donde se vaya a construir el relleno.

Extensión y compactación del material

Los materiales de relleno se extenderán en capas sensiblemente horizontales y de espesor uniforme, el cual fue lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido.

Cuando el relleno se deba depositar sobre agua, las exigencias de compactación para las capas sólo se aplicarán una vez que se haya obtenido un espesor de un metro (1.0 m) de material relativamente seco.

Durante la ejecución de los trabajos, la superficie de las diferentes capas deberá tener la pendiente transversal adecuada, que garantice la evacuación de las aguas superficiales sin peligro de erosión.

Una vez extendida la capa, se procederá a su humedecimiento, si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en la obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan en los ensayos realizados.

Obtenida la humedad apropiada, se procederá a la compactación mecánica de la capa. En áreas inaccesibles a los equipos mecánicos, se autorizará el empleo de

compactadores manuales que permitan obtener los mismos niveles de densidad del resto de la capa.

La construcción de los rellenos se deberá hacer con el cuidado necesario para evitar presiones y daños a la estructura. Las consideraciones a tomar en cuenta durante la extensión y compactación de material están referidas a prevenir deslizamientos de taludes, erosión, contaminación del medio ambiente.

Medición

La medida de los trabajos de relleno es el metro cúbico.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.08.07	Relleno de zanja con material permeable	m3

05.08.08 RELLENO DE ZANJA CON MATERIAL SELECCIONADO.

Descripción

Acabado

Al concluir cada jornada de trabajo, la superficie de la última capa estuvo compactada y bien nivelada, con declive suficiente que permita el escurrimiento de aguas de lluvia sin peligro de erosión.

Limitaciones en la ejecución

Los rellenos para estructuras sólo se llevarán a cabo cuando no haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra y la temperatura ambiente, a la sombra, no sea inferior a dos grados Celsius (2 ° C) en ascenso.

Los trabajos de relleno de estructuras, se llevarán a cabo cuando no haya lluvia, para evitar que la escorrentía traslade material y contamine o colmate fuentes de agua cercanas, humedales, etc.

Medición

La medida de los trabajos de relleno es el metro cúbico.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.08.08	Relleno de zanja con material seleccionado.	m3

05.08.09 TUBERIA DE VENTILACION.

Descripción.

La tubería a instalar será del diámetro y tipo indicado en los planos del Proyecto. Los tubos llevarán perforaciones circulares con las dimensiones y disposición que se indica en los planos.

Esta partida consistirá en el suministro y colocación de segmentos de tubo PVC perforados y sin perforar, de acuerdo con los diámetros, ubicaciones, pendientes y demás dimensiones indicadas en los planos o según ordene el Supervisor, sobre una cama de arena y el geotextil del dren a construir.

Medición.

La medida de la tubería de ventilación es el metro.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.08.09	Tubería de ventilación.	m

05.09.00 SARDINEL DE CONCRETO

05.09.01 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE EN PROCESO CONSTRUCTIVO.

Idéntica a la partida 02.01.01 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA CONSTRUCCION.

05.09.02 EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS

Descripción

Este trabajo comprende la ejecución de las excavaciones necesarias para la cimentación de estructuras, alcantarillas, muros, zanjas de coronación, canales, cunetas y otras obras de arte. Comprende, además, el desagüe, bombeo, drenaje, entibado, apuntalamiento y construcción de ataguías, cuando fueran necesarias, así como el suministro de los materiales para dichas excavaciones y el subsiguiente retiro de entibados y ataguías.

Las excavaciones se ceñirán a los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los planos. En general, los lados de la excavación tendrán caras verticales conforme a las dimensiones de la estructura, cuando no sea necesario utilizar encofrados para el vaciado del cimiento. Cuando la utilización de encofrados sea necesaria, la excavación se podrá extender hasta cuarenta y cinco (45) centímetros fuera de las caras verticales del pie de la zapata de la estructura.

Medición

La unidad de medida será por metro cubico de excavación realizada.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.09.02	Excavación manual de zanjas.	m3

05.09.03 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE 50 MTS CON CARRETILLA FE=1.2.

Prevé principalmente la eliminación del material procedente de la partida anterior; pero de acuerdo a la autorización del supervisor también puede englobar la eliminación del excedente de corte, por considerar que la distancia a los botaderos que establezca la supervisión se espera sea menor a la calculada y estas no deben exceder los 50 m. Caso contrario fueron eliminadas con transporte pagado.

Se procederá al carguío de forma manual y trasladada con carretillas del material dispuesto para la eliminación.

Medición

El trabajo realizado será medido por metro cubico de material excedente de la excavación realizada y que fue eliminado.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.09.03	Eliminación de material excedente 50m con carretilla fe=1.2.	m3

05.09.04 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Descripción

Los encofrados se refieren a la construcción de formas temporales para contener, el concreto de modo que este al endurecer tome la forma del diseño que indique los planos, tanto en dimensiones como en su ubicación de la estructura.

Ejecución

Los encofrados deberán ser diseñados y construidos que modo que resistan totalmente el empuje del concreto al momento del vaciado.

Para dichos diseños se tomará un coeficiente aumentativo de impacto igual al 50% del empuje del material que debe ser recibido por el encofrado.

Antes de proceder a la construcción de los encofrados, el Residente deberá obtener la autorización escrita del Supervisor y su aprobación. Los encofrados para ángulos entrantes deberán ser achaflanados y los que sean para aristas serán fileteados.

Los encofrados deberán ser construidos de acuerdo a las líneas de la estructura y apuntalados sólidamente para conservar su rigidez. En general, se deberán unir los

encofrados por medio de pernos que puedan ser retirados posteriormente. En todo caso, deberán ser construidos de modo que se puedan fácilmente desencofrar.

Antes de depositar el concreto, los encofrados deben ser recubiertos adecuadamente con aceite, grasa o jabón, para evitar la adherencia del mortero.

Los encofrados no podrán quitarse antes de los tiempos siguientes, a menos que el Supervisor lo autorice por escrito.

Cimentaciones y Elevaciones	3 días
Losas en alcantarillas	21 días

Encofrado de superficie

Los encofrados de superficie no visibles pueden ser construidos con madera en bruto, pero sus juntas deberán ser convenientemente calafateadas para evitar fugas de la pasta.

Encofrado de superficies visibles

Los encofrados de superficie visibles tipo caravista serán hechos de manera laminada, planchas duras de fibra prensadas, madera machihembrada, aparejada y cepillada o metálicos. Las juntas de unión deberán ser calafateadas para no permitir la fuga de la pasta. En la superficie de contacto deberán ser cubiertas con cintas aprobadas por el Supervisor, para evitar la formación de rebabas.

Dichas cintas deberán estar convenientemente sujetas para evitar su desprendimiento durante el llenado.

Medición

El trabajo realizado será medido por Metro cuadrado de encofrado.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.09.04	Encofrado y desencofrado.	m2

05.09.05 CONCRETO F'C=175 KG/CM2 PISO LOSA.

Descripción

Una vez concluido el encofrado se procederá al vaciado de la mezcla de concreto utilizando para la mezcla una mezcladora de características aprobadas por la supervisión. La dosificación de los materiales para el concreto viene establecida en el diseño de mezclas respectivo. El agregado debe estar limpio de impurezas y libre de grasas u otras impurezas. El tipo de cemento será Pórtland tipo I o IP.

Se deberá extraer testigos (briquetas) con la frecuencia que establezca la supervisión. Para una buena fragua y evitar agrietamientos tempranos se deberá realizar el curado del concreto durante 15 días rociando agua en la superficie de la cuneta.

Medición

El trabajo realizado será medido por metro cubico Concreto $f'c=175$ kg/cm² piso losa vaciado.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.09.05	Concreto $f'c=175$ kg/cm ² piso losa.	m ³

05.09.06 CURADO DE CONCRETO

Descripción

Todo concreto será curado durante un período no menor de 7 días consecutivos, mediante un método aprobado o combinación de métodos aplicable a las condiciones locales. Se recomienda curados químicos, aprobados por la Supervisión. El Residente deberá tener todo el equipo necesario para el curado y protección del concreto. Dispondrá lo necesario para proteger la estructura de las bajas temperaturas. El sistema de curado que se usará fue aprobado por el Supervisor y será aplicado inmediatamente después del vaciado a fin de evitar agrietamiento, resquebrajamiento y pérdidas de humedad en todas las superficies del concreto.

La integridad del sistema de curado fue rígidamente mantenida, a fin de evitar pérdidas de agua perjudiciales en el concreto durante el tiempo de curado. El concreto no endurecido fue protegido contra daños mecánicos y el Residente deberá someter a la aprobación del Supervisor sus procedimientos de construcción planteados para evitar tales daños eventuales. No se debe permitir fuego, en las cercanías del concreto. Los sistemas de curado son: mediante el recubrimiento con un material aprobado y saturado de agua, a través de tubería cribada, mangueras o rociadores y con cualquier otro método aprobado que sea capaz de mantener todas las superficies permanentemente (y no periódicamente) húmedas. El agua para el curado fue en todos los casos limpia y libre de cualquier elemento que, en opinión del Supervisor, pudiese causar, manchas o descoloramiento del concreto.

Medición

El trabajo realizado será medido por metro cuadrado de concreto curado.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.09.06	Curado de concreto	m2

05.09.07 SELLADO DE JUNTAS EN SARDINELES

Descripción

Para el sello de las juntas se usó material asfáltico o premoldeado, cuyas características se establecen en las especificaciones AASHTO M-89, M-33, M-153 y M-30.

Las juntas de dilatación transversal son de 1" de espesor y un tercio de la altura sobresaliente a la superficie estas serán llenadas con asfalto PEN 120 – 150, de acuerdo a la siguiente proporción 0.1 galón de asfalto por cada 0.008 m3 de arena fina. Una vez fraguado las cunetas revestidas se procederá al sellado de la junta.

Medición

El trabajo realizado será medido por Metro lineal sellado.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.09.07	Sellado de juntas en sardineles.	ml

05.10.00 CONSTRUCCION DE VEREDA DE 1.20M

05.10.01 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE EN PROCESO CONSTRUCTIVO.

Idéntica a la partida 02.01.01 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA CONSTRUCCION.

05.10.02 EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS.

Idéntica a la partida 05.09.02. "EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS".

05.10.03 PERFILADO Y COMPACTADO DE FONDO.

Descripción

Una vez concluida la excavación manual de zanjas de acuerdo a los planos y las hojas de metrado se deberá perfilar y compactar el fondo de estas con las respectivas cotas y pendientes indicadas.

Se realizará con equipos livianos de compactación y herramientas manuales necesarias.

Se deberá tener en consideración el tipo de estructura que recibirá como cimentación la estructura en consideración.

Medición

El trabajo realizado será medido por metro cuadrado perfilado y compactado.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.10.03	Perfilado y compactado de fondo.	m2

05.10.04 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE 5KM CON EQUIPO.

Idéntica a la partida 05.03.03. "ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE (MURO)".

05.10.05 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO.

Idéntica a la partida 05.01.07. ENCOFRADO Y DESENCOFRADO.

05.10.06 EMPEDRADO DE VEREDA E=4".

Se procederá a empedrar el área, con piedras no intemperizadas entre los tamaños no menores a 2" ni mayores a 4" con el acomodo manual de piedras generando un volumen de empedrado lo más denso posible y con el alineamiento especificado en los planos, se deberá también controlar las cotas de niveles terminados

Se realizará a mano y con herramientas manuales combos según la necesidad,

Medición

El trabajo realizado será medido por metro cuadrado de empedrado

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.10.06	Empedrado de vereda e=4"	m2

05.10.07 CONCRETO $f'c=175$ kg/cm².

Idéntica a la partida 05.01.11. CONCRETO F'C=210 KG/CM² (Cabezales y terminales).

05.10.08 SELLADO DE JUNTAS.

Idéntica a la partida 05.02.10." SELLADO DE JUNTAS EN BADENES".

05.10.09 CURADO DE CONCRETO

Ídem a la partida "05.01.15 CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO"

05.10.10 PRUEBA DE RESISTENCIA DE CONCRETO.

Se deberá extraer testigos (briquetas) con la frecuencia que establezca la supervisión.

Para una buena fragua y evitar agrietamientos tempranos se deberá realizar el curado del concreto durante 15 días rociando agua en la superficie de la cuneta.

Están serán sometidas a ensayos en entidades otorguen la acreditación respectiva que otorgue una confiabilidad de los ensayos.

Medición

El trabajo realizado será medido por prueba realizada.

	Ítem de pago	Unidad de pago
05.10.10	Prueba de resistencia del concreto.	und

05.11.00 BORDILLO**05.11.01 BORDILLO TRAZO Y REPLANTEO**

Idéntica a la partida 02.01.01 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA CONSTRUCCION.

05.11.02 BORDILLO EXCAVACION MANUAL.

Idéntica a la partida 05.09.02. "EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS".

05.11.03 BORDILLO ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D=30m.

Idéntica a la partida 05.03.03. "ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE (MURO)".

05.11.04 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO.

Idéntica a la partida 05.01.07. ENCOFRADO Y DESENCOFRADO.

05.11.05 CONCRETO f'c=175 kg/cm².

Idéntica a la partida 05.01.11. CONCRETO F'C=210 KG/CM² (Cabezales y terminales).

05.11.06 SELLADO DE JUNTAS.

Idéntica a la partida 05.02.10." SELLADO DE JUNTAS EN BADENES".

05.11.07 CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO.

Ídem a la partida "05.01.15 CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO"

05.11.08 BORDILLO RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL SELECCIONADO.

Ídem a la partida "05.03.08 RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL CLASIFICADO"

05.11.09 ROTURA DE BRIQUETAS

Idéntica a la partida 05.01.16. ROTURA DE BRIQUETAS.

06.00 SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL**06.01.00 SEÑALIZACIÓN.****DISPOSICIONES GENERALES PARA LA EJECUCION DE LA SEÑALIZACION VERTICAL PERMANENTE****Descripción**

Esta especificación presenta las Disposiciones Generales a ser observadas para los trabajos de Señalización Vertical Permanente en las carreteras del Perú.

Se entiende como Señalización Vertical Permanente al suministro, almacenamiento, transporte e instalación de los dispositivos de control de tránsito que son colocados en la vía en forma vertical para advertir, reglamentar, orientar y proporcionar ciertos niveles de seguridad a sus usuarios. Entre estos dispositivos se incluyen las señales de tránsito (preventivas, reglamentarias e informativas), sus elementos de soporte y los delineadores. Se incluye también dentro de estos trabajos la remoción y reubicación de dispositivos de control permanente.

Se incluye también dentro de la Señalización Vertical Permanente los que corresponden a Señalización Ambiental destinadas a crear conciencia sobre la conservación de los recursos naturales, arqueológicos, humanos y culturales que pueden existir dentro del entorno vial. Asimismo, la señalización ambiental deberá enfatizar las zonas en que habitualmente se produce circulación de animales silvestres o domésticos a fin de alertar a los conductores de vehículos sobre esta presencia.

La forma, color, dimensiones y tipo de materiales a utilizar en las señales, soportes y dispositivos estarán de acuerdo a las regulaciones contenidas en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC y a las Especificaciones Técnicas de Calidad de Materiales para uso en señalización de Obras Viales (Resol. Direc. N°539-99-MTC/15.17.-) y a lo indicado en los planos y documentos del Expediente Técnico.

Materiales

Para la fabricación e instalación de los dispositivos de señalización vertical, los materiales deberán cumplir con las exigencias que se indican a continuación.

PANELES PARA SEÑALES

Los paneles que servirán de sustento para los diferentes tipos de señales serán uniformes para un proyecto, es decir todos los paneles serán del mismo tipo de material y de una sola pieza para las señales preventivas y reglamentarias. Los paneles de señales con dimensión horizontal mayor que dos metros cincuenta (2,50m.) podrán estar formados por varias piezas modulares uniformes de acuerdo al diseño que se indique en los planos y documentos del proyecto. No se permitirá en ningún caso traslapes, uniones, soldaduras ni añadiduras en cada panel individual.

Para proyectos ubicados por debajo de 3 000 m.s.n.m. y en zonas aledañas a áreas marinas se utilizarán paneles de resina poliéster reforzado con fibra de vidrio.

Para proyectos ubicados por encima de 3 000 m.s.n.m. se utilizarán paneles de fierro galvanizado, de aluminio o de resina poliéster reforzado con fibra de vidrio. El sistema de refuerzo del panel y de sujeción a los postes de soporte serán diseñados en función al tipo de panel y de poste o sistema de soporte, lo que debe ser definido en los planos y documentos del proyecto. En el caso de los paneles de fibra de vidrio de hasta 1.20m² se emplearán platinas en forma de cruz de 2" x 1/8".

(a) PANELES DE RESINA POLIESTER

Los paneles de resina poliéster serán reforzados con fibra de vidrio, acrílico y estabilizador ultravioleta. El panel deberá ser plano y completamente liso en una de sus caras para aceptar en buenas condiciones el material adhesivo de la lámina retro reflectiva que se especifica en la presente especificación respecto a Material **retro reflectivo**. Los refuerzos serán de un solo tipo (ángulos o platinas)

El panel debe estar libre de fisuras, perforaciones, intrusiones extrañas, arrugas y curvatura que afecten su rendimiento, altere las dimensiones del panel o afecte su nivel de servicio.

La cara frontal deberá tener una textura similar al vidrio.

Los paneles de acuerdo al diseño, forma y refuerzo que se indique en los planos y documentos del proyecto deberán cumplir los siguientes requisitos

(a.1) Espesor

Los paneles serán de tres milímetros y cuatro décimas con una tolerancia de más o menos 0,4 mm. (3,4 mm. \pm 0,4 mm.).

El espesor se verificará como el promedio de las medidas en cuatro sitios de cada borde del panel.

(a.2) Color

El color del panel será gris uniforme en ambas caras (N.7.5. / N.8.5. Escala Munsel).

(a.3) Resistencia al Impacto

Paneles cuadrados de 750 mm. de lado serán apoyados en sus extremos a una altura de doscientos milímetros (200 mm.) del piso. El panel deberá resistir el impacto de una esfera de cuatro mil quinientos gramos (4 500 g.) liberado en caída libre desde dos metros (2 m.) de altura sin resquebrajarse.

(a.4) Pandeo

El pandeo mide la deformación de un panel por defectos de fabricación o de los materiales utilizados.

El panel a comprobar será suspendido de sus cuatro vértices. La deflexión máxima medida en el punto de cruce de sus diagonales y perpendicularmente al plano de la lámina no deberá ser mayor de doce milímetros (12 mm.).

Esta deflexión corresponde a un panel cuadrado de 750 mm. de lado. Para paneles de mayores dimensiones se aceptará hasta veinte milímetros (20 mm.) de deflexión. Todas las medidas deberán efectuarse a temperatura ambiente.

(b) PANELES DE FIERRO GALVANIZADO

Estos paneles serán fabricados con láminas de fierro negro revestido por ambas caras y en los bordes con una capa de zinc aplicada por inmersión en caliente. La capa de revestimiento deberá resultar con un espesor equivalente a la aplicación de mil cien gramos (1,100 g) por metro cuadrado de superficie.

Los paneles de acuerdo al diseño, forma y refuerzos que se indique en los planos y documentos del proyecto deberán cumplir los siguientes requisitos:

(b.1) Espesor

Deberá ser de dos milímetros (2 mm.) en la lámina de fierro antes del tratamiento de galvanizado.

(b.2) Color

A la cara posterior del panel se le aplicará una capa de pintura de base (wash prime) y una capa de pintura mate sintética de color gris similar al indicado en el color de los

Paneles de Resina Poliéster.

(b.3) Resistencia al doblado

Los paneles deberán tener una suficiente resistencia al doblado sin presentar desprendimientos de la capa de zinc.

Para ello se ensayará una muestra de 5 cm. de lado que se doblará girando ciento ochenta grados (180°).

(b.4) Tratamiento de la Cara Frontal

La cara frontal no deberá presentar remaches, pliegues, fisuras, perforaciones o incrustaciones extrañas que afecten su rendimiento.

Antes de la aplicación de la lámina retro reflectiva, el panel deberá ser limpiado y desengrasado aplicando un abrasivo grado cien (100) o más fino.

(c) PANELES DE ALUMINIO

Los paneles de aluminio serán fabricados de acuerdo a la norma ASTM D-209M con aleaciones 6061-T6 o 5052-H38.

Los paneles serán de una sola pieza y no deben presentar perforaciones, ampollas, costuras, corrugaciones ni ondulaciones y deberán cumplir los siguientes requisitos:

(c.1) Espesor

Los paneles tendrán un espesor uniforme de dos milímetros (2 mm.) para paneles de 750 mm. de lado o menores. Los paneles que tengan alguna dimensión mayor de 750 mm. tendrán un espesor de tres milímetros (3 mm.).

(c.2) Color

La cara posterior del panel será limpiada y desengrasada para aplicar una capa de pintura base (wash prime) seguida de una capa de pintura mate sintética de color gris similar al indicado en el color de los **Paneles de Resina Poliéster**.

(c.3) Tratamiento de la Cara Frontal

La cara frontal del panel será limpiada y desengrasada.

La superficie deberá terminarse aplicando un abrasivo grado cien (100) o más fino, antes de la aplicación del material retro reflectivo.

POSTES DE SOPORTE

Los postes son los elementos sobre los que van montados los paneles con las señales que tengan área menor de 1,2 m². con su mayor dimensión medidas en forma vertical. El poste tendrá las características, material, forma y dimensiones que se indican en los planos y documentos del proyecto. Los postes serán cimentados en el terreno y podrán ser fabricados en concreto, fierro y madera.

Los postes deberán ser diseñados con una longitud suficiente de acuerdo a las dimensiones del panel y su ubicación en el terreno, de tal forma que se mantengan las distancias (horizontal y vertical) al borde de la calzada indicado en el numeral 2.1.11 del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

Los postes serán de una sola pieza, no admitiéndose traslapes, soldaduras, uniones ni añadiduras

(a) Postes de Concreto

Los postes de concreto Portland tendrán las dimensiones y refuerzo indicados en los planos. Serán de concreto con una Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 175 Kg/cm².

El acabado y pintura del poste será de acuerdo a lo indicado en los planos y en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras. El pintado de los mismos se efectuará de acuerdo a lo establecido en el Manual de Especificaciones Técnicas de Calidad para Pinturas de Tráfico (Resolución Direct. N° 851-98-MTC/15.17)

La cimentación del poste tendrá las dimensiones indicadas en los planos y Expediente Técnico del proyecto.

(b) Postes de Fierro

Los postes de fierro podrán ser de tubos circulares de fierro negro o de perfiles metálicos.

La forma, dimensiones, color y cimentación deberá ser indicados en los planos y documentos del proyecto.

El pintado de los mismos se efectuará igualmente de acuerdo a las Especificaciones Técnicas de Calidad de Pinturas par Obras Viales (Resol. Direct. N° 851-98-MTC/15.17).

El espesor de los elementos metálicos no debe ser menor de dos milímetros (2 mm.) y en el caso de tubos el diámetro exterior será no menor de cincuenta milímetros (50 mm.).

(c) Poste de Madera

Se utilizarán postes de madera en zonas del país en que su utilización sea más económica que los postes de concreto o fierro. El poste, de preferencia tendrá sección cuadrada.

El tipo de madera, forma y dimensiones del poste serán indicadas en los planos y Expediente Técnico del proyecto.

Previa a su instalación los postes serán sometidos a un tratamiento con preservantes indicados en el proyecto que los protejan del clima e infestaciones.

Los postes de madera se pintarán de acuerdo a lo establecido en las Especificaciones Técnicas de Calidad de Pinturas para Obras Viales (Resol. Direct. N°851-99-MTC/15.17).

ESTRUCTURAS DE SOPORTE

Las estructuras se utilizarán generalmente para servir de soporte a las señales informativas que tengan un área mayor de 1,2 m² con la mayor dimensión medida en forma horizontal.

Las estructuras serán diseñadas de acuerdo a la dimensión, ubicación y tipo de los paneles de las señales, así como los sistemas de sujeción a la estructura, cimentación y montaje, todo lo que debe ser indicado en los planos y documentos del proyecto.

Las estructuras serán metálicas conformadas por tubos y perfiles de fierro negro. Los tubos tendrán un diámetro exterior no menor de setenta y cinco milímetros (75 mm.), y un espesor de paredes no menor de dos milímetros (2 mm.) serán limpiados, desengrasados y no presentarán ningún óxido antes de aplicar dos capas de pintura anticorrosiva y dos capas de esmalte color gris.

Similar tratamiento se dará a los perfiles metálicos u otros elementos que se utilicen en la conformación de la estructura.

MATERIAL RETROREFLECTIVO

El material retroreflectivo debe responder a los requerimientos de la Especificación ASTM D-4956 y a los que se dan en esta especificación.

Este tipo de material es el que va colocado por adherencia en los paneles para conformar una señal de tránsito visible sobre todo en las noches por la incidencia de los faros de los vehículos sobre la señal.

Todas las láminas retro reflectivas deben permitir el proceso de aplicación por serigrafía con tintas compatibles con la lámina y recomendados por el fabricante. No se permitirá en las señales el uso de cintas adhesivas vinílicas para los símbolos y mensajes.

(a) TIPOS DE MATERIAL RETROREFLECTIVO

Los tipos de material retro reflectivo que se utilizarán para uso en las señales de tránsito y otros dispositivos de señalización son los siguientes:

(a.1) Tipo I

Conformado por una lámina retro reflectiva de mediana intensidad que contiene microesferas de vidrio dentro de su estructura. Este tipo generalmente es conocido como “Grado Ingeniería”.

Uso: Se utiliza este material en señales permanentes de tránsito de caminos rurales y caminos de bajo flujo de tránsito, señalización de zonas en construcción (temporal) y delineadores.

(a.2) Tipo III

Conformado por una lámina retro reflectiva de alta intensidad que contiene microesferas de vidrio encapsuladas dentro de su estructura.

Uso: Se utiliza en señalización permanente, señalización de zonas en construcción (temporal) y delineadores.

(a.3) Tipo IV

Conformado por una lámina retro reflectiva de alta intensidad que contiene elementos micro prismáticos no metalizados dentro de su estructura.

Uso: Se utiliza en substratos plásticos recuperables tales como: tambores, tubos y postes empleados en zonas de construcción y mantenimiento.

(a.4) Tipo V

Conformado por una lámina retro reflectiva de super alta intensidad que contiene elementos micro prismáticos metalizados dentro de su estructura.

Uso: Se utiliza en zonas de construcción (temporal) y delineadores.

(a.5) Tipo VI

Conformado por una lámina retro reflectiva flexible de gran intensidad sin adhesivo en su cara posterior que contiene material retro reflectivo micro prismático vinílico.

Uso: Se utiliza en señalización temporal para zonas en construcción, collares para conos y otros dispositivos.

(a.6) Tipo VII

Conformado por una lámina retro reflectiva de lentes prismáticos de gran brillantez y gran angularidad con funcionamiento optimizado sobre un rango amplio de ángulos de observación.

Uso: Se utiliza en señalización permanente para vías de alta velocidad, vías que presenten curvas pronunciadas y puntos negros (de alto índice de accidentes de tránsito).

(a.7) Tipo VIII

Conformado por una lámina retro reflectiva de lentes prismáticos de gran brillantez y gran angularidad con funcionamiento optimizado sobre ángulos extensos de entrada.

Uso: Se utiliza en señalización permanente para vías de alta velocidad que no presenten curvas pronunciadas.

Los planos y documentos del proyecto deben indicar el tipo de material retro reflectivo a utilizar en cada una de las señales que se diseñen para un determinado proyecto. Para garantizar la duración uniforme de la señal, no se permitirá el empleo en una misma señal, cualquiera que ésta sea, de dos o más tipos de materiales retro reflectivos diferentes.

(b) CONDICIONES PARA LOS ENSAYOS DE CALIDAD

Las pruebas de calidad que se indican en la presente especificación referente a **Requisitos de Calidad Funcional para Material Retro reflectivo** cuando sean aplicables para láminas sin adherir o adheridas al panel de prueba deben ser efectuadas bajo las siguientes condiciones:

(b.1) Temperatura y Humedad

Los especímenes de pruebas deben ser acondicionados o montados veinticuatro horas (24 h) antes de las pruebas a temperatura de veintitrés más o menos 2 grados centígrados ($23 \pm 2^{\circ}\text{C}$) y a una humedad relativa de cincuenta más o menos dos por ciento ($50 \pm 2\%$).

(b.2) Panel de Prueba

Cuando las pruebas requieran que la lámina sea adherida a un panel, éste debe ser del tipo indicado en la presente especificación referente a **Paneles de Aluminio**. El panel debe tener una dimensión de doscientos milímetros de lado (200 x 200 mm.) y un espesor de 1.6 mm.

La superficie del panel en que se adhiere la lámina será desengrasada y pulida cada vez que se efectúe algún ensayo. La adherencia de la lámina al panel debe ser efectuada según recomendaciones del fabricante.

(c) REQUISITOS DE CALIDAD FUNCIONAL

(c.1) Coeficiente de Retro reflectividad

En la Tabla de Coeficientes Mínimos de Retro reflectividad (ASTMD – 4956) se presentan los valores mínimos del coeficiente de retro reflectividad que deben cumplir los diferentes tipos de láminas retro reflectivas de acuerdo a su color, al ángulo de entrada y al ángulo de observación.

Los valores del coeficiente de retro reflectividad de las láminas retro reflectivas serán determinados según la Norma ASTM E-810 y certificados por el fabricante.

(c.2) Resistencia a la intemperie

Una vez aplicada la lámina retro reflectiva al panel, deberá ser resistente a las condiciones atmosféricas y cambios de clima y temperatura.

Una señal completa expuesta a la intemperie durante siete (7) días no deberá mostrar pérdida de color, fisuramiento, picaduras, ampollamientos ni ondulaciones.

(c.3) Adherencia

La cara posterior de la lámina que contiene el adhesivo para aplicarlo al panel de las señales será de la Clase 1 de la clasificación 4.3 de la norma ASTM D-4956, es decir un adhesivo sensible a la aplicación por presión, no requiriendo calor, solventes u otra preparación para adherir la lámina a una superficie lisa y limpia.

El protector posterior de la lámina debe permitir una remoción fácil sin necesidad de embeberla en agua u otras soluciones y a la vez no deberá remover, romper o disturbar ninguna parte del adhesivo de la lámina al retirar el protector.

Para probar la capacidad de adherencia de la Lámina Retro reflectiva al panel de prueba preparado según la presente especificación referente a **Temperatura y Humedad, Panel de Prueba del Material Retro reflectivo**, se adherirá al panel una longitud de cien milímetros (100 mm.) de una cinta de doscientos por ciento cincuenta milímetros (200 mm. x 150 mm.).

Al espacio libre no adherido se le aplica un peso de setecientos noventa gramos (790 gr.) para adhesivo de la lámina clase 1, 2 y 3 y de cuatrocientos cincuenta gramos (450 gr.) para adhesivos clase 4, dejando el peso suspendido a 90° respecto a la placa durante cinco minutos (5 min.).

Bajo estas condiciones al final del período de carga, la lámina no deberá mostrar desprendimiento en la zona adherida mayor a cincuenta y un milímetros (51 mm.).

(c.4) Flexibilidad

Enrollar la lámina retro reflectiva en 1 segundo (1 s.) alrededor de un mandril de 3,2 mm. con el adhesivo en contacto con el mandril. Para facilitar la prueba espolvorear talco en el adhesivo para impedir la adhesión al mandril.

El espécimen a probar será de siete por veintitrés milímetros (7 mm. x 23 mm.). la lámina ensayada será lo suficientemente flexible para no mostrar fisuras después del ensayo.

(c.5) Variación de dimensiones

Una lámina retro reflectiva de veintitrés milímetros por lado (23 mm. x 23 mm.) con su protector de adherencia debe ser preparado bajo las condiciones indicadas en la presente especificación referente a **Temperatura y Humedad del Material Retro reflectivo** y sometido a ellas durante una hora (1 h.).

Transcurrido este tiempo remover el protector del adhesivo y colocar la lámina sobre una superficie plana con el adhesivo hacia arriba. Diez minutos (10 min.) después de quitar el protector y nuevamente después de veinticuatro horas (24 h.) medir la lámina para determinar la variación de las dimensiones iniciales que no deben ser para cualquier dimensión mayores de 0,8 mm. en diez minutos de prueba y de 3,2 mm. en veinticuatro horas.

(c.6) Resistencia al Impacto

Aplicar una lámina retro reflectiva de ochenta por ciento treinta milímetros (80 x 130 mm.) a un panel de prueba, según lo indicado en la según la presente especificación referente a **Panel de Prueba del Material Retro reflectivo**. Someter la lámina al impacto de un elemento con peso de novecientos gramos (900 g.) y un diámetro en la punta de dieciséis milímetros (16 mm.) soltado desde una altura suficiente para aplicar a la lámina un impacto de once y medio kilogramos centímetro (11,5 kg. cm.). La lámina retro reflectiva no deberá mostrar agrietamiento o descascaramiento en el área de impacto o fuera de ésta.

Equipo

La entidad ejecutora deberá disponer del equipo y herramientas necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

Requerimientos de Construcción

Generalidades

La fabricación de las señales de tránsito deberá efectuarse considerando el tipo y calidad de los materiales indicados en las presentes especificaciones referente a

Paneles para Señales, Postes de Soporte, Estructuras de Soporte y Material Retro reflectivo.

Antes de iniciar la fabricación de las señales, el Supervisor deberá definir, de acuerdo a los planos y documentos del proyecto, la ubicación definitiva de cada una de las señales, de tal forma que se respeten las distancias con respecto al pavimento que se hallan en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para calles y carreteras del MTC y se fabriquen adecuadamente todos los dispositivos necesarios.

la entidad ejecutora entregará al Supervisor para su aprobación una lista definitiva de las señales y dispositivos considerando las condiciones físicas del emplazamiento de cada señal.

El material retro reflectivo que se coloque en los paneles será en láminas de una sola pieza, así como los símbolos y letras. No se permitirá la unión, despiece y traslapes de material, exceptuando de esta disposición solo los marcos y el fondo de las señales de información.

➤ **Excavación y Cimentación**

la entidad ejecutora efectuará las excavaciones para la cimentación de la instalación de las señales verticales de tránsito de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos y documentos del proyecto.

Con el fin de evitar que la señal quede a una altura menor a la especificada, sobre todo cuando se instala en taludes de rellenos, la profundidad de la excavación deberá ser también indicada en los planos y documentos del proyecto, pudiendo sobre elevarse la cimentación con encofrados de altura necesaria para que al vaciar el concreto la señal quede correctamente cimentada, estabilizada y presente la altura especificada.

La cimentación de postes y estructuras de soporte se efectuará con un concreto ciclópeo (agregado ciclópeo, en proporción de 30% del volumen total, como máximo) con Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 140 Kg/cm² y la sobreelevación para estructuras de soporte será con un concreto con Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 175 Kg/cm².

Se acepta para dar verticalidad y rigidez a los postes y soportes que se usen en la cimentación, dos capas de piedra de diez centímetros (10 cm.) de tamaño máximo, antes de vaciar el concreto.

➤ **Instalación**

El plano de la señal debe formar con el eje de la vía un ángulo comprendido entre setenta y cinco grados (75°) y noventa grados (90°).

Las señales por lo general se instalarán en el lado derecho de la vía, considerando el sentido del tránsito. Excepcionalmente, en el caso de señales informativas, podrán tener otra ubicación justificada por la imposibilidad material de instalarla a la derecha de la vía.

Adicionalmente a las distancias del borde y altura con respecto al borde de calzada indicado en el numeral 2.1.11 del Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC, los postes y estructuras de soporte de las señales serán diseñadas de tal forma que la altura de las señales medidas desde la cota del borde de la calzada hasta el borde inferior de la señal no sea menor de 1,20 m. ni mayor de 1,80 m. para el caso de señales colocadas lateralmente.

La separación mínima entre señales verticales de tránsito a lo largo de la vía será de cincuenta metros (50 m.), exceptuando intersecciones y accesos. Cuando sea estrictamente indispensable instalar varias señales en un sector y no exista suficiente longitud para cumplir con esta separación mínima se utilizarán señales dobles. caso de existir señales antiguas o instaladas anteriormente serán removidas incluyendo los soportes y entregados al Supervisor.

la entidad ejecutora instalará las señales de manera que el poste y las estructuras de soporte presenten absoluta verticalidad.

El sistema de sujeción de los paneles a los postes y soportes debe ser de acuerdo a lo indicado en los planos y documentos del proyecto.

➤ **Limitaciones en la ejecución**

No se permitirá la instalación de señales verticales de tránsito en instantes de lluvias, ni cuando haya agua retenida en las excavaciones o el fondo de esta se encuentre muy húmedo a juicio del Supervisor. Toda agua deberá ser removida antes de efectuar la cimentación e instalación de la señal.

En un proyecto, los postes de soporte serán de un solo tipo de material.

➤ **Aceptación de los Trabajos.**

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

(a) Controles

Durante la fabricación e instalación de las señales y dispositivos el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por la entidad ejecutora.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito según requerimientos de la especificación MANTENIMIENTO DE TRANSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que todos los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos en las en las presentes especificaciones referente a **Paneles para Señales, Postes de Soporte, Estructuras de Soporte y Material retro reflectivo**.
- Verificar los valores de retro reflectividad con un retroreflectómetro tipo ART 920 o aparato similar que mida directamente los valores en unidades de candela. lux -1 .m -2 indicados en la Tabla de Coeficientes Mínimos de Retro reflectividad (ASTMD – 4956)
- Evaluar y medir para efectos de pago las señales correctamente fabricadas e instaladas.

(b) Calidad de los materiales

No se admiten tolerancias en relación con los requisitos establecidos en las presentes especificaciones referente a Paneles para Señales, Postes de Soporte, Estructuras de Soporte y Material retro reflectivo para los diversos materiales que conforman las señales, su soporte y su cimentación.

Las señales verticales de tránsito solo se aceptarán si su instalación está en un todo de acuerdo con las indicaciones de los planos y de la presente especificación. Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deberán ser subsanadas por la entidad ejecutora a plena satisfacción del Supervisor.

(b.1) Calidad del Material Retro reflectivo

La calidad del material retro reflectivo será evaluada y aceptada de acuerdo a lo indicado en la Subsección 04.11(a) de las Disposiciones generales y con la certificación del fabricante que garantice el cumplimiento de todas las exigencias de calidad de los paneles y del material retro reflectivo.

El Supervisor a su criterio y de considerarlo conveniente podrá efectuar pruebas de cada lote de producción que se entregue en obra, para lo cual

la entidad ejecutora proveerá el panel de prueba que se indica en la presente especificación referente a **Panel de Prueba del Material Retro reflectivo** y el material retro reflectivo necesario para los ensayos, que deberá ser del mismo tipo, marca y procedencia que el lote entregado. Se considera como un lote representativo la cantidad de 50 señales de cada tipo y un (1) ensayo del material por cada lote y tipo de material.

(b.2) Paneles

Para el ensayo de los paneles si el Supervisor lo considera necesario seguirá lo indicado en la presente especificación referente a **Paneles para Señales** y se ensayarán tres (3) paneles por cada lote de 50 señales con todas las pruebas exigidas en dicha Subsección de acuerdo al tipo de panel diseñado. Para la prueba de impacto en el caso de paneles de fibra de vidrio, la entidad ejecutora proveerá tres paneles de las dimensiones indicadas en la presente especificación **referente a Resistencia al Impacto**, sin lámina retro reflectiva del mismo espesor, refuerzo y características que los entregados en el lote. De estos tres paneles se probará uno de ellos al impacto y se considerará a éste como representativo de todo el lote. En caso de fallar el primer panel se probará con otro y de fallar este se probará el tercero. De fallar los tres paneles se rechazará todo el lote presentado.

Con un panel que pase la prueba de impacto se aceptará el lote. Para los otros ensayos no se aceptará ninguna tolerancia.

(b.3) Instalación

La instalación de las señales será evaluada y aceptada según lo indicado en la Subsección 04.11(a) y 04.11(b) de las Disposiciones Generales.

(b. 4) Concreto y Refuerzo

El concreto utilizado en los dispositivos de señalización será evaluado y aceptado según lo indicado en la especificación de Concreto y el acero de refuerzo empleado será evaluado y aceptado de acuerdo a lo indicado en la especificación de Acero de refuerzo de estas especificaciones.

Medición

Las señales de tránsito se medirán de la siguiente forma:

- a) Por unidad, las señales de prevención de reglamentación y aquellas otras que tengan área menor de 1,2 m² con la mayor dimensión instalada en forma vertical.
- b) Por metro cuadrado las señales de información y aquellas que tengan área mayor de 1,2 m² instalada con la mayor dimensión en forma horizontal.
- c) Los postes de soporte por unidad.
- d) Las estructuras de soporte por metro lineal de tubos empleados.
- e) La cimentación de los postes y de las estructuras de soporte por metro cúbico de concreto de acuerdo a la calidad del concreto utilizado según diseño y especificación.

La armadura de refuerzo de fierro en los postes y cimentaciones no será medida.

La excavación para la instalación no será medida.

06.01.01 SEÑALES PREVENTIVAS

Descripción

Las señales preventivas constituyen parte de la Señalización Vertical Permanente.

Las señales preventivas se usarán para indicar con anticipación, la aproximación de ciertas condiciones de la vía o concurrentes a ella que implican un peligro real o potencial que puede ser evitado disminuyendo la velocidad del vehículo o tomando ciertas precauciones necesarias.

Se incluye también en este tipo de señales las de carácter de conservación ambiental como la presencia de zonas de cruce de animales silvestres ó domésticos.

La forma, dimensiones, colocación y ubicación a utilizar en la fabricación de las señales preventivas se halla en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC y la relación de señales a instalar será la indicada en los planos y documentos del Expediente Técnico.

La fabricación, materiales, exigencias de calidad, pruebas, ensayos e instalación son los que se indican en las presentes Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente.

Materiales

Los materiales a emplear en las señales serán los que indiquen los planos y documentos del Expediente Técnico. Los materiales serán concordantes con algunos de los siguientes:

Paneles: Según lo indicado en las presentes Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente, referente a Paneles para Señales.

Material Retro reflectivo: Según lo indicado en las presentes Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente, referente a Material retro reflectivo.

Cimentación: Según lo indicado en las presentes Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente, referente a Excavación y Cimentación.

Equipo

la entidad ejecutora deberá disponer del equipo y herramientas necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

Preparación de señales preventivas

Según lo indicado en las Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente de estas especificaciones, referente a Requerimientos de Construcción, según corresponda.

La fabricación de las señales de tránsito deberá efectuarse considerando el tipo y calidad de los materiales especificados en las Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente.

Se confeccionarán en plancha de fibra de vidrio de 4mm. De espesor, con una cara de textura similar al vidrio, de las medidas indicadas en los planos, el fondo de la señal irá con material reflectorizante alta intensidad amarillo, el símbolo y el borde del marco serán pintados con tinta xerográfica color negro y se aplicará con el sistema de serigrafía, además, a parte posterior de todos los paneles se pintará con dos manos de pintura esmalte color negro.

El panel de la señal será reforzado con platinas embebidas en la fibra de vidrio según se detalla en los planos.

Postes de Fijación de Señales

Los postes de concreto portland tendrán las dimensiones y refuerzo indicados en los planos, según lo dispuesto en las presentes Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente, referente a **Postes de Concreto**.

Los postes de fijación serán de concreto, con una Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 175 Kg/cm², tal como se indica en los planos, y serán pintados en fajas de 0.50 m. con esmalte de color negro y blanco; previamente se pasará una mano de pintura imprimante.

Todas las señales deberán fijarse a los postes con pernos tuercas y arandelas galvanizadas.

Cimentación de los Postes

la entidad ejecutora efectuará las excavaciones para la cimentación de la instalación de las señales verticales de tránsito de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos y documentos del proyecto. Tendrá en cuenta lo indicado en las presentes Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente, referente a **Excavación y Cimentación**.

Las señales preventivas tendrán una cimentación con concreto ciclópeo (agregado ciclópeo, en proporción de 30% del volumen total, como máximo) con Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 175 Kg/cm² y dimensiones de 0.60 m. x 0.60 m. x 0.30 m. de profundidad de acuerdo al detalle del plano respectivo.

Medición

El método de medición es por unidad de señal, incluido poste (unidad) y cimentación, colocado y aceptado por el Ingeniero Supervisor.

La armadura de refuerzo de fierro en los postes y cimentaciones no será medida.

La excavación para la instalación no será medida.

	Ítem de pago	Unidad de pago
06.01.01	Señal preventiva	und

06.01.02 SEÑALES REGULADORAS

Descripción

Las señales reguladoras constituyen parte de la Señalización Vertical Permanente. Se utilizan para indicar a los usuarios las limitaciones o restricciones que gobiernan el uso de la vía y cuyo incumplimiento constituye una violación al Reglamento de la Circulación Vehicular.

La forma, dimensiones, colocación y ubicación a utilizar en la fabricación de las señales preventivas se halla en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito

Automotor para Calles y Carreteras del MTC y la relación de señales a instalar será la indicada en los planos y documentos del Expediente Técnico.

La fabricación, materiales, exigencias de calidad, pruebas, ensayos e instalación son los que se indican en las presentes Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente.

Materiales

Los materiales a emplear en las señales serán los que indiquen los planos y documentos del Expediente Técnico. Los materiales serán concordantes con algunos de los siguientes:

Paneles: Según lo indicado en las presentes Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente, referente a Paneles para Señales.

Material Retro reflectivo: Según lo indicado en las presentes Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente, referente a Material retro reflectivo.

Cimentación: Según lo indicado en las presentes Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente, referente a **Excavación y Cimentación.**

Equipo

la entidad ejecutora deberá disponer del equipo y herramientas necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

Preparación de las señales reguladoras

Según lo indicado en las Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente de estas especificaciones, referente a Requerimientos de Construcción, según corresponda.

La fabricación de las señales de tránsito deberá efectuarse considerando el tipo y calidad de los materiales especificados en las Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente.

Se confeccionarán con planchas de fibra de vidrio de 4 mm. De espesor, con una cara de textura similar al vidrio, el tamaño será el indicado en los planos de señalización, el fondo de la señal irá con material reflectorizante altas intensidad color blanco, círculo rojo con tinta xerográfica transparente, las letras, números, símbolos y marcas,

serán pintados con tinta xerográfica color negro. Se utilizará el sistema de serigrafía. La parte posterior de todos los paneles se pintará con dos manos de pintura esmalte color negro.

Postes de Fijación de Señales

Los postes de concreto portland tendrán las dimensiones y refuerzo indicados en los planos, según lo dispuesto en las presentes Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente, referente a **Postes de Concreto**.

Los postes de fijación serán de concreto, con una Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 175 Kg/cm², tal como se indica en los planos, y serán pintados en fajas de 0.50 m. con esmalte de color negro y blanco; previamente se pasará una mano de pintura imprimante.

Todas las señales deberán fijarse a los postes con pernos tuercas y arandelas galvanizadas. Todas las señales deberán fijarse a los postes con pernos, tuercas y arandelas galvanizadas.

Cimentación de los Postes

la entidad ejecutora efectuará las excavaciones para la cimentación de la instalación de las señales verticales de tránsito de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos y documentos del proyecto. Tendrá en cuenta lo indicado en las presentes Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente, referente a **Excavación y Cimentación**.

Las señales preventivas tendrán una cimentación con concreto ciclópeo (agregado ciclópeo, en proporción de 30% del volumen total, como máximo) con Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 140 Kg/cm² y dimensiones de 0.60 m. x 0.60 m. x 0.30 m. de profundidad de acuerdo al detalle del plano respectivo.

Medición

La medición es por unidad de señal incluido poste unidad (und), y cimentación colocado y aceptado por el Ingeniero Supervisor.

	Ítem de pago	Unidad de pago
06.01.02	Señales reguladoras.	und

06.01.03 PANEL INFORMATIVO (SEÑALES INFORMATIVAS).**Descripción**

Las señales informativas se usan para guiar al conductor a través de una ruta determinada, dirigiéndolo al lugar de su destino. Así mismo se usan para destacar lugares notables (ciudades, ríos, lugares históricos, etc.) y dar en general cualquier información que pueda ayudar en la forma más simple y directa.

La forma, dimensiones, colocación y ubicación a utilizar en la fabricación de las señales informativas se hallan en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC y la relación de señales a instalar será la indicada en los planos y documentos del Expediente Técnico.

La fabricación, materiales, exigencias de calidad, pruebas, ensayos e instalación son los que se indican en las presentes Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente.

Materiales

Los materiales a emplear en las señales serán los que indiquen los planos y documentos del Expediente Técnico.

Equipo

La entidad ejecutora deberá disponer del equipo y herramientas necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

Preparación de las señales informativas

La fabricación de las señales de tránsito deberá efectuarse considerando el tipo y calidad de los materiales.

Se confeccionarán con planchas de fibra de vidrio de 4 mm. De espesor, con una cara de textura similar al vidrio, el tamaño será el indicado en los planos de señalización, el fondo de la señal irá con material reflectorizante altas intensidad.

La parte posterior de todos los paneles se pintará con dos manos de pintura esmalte color negro.

Postes de Fijación de Señales

Los postes de concreto portland tendrán las dimensiones y refuerzo indicados en los planos, según lo dispuesto en las presentes Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente, referente a Postes de Concreto.

Los postes de fijación serán de concreto, con una Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 175 Kg./cm², tal como se indica en los planos, y serán pintados en fajas de 0.50 m. con esmalte de color negro y blanco; previamente se pasará una mano de pintura imprimante.

Todas las señales deberán fijarse a los postes con pernos tuercas y arandelas galvanizadas.

Todas las señales deberán fijarse a los postes con pernos, tuercas y arandelas galvanizadas.

Cimentación de los Postes

la entidad ejecutora efectuará las excavaciones para la cimentación de la instalación de las señales verticales de tránsito de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos y documentos del proyecto. Tendrá en cuenta lo indicado en las presentes Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente, referente a Excavación y Cimentación.

Las señales preventivas tendrán una cimentación con concreto ciclópeo (agregado ciclópeo, en proporción de 30% del volumen total, como máximo) con Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 140 Kg./cm² y dimensiones de 0.60 m. x 0.60 m. x 0.30 m. de profundidad de acuerdo al detalle del plano respectivo.

Medición

La medición es por unidad de señal incluido poste unidad (und), y cimentación colocado y aceptado por el Ingeniero Supervisor.

	Ítem de pago	Unidad de pago
06.01.03	Panel informativo (señales informativas)	und

06.01.04 ESTRUCTURA DE SOPORTE TUB D=3" (SEÑALES INFORMATIVAS).

Descripción

Postes de soporte

Los postes son los elementos sobre los que van montados los paneles con las señales que tengan área menor de 1,2 m². con su mayor dimensión medidas en forma vertical. El poste tendrá las características, material, forma y dimensiones que se indican en los planos y documentos del proyecto. Los postes serán cimentados en el terreno y podrán ser fabricados en concreto, fierro y madera.

Los postes deberán ser diseñados con una longitud suficiente de acuerdo a las dimensiones del panel y su ubicación en el terreno, de tal forma que se mantengan las distancias (horizontal y vertical) al borde de la calzada indicado en el numeral 2.1.11 del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

Los postes serán de una sola pieza, no admitiéndose traslapes, soldaduras, uniones ni añadiduras

Postes de Fierro

Los postes de fierro podrán ser de tubos circulares de fierro negro o de perfiles metálicos de diámetro de 3".

La forma, dimensiones, color y cimentación deberá ser indicados en los planos y documentos del proyecto.

El pintado de los mismos se efectuará igualmente de acuerdo a las Especificaciones Técnicas de Calidad de Pinturas par Obras Viales (Resol. Direct. N° 851-98-MTC/15.17.-).

El espesor de los elementos metálicos no debe ser menor de dos milímetros (2 mm.) y en el caso de tubos el diámetro exterior será no menor de cincuenta milímetros (50 mm).

Estructuras de soporte

Las estructuras se utilizarán generalmente para servir de soporte a las señales informativas que tengan un área mayor de 1,2 m² con la mayor dimensión medida en forma horizontal.

Las estructuras serán diseñadas de acuerdo a la dimensión, ubicación y tipo de los paneles de las señales, así como los sistemas de sujeción a la estructura, cimentación y montaje, todo lo que debe ser indicado en los planos y documentos del proyecto.

Las estructuras serán metálicas conformadas por tubos y perfiles de fierro negro. Los tubos tendrán un diámetro exterior no menor de setenta y cinco milímetros (75 mm.), y un espesor de paredes no menor de dos milímetros (2 mm.) serán limpiados, desengrasados y no presentarán ningún óxido antes de aplicar dos capas de pintura anticorrosiva y dos capas de esmalte color gris.

Similar tratamiento se dará a los perfiles metálicos u otros elementos que se utilicen en la conformación de la estructura.

Medición

La medición es por metro lineal de la tubería de acero de 3" (ml), y cimentación colocado y aceptado por el Ingeniero Supervisor.

	Ítem de pago	Unidad de pago
06.01.04	Estructura de soporte tub d=3" (señales informativas)	ml

06.01.05 CIMENTACIÓN Y MONTAJE SEÑAL INFORMATIVA (SEÑALES INFORMATIVAS).

Descripción

Excavación y Cimentación

la entidad ejecutora efectuará las excavaciones para la cimentación de la instalación de las señales verticales de tránsito de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos y documentos del proyecto.

Con el fin de evitar que la señal quede a una altura menor a la especificada, sobre todo cuando se instala en taludes de rellenos, la profundidad de la excavación deberá ser también indicada en los planos y documentos del proyecto, pudiendo sobre elevarse la cimentación con encofrados de altura necesaria para que al vaciar el concreto la señal quede correctamente cimentada, estabilizada y presente la altura especificada.

La cimentación de postes y estructuras de soporte se efectuará con un concreto ciclópeo (agregado ciclópeo, en proporción de 30% del volumen total, como máximo) con Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 140 Kg/cm² y la sobreelevación para estructuras de soporte será con un concreto con Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 175 Kg/cm².

Se acepta para dar verticalidad y rigidez a los postes y soportes que se usen en la cimentación, dos capas de piedra de diez centímetros (10 cm.) de tamaño máximo, antes de vaciar el concreto.

Instalación

El plano de la señal debe formar con el eje de la vía un ángulo comprendido entre setenta y cinco grados (75°) y noventa grados (90°).

Las señales por lo general se instalarán en el lado derecho de la vía, considerando el sentido del tránsito. Excepcionalmente, en el caso de señales informativas, podrán tener otra ubicación justificada por la imposibilidad material de instalarla a la derecha de la vía.

Adicionalmente a las distancias del borde y altura con respecto al borde de calzada indicado en el numeral 2.1.11 del Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC, los postes y estructuras de soporte de las señales serán diseñadas de tal forma que la altura de las señales medidas desde la cota del borde de la calzada hasta el borde inferior de la señal no sea menor de 1,20 m. ni mayor de 1,80 m. para el caso de señales colocadas lateralmente.

La separación mínima entre señales verticales de tránsito a lo largo de la vía será de cincuenta metros (50 m.), exceptuando intersecciones y accesos. Cuando sea estrictamente indispensable instalar varias señales en un sector y no exista suficiente longitud para cumplir con esta separación mínima se utilizarán señales dobles. caso de existir señales antiguas o instaladas anteriormente serán removidas incluyendo los soportes y entregados al Supervisor.

la entidad ejecutora instalará las señales de manera que el poste y las estructuras de soporte presenten absoluta verticalidad.

El sistema de sujeción de los paneles a los postes y soportes debe ser de acuerdo a lo indicado en los planos y documentos del proyecto.

Medición

La medición de cimentación y montaje de señal informativa se mide por metro lineal(ml).

	Ítem de pago	Unidad de pago
06.01.05	Cimentación y montaje señal informativa (señales informativas)	ml

06.01.06 MARCAS PERMANENTES EN EL PAVIMENTO.

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte y aplicación de marcas permanentes sobre un pavimento terminado. Son elementos que permiten fijar los anchos útiles de la vía sobre todo en horario nocturno.

Las marcas a aplicar en el pavimento sirven para delimitar los bordes de pista, separar los carriles de circulación en autopistas y el eje de la vía en carreteras bidireccionales de una sola pista. También tiene por finalidad resaltar y delimitar las zonas con restricción de adelantamiento.

El diseño de las marcas en el pavimento, dimensiones, tipo de pintura y colores a utilizar deberá estar de acuerdo a los planos y documentos del proyecto, el Manual

de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC y a las disposiciones del Supervisor.

Este trabajo consistirá en el pintado de marcas de tránsito sobre el área pavimentada terminada, de acuerdo con estas especificaciones y en las ubicaciones dadas, con las dimensiones que muestran los planos, indicados por el Supervisor.

Los detalles que no estuviesen indicados en los planos deberán estar conformes con el Manual de Señalización del MTC:

Materiales

Pintura a emplear en marcas viales

Las marcas permanentes serán del Tipo II: Marcas retro reflectiva con pintura de tráfico con base de agua 100% Acrílico.

La pintura deberá ser pintura de tránsito blanca en los bordes y señales en el pavimento y amarilla en el eje de la vía de acuerdo a lo indicado en los planos o a lo que ordene el Supervisor, adecuada para superficies pavimentadas.

Retro reflectividad de las pinturas de tránsito

La retro reflectividad de las pinturas con la finalidad de que las marcas en el pavimento mejoren su visibilidad durante las noches o bajo condiciones de oscuridad o neblina, se consigue por medio de la aplicación de microesferas de vidrio que pueden ser premezcladas ó post mezcladas con la pintura y que deben reunir las características de calidad y tamaño que se dan en la presente especificación referente a **Microesferas de Vidrio.**

1. Pintura de tráfico con base de agua, 100% acrílico (Tipo II)

La pintura de tránsito con base de agua está conformada por el 100% de polímero acrílico y debe ser una mezcla lista para ser usada sobre pavimento asfáltico o de concreto portland. Sus cualidades deben estar acordes con las exigidas para pintura de tráfico de secado rápido cuya formulación debe obedecer los requerimientos que se hallan contenidos en las "Especificaciones Técnicas de pinturas para obras viales" aprobadas por la Dirección General de Caminos con R.D. N° 851-98-MTC/15.17.

(a) Composición

La formulación del material debe ser determinado por el fabricante, teniendo en consideración la Tabla de Requerimientos de Calidad de las Pinturas en base de agua.

Tabla de Requerimientos de Calidad de las Pinturas en base de agua

Características	Pintura blanca o amarilla	
	Mínimo	Máximo
(1) Pigmento (% de masa)	45	55
(2) Vehículo No Volátil (% por masa)	40	-
(3) Plomo, Cromo, Cadmio o Bario	0%	-
(4) Compuestos orgánicos volátiles (g/L)	-	250
(5) Densidad (g/L)	1440	-
(6) Viscosidad (Unidades Krebs)	75	90
(7) Tiempo de secado al tráfico (minutos)	-	10
(8) Tiempo de secado al tacto (segundos)	-	90
(9) Estabilidad al helado/deshelado (unidades Krebs)	-	± 5
(10) Flexibilidad	Sin marcas o escamas	Sin marcas o escamas
(11) Opacidad	0,96	-
(12) Sangrado	0,96	-
(13) Resistencia a la Abrasión (ciclos/mín.)	300	-
(14) Disminución en la resistencia de restregado (%)	-	10

(b) Reflectancia Diurna

Con respecto a óxido de magnesio standard.

- 84% para pintura blanca.
- 55% para pintura amarilla.

La pintura a utilizar contendrá microesferas de vidrio, a continuación, se describe sus características.

2. Microesferas de vidrio

Las microesferas de vidrio constituyen el material que aplicado a las pinturas de tránsito producen su retro reflectividad por la incidencia de las luces de los vehículos mejorando la visibilidad nocturna o condiciones de restricciones de iluminación como los producidos por agentes atmosféricos. La aplicación de las microesferas se hará por esparcido sobre la pintura.

Deben cumplir los requerimientos establecidos en las Especificaciones Técnicas de Calidad de Materiales para uso en señalización de Obras Viales (Resol. Direc. N°539-99-MTC/15.17).

Requisitos para microesferas de vidrio

Características técnicas evaluadas		Especificaciones				
01	% Granulometría	I	II	III	IV	V
	(material que pasa)					
	Tamiz N° 8					100
	Tamiz N° 10				100	95-100
	Tamiz N° 12			100	95-100	80-95
	Tamiz N° 14			95-100	80-95	10-40
	Tamiz N° 16			80-95	10-40	0-5
	Tamiz N° 18			10-40	0-5	0-2
	Tamiz N° 20	100		0-5	0-2	
	Tamiz N° 30	75-95	100	0-2		
	Tamiz N° 40		90-100			
	Tamiz N° 50	15-35	50-75			
	Tamiz N° 80		0-5			
	Tamiz N° 100	0-5				
02	Flotación (%)	90 min				
03	Índice de refracción	1.50 – 1.55				
04	Resistencia a la abrasión(lbs) (Ret. Malla Nro. 40)	30 min				
05	Redondez (%)	70 min				
06	Resistencia a la humedad	Las esferas no deben absorber humedad durante su almacenamiento. Ellos deben permanecer libres de racimos y grumos y debe fluir libremente desde el equipo de dispersión.				
07	Resistencia a los ácidos	No presentarán al ser observadas posteriormente al microscopio, señal alguna de haber sido dañados.				
08	Resistencia a la solución de 1N de cloruro de sodio	No presentarán, al ser observadas posteriormente al microscopio, señal alguna de haber sido dañadas.				

Usos

Para reflectorizar la señalización de las carreteras.

Aplicación

Variables a considerar para obtener la mejor aplicación:

- . Esfericidad y granulometría de la micro esfera.
- . Recubrimiento y rango de aplicación.
- . Temperatura de aplicación.
- . Experiencia de los aplicadores.
- . Costos de mantenimiento.
- . Grado de embebido.
- . Espesor de la película.
- . Tránsito de Vehículos.
- . Costo por día útil de la señal.
- . Tipo de sustrato.

Procesos de aplicación

Para obtener la mejor performance de las microesferas de vidrio en cuanto a retro reflectividad de los mismos deberán estar convenientemente embebidas en el material (la máxima retro reflectividad se obtiene cuando el 60% de la microesfera se encuentra embebida en el material). Pueden ser aplicadas por tres procesos:

a) Por aspersion

Las microesferas son extendidas en la superficie de la señalización a través de dispositivos neumáticos (a presión) sea a presión directa ó por succión. La extensión de microesferas deberá hacerse a través de dos picos inyectoros de material los que deberán estar alineados y distanciados para garantizar el vaciado, uniformidad de distribución y anclaje de las microesferas de vidrio.

b) Por gravedad

Las microesferas son transferidas del silo de almacenaje de las máquinas o de los carros manuales, a través de su peso propio y son extendidas en la superficie de la señalización a través de dispositivos adecuados.

Las microesferas deben ser aplicadas inmediatamente después de la aplicación del material para garantizar el perfecto anclaje de las mismas.

c) Manualmente:

Las microesferas de vidrio serán extendidas sobre el material recién aplicado, con el impulso de las manos, este proceso solamente debe ser empleado cuando fuera imposible la utilización de los otros dos procesos, pues no hay una perfecta distribución de las esferas en la superficie del material, ni consistencia en el anclaje, lo que representa un inconveniente en términos de obtención de la máxima retro reflectividad.

Control de calidad en obra

a) Las Micro esferas de Vidrio almacenadas en obra. - Deberán ser enumeradas ó registradas con la finalidad de obtener una identificación (número de saco) y muestreo representativo de c/u de ellos.

b) Obtención de muestras de Micro esferas de Vidrio para Ensayos de Calidad. - Se escogerá cualquiera de los sacos almacenados para realizar un muestreo con la finalidad de obtener una muestra representativa para realizar los ensayos en Laboratorio.

Nota. - Cabe indicar que el muestreo por saco de micro esfera estará condicionado a la cantidad existente in situ.

c) Identificación de las muestras. - Las micro esferas de vidrio muestreadas deben ser empacadas en recipientes secos a prueba de humedad, cada paquete debe contener la siguiente información:

- . Nombre del Proyecto.
- . Identificación de la muestra (Nº saco).
- . Nombre del fabricante.
- . Marca - tipo - sello.
- . Nº de lote.

Nota. - Las operaciones de ensayo deben ser desarrolladas inmediatamente después de remover las microesferas en un desecador.

d) Parámetros considerados para un mejor Control de Calidad en Obra. - Para un buen control de calidad en obra (Inspección y la evaluación de la señalización vial horizontal) debe considerarse:

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| . Materiales | . Preparación de material |
| . Equipos | . Dimensiones |
| . Pavimento | . Retroreflectividad |
| . Pre-marcación | . Espesores |
| . Condiciones ambientales | |

Cuando se apliquen en el eje dos franjas longitudinales paralelas deben estar separadas a una distancia de cien milímetros (100 mm.) medidos entre los bordes interiores de cada línea.

Dimensiones

Las líneas o bandas pintadas sobre el pavimento deben ser lo suficientemente visibles para que un conductor pueda maniobrar el vehículo con un determinado tiempo de previsualización.

Las dimensiones de línea o banda que se debe aplicar al pavimento, así como de las flechas y las letras tienen que ser de las dimensiones indicadas en los planos.

Todas las marcas tienen que presentar una apariencia clara, uniforme y bien terminada. Las marcas que no tengan una apariencia uniforme y satisfactoria, durante el día o la noche, tienen que ser corregidas por la entidad ejecutora de modo aceptable para el Supervisor y sin costo para la entidad ejecutora.

Marcas pintadas

Las marcas pintadas con material que corresponde a los **tipos de pintura definidos** **deben tener un espesor húmedo mínimo de 15 mils 0,38 mm**, medida sin aplicar microesferas de vidrio o con una tasa de aplicación de pintura de 2,5 - 2,7 m² por litro de pintura.

Para las marcas con pintura premezcladas la tasa de aplicación será de 2,0 m² por litro de pintura incluyendo las microesferas (0,26 kg de microesferas por litro). En todo caso, el Supervisor debe definir la velocidad de la máquina de pintar para obtener la dosificación y el espesor indicados.

Las marcas se tienen que aplicar por métodos mecánicos aceptable por el Supervisor. La máquina de pintar tiene que ser del tipo rociador, que pueda aplicar la pintura en forma satisfactoria bajo presión con una alimentación uniforme a través de boquillas que rocen directamente sobre el pavimento. Cada máquina tiene que ser capaz de aplicar dos rayas separadas, continuas o segmentadas, a la vez.

(a) Clasificación

Las microesferas de vidrio según la norma AASHTO M-247 se clasifica de acuerdo a su tamaño o gradación según lo indicado en la Tabla de Gradación de Microesferas de Vidrio.

Tamiz		% Porcentaje que pasa	
		Tipo I	Tipo II
0,850 mm.	(N° 20)	100	-
0,600 mm.	(N° 30)	75 – 95	100
0,425 mm.	(N° 40)	-	90 – 100
0,300 mm.	(N° 50)	15 – 35	50 – 75
0,180 mm.	(N° 80)	-	0 – 5
0,150 mm.	(N° 100)	0 – 5	-

La aplicación de las microesferas estará de acuerdo con el espesor de la pintura, debiendo garantizarse una flotabilidad entre 50 y 60% a fin de garantizar la máxima eficiencia de retro reflectividad de las microesferas aplicadas. Los planos y documentos del proyecto deben definir el tipo de microesferas a utilizar, siendo por lo general de mayor eficiencia y rendimiento las microesferas de vidrio tipo I.

(b) Esfericidad

Las microesferas de vidrio deberán tener un mínimo de 70% de esferas reales.

(c) Índice de Refracción

Las microesferas de vidrio deben tener un índice de refracción mínimo de 1,50.

Método De Construcción

Las superficies sobre las cuales se vayan a aplicar las marcas tienen que ser superficies limpias, secas y libres de partículas sueltas, lodo, acumulaciones de alquitrán o grasa, u otros materiales dañinos. Esto puede ser realizado por escobillado u otros métodos aceptables para el Ingeniero Supervisor.

Cada máquina deberá ser capaz de aplicar dos rayas separadas, que sean continuas o discontinuas a la misma vez, Cada tanque de pintura deberá estar equipada con válvulas de cierre satisfactorias que apliquen rayas continuas o discontinuas automáticamente. Cada boquilla deberá tener un dispensador automático de microesferas de vidrio que deberá operar simultáneamente con la boquilla rociadora y distribuir las microesferas en una forma uniforme a la velocidad especificada. Cada boquilla deberá también estar equipada con guías de rayas adecuadas que consistirán en mortajas metálicas o golpes de aire.

Las líneas laterales de borde del pavimento, de separación de carriles y del eje serán franjas de 10 cm. de ancho. Los segmentos de raya interrumpida deberán ser de 4.50 m. a la largo con intervalos de (7.50 mt.) o como indiquen los planos. Las líneas laterales de borde serán de color blanco y continuas. Las líneas separadoras de carril serán discontinuas de color blanco cuando delimita flujos en un solo sentido y de color amarillo cuando delimita flujos de sentido contrario; también podrán ser continuas en zonas de restricción de visibilidad.

Cuando se apliquen en el eje dos franjas longitudinales paralelas deben estar separadas a una distancia de cien milímetros (100 mm.) medidos entre los bordes interiores de cada línea.

Se instalarán los bordes exterior e interior de las curvas, tachas bidireccionales de color blanco, siendo el espaciamiento de ellas lo indicado en los planos y/o metrados del detalle de señalización y 48 m antes y después de las curvas horizontales, siendo el espaciamiento de acuerdo a lo indicado en los planos y relación de metrados o señalado por la Supervisión.

En los sectores de prevención y tal como se indica en los planos las tachas bidireccionales serán de color amarillo. Para colocar las tachas se prepara la superficie libre de polvo y elementos extraños, luego se aplicará una resina epóxica

en el lugar seleccionado distribuyéndola uniformemente se colocará la tacha en la posición previamente determinada aplicando una suave presión para forzar a la resina que se expanda alrededor de la tacha.

Dimensiones

Las líneas o bandas pintadas sobre el pavimento deben ser lo suficientemente visibles para que un conductor pueda maniobrar el vehículo con un determinado tiempo de previsualización.

Las dimensiones de línea o banda que se debe aplicar al pavimento, así como de las flechas y las letras tienen que ser de las dimensiones indicadas en los planos.

Todas las marcas tienen que presentar una apariencia clara, uniforme y bien terminada. Las marcas que no tengan una apariencia uniforme y satisfactoria, durante el día o la noche, tienen que ser corregidas por la entidad ejecutora de modo aceptable para el Supervisor y sin costo para la entidad ejecutora.

➤ MARCAS PINTADAS

Las marcas pintadas con material que corresponde a los tipos de pintura definidos deben tener un espesor húmedo mínimo de 15 mils 0,38, medida sin aplicar microesferas de vidrio o con una tasa de aplicación de pintura de 2,5 - 2,7 m² por litro de pintura.

Para las marcas con pintura premezcladas la tasa de aplicación será de 2,0 m² por litro de pintura incluyendo las microesferas (0,26 kg de microesferas por litro). En todo caso, el Supervisor debe definir la velocidad de la máquina de pintar para obtener la dosificación y el espesor indicados.

Las marcas se tienen que aplicar por métodos mecánicos aceptable por el Supervisor. La máquina de pintar tiene que ser del tipo rociador, que pueda aplicar la pintura en forma satisfactoria bajo presión con una alimentación uniforme a través de boquillas que rocen directamente sobre el pavimento. Cada máquina tiene que ser capaz de aplicar dos rayas separadas, continuas o segmentadas, a la vez.

Cada depósito de pintura tiene que estar equipado con un agitador mecánico o manual cada boquilla tiene que estar equipada con válvulas de cierre adecuadas que aplicarán líneas continuas o segmentadas automáticamente. Cada boquilla debe tener un dispensador automático de microesferas de vidrio que funcionará simultáneamente con la boquilla rociadora y distribuirá las microesferas en forma

uniforme a la velocidad especificada. Cada boquilla tiene que también estar equipada con cubiertas metálicas de jebe para protegerlas del viento.

La pintura tiene que ser mezclada bien antes de su aplicación y ésta tiene que ser aplicada cuando la temperatura ambiente sea superior a los cuatro grados centígrados (4°C) para las marcas tipo A y de diez grados centígrados (10°C) para los de tipo B.

Las áreas pintadas se tienen que proteger del tránsito hasta que la pintura esté lo suficientemente seca como para prevenir que se adhiera a las ruedas de los vehículos o que éstos dejen sus huellas.

Cuando sea aprobado por el Supervisor, la entidad ejecutora puede poner la pintura y las esferas de vidrio en dos aplicaciones de menor espesor para reducir el tiempo de secado en las áreas de congestión de tránsito, sin que varíe la dosificación dispuesta por el Supervisor.

Adicionalmente las pinturas de tránsito deberán cumplir con los siguientes requisitos:

(a) Envasado

Las pinturas de tráfico dentro de sus envases no deberán mostrar asentamientos excesivos, solidificación o gelidificación. Podrán ser fácilmente dispersados en forma manual y obtener un estado suave y homogéneo en color.

La pintura podrá ser almacenada hasta por períodos de seis (6) meses desde la fecha de su fabricación. Dentro de este período el pigmento no deberá mostrar cambios mayores de 5 KU con respecto a la pintura fresca en el momento de su fabricación.

(b) Pulverizado

La pintura tal como ha sido recibida del fabricante deberá tener propiedades satisfactorias para su pulverización cuando se distribuye a través de boquillas de máquinas de pintado simple.

La película de pintura aplicada por pulverización deberá mostrar un acabado suave y uniforme con los contornos adecuadamente delineados, libres de arrugas, ampollas, variaciones en ancho y otras imperfecciones superficiales.

(c) Peladuras

La pintura después de cuarenta y ocho (48 h) de aplicada no deberá mostrar síntomas de peladuras o descascamiento.

➤ LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN

(a) No se permitirá la aplicación de ninguna marca en el pavimento en instantes de lluvia ni cuando haya agua o humedad sobre la superficie del pavimento.

(b) No se permitirá que los materiales lleguen a obra con envases rotos o tapas abiertas. La pintura y todos los otros materiales a utilizar deberán ser envasados en forma adecuada, según usos del fabricante. Cada envase deberá llevar una etiqueta con la siguiente información:

- Nombre y Dirección del Fabricante
- Punto de Embarque o Despacho
- Marca y Tipo de Pintura
- Fórmula de Fabricación
- Capacidad (número de litros del envase)
- Fecha de fabricación y número de lote del despacho.

Aceptación de los Trabajos

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

(a) Controles

Durante la ejecución de la aplicación de las marcas en el pavimento el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado de funcionamiento del equipo utilizado por la entidad ejecutora.
- Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito según requerimientos de la especificación MANTENIMIENTO DE TRANSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados y las dimensiones aplicadas.
- Comprobar los espesores de aplicación de los materiales y la adecuada velocidad del equipo.
- Comprobar que la tasa de aplicación de las microesferas de vidrio se halla dentro de las exigencias del proyecto.
- Comprobar que todos los materiales cumplan los requisitos de calidad exigidos en la presente especificación.

- Evaluar y medir para efectos de pago las marcas sobre el pavimento.

(b) Calidad de los Materiales

Las marcas en el pavimento solo se aceptarán si su aplicación está de acuerdo con las indicaciones de los planos, documentos del proyecto y de la presente especificación. Todas las dimensiones de las líneas de eje, separadora de carriles y laterales símbolos, letras, flechas y otras marcas deben tener las dimensiones indicadas en los planos. Las deficiencias que excedan las tolerancias de estas especificaciones deberán ser subsanadas por la entidad ejecutora a plena satisfacción del Supervisor.

La calidad del material individualmente será evaluado y aceptado de acuerdo a la Subsección 04.11(a) y 04.11(b) de las Disposiciones Generales y con la certificación del fabricante que garantice el cumplimiento de todas las exigencias de calidad del material para las marcas en el pavimento y de las microesferas de vidrio.

El Supervisor a su criterio y de considerarlo conveniente podrá efectuar pruebas de cada lote de producción del material que se entregue en obra. Se considera un lote representativo la cantidad de mil litros (1 000 L) de pintura y mil quinientos kilogramos (1 500 Kg.) de microesferas de vidrio.

Medición.

La unidad de medición será el metro cuadrado (m²) independientemente del color de la marca aplicada. Las cantidades terminadas y aceptadas de marcas sobre el pavimento serán medidas como sigue:

- a)** Las líneas que se hayan aplicado sobre el pavimento serán medidas por su longitud total y ancho para obtener la cantidad de metros cuadrados que les corresponde.

La medición longitudinal se hará a lo largo de la línea central o eje del camino.

- b)** Las marcas, símbolos, letras, flechas y cualquier otra aplicación serán medidas en forma individual y sus dimensiones convertidas a metros cuadrados.

No habrá medida para la cantidad de microesferas de vidrio, pero el Supervisor deberá hacer cumplir las dosificaciones indicadas en cada caso.

La unidad medida como está dispuesto será pagada al precio unitario en la partida **05.06.00 DEMARCACION EN EL PAVIMENTO**, aplicada

satisfactoriamente de acuerdo con esta especificación y aceptada por el Supervisor. Dicho precio y pago, deberá cubrir todos los costos por concepto de trazo, delineación de las marcas, preparación del terreno, preparación y suministro de materiales incluyendo las microesferas de vidrio, así como su transporte, almacenamiento, colocación y cuidado, herramientas, equipos, mano de obra, leyes sociales e imprevistos necesarios para la correcta y completa ejecución de los trabajos de acuerdo con todo lo especificado.

Así mismo suministro del equipo adecuado a cada tipo de marca, operador, personal, vehículo y protección del grupo de trabajo y en general todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos de demarcación del pavimento de acuerdo con los planos del Proyecto, esta especificación, las instrucciones del Supervisor y lo dispuesto en la Subsección 07.05 de las Disposiciones Generales.

	Ítem de pago	Unidad de pago
06.01.06	Marcas permanentes en el pavimento	m2

06.01.07 POSTES KILOMETRICOS

Este trabajo consistió en el suministro, transporte, manejo, almacenamiento, pintura e instalación de postes indicativos del kilometraje en los sitios establecidos en los Planos del proyecto o indicados por el Supervisor.

El diseño del poste estuvo de acuerdo con lo estipulado en el "Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras" del MTC y demás normas complementarias.

Materiales

(a) Concreto

Los postes serán prefabricados y se elaborarán con un concreto de concreto de $f'c$ 175 kg/cm². Para el anclaje del poste podrá emplearse un concreto ciclópeo $f'c$ 140 kg/cm² + 30 % de piedra mediana.

(b) Refuerzo

La armadura de refuerzo cumplirá con lo indicado en los Planos y documentos del proyecto y el "Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras". Los postes serán reforzados con acero corrugado $f_y = 4200$ Kg/cm².

(c) Pintura

El color de los postes será blanco y se pintarán con esmalte sintético. Su contenido informativo en bajorrelieve, se hará utilizando esmalte negro y caracteres del alfabeto serie C y letras de las dimensiones mostradas en el "Manual de Dispositivos de Control del Tránsito para Calles y Carreteras del MTC".

Método de Construcción**(a) Fabricación de los postes**

Los postes se fabricarán fuera del sitio de instalación, con un concreto y una armadura que satisfagan los requisitos de calidad y con la forma y dimensiones establecidas para el poste de kilometraje en el "Manual de Dispositivos de Control del Tránsito para Calles y Carreteras del MTC".

La pintura del poste se realizará con productos acordes y con los colores establecidos para el poste.

(b) Ubicación de los postes

Los postes se colocarán en los sitios que indiquen los Planos del proyecto o señale el Supervisor, como resultado de mediciones efectuadas por el eje longitudinal de la carretera. La colocación en el caso de carreteras de una pista bidimensional se hará en el costado derecho de la vía para los kilómetros pares y en el izquierdo para el kilometraje impar. En caso de autopistas se colocará un poste de kilometraje en cada pista y en cada kilómetro. Los postes se colocarán a una distancia del borde de la berma de cuando menos un metro y medio (1.50 m), debiendo quedar resguardado de impactos que puedan efectuar los vehículos.

(c) Excavación

Las dimensiones de la excavación para anclar los postes en el suelo fueron las indicadas en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para Calles y Carreteras del MTC.

(d) Colocación y anclaje del poste

El poste se colocará verticalmente de manera que su leyenda quede perpendicular al eje de la vía. El espacio entre el poste y las paredes de la excavación se rellenará con el concreto de anclaje.

(e) Limitaciones en la ejecución

No se permitirá la colocación de postes de kilometraje en instantes de lluvia, ni cuando haya agua retenida en la excavación o el fondo de ésta se encuentre demasiado húmedo, a juicio del Supervisor.

Toda agua retenida en la excavación fue retirada por la entidad ejecutora antes de colocar el poste y su anclaje.

Aceptación de los trabajos**(a) Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por la entidad ejecutora.
- Comprobar que los materiales y mezclas satisfagan las exigencias de la presente especificación.
- Verificar que los postes tengan las dimensiones correctas y que su instalación esté conforme con los Planos y las exigencias de esta especificación.
- Contar, para efectos de pago, los postes correctamente elaborados e instalados.

(b) Calidad de los materiales

El Supervisor no admitirá tolerancias en relación con los requisitos establecidos en los Materiales de Construcción para los diversos materiales que conforman los postes y su anclaje.

(c) Excavación

La excavación no podrá tener dimensiones inferiores a las establecidas en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para Calles y Carreteras del MTC. El Supervisor verificará, además, que su fondo sea horizontal y se encuentre debidamente compactado, de manera que proporcione apoyo uniforme al poste.

(d) Instalación del poste

Los postes de kilometraje sólo serán aceptados por el Supervisor, si su instalación está en un todo de acuerdo con lo que se indica en ítem COLOCACIÓN Y ANCLAJE de postes de la presente especificación.

(e) Dimensiones del poste

No se admitirán postes cuyas dimensiones sean inferiores a las indicadas en el "Manual de Dispositivos de Control para Tránsito en Calles y Carreteras del MTC" para el poste de kilometraje.

Tampoco se aceptarán si una o más de sus dimensiones excede las indicadas en el manual en más de dos centímetros (2 cm).

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas, deberán ser corregidas por la entidad ejecutora, a su costo, a satisfacción del Supervisor.

Medición

Los postes de kilometraje se medirán por unidad (und) instalada de acuerdo con los documentos del proyecto y la presente especificación, debidamente aceptada por el Supervisor.

La valorización se hará al respectivo precio unitario, para la partida **06.01.07 POSTES KILOMETRICOS**, instalado a satisfacción del Supervisor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos de materiales, fabricación, pintura, manejo, almacenamiento y transporte del poste hasta el sitio de instalación; la excavación y el concreto para el anclaje; carga, transporte y disposición en los sitios que defina el Supervisor de los materiales excavados; la instalación del poste y, en general, todo costo adicional requerido para la correcta ejecución del trabajo especificado. Este precio y pago incluye compensación completa para suministrar, colocar, preparar el sitio, herramientas, equipo, mano de obra, leyes sociales, materiales e imprevistos necesarios para completar esta partida.

	Ítem de pago	Unidad de pago
06.01.07	Postes de kilometraje.	Und

06.01.08 POSTES DELINEADORES

Los postes delineadores son elementos que tienen la finalidad de demarcar o delinear segmentos del camino que por su peligrosidad o condiciones de diseño o visibilidad requieran ser resaltados para advertir al usuario de su presencia, dentro de estos dispositivos están considerados los postes delineadores.

Los postes delineadores podrán ser realizados en base a concreto, madera, etc. Siempre y cuando estén pintados con material reflectivo, para su cementación no se aceptara una profundidad menor a 30 cm de longitud.

Medición

Los postes delineadores serán medidos por unidad debidamente instalada y con la aprobación del supervisor de obra.

	Ítem de pago	Unidad de pago
06.01.08	Postes delineadores	Und

06.01.09 TACHAS REFLECTIVAS SEPARADORAS

Las tachas reflectivas son elementos que tienen por finalidad delinear segmentos de carretera que por su diseño, peligrosidad o visibilidad requieren ser remarcados para advertir al usuario de su presencia. Las tachas reflectivas cumplen con la norma ASTM D-4280 y el EG-2000 (Especificaciones Técnicas Generales publicado por el MTC).

El área de cada cara reflectiva debe ser mínimo de 20 centímetros cuadrados y la base debe tener un área mínima de 75 centímetros cuadrados para garantizar su adherencia al pavimento y prolongar su vida útil. La altura no debe ser mayor de 2,5 cm.

Medición

Las tachas reflectivas bidireccionales serán medidas por unidad.

	Ítem de pago	Unidad de pago
06.01.09	Tachas reflectivas separadoras.	und

06.01.10 GUARDAVÍAS**Descripción**

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de defensas o guardavías metálicas a lo largo de los bordes de la vía, en los tramos indicados en los planos del proyecto o establecidos por el Supervisor

Materiales

Los materiales deberán concordar con los requerimientos que se especifican a continuación. El Supervisor puede aceptar materiales de características que él considere similares a las que se solicitan.

El guardavía no necesita ningún revestimiento adicional (pintura o anticorrosivo), salvo que lo indique el proyecto.

(a) Lámina

Las barandas de los guardavías metálicos serán de lámina de acero. Salvo que los documentos del proyecto o las especificaciones particulares determinen lo contrario, la lámina deberá cumplir todos los requisitos de calidad establecidos en la especificación M-180 de la AASHTO, en especial los siguientes:

(b) Vigas

Tensión mínima de rotura de tracción.....	345 Mpa
Límite de fluencia mínimo.....	483 Mpa
Alargamiento mínimo de una muestra de 50 mm. de longitud por 12,5 mm. de ancho y por el espesor de la lámina	12%.

(c) Secciones final y de amortiguación

Tensión mínima de rotura de tracción	227 Mpa
Límite de fluencia mínimo	310 Mpa
Alargamiento mínimo de una muestra de 50 mm. de longitud por 12,5 mm. de ancho y por el espesor de la lámina	12%.

Las láminas deberán ser galvanizadas por inmersión en zinc en estado de fusión, con una cantidad de zinc mínima de quinientos cincuenta gramos por metro cuadrado (550 gr/m²), en cada cara de acuerdo a la especificación ASTM A-123.

El zinc utilizado deberá cumplir las exigencias de la especificación AASHTO M-120 y deberá ser, por lo menos, igual al grado denominado "Prime Western".

Los espesores de las láminas con las cuales se fabricarán los guardavías, serán los de guardavía clase A, con un espesor de 2,50 mm.

La forma del guardavía será curvada del tipo doble onda (perfil W) y sus dimensiones deberán estar de acuerdo con lo indicado en la especificación AASHTO M-180, excepto si los planos del proyecto establecen formas y valores diferentes.

Postes de fijación

Serán perfiles de láminas de acero en forma de U conformado en frío de 5,50 mm. de espesor, y una sección conformada por el alma de 150 mm. y los lados de 60 mm. cada uno, que permita sujetar la baranda por medio de tornillos sin que los agujeros necesarios dejen secciones debilitadas.

Los postes de fijación deberán ser galvanizados por inmersión en zinc en estado de fusión, con una cantidad de zinc no menor a quinientos cincuenta gramos por metro cuadrado (550 g/m²) de acuerdo a la especificación ASTM A-123 por cada lado.

Su longitud deberá ser de un metro con ochenta centímetros (1,80 m), salvo que los documentos del proyecto establezcan un valor diferente. El espesor del material de los postes debe ser de 2,50 mm.

Elementos de fijación

Se proveerán tornillos de dos tipos, los cuales presentarán una resistencia mínima a la rotura por tracción de trescientos cuarenta y cinco MegaPascuales (345 Mpa).

Los tornillos para empalme de tramos sucesivos de guardavía serán de dieciséis milímetros (16 mm) de diámetro y treinta y dos milímetros (32 mm) de longitud, con cabeza redonda, plana y cuello ovalado, con peso aproximado de ocho kilogramos y seis décimos siete milésimas (8,6 Kg) por cada cien (100) unidades.

Los tornillos de unión de la lámina al poste serán de dieciséis milímetros (16 mm) de diámetro y longitud apropiada según el poste por utilizar. Estos tornillos se instalarán con arandelas de acero, de espesor no inferior a cuatro milímetros y ocho décimas (4,8 mm) con agujero alargado, las cuales irán colocadas entre la cabeza del tornillo y la baranda. Tanto los tornillos como las tuercas y las arandelas deberán ser galvanizados conforme se indica en la especificación AASHTO M-232.

Pintura en Guardavías

El guardavía no necesita ningún revestimiento adicional (pintura o anticorrosivo), salvo que lo indique el proyecto.

El lado adyacente a la pista de los guardavías se pintará primero con una capa de Wash Primer antes de la pintura esmalte color blanco o amarillo, luego se pintará franjas diagonales (inclinadas 45°) cada 3.81 m. o tal como se indica en los planos; de color negro (esmalte) y amarillo (reflectivo tipo código similar).

Las franjas diagonales tendrán un ancho cada una de 10 cm.

Método de construcción

Los guardavías que deban instalarse con un radio de cuarenta y cinco metros (45 m) o menor, deberán adquirirse con la curvatura aproximada de instalación.

El guardavía no necesita ningún revestimiento adicional (pintura o anticorrosivo), salvo que lo indique el proyecto.

El relleno de los agujeros excavados no debe completarse hasta que la viga se encuentre lista y alineada; el relleno debe ser de concreto simple $f'c= 140 \text{ Kg/cm}^2$, fijando de esta manera la guardavía.

Los elementos de baranda deberán ser levantados de manera que resulte una construcción lisa y continúa. Durante el proceso final de alineamiento se ajusta todos los pernos.

Los postes deberán ser colocados a plomada, en agujeros excavados a mano o mecánicamente. La distancia entre ejes de postes será de 3.81 m. y esta equidistancia deberá hacerse con bastante cuidado y exactitud, por ser postes con agujero central; normalmente el centro de la viga metálica se coloca a la altura de la defensa de los automóviles o sea a 46 cm. sobre la superficie.

Localización

Si los planos o el Supervisor no lo indican de otra manera, los postes deberán ser colocados a una distancia mínima de noventa centímetros (90 cm) del borde de la berma y su separación centro a centro no excederá de tres metros ochenta y un centímetros (3,81 m.) y en caso de requerirse mayor rigidez del guardavía se instalará un poste adicional en el centro, es decir equidistanciado a un metro noventa y un centímetros (1,91 m.). Los postes se deberán enterrar bajo la superficie aproximadamente un metro con veinte centímetros (1,20 m).

El guardavía se fijará a los postes de manera que su línea central quede entre cuarenta y cinco centímetros (0,45 m) y cincuenta y cinco centímetros (0,55 m), por encima de la superficie de la calzada.

La longitud mínima de los tramos de guardavía deberá ser de treinta metros (30 m).

Excavación

En los sitios escogidos para enterrar los postes se efectuarán excavaciones de sección transversal ligeramente mayor que la del poste, las cuales se llevarán hasta la profundidad señalada en la Subsección anterior.

Colocación del poste

El poste se colocará verticalmente dentro del orificio y el espacio entre él y las paredes de la excavación se rellenará con parte del mismo suelo excavado, en capas delgadas, cada una de las cuales se compactará cuidadosamente con pisones, de modo que, al completar el relleno, el poste quede vertical y firmemente empotrado. En los últimos treinta centímetros (30 cm.) medido desde la superficie del terreno en que se coloca el poste se deberá vaciar un concreto ciclópeo (agregado ciclópeo, en proporción de 30% del volumen total, como máximo) con Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 140 Kg/cm².

Se deberá nivelar la parte superior o sobresaliente de los postes, para que sus superficies superiores queden alineadas de manera que al adosar los tramos de guardavía no se presenten altibajos en ésta.

Instalación del guardavía

El guardavía deberá ensamblarse de acuerdo con los detalles de los planos y las instrucciones del fabricante de la lámina, cuidando que quede ubicada a la altura sobre el suelo establecida en la presente especificación referente a Localización.

Empalmes

Los empalmes de los diversos tramos de guardavía deberán efectuarse de manera que brinden la suficiente rigidez estructural y que los traslapes queden en la dirección del movimiento del tránsito del carril adyacente.

La unión de las láminas se realizará con tornillos de las dimensiones fijadas en la presente especificación referente a Elementos de fijación, teniendo la precaución de que su cabeza redonda se coloque en la cara del guardavía que enfrenta el tránsito.

Sección final y de amortiguación

En los extremos de los guardavías metálicos se colocarán secciones terminales, las cuales serán terminal de amortiguación (parachoques) en forma de U o según lo indiquen los planos y documentos del proyecto, colocado al inicio del tramo de guardavía y terminal final colocado al final del tramo, considerando el sentido del tránsito.

Limitaciones en la ejecución

No se permitirá efectuar excavaciones ni instalar guardavías metálicos en instantes de lluvia.

Aceptación de los Trabajos

(a) Controles

Durante la ejecución de los trabajos el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y el funcionamiento del equipo.
- Comprobar que los materiales utilizados cumplan las exigencias de la presente especificación.
- Verificar que la excavación sea correcta y que el guardavía se instale de acuerdo con los planos y las instrucciones del fabricante de la lámina.
- Medir para efectos de pago, las cantidades de obra correctamente ejecutadas.

(b) Calidad de los materiales

El Supervisor se abstendrá de aceptar materiales que incumplan las exigencias de la presente especificación referente a Lámina y las de las especificaciones AASHTO mencionadas en él.

El terminado de la lámina galvanizada deberá ser de óptima calidad y, por lo tanto, no se aceptarán secciones con defectos nocivos tales como ampollas o áreas no cubiertas por el zinc.

El Supervisor rechazará guardavías alabeadas o deformadas.

(c) Dimensiones

No se admitirán láminas cuyo espesor sea inferior en más de veintitrés centésimas de milímetro (0,23 mm) en relación con el especificado para los guardavías.

No se admitirán tolerancias en relación con la altura a la cual debe quedar la línea central del guardavía, según se establece en la presente especificación referente a Localización.

En relación con otras dimensiones, tales como la separación entre postes y la distancia del guardavía al borde del pavimento, queda a criterio del Supervisor aceptar o no tolerancias, considerando que también interviene la conformación física de la zona en que se instalarán.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deberán ser corregidas por la entidad ejecutora, a su costo, y a plena satisfacción del Supervisor.

Medición

Para los efectos de medición, los guardavías colocados, pintados y aceptados por el Supervisor, se medirán en metros lineales (m), aproximado al decímetro (dm), para todo guardavía instalada de acuerdo con los planos y esta especificación, que haya sido recibida a satisfacción por el Supervisor, siguiendo el alineamiento de los postes y tomando la medida entre los extremos de los terminales, incluyendo los terminales. La medida se efectuará a lo largo de la línea central del guardavía entre los centros de los postes de fijación extremos.

El total de los metros lineales (m), medidos en la forma descrita, se valorizarán al precio para la partida 06.01.10. GUARDAVÍAS, suministrada e instalada a satisfacción del Supervisor, incluido los terminales. Esta valorización constituirá compensación de costos de suministro, transporte, manejo, almacenamiento, desperdicios e instalación de los postes, láminas, secciones terminales y de amortiguación, y demás accesorios requeridos; la excavación, su relleno, la carga, el transporte y disposición de los materiales sobrantes de ella; la señalización preventiva de la vía, mano de obra, leyes sociales, equipo, materiales herramientas e imprevistos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos especificados

Medición

Los guardavías serán medidos por metro lineal instalado.

	Ítem de pago	Unidad de pago
06.01.10	Guardavías	ml

06.02.00 SEGURIDAD EN OBRA**06.02.01 SEGURIDAD EN OBRA****Descripción**

Son elementos que se utilizará para el desvío del tránsito vehicular, protección al personal; dentro de las cuales se podrá considerar conos de desvío, cinta de seguridad, cerco de seguridad, y otros requeridos.

Valorización

La valorización mensual de obra, se realizará con el metrado diario acumulado mensual por el precio unitario de la partida seguridad durante la construcción, el cual constituye compensación por la utilización de la mano de obra, materiales,

herramientas, equipos, etc. y otros elementos necesarios para ejecutar el trabajo, bajo aprobación del Supervisor de Obra.

Método de medición

El método de medición en esta partida será global (glb).

	Ítem de pago	Unidad de pago
06.02.01	Seguridad en obra.	glb

07.00.00. TRANSPORTE.

07.01.00. TRANSPORTE DE AGREGADO A PLANTA DE ASFALTO HASTA 1KM.

Ídem a la partida "07.04.00 TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA DESPUES DE 1KM".

07.02.00. TRANSPORTE DE AGREGADO A PLANTA DE ASFALTO DESPUES DE 1KM.

Ídem a la partida "07.04.00 TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA DESPUES DE 1KM".

07.03.00. TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA HASTA 1KM.

Ídem a la partida "07.04.00 TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA DESPUES DE 1KM".

07.04.00. TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA DESPUES DE 1KM.

Descripción

Transporte y colocación

Las mezclas deberán transportarse a los lugares de colocación en camiones tolva convenientemente preparados para ese objetivo, cubiertos con carpa térmica y distribuirse mediante una terminadora autopropulsada.

La superficie sobre la cual se colocará la mezcla deberá estar seca. En ningún caso se pavimentará sobre superficies congeladas o con tiempo brumoso o lluvioso, o cuando la temperatura atmosférica sea inferior a 5°C. Cuando la temperatura ambiente descienda de 10°C o existan vientos fuertes deberá tomarse precauciones especiales para mantener la temperatura de compactación.

No se aceptará camiones que lleguen a obra con temperatura de la mezcla inferior a 120° C.

La temperatura de la mezcla al inicio del proceso de compactación no podrá ser inferior a 110° C.

El equipo mínimo que se deberá disponer para colocar la mezcla asfáltica será el

siguiente:

- Terminadora autopropulsada.
- Rodillo vibratorio liso con frecuencia, ruedas y peso adecuado al espesor de la capa a compactar.
- Rodillo neumático, con control automático de la presión de inflado.
- Equipos menores, medidor manual de espesor, rastrillos, palas, termómetros y otros.

Procedimiento de trabajo

1. Preparación de la Superficie

Antes de iniciar las faenas de colocación de las mezclas asfálticas, se deberá verificar que la superficie satisfaga los requerimientos establecidos para Imprimación, si corresponde a una base estabilizada y para Riego de Liga, si es un pavimento existente.

2. Plan de Trabajo

la entidad ejecutora deberá proporcionar a la I.T.O. para su aprobación, previo a la colocación de las mezclas en las obras, un plan detallado de trabajo, el que deberá incluir un análisis y descripción de los siguientes aspectos:

2.1. Equipo disponible

Se deberá indicar la cantidad, estado de conservación y características de los equipos de transporte, colocación y compactación, incluyendo los ciclos programados para cada fase.

2.2. Personal de Faenas

Se deberá presentar un organigrama detallando las áreas de competencia y las responsabilidades de los jefes de fases o faenas, así como el número de personas que se asignará a las diversas operaciones.

2.3. Programación

Se deberá incluir el programa a que se ajustarán las faenas de manera de asegurar la continuidad y secuencia de las operaciones, y la disposición del tránsito usuario de la vía de acuerdo a la normativa vigente del Manual de Señalización de Tránsito y sus complementos.

Operaciones para el vaciado de la mezcla

(a) Descarga, transporte y entrega de la mezcla

El concreto al ser descargado de mezcladoras estacionarias, deberá tener la consistencia, trabajabilidad y uniformidad requeridas para la obra. La descarga de la mezcla, el transporte, la entrega y colocación del concreto deberán ser completados en un tiempo máximo de una y media (1 ½) horas, desde el momento en que el cemento se añade a los agregados, salvo que el Supervisor fije un plazo diferente según las condiciones climáticas, el uso de aditivos o las características del equipo de transporte.

A su entrega en la obra, el Supervisor rechazará todo concreto que haya desarrollado algún endurecimiento inicial, determinado por no cumplir con el asentamiento dentro de los límites especificados, así como aquel que no sea entregado dentro del límite de tiempo aprobado.

El concreto que por cualquier causa haya sido rechazado por el Supervisor, deberá ser retirado de la obra y reemplazado por la entidad ejecutora, a su costo, por un concreto satisfactorio.

Método de ejecución

Una vez que este acumulado el material por el tractor, el cargador frontal procederá a realizar el carguío de los volquetes para que estos lleven dichos materiales a los lugares donde se requieran estos trabajos.

Unidad de medida:

La unidad de medida será el metro cubico por kilómetro (m3k).

	Ítem de pago	Unidad de pago
07.01.00	Transporte de agregado a planta de asfalto hasta 1km.	m3k
07.02.00	Transporte de agregado a planta de asfalto después de 1km.	m3k
07.03.00	Transporte de mezcla asfáltica hasta 1km.	m3k
07.04.00	Transporte de mezcla asfáltica después de 1km.	m3k

07.05.00. TRANSPORTE DE MATERIAL DE BASE HASTA 1KM.

Ídem a la partida "07.08.00 TRANSPORTE DE MATERIAL DE SUB BASE DESPUES DE 1KM".

07.06.00. TRANSPORTE DE MATERIAL DE BASE DESPUES DE 1KM.

Ídem a la partida "07.08.00 TRANSPORTE DE MATERIAL DE SUB BASE DESPUES DE 1KM".

07.07.00. TRANSPORTE DE MATERIAL DE SUB BASE HASTA 1KM.

Ídem a la partida "07.08.00 TRANSPORTE DE MATERIAL DE SUB BASE DESPUES DE 1KM".

07.08.00. TRANSPORTE DE MATERIAL DE SUB BASE DESPUES DE 1KM.**Descripción**

Esta partida comprende el carguío con cargador frontal a los volquetes, del material de base y/o subbase proveniente del corte efectuado en la cantera, y el transporte con volquetes hacia los puntos de asfaltado, para la conformación de los mismos.

Método de ejecución

Una vez que este acumulado el material por el tractor, el cargador frontal procederá a realizar el carguío de los volquetes para que estos lleven dichos materiales a los lugares donde se requieran estos trabajos.

Unidad de medida

La unidad de medida será el metro cubico kilometro (m3k).

	Ítem de pago	Unidad de pago
07.05.00	Transporte de material de base hasta 1km	m3k
07.05.00	Transporte de material de base después de 1km	m3k
07.05.00	Transporte de material de sub base hasta 1km	m3k
07.05.00	Transporte de material de sub base después de 1km	m3k

08.00.00 MEDIO AMBIENTE Y OTROS.**08.01.00 PRUEBA DE RESISTENCIA DEL CONCRETO.**

Ídem a la partida "05.10.10 PRUEBA DE RESISTENCIA DEL CONCRETO."

08.02.00 PRUEBAS PERMANENTES EN CANTERA**Descripción**

Estas se realizarán en forma permanente debido a que es estrato de extracción de la cantera puede variar erráticamente buscando otras canteras de explotación cercanas que la reemplacen debido a que el diseño del pavimento se realizó con una calidad de material determinado y cualquier variación podría comprometer la capacidad resistente de este.

Medición

Las pruebas permanentes en cantera serán medidas por unidad realizada.

	Ítem de pago	Unidad de pago
08.02.00.	Pruebas permanentes en cantera.	und

08.03.00 MONITOREO ARQUEOLOGICO DURANTE LA EJECUCION.

Descripción:

La presente especificación técnica establece la contratación de un especialista arqueólogo para verificar la existencia o inexistencia de restos arqueológicos que pudiesen existir dentro de la obra, y de ser el caso la ejecución de un plan de monitoreo arqueológico.

El monitoreo arqueológico será realizado durante la etapa del movimiento de tierras como corte y desquinche.

El especialista realizara calicatas de prospección para verificar la inexistencia de restos arqueológicos.

Actividades específicas de la Partida

La partida comprende la elaboración y aprobación del plan de monitoreo arqueológico ante el Ministerio de Cultura y posteriormente la ejecución de dicho plan, con presencia del profesional arqueólogo en obra, durante los primeros trabajos de movimiento de tierras.

Medición

La medición del monitoreo arqueológico durante la ejecución se dará globalmente.

	Ítem de pago	Unidad de pago
08.03.00.	Monitoreo arqueológico durante la ejecución.	glb

08.04.00 REPOSICIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

Descripción

Existen viviendas que se encuentran dentro del ancho de vía y que necesariamente tendrán que ser demolidas total o parcialmente según sea el caso, previa evaluación y aprobación conjunta con la supervisión y seguridad; asimismo, durante los trabajos de explanaciones (cortes de talud, ensanchamiento de vía, movimiento de maquinaria, etc.), algunas viviendas pueden quedar dañadas; lo que implica la reposición.

Medición

La reposición de terrenos afectados se medirá en global.

	Ítem de pago	Unidad de pago
08.04.00.	Reposición de terrenos afectados	glb

08.05.00 ACOMODO DE MATERIAL EXEDENTE.

Descripción

La partida comprende la disposición y acondicionamiento de material excedente en la zona de los DME, para lo cual se deberá proceder a efectuar el trabajo de manera tal que no disturbe el ambiente natural y más bien se restituyan las condiciones originales, con la finalidad de no introducir impactos ambientales negativos en la zona. Se incluyen los trabajos de Plantación o reimplante de pastos y/o arbustos, enredaderas, Plantas para cobertura de terreno y en general de Plantas. Con la finalidad de estabilizar los taludes.

Consideraciones generales

Se colocó la señalización correspondiente al camino de acceso y en la ubicación del lugar del depósito mismo. Los caminos de acceso, al tener el carácter provisional, fueron construidos con muy poco movimiento de tierras y poner una capa de lastrado para facilitar el tránsito de los vehículos en la obra.

Las áreas designadas para los DME no fueron zonas inestables o áreas de importancia ambiental, tales como humedales o áreas de alta productividad agrícola. Así mismo, se deberá tener las autorizaciones correspondientes en caso que el área señalada sea de propiedad privada, zona de reserva, o territorios especiales definidos por ley.

Método de construcción

Los lugares de DME se elegirán y construirán según lo dispuesto en el acápite 3.6 del Manual Ambiental de Diseño y Construcción de Vías del MTC.

Antes de colocar los materiales excedentes, se deberá retirar la capa orgánica del suelo hasta que se encuentre una capa que permita soportar el sobrepeso inducido por el depósito, a fin de evitar asentamientos que pondrían en peligro la estabilidad del lugar de disposición. El material vegetal removido se colocará en sitios adecuados (revegetación) que permita su posterior uso para las obras de restauración de la zona. La excavación, si se realiza en laderas, fue escalonada, de tal manera que disminuya las posibilidades de falla del relleno por el contacto.

Deberán estar lo suficientemente alejados de los cuerpos de agua, de manera que durante la ocurrencia de crecientes, no se sobrepase el nivel más bajo de los materiales colocados en él.

El área total del depósito de desecho (AT) y su capacidad de material compactado en metros cúbicos (VT) serán definidos en el proyecto o autorizados por el Supervisor. Antes del uso de las áreas destinadas a Depósito de Deshechos (DME) se efectuará un levantamiento topográfico de cada una de ellas, definiendo su área y capacidad. Así mismo se deberá efectuar otro levantamiento topográfico después de haber sido concluidos los trabajos en los depósitos para verificación y contraste de las condiciones iniciales y finales de los trabajos. Los Planos topográficos finales deben incluir información sobre los volúmenes depositados, ubicación de muros, drenaje instalado y tipo de vegetación utilizada.

Las aguas infiltradas o provenientes de los drenajes fueron conducidas hacia un sedimentador antes de ser vertidas al cuerpo receptor. Todos los depósitos fueron evaluados previamente, con el fin de definir la colocación o no de filtros de drenaje.

El lugar elegido no deberá perjudicar las condiciones ambientales o paisajísticas de la zona o donde la población aledaña quede expuesta a algún tipo de riesgo sanitario ambiental.

No deberá colocarse los materiales sobrantes sobre el lecho de los ríos ni en quebradas, ni a una distancia no menor de 30 m a cada lado de las orillas de los mismos. Se debe evitar la contaminación de cualquier fuente y corriente de agua por los materiales excedentes.

Los materiales excedentes que se obtengan de la construcción de la carretera fueron retirados en forma inmediata de las áreas de trabajo y colocados en las zonas indicadas para su disposición final.

La disposición de los materiales de desechos será efectuada cuidadosamente y gradualmente compactada por tanda de vaciado, de manera que el material particulado originado sea mínimo.

El depósito de desechos será rellenado paulatinamente con los materiales excedentes. El espesor de cada capa extendida y nivelada no será mayor de 0.50 m o según lo disponga el Supervisor, sin permitir que existan zonas en que se acumule agua y proporcionando inclinaciones según el desagüe natural del terreno.

Luego de la colocación de material común, la compactación se hará con dos pasadas de tractor de orugas en buen estado de funcionamiento, sobre capas de espesor

adecuado, esparcidas de manera uniforme. Si se coloca una mezcla de material rocoso y material común, se compactará con por lo menos cuatro pasadas de tractor de orugas siguiendo además las consideraciones mencionadas anteriormente.

La colocación de material rocoso debe hacerse desde adentro hacia fuera de la superficie para permitir que el material se segregue y se pueda hacer una selección de tamaños. Los fragmentos más grandes deben situarse hacia la parte externa, de tal manera que sirva de protección definitiva del talud y los materiales más finos quedar ubicados en la parte interior del lugar de disposición de materiales excedentes. Antes de la compactación debe extenderse la capa de material colocado retirando las rocas cuyo tamaño no permita el normal proceso de compactación, la cual se hará con cuatro pasadas de tractor.

Los taludes de los depósitos de material deberán tener una pendiente adecuada a fin de evitar deslizamientos. Además, se tendrán que cubrir con suelos y revegetándola de acuerdo a su programación y diseño o cuando llegue a su máxima capacidad.

Para la colocación de materiales en depresiones se debe conformar el relleno en forma de terrazas y colocar un muro de gavión o según lo indique el proyecto, para contención de ser necesario.

Si se suspende por alguna circunstancia las actividades de colocación de materiales, se deberá proteger las zonas desprovistas del relleno en el menor tiempo posible.

Las dos últimas capas de material excedente colocado tendrán que compactarse mediante diez (10) pasadas de tractor para evitar las infiltraciones de agua.

Al momento de abandonar el lugar de disposición de materiales excedentes, éste deberá compactarse de manera que guarde armonía con la morfología existente del área y al nivel que no interfiera con la siguiente actividad de revegetación utilizando la flora propia del lugar y a ejecutarse de conformidad con lo establecido en la partida REVEGETALIZACION de este documento de especificaciones.

La REVEGETACION consistió en la provisión y Plantación de árboles, arbustos, enredaderas, Plantas para cobertura de terreno y en general de Plantas.

Los daños ambientales que origine la entidad ejecutora, fueron subsanados bajo su responsabilidad, asumiendo todos los costos correspondientes.

Medición

El volumen de material acondicionado de excedentes en zona de DME, aceptado por el Supervisor, será medido en metros cúbicos (m³).

Las cantidades medidas serán valorizadas al precio unitario de la partida 08.05.00 ACOMODO DE MATERIAL EXCEDENTE, independientemente del método de compactación usado con aprobación de la Supervisión, constituirán compensación total por todo el trabajo, la capa superficial de suelo, costo del equipo personal, leyes sociales, herramientas, materiales e imprevistos necesarios, para la ejecución de esta partida, por lo que todo el trabajo ejecutado debe estar de acuerdo con lo especificado en la presente partida y contar con la aceptación plena del Supervisor.

	Ítem de pago	Unidad de pago
08.05.00.	Acomodo de material excedente	glb

08.06.00 REVEGETALIZACION.

Descripción.

Una vez colocado la capa superficial de suelo orgánico se inicia el proceso de revegetalización del terreno, con la especie nativa de la zona, siendo su propagación con material vegetativo mediante “champas” con el fin de lograr integrar nuevamente la zona al paisaje original.

Medición

La medición de esta partida se realizará por hectárea de terreno revegetalizado.

	Ítem de pago	Unidad de pago
08.06.00.	Revegetalizacion.	ha

08.07.00 RESTAURACION DE AREA AFECTADA POR CAMPAMENTO.

Descripción

Este trabajo consistirá en restaurar las áreas ocupadas por los campamentos levantados. Es obligación de la entidad ejecutora llevarlo a cabo, una vez concluida la obra mediante las siguientes acciones:

Eliminación de desechos

Los desechos producto del desmantelamiento serán trasladados a los depósitos de relleno acondicionados para tal fin. De tal manera que el ambiente quede libre de materiales de construcción.

Clausura de Silos y Relleno Sanitarios

La clausura de silos y rellenos sanitarios, utilizando para ello el material excavado inicialmente, cubriendo el área afectada y compactando el material que se use para rellenar.

Eliminación de pisos

Fueron totalmente levantados los restos de pisos que fueron construidos, y éstos residuos se trasladan al depósito de desechos acondicionados en el área. De esta forma se garantiza que el ambiente utilizando para estos propósitos quede libre de desmontes.

Recuperación de la morfología

Se procede a realizar el renivelado del terreno, asimismo las zonas que hayan sido compactadas fueron humedecidos y removidas, acondicionándolo de acuerdo al paisaje circundante.

Colocado de una capa superficial de suelo orgánico

Se ejecuta utilizando el material superficial (suelo orgánico) de 20 -25 cm., que inicialmente fue retirado y almacenado, antes de la construcción del campamento.

Revegetación

Una vez colocado la capa superficial de suelo orgánico se inicia el proceso de revegetación del terreno, con la especie nativa de la zona, siendo su propagación con material vegetativo mediante “champas” con el fin de lograr integrar nuevamente la zona al paisaje original.

Medición

La medición es por metro cuadrado (m²) campamentos hayan sido retirados y esté concluido el tratamiento ambiental del área.

	Ítem de pago	Unidad de pago
08.07.00.	Restauración de área afectada por campamento.	m ²

08.08.00 SELLADO DE LETRINAS.

Descripción

Esta partida considera el sellado de Letrinas y Tanques Sépticos usados en los campamentos durante la ejecución, para lo cual se deberá rociar Cal en los tanques sépticos para evitar la formación de gases y neutralizar los procesos químicos

orgánicos por luego proceder a taparlos con material propio de la zona y sellarlos de modo tal que se recupere la morfología del área afectada.

Medición

La medición es por unidad (Und.) de tanque séptico sellado con aprobación del Supervisor.

	Ítem de pago	Unidad de pago
08.08.00.	Sellado de letrinas.	und

09.00.00. FLETES.

09.01.00. FLETE CUSCO CAMPAMENTO.

Descripción

Los materiales que se usaran y se adquirirá De la Provincia de cusco, la misma será trasladado a la obra, por tratar de algunos fungibles como el tubo y otros que pueden ser facturados. Las cuales se trasladarán desde la provincia de Cusco – Viscochoni. Mientras los agregados se trasladarán de la cantera Rio Vilcanota - hacia el lugar donde se encuentra las obras de arte, para su mayor detalle ver Plano clave.

Unidad y forma de medición

La unidad de medida para esta partida será en GLB.

Forma de pago

El pago por este concepto será el que resulte de multiplicar el metrado ejecutado expresado en la unidad de medición por el precio unitario indicado en el presupuesto.

	Ítem de pago	Unidad de pago
09.01.00.	Flete Cusco - Campamento	glb

09.02.00. FLETE CAMPAMENTO –EJECUCION.

Descripción

Debido a que no existe almacenamiento en todo el trayecto de la via se deberá utilizar el carguío de estos materiales en un vehículo media a medida que se vaya ejecutando, desde el campamento hasta la zona de la estructura a instalar, todo aquello material que requiera la construcción de las estructuras del proyecto.

Método de construcción

Esta referido al carguío del Agregado de la zona de acceso vehicular hasta pie de obra utilizando acémilas de carga por cada viaje.

Se debe tener mucho cuidado al momento de depositar el agregado, que éste se encuentre en un lugar libre de restos vegetales y de otros materiales que no tengan nada que ver con la mezcla de concreto.

Unidad de medida

La medición para el traslado de materiales será GLB

Forma de pago

El pago por traslado de materiales se hará de acuerdo a lo especificado en el presupuesto en forma GBL.

	Ítem de pago	Unidad de pago
09.02.00.	Flete Campamento - Cusco	glb

CAPITULO IX

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1. CONCLUSIONES.

- El eje principal del desarrollo humano, lo comprenden las vías de comunicación, y las ventajas de contar con una carretera pavimentada, es incrementar la calidad de vida y la infraestructura básica de las comunidades que se benefician directamente, como son: educación, salud, vivienda y demás servicios.
- Los usuarios beneficiados, lograran su desarrollo, al disminuir sus tiempos de recorrido y reduciendo su costo de operaciones.
- En el aspecto agrícola, se trasladarán productos de mayor productividad en el distrito como: papa, avena grano, cebada, haba grano, trigo y olluco a los mercados de la región cusco.
- Mayor cantidad de visitantes a las zonas turísticas como: laguna de Q'escay y templo de Colquepata.
- Este proyecto debido a que se emplaza dentro de la sierra de nuestro país, y que a su vez posee una topografía ondulada-accidentada y con gran variación climática y geomorfológica, hace que este tipo de proyectos sean de alto costo, cuando se les brinda características muy señidas al reglamento. Por consiguiente, teniendo en cuenta lo dicho en las normas técnicas para el diseño de carreteras, se realizó el proyecto procurando en lo posible minimizar los costos, pero brindando a dicho proyecto los requerimientos básicos para hacer una carretera de tercera categoría, para que esta sea servicial, segura y económica.
- En vías de este tipo cuando la superficie de rodadura es pavimentada, se realiza un mejoramiento de la subrasante según los CBRs obtenidos y se le brinda un buen sistema de drenaje, para evitar de que la vía se deteriore en menor tiempo. Además, una de las principales características que debe poseer una carretera es de brindar un servicio continuo durante todo el año, para lo cual se le brindo a este proyecto un sistema de drenaje adecuado basado en cálculos hidrológicos y ensayos de laboratorio de suelos y pavimentos.

- Es necesario incluir en todos los proyectos de carreteras los estudios de Impacto Ambiental, para evitar la destrucción de ecosistemas propios de cada zona, contribuyendo así al desarrollo sostenible de nuestra región.

9.2 RECOMENDACIONES

- En todo proyecto de ingeniería un de los datos más importantes a tener en cuenta es la información topográfica, información que se debe adquirir con la precisión adecuada al tipo de trabajo específico en este caso una carretera, evitando en lo posible el acarreo de errores, ya que de esto depende la realización adecuada del proyecto. En la actualidad contamos con aparatos modernos de medición como son; Nivel de Ingeniero, estación total y GPS Diferencial, por consiguiente, se recomienda a los proyectistas de carreteras, adecuarse a las nuevas tecnologías, no dejando de lado los principios básicos del conocimiento y utilización de los equipos.
- Para la buena marcha de un proyecto, se debe de antemano tener un acuerdo mutuo entre la comunidad solicitante y los proyectistas para evitar futuros conflictos.
- En la actualidad se cuenta con un sinnúmero de programas informáticos, que si bien es cierto facilitan las tareas iterativas en la ingeniería, se recomienda comprobar su efectividad (CIVIL 3D-2018, ARGIS 10.3, S10, MSPROYECT, SLIDE 6.0).
- En lo que se refiere al estudio de mecánica de suelos, se recomienda realizar con el más amplio criterio, el estudio de estos, ya que son información imprescindible para el conocimiento del comportamiento de estos ante la aplicación de cargas y demás sollicitaciones mecánicas.
- Se recomienda al ente ejecutor a realizar una charla con lo referente a seguridad durante la ejecución de la obra, para de este modo evitar daños y perjuicios en los trabajadores y en la obra.
- Se recomienda realizar el campamento en un lugar propicio que brinde la facilidad de acceder a una fuente de agua y que no esté muy alejado del lugar de ejecución de la obra y que brinde las facilidades de acceso.
- Es recomendable siempre tener en obra equipo de primeros auxilios.
- Para hacer un proyecto económico de carreteras se debe tener en cuenta el volumen y tipo de material a ser extraído y en lo posible minimizar los

volúmenes de relleno, ya que estos requieren de un tratamiento más especial que encarece el proyecto.

- Se recomienda buscar rutas alternativas para la circulación de los vehículos en el proceso constructivo, así mismo dar a conocer los horarios en donde no interfieran el proceso constructivo del proyecto.
- Se recomienda realizar un mantenimiento periódico, preventivo y correctivo, para la conservación adecuada de la carretera, caso contrario su deterioro progresivo será una limitante para el buen funcionamiento de la misma.

9.3. BIBLIOGRAFIA.

- Carlotto, C.; Cardenas, R. & Gabriel, C. (2011). *Geología Del Cuafrangulo Del Cusco*. Lima-Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicación. (2008). *Manual de Diseño de carreteras Pavimentadas de bajo Volumen de Transito*. Lima-Perú.
- Moran, W. C. (s.f.). *HIDROLOGIA, Para Estudiantes de Ingeniería Civil*. Lima: Segunda Edición.
- Villon Bejar, M. (2011). *Hidrología*. Lima: Editorial Villon.
- Barreto, O. (2015). *CAMINOS ANDINOS, Manual Practico de Ingeniería Vial*. CUSCO.
- Bejar, M. V. (2011). *Hidrología*. Lima: Editorial Villon.
- Cardenas, J. (2002). *Diseño Geométrico de Carreteras*. Bogota-Colombia.
- Corredor, G. (s.f.). *Experimento Vial de ASSHO y las Guías de Diseño AASHTO. Diseño de pavimentos*. Lima.
- Das, B. M. (2001). *Fundamentos de la ingeniería geotécnica*. Mexico: Thomson Learning.
- Morales, R. (2006). *Diseño de Concreto Armado*. Lima: Editorial ICG.
- Juarez Badillo, E. & Rico Rodriguez, A. (1973). *Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de suelos*. MEXICO: LIMUSA.
- Kraemer, C. j. (2003). *INGENIERIA DE CARRETERAS*. ESPAÑA: COFAS, S.A.
- Ministerio de Transportes y Comunicación. (2008). *Manual de Diseño de carreteras Pavimentadas de bajo Volumen de Transito*. Lima.
- Olivera Bustamante, F. (2009). *Estructuración de Vías Terrestres*. MEXICO: PATRIA.

- Juan.P. *Planificación Grafica de Obras*
- Ibañez, W. (2011). *Costos y Tiempos en Carreteras* . Lima: Macro EIRL.
- ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA LA CONSTRUCCION DE CARRETERAS. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Lima Perú.
- MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS. DG-2018. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Lima.
- MANUAL DE SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Lima.
- NORMA E.050, Suelos y Cimentaciones, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Lima, Perú, 2018.
- Castro, J. (2017). *Mejoramiento de la carretera ta-109, tramo Ticaco -- Candarave, Tacna tramo III -2016*. Arequipa : Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Chen, J. Y. (2009). *Source apportionment of visual impairment during the California regional PM10/PM2.5 air quality study*. . California: Atmospheric Environment.
- Cusi, D. (2012). *Estudio de Impacto Ambiental de la carretera Pumamaraca - Abra San Martín del Distrito de San Sebastián*. Piura.: Universidad de Piura.
- Ministerio del ambiente. (2009). *ley del sistema nacional de evaluación de impacto ambiental ley n°27446*. peru: diario oficial el peruano.
- Ministerio del Ambiente. (2017). *decreto Supremo N° 004-2017-MINAM*. Peru: Diario Oficial El Peruano.
- Ruiz, H. y. (1794). *descripciones y laminas de los nuevos generos de las plantas de la flora del Peru y Chile*. Madrid: imprenta de Sancha .