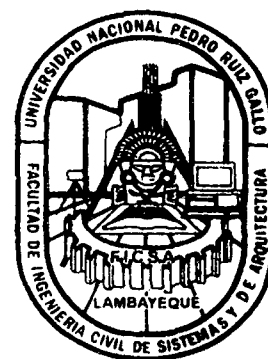




**UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
SISTEMAS Y ARQUITECTURA**



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO
TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE
CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION
CAJAMARCA"**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR:

BACH. CARLOS ALDAIR OLIVA MERA.

ASESORADO POR:

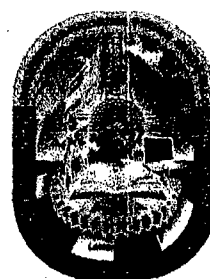
ING. SERGIO BRAVO IDROGO.

TOMO I

**LAMBAYEQUE - PERÚ
MARZO - 2016**



**UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS
Y ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO
TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE
CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION
CAJAMARCA"**

TOMO I

TESIS PRESENTADA POR:

BACH. CARLOS ALDAIR OLIVA MERA.

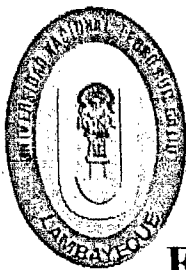
PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

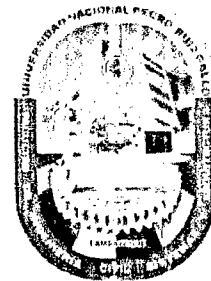
ASESORADO POR:

ING. SERGIO BRAVO IDROGO.

LAMBAYEQUE, DICIEMBRE DEL 2015.



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS
Y ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TESIS:

**"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-
C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS,
PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"**

MIEMBROS DEL JURADO:

PRESIDENTE DE JURADO :

ING. MIGUEL R. BOCANEGRA JACOME

MIEMBRO DE JURADO :

ING. RICARDO A. SOSA SANDOVAL

MIEMBRO DE JURADO :

ING. HAMILTON V. CUEVA CAMPOS

ASESOR :

ING. SERGIO BRAVO IDROGO

LAMBAYEQUE, MARZO DEL 2016.

**“ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO
TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE
CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION
CAJAMARCA”**

TESIS

INGENIERO CIVIL



Bach. OLIVA MERA CARLOS ALDAIR
RESPONSABLE

DEDICATORIA

PRIMERAMENTE AGRADESCO A DIOS,

Por darme la vida, fortaleza debido que con su infinita bondad y amor me permitido lograr una de mis grandes metas que es culminar mi carrera profesional.

Con todo mi cariño y mi amor para:

CARLOS ANDRES OLIVA GUERRERO Y MARLENY MERA TANTA, Mis Padres, las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

Mi segunda madre Mi Tía **NANCY MERA TANTA**; a mi hermano **YELTSIN OLIVA MERA**; **CINTIA CAJO QUEVEDO** una persona muy especial en mi vida y a todos mis tíos, primos; por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora. Por último a mis compañeros de la Universidad por los momentos vividos en la Formación Universitaria.

CARLOS ALDAIR

AGRADECIMIENTO

A:

A nuestro **SEÑOR DIOS TODO PODEROSO**, porque sin el nada sería posible lograr.

Al Ingeniero **SERGIO BRAVO IDROGO**, patrocinador de tesis, por el valioso aporte con su asesoramiento continuo en el presente proyecto ya que con su experiencia profesional apoyo a la correcta culminación de la tesis.

A los miembros del jurado, Ing. **MIGUEL ROLANDO BOCANEGRA JACOME**, Ing. **RICARDO SOSA SANDOVAL**, Ing. **HAMILTON VLADIMIR CUEVA CAMPOS**, ya que de manera cordial me brindaron su apoyo para el desarrollo, término y Aprobación del presente Proyecto de Tesis.



INDICE

UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
OFICINA CENTRAL DE BIBLIOTECA PROCESOS TECNICOS
Nº DE REGISTRO: _____
COD. DE CLASIFICACIÓN: _____

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1.	Antecedentes	12
1.2.	Problema	12
1.3.	Hipótesis	12
1.4.	Justificación e importancia	12
1.5.	Objetivos del proyecto	13
1.5.1.	Objetivo general	13
1.5.2.	Objetivos específicos	13

CAPITULO II: ESTUDIOS DE PLANEACIÓN

2.1.	Estudio geográfico físico	16
2.1.1.	Situación geográfica	16
2.1.2.	Relieve de la zona	17
2.1.3.	Meteorología y climatología	18
2.1.4.	Vía de Acceso al Caserío Tablón	19
2.2.	Estudios económicos	19
2.2.1.	Actividades económicas de la zona	19
2.2.1.1.	Agricultura	19
2.2.1.2.	Educación	20
2.2.1.3.	Salud	21
2.2.2.	Poblaciones beneficiadas y sus características	21

CAPITULO III: ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

3.1.	Reconocimiento de campo	24
3.1.1.	Reconocimiento Directo	24
3.2.	Levantamiento Topográfico	24
3.2.1	Eje preliminar	24
3.2.2.	Instrumentos y materiales utilizados	24
3.2.3.	Eje definitivo	25

3.3.	Consideraciones Técnicas para el diseño geométrico	25
3.4.	Diseño Geométrico	25
3.4.1.	Estudio de tráfico	26
3.4.1.1	Estación de conteo	26
3.4.1.2	Periodo de estudio en el campo	26
3.4.2.	Ancho de la Superficie de Rodadura	32
3.4.2.1	Tipo de Superficie de Rodadura	32
3.4.3.	Velocidad Directriz	32
3.4.4.	Radio Mínimo de curvas Horizontales	33
3.4.5.	Distancia de Visibilidad de Parada	36
3.4.6.	Sobre ancho de la calzada	37
3.4.7.	Eje definitivo	40
3.4.7.1	Plano de Planta	40
3.4.7.2	Plano de Perfil	44
3.4.7.2.1	Trazado de Subrasante	44
3.4.7.2.2	Pendientes	45
3.4.7.3	Plano de Secciones Transversales	46
3.4.8.	Volumen de movimiento de tierras	47
3.4.8.1	Determinación de las áreas de Secciones	47
3.4.8.2	Determinación de Volúmenes	49
3.4.8.3	Corrección de los Volúmenes	51
3.4.8.4	Compensación de volúmenes de tierra	53
3.4.8.4.1	Compensación trasversal	53
3.4.8.4.2	Compensación longitudinal	53
3.4.9.	Diagramas de masa	53
3.4.9.1	Distancia libre de transporte	53
3.4.9.2	Distancia de sobre acarreo	55
3.4.9.3	Distancia de transporte económico	55
3.4.9.4	Distancia media de Transporte	56

CAPITULO IV: ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

4.1.	Generalidades	64
4.2.	Análisis de muestras	64
4.2.1	Toma de muestras	64
4.2.2	Métodos de evaluación	64
4.3.	Descripción de ensayos de laboratorio	65

4.3.1	Contenido de humedad	65
4.3.2	Límites de consistencia	65
4.3.3	Granulometría	69
4.3.4	Contenido de sales	71
4.3.5	Peso Específico Relativo de los Sólidos	72
4.3.6	Ensayos de compactación (Proctor Modificado)	73
4.3.7	Ensayos para determinar CBR (California Bearing Ratio) y la expansión en el laboratorio.	75
4.4.	Clasificación de los suelos	80
4.4.1	Clasificación AASHTO	80
4.4.1.1.	Descripción de los grupos de clasificación	85
4.4.2	Clasificación unificada de suelos (SUCS)	88
4.5.	Conclusiones de los Ensayos realizados	91

CAPITULO V: ESTUDIO DE CANTERAS

5.1.	Generalidades	96
5.2.	Localización de canteras en la zona	96
5.3.	Metodología	97
5.4.	Trabajos de Campo	98
5.5.	Ensayos de laboratorio	98
5.6.	Características de la cantera	99
5.7.	Resultados de los ensayos de laboratorio	100

CAPITULO VI: ESTUDIO DEL PAVIMENTO

6.1.	Generalidades	103
6.2.	Clasificación de pavimentos	103
6.3.	Criterios de selección de pavimentos	104
6.4.	Pavimento flexible	106
6.4.1	Tipos de pavimentos flexibles	106
6.4.1.1.	Asfaltó en frío	106
6.4.1.2.	Asfaltó en caliente	107
6.4.2	Funciones y características de las diferentes capas del pavimento flexible	107
6.4.2.1.	Carpeta de rodadura	107
6.4.2.2.	Base	108
6.4.2.3.	Sub base	108

6.4.3	Métodos de cálculo de los espesores	109
6.4.4	Mezclas asfálticas - Diseño - Índice de bitumen	148
6.4.4.1.	Generalidades	148
6.4.4.2.	Terminología del asfalto	149
6.4.4.3.	Materiales pétreos o agregados para mezclas asfálticas	151
6.4.4.4.	Pavimentos asfálticos	154

CAPITULO VII: ESTUDIOS HIDRAULICOS

7.1.	Generalidades	168
7.2.	Drenaje Superficial	169
7.3.	Caudal de escorrentía	173
7.3.1	Métodos racionales	173
7.3.1.1.	Método racional	173
7.3.1.2.	Método racional ARMCO	176
7.3.2	Métodos experimentales	177
7.3.2.1.	Método de la precipitación pluvial	177
7.3.3	Métodos empíricos	180
7.3.4	Métodos directos	181
7.3.4.1.	Método de sección pendiente	181
7.4.	Calculo hidráulico	183
7.5.	Diseño de obras de arte	193
7.5.1.	Cunetas	194
7.5.1.	Alcantarillas	194
7.5.1.1	Definición	194
7.5.1.2	Tipos de alcantarilla	195
7.5.1.	Badenes	195
7.6.	Caudal de Escorrentia	200
7.7.	Calculo hidráulico	201

CAPITULO VIII: SEÑALIZACIÓN

8.1.	Función de las señales de tránsito.	207
8.2.	Clasificación de las señales de tránsito.	207
8.2.1.	Señales reguladoras o de reglamentación	207
8.2.1.1	Definición	207
8.2.1.2	Clasificación	208

8.2.1.3 Forma	208
8.2.1.4 Colores	208
8.2.1.5 Dimensiones	209
8.2.1.6 Ubicación	209
8.2.1.7 Relación de señales restrictivas	209
8.2.2. Señales preventivas	211
8.2.2.1 Definición	211
8.2.2.2 Forma	212
8.2.2.3 Colores	212
8.2.2.4 Dimensiones	212
8.2.2.5 Ubicación	212
8.2.2.6 Relación de Señales Preventivas	213
8.2.3. Señales de información	216
8.2.3.1 Definición	216
8.2.3.2 Clasificación	216
8.2.3.3 Forma	217
8.2.3.4 Colores	217
8.2.3.5 Dimensiones	218
8.2.3.6 Normas de diseño	218
8.2.3.7 Ubicación	220
8.2.3.8 Relación de Señales Informativas	221
8.3. Marcas en el Pavimento.	224
8.3.1 Marcas en pavimento y bordes de pavimento	228
8.4.2 Espaciamiento de delineadores	233

CAPITULO IX: EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL

9.1. Factores y acciones ambientales	236
9.1.1 Generalidades	236
9.1.2 Factores ambientales	236
9.1.2.1 Medio físico	236
9.1.2.2 Medio biótico	237
9.1.2.3 Medio socioeconómico	237
9.1.3 Acciones ambientales	238
9.2. Evaluación de Impactos Ambientales.	239
9.2.1 Método de evaluación	239
9.2.1.1 Matriz de importancia	239

9.2.1.2 Matriz de convergencia	242
9.3. Interpretación de resultados	244
9.4. Plan de manejo ambiental	244
9.4.1 Generalidades	244
9.4.2 Medidas de mitigación, control y prevención Ambiental	245

CAPITULO X: METRADOS, PRESUPUESTOS Y PROGRAMACIÓN DE OBRA.

10.1. Introducción	249
10.2. Análisis de costos	249
10.3. Costo Directo	249
10.3.1 Presupuesto de Obra	249
10.3.2 Metrados	250
10.3.3 Análisis de Costos Unitarios	250
10.4. Costos Indirectos	251
10.4.1 Gastos Generales	251
10.4.2 Utilidad	251
10.5. Formulas Polinómicas	251
10.6. Índices Unificados	252

CAPITULO XI: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

11.1. Especificaciones técnicas generales	254
---	-----

CAPITULO XII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

12.1. Conclusiones	324
12.2. Recomendaciones	325

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS



INTRODUCCION

El "ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA", es de gran importancia para que las comunidades cuenten con un proyecto de carretera, para que así puedan gestionar su financiamiento.

El presente proyecto consta de:

Capítulo I. Generalidades: se describen antecedentes, objetivos y etapas del proyecto.

Capítulo II. Estudios de planeación: se realizara el estudio geográfico y económico.

Capítulo III. Estudios topográficos: levantamiento topográfico de la franja de dominio, determinando el eje preliminar, eje definitivo y las secciones transversales.

Capítulo IV. Estudio de mecánica de suelos: determina las propiedades mecánicas del suelo en el eje de la carretera y también el CBR tanto en el eje como en las canteras.

Capítulo V. Estudio de canteras: se escogerá la cantera que cumple con las especificaciones técnicas.

Capítulo VI. Estudio del pavimento: diseñar el pavimento de asfalto en frio.

Capítulo VII. Estudios hidráulicos: determinar caudal que va llegar a las alcantarillas que pasan por debajo de las carreteras.

Capítulo VIII. Señalización: diseñar las señales informativas, reglamentarias y preventivas.

Capítulo IX. Evaluación de Impacto ambiental: se ara el análisis del medio ambiente mediante el uso de la metodología de la matriz de convergencia.

Capítulo X. Metrados, presupuesto y cronograma de obra.

Capítulo XI. Especificaciones Técnicas.

Capítulo XII. Conclusiones y recomendaciones.

Para el desarrollo del presente proyecto se usó el "Diseño Geométrico de Carreteras – 2013, del ministerio de transportes y comunicaciones".



CAPITULO I

GENERALIDADES



1.1. ANTECEDENTES

Los centros poblados de Perico, El Triunfo y El Tablón, están ubicados en el lado este del distrito de Chirinos en la margen izquierda de la carretera PE5N y del río Marañón.

Siendo el principal centro de producción agrícola del distrito, no cuenta con un sistema vial adecuado que le permita tener interconexión terrestre entre ellos y directamente con la capital del distrito y con la carretera PE5N, hacia las ciudades de San Ignacio al Norte o Jaén al sur, estando limitada solamente a contar con la carretera vecinal Chirinos – Perico (obviando pasar por los centros poblados de El Tablón y El Triunfo) para sacar su producción.

Como se cuenta con la trocha aperturada es factible el mejoramiento de la carretera. Sin embargo durante el trazo y apertura no se consideraron la instalación de obras de arte y drenaje por lo que esta vía está muy afectada, especialmente en épocas de lluvia.

Debido al clima que presenta esta parte de la región Cajamarca, las lluvias no se pueden predecir con precisión, por lo que la vía presenta una superficie de rodadura deteriorada, con insuficiente ancho vial en algunos tramos y cursos de agua sin encausamiento, haciendo que el servicio de transporte sea incómodo e inseguro lo que contribuye a que los precios de transporte de carga y pasajeros sean relativamente altos respecto a la distancia de recorrido.

El tramo se inicia En el KM: 0+000, ubicado en el Caserío Tablon siguiendo su recorrido por el Caserío El Triunfo y Finaliza en el KM: 10+126, ubicado en el Centro Poblado San Pedro de Perico.

Por tal razón se ha realizado el estudio definitivo **"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P.SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"**, con la finalidad que cuenten con un documento técnico para poder gestionar el financiamiento de su construcción.

1.2. PROBLEMA

¿Por qué realizar el "ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P.SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"?



1.3. HIPÓTESIS

El "ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA", servirá de base para la elaboración del Expediente Técnico.

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

PORQUE en la actualidad no se cuenta con el proyecto "ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA".

PARA QUE se cuente con el proyecto "ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA". Que permitirá la elaboración del expediente técnico final para su posterior ejecución que beneficiara a las comunidades involucradas.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo General

Elaborar el, "ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA".

1.5.2. Objetivos Específicos

- Realizar el estudio topográfico.
- Diseñar los elementos Geométricos de la vía.
- Realizar los estudios Geotécnicos.
- Diseñar el Pavimento Flexible.
- Realizar la Evaluación de Impacto Ambiental.



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAAMRCA"

- Efectuar los Metrados, Costos Unitarios, presupuesto y programación de obra.
- Fortalecer la infraestructura vial generando mayor comunicación entre las poblaciones urbanas y rurales de la zona.
- Promover y mejorar el intercambio comercial entre los pueblos beneficiarios que se encuentran bajo la influencia de la vía.
- Brindar comodidad y mayor seguridad en el tránsito vehicular.
- Reducción de los costos de transporte con el incremento del tránsito vehicular.
- Reducción de los tiempos de transporte.
- Mejorar la calidad de vida de las poblaciones rurales, beneficiarias del proyecto.



CAPITULO II

ESTUDIOS DE PLANEACIÓN



2.1 ESTUDIO GEOGRÁFICO FÍSICO

2.1.1 Situación geográfica del proyecto

El distrito de Chirinos se encuentra ubicada en la parte Sureste de la provincia de San Ignacio, en el paralelo Sur 05°17'42" latitud sur y el meridiano Oeste 8°51'15" de longitud oeste, presentan alturas que van de los 669 a 1,950m.s.n.m.

El camino vecinal TABLON – SAN PEDRO DE PERICO, está enmarcado entre siguientes coordenadas UTM WGS84:

El punto de inicio, KM 0 + 000 del proyecto:

- 737163.56 E
- 9406619.49 N

El punto final, KM 10 + 126 del proyecto:

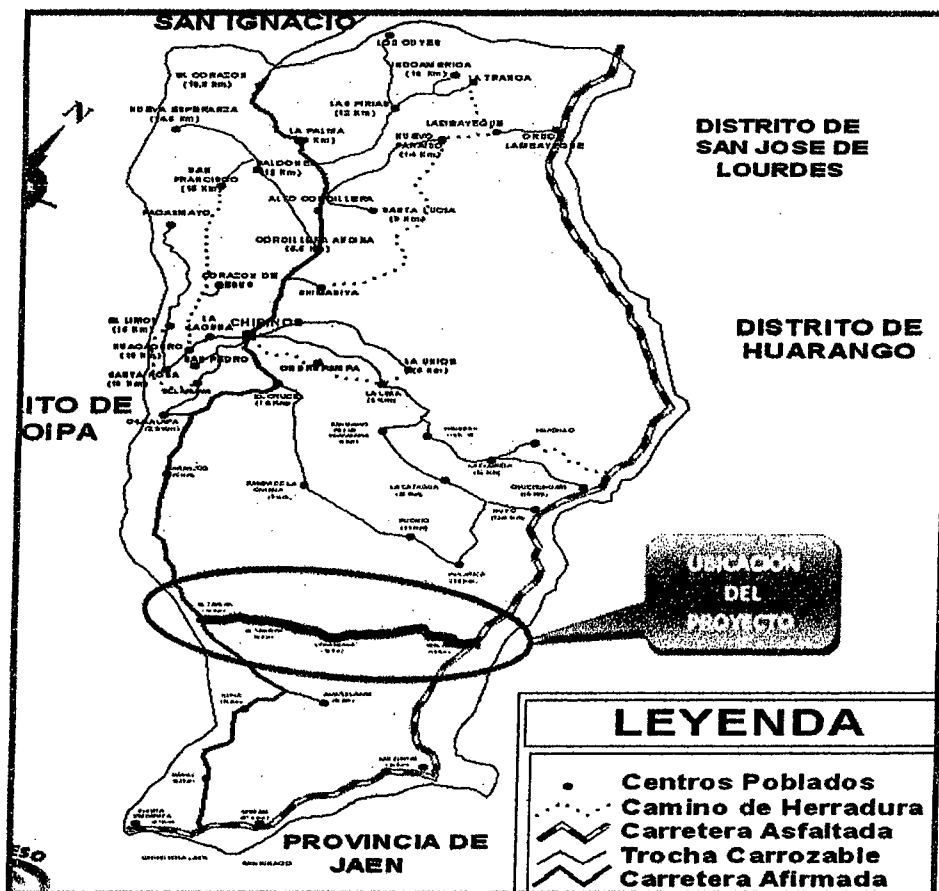
- 744149.57 E
- 9409315.82 N

Sus límites son:

- Por el Norte : Limita con la Provincia de San Ignacio y el Distrito de San José de Lourdes.
- Por el Sur : Limita con el Distrito de Bellavista y la Coipa
- Por el Este : Limita con los Distritos de Huarango, teniendo como limite el Rio Chinchipe
- Por el Oeste : Limita con el Distrito de La Coipa.



UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA ZONA DEL PROYECTO



2.1.2 Relieve de la zona

El relieve se constituye en profundas quebradas y grandes hondonadas; siempre cubiertas de vegetación arbórea, arbustiva y herbácea que se combinan con las parcelas de cultivo de café, yucas, menestras y algunas especies frutales. El perfil fisiográfico a lo largo del distrito de Chirinos presenta tierras para cultivos anuales, permanentes y pastos, y recursos hídricos que representan una capacidad actual y potencial para el cultivo del café, la fruticultura, los cítricos, la actividad ganadera y la actividad forestal.



2.1.3 Meteorología y Climatología

- Clima

El distrito presenta climas cálidos en los valles bajos (zona de estudio), las temperaturas llegan hasta los 30°C; mientras que en las zonas altas el clima es templado o frío (capital del distrito). Las épocas de lluvias son de enero a abril. El clima es benigno y primaveral.

- Recursos Hidricos

El presente proyecto se enmarca dentro de la cuenca Chinchipe – Chamaya, siendo estos los principales ríos de la zona en estudio.

El sistema de drenaje está constituido por un curso principal y sus tributarios. El ámbito de estudio está comprendido por cuencas parciales, donde la cuenca Chinchipe de naturaleza binacional con el país del Ecuador, pertenece a la vertiente del Atlántico y desemboca al río Marañón por la margen derecha.

La cuenca Chamaya, discurre de Oeste a Este y Noreste, desemboca en el río Marañón por su margen izquierdo, está formado por el río Huancabamba que discurre de Norte a Sur, cuya naciente se comparte entre la región Piura y Cajamarca

-Recursos del Suelo

La capacidad de uso de los suelos del Perú predominan los suelos de clase III y clase IV.

- SUELOS DE CLASE III: tierras moderadamente buenas para cultivos intensivos y otros usos.
- SUELOS DE CLASE IV: tierras regulares para cultivos intensos y otros usos (arables).



2.1.4 Vía de Acceso al Caserío Tablon

El Acceso a esta vía es solo por vía terrestre, siendo de Chiclayo hacia Jaén en una carretera asfaltada, de Jaén hacia Tamborapa prosiguiendo hasta el lugar.

Cuadro N° 01: Acceso a la zona de estudio

TRAMO		DISTANCIA EN KM	VIA
CHICLAYO	JAEN	287	ASFALTADA
JAEN	TAMBORAPA	54.14	ASFALTADA
TAMBORAPA	TABLON	9.16	AFIRMADO

2.2 ESTUDIOS ECONÓMICOS

2.2.1 Actividades económicas de la zona

2.2.1.1 Agricultura

Las principales actividades económicas que se desarrollan en el distrito, son la agricultura y ganadería, que llegan a ocupar más del 80% de la PEA distrital. Los terrenos agrícolas son principalmente privadas y familiares en un 70%, el 30% restante corresponde a las tierras de las comunidades campesinas San Juan de Chirinos y San Pedro de Perico.



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAAMRCA"

DEPARTAMENTO, PROVINCIA, ÁREA URBANA Y RURAL, SEXO Y ACTIVIDAD ECONOMICA	TOTAL	GRANDES GRUPOS DE EDAD				
		6 A 14 AÑOS	15 A 29 AÑOS	30 A 44 AÑOS	45 A 64 AÑOS	65 Y MÁS AÑOS
Distrito CHIRINOS	4756	129	1728	1500	1086	319
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	3899	114	1417	1168	911	289
Pesca	2		2			
Explotación de minas y canteras	30		4	2	3	1
Industrias manufactureras	38	1	9	15	10	3
Suministro de electricidad, gas y agua	13		9	2	2	
Construcción	42		11	19	11	1
Comercio, rep. veh. autom. motor, efect. pers.	185		51	83	39	12
Venta, mant. y rep. veh. autom. y motor.	4		2		2	
Comercio al por mayor	13		4	8	1	
Comercio al por menor	168		45	75	36	12
Hoteles y restaurantes	43	1	15	13	13	1
Trans., almac. y comunicaciones	74		29	33	12	
Intermediación financiera	1		1			
Activid. inmovil., empres. y alquileres	14		7	5	2	
Admin. pub. y defensa; p. segur. soc. afil.	10		3	5	2	
Enseñanza	161		49	87	25	
Servicios sociales y de salud	20		8	10	2	
Otras activ. serv. comun. soc. y personales	23		13	8	2	
Hogares privados con servicio doméstico	29	2	15	6	6	
Actividad económica no especificada	131		50	33	37	11
Desocupado	61	5	35	11	9	1

Cuadro N°2.: Población Económicamente Activa Según Rama De Actividad.

2.2.1.2 Educación

El Distrito de Chirinos cuenta con Instituciones Educativas Estatales y Privadas, tanto en el nivel Inicial, Primario, Secundario, Especial, Ocupacional y Superior Tecnológico y Pedagógico las mismas que se detallan en la siguiente tabla.

Nombre de IE	Nivel / Modalidad	Gestión / Dependencia	Dirección de IE
16487	Primaria	Pública - Sector Educación	PERICO
17676	Primaria	Pública - Sector Educación	EL TRIUNFO
16771	Primaria	Pública - Sector Educación	EL TABLON
JOSE GALVEZ 16771	Secundaria	Pública - Sector Educación	EL TABLON

Cuadro N°3.: Numero de I.E existentes en la Zona de Estudio.



2.2.1.3 Salud

En el distrito de chirinos, existe un puesto de salud tipo I del MINSA, no cuenta con ningún otro tipo de centro de salud. Se observa que el 43% de la población del distrito, está afiliada al SIS y el 53% no está afiliado a ningún tipo de seguro.

2.2.2 Poblaciones beneficiadas y sus características

El camino vecinal tramo Caserío Tablon a C.P. San Pedro de Perico, se localiza en el departamento Cajamarca, y se ubica políticamente en el distrito de Chirinos.

El tramo a construir se inicia en el Km 0+000 (Caserío Tablon) y finaliza en el Km 10+126 (C.P. San Pedro de Perico).

Población Beneficiada

La población de referencia para el diagnóstico del problema, estaría dada por la población total del distrito de Chirinos que al año 2007 se tiene 13,525, en donde 7,304 son hombres y 6,221 mujeres (Fuente: INEI -- Censos Nacionales 2007: XI de población y IV de Vivienda).

ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Distrito	Capital	Altitud	Superf.	Población
		(m.s.n.m.)	Km ²	2007
Chirinos	Chirinos	669	740.35	13,525

INEI. Compendio estadístico región Cajamarca



POBLACIÓN DEL DISTRITO DE CHIRINOS

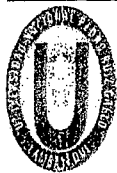
Cuadro N°04: Población Afectada		
	Población	Distribución (%)
Urbano	2,584	19.11%
Rural	10,941	80.89%
Población Afectada total	13,525	100.00%
Fuente: INEI: Censo de Población y Vivienda 2007		

La población y zona beneficiada directamente se detalla en el cuadro siguiente:

Cuadro N°05: Población beneficiaria.			
	Población	N° Familias	Distribución (%)
Tablón	697	177	35.92%
San Pedro de Perico	1224	306	64.08%
Población beneficiaria total	1921	483	100.00%
Fuente: INEI: Censo de Población y Vivienda 2007			

La población Objetivo comprendida en el horizonte de planeamiento del proyecto que comprende el presente proyecto de los años 2015 al 2025 (10 años); considerando las estimaciones del INEI, así como las tendencias respecto a la variación de las tasas de crecimiento de la población promedio de la provincia es de 0.28% se pudo obtener el siguiente resultado:

	POBLACIÓN
	1,921
	1,926
	1,931
	1,937
	1,942
	1,948
	1,953
	1,959
	1,964
	1,970
	1,975
	1,981



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

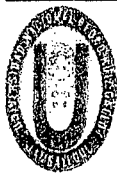


"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"

DESARROLLO DE LA TAREA

DESARROLLO DE LA TAREA

DESARROLLO DE LA TAREA



3.1. RECONOCIMIENTO DE CAMPO

3.1.1 Reconocimiento directo

Se ha realizado la inspección de campo de la trocha existente para mejorar el trazo.

3.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

El levantamiento topográfico es el procedimiento realizado en campo para obtener la representación gráfica del terreno, de sus accidentes, del sistema hidrográfico, y de las instalaciones y edificaciones existentes.

3.2.1 Eje preliminar

Definida la ruta y fijado el punto de partida y los tramos que definen el eje, se ejecuta el estacado de PI a PI, se mide la distancia y el ángulo de deflexión en cada PI, y luego se realiza el estacado cada 20m, este proceso se llama poligonación abierta.

3.2.2 Instrumentos y materiales empleados

- Estación Total.
- Prismas.
- GPS.
- Wincha.
- Libreta de campo.
- Estacas.
- Pintura.
- Clavos.



3.2.3 Eje definitivo

Al concluir el Trazo preliminar se procesa la información de campo. Se diseña las curvas horizontales, sobre ancho, peralte.

Se nivelan las estacas ubicadas cada 20 m para obtener las curvas de nivel.

Se dibuja el perfil longitudinal y se traza la subrasante.

3.3. CONSIDERACIONES TÉCNICAS

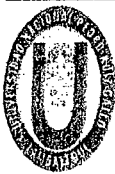
Según la clasificación dada por el DG - 2013 nuestro proyecto estaría ubicado:

De acuerdo a la demanda: es una carretera de tercera clase, con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3,00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2,50 m, contando con el sustento técnico correspondiente, en caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase.

Según condiciones Orográficas: tenemos una orografía del TIPO 4, Tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%, exigiendo el máximo de movimiento de tierras, razón por la cual presenta grandes dificultades en su trazado.

3.4. DISEÑO GEOMÉTRICO

Las características geométricas de una vía dependen fundamentalmente de la velocidad directriz adoptada, de la composición y volumen del tránsito proyectado, a fin de satisfacer las condiciones mínimas que permitan circular, los determinados tipos de vehículos en el camino.



En general en el Diseño Geométrico de la Carretera materia de estudio, se ha procurado adaptarnos a las deflexiones del terreno y la vía existente; evitando en lo posible movimientos excesivos de tierras y/o la construcción de estructuras costosas.

Los criterios seguidos para el trazo y diseño geométrico ha sido: El Manual De Diseño geométrico de Carreteras DG - 2013, determinándose las siguientes características:

3.4.1 Estudio de Tráfico

Tiene por objeto estudiar las condiciones del tráfico actual y proyectarlas durante la vida útil del proyecto. Las condiciones del tráfico actuales están definidas por su composición y cantidad, la composición nos permitirá definir los tópicos y la cantidad de Cada uno de ellos para el punto de partida para la proyección del tráfico.

En el presente estudio se presentan los resultados de las proyecciones del tráfico que servirán de base para la definición de las características técnicas del proyecto.

3.4.1.1 Estación de conteo

Previo verificación de campo y recorrido de la ruta del proyecto se procede a identificar una estación de conteo vehicular mediante la cual el aforador se ubica en un lugar estratégico y conveniente desde donde se realiza el conteo diario por tipo y clase de vehículos.

3.4.1.2 Periodo de estudio en el campo

La estación de conteo se ubicó en el km 0 + 000 de la Trocha Carrozable "Caserio Tablon", Operando las 24 horas del día, entre los días 04 y 10 de Septiembre del 2015, durante 7 días incluyendo días laborables y un fin de semana.

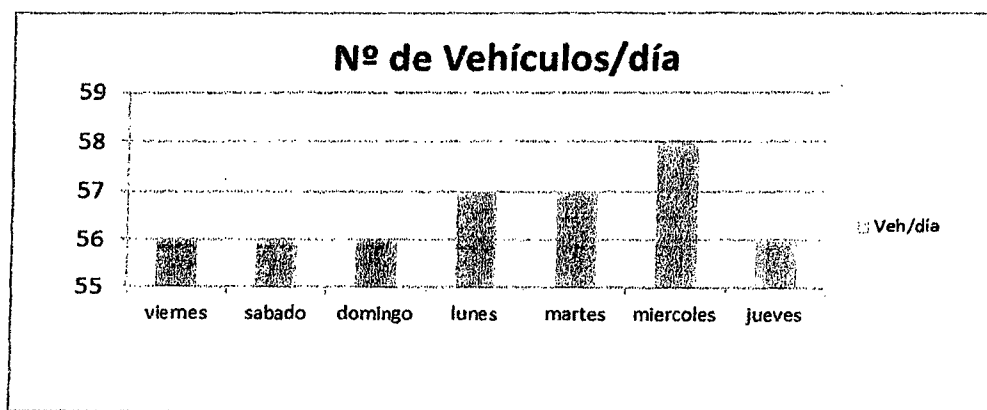


REGISTRO DEL CONTEO VEHICULAR

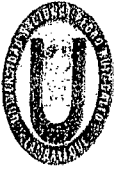
Km 0+000: CASERIO TABLON

i) Resumen del conteo de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo

Tipo de Vehículo	viernes	sábado	domingo	lunes	martes	miércoles	jueves
Automóvil	14	14	13	14	14	14	14
Camioneta station wagon	12	11	12	12	11	12	12
camioneta pick up	8	9	9	8	7	8	8
Bus Grande	4	4	4	4	4	4	4
Camión 2E	10	10	10	10	12	12	10
Camión 3E	8	8	8	9	9	8	8
TOTAL	56	56	56	57	57	58	56



Afluencia de Vehiculos del 04 al 10 de Septiembre del 2015.



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"

ii) Determinar los factores de corrección promedio de una estación de peaje cercano al camino:

F.C.E. Vehículos ligeros: 0.85549782

F.C.E. Vehículos pesados: 1.01084437

Nota: Utilizar los datos del Ministerio de Transportes

iii) Aplicar la siguiente fórmula, para un conteo de 7 días

$$IMD_a = IMD_s * FC \quad IMD_s = \sum \frac{Vi}{7}$$

Dónde:	IMD_s=	Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada
	IMD_a=	Índice Medio Anual
	Vi =	Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo
	FC =	Factores de Corrección Estacional



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS,
PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL SEMANA	IMD	FC	IMD
	viernes	sábado	domingo	lunes	martes	miércoles	jueves				
Automovil	14	14	13	14	14	14	14	97	14	0.95549732	13
Camioneta station wagon	12	11	12	12	11	12	12	82	12	0.95549732	11
camioneta pick up	8	9	9	8	7	8	8	57	8	0.95549732	8
Bus Grande	4	4	4	4	4	4	4	28	4	0.95549732	4
Camión 2E	10	10	10	10	12	12	10	74	11	1.01084437	11
Camión 3E	8	8	8	9	9	8	8	58	8	1.01084437	8
TOTAL	56	56	56	57	57	58	56	396	57		55

2. ANALISIS DE LA DEMANDA

2.1 Demanda Actual

Tráfico Actual por Tipo de Vehículo

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Automovil	13	23.64
Camioneta station wagon	11	20.00
camioneta pick up	8	14.55
Bus Grande	4	7.27
Camión 2E	11	20.00
Camión 3E	8	14.55
IMD	55	100.00



Demanda Proyectada

Para la proyección de la demanda utilizar la siguiente fórmula:

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

Proyección de Tráfico - Situación Sin Proyecto

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Tráfico Normal	55	55	55	55	57	57	59	59	61	61	62	63	63	63	64	67	68	68	69	70	70
Automovil	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Camioneta station wagon	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
Camioneta pick up	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
Bus Grande	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Camión 2E	11.00	11.00	11.00	11.00	12.00	12.00	12.00	12.00	13.00	13.00	13.00	14.00	14.00	14.00	14.00	15.00	15.00	15.00	16.00	16.00	16.00
Camión 3E	8.00	8.00	8.00	8.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	11.00	11.00	11.00	11.00	12.00	12.00

2.3 Demanda Proyectada "Con Proyecto"

Tráfico Generado por Tipo de Proyecto

Tipo de Intervención	% de Tráfico Normal
Mejoramiento	15

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC

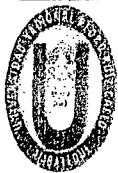


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS,
PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tráfico Normal	55.00	55.00	55.00	55.00	57.00	57.00	59.00	59.00	61.00	61.00	62.00	63.00	63.00	63.00	64.00	67.00	68.00	68.00	69.00	70.00	70.00
Automovil	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Camioneta station wagon	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
camioneta pick up	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
Bus Grande	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Camión 2E	11.00	11.00	11.00	11.00	12.00	12.00	12.00	12.00	13.00	13.00	13.00	14.00	14.00	14.00	14.00	15.00	15.00	15.00	16.00	16.00	16.00
Camión 3E	8.00	8.00	8.00	8.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	11.00	11.00	11.00	11.00	12.00	12.00
Tráfico Generado	0.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Automovil	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Camioneta station wagon	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
camioneta pick up	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Bus Grande	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Camión 2E	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Camión 3E	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
IMD TOTAL	55.00	64.00	64.00	64.00	66.00	66.00	68.00	68.00	70.00	70.00	72.00	73.00	73.00	73.00	74.00	77.00	78.00	78.00	79.00	80.00	80.00



Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Automovil	17	21.25
Camioneta station wagon	15	18.75
camioneta pick up	10	12.50
Bus Grande	6	7.50
Camión 2E	18	22.50
Camión 3E	14	17.50
IMD	80	100.00

3.4.2 Ancho Superficie de Rodadura

De la tabla 304.01 (DG - 2013); se tiene que le corresponde un ancho mínimo en tangente de 6.00 m y de la tabla 304.02 (DG – 2013), se tiene que le corresponde un ancho de berma de 1.20 m a cada lado de la vía; optando en nuestro diseño reducir esta condición a un ancho de bermas de 0.5 m a cada lado de la vía, debido a que nuestra carretera es de tercera clase y no cuenta con una tráfico vehicular elevado:

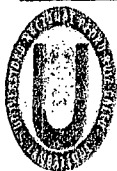
3.4.2.1 Tipo de Superficie de Rodadura

Con capas granulares (sub base y base drenantes) y una capa bituminosa de espesor variable mayor a 25 mm, con una carpeta asfáltica en frio.

3.4.3 Velocidad Directriz

La selección de la velocidad de diseño será una consecuencia de un análisis técnico-económico que deberán tener en cuenta la orografía del territorio. En territorios planos, el trazado puede aceptar altas velocidades a bajo costo de construcción, pero en territorios muy accidentados será muy costoso mantener una velocidad alta de diseño, porque habría que realizar obras muy costosas para mantener un trazo seguro. Ello solo podría justificarse si los volúmenes de la demanda de tránsito fueran muy altos.

Para el presente proyecto, por tratarse de un proyecto de mejoramiento de una carretera existente, y por cuestiones económicas, se ha



considerado que el diseño se adapte a las inflexiones del terreno y al trazo existente y por tratarse de una zona con una orografía muy accidentada se ha trabajado con la siguiente velocidad de diseño:

$$V = 20 \text{ km/h}$$

3.4.4 Radio mínimo de las curvas horizontales:

Para el caso de carreteras de Tercera Clase, aplicando la fórmula que a continuación se indica, se obtienen los valores precisados:

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127 (0.01 e_{\max} + f_{\max})}$$

Dónde:

Rmin : mínimo radio de curvatura.

emax : valor máximo del peralte.

fmax : factor máximo de fricción.

V : velocidad específica de diseño

Los valores máximos de la fricción lateral a emplearse son los que se señalan en el cuadro siguiente:

Velocidad directriz Km./h	f _{máx}
20	0.18
30	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

CUADRO N° 3.1: FRICCIÓN TRANSVERSAL MÁXIMA EN CURVAS
FUENTE: DG-2013



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"

En el siguiente cuadro se muestran los valores de radios mínimos y peraltes máximos elegibles para cada velocidad directriz. En este mismo cuadro se muestran los valores de la fricción transversal máxima.

Tabla 302.04

Valores del radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción.

Velocidad específica Km/h	Peralte máximo e (%)	Valor límite de fricción f_{max}	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
20	4,0	0,18	14,3	15
30	4,0	0,17	33,7	35
40	4,0	0,17	60,0	60
50	4,0	0,16	98,4	100
60	4,0	0,15	149,1	150
20	6,0	0,18	13,1	15
30	6,0	0,17	30,8	30
40	6,0	0,17	54,7	55
50	6,0	0,16	89,4	90
60	6,0	0,15	134,9	135
20	8,0	0,18	12,1	10
30	8,0	0,17	28,3	30
40	8,0	0,17	50,4	50
50	8,0	0,16	82,0	80
60	8,0	0,15	123,2	125
20	10,0	0,18	11,2	10
30	10,0	0,17	26,2	25
40	10,0	0,17	46,6	45
50	10,0	0,16	75,7	75
60	10,0	0,15	113,3	115
20	12,0	0,18	10,5	10
30	12,0	0,17	24,4	25
40	12,0	0,17	43,4	45
50	12,0	0,16	70,3	70
60	12,0	0,15	104,9	105

CUADRO N° 3.2: RADIOS MÍNIMOS Y PERALTES MÁXIMOS
Giro mínimo de vehículo de Diseño:



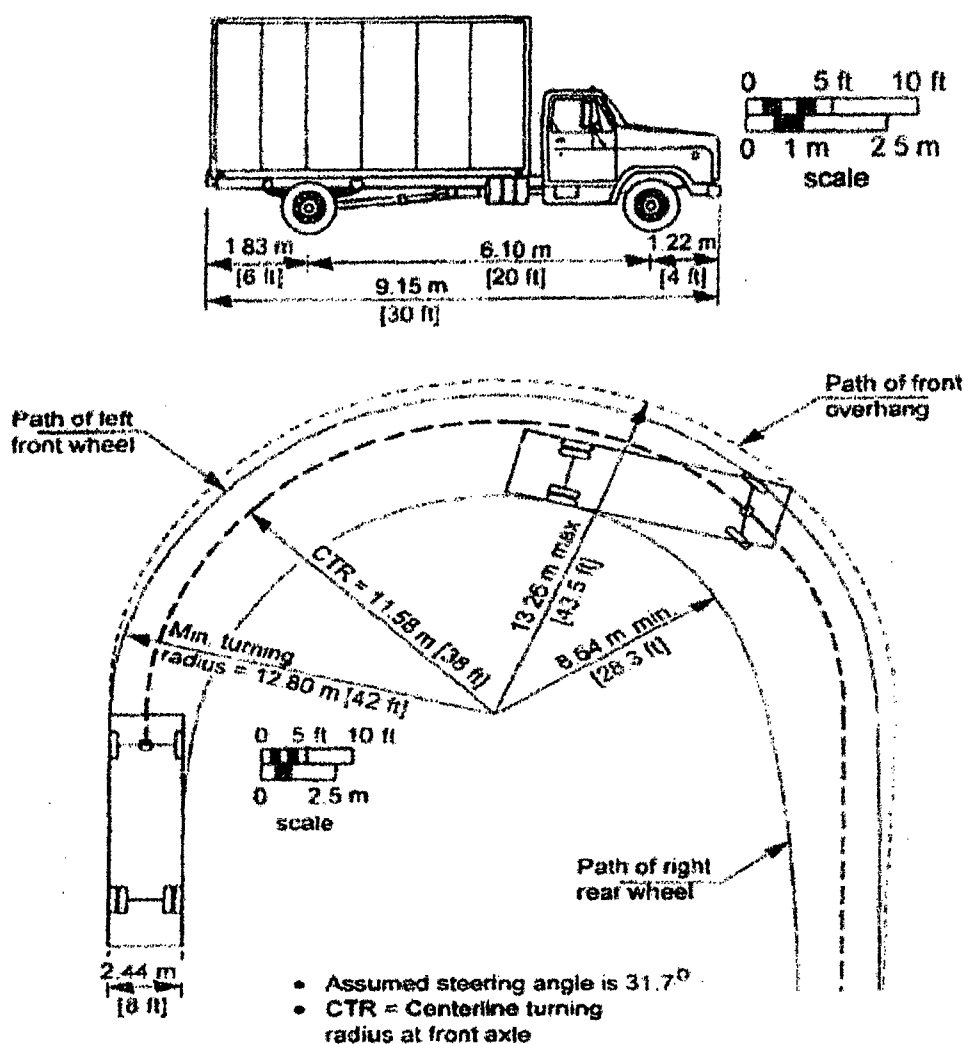
Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA

El espacio mínimo absoluto para ejecutar un giro de 180° en el sentido del movimiento de las agujas del reloj, queda definido por la trayectoria que sigue la rueda delantera izquierda del vehículo (trayectoria exterior) y por la rueda trasera derecha (trayectoria interior). Además de la trayectoria exterior, debe considerarse el espacio libre requerido por la sección en volado que existe entre el primer eje y el parachoques, o elemento más sobresaliente. Esta característica de los vehículos que afectan el alineamiento horizontal y la sección.

Para nuestro vehículo de diseño tenemos que el radio mínimo de giro es 12.80 m:



FUENTE: GEOMETRIC DESIGN OF HIGHWAYS AND STREETS

Por consiguiente, para nuestro proyecto, considerando un peralte máximo de 10% y el radio mínimo de giro para el vehículo de diseño



considerado (C2), se tiene un radio mínimo de $R=10$ m, con casos excepcionales donde se ha considerado hasta $R=10$ m, donde no es posible utilizar un radio mayor.

Tramos en Tangente:

Las longitudes mínimas de tramos rectos (en tangente) entre curvas es:

Curvas en $S \geq 1.39V$ (V en km/h)

Curvas en $U \geq 2.78V$ (V en km/h)

Las longitudes máximas de tramos en tangente o rectos $\leq 16.7V$ (V en km/h)

Para el presente proyecto se tiene las siguientes dimensiones mínimas y máximas de tramos en tangente:

Longitud Mínima:

Curvas en $S \geq 1.39$ (20) = 27.8 m

Curvas en $U \geq 2.78$ (20) = 55.6 m

Longitud Máxima:

≤ 16.7 (20) = 334 m

Cuando las longitudes mínimas no se puedan cumplir es preferible anular la tangente alargando convenientemente las longitudes de transición en ESPIRAL.

3.4.5 Distancia de visibilidad de parada:

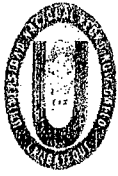
Para efecto de la determinación de la visibilidad de parada se considera que el objetivo inmóvil tiene una altura de 0.60 m y que los ojos del conductor se ubican a 1.10 m por encima de la rasante de la carretera.

Velocidad directriz (Km./h)	Pendiente nula o en bajada				Pendiente en subida		
	0%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	35	31	30	29
40	50	50	50	53	45	44	43
50	65	66	70	74	61	59	58
60	85	87	92	97	80	77	75

CUADRO N° 3.3: DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (m)
FUENTE: DG-2013

Para el presente proyecto se ha considerado una distancia de visibilidad de parada mínima de 20m.

3.4.6 Sobre ancho de la calzada



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



Los sobreanchos se emplean en curvas horizontales para lograr la visibilidad del vehículo de ida y de regreso, el camión de diseño es el camión simple 2 ejes (C2).

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

Dónde:

n: N° de carriles = 2
R: Radio de la curva = (indicado)
L: Longitud entre la parte frontal y el eje posterior del veh. = 6.1 m
V: Velocidad Directriz Km/h = 20

SOBRE ANCHOS ADOPTADOS

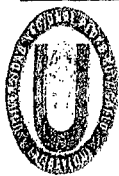


Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"

CURVA	RADIO	SOBREANCHO CALCULADO	SOBREANCHO REDONDEADO
1	35	1.41	1.40
2	30	1.62	1.60
3	20	2.35	2.40
4	15	3.11	3.10
5	15	3.11	3.10
6	20	2.35	2.40
7	25	1.91	1.90
8	20	2.35	2.40
9	20	2.35	2.40
10	40	1.25	1.30
11	50	1.03	1.00
12	50	1.03	1.00
13	50	1.03	1.00
14	20	2.35	2.40
15	25	1.91	1.90
16	100	0.57	0.60
17	50	1.03	1.00
18	150	0.41	0.40
19	50	1.03	1.00
20	150	0.41	0.40
21	29	1.68	1.70
22	30	1.62	1.60
23	30	1.62	1.60
24	20	2.35	2.40
25	30	1.62	1.60
26	50	1.03	1.00
27	20	2.35	2.40
28	40	1.25	1.30
29	40	1.25	1.30
30	20	2.35	2.40
31	14	3.43	3.40
32	60	0.88	0.90
33	20	2.35	2.40
34	40	1.25	1.30
35	35	1.41	1.40
36	50	1.03	1.00
37	50	1.03	1.00
38	20	2.35	2.40
39	60	0.88	0.90
40	120	0.49	0.50
41	120	0.49	0.50
42	100	0.57	0.60
43	120	0.49	0.50
44	30	1.62	1.60
45	20	2.35	2.40

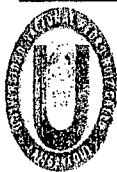


Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE
CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"

CURVA	RADIO	SOBREANCHO CALCULADO	SOBREANCHO REDONDEADO
46	20	2.35	2.40
47	25	1.91	1.90
48	120	0.49	0.50
49	50	1.03	1.00
50	50	1.03	1.00
51	25	1.91	1.90
52	40	1.25	1.30
53	20	2.35	2.40
54	15	3.11	3.10
55	100	0.57	0.60
56	50	1.03	1.00
57	60	0.88	0.90
58	35	1.41	1.40
59	100	0.57	0.60
60	60	0.88	0.90
61	40	1.25	1.30
62	100	0.57	0.60
63	40	1.25	1.30
64	20	2.35	2.40
65	20	2.35	2.40
66	50	1.03	1.00
67	50	1.03	1.00
68	100	0.57	0.60
69	50	1.03	1.00
70	60	0.88	0.90
71	50	1.03	1.00
72	50	1.03	1.00
73	30	1.62	1.60
74	70	0.77	0.80
75	35	1.41	1.40
76	70	0.77	0.80
77	30	1.62	1.60
78	100	0.57	0.60
79	50	1.03	1.00
80	50	1.03	1.00
81	50	1.03	1.00
82	50	1.03	1.00
83	50	1.03	1.00
84	50	1.03	1.00
85	45	1.13	1.10
86	20	2.35	2.40



RESUMEN DE PARÁMETROS DE DISEÑO

Se muestran en el siguiente cuadro:

PARÁMETRO	VALOR
Topografía	Escarpado
Clasificación de la Carretera	Tercera Clase
Velocidad Directriz	20 km/h
Radio Mínimo de Curvas Horizontales	15.00 m
Ancho de Superficie de Rodadura	6.00 m
Ancho de berma	0.50 m
Cunetas	0.5m ancho x 0.2m de alto
Sobreancho	Indicado para cada curva
Bombeo de Superficie de Rodadura	2%
Peralte en Curvas	8%
Pendiente máxima	12%
Taludes de Corte	
Suelos Limoarcillos o Arcillo	1:1, 1:4
Taludes de Relleno	
Suelos diversos compactados (mayoría de suelos)	1:1.5

3.4.7 Eje definitivo

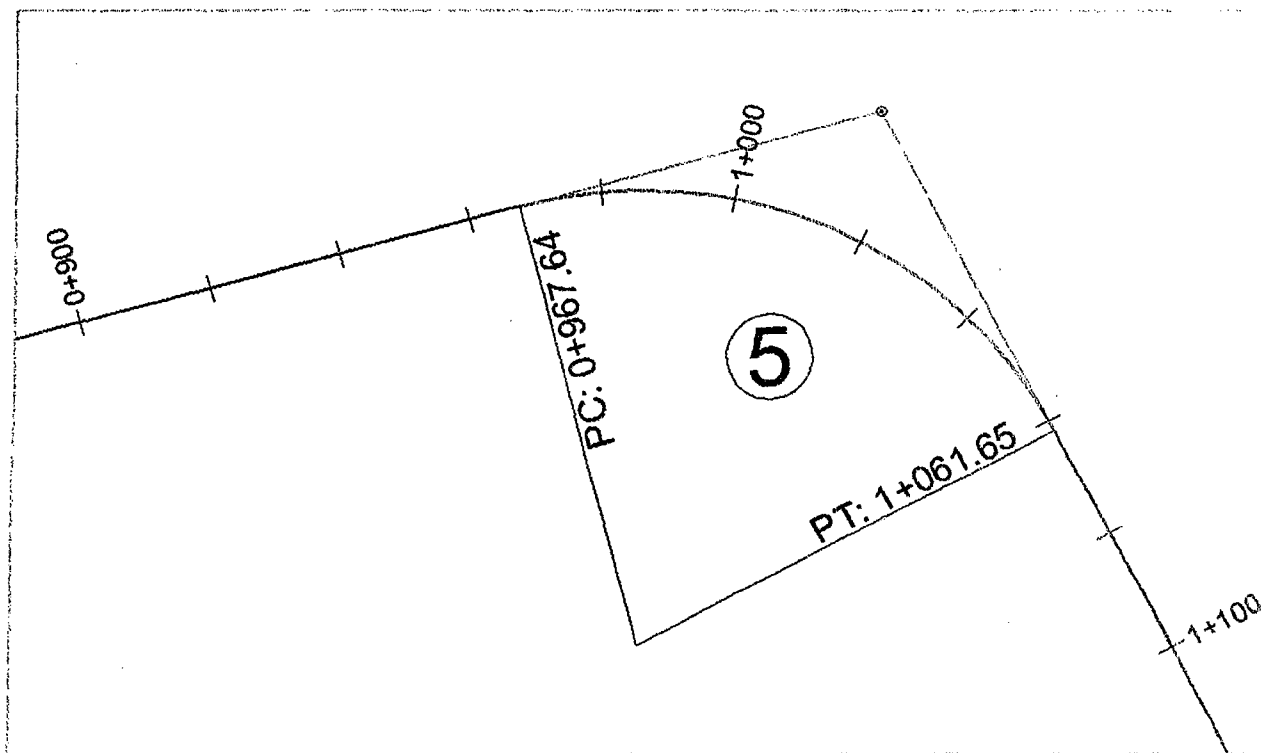
3.4.7.1 Plano de planta

Este plano fue elaborado con el Software Civil 3D, el cual permite mostrar las curvas a nivel de cotas redondas, obtenidas por interpolación todos los puntos marcados tanto en el eje como en las secciones transversales.

Además de mostrar los puntos importantes de la zona como: alcantarillas, poblaciones, accidentes topográficos, entre otros. La equidistancia que se usó para el trazado de curvas a nivel fue de 0.20 m, por tratarse de un terreno plano. La escala utilizada fue 1:2000.



CALCULO DE LA CURVA HORIZONTAL N° 1



$$PI = 1 + 023.37$$

$$\Delta = 76^{\circ}56'57''$$

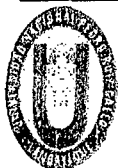
$$R = 70 \text{ m}$$

$$T = R * \text{Tang} \left(\frac{\Delta}{2} \right) = 55.63$$

$$LC = R * \frac{\pi * \Delta}{180} = 94.01$$

$$Km(PC) = Km(PI) - T = 1 + 023.37 - 55.63 = 0 + 967.64$$

$$Km(PT) = Km(PC) + LC = 0 + 967.64 + 94.01 = 1 + 061.65$$

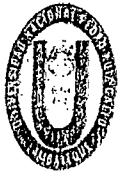


Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



TABLA DE ELEMENTOS DE CURVAS CIRCULARES										
PI #	ANG DELTA	R(m)	PROG. PI	PROG. PC	PROG. PT	TANGENTE(m)	Lc (m)	CUERDA	COORDENADAS PI	
									ESTE	NORTE
1	098°34'43"	35	0+085.04	0+044.37	0+104.58	40.68	60.22	53.06	737150	9406703.45
2	087°10'35"	30	0+163.94	0+135.39	0+181.03	28.56	45.65	41.37	737054.73	9406672.94
3	016°53'47"	20	0+228.70	0+225.73	0+231.63	2.97	5.9	5.88	737027.94	9406744.31
4	104°26'02"	15	0+295.24	0+275.89	0+303.23	19.35	27.34	23.71	736987.43	9406797.14
5	073°07'18"	15	0+346.57	0+335.44	0+354.58	11.12	19.14	17.87	737047.24	9406810.46
6	082°40'02"	20	0+464.59	0+446.99	0+475.85	17.59	28.86	26.42	737034.24	9406930.89
7	040°44'50"	25	0+560.26	0+550.97	0+568.75	9.28	17.78	17.41	737133.42	9406954.69
8	019°54'17"	20	0+656.42	0+652.91	0+659.86	3.51	6.95	6.91	737190.08	9407033.37
9	033°00'03"	20	0+704.29	0+698.37	0+709.89	5.92	11.52	11.36	737203.17	9407079.49
10	010°40'34"	40	0+760.10	0+756.36	0+763.82	3.74	7.45	7.44	737245.44	9407116.43
11	028°04'30"	50	0+826.84	0+814.33	0+838.83	12.5	24.5	24.26	737302.98	9407150.28
12	018°02'22"	50	0+897.92	0+889.98	0+905.73	7.94	15.74	15.68	737340.34	9407211.35
13	007°54'02"	50	1+071.51	1+068.06	1+074.95	3.45	6.89	6.89	737380.64	9407380.32
14	052°12'00"	20	1+123.23	1+113.43	1+131.66	9.8	18.22	17.6	737387.65	9407430.5
15	026°18'36"	25	1+212.96	1+207.12	1+218.60	5.84	11.48	11.38	737477.25	9407447.01
16	013°26'40"	100	1+285.12	1+273.34	1+296.80	11.79	23.47	23.41	737546.86	9407427.22
17	005°49'46"	50	1+411.10	1+408.55	1+413.64	2.55	5.09	5.09	737672.83	9407421.88
18	002°10'53"	150	1+589.30	1+586.45	1+592.16	2.86	5.71	5.71	737850.72	9407432.47
19	013°30'41"	50	1+807.21	1+801.29	1+813.08	5.92	11.79	11.76	738067.6	9407453.68
20	003°38'00"	150	1+950.19	1+945.43	1+954.94	4.76	9.51	9.51	738202.76	9407500.47
21	179°15'52"	28.87	2+684.05	2+186.04	2+276.37	4498.01	90.33	57.74	742568.96	9409329.62
22	040°50'34"	30	2+321.75	2+310.58	2+331.96	11.17	21.39	20.94	738356.25	9407628.01
23	034°10'52"	30	2+370.31	2+361.08	2+378.98	9.22	17.9	17.63	738309.39	9407644
24	032°23'07"	20	2+443.73	2+437.92	2+449.23	5.81	11.3	11.15	738238.05	9407624.44
25	018°22'41"	30	2+487.50	2+482.64	2+492.27	4.85	9.62	9.58	738195.92	9407637.37
26	018°30'16"	50	2+560.37	2+552.23	2+568.38	8.14	16.15	16.08	738122.97	9407635.68
27	031°32'13"	20	2+618.06	2+612.41	2+623.42	5.65	11.01	10.87	738068.58	9407616.06
28	016°51'42"	40	2+657.87	2+651.94	2+663.71	5.93	11.77	11.73	738029.31	9407624.2
29	018°12'16"	40	2+707.11	2+700.70	2+713.41	6.41	12.71	12.66	737980.19	9407619.77
30	009°31'33"	20	2+796.25	2+794.58	2+797.91	1.67	3.33	3.32	737893.24	9407639.92
31	174°12'21"	13.61	3+126.09	2+857.23	2+898.60	268.86	41.37	27.18	737564.02	9407660.19
32	008°28'00"	60	2+944.77	2+940.33	2+949.19	4.44	8.87	8.86	737878.8	9407672.67
33	018°36'40"	20	3+063.49	3+060.21	3+066.71	3.28	6.5	6.47	737995.45	9407694.79
34	016°39'11"	40	3+147.50	3+141.64	3+153.27	5.85	11.63	11.59	738068.73	9407736
35	024°20'55"	35	3+258.12	3+250.57	3+265.44	7.55	14.87	14.76	738176.73	9407760.33
36	009°32'43"	50	3+412.64	3+408.47	3+416.80	4.17	8.33	8.32	738303.92	9407848.2
37	014°11'58"	50	3+496.96	3+490.73	3+503.12	6.23	12.39	12.36	738367.06	9407904.11
38	031°38'02"	20	3+564.28	3+558.61	3+569.65	5.67	11.04	10.9	738426.93	9407935.04
39	016°50'18"	60	3+664.07	3+655.19	3+672.83	8.88	17.63	17.57	738478.54	9408020.79
40	014°48'16"	120	3+742.36	3+726.77	3+757.77	15.59	31.01	30.92	738536.7	9408073.38
41	003°23'33"	120	3+853.71	3+850.16	3+857.26	3.55	7.11	7.1	738597.57	9408166.83
42	011°23'57"	100	3+938.61	3+928.63	3+948.53	9.98	19.9	19.86	738648.04	9408235.11
43	017°57'16"	120	4+017.51	3+998.55	4+036.16	18.96	37.6	37.45	738706.6	9408288.08
44	017°12'49"	30	4+095.34	4+090.80	4+099.81	4.54	9.01	8.98	738745.57	9408355.81
45	023°25'55"	20	4+153.47	4+149.32	4+157.50	4.15	8.18	8.12	738788.22	9408395.4

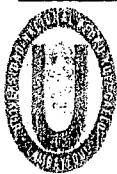


Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVAS CIRCULARES										
PI #	ANG DELTA	R(m)	PROG. PI	PROG. PC	PROG. PT	TANGENTE(m)	Lc (m)	CUERDA	COORDENADAS PI	
									ESTE	NORTE
46	026°51'00"	20	4+195.98	4+191.20	4+200.58	4.77	9.37	9.29	738805.35	9408434.43
47	017°54'13"	25	4+250.54	4+246.60	4+254.41	3.94	7.81	7.78	738847.62	9408469.22
48	012°21'49"	120	4+373.83	4+360.83	4+386.72	13	25.89	25.84	738914.15	9408573.09
49	023°13'10"	50	4+500.30	4+490.03	4+510.29	10.27	20.26	20.12	739003.67	9408662.58
50	022°41'08"	50	4+577.05	4+567.02	4+586.82	10.03	19.8	19.67	739075.2	9408691.15
51	011°04'50"	25	4+642.73	4+640.30	4+645.14	2.42	4.83	4.83	739122.26	9408737.34
52	005°52'06"	40	4+742.76	4+740.71	4+744.81	2.05	4.1	4.1	739205.81	9408792.38
53	036°15'07"	20	4+912.39	4+905.85	4+918.50	6.55	12.65	12.44	739356.26	9408870.74
54	043°41'47"	15	4+946.41	4+940.40	4+951.84	6.01	11.44	11.16	739368.54	9408902.62
55	014°36'18"	100	5+113.90	5+101.08	5+126.57	12.81	25.49	25.42	739531.01	9408945.67
56	009°53'46"	50	5+217.20	5+212.87	5+221.51	4.33	8.64	8.63	739634.45	9408946.09
57	028°03'34"	60	5+335.25	5+320.25	5+349.64	14.99	29.38	29.09	739750.84	9408926.27
58	041°56'11"	35	5+503.20	5+489.79	5+515.41	13.41	25.62	25.05	739910.79	9408979.47
59	006°41'24"	100	5+776.40	5+770.56	5+782.23	5.84	11.68	11.67	740162.36	9408869.88
60	009°55'16"	60	5+967.24	5+962.03	5+972.42	5.21	10.39	10.38	740345.02	9408814.57
61	027°09'35"	40	6+112.99	6+103.33	6+122.29	9.66	18.96	18.78	740489.73	9408796.98
62	013°14'53"	100	6+378.86	6+367.24	6+390.37	11.61	23.12	23.07	740710.22	9408647.77
63	029°53'34"	40	6+529.93	6+519.26	6+540.13	10.68	20.87	20.63	740851.51	9408593.99
64	038°46'57"	20	6+582.31	6+575.27	6+588.80	7.04	13.54	13.28	740884.97	9408553.07
65	022°28'01"	20	6+639.05	6+635.08	6+642.92	3.97	7.84	7.79	740941.01	9408541.2
66	042°01'27"	50	6+729.87	6+710.67	6+747.34	19.21	36.67	35.86	741016.02	9408489.81
67	020°27'40"	50	6+831.69	6+822.66	6+840.52	9.02	17.86	17.76	741118.66	9408503.52
68	031°53'42"	100	6+940.48	6+911.91	6+967.57	28.58	55.67	54.95	741224.91	9408479.28
69	012°16'01"	50	7+092.66	7+087.28	7+097.99	5.37	10.7	10.68	741370.17	9408529.41
70	028°00'38"	60	7+191.34	7+176.38	7+205.71	14.97	29.33	29.04	741468.2	9408541.05
71	018°31'27"	50	7+293.38	7+285.22	7+301.39	8.15	16.17	16.1	741563.86	9408503.88
72	019°02'57"	50	7+481.08	7+472.69	7+489.32	8.39	16.62	16.55	741751.5	9408494.99
73	024°16'52"	30	7+542.50	7+536.05	7+548.76	6.45	12.71	12.62	741810.59	9408512.31
74	030°04'05"	70	7+753.16	7+734.36	7+771.09	18.8	36.74	36.31	742019.42	9408483.17
75	039°58'27"	35	8+017.29	8+004.56	8+028.98	12.73	24.42	23.93	742264.91	9408582.97
76	041°08'48"	70	8+182.78	8+156.51	8+206.78	26.27	50.27	49.2	742423.42	9408531.93
77	017°23'03"	30	8+533.76	8+529.17	8+538.27	4.59	9.1	9.07	742747.87	9408671.64
78	027°32'24"	100	8+690.73	8+666.22	8+714.29	24.51	48.07	47.6	742866.97	9408774.01
79	029°52'28"	50	8+877.04	8+863.70	8+889.77	13.34	26.07	25.78	743049.32	9408816.58
80	005°23'21"	50	9+063.80	9+061.45	9+066.15	2.35	4.7	4.7	743186.32	9408944.4
81	031°29'54"	50	9+315.35	9+301.25	9+328.74	14.1	27.49	27.14	743385.55	9409097.98
82	018°27'51"	50	9+419.46	9+411.33	9+427.44	8.13	16.11	16.04	743489.77	9409109.17
83	009°03'10"	50	9+536.77	9+532.81	9+540.71	3.96	7.9	7.89	743596.57	9409158.05
84	005°21'18"	50	9+646.61	9+644.27	9+648.94	2.34	4.67	4.67	743702.41	9409187.48
85	027°30'15"	45	9+795.28	9+784.27	9+805.87	11.01	21.6	21.39	743841.31	9409240.5
86	042°49'30"	20	9+861.09	9+853.25	9+868.20	7.84	14.95	14.6	743885.28	9409290.03



3.4.7.2 Plano de perfil

Con los datos obtenidos de campo, consistentes en cotas de las diferentes estacas en el eje del trazo, se procedió a dibujar el perfil longitudinal del terreno, usando para el eje horizontal, es decir el de kilometraje de cada estaca, la escala 1:2000. Para el eje vertical, que representará las cotas de cada estaca, la escala

1:200. Se hace notar que se procura usar escalas que guarden una proporción de 10 a 1 respectivamente, parámetro recomendado para fines de tener buena precisión en el trazado de la subrasante.

3.4.7.2.1 Trazado de subrasante

Teniendo dibujado el perfil longitudinal del terreno, se está en condiciones de ubicar la subrasante; ésta puede definirse como la línea de intersección del plano vertical que pasa por el eje de la carretera con el plano que pasa por la plataforma que se proyecta, compuesta por líneas rectas que son las pendientes unidas por arcos de curvas verticales parabólicas. De esta forma ha sido reemplazado el perfil irregular del terreno.

Con un plano uniforme. La subrasante determina así, la forma cómo debe de modificarse el terreno y sirve de referencia para la fijación de las alturas de corte y relleno de cada estaca.

Para el trazado de la subrasante, deben satisfacerse las siguientes condiciones:

1. Debe buscarse una subrasante que establezca, en lo posible, compensación transversal y longitudinal de los volúmenes a moverse, ya que ambas tienden a producir que las explanaciones sean más económicas y de más rápida ejecución.
2. Deben respetarse las pendientes máximas y mínimas.



Ubicada la subrasante, siguiendo los criterios antes mencionados, se hace necesario calcular las cotas en cada estaca para obtener, por diferencia con las cotas del terreno, las alturas de corte o relleno. Para ello, lo primero será calcular la pendiente de cada uno de los tramos con aproximación al décimo, de preferencia.

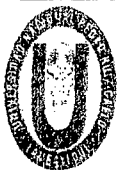
3.4.7.2.2 PENDIENTES

Pendientes Mínimas.- Es conveniente proveer una pendiente mínima del orden de 0,5%, a fin de asegurar en todo punto de la calzada un drenaje de las aguas superficiales. Se pueden presentar los siguientes casos particulares:

- Si la calzada posee un bombeo de 2% y no existen bermas y/o cunetas, se podrá adoptar excepcionalmente sectores con pendientes de hasta 0,2%.
- Si el bombeo es de 2,5% excepcionalmente podrá adoptarse pendientes iguales a cero.
- Si existen bermas, la pendiente mínima deseable será de 0,5% y la mínima excepcional de 0,35%.
- En zonas de transición de peralte, en que la pendiente transversal se anula, la pendiente mínima deberá ser de 0,5%.

Pendientes Máximas.- Los límites máximos de pendiente se establecerán teniendo en cuenta la seguridad de la circulación de los vehículos más pesados en las condiciones más desfavorables de la superficie de rodadura.

En tramos carreteros con altitudes superiores a los 3 000 msnm, los valores máximos del cuadro N° 3.3.3.a para terreno montañoso o terreno escarpados se reducirán en 1%.



OROGRAFIA TIPO	Terreno plano	Terreno ondulado	Terreno montañoso	Terrano escarpado
VELOCIDAD DE DISEÑO:				
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8

CUADRO N° 3.4: PENDIENTES MÁXIMAS

En general, cuando en la construcción de carreteras se emplee pendientes mayores a 10%, el tramo con esta pendiente no debe exceder a 180 m.

Es deseable que la máxima pendiente promedio en tramos de longitud mayor a 2000m no supere el 6%.

En curvas con radios menores a 50 debe evitarse pendientes en exceso a 8%, debido a que la pendiente en el lado interior de la curva se incrementa muy significativamente.

Para nuestro proyecto, las pendientes máximas y mínimas consideradas son:

Pendiente máxima : 10.47%

Este caso es excepcional, debido a la naturaleza del terreno, pero la longitud del tramo con esta pendiente no sobrepasa los 180 m (168.55 m).

Pendiente mínima : 0.60 %

3.4.7.3 Plano de secciones transversales

Cuando se definió el trazo de la subrasante se obtuvieron las cotas en el eje de camino, pero es necesario definir una sección transversal en la cual se incluya todos los elementos que formarán parte de camino como: ancho de calzada, cunetas, pendientes transversales en corte o relleno, etc. A esta sección se le denominará Plantilla de Construcción, la misma que



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA

según el tipo de material de cada tramo de carretera, definirá una sección diferente, por ello en el siguiente Cuadro Se muestran las diferentes secciones planteadas.

La sección transversal, para el estudio definitivo, tiene las siguientes características:

Superficie de Rodadura: 6.00 m

Ancho de berma: $0.50 \text{ m} \times 2 = 1.00 \text{ m}$

Bombeo= 2%.

Peralte = máximo 12%.

Talud en corte y relleno: Especificado

Total de ancho de plataforma = 7.00 m

PLATAFORMA DE CONSTRUCCIÓN UTILIZADA

Tramo	km a km	Ancho de plataforma (m)	Taludes de relleno	Taludes de corte
			V : H	V : H
1	0 + 000 a 1+ 000	7.00	1 : 1.50	1 : 1
2	1 + 000 a 2 + 000	7.00	1 : 1.50	1 : 1
3	2 + 000 a 3 + 000	7.00	1 : 1.50	1 : 1
4	3 + 000 a 4 + 000	7.00	1 : 1.50	1 : 1
5	4 + 000 a 5 + 000	7.00	1 : 1.50	1 : 1
6	5 + 000 a 6 + 000	7.00	1 : 1.50	1 : 4
7	6 + 000 a 7 + 000	7.00	1 : 1.50	1 : 1
8	7 + 000 a 8 + 000	7.00	1 : 1.50	1 : 1
9	8 + 000 a 9 + 000	7.00	1 : 1.50	1 : 1
10	9+ 000 a 10+ 126	7.00	1 : 1.50	1 : 1

3.4.8 Volumen de movimiento de tierras

3.4.8.1 Determinación de las Áreas de las Secciones Transversales

Una vez dibujados los perfiles transversales del terreno, se procedió a colocar la Plataforma de Construcción en el nivel que indicó la cota de la subrasante, determinando de esta forma Áreas de Corte y/o de relleno en la sección transversal.

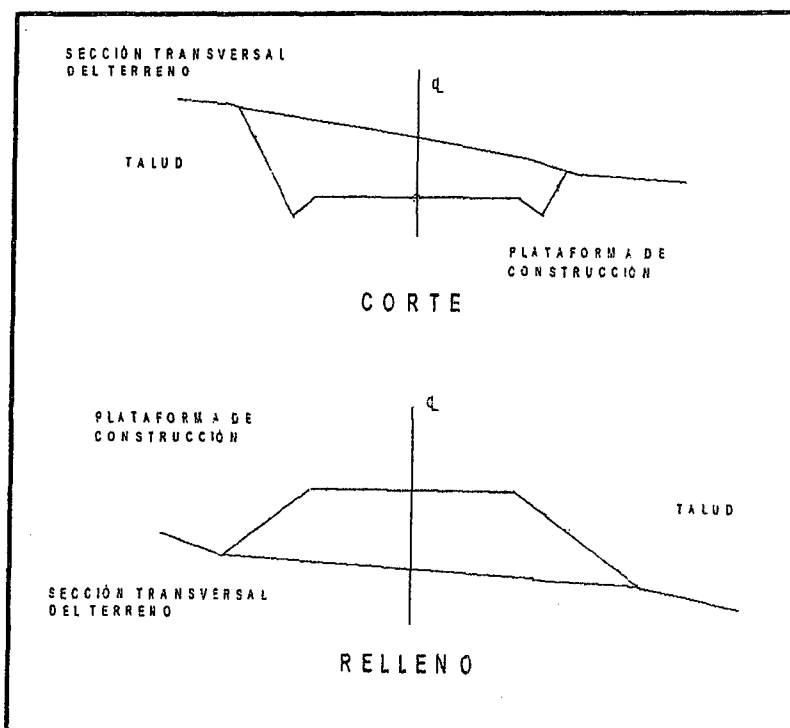


La determinación de dichas áreas puede hacerse por varios procedimientos. Sin embargo, normalmente se emplea el Método del Planímetro ya que las secciones se dibujan a la misma escala horizontal como vertical permitiendo obtener rápidamente el área, ya sea en corte o relleno, limitada por el perfil del terreno natural, la sección o plataforma del camino y los taludes de corte o relleno.

Otro procedimiento que se puede seguir para determinar las áreas de las secciones, es el de contar materialmente los cuadros del papel milimétrico que están comprendidos dentro de la superficie que se desea medir. Se comienza por los centímetros cuadrados completos, que representan metros cuadrados. Después, se cuentan los cuartos de centímetro cuadrado, se continúa con los milímetros cuadrados completos y se termina con las fracciones de milímetros cuadrados, agrupándolas para formar milímetros cuadrados completos.

Sin embargo, en este caso se han obtenido las áreas de corte y relleno con la ayuda de un Programa de Computación llamado AUTOCAD CIVIL 3D.

CASO GENÉRICO DE AREAS DE CORTE Y RELLENO EN SECCIÓN TRANSVERSAL





3.4.8.2 Determinación de los Volúmenes de Movimiento de Tierras

Para la obtención de los volúmenes de corte y relleno a lo largo del trazo, existen variados criterios, por ejemplo, el Método o Criterio de las Áreas Medias proporciona una aproximación no del todo exacta, pero tiene la ventaja de ser simple y muy fácil de aplicar. Algunos autores señalan la posibilidad de usar otras fórmulas como la del prismoide, que consiste en sustituir la forma irregular del terreno por un volumen generación conocida, además de tener en cuenta correcciones para los tramos en curva, todo esto apuntando a conseguir una ubicación exacta.

En nuestro medio se ha generalizado la aplicación del Método de las Áreas Medias, el mismo que tiene aplicación cuando las secciones transversales del terreno han sido obtenidas normalmente al eje, lo que se ha cumplido en el presente caso. Los volúmenes de Corte (V_c) y de Relleno (V_r) están dados en forma general, por las siguientes fórmulas:

$$V_c = \frac{Ac_1 + Ac_2}{2} \times D \quad \dots\dots (a)$$

$$V_r = \frac{Ar_1 + Ar_2}{2} \times D \quad \dots\dots (b)$$

Dónde:

Ac_1 y Ac_2 : Áreas de Corte en dos secciones transversales consecutivas.

Ar_1 y Ar_2 : Áreas de Relleno en dos secciones transversales consecutivas.

D : Distancia entre las dos secciones transversales consecutivas.

Sin embargo, se presentan los siguientes casos en la práctica, los mismos que se mencionan a continuación.

1. Cuando un perfil está en Corte y otro en Relleno.
2. Cuando los perfiles están a media ladera correspondiéndose las áreas de Corte y las de Relleno.



3. Si uno de los perfiles está en corte completo o en relleno completo y el otro está a media ladera.
4. Si los perfiles están a media ladera, pero no se corresponden las superficies de Corte y Relleno.

CÁLCULO DE VOLÚMENES DE MOVIMIENTO DE TIERRA POR EL MÉTODO DEL ÁREA MEDIA

1°		$V_C = \left(\frac{AC_1^2}{AC_1 + AR_2} \right) \times \frac{D}{2}$ $V_R = \left(\frac{AR_2^2}{AC_1 + AR_2} \right) \times \frac{D}{2}$
2°		$V_C = \left(\frac{AC_1 + AC_2}{2} \right) \times D$ $V_R = \left(\frac{AR_1 + AR_2}{2} \right) \times D$
3°		$V_C = \left(\frac{AC_1^2}{AC_1 + AR_2} \right) \times \frac{D}{2}$ $V_R = \left(\frac{AR_2^2}{AR_1 + AR_2} \right) \times \frac{D}{2}$ $V_R = \left(\frac{AR_1 + AR_2}{2} \right) \times D$
4°		$V_C = \left(\frac{AC_1^2}{AC_1 + AR_2} \right) \times \frac{D}{2} + \left(\frac{AC_2^2}{AC_2 + AR_1} \right) \times \frac{D}{2}$ $V_R = \left(\frac{AR_2^2}{AC_1 + AR_2} \right) \times \frac{D}{2} + \left(\frac{AR_1^2}{AC_2 + AR_1} \right) \times \frac{D}{2}$



3.4.8.3 Corrección de los Volúmenes de Movimiento de Tierras Determinadas

Un metro cúbico al ser excavado, transportado y colocado en un terraplén, no ocupará necesariamente un metro cúbico. Por ello es conveniente efectuar una corrección de volúmenes de tierra a través de los llamados "Factores de Conversión", para de esta forma obtener los volúmenes reales a mover.

En un primer caso, los cortes pasarán en su estado "natural" a "suelto", siendo el volumen suelto el que se tendrá que transportar para construir los rellenos; por otra parte el volumen que se necesita para llegar a formar los rellenos : compactados es mayor que el de la cubicación, desde que se ha visto que la compactación reduce el volumen, o sea que los volúmenes de relleno deberán ser aumentados en una cantidad equivalente a la disminución de volumen que sufren para pasar del estado "suelto" al "compactado".

Entonces, cuando se hace un corte en una ladera resulta un volumen mayor, ya que el material se "suelta". Dicho incremento de volumen depende de la clase de material que se corte.

Este fenómeno es llamado "esponjamiento" o "abundamiento", y depende de los vacíos que quedan entre las partículas del material que después de haber estado aglomerado por largos y laboriosos procesos geológicos, cuando es disgregado artificialmente. Este coeficiente se determina de la forma siguiente:

$$F.A = \frac{PV_{SUELTO}}{PV_{NATURAL}} \quad \text{..... (c)}$$

Dónde:

F.A.: Factor de abundamiento del corte al material suelto.

PV_{SUELTO}: Peso Volumétrico Suelto (Kg/m³)

PV_{NATURAL}: Peso Volumétrico Natural (Kg/m³)



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



Así también, se tiene que cuando el esponjamiento inicial va disminuyendo a medida que se efectúa el proceso natural de acomodamiento de las partículas unas con otras, disminuyendo los vacíos que existían en su masa. Más aún, con los procedimientos mecánicos de compactación y estabilización, ese volumen aún esponjado, se reduce a un volumen menor del que se cortó en el terreno natural; además, éste contiene en su masa un cierto número de vacíos debido a la presencia de materia orgánica, contribuyendo a que cuando el terreno natural sea colocado en capas no muy gruesas, regado y compactado, el volumen que se obtenga sea mucho menor que el volumen original cortado. A este fenómeno se le llama de Contracción de la Masa Sólida y Compacta. Este coeficiente puede determinarse con la siguiente expresión:

$$F.C. = \frac{PV_{COMPACTADO}}{PV_{NATURAL}} \quad \text{..... (d)}$$

Dónde:

F.C.: Factor de contracción del corte o banco al relleno.

PV_{COMPACTADO}: Peso Volumétrico Compactado (Kg/m³)

PV_{NATURAL}: Peso Volumétrico Natural (Kg/m³)

Lo de este proyecto se ha considerado diferentes tramos con materiales tipo, asignando para cada cual los siguientes valores de abundamientos y contracciones:

FACTORES DE CONVERSIÓN ADOPTADOS

Tramo	km a km	Tipo de material	Factores	
			Abundamiento	Contracción
1	0 + 000 a 1 + 000	CL	1.20	0.90
2	1 + 000 a 2 + 000	GC	1.10	0.95
3	2 + 000 a 3 + 000	SM	1.12	0.95
4	3 + 000 a 4 + 000	GC	1.10	0.95
5	4 + 000 a 5 + 000	MH	1.12	0.95
6	5 + 000 a 6 + 000	CL	1.20	0.90
7	6 + 000 a 7 + 000	SM-SC	1.12	0.95
8	7 + 000 a 8 + 000	GM-GC	1.12	0.95



9	8 + 000 a 9 + 000	SC	1.12	0.95
10	9 + 000 a 10 + 126	SM	1.12	0.95

3.4.8.4 Compensación de volúmenes de tierra

3.4.8.4.1 Compensación Transversal

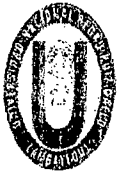
Se ha visto que la sección Transversal puede tener la plataforma, parte en corte y parte en relleno; la solución más económica para la construcción del camino, es cuando el volumen de corte es justo el necesario para formar el relleno lateral, la cantidad de tierra movida, es entonces, sólo la precisa para formar la plataforma y las tierras pasan directamente del corte al relleno. En este caso existe la compensación transversal de volúmenes, llamándose Relleno con Material Propio ó Relleno Compensado.

Cuando fue necesario mover la línea de subrasante para lograr compensación transversal en los volúmenes de corte y relleno en un tramo dado, se efectuó considerando un replanteo, ya que es imprescindible en la línea de trazo definitivo.

3.4.8.4.2 Compensación Longitudinal

La utilización de los materiales excedentes que se acaba de mencionar y el estudio de su transporte a lo largo del eje, se denomina la "Compensación Longitudinal" de los volúmenes. Una forma de estudiarla es mediante los llamados Gráficos de Cubicación o Curvas de las Áreas, en los que, mediante procedimientos gráficos es posible obtener una curva en la que las áreas representen volúmenes de corte y relleno, pueden obtenerse los volúmenes que se van a compensar o saber si va a faltar o sobrar material para la compensación. Sin embargo, este procedimiento es largo, cada tanteo implica varias operaciones, por esta razón no es muy utilizado. Se han propuesto entonces, métodos que permitan operar más rápidamente y cuyos resultados no son menos aproximados, utilizándose un gráfico especial denominado la Curva de Masas o Diagrama de Bruckner.

3.4.9 Diagramas de masa



La curva masa es un diagrama en el cual las ordenadas representan volúmenes acumulativos de las terracerías y las abcisas del kilometraje correspondiente.

La secuencia para elaborar la curva masa es la siguiente:

1. Se proyecta la subrasante sobre el dibujo del perfil del terreno.
2. Se determina en cada estaca los espesores de corte ó terraplén.
3. Se dibujan las secciones transversales del terreno.
4. Sobre la sección del terreno natural, se dibuja la plantilla del corte o relleno con los taludes escogidos según el tipo de material.
5. Se calculan las áreas de las secciones transversales del camino por cualquiera de los métodos expuestos.
6. Se corrigen los volúmenes ya sea abundando los cortes ó haciendo la reducción de los rellenos según el tipo de material.
7. Se suman algebraicamente los volúmenes de cortes y terraplenes.
8. Se dibuja la Curva Masa con los valores antes indicados.

Para determinar los volúmenes acumulados se consideran positivos los de los cortes y negativos los de los terraplenes efectuándose la suma algebraicamente, es decir, sumando los volúmenes de signo positivo y restando los de signo negativo.

Ahora bien, como el Diagrama de Masa tiene por abcisas las estaciones del alineamiento, éstas se dibujan de izquierda a derecha. Como los volúmenes de corte aumentan el valor de las ordenadas por tener signo positivo, resulta que la curva masa sube de izquierda a derecha en los cortes, teniendo un máximo en el límite donde termina el corte. A partir de ese punto, baja de izquierda a derecha ya que los volúmenes de los rellenos hacen disminuir el valor de la ordenada, que seguirá decreciendo hasta donde termina el terraplén y empieza otro corte. No conviene calcular la curva masa por tramos de varios kilómetros ya que como se trata de un procedimiento de aproximaciones sucesivas y es muy difícil que a la primera subrasante se escoja la más conveniente, se aconseja proceder por tramos de 500 metros a un kilómetro y hasta no quedar conforme, no seguir con los siguientes tramos.



Cada vez que se proyecte una subrasante se determinan los espesores, se dibujan las secciones, se determinan las áreas, se calculan los volúmenes, se calcula la curva masa, se dibuja y escoge la línea de compensación que puede ser

la del tramo anterior. Por simple inspección y algo de experiencia se varía la subrasante para obtener una mejor compensación repitiéndose el proceso señalado en este párrafo cuantas veces sea necesario.

Con la intención de interpretar de mejor manera las bondades que ofrece la Curva de Masas, se definirán los siguientes parámetros:

3.4.9.1 Distancia libre de transporte o distancia de acarreo libre

En los trabajos de carreteras se establece un precio por cortar un metro cúbico de cualquier clase de material; pues bien, cuando se trabaja con equipo mecánico, queda entendido que dentro de este precio está comprendido el transporte de ese metro cúbico hasta una cierta distancia y su vaciado allí. Esto se conoce con el nombre de "Distancia Libre de Transporte".

Esta distancia es variable según los países y depende también de la cantidad y calidad del equipo mecánico del que se dispone. Por ejemplo, en el Perú se ha establecido entre los 60 y los 180 m, según los casos, en los Estados Unidos de Norteamérica se llegan a 330 m.

3.4.9.2 Distancia de sobre acarreo

El sobre acarreo es el transporte de los materiales de un corte a mayor distancia que la del acarreo libre. La distancia para el paso del sobre acarreo se establece en la práctica, por tramos de longitud fija, entendiéndose que lo que se paga no es el transporte de un m^3 a un metro de distancia, sino a 25 m ó 50 m, etc., en números exactos.

3.4.9.3 Distancia de transporte económico



Cuando la longitud a la que hay que transportar los materiales es muy grande, puede suceder que sea más económico botar lo excavado y construir los terraplenes con material sacado de préstamos.

Es preciso, entonces, calcular una distancia límite de utilización de los materiales propios y a partir de los cuales resultará más barato cortar y transportar materiales de préstamos (llámese canteras), para formar los terraplenes. A esa distancia se le conoce con el nombre de "Distancia Transporte Económico", que en realidad viene a ser, la Longitud máxima de sobre acarreo.

3.4.9.4 Distancia media de transporte

La primera y más rápida apreciación de las distancias de transporte puede hacerse en el perfil longitudinal, obteniéndolas gráficamente. Para ello se supone que cuando un volumen de corte debe formar uno de relleno contiguo, la distancia media de transporte aplicable al volumen completo por transportar viene dada por la distancia entre los centros de gravedad de las dos masas.

Dado que en esta apreciación de distancia no interviene el estudio de los volúmenes por mover, las longitudes que se obtengan deberán de tomarse sólo como apreciaciones preliminares, es frecuente que el volumen de los cortes no alcance para formar los rellenos y entonces hay que buscar material de préstamo, cuya distancia de transporte puede ser muy grande y obligar a usar otra clase de equipo para movimientos a largas distancias. Por esta razón los datos dados gráficamente por el perfil son sólo aproximados.

La distancia media de transporte, para un tramo determinado de un camino puede también calcularse basándose en los principios siguientes:

Si en un trabajo de corte se tiene varias masas o volúmenes $v_1, v_2... v_n$, cada uno de los cuales haya de llevarse respectivamente a una distancia $d_1, d_2...d_n$, se hace más brevemente el cómputo del costo total de tales



transportes, determinando una distancia de transporte ficticia D , que aponiéndola aplicada al volumen completo, $V = v_1 + v_2 + \dots + v_n$, resulte un

Gasto igual al que se obtendría sumando los costos de transporte de los volúmenes parciales a las correspondientes distancias.

Si c es el costo de transporte de la unidad de volumen a la unidad de distancia, suponiendo que este transporte se efectúa con un medio dado la suma de los costos de los transportes elementales antes considerados viene expresada por:

$$cv_1 d_1 + cv_2 d_2 + \dots + cv_n d_n$$

Análogamente, $c V D$ expresará el costo de transporte del volumen total V a la distancia ficticia D . Ahora bien, la distancia D que se busca ha de ser tal que satisfaga a la condición de igualdad de costos computados de los dos modos, esto es, deberá tenerse:

$$c V D = cv_1 d_1 + cv_2 d_2 + \dots + cv_n d_n$$

De esta ecuación se deduce:

$$D = \frac{v_1 d_1 + v_2 d_2 + \dots + v_n d_n}{v}$$

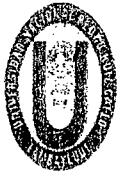
A cada uno de los productos $v_1 d_1$; $v_2 d_2$, etc., de los volúmenes parciales por las distancias correspondientes de transporte, se le da el nombre de Momento Elemental de Transporte; y a la distancia D así determinada, se le llama Distancia Media de los Transportes, por lo tanto la distancia media se obtiene dividiendo la suma de los momentos elementales de transporte por el volumen total que hay que transportar.

En el caso de que los volúmenes parciales sean iguales, esto es, que se tenga:

$$v_1 = v_2 = \dots = v_n = \frac{v}{n}$$

La relación precedente se convierte en:

$$D = \frac{v}{n} \times \frac{d_1 + d_2 + \dots + d_n}{v} = \frac{d_1 + d_2 + \dots + d_n}{n}$$

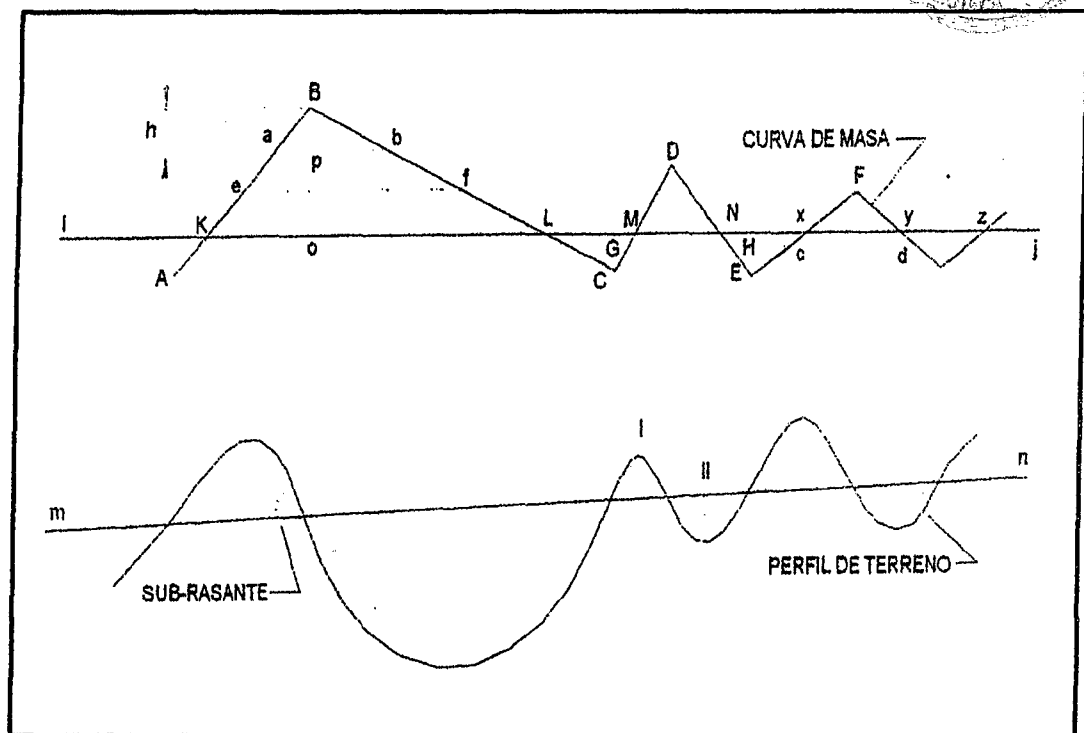


Esto es, que en este caso la distancia media es igual a la media aritmética de las distancias parciales de transporte.

De cuanto se acaba de decir resulta evidente que, una vez determinada la distancia media de los transportes, y calculado mediante cuidadoso análisis el precio del transporte de $1,00 \text{ m}^3$ de tierra a tal distancia, basta multiplicar su importe por el volumen V que hay que transportar para tener el costo del transporte total.

Entre las propiedades que tiene la Curva de Masas y observando la Figura 3.4.7.1. Se menciona:

ESQUEMA DE UNA CURVA DE MASAS



1. Compensar Volúmenes: Cualquier línea horizontal que corte una cima o un columpio de la curva masa, marca los límites de corte y terraplén que se compensan. Si se traza en la curva masa la línea GH, se corta a la curva



masa precisamente en los puntos G y H. En la curva masa esta horizontal indica que el volumen comprendido entre G y D es suficiente para construir el terraplén de D a H, o bajando referencias al perfil del camino, que el volumen de corte marcado I llena el terraplén II.

La línea GH resuelve lo referente a los volúmenes I y II, pero no indica lo que debe hacerse con el resto del corte ni hasta donde debe acarrear. Si se traza la línea horizontal IJ que corta toda la curva, se tendrá que el corte KB es suficiente para el terraplén BL, que con el corte MD se construirá el terraplén DN, que el terraplén LC se construirá con el corte CM, que el terraplén NE se construirá con el corte EX.

Bajando al perfil del camino las referencias de los puntos K, L, M, N, y X, se obtienen los límites de los movimientos de los cortes y de los terraplenes.

2. El diagrama es ascendente mientras hay excesos de corte y descendente cuando hay excesos de relleno.
3. Hay una ordenada máxima que corresponde a cada punto que en perfil longitudinal señala el paso de corte a relleno o viceversa.
4. La diferencia entre las ordenadas de dos puntos consecutivos del diagrama, representa a la escala adoptada, el exceso del volumen que después de la compensación transversal se tiene en el tramo correspondiente, exceso que es de corte si la diferencia es positiva y de relleno si es negativa.
5. En los puntos K, L, M, N, X, Y y Z, en que la curva corta a la línea de base hay compensación de volúmenes, pues en esos puntos la suma algebraica de los cortes (+) y de los rellenos (-) es 0.
6. Si la curva termina en la línea de los ceros hay compensación absoluta.
7. Si la curva no termina en la línea de los ceros, la ordenada extrema representa el exceso de corte, si queda por encima y el exceso de relleno si queda por debajo de la línea.



8. Toda paralela a la línea de base que corte a la curva en dos puntos determina segmentos compensados. Estas paralelas son también líneas de balance, por ejemplo, las líneas ab, ef, cd y GH.
9. Si la curva está encima de la horizontal, el transporte se hace de izquierda a derecha, y si está debajo de la horizontal, el transporte se hace de derecha a izquierda.
10. El área comprendida en un segmento cerrado representa los momentos de transporte de los volúmenes que se compensan.
11. El cociente del área de un segmento cerrado, dividida entre la ordenada que represente los volúmenes que se compensa, da la distancia media de transporte.

Para comprender mejor las propiedades 10 y 11 se hace mención que anteriormente se ha definido los momentos elementales de transporte, como el producto de un volumen parcial por su distancia, en el caso de la curva de masas, el momento elemental estará representado por el área de un trapecio cualquiera, ya que esta área está dada por la semisuma de las bases (que son distancias medias de transporte, por la altura que no es sino la ordenada que representa un volumen.

Si esto se generaliza para cada una de las fajas que forma la curva de masas, se podrá llegar a lo expuesto en la décima propiedad.

Se dijo también que la distancia media está dada por la suma de los momentos elementales dividida entre el volumen total, aplicando esto a la curva de masas, se tendrá que la distancia media está dada por el cociente del área de un segmento cerrado, entre la respectiva ordenada máxima o sea la propiedad N° 11.

12. Se puede determinar los volúmenes de acarreo, tomando un vector que horizontalmente represente a la escala del estacado (1:2000) el valor del acarreo libre y se va corriendo verticalmente hasta que toque a dos puntos de la curva; la cantidad de material movido está dado por la ordenada de la horizontal al punto más alto o más bajo de la curva comprendida (h en la



figura anterior). En la figura de la curva masa anterior, las líneas ab y cd se suponen que marcan el acarreo libre. Bajando, hasta el perfil del terreno los puntos donde estas horizontales ab y cd cortan a la curva masa, se tienen los límites de cortes y terraplenes correspondientes al acarreo libre. Los volúmenes de los cortes son, para cada caso, las diferencias de las ordenadas entre a y B y entre c y F.

13. El valor del sobreacarreo se puede determinar conociendo la distancia que hay al centro de gravedad del corte (o préstamo) al centro de gravedad del Terraplén que se forma con ese material, restándole la distancia de acarreo libre para tener la distancia media de sobreacarreo (se valúa en estaciones de 20 metros y décimos de estación), para luego multiplicar esta distancia por los metros cúbicos de la excavación, medidos en la misma estación, y por el precio unitario correspondiente del metro cúbico por estación. Para determinar la distancia media del sobreacarreo, se divide OP en dos partes iguales y por ese punto se traza la horizontal que se encuentra a la curva masa en los puntos e y f que tienen la propiedad de encontrarse en las ordenadas que pasan por los centros de gravedad de las masas movidas. A la distancia entre los puntos anteriores, medida hasta décimos de estación, se le resta la distancia de acarreo libre para tener la distancia de sobreacarreo.

14. En términos generales, la línea de compensación que da los acarreo mínimos, es aquella que corte el mayor número de veces a la curva masa. Comparando varios diagramas de curva masa para un mismo tramo, el mejor será el más económico, esto es aquel cuya suma del importe de las excavaciones incluyendo préstamos, más el valor de los sobreacarreo del menor precio, siempre y cuando se refiera a un perfil aceptable.

CASOS EN EL QUE NO ES APLICABLE EL DIAGRAMA DE MASAS

1er Caso

Cuando la rasante debe llevarse íntegramente en relleno, como por ejemplo en terrenos de cultivo.



2do. Caso

Cuando el terreno es accidentado y con inclinaciones de laderas fuertes, es frecuente que no exista necesidad de utilizar el Diagrama de Masas debido a que los volúmenes de corte son mayores que las de relleno. Además, la distancia libre de transporte es suficiente para realizar la Compensación longitudinal. En cambio, cuando el terreno es de inclinación suave la compensación longitudinal se realiza a distancias mayores que la de transporte libre y es cuando el Diagrama de Masas tiene su aplicación idónea e inclusive sirve para efectuar correcciones de la rasante.

Por lo expuesto, para la aplicación del presente proyecto no se hará uso del diagrama de masas por tener el terreno accidentado y con inclinaciones fuertes en las laderas.



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"

CAPITULO IV

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



4.1. GENERALIDADES

El suelo, material bastante abundante y de uso práctico en el desarrollo de un proyecto de construcción, muchas veces no reúne las propiedades o características para su uso. Por esto, se recurre a realizar análisis y pruebas, para lograr con certeza la estabilidad en el tiempo.

Los Ingenieros Civiles dividen a los materiales de la corteza terrestre en dos categorías: suelos y rocas. Definen al suelo, como un material compuesto por partículas minerales y las rocas como materiales compuestos de partículas, minerales que están unidas por fuerzas de cohesión.

Si se sobrepasan los límites de capacidad resistente del suelo o si aun sin llegar a ella, las deformaciones son considerables, se pueden producir esfuerzos secundarios en las estructuras, que originan deformaciones como: grietas y alabeo.

4.2. ANÁLISIS DE MUESTRAS

4.2.1. Toma de muestras:

En nuestro estudio se han realizado excavaciones (calicatas) cada 1000 m. a una profundidad de 1.50m aproximadamente, por debajo del terreno natural.

Hemos obtenido muestras alteradas para los ensayos de: Contenido de Humedad, Límite Líquido, Límite Plástico, Análisis Granulométrico, Contenido de Sales, peso específico, compactación (Próctor Modificado) y C.B.R. (California Bearing Ratio).

4.2.2. Métodos de evaluación:

Ensayos en Laboratorio, cuya aplicación se usó las Teorías de Coulomb, Terzaghi, Caquot, Kerisel, etc.



4.3. DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Todos los ensayos que a continuación se detallan han sido realizados en Laboratorio De Suelos y Pavimntos de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

4.3.1. Contenido de Humedad: (ASTM D 2216)

a) Equipo

- Estufa
- Balanza electrónica con aprox. al 0.01 gr.
- Cápsulas
- Espátula

b) Procedimiento

- Se pesa en la balanza electrónica las cápsulas a utilizar, esta debe ser previamente calibrada y se registra en la hoja de datos.
- Luego se procede a llenar hasta la mitad las cápsulas con las muestras obtenidas, y se obtienen sus pesos.
- La muestra deberá estar en la estufa un tiempo no menor de 18 horas ni mayor de 24 horas, a una temperatura de 105°C.
- Después de este tiempo se saca la muestra del horno y se deja enfriar a la temperatura de la habitación.
- Luego se vuelve a pesar la muestra y se anota en la hoja de datos.
- Por último se calcula la humedad como la diferencia entre los pesos húmedos y secos dividida por el peso seco.

4.3.2. Límites de Consistencia:

Límite Líquido (ASTM D 4318)

El límite líquido de un suelo es aquel contenido de humedad bajo el cual el suelo pasa de un estado plástico a un estado líquido.



a) Equipo

- Copa de Casagrande.
- Acanalador.
- Bombilla.
- Espátula.
- Balanza Electrónica.
- Depósito de porcelana (absorbe humedad).
- Tamiz N°40.
- Estufa, mortero, pesa filtros, vidrio pavonado.

b) Corrección del aparato para el Límite Líquido

- Antes de usarse la copa de Casagrande para la determinación del Límite Líquido se debe inspeccionar a fin de determinar si se halla en buen estado.
- La altura de caída que debe tener la copa es de un centímetro exactamente, esta altura se mide por medio del calibre del mango del acanalador.
- En la copa del aparato se marca una cruz con lápiz en el centro de la huella que se forma al golpearse con la base.
- Se da vuelta a la manija hasta que la copa se levante hasta su mayor elevación y tomando como punto de referencia a la cruz marcada se verifica la distancia entre ésta y la base con el mango del acanalador.
- Se aflojan los tornillos de cierre y se gira el tornillo hasta que la distancia sea de un centímetro.

c) Preparación de la muestra:

Este ensayo se realiza solamente con fracciones de suelo que pasen el tamiz N°40. Para la preparación de la muestra se usó el método húmedo, Se siguen los mismos procedimientos que se usa para el análisis granulométrico en húmedo, con la diferencia de que en vez de utilizar la malla N°200, se utiliza la malla N°40 y que al evaporar el agua del recipiente



se deja que el material se seque hasta que tenga la consistencia de una pasta suave, logrado lo cual se pasa a la cápsula

d) Procedimiento:

- Se toma una porción de la masa preparada y se coloca en el plato de bronce del aparato de Casagrande, nivelándola con la espátula, de tal modo que tenga un centímetro de espesor en el punto de máxima profundidad.
- El suelo en el plato de bronce, es dividido con un corte firme del acanalador, diametralmente al plato de bronce de arriba hacia abajo, de manera que se forme un surco claro y bien definido de dimensiones adecuadas.
- El plato de bronce que contiene la muestra, preparada y cortada como indicamos en la sección anterior, es levantado y soltado, por medio del manubrio a una velocidad de dos golpes por segundo aproximadamente, hasta que las dos mitades de la muestra se unan en su base, en una distancia de $\frac{1}{2}$ " (12.7 mm.), aproximadamente, luego se registra el número de golpes que ha sido necesario dar para cerrar el canal.
- Se toma una porción del suelo, aproximadamente del ancho de la espátula y cortada en toda su sección en ángulo recto al canal, se coloca esta porción en una pesa filtro, se pesa y se coloca en la estufa ($105^{\circ}\text{C} - 110^{\circ}\text{C}$) para determinar su contenido de humedad.
- La muestra que queda en el plato de bronce se traslada a la cápsula de porcelana, se le echa más agua y se repite el ensayo. Previamente se debe lavar y secar el plato de bronce y el acanalador.
- Se realizaron 4 ensayos para determinar contenidos de humedad diferentes: dos ensayos se hicieron sobre los 25 golpes y dos entre 15 y 25 golpes.
- Una vez determinado el contenido de humedad, se dibuja la curva de flujo que representa la relación entre el contenido de humedad y el correspondiente número de golpes.



- El contenido de humedad correspondiente a la intersección de la curva de flujo con la ordenada de 25 golpes, se anota como Límite Líquido del suelo.

Límite Plástico (ASTM D 4318)

Por plasticidad se entiende la propiedad que tiene el suelo de deformarse sin romperse. El Límite plástico está definido como contenido de humedad que tiene el suelo, cuando empieza a resquebrajarse al amasarlo en rollitos de 1/8" de diámetro (3 mm) aproximadamente.

Las arenas no tienen plasticidad. Los limos la tienen, pero muy poca en cambio las arcillas y sobre todo aquellas ricas en material coloidal, son muy plásticas.

Si se construyen terraplenes o sub-bases, deberá evitarse compactar el material cuando su contenido de humedad sea igual o mayor a su límite plástico, es decir, la capacidad para soportar cargas aumenta rápidamente cuando el contenido de humedad disminuye por debajo del límite plástico y disminuye rápidamente cuando el contenido de humedad sobrepasa el límite plástico.

Procedimiento:

- De la muestra que ha servido para el L.L. se separó una porción y se tomó la mitad de esa porción.
- Con la palma de la mano se fue eliminando la humedad, haciendo rodar la muestra sobre un vidrio empavonado, hasta obtener unos rollitos de aproximadamente 1/8"(3.17 mm) de diámetro
- El L.P. se alcanza cuando el bastoncillo se desmigaja en varias piezas al ser rodado.
- En este momento la muestra se coloca en el horno con la finalidad de determinar su contenido de humedad que es el L.P. de la muestra.



Nota:

En caso de existir duda de si el L.P. obtenido es el correcto, como comprobación se hace otra determinación del L.P. usando el material de la otra porción que quedo de la muestra original.

4.3.3. Granulometría:

a) Equipo:

- Juego de mallas que varían desde 3" hasta la N° 200.
- Balanza de torsión (0.1 gr. de aproximación)
- Horno de temperatura constante (105°C - 110°C)
- Accesorios como: brocha, bandejas, cucharones, rodillos

Nota: La cantidad de la muestra depende del tipo de suelo que se va a cribar

b) Procedimiento:

Análisis de mallas en húmedo: Este método es usado cuando el material contiene suficiente cantidad de finos o cuando las aglomeraciones de partículas son duras y difíciles de romper.

Para nuestro análisis se ha usado este método y seguimos el siguiente procedimiento:

- La muestra para el análisis se selecciona por cuarteo y la cantidad a muestrearse se pesa.
- Se pasa la muestra por la malla N°4, el material retenido se lava (en la malla N°200), se seca en la estufa.
- Los dos últimos pasos requieren que la muestra esté remojando de 2 a 12 horas a fin de que los grumos queden desintegrados.
- Luego se procede al tamizado de la muestra, la toma de sus pesos retenidos y el cálculo del porcentaje de estos pesos retenidos.
- Para el cálculo de los porcentajes se procede de la forma siguiente:



- Se toma el peso total de la muestra.
- El porcentaje del material retenido, comprendido desde la malla de 3" hasta la malla de 4", se halla multiplicando el peso retenido en cada malla por 100 y dividiendo por el peso total.
- La diferencia del peso natural a partir de la malla N°6 es el agregado fino.

$$K = \frac{\text{Peso total} \times \text{peso de fino}}{\text{Diferencia de material natural}}$$

Esta K se toma como si fuera el peso de la muestra total, es decir, el porcentaje de finos se obtiene multiplicando los pesos retenidos comprendidos desde la malla N°6 hasta la malla N°200 por 100 y dividido entre K.

Una vez terminado los cálculos que se adjuntan en hojas aparte, se proceden a dibujar la Curva Granulométrica en papel semi logarítmico; en el cual el porcentaje del material que pasa se gráfica en la escala aritmética, mientras que el tamaño de los granos, o el tamaño de las mallas se colocan en la escala logarítmica.

Una vez dibujada la curva granulométrica de un suelo, se puede determinar además los porcentajes de arena, limo y arcilla, su diámetro efectivo (D10), su coeficiente de uniformidad (Cu) y su coeficiente de curvatura (Ce).

Diámetro Efectivo (D10):

Se llama al diámetro de la partícula correspondiente al 10% del material más fino en la curva granulométrica.

Coeficiente de Uniformidad (Cu):

Es la relación de D60/D10 o sea la relación entre el diámetro correspondiente al 60% y al 10% más fino, respectivamente, tomados de la curva granulométrica.



El coeficiente de uniformidad (C_u) es mayor de 4 en las gravas y mezclas gravo-arenosas y mayor de 6 en los suelos arenosos o mezclas areno-gravosas, con poco o nada de material fino.

Coeficiente de Curvatura (C_c): es la relación:

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$$

Donde D_{10} , D_{30} y D_{60} son los diámetros correspondientes al 10%, 30% y 60% de material más fino, respectivamente tomados de la curva granulométrica.

Cuando el suelo está bien graduado, el coeficiente de curvatura C_c , estará comprendido entre 1 y 3.

4.3.4. Contenido de Sales (bs 1377).

a) Equipo:

- Balanza con aproximación a 0.01 gr.
- Agua destilada
- Recipientes (vasos descartables)
- Cápsulas de aluminio.
- Papel filtro
- Estufa.

b) Procedimiento:

- Pesar una muestra de suelo de 50 ó 100 grs. esto dependiendo de la granulometría del mismo y colocarla en un recipiente.
- Medir el agua destilada en mililitros equivalente al peso de la muestra, es decir 50 ml. ó 100 ml respectivamente. Sólo en caso de que el suelo sea arcilloso tomar agua destilada en un 20% más.
- Verter el agua sobre la muestra colocada en el vaso, y removerla a fin de que el suelo se lave.
- Tapar el recipiente y dejarlo reposar durante 24 horas.
- Pesar la cápsula de aluminio.



- Retirar el agua y verterla a la cápsula de aluminio previa colocación del papel filtro con la finalidad de que no pasen impurezas que podrían alterar el ensayo.
- Colocar a la estufa el recipiente con el agua y dejarla secar.
- Sacar de la estufa, dejarla enfriar y luego pesar para luego realizar los respectivos cálculos.

4.3.5. PESO ESPECIFICO RELATIVO DE LOS SÓLIDOS

a) Equipo y material que se utiliza:

- ✓ Matraz aforado a 500 ml.
- ✓ Balanza con aproximación al 0.1 gr.
- ✓ Termómetro
- ✓ Embudo
- ✓ Probeta de 500 ml. de capacidad
- ✓ Pipeta o gotero
- ✓ Bomba de vacíos
- ✓ Horno o estufa
- ✓ Franela o papel absorbente
- ✓ Curva de calibración del matraz
- ✓ Charola de aluminio
- ✓ Espátula
- ✓ Cristal de reloj

b) Procedimiento:

1. Se seca el suelo en estudio al horno, se deja enfriar y se pesa una cantidad de material entre 50 y 100 grs. (W_s).
2. Se vierte agua al matraz hasta la mitad de la parte curva, se vacían los sólidos empleando para esto un embudo y en la parte inferior del matraz se coloca un fólter, por si se cae algo de material pueda ser recogido posteriormente y vaciado al matraz.
3. Se extrae el aire atrapado en el suelo, empleado la bomba de vacíos; el material con el agua se agita sobre su eje longitudinal, se conecta a la bomba de vacíos por 30 seg.



4. Se repite el paso anterior unas 5 veces.
5. Se completa la capacidad del matraz con agua hasta la marca de aforo, de tal manera que la parte inferior del menisco coincida con la marca (500 ml).
6. Se pesa el matraz + agua + sólidos (W_{mws}).
7. Se toma la temperatura de la suspensión, con esta, se entra a la curva de calibración del matraz y se obtiene el peso del matraz + agua hasta la marca de aforo (W_{mw}).
8. Se sustituyen los valores obtenidos en la fórmula siguiente y se obtiene la densidad:

$$Ss = \frac{Ws}{Ws + W_{mw} + W_{mws}}$$

Dónde: Ss = Peso específico de los sólidos.

4.3.6. Ensayos de Compactación (Proctor Modificado): (ASTM D1557)

Con este ensayo se determinó, **HUMEDAD ÓPTIMA** y la densidad obtenida se conoce con el nombre de **MÁXIMA DENSIDAD SECA**, obtenido mediante el método dinámico de proctor modificado.

a) Equipo:

- Molde cilíndrico de compactación de 6" de diámetro.
- Apisonador de 10 lb (4.54 Kg)
- Enrasador.
- Tamiz de W (19 mm)
- Cuchillo
- Depósitos plásticos
- Cápsulas metálicas
- Balanza de aprox. a 1 gramo
- Estufa a temperatura $110 \pm 5^\circ\text{C}$.



b) Procedimiento:

- En laboratorio, se efectúa según el método A, por ello el primer paso será tomar una muestra seca al aire de 15 Kg. De peso, tamizada por la malla N°04.
- Se mezcla la muestra representativa con una cantidad de agua, aproximadamente el 2%, de tal forma de humedecer toda la muestra.
- Se compacta la muestra en 5 capas estando el molde con el collar ensamblado, con 56 golpes cada una de ellas; el golpe del apisonador se distribuirá uniformemente sobre la superficie que se compacta. Compactada la quinta capa se retira el collar y se enrasa tapando los huecos que quedasen en la superficie.

La altura de caída será de 18" con respecto al nivel de enrase del molde, el que se encontrará apoyado sobre una superficie uniforme, rígida y nivelada. Se retira el molde con la muestra y se obtiene su peso ($W_{\text{MOLDE+SUELO}}$), luego se retira una muestra del interior del molde para la obtención de su contenido de humedad. Conocido el peso de la muestra y el volumen de la misma, además del contenido de humedad (W) se puede obtener un punto de la curva de compactación, es decir, Densidad seca vs. Contenido de humedad, de la siguiente forma:

$$\text{DENSIDAD HUMEDA} = \frac{(W_{\text{MOLDE+SUELO}}) - W_{\text{SUELO}}}{\text{Volumen de molde}}$$

$$\text{DENSIDAD SECA} = \frac{\text{Densidad Húmeda}}{(1 + w)}$$

- Se repite el paso 3; antes se desmenuza el suelo anteriormente compactado, incrementando en el contenido de humedad 3 ó 4% la humedad del suelo a ensayar.
- Se continúa hasta que se note una disminución en el peso unitario seco o densidad, o hasta que el suelo no se vuelva francamente húmedo y presente exceso de humedad.



- Se gráfica la curva de compactación en escala aritmética en los ejes, hallando la máxima densidad seca y su óptimo contenido de humedad.

4.3.7. Ensayos para determinar CBR (California Bearing Ratio) y la expansión en el laboratorio: (ASTM D1883)

El ensayo CBR mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas en comparación con la resistencia que ofrecen un material de piedra triturada estandarizado.

Dado que el comportamiento de los suelos varía de acuerdo con su "grado de alteración", con su granulometría y sus características físicas, el método a seguir para determinar el CBR será diferente en cada caso, así se tiene:

- Determinación del CBR de suelos perturbados y pre moldeados.
- Determinación del CBR de suelos inalterados.
- Determinación del CBR in situ.

Para aplicación en el presente proyecto se usará el método 1, dado que se contó con muestras alteradas. El método comprende tres pasos que son:

- Determinación del CBR de suelos perturbados y pre moldeados.
- Determinación del CBR de suelos inalterados.
- Determinación del CBR in situ.

a) Determinación de la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad

Se obtiene de la curva de compactación elaborada por medio del ensayo de determinación de la relación densidad humedad, enunciado en el acápite anterior.

b) Determinación de las propiedades expansivas del material:

Consiste en dejar empapar en agua durante un período de 96 horas (4 días) tres moldes compactados según el método AASHTO T180-70 "Proctor



Modificado”, con la variante siguiente: el primer molde con 56 golpes cada capa, el segundo con 25 golpes cada capa y el tercero con 12 golpes cada capa.

Todos los moldes serán de diámetro interior de 6” y altura de 8”, con un disco espaciador colocado en la base.

Además, a cada uno de ellos se les colocará una sobrecarga consistente en dos placas de 5 lb de peso cada una, que aproximadamente representa el peso de un pavimento de concreto hidráulico de 12.5 cm de espesor; por lo que en pavimentos flexibles el peso de dichas placas debe corresponder aproximadamente al peso combinado de la sub base, base y carpeta asfáltica.

Luego, cada 24 horas, se debe medir la expansión producida en el material a través de un trípode y un extensómetro, dando como resultado final una expansión en función de la altura de la muestra expresada en porcentaje.

Una expansión de 10% corresponde aproximadamente a los suelos malos, ya sean demasiado arcillosos y los orgánicos, en cambio, un suelo con expansiones menores del 3% tienen características de subrasante buena.

c) Determinación de CBR:

Después de saturada la muestra durante 4 días, se sacan los moldes del agua y se someten a la prensa para medir la resistencia a la penetración, mediante la introducción de un pistón de 19.35 cm² de sección circular.

Antes de empezar la prueba de penetración debe asentarse el pistón sobre la superficie de la muestra con una carga inicial de 10 lb y luego colocar el extensómetro en cero.

Enseguida se procede a la aplicación lenta del pistón con cargas continuas, las que se anotan para las siguientes penetraciones 0.64 mm; 1.27 mm, 1.91 mm, 2.54 mm, 3.18 mm, 3.81 mm, 4.45 mm, 5.08 mm, 7.62 mm, 10.16 mm, 12.70 mm.



Se busca la carga que produjo la deformación de 2.54 mm y 5.08 mm, en relación con la carga que produce las mismas deformaciones en la piedra triturada estándar, expresada en porcentaje.

Estos serán los valores CBR a definir para el suelo, con el siguiente criterio: que el CBR determinado a partir de los valores portantes para penetración de 5.08 mm no debe diferir en más de 1 ó 2% del correspondiente a una penetración de 2.54 mm; si no es así, debe repetirse el ensayo, y si siempre se obtiene para 5.08 mm un valor superior de CBR, éste es el que debe tomarse como CBR del suelo.

d) Equipo:

Compactación:

- Molde cilíndrico de compactación de 6" diámetro.
- Molde metálico, cilíndrico y de acero con diámetro interior 6" y altura de 8".
- Collarín metálico de 2" de alto con base perforada.
- Disco espaciador de acero y 5 15/16" de diámetro con 2.5" de altura.
- Apisonador, martillo de 10 lb con altura de caída libre de 18".

Medir el hinchamiento o expansión del suelo:

- Extensómetro con aprox. de 0.001", montado sobre un trípode.
- Pesas, como sobrecarga de plomo, cada una de ellas de 5 lb de peso.
- Tanque con agua para sumergir las muestras.

Para la prueba de penetración:

- Pistón cilíndrico de acero de 19.35 cm² de sección con longitud suficiente para poder pasar a través de las pesas y penetrar el suelo hasta ½".
- Aparato para aplicar la carga, como una prensa hidráulica que permita aplicar la carga a una velocidad de 0.05pulgada/minuto.



Equipo Mixto:

- Tamiz de $\phi = \frac{3}{4}$ ", bandeja, cucharón.
- Martillo de goma.
- Cuchillo.
- Enrasador.
- Balanza de aprox. a 0.01 gr y 1 gr.
- Estufa a temperatura $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Depósitos plásticos, etc.

e) Procedimiento:

- En campo, se obtiene una muestra compuesta alterada en cada calicata.
- En laboratorio, se seca al aire la muestra, luego se extrae para ensayar por cuarteo (6 Kg), debidamente tamizada por la malla de $\frac{3}{4}$ ", para cada molde.

Conociendo el valor del óptimo contenido de humedad y la humedad natural que presenta en ese momento la muestra, se calcula el agua que añadirá con la siguiente expresión:

$$\text{AGUA}_{\text{CBR}} = \left(\frac{W_{\text{MUESTRA}}}{1 + \text{HH}} \right) \left(\frac{\text{OH} - \text{HH}}{100} \right) \dots \dots \dots (I)$$

Donde:

MUESTRA = Peso de la muestra, en este caso 6 Kg.

OH = Óptimo contenido de humedad.

HH = Contenido de humedad de la muestra.

- Se mezcla la muestra preparada con la cantidad de agua determinada en la fórmula (I), de tal forma que se produzca una mezcla uniforme. Se compacta el primer molde, colocando primero el disco espaciador y un papel de filtro en 5 capas con 56 golpes de martillo cada una, colocando el collarín metálico previamente, se retira éste y se enrasa la muestra, rellenando los huecos que quedan en la superficie con el mismo material, apisonándolo con un martillo de goma. En seguida, se pesa el molde incluida la muestra conociendo de



antemano el peso del molde y el volumen ocupado por la muestra dentro del molde, se determina la densidad húmeda del material con la siguiente expresión:

$$\gamma_{\text{HUMEDA}} = \frac{(W_{\text{MOLDE} + \text{MUESTRA}}) - (W_{\text{MOLDE}})}{V_{\text{MUESTRAS}}} \dots\dots\dots (II)$$

- Se procede de manera similar con el segundo y tercer molde, pero con el segundo se compacta con 25 golpes / capa y el tercero con 12 golpes / capa.
- Se coloca encima del material compactado un papel filtro, sobre éste se coloca una placa perforada, que es un vástago -" además de dos placas con agujero central con peso 5 lb cada una, que representará la sobrecarga. Sobre el vástago de la placa perforada se coloca un extensómetro montado en un trípode, registrando la lectura inicial. Efectuado lo anterior, se sumerge el molde en agua, dando inicio así a la prueba de expansión y tomando lecturas cada 24 horas en el extensómetro. Posteriormente se calcula el porcentaje de expansión, dividiendo la expansión producida en 24 horas entre la altura de la muestra y multiplicada por 100. Este procedimiento se realiza para los tres moldes.

Después de saturada la muestra, se le retira el extensómetro cuidadosamente; se inclina el molde para que escurra el agua (teniendo cuidado de que no se salgan las pesas).

Así volteado debe permanecer durante 15 minutos. Luego se retiran las pesas, el disco y el papel filtro y se pesa la muestra con el molde, repitiendo el cálculo efectuado en la expresión (II). Se procede luego con la prueba de la penetración, llevando el molde a la prensa y asentando el pistón sobre la superficie de la muestra con una carga de 4.5 Kg; inicialmente se coloca el extensómetro en cero. Se procede a la aplicación lenta (0.05 pulg/minuto) del penetrómetro,



4.4. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

Para la valoración de los suelos y por conveniencias de su aplicación, se hace necesario considerar sistemas o métodos para la identificación de los suelos que tienen propiedades similares, según esta identificación con una agrupación o clasificación de las mismas, teniendo en cuenta su origen, características físicas y comportamiento en el campo.

Entre las diferentes clasificaciones de suelos existentes, tenemos:

- Clasificación AASHTO (American Association of State Highway And Transportation Officials).
- Clasificación Unificada (SUCS).

CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO	CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM (SUCS)
A - 1 - a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A - 1 - b	GM, GP, SM, SP
A - 2	GM, GP, SM, SC
A - 3	SP
A - 4	CL, ML
A - 5	ML, MH, CH
A - 6	CL, CH
A - 7	OH, MH, CH

4.4.1. Clasificación AASHTO:

Los organismos viales de los Estados Unidos de Norteamérica, sugirieron diferentes clasificaciones para los suelos, tal es así, que en 1,929 la PublicRoadsAdministration (actualmente Bureau of PublicRoads), presentó un sistema de clasificación. A partir de 1,931 este sistema fue tomado como base, pero ha sido modificado y refinado, además unificado con el sistema propuesto en 1,944 por el HigwayResearchBoard, para por fin ser adoptado por la AASHTO, en 1,945.



Este sistema describe un procedimiento para la clasificación de suelos en siete grupos básicos que se enumeran (A1 – A7), con base en la distribución del tamaño de las partículas, el límite líquido y el índice de plasticidad determinados en laboratorio.

La clasificación de grupo será útil para determinar la calidad relativa del material del suelo que se usará en terracerías, sub-bases y bases. Para la clasificación se utilizan las pruebas de límites y los valores de índices de grupo.

Los incrementos de valor de los índices de grupo (IG) reflejan una reducción en la capacidad para soportar cargas por el efecto combinado de aumento de Límite Líquido (L.L.) e Índice de Plasticidad (I.P) y disminución en el porcentaje de material grueso.

Índice de Grupo (IG)

Aquellos suelos que tienen un comportamiento similar se hallan dentro de un mismo grupo y están representadas por un determinado índice. La clasificación de un suelo en un determinado grupo se basa en su L.L., I.P. y porcentaje de material fino que pasa el tamiz #200. Índices de grupo.

Para establecer el índice de grupo de un suelo se tiene la siguiente ecuación:

$$IG = 0.2 a + 0.005 ac + 0.01 bd \quad (I)$$

Dónde:

a = Porcentaje de material más fino que pasa el tamiz N°200, mayor que el 35% pero menor que el 75%, expresado como un número entero positivo ($1 \leq a \leq 40$).

b = Porcentaje de material más fino que pasa el tamiz N°200, mayor que 15% pero menor que 55%, expresado como un número entero positivo ($1 \leq b \leq 40$).



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

“ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA”



c = Porción del límite líquido mayor que 40 pero no mayor que 60, expresado como un número entero positivo ($0 \leq c \leq 20$).

d = Porción del índice de plasticidad mayor que 10 pero no excedente a 30, expresado como un número entero positivo ($0 \leq d \leq 20$).

El índice de grupo es un valor entero positivo, comprendido entre 0 y 20 o más. Cuando el IG calculado es negativo, se reporta como cero. Un índice de grupo cero significa un suelo muy bueno y un índice igual o mayor a 20, un suelo inutilizable para caminos.

ÍNDICE DE GRUPO	SUELO DE SUBRASANTE
IG > 9	Inadecuado
IG está entre 4 a 9	Insuficiente
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 a 2	Bueno
IG está entre 0 a 1	Muy bueno



CUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



Si se desea una clasificación más detallada, puede hacerse una sub división posterior de los grupos del cuadro anterior, para esto se puede utilizar el siguiente cuadro:

CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS - MÉTODO AASHTO

CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES							MATERIALES LIMO-ARCILLOSOS			
	(Igual o menor del 35% pasa el tamiz N°200)							(más del 35% pasa el tamiz N°200)			
GRUPOS	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
SUBGRUPOS	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
											A-7-6
Porcentaje que pasa el tamiz:											
N° 10	50 máx.										
N° 40	30 máx.	50 máx.	51 mín.								
N° 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características del Material que pasa el tamiz N° 40:											
Límite Líquido (LL)				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de Plasticidad (IP)	6 máx.	6 máx.	N.P.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Índice de Grupo	0	0	0	0	0	4 máx.	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
Tipos de Material	Fragmento de Piedra Grava o arena		Arena fina	Gravas, arenas limosas y arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Terreno de Fundación	Excelente a bueno					Regular a deficiente					



En el cuadro se da una descripción de los grupos de clasificación AASHTO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO
A - 1 - a
A - 1 - b
A - 2
A - 3
A - 4
A - 5
A - 6
A - 7

	A - 1 - a		A - 5
	A - 1 - b		A - 6
	A - 3		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		MATERIA ORGÁNICA
	A - 2 - 6		ROCA SANA
	A - 2 - 7		ROCA DESINTEGRADA
	A - 4		



4.4.1.1. Descripción de los grupos de clasificación

Materiales granulares:

Contiene 35% o menos de material que pasa la malla de 0.075mm.

GRUPO A – 1:

El material representativo de este grupo es una mezcla bien graduada de fragmentos de piedra o grava, arena gruesa, arena fina y un cementante no plástico o cohesivo y ligeramente plástico. Este grupo se subdivide en:

Subgrupo A -1 – a:

Comprende aquellos materiales formados de manera predominante por fragmentos de piedra o grava, con o sin material de cohesión (cementante) bien graduado, fino.

Subgrupo A -1 – b:

Incluye aquellos materiales formados de manera predominante por arena gruesa, con o sin cementante bien graduado.

GRUPO A – 3:

El material típico de este grupo es arena fina de playa o arena fina del desierto arrastrada por el viento sin finos limosos o arcillosos o con una cantidad muy pequeña de limo no plástico.

GRUPO A – 2:



Este grupo abarca una amplia variedad de materiales “granulares” que están en la línea divisoria entre el material que pertenece a los grupos A-1, A-3 y los materiales arcillo- limosos de los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7. Comprende todos los suelos que tienen 35% o menos de material que pasa por la malla de 0.075mm y no se puede clasificar como A-1 o A-3, debido al exceso en el contenido de finos o a la plasticidad, o a ambos respecto a los límites de esos grupos.

Subgrupo A – 2 – 4 y A – 2 – 5:

Están formados por diferentes materiales granulares que contienen 35% o menos que pasan por la malla de 0.075mm y con una parte de menos de 0.425mm que tienen las características de los grupos A-1 y A-5.

Subgrupo A – 2 – 6 y A – 2 – 7:

Comprende materiales similares a los descritos en los subgrupos A-2-4 y A-2-5, con la diferencia de que la parte fina contiene arcilla plástica que tiene las características de los grupos A-6 y A-7.

Materiales arcillo – limosos:

Contiene más del 35% de material que pasa la malla de 0.075mm.

Grupo A – 4:

El material típico de este grupo es un suelo limoso o plástico o moderadamente plástico, que tiene un 75% o más de material que pasa la malla de 0.075mm.



Grupo A – 5:

El material típico de este grupo es similar al descrito para el grupo anterior, con la diferencia de que es usualmente de material con características de diatomeas o de las micas; es de una elevada elasticidad, según lo indica su alto límite líquido.

Grupo A – 6:

El material típico de este grupo es un suelo de arcilla plástica que por lo regular tiene un 75% o más de material que pasa por la malla de 0.075mm. El grupo también abarca mezclas de suelos arcillosos finos y hasta un 64% de arena y grava retenida en la malla de 0.075mm. Por lo regular, los materiales de este grupo tienen un notable cambio de volumen entre los estado húmedo y seco.

Grupo A – 7:

El material típico de este grupo es similar al descrito para el grupo A-6 con la diferencia de que este tiene los límites líquidos característicos del grupo A-5 y puede ser elástico así como también, estar sujeto a grandes cambios en el volumen.

Subgrupo A – 7 – 5:

Comprende materiales que tienen índices de plasticidad moderados con relación con el límite líquido y pueden ser sumamente elástico así como estar sujetos a considerables cambios en el volumen.

Subgrupo A – 7 – 6:

Incluye los materiales que tienen índices de plasticidad altos en relación al límite líquido y están sujetos a cambios extremadamente elevados en el volumen.



4.4.2. Clasificación unificada de suelos (SUCS):

Esta clasificación de suelos es empleada con frecuencia por ingenieros de carreteras y ha sido adoptada por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE.UU. Esta clasificación fue presentada por el Dr. Arturo Casagrande, Divide a los suelos en dos grupos: granulares y finos.

En el primer grupo se hallan las gravas, arenas y suelos gravosos arenosos, con pequeñas cantidades de material fino (limo o arcilla). Estos suelos corresponden, en líneas generales a los clasificados como A1, A2 y A3 por la AASHTO y son designados en la siguiente forma:

Gravas o Suelos gravosos: GW, GC, GP, GM

Arenas o Suelos arenosos: SW, SC, SP, SM

Dónde:

G = Grava o suelo gravoso

S = Arena o suelo arenoso

W = Bien graduado

C = Arcilla Inorgánica

P = Mal graduado

M = Limo Inorgánico o arena muy fina

En el segundo grupo se hallan los materiales finos, limosos o arcillosos, de baja o alta plasticidad y son designados en la siguiente forma:

Suelo de mediana o baja plasticidad: ML, CL, OL

Suelos de alta plasticidad: MH, CH, OH

Dónde:

M = Limo Inorgánico.

C = Arcilla.

O = Limos, arcillas y mezclas limo-arcillosas con alto contenido de materia orgánica.

L = Baja o mediana plasticidad.

H = Alta plasticidad.





UTILIDAD DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

ENSAYO	DATOS OBTENIDOS	UTILIDAD PRACTICA	EN EL PROYECTO
1. CONTENIDO DE HUMEDAD	% de humedad	Cantidad de agua en el suelo	Tipo de suelo
2. LÍMITE LIQUIDO	L. L	Obtención del IP, clasificación SUCS	Tipo de suelo
3. LÍMITE PLÁSTICO	L. P	Obtención del IP, clasificación SUCS	Tipo de suelo
4. GRANULOMETRÍA	Curva granulométrica	Clasificación del suelo de acuerdo a las tallas	Tipo de suelos
5. CONTENIDO DE SALES	% de sales	Prevención de ataques químicos por acción de sales	Alcantarillas
6. PESO ESPECIFICO RELATIVO	Peso específico relativo de los sólidos	Relaciones gravimétricas y volumétricas de un suelo	Tipo de suelo
7. PROCTOR MODIFICADO	Máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad	Grado de compactación para capas de relleno	Sub rasante, subbase y base.
8. CALIFORNIA BEARING RATIO	CBR	Evaluar la capacidad de soporte de los suelos.	Sub rasante, subbase y base.



4.5. CONCLUSIONES DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

SE CONCLUYE:

- Contenido de Sales:

Según la tabla mostrada se concluye que:

CONCRETO EXPUESTO A SOLUCIONES DE SULFATO

EXPOSICIÓN A SULFATOS	SULFATO SOLUBLE EN AGUA, PRESENTE EN EL SUELO COMO SO_4^{2-} EN SECO	SULFATOS EN AGUA COMO SO_4 p.p.m.
DESPRECIABLE	0.00 - 0.10	0 - 150
MODERADA	0.10 - 0.20	150 - 1500
SEVERA	0.20 - 2.00	1500 - 10000
MUY SEVERA	SOBRE 2.00	SOBRE 10000

Norma Peruana E-060

Entre los Kilometrajes 00+000 hasta 10+126 aproximadamente el suelo presenta una considerable cantidad de sales que varía entre 500.75.62 ppm hasta 7637.23 ppm, por lo que se clasifica un suelo de agresividad moderada.

Los resultados son los siguientes:

Progresiva	Constituyente/sales solubles totales (ppm)
00 + 040	5090.91
01 + 000	1579.78
02 + 000	8536.06
03 + 000	2672.61
04 + 000	7011.39
05 + 000	7637.23
06 + 000	4108.89
07 + 000	500.75
08 + 000	537.92
09+ 000	3301.54
10+ 000	3370.79
10+ 120	1146.13

- Entre los Kilometrajes 0+00 hasta 6+000 aproximadamente el suelo presenta una considerable cantidad de sales que varía entre 1579.78 ppm hasta 7637.23 ppm, por lo que se clasifica un suelo agresivo.



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"

- Entre los Kilometrajes 6+000 hasta 8+000 presenta una concentración de sales de 500.75 ppm a 537.92, por lo que se clasifica como suelo de agresividad moderada.
- Entre los Kilometrajes 8+000 hasta 10+126 aproximadamente el suelo presenta una considerable cantidad de sales que varía entre 1146 ppm hasta 3370 ppm, por lo que se clasifica un suelo agresivo.

- Clasificación de Suelos SUCS y ASSHTO:

Los resultados son los siguientes

Calicata	CLASIFICACION SUCS	CLASIFICACION AASHTO
C1	CL	A-4
C2	CL	A-4
C3	GC	A-2-6
C4	SM	A-4
C5	GC	A-2-4
C6	MH	A-7-5
C7	CL	A-6
C8	SM-SC	A-2-4
C9	GM-GC	A-2-7
C10	SC	A-2-4
C11	SC	A-7-6
C12	SM	A-4

Según la Tabla mostrada se concluye que:

Cuadro 4.8
Clasificación de suelos según Índice de Grupo

Índice de Grupo	Suelo de Sub rasante
IG > 9	Inadecuado
IG está entre 4 a 9	Insuficiente
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 – 2	Bueno
IG está entre 0 – 1	Muy Bueno

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

Tramo 1: desde el Km 0+00 hasta el Km 4+000 se tiene un terreno gravoso en tramos desde la parte superficial y en otros tramos presentan una capa inicial de suelo fino, pero en lo general el suelo es de características Arenoso Gravoso y Arcilloso, este tipo de Suelo Presenta condiciones Regulares para el diseño de la Capa de Rodadura que se diseñara para esta Trocha.



Tramo 2: desde el Km 4+000 hasta el Km 6+000 se tiene un terreno con conformado por arena y arcillas, con presencia de limos, pero las condiciones mecánicas de este suelo Arenoso y arcillosos limos no son favorable para el diseño de la capa de rodadura así como de las obras de arte que se considerara construir.

Tramo 3: desde Km 6+000-10+2000 se tiene un terreno conformado por Arenas, arcillas y gravas, las condiciones mecánicas de este suelo Arenoso, arcilloso y limosos no es favorable para el diseño de la capa de rodadura así como de las obras de arte que se considerara construir.

TABLA 2 PLASTICIDAD		
LIMITE	L.L.	IP
NO PLASTICO	0-4	0
PLASTICIDAD BAJA	4-30	1-7
PLASTICIDAD MEDIA	30-50	1-17
PLASTICIDAD ALTA	50 a más	>17

Asimismo en general las muestras son de plasticidad baja y media y presentan un potencial de esponjamiento bajo.

- Ensayo de Abrasión:

Esta muestra se extrajo de la cantera de afirmado, el cual se realizó el ensayo de abrasión para definir su utilidad o descarte para el diseño del afirmado.

CANTERA DE AFIRMADO: Abrasión = 15.34%, material rocoso fragmentada con rocas promedio de 2.5".

- Ensayo de Proctor Modificado y CBR

Se ejecutaron los ensayos de Pavimentos, los cuales son:

- a) Proctor Modificado (13 ensayos)
- b) C.B.R. (13 ensayos)



Después de realizar los ensayos de suelos los resultados son:

Calicata	MAXIMA DENSIDAD SECA	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	C.B.R. 0.1' al 95% M.D.S.
C-1	1.863 gr/cm3	18.067 %	6.7
C-2	1.823 gr/cm3	18.437 %	7.4
C-3	2.132 gr/cm3	9.351 %	18.8
C-4	1.840 gr/cm3	14.238	13.1
C-5	2.121 gr/cm3	9.022 %	14.5
C-6	1.947 gr/cm3	15.224 %	6.5
C-7	1.858 gr/cm3	19.932 %	9.4
C-8	2.070 gr/cm3	9.516 %	12.1
C-9	2.016 gr/cm3	9.166 %	18.7
C-10	2.037 gr/cm3	9.656 %	11.1
C-11	1.902 gr/cm3	13.007 %	11.7
C-12	1.872 gr/cm3	14.342 %	11.5
CANTERA	2.094 gr/cm3	8.784	46.4

Según los resultados obtenidos se puede dividir la longitud de la trocha en seis tramos de acuerdo a las categorías de Sub Rasantes.

Tramo 1 desde el Km 00+000 hasta antes del Km 01+000, presenta C.B.R. mayor a 6 y menor a 10, lo cual se concluye que es Sub Rasante Regular.

Tramo 2 parte antes del Km 01+000 hasta antes del Km 04+000, presenta C.B.R. mayor a 10 y menor a 20, al se concluye que es Sub Rasante Buena.

Tramo 3 parte ante del Km 04+000 hasta antes del Km 06+000, presenta C.B.R mayor a 6 y menor a 10, lo cual se concluye que es Sub Rasante Regular

Tramo 4 parte antes del Km 06+000 hasta el final del tramo, presenta C.B.R. mayor a 10 y menor a 20, al se concluye que es Sub Rasante Buena.

Las muestras de afirmado presenta un C.B.R. mayor a 40% por lo tanto este material si se puede usar como material de afirmado.



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"

CAPITULO V

ESTUDIO DE

CANTERAS



5.1. GENERALIDADES

Existen dos formas para detectar canteras, ya sea a través de métodos exploratorios comunes, desde la simple observación sobre el terreno, hasta el empleo de pozos a cielo abierto, posteadoras, barrenos y máquinas perforadoras; o a través de estudios geofísicos, que en épocas recientes han alcanzado una gran potencialidad por ahorrar tiempo, esfuerzo humano y mucha exploración.

Asimismo se han extraído muestras de material granular (hormigón) y material fino (arcilla) del Río Seco, los mismos que serán utilizados para obtener un material después de varias dosificaciones que cumpla con los requisitos mínimos, el cual será utilizado para la construcción de las capas (bases) del pavimento.

La cantera se encuentra ubicada en el RIO CHIMCHIPE.

5.2. LOCALIZACION DE CANTERAS EN LA ZONA

Se define como canteras, al afloramiento rocoso del que se extrae piedras, gravas, arenas, etc.; para ser utilizados como material de construcción. Estos yacimientos deberán cumplir ciertas exigencias, como la calidad y cantidad. La calidad se evalúa por medio de las características físicas y mecánicas de sus partículas, valiéndose en este caso del análisis granulométrico, y de los límites de plasticidad; para clasificarlo como excelente, bueno o malo material de construcción.

La cantidad se sustenta en la potencia del yacimiento, que permita y asegure el volumen necesario para ser utilizado en tal o cual obra.

Teniendo en cuenta la calidad y cantidad necesaria para la obra que se proyecte, es necesario elegir cuidadosamente las canteras que se encuentren en el medio, para que al final podamos evaluar y decidir la cantera que combinado en criterio técnico y económico, resulte el mejor.



Es necesario localizar las canteras de tal manera que:

- Tengan una distancia mínima de transporte del material a la obra, que permita aminorar los costos.
- Los materiales de cantera no requieren tratamiento especial para ser utilizados, salvo tamizados.
- Las canteras deben ser utilizadas de manera que su explotación no conlleve a problemas legales que perjudique a los habitantes de la región.

Para la ubicación de canteras nos hemos valido de la información proporcionada por los pobladores de la zona. De la experiencia local, estas presentan antecedentes de explotación para cubrir los requerimientos de los materiales de las obras que se han ejecutado en la zona cuyo resultado reflejan su buena calidad.

DISTANACIA DEL PROYECTO A LA CANTERA			
TRAMO		DISTANCIA EN KM	VIA
SAN PEDRO DE PERICO	RIO CHIMCHIPE	0.97	AFIRMADO

5.3. METODOLOGIA

Para el estudio de canteras se ha tenido en cuenta las siguientes actividades:

- Reconocimiento de campo dentro del área de influencia del proyecto, para identificar aquellos lugares considerados como probable fuente de materiales.
- Elaboración de un programa de exploración de campo.
- Excavación de calicatas para determinar las características del material y potencia. Se realizaron exploraciones proporcionalmente en toda el área de la cantera evaluada.



- En cada calicata excavada, se hizo una descripción: tipo de material encontrado, clasificación técnica; forma del material granular; color; porcentaje estimado de bolonería y presencia de material orgánico, nivel freático, extrayéndose muestras alteradas representativas para su evaluación en el laboratorio.
- Ensayos de laboratorio con el objeto de conocer las características y usos del material de canteras para la sección proyectada del pavimento.

5.4. TRABAJOS DE CAMPO

Estos trabajos consistieron en la excavación de calicatas a mano en la modalidad de cielo abierto a una profundidad promedio entre 3.00 m. en la cual se observó su estratigrafía y profundidad, luego se recolectó una muestra representativa para realizar los ensayos respectivos.

- En campo se realizó una evaluación de los materiales, determinándose la granulometría integral de los agregados existentes, con el fin de determinar, el tamaño máximo de los agregados mayores a 2 pulgadas (bloque y bolones), % de gravas menores a 2 pulgadas y % de arenas, con el fin de hallar rendimientos de la cantera para cada uno de sus usos.
- La clasificación del material menor de 2 pulgadas de diámetro, se determinó en laboratorio mediante el análisis granulométrico de las muestras alteradas representativas de la calicata.

5.5. ENSAYOS DE LABORATORIO

Para determinar las características, propiedades y calidad del material final, así como el uso de la cantera, se realizaron los ensayos de clasificación y calidad de varias dosificaciones en laboratorio hasta obtener un material que cumpla con los requisitos mínimos (60% hormigón + 40% arcilla), considerando las normas técnicas que se presentan en la relación siguiente, de acuerdo a las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2013) del MTC.



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"

- Determinación del Contenido de Humedad	A.S.T.M D-2216
- Análisis Granulométrico Por tamizado	A.S.T.M.D-4318
- Límite Líquido e Índice de Plasticidad	A.S.T.M.D-4318
- Clasificación de Suelos Sistema AASHTO	A.S.T.M.D-3282
- Clasificación de Suelos Sistema SUCS	A.S.T.M.D-2487
- Sales Solubles Totales	A.S.T.M D-1888
- Proctor Modificado (compactación)	A.S.T.M.D-1557
- Razón de Soporte California C.B.R.	A.S.T.M.D-1883
- Abrasión Maquina de los Ángeles	A.S.T.M.C-131

5.6. CARACTERISTICAS DE LA CANTERA

Se trata de un depósito de origen fluvial - coluvial.

- Potencia	: Mayor de 20,000 m ³
- Piedra > 2"	: 10%
- Uso y Tratamiento	: Base y Sub base
- Rendimiento	: 85%,
- Periodo de Útiles.	: Todo el año.
- Explotación	: Equipo Convencional
- Propiedad	: Terceros.



5.7. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Fase de Campo.

1.- Los trabajos en los lugares de extracción de muestras se desarrollaron de tal forma, obtener información necesaria para un correcto diseño. La cantera está localizada a solo 970 metros del punto Final de la carretera por ende será de fácil transporte hasta los puntos de obras de arte.

Fase de Laboratorio.

1.- Se ejecutaron los ensayos de mecánica de suelos, en el Laboratorio de Materiales de la facultad FICSA de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, los cuales son:

a) Contenido de Humedad

- La humedad total es aproximadamente igual a todas las muestras de agregados obtenidas en estado natural (húmedo)
- Deducimos que el agregado nos aporta una mínima cantidad de agua a la mezcla puesto que la humedad total de los agregados es relativamente baja o que los poros del agregado están parcialmente secos.

b) Análisis Granulométrico Del Agregado Fino, Grueso Y Global

- Se observó que en el tamiz de 3/4 " se retuvo el mayor peso para el agregado grueso y en el agregado fino se retuvo el mayor peso para el tamiz N° 30.
- El tamaño máximo obtenido fue de 1" que es el tamaño promedio de las partículas de Agregado.
- Las curvas granulométricas dadas en nuestro laboratorio tienden a semejarse a las curvas granulométricas recomendadas por la Norma Técnica Peruana, la cual establece unos límites para los agregados tanto fino como grueso.
- Nuestro agregado fino encontramos que tiene un módulo de fineza igual a 2.83 no sobrepasa el 3.2 lo cual al es considerado en la mezcla de concreto, esta misma se vuelve mas trabajable y de mejor segregación.

c) Peso Unitario del Agregado

- El peso unitario suelto del agregado fino es: 1.77 gr./cm³
- El peso unitario suelto del agregado grueso es: 1.39 gr./cm³
- El peso unitario varillado del agregado fino es: 2.01 gr./cm³
- El peso unitario varillado del agregado grueso es: 1.54 gr./cm³



d) Peso Específico de Masa y Grado de Absorción

- Para el agregado grueso: de los resultados obtenidos observamos que el 0.53% absorción es < del 5% y su peso específico de masa está en el rango de valores según la norma MTCE 206-2000 para el agregado grueso,
- Para el agregado fino: de los resultados obtenidos observamos que el 0.69% absorción es <3% y su peso específico de masa si cumplen con la norma MTCE 205-2000 porque están en el rango de 2.4-2.8.
- Por lo que concluimos que los agregados extraídos de cantera fluvial son de buena calidad para la elaboración del diseño de mezcla.

e) Abrasión Los Ángeles

- El porcentaje obtenido es de 15.34% siendo esta menor a 50%, lo que significa el agregado grueso posee una adecuada resistencia a la degradación.

e) Contenido de Sales Solubles en agregados

- El porcentaje de sulfatos solubles en agregados es de 307.6 ppm lo cual figura como exposición despreciable según el cuadro de concreto expuesto a soluciones de sulfato.

e) El CBR de la muestra son los siguientes:

- CBR al 100%: 54.2%
- CBR al 95% : 46.4%
- Maxima Densidad Seca: 2.094 gr/cm³
- Optimo Contenido De Humedad: 8.784%



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"

CAPITULO VI

ESTUDIO DEL PAVIMENTO



6.1 GENERALIDADES

La función del pavimento es resistir los efectos de abrasión del tránsito y de las condiciones climatológicas de la zona que la carretera atraviesa; al transmitir las cargas a la subrasante, lo hace de tal forma que éstas se reparten en un área cónica que es cada vez mayor a manera que se profundizan en el pavimento, hasta el límite que marca el bulbo de presiones, de tal manera que la subrasante pueda recibir esfuerzos y deformaciones que los pueda asimilar perfectamente.

6.2 CLASIFICACION DE PAVIMENTOS

- Pavimentos Flexibles

Transmiten las cargas a la subrasante solamente en las zonas próximas al punto de aplicación, son los pavimentos de origen asfáltico.

Este tipo de pavimentos están formados por una capa bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. No obstante puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de la necesidad particular de cada obra.

- Pavimentos Rígidos

Transmiten las cargas a la subrasante en un área bastante grande alrededor del punto de aplicación, de una manera uniforme, están constituidos por losas de concreto generalmente.

Son aquellos fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa de material seleccionado, la cual se denomina sub base de pavimento rígido.



- Pavimentos Mixtos

Constituidos por una combinación de los dos tipos de pavimentos anteriores, formado por dos capas: La superior flexible y la inferior rígida.

- Pavimentos articulados

Los pavimentos articulados están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloques de concreto prefabricados, llamados adoquines, de espesor uniforme e iguales entre sí. Esta puede ir sobre una capa delgada de arena la cual.

A su vez se apoya sobre una capa de base granular o directamente sobre la subrasante, dependiendo de la calidad de esta y de la magnitud y frecuencia de las cargas que circulan por dicho pavimento.

6.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE PAVIMENTOS

Para la elección del tipo de pavimento más adecuado, deberá estudiarse los siguientes aspectos:

- Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.
- Ser resistente ante los agente de intemperismo.
- Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial. Además. Debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.
- Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que permitan una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación.
- Debe ser durable.



- El tráfico que soportará especificando las clases del mismo, así como la intensidad y frecuencia del tránsito pesado.
- Las características del suelo de la subrasante especialmente la resistencia y deformación ante las cargas.
- Las condiciones climatológicas de la zona, especialmente el balance evaporación - precipitación y las heladas, lo cual servirá para estudiar la posibilidad del drenaje de aguas.
- Posibilidad de construcción, estudiando los problemas que pudieran presentarse para la construcción, así como la posibilidad de utilizar materiales existentes en la zona.
- Período de Diseño, o tiempo que se considera que debe prestar servicios a los usuarios en buenas condiciones.

Del análisis, considerando todos los criterios indicados, se seleccionará un tipo de pavimento, el cual, podrá agruparse de acuerdo a la inversión que requiera en uno de los tres siguientes grupos:

- Pavimentos Económicos

Para tráfico de menos de 400 vehículos diarios son los suelos naturales estabilizados por adición de cal, cemento, asfalto, cloruro de calcio, etc. También pertenecen a este grupo los tratamientos superficiales.

- Pavimentos de Costo Intermedio

Usados por tráfico de 400 a 1000 vehículos diarios, comprenden las mezclas bituminosas obtenidas in situ y en la planta, así como los Macadams Bituminosos.

- Pavimentos Costosos

Se usan para tráfico de más de 1000 vehículos diarios, comprenden los concretos asfálticos y los concreto de Cemento Portland.



De todas las consideraciones anteriores, vemos que la mayor parte de los análisis nos lleva a recomendar un pavimento de costo alto, del tipo de los pavimentos Flexibles.

6.4 PAVIMENTO FLEXIBLE

El pavimento de asfalto o pavimento flexible, es una estructura de varias capas, (subbase, base y capa asfáltica), que se construye con la finalidad de distribuir adecuadamente las cargas producidas por el tránsito y que no permitan el paso de infiltración de agua de lluvia, resistir a la acción devastadora de vehículos mediante el desprendimiento de las partículas del pavimento y dotar de una superficie de rodamiento adecuado.

Se entiende al pavimento como una estructura lisada en una superficie de rodamiento adecuado.

Para diseño estructural de pavimento flexible como necesita conocer la magnitud del tráfico (peso y frecuencia de los vehículos), el tipo de suelo, la resistencia del suelo, las características climatológicas de la zona y la calidad de los materiales disponibles para la construcción del pavimento.

Las sub rasantes débiles requieren bases flexibles de gran espesor para conservar las deflexiones causadas por las cargas, dentro de los límites seguros y prevenir la rotura del pavimento.

6.4.1 Tipos de Pavimentos Flexibles

6.4.1.1 Asfaltó en frío

Son pavimentos de calidad inferior a los pavimentos mezclados en caliente y se selecciona para carreteras y pavimentación de las zonas urbanas donde los volúmenes de tránsito son relativamente pequeños.

La carpeta asfáltica en frío es una mezcla de agregados y asfalto rebajado, se mezcla a la temperatura ambiente.



La mezcla en frío puede hacerse en plantas estacionarias o plantas móviles para ser aplicadas directamente sobre el camino.

6.4.1.2 Asfaltó en caliente

Los pavimentos de carpeta asfáltica en caliente son seleccionados para pavimentos de más alta calidad, tales como caminos principales de tránsito pesado e intenso, este pavimento es considerado de más alto costo.

La carpeta asfáltica en caliente es conocida como de concreto asfáltico. Son mezclas elaboradas en peso en plantas estacionarias o plantas centrales, en donde los agregados y el material cementante seleccionado en cantidad y calidad son calentados a una temperatura de 150°C aproximadamente, mezclados en forma rigurosa y homogénea para luego ser colocados en el lugar aun estando en caliente.

6.4.2 Funciones y características de las diferentes capas del pavimento flexible

6.4.2.1 Carpeta de rodadura

La carpeta debe proporcionar al pavimento flexible una superficie de rodamiento estable, capaz de resistir la ampliación directa de las cargas, la fricción de las llantas, los esfuerzos de drenaje, los producidos por las fuerzas centrífugas, los impactos; debe tener la textura necesaria para permitir un rodamiento seguro y cómodo.

- Carpeta asfáltica sellante

Está formado por una aplicación bituminosa de asfalto y tiene por objeto sellar la superficie impermeabilizándola, a fin de evitar que el agua de lluvia se infiltre. Además protege la capa de rodamiento contra la acción abrasiva de las ruedas de los vehículos.



6.4.2.2 Base

La base, la función fundamental de la base es estructural y consiste en proporcionar un elemento resistente a la acción de las cargas del tránsito y capaz de transmitir los esfuerzos resultantes con intensidades adecuadas.

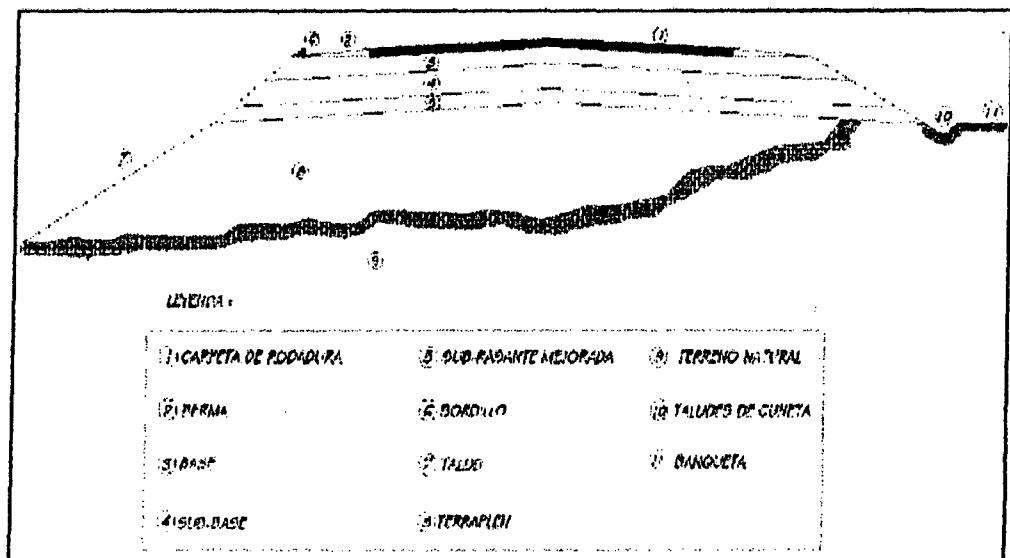
La base tiene también una importante función drenante, según la que debe ser capaz de eliminar fácil y rápidamente el agua que llegue a infiltrarse a través de la carpeta, así como de impedir la ascensión capilar del agua que provenga de niveles inferiores.

6.4.2.3 Subbase

La principal función de la subbase de un pavimento flexible, es de carácter económico. Se trata de formar el espesor requerido del pavimento con el material más barato posible. Cuanto menor sea la calidad del material colocado tendrá que ser mayor el espesor necesario para soportar y transmitir los esfuerzos.

Otra función de la subbase consiste en servir de transición entre el material de la base, generalmente granular grueso y el de la sub rasante, que tiende a ser mucho más fino. La subbase actúa como filtro de la base e impide su incrustación en la sub rasante.

Capas del pavimento





6.4.3 Métodos de cálculo de los espesores

Son muchos y muy diferentes los métodos que existen para proyectar el espesor de un pavimento. Sin embargo el problema es bastante complejo, porque requiere de una experiencia suficiente y sentido común por parte de quien lo aplica.

Los métodos existentes se fundan en consideraciones puramente teóricas. Otros son en parte teóricos, en parte empíricos y los hay otra serie de métodos absolutamente empíricos.

Especificaciones:

- Calidad de los materiales a usarse en la base, sub-base y carpeta asfáltica

Se usará un material granular que cumpla con las especificaciones:

	Especificaciones			
	Base	Sub Base	Base	Sub Base
CBR mínimo	80	20	100	20
L.L. (máx.)	25	25	25	25
I.P. (máx.)	6	6	3	6
Equiv. De arena	30	25	50	25

T.L. T.M - T.P.

Dónde:

T.L. : Tránsito Liviano
T.M. : Tránsito Mediano
T.P. : Tránsito Pesado



- **Recomendaciones de espesores:**

IT<10	:	e=1"	Tránsito Liviano
10≤IT≤100	:	e=1.5"	Tránsito Mediano
IT≥100	:	e=2"	Tránsito Pesado

- **Coefficientes de equivalencia de espesores del método ASTM-D1557**

1" concreto asfáltico = 2" base granular no tratada (BGNT)

1" Concreto asfáltico = 2.7" sub base granular no tratada (SBGNT)

1" BGNT = 1.35" SBGNT

Para periodos mayores a 20 años incrementar el IT en 5% por cada año adicional.

- **Evaluación de la subrasante**

Se debe conocer el valor relativo de soporte california (CBR).

Periodo de diseño: = 20 años.

Índice de crecimiento anual promedio: i= 3.6%

Índice de Tráfico (IT)

Es el tránsito diario probable durante el periodo de diseño, referido a una carga por eje sencillo de 25,000 kg (55,000 lb.), que se espera para la calzada de diseño.

Se calcula según la siguiente expresión:

$$IT = NCEP$$

Dónde:

N: Número total de vehículos pesados (pesos mayores de 20,000 lbs).



- C: Coeficiente de crecimiento medio en el periodo de análisis (proyecto para un periodo de 20 años).
- E: Coeficiente de equivalencia de carga a ejes simples de 18,000 lbs.
- P: 1% del porcentaje de vehículos que circulan por la vía más cargada.

Procedimiento de diseño del índice de tránsito:

- Cálculo de "N"

De los cálculos realizados deducimos que el proyecto es una carretera de tercera clase tal como considera el DG-2013 (IMD < 400 veh/día), la cual según el conteo realizado se distribuye de la siguiente manera:

TIPO DE VEHÍCULOS	CLASE	Nº DE VEHÍCULOS	DISTRIBUCIÓN (%)
AUTOS	AP	17	21.25%
CAMIONETAS	AC	25	31.25%
BUS	B2	6	7.50%
CAMIÓN 2E	C2	18	22.50%
CAMIÓN 3E	C3	14	17.50%
TOTAL (IMD PROYECTADO)		80	100%

Tráfico diario proyectado (promedio), según peso de vehículos:

Total de vehículos: 80

Por lo tanto:

N= 38



- Cálculo de "C"

$$C = \frac{1 + \left(\frac{i_2}{i_1}\right)}{2}$$

Dónde:

$i = 3.6\%$ (índice de crecimiento anual promedio)

$i_1 = 100\%$

$i_2 = 100(1 + i)^n = 100 (1 + 0.036)^{20} = 202.86 \%$

Por lo tanto:

$$C = \frac{1 + \left(\frac{202.86}{100}\right)}{2} = 1.51$$

$$C = 1.51$$

- Cálculo de "E"

Ver tabla "número de vehículos según carga y conversión a ejes simples de 18,000 lbs".

Tipo de vehl.	Vol. promedio diario proyectado	Factor camión (FC)	EAL
AP	17	0.0005810	0.009876456
AC	25	0.0250864	0.627159275
B2	6	3.6958545	22.175127
C2	18	3.6958545	66.525381
C3	14	2.5603295	35.844613
TOTAL EAL			125.1821567

Por lo tanto:

$E = \text{Equivalencia} / N^{\circ} \text{ total de vehículos.}$



$$E = 125.1821567 / 80 = 1.565$$

$$E = 1.565$$

- **Cálculo de "P"**

Calculará en función de la siguiente tabla.

Nº DE VÍAS	PORCENTAJE DE TRÁFICO POR VÍA
1	100%
2	50%
4	45% (35-48)
6	40% (25-48)

Como la carretera de diseño es de dos vías se considera el 50% del tráfico.

Por lo tanto:

$$P = 1\% (50) = 0.5$$

Remplazando valores, obtenemos:

$$IT = NCEP = 38 * 1.51 * 1.57 * 0.5 = 45.04$$

$$IT = 45 \text{ veh/día.}$$

Para el presente proyecto de acuerdo al índice de tráfico estamos frente a un tipo de tránsito mediano, el cual considera como espesor de la **carpeta asfáltica de 1.5"** como mínimo.



SEGÚN EL INSTITUTO NORTEAMERICANO DEL ASFALTO.

Este método es el más usado en nuestro país por las entidades e ingenieros en obras viales. Es un método técnico-empírico basado en las investigaciones realizadas en la carretera del experimento vial AASHTO y desarrollo por el instituto de asfalto de los Estados Unidos de Norteamérica.

El sistema se fundamenta en un tránsito probable durante un periodo de 20 años referido a una carga por "eje sencillo" de 80KN (18,000 lb), que es la "carga por eje" legal en la mayoría de los estados de USA, considera además el módulo de Resiliencia ($M_r = 10.3$ CBR) en Mpa, la calidad de los materiales de base, Sub-base y carpeta asfáltica que se empleen y los procedimientos de construcción a seguirse.

Este método proporciona el espesor de la estructura del pavimento en función del tránsito que se prevé circular por la vía y de un parámetro que representa la resistencia y deformabilidad de la capa superior del terraplén.

a) Índice medio diario anual proyectado (I.M.D.)

TIPO DE VEHÍCULOS	CLASE	Nº DE VEHÍCULOS	DISTRIBUCIÓN (%)
AUTOS	AP	17	21.25%
CAMIONETAS	AC	25	31.25%
BUS	B2	6	7.50%
CAMIÓN 2E	C2	18	22.50%
CAMIÓN 3E	C3	14	17.50%
TOTAL (IMD PROYECTADO)		80	100.00

b) Determinación del valor EAL.

Partiendo del índice medio diario proyectado, calculado de 80 veh/día, se calcula el porcentaje del tráfico total de vehículos en la calzada de diseño.



En vista que el estudio contempla para una calzada escogemos de la siguiente tabla el porcentaje total para dos carriles.

PORCENTAJE DEL TRÁFICO TOTAL DE CAMIONES EN EL CARRIL DE DISEÑO

Nº DE VÍAS	PORCENTAJE DE TRÁFICO POR VÍA
1	100%
2	50%
4	45% (35-48)
6	40% (25-48)

Como el presente proyecto es de dos vías se considerara 50% del tráfico.

$$50\% * 80 = 40 \text{ vehículos.}$$

- c) **Cálculo del número promedio de cada tipo de vehículo esperado la calzada de diseño en el primer año de servicio.**

Calcularemos el número total de vehículos en el carril de diseño para un 35.50%, el cual corresponde al porcentaje de vehículos pesados indicado en el IMD.

$$\text{Número de vehículos} = 47.5\% * 40 = 19 \text{ veh. /día.}$$

Lo que significa que el primer año de servicio se tendrá:

$$\text{Total de vehículos} = 19 * 365 = 6,935 \text{ vehículos.}$$

- d) **Determinación del factor de crecimiento.**

Para el cálculo del factor de crecimiento consideraremos un factor promedio para todos los vehículos.

$$\text{Tasa de crecimiento anual} = 3.6 \%$$

$$\text{Periodo de diseño} = 20 \text{ años.}$$



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL

Periodo de diseño	Tasa de crecimiento - Porcentaje "r"							
	Sin Crecimiento	2	4	5	6	7	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.02	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.00	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.00	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.00	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.00	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.00	7.43	7.9	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.00	8.58	9.21	9.55	9.9	10.26	10.64	11.44
9	9.00	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.00	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.00	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.00	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.00	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.5	24.52
14	14.00	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.00	17.29	20.02	21.08	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.00	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.82
17	17.00	20.01	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.00
18	18.00	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	40.88
19	19.00	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.00	24.30	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28
25	25.00	32.03	41.65	47.73	54.86	63.25	73.11	90.12
30	30.00	40.57	56.08	66.44	79.06	94.46	113.28	166.15
35	35.00	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02

$$factor = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

$$\text{Dónde: } r = \frac{tasa}{100}$$



Remplazando en la fórmula obtenemos:

Factor de crecimiento = 28.57

e) Cálculo del EAL de diseño

CARGAS PARA CADA UNIDAD DE VEHÍCULOS

Tipo de vehículo	Factor camión (FC)	Carga por eje (lbs)				Peso bruto (lbs)	Peso bruto (Tn)
		Eje simple	1° eje	2° eje	3° eje		
AP	0.0005810	2,204.6	2,204.6			4,409.20	2
AC	0.0250864	3,527.30	7,275.10			10,802.40	4.9
B2	3.6958545	15,432.10	24,250.40			39,682.50	18
C2	3.6958545	15,432.10	24,250.40			39,682.50	18
C3	2.5603295	15,432.10	39,682.50			55,114.60	25



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE
 CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"

**FACTORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA PARA DIFERENTES CONFIGURACIONES DE
 EJES Y CARGAS.**

Axle load (lb)	Equivalent axle load factor			Axle load (lb)	Equivalent axle Load factor		
	Single axles	Tandem axles	tridem axles		Single axles	Tandem axles	Tridem axles
1000	0.00002			41,000	23.27	2.29	0.540
2000	0.00018			42,000	25.54	2.51	0.597
3000	0.00072			43,000	28.22	2.76	0.658
4000	0.00209			44,000	31.00	3.00	0.723
5000	0.00500			45,000	34.00	3.27	0.793
6000	0.01043			46,000	37.24	3.55	0.868
7000	0.0196			47,000	40.74	3.85	0.948
8000	0.0343			48,000	44.50	4.17	1.033
9000	0.0562			49,000	48.54	4.51	1.12
10,000	0.0877	0.00688	0.002	50,000	52.88	4.86	1.22
11,000	0.1311	0.01008	0.002	51,000		5.23	1.32
12,000	0.189	0.0144	0.003	52,000		5.63	1.43
13,000	0.264	0.0199	0.005	53,000		6.04	1.54
14,000	0.360	0.0270	0.006	54,000		6.47	1.66
15,000	0.478	0.0360	0.008	55,000		6.93	1.78
16,000	0.623	0.0472	0.011	56,000		7.41	1.91
17,000	0.796	0.0608	0.014	57,000		7.92	2.05
18,000	1.000	0.0773	0.017	58,000		8.45	2.20
19,000	1.24	0.0971	0.022	59,000		9.01	2.35
20,000	1.51	0.1206	0.027	60,000		9.59	2.51
21,000	1.83	0.148	0.033	61,000		10.20	2.07
22,000	2.18	0.180	0.040	62,000		10.84	2.85
23,000	2.58	0.217	0.048	63,000		11.52	3.03
24,000	3.03	0.260	0.057	64,000		12.22	3.22
25,000	3.53	0.308	0.067	65,000		12.96	3.41
26,000	4.09	0.364	0.080	66,000		13.73	3.62
27,000	4.71	0.426	0.093	67,000		14.54	3.83
28,000	5.39	0.495	0.109	68,000		15.38	4.05
29,000	6.14	0.572	0.126	69,000		16.26	4.28
30,000	6.97	0.658	0.145	70,000		17.19	4.52
31,000	7.88	0.753	0.167	71,000		18.15	4.77
32,000	8.88	0.857	0.191	72,000		19.16	5.03
33,000	9.98	0.971	0.217	73,000		20.22	5.29
34,000	11.18	1.095	0.246	74,000		21.32	5.57
35,000	12.50	1.23	0.278	75,000		22.47	5.86
36,000	13.93	1.38	0.313	76,000		23.66	6.15
37,000	15.50	1.53	0.352	77,000		24.91	6.46
38,000	17.20	1.70	0.393	78,000		26.22	6.78
39,000	19.06	1.89	0.438	79,000		27.58	7.11
40,000	21.08	2.08	0.487	80,000		28.99	7.45



CÁLCULO DEL EAL DE DISEÑO

CLASE	NUMERO VEHÍCULO POR AÑO	Fi	$((1+r)^n-1)/r$	ESALS
AP	1474	0.0005810	28.57	24.46759
AC	2167	0.0250864	28.57	1,553.23863
B2	520	3.6958545	28.57	54,911.03616
C2	1560	3.6958545	28.57	164,733.10847
C3	1214	2.5603295	28.57	88,808.79486
TODOS VEHÍCULOS	6935		TOTAL EAL	310,030.64570

$$EAL = 310,030.64570$$

$EAL = 3.10 \times 10^5$ (aplicaciones de ejes equivalentes durante el periodo de diseño).

f) Selección del módulo de Resiliencia de diseño de la subrasante

- Módulo Resiliencia (Mr.)

El módulo Resiliente es una medida de la propiedad elástica de los suelos (tanto del suelo de subrasante como de los materiales de base y sub-base), tomando en cuenta ciertas características no lineales, se refiere al comportamiento esfuerzo-deformación del material bajo condiciones normales de carga del pavimento.

Considerando las limitaciones de la mayor parte de los laboratorios para efectuar este tipo de ensayos, el instituto de asfalto permite correlacionarlo con el CBR mediante la expresión:

$$Mr \text{ (Mpa)} = 10.3 \times \text{CBR}$$

La determinación del Mr. (módulo Resiliente), se hace con el criterio del percentil variable con el nivel del tráfico expresado como EAL.



- **Cálculo de percentil de diseño.**

VALOR PERCENTIL DEL CBR DE DISEÑO

TRÁFICO (EAL)	PORCENTAJE DE ENSAYOS CON CBR IGUAL O MAYOR
10 000 ó menos	60
10 000 a 1 000 000	75
1 000 000 a más	87.5

En vista que nuestro EAL de diseño es del orden de 3.10×10^5 , le corresponde un valor de 75%.

De los ensayos de CBR se tiene:

CALICATA	CBR %
Nº 01	6.7
Nº 02	7.4
Nº 03	18.80
Nº 04	13.10
Nº 05	14.50
Nº 06	6.5
Nº 07	9.4
Nº 08	12.1
Nº 09	18.7
Nº 10	11.1
Nº 11	11.7
Nº 12	11.5

Estos valores se ordenan de mayor a menor. Para los valores de CBR que salgan por debajo del valor que se obtenga mediante el percentil se debe considerar un mejoramiento de subrasante.



CBR ORDENADO DE MAYOR A MENOR

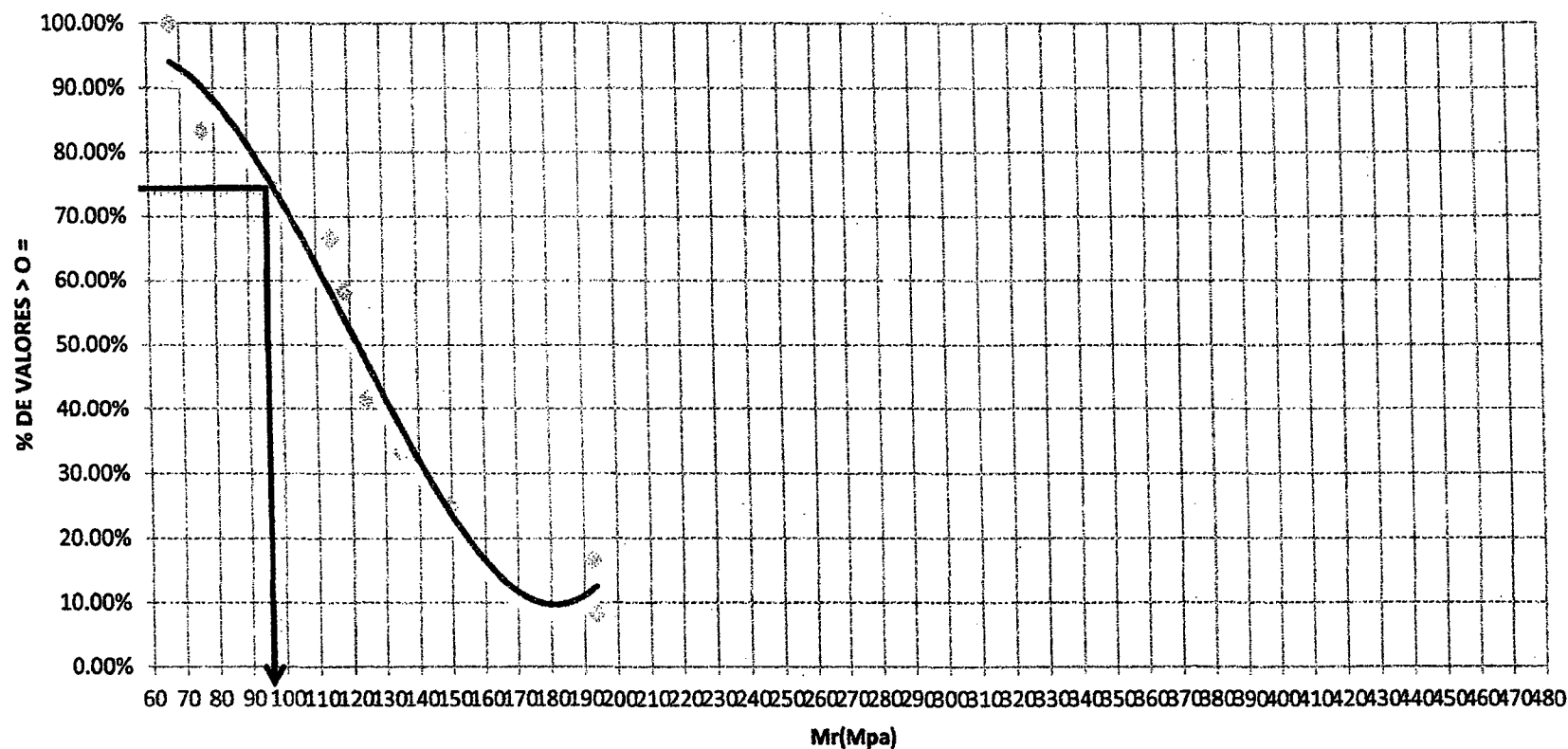
CBR (%)	Mr(Mpa) Mr=10.3*CBR	Nº DE VALORES >O=a Mr i	% DE VALORES > ó =
18.80	193.640	1	8.33%
18.70	192.610	2	16.67%
14.5	149.350	3	25.00%
13.10	134.930	4	33.33%
12.10	124.630	5	41.67%
11.70	120.510	6	50.00%
11.5	118.450	7	58.33%
11.10	114.330	8	66.67%
9.40	96.820	9	75.00%
7.40	76.220	10	83.33%
6.70	69.010	11	91.67%
6.50	66.950	12	100.00%

Luego se grafica los valores de Mr y % obtenidos, resultando el gráfico presentado a continuación.

En el gráfico con el percentil de diseño (75%), se encuentra el valor del CBR de diseño de la subrasante.



METODO PERCENTIL



$$Mr = 96.82 = 9.682 \times 10 \text{ Mpa}$$

Aplicando la siguiente expresión, se obtiene:

$$CBR_{\text{DISEÑO}} = Mr/10.3 = 96.82/10.3$$

$$CBR_{\text{DISEÑO}} = 9.40 \%$$



g) Cálculo del espesor según el instituto norteamericano del asfalto.

Se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones para el diseño de pavimento para ambos métodos.

- Periodo de diseño : 20 años
- Número de vías : 02
- Clase de carretera : tercera clase.
- Índice medio diario proyectado : 80 Veh. /día.
- CBR de diseño (valor percentil) : 9.40 %

Según el instituto norteamericano del asfalto:

Para:

$$\text{CBR} = 9.40 \%$$

$$\text{EAL} = 3.10 \times 10^5$$

Temperatura media anual del aire (MAAT) = MAAT 24 °C

- Alternativa 1

De la (Carta de Diseño A-13 MAAT 24° C), encontramos que se requiere una capa de concreto asfáltico de 165 mm. De espesor colocado directamente sobre la subrasante.

- Alternativa 2

De la (Carta de Diseño A-17 MAAT 24° C), encontramos que se requiere una capa de 150 mm. De espesor de base de agregados no tratados y 100 mm de carpeta asfáltica.

- Alternativa 3

De la (Carta de Diseño A-18 MAAT 24° C), encontramos que se requiere una capa de 300 mm. De espesor de base de agregados no tratados y 100 mm de carpeta asfáltica.



ESPESORES DADOS POR EL INSTITUTO DEL ASFALTO

CAPAS ESTRUCTURALES	Espesores en milímetros		
	I	II	III
Superficie de rodadura AC	150 mm	100 mm	100 mm
Base CBR > 80%	-	150 mm	150 mm
Sub base CBR > 20%	-	-	150 mm
Total	150 mm	250 mm	400 mm

Pero sabiendo que la carpeta asfáltica puede reducirse hasta 2" para reducir costos.

Aplicando los coeficientes de equivalencias de espesores tenemos:

Alternativa 1

Carpeta Asfáltica = 150 mm = 6"

Espesor Mínimo = 1"

Espesor tomado = 2"

= 6" - 2" = 4" (a distribuir)

Base granular = 4" x 2" = 8"

Entonces tenemos:

Carpeta asfáltica = 2" = 5 cm

Base granular = 8" = 20 cm

Alternativa 2

Carpeta Asfáltica = 100 mm = 4"

Base granular = 150 mm = 6"

Espesor Mínimo = 1"



Espesor tomado = 2"
= 4" - 2" = 2" (a distribuir)

Base granular = 6"

Sub base granular = 2" x 2.7" = 5.4" = 6"

Entonces tenemos:

Carpeta asfáltica = 2" = 5 cm

Base granular = 6" = 15 cm

Sub base granular = 6" = 15 cm

Alternativa 3

Carpeta Asfáltica = 100 mm = 4"

Base granular = 150 mm = 6"

Sub base granular = 150 mm = 6"

Espesor Mínimo = 1"

Espesor tomado = 2"
= 4" - 2" = 2" (a distribuir)

Base granular = 6"

Sub base granular = 6" + 2" x 2.7" = 11.4" = 12"

Entonces tenemos:

Carpeta asfáltica = 2" = 5 cm.

Base granular = 6" = 15 cm.

Sub base granular = 12" = 30 cm.



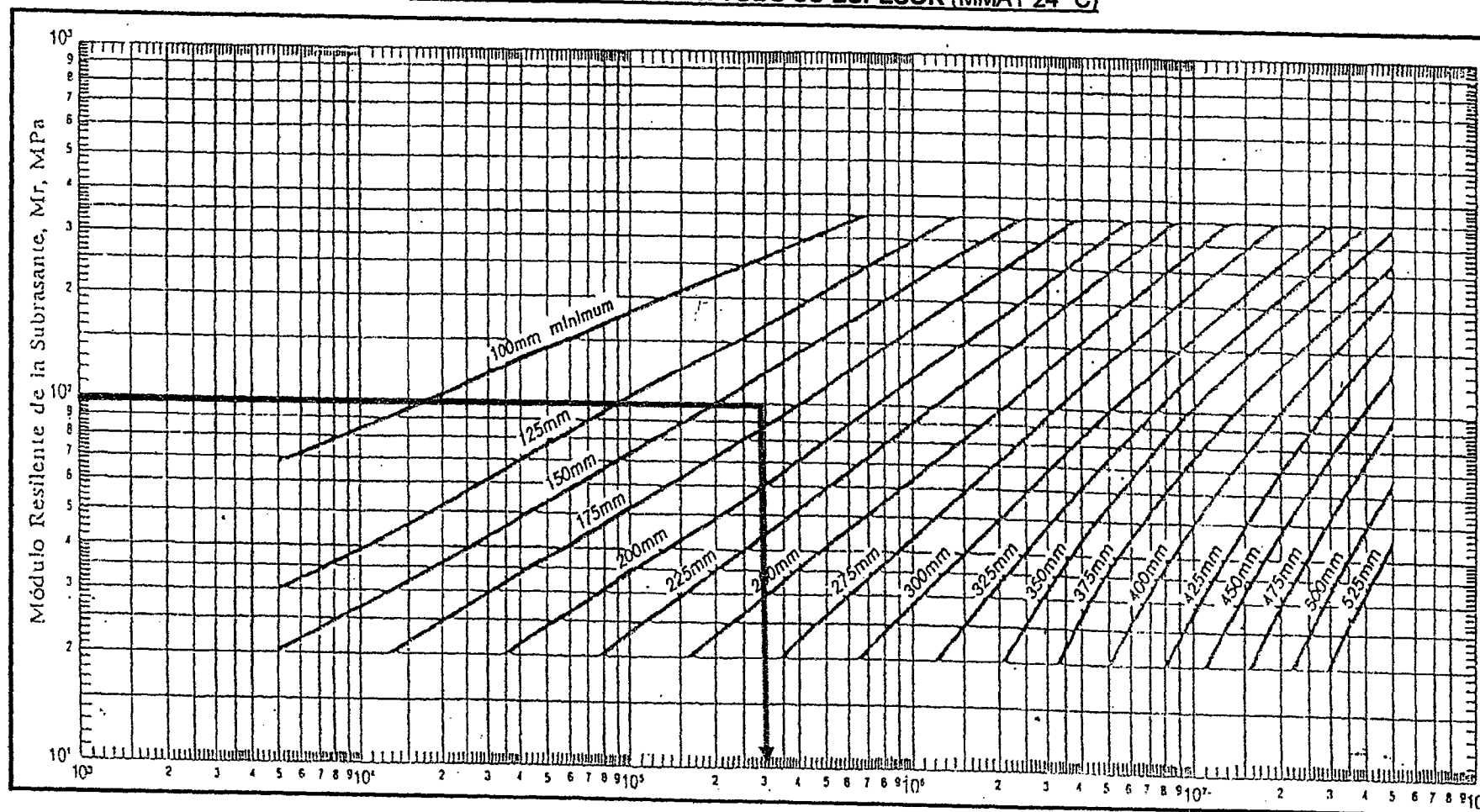
Elegimos la alternativa que sea más económica y funcional por lo que sería la:

ALTERNATIVA 2

CAPAS	Espesor (cm)
Carpeta Asfáltica	5.00
Base Granular	15.00
Sub base granular	15.00



CONCRETO ASFALTICO EN TODO SU ESPESOR (MMAT 24 °C)

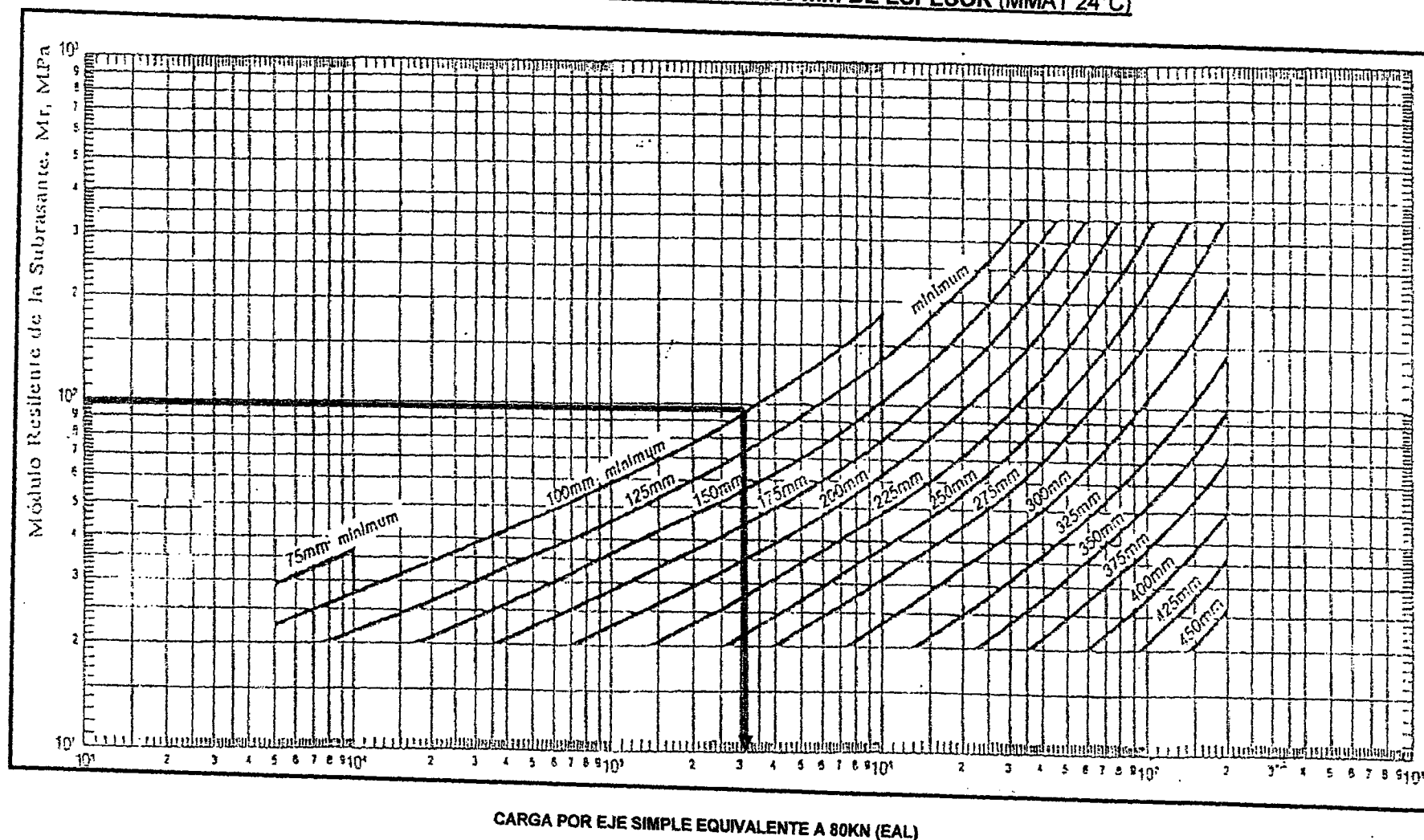


CARGA POR EJE SIMPLE EQUIVALENTE A 80KN (EAL)

CARTA DE DISEÑO A-13

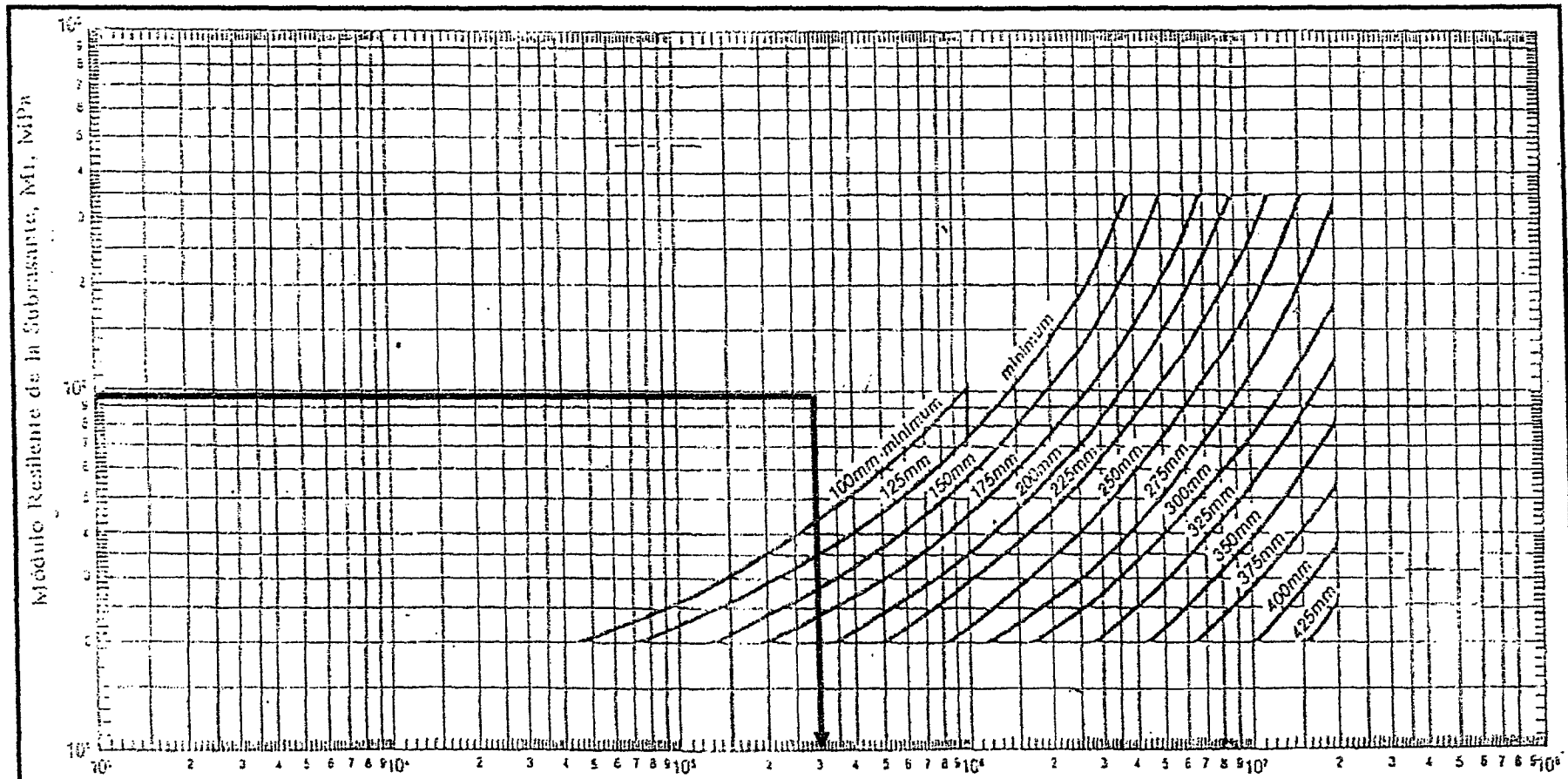


BASE DE AGREGADOS NO TRATADOS DE 150 mm DE ESPESOR (MMAT 24°C)





BASE DE AGREGADOS NO TRATADOS DE 300 mm DE ESPESOR (MAAT 24°)



CARGA POR EJE SIMPLE EQUIVALENTE A 80KN (EAL)

CARTA DE DISEÑO A-1



MÉTODO AASHTO (VERSIÓN 1993)

La versión de la AASHTO 86 y 93 hacen modificaciones en su metodología aceptando los valores que aporte estructural por coeficiente de drenaje de las capas granulares los que reemplaza el factor regional utilizado en versiones anteriores, por otro lado se sigue utilizando en su mismo concepto el tráfico, índice de serviciabilidad y tipo de suelo de fundación (Módulo Resiliente).

La metodología AASHTO es bien aceptada a nivel mundial (ya que se basa en valiosa información experimental), el que determina un número estructural (NE), requerido por el pavimento a fin de soportar el volumen de tránsito satisfactoriamente durante el periodo de vida del proyecto.

EL DISEÑO ESTRUCTURAL

Considera los siguientes factores:

- W18 = Al número de aplicaciones de carga por eje simple equivalente a 1800 lb.
- Mr = Módulo Resiliente
- R = Confiabilidad
- So = Desviación estándar total
- Pi = Serviciabilidad Inicial
- Pt = Serviciabilidad final
- a₁ = Coeficiente estructural de Concreto Asfáltico
- a₂ = Coeficiente estructural de Base Granular
- a₃ = Coeficiente estructural de Sub Base Granular
- m₂ = Coeficiente de drenaje de la base Granular
- m₃ = Coeficiente de drenaje de la Sub base Granular

CARGA POR EJE SIMPLE EQUIVALENTE (W18)

El llamado ESAL (Equivalent Single Axle Load), es el número de aplicaciones de un eje simple de 18000 lb (80 KN).



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



El procedimiento para convertir un flujo de tráfico mixto de diferentes cargas y configuraciones por eje a un número de tráfico para el diseño, consiste en convertir cada carga por eje, en un número equivalente de cargas por eje simple de 18000 lb, multiplicando cada carga por eje por el factor de equivalencia de carga se obtiene de la siguiente tabla:

CÁLCULO DEL EAL

CLASE	NUMERO VEHÍCULO POR AÑO	FI	$((1+r)^n-1)/r$	ESALS
AP	1474	0.000580968	28.57	24.46759
AC	2167	0.025086371	28.57	1553.238625
B2	520	3.6958545	28.57	54911.036158
C2	1560	3.6958545	28.57	164733.108473
C3	1214	2.5603295	28.57	88808.794858
TODOS VEHÍCULOS	6935		TOTAL EAL	310030.64570

LÍMITES DE DISEÑO DE LA SUB RASANTE

TRÁFICO (EAL)	PORCENTAJE DE ENSAYOS CON CBR IGUAL O MAYOR
10 000 ó menos	60
10 000 a 1 000 000	75
1 000 000 a más	87.5

FUENTE: Diseño Y Construcción De Pavimentos

MÓDULO RESILENTE (Mr)

Es una medida de las propiedades elásticas de los suelos (tanto del suelo de la subrasante como de los materiales de base y sub base), tomando en cuenta ciertas características no lineales se refiere al comportamiento Esfuerzo-deformación del material bajo condiciones normales de carga de pavimento.



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



El Módulo Resiliente puede ser utilizado directamente para el diseño de pavimentos flexibles, pero debe ser convertido a un módulo de reacción de la subrasante (valor k), para el diseño de pavimento rígidos o compuestos el módulo Resiliente fue seleccionado para reemplazar el valor soporte del suelo utilizado anteriormente.

En vista de que muchos países, como en el caso de Perú no cuenta con el equipamiento para llevar a cabo ensayos para determinar el módulo Resiliente, se han reportado factores apropiados que pueden ser usados en la estimación de Mr. a partir de los ensayos del CBR (California Bearing Ratio). La expresión utilizada para convertir CBR a Mr., para el suelo de fundación es:

$$Mr (psi) = 1500 \text{ CBR}$$

Según la guía AASHTO (American Association of State Highway and Transportation officials) para el diseño de estructuras de pavimentos, 1993 la expresión anteriormente solamente es aplicada en el caso de sub rasantes.

Para el caso de los materiales granulares no ligados, utilizados en base y sub base se usa otras correlaciones e incluso otras notaciones:

E_{SB} = Módulo de sub base

E_{BS} = Módulo de base

LÍMITES DE DISEÑO DE LA SUBRASANTE

e (psi)	Mr (psi)
100	$740 \times \text{CBR}$
30	$440 \times \text{CBR}$
20	$340 \times \text{CBR}$
10	$250 \times \text{CBR}$

Donde e es la suma de los esfuerzos principales.

La resistencia de la base o sub base granulares, están correlacionadas al estado de los esfuerzos principales que ocurrirán bajo condiciones de operación.



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



La suma de los esfuerzos principales es una medida del estado de los esfuerzos, el cual es una función del espesor del pavimento, la carga y el módulo Resiliente de cada capa, dado que la información de los esfuerzos no está disponibles se puede utilizar los estimados valores de Θ a partir de la siguiente tabla . Que está en función del espesor del concreto asfáltico y del Módulo Resiliente de la su rasante

VALORES DE Θ

ESPESOR DE CONCRETO ASFÁLTICO (pulg)	MÓDULO RESILIENTE DEL SUELO DE SUB RASANTE (psi)		
	3000	7500	15000
Menos de 2	20	25	30
2 - 4	10	15	20
4 - 6	5	10	15
Mayor de 6	5	5	5

CONFIABILIDAD (R)

La Confiabilidad "R", es la probabilidad expresada como porcentaje que el pavimento proyectado soporte el tráfico previsto .Se trata pues de llegar a cierto grado de certeza en el método de diseño, para asegurar que las diversas alternativas de la sección estructural que se obtengan, durarán como mínimo el período de diseño.

El actual método AASHTO para el diseño de pavimentos flexibles, recomienda valores desde 50 y hasta 99.9 % con diferentes clasificaciones funcionales, notándose que los niveles más altos corresponden a vías importantes y de mayor volumen vehicular.

NIVELES DE CONFIABILIDAD R (%) SEGÚN LAS CLASES DE VÍAS.

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	NIVEL DE CONFIABILIDAD RECOMENDADO	
	URBANO	RURAL
Interestatales y otras autopistas	85-99.9	80-99.9
Arterias principales	80-99	75-95



Colectoras	80-95	75-95
Locales o vecinales	50-80	50-80

DESVIACIÓN ESTÁNDAR TOTAL (S_o)

Considera las posibilidades de variaciones en el tráfico previsto y la variación en el comportamiento previsto del pavimento para un EAL dado, la desviación estándar total así como la confiabilidad deberán tenerse en cuenta para el efecto combinado de la variación en todas las variables de diseño.

Los criterios que se toman en cuenta para la selección de la desviación estándar total son:

- La desviación estándar estimada para el caso donde la variancia del tráfico futuro proyectado es considerada como 0.39 para pavimentos rígido y 0.49 para pavimento flexible.
- La desviación estándar total estimada para el caso de la variancia del tráfico futuro es considerada 0.34 para pavimento rígido y 0.44 para pavimento flexibles.
- En general el rango de S_o se puede considerar entre:

0.30 - 0.40 pavimentos rígidos

0.40 - 0.50 pavimentos flexibles

ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO

Se debe elegir un nivel de servicio inicial y terminal para el diseño del pavimento.

El nivel de servicio inicial P_o es una estimación inmediatamente después de terminada la construcción (generalmente 4.2 para pavimento flexible y 4.5 para pavimentos rígidos).



El nivel de servicio terminal pt es el nivel aceptable más bajo antes de que sea necesario de pavimentar el pavimento (para vías importantes se recomienda 2.5-3.0 y 2.0 para las vías de bajo volumen).

El cambio en la calidad de servicio, se puede calcular como:

$$\Delta PSI = p_0 - p_i$$

ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y terminal

p_0 = Índice de servicio inicial (4.5 para pavimentos rígidos y 4.2 para pavimentos rígidos)

p_i = Índice de servicio terminal

Se hace notar que aún en la versión actual, AASHTO no ha modificado la escala del índice de servicio original de 0 a 5 para caminos intransitables hasta carreteras perfectas, respectivamente.

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA a_i

Se asigna un valor de este coeficiente a cada capa del material en la estructura del pavimento con el objeto de convertir los espesores y capa en el NE. Estos coeficientes de cada capa expresan una relación empírica entre el NE y el espesor y es una medida de la habilidad relativa del material para funcionar como un componente estructural del pavimento.

La forma de estimar estos coeficientes se separa en 5 categorías dependiendo del tipo y la función del material de cada capa estos son:

- Concreto Asfáltico (CA)
- Base Granular (BG)
- Sub Base Granular (SBG)
- Base tratada con Cemento (BTC)
- Base Tratada con Asfalto (BTA)



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



El coeficiente de cada capa de la base granular (a_2) se obtiene con la siguiente relación:

$$a_2 = 0.249 \times \log (E_{BS}) - 0.977$$

Dónde:

E_{BS} : módulo Resiliente de la base



Para la obtención del coeficiente estructural de la capa de la sub base granular se emplea la siguiente relación:

$$a_3 = 0.227 \times \log (E_{SB}) - 0.839$$

Dónde:

E_{SB} : módulo Resiliente de la sub base

COEFICIENTE DE DRENAJE (m_1)

El drenaje es tratado considerando el efecto del agua sobre las propiedades de las capas del pavimento y sus consecuencias sobre la capacidad estructural del mismo. Para el diseño el efecto del drenaje es considerado modificando el coeficiente de la capa estructural en función de:

- La calidad del drenaje (el tiempo requerido por el pavimento para drenar)
- El porcentaje de tiempo que la estructura del pavimento estará expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación.

Las siguientes tablas, se utilizan para seleccionar los coeficientes de drenaje para las capas de Base y Sub Base no tratadas

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO DE REMOCIÓN DEL AGUA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
malo	Agua no tratada



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



CALIDAD DEL DRENAJE	% DEL TIEMPO EN QUE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTA A NIVELES CERCANOS A LA SATURACIÓN			
	Menor a 1%	1 – 5 %	5 – 25 %	Mayor a 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	1.05 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
malo	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Para seleccionar un valor mínimo de capas de concreto asfáltico, base o sub base AASHTO recomienda la Tabla de espesores mínimos.

ESPESTORES MÍNIMOS (PULGADAS)

TRÁFICO ESALS	CONCRETO ASFÁLTICO	BASE DE AGREGADOS
MENOS DE 50,000	1.0 (‘ó tratamiento superficial)	4
50,001-150,000	2	4
150,000-500,000	2.5	4
500,001-2'000,000	3	6
2'000,000-7'000,000	3.5	6
MAYOR QUE 7'000,000	4	6



CÁLCULO DEL ESPESOR

Según el método de AASHTO (versión 1993)

DATOS:

ANCHO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA	: 6.60 m
ANCHO DE BERMA	: 0.90 m
TIPO DE VÍA	: CARRETERA DE TERCERA CLASE
TIPO DE PAVIMENTO	: FLEXIBLE- ASFALTO EN FRÍO
TIPO DE TRATAMIENTO DE BERMAS	: CARPETA ASFÁLTICA EN FRÍO
VELOCIDAD DIRECTRIZ	: 40 km/h
RADIO MÍNIMO	: 50 m
PERIODO DE DISEÑO	: 20 años

INFORMACIÓN DISPONIBLE:

TRÁNSITO TOTAL (PROYECTADO)

CLASE	Nº DE VEHÍCULOS
AP	17
AC	25
B2	6
C2	18
C3	14
TOTAL	80

INCREMENTO ANUAL DEL TRÁNSITO	: 3.6 %
CBR DISEÑO (SUBRASANTE)	: 9.40 %
CALIDAD DEL DRENAJE (BUENO)	: 1 - 5 (%) zona seca
Mr DEL ASFALTO	: 400000 Psi
Mr BASE	: 25000 Psi
Mr SUB BASE	: 12000 Psi



SOLUCIÓN

A. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO ESTRUCTURAL (SN)

- Tránsito futuro estimado (w18)

CLASE	NUMERO VEHÍCULO POR AÑO	Fi	$((1+r)^n-1)/r$	ESALS
AP	1474	0.000580968	28.57	24.46759
AC	2167	0.025086371	28.57	1553.238625
B2	520	3.6958545	28.57	54911.036158
C2	1560	3.6958545	28.57	164733.108473
C3	1214	2.5603295	28.57	88808.794858
TODOS VEHÍCULOS	6935		TOTAL EAL	310030.64570

$$EAL = ESALS = 3.10 \times 10^5$$

- Confiabilidad (R)

Local- rural 0.70

- Desviación Estándar (So)

Según guía ASSTHO - 93 entre 0.4 y 0.5 tomamos So = 0.45

- Módulo resiliente efectivo del material de fundación

Relación de Heukelom y Klomp

$$Mr \text{ (psi)} = MR = 1,500 * (CBR) = 14,100 \text{ psi}$$

- Pérdida de serviciabilidad de diseño Δpsi

Pavimentos flexibles (Po) = 3.8

Selección del PSI (PresentServiciabilityIndex), más bajo permisible o índice de serviciabilidad terminal (Pt)

Pt= 2 para carretas con menores volúmenes de tráfico



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"**



Entonces:

$$\Delta PSI = P_o - P_t = 1.8$$

- Obtención del número estructural (sn)

$$\begin{aligned} W_{18} &= 2.34 \times 10^5 \\ R &= 70.00\% \\ S_o &= 0.45 \\ M_r &= 14,100 \text{ psi} \\ \Delta PSI &= 1.8 \end{aligned}$$

SEGÚN LA FORMULA PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES SE OBTIENE EL
NÚMERO ESTRUCTURAL DE DISEÑO

$$SN = 1.91$$

- Selección de los espesores de capa

$$SN = a_1 m_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3$$

a₁, a₂, a₃ coeficiente de capa representativa de la superficie capa base y sub base.

m₁, m₂, m₃ coeficientes para las capas de la superficie capa base y sub base.

D₁, D₂, D₃ espesores reales en pulg. De la superficie capa base y sub base.

Cálculo del a (1, 2,3)

De la carta para estimación del coeficiente estructural de capa de concreto asfáltico de gradación densa basado en el módulo elástico Resiliente

$$\begin{aligned} a_1 &= 0.44 \\ a_2 &= 0.249 \cdot \log 25000 - 0.977 = 0.118 \\ a_3 &= 0.227 \cdot \log 12000 - 0.839 = 0.087 \end{aligned}$$



Cálculo del m (1, 2,3)

$$m_1 = 1$$

$$m_2 = 1.2$$

$$m_3 = 1.2$$

CÁLCULO DE LOS ESPESORES MÍNIMOS

TRÁFICO ESALS	CONCRETO ASFÁLTICO	BASE DE AGREGADOS
MENOS DE 50,000	1.0 (ó tratamiento superficial)	4
50,001-150,000	2	4
150,000-500,000	2.5	4
500,001-2'000,000	3	6
2'000,000-7'000,000	3.5	6
MAYOR QUE 7'000,000	4	6

CÁLCULO DE ESPESORES

Se hace el análisis de diseño por capas

Con:

$$E_b = 25,000 \text{ PSI}$$

$$R = 70.00\%$$

$$W_{18} = 3.10 \times 10^5$$

$$\Delta \text{PSI} = 1.8$$

$$S_o = 0.45$$

$$a_1 = 0.44$$

Utilizando la fórmula de la AASHTO

$$SN_1 = 1.51$$

Con:

$$E_b = 12,000 \text{ PSI}$$

$$R = 70.00\%$$

$$W_{18} = 3.10 \times 10^5$$

$$\Delta \text{PSI} = 1.8$$

$$S_o = 0.45$$



$$a_2 = 0.118$$

Utilizando la fórmula de la AASHTO

$$SN_2 = 2.03$$

E subrasante = 14,100 PSI

$$a_3 = 0.087$$

Utilizando la fórmula de la AASHTO

$$SN_3 = 1.91$$

ANÁLISIS POR CAPA

$$D'_1 = \frac{SN_1}{a_1 m_1} = 3.43 = 4.00 \text{ Pulg}$$

$$SN' = a_1 * D'_1 = 1.76$$

$$D'_2 = \frac{SN_2 - SN'_1}{a_2 m_2} = 1.91 = 2.50 \text{ Pulg}$$

$$SN'_2 = a_2 * D'_2 = 0.295$$

$$SN'_1 + SN'_2 \geq SN_2$$

$$2.06 \geq 2.03 \text{ ok}$$

Finalmente:

$$D'_3 = \frac{SN_3 - (SN'_1 + SN'_2)}{a_3 m_3}$$

$$D'_3 = -3 \text{ pulg} = 0 \text{ pulg}$$

$$SN'_3 = a_3 * D'_3$$

$$SN'_3 = -0.17$$



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



CAPAS	ESPESOR CALCULADO	ESPESOR PLANTEADO	
	en Pulgadas	en Pulgadas	en Cm
Carpeta Asfáltica	4 "	2.5 "	6.25
Base Granular	3 "	3 "	6.25
Sub base granular	0 "	4.05	10.13

PERO COMO LA BASE GRANULAR Y SUB BASE GRANULAR DEBEN SER
MÍNIMO 15 cm POR EL PROCESO CONSTRUCTIVO tenemos:

CAPAS	ESPESOR PLANTEADO
	en Cm
Carpeta Asfáltica	6.25
Base Granular	15.00
Sub base granular	15.00



ÁBACOS DE DISEÑO - MÉTODO AASHTO 1993

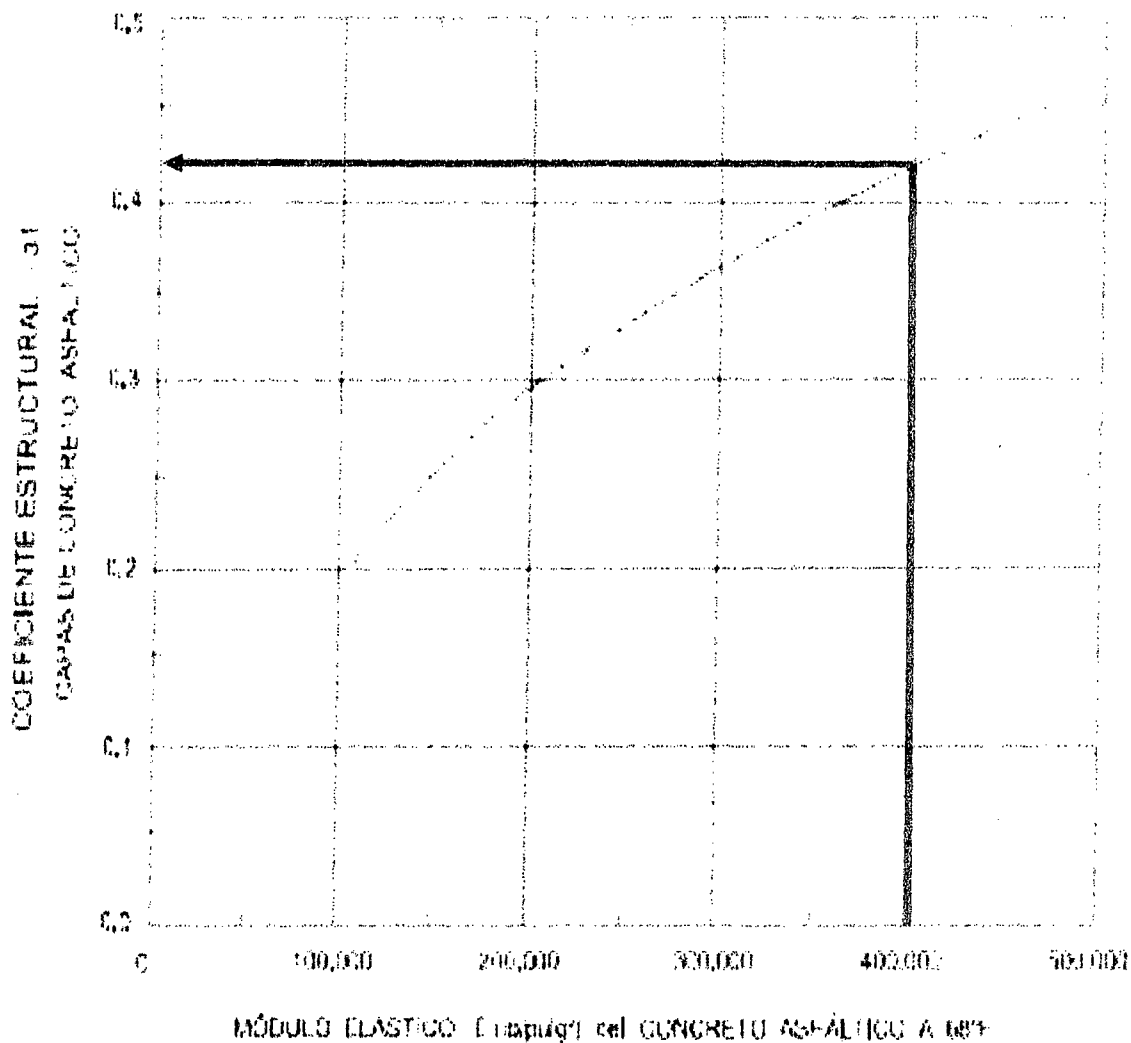


Figura 5.20 – Gráfica para hallar a_1 e función del módulo resiliente del concreto asfáltico.



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"

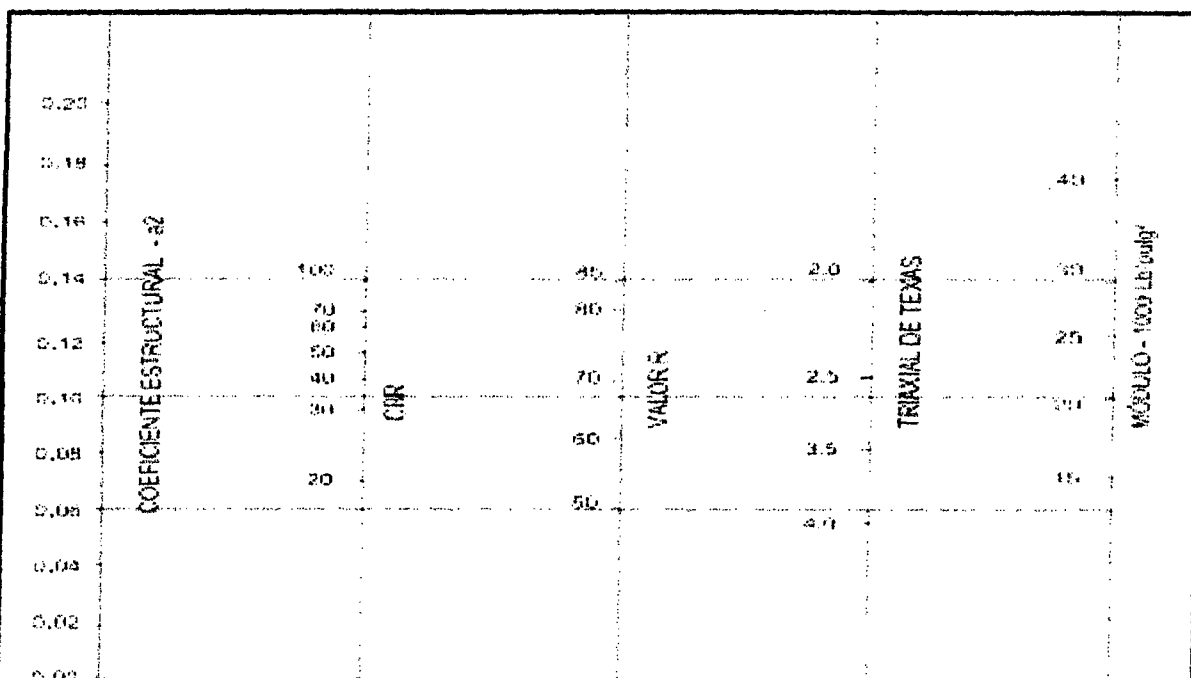


Figura 5.21 – Variación de coeficiente a2 con diferentes parametros de resistencia de la base.

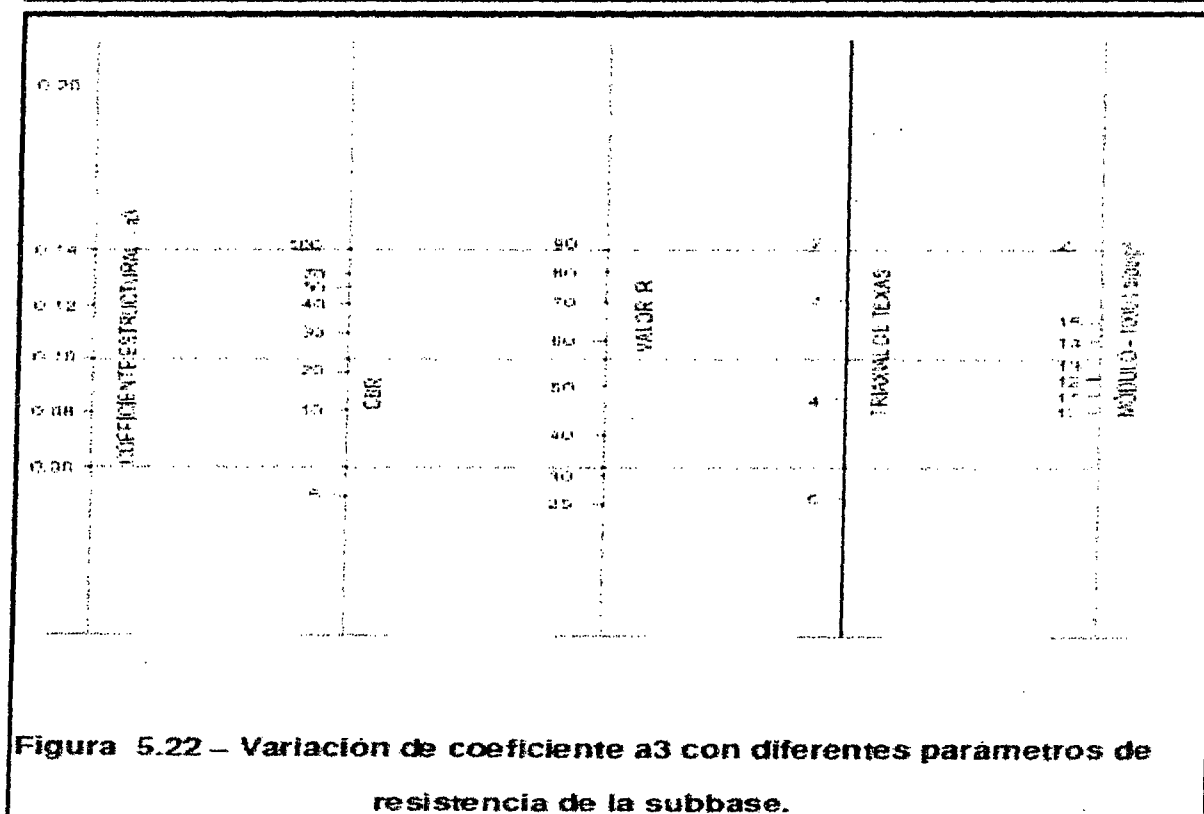


Figura 5.22 – Variación de coeficiente a3 con diferentes parametros de resistencia de la subbase.

**ECUACION PARA EL CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL TOTAL**

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
☒ Pavimento flexible ☐ Pavimento rígido

Confiability (R) y Desviación estándar (So)
70 % Zi = -0.524 So 0.45

Serviciabilidad inicial y final
PSI inicial 3.8 PSI final 2

Módulo resiliente de la subrasante
Mr 14100 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:
Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)
Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)
Coeficiente de transmisión de carga - (J)
Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis
☒ Calcular SN ☐ Calcular W18

Número Estructural
SN = 1.91

W18 = 261099.9084

Calcular Salir

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_r * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 2.0} \right]}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10}(MR) - 8.07$$



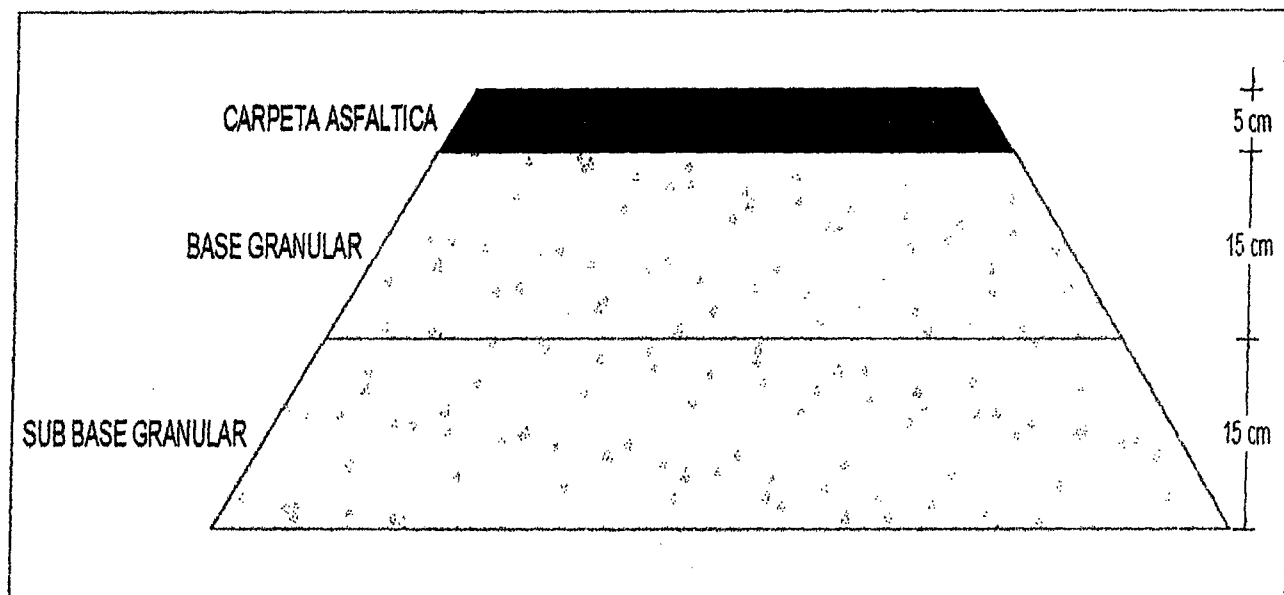
COMPARANDO AMBOS MÉTODOS

CAPAS	INST. ASFALTO	AASHTO - 93
	Espesor (Cm)	Espesor (Cm)
Carpeta Asfáltica	5.00	6.25
Base Granular	15.00	15.00
Sub base granular	15.00	15.00

Ambos métodos nos dan resultado con espesores diferentes, tomando como resultado final el más económico:

CAPAS	ESPESOR (cm)
Carpeta Asfáltica	5.00
Base Granular	15.00
Sub base granular	15.00

ESPEORES DE CARPETA, BASE Y SUB BASE A UTILIZAR



Se concluye que el espesor del pavimento planteado para CBR percentil regirá para todo el tramo.



6.4.4 Mezclas asfálticas - Diseño - Índice de Bitumen:

6.4.4.1 Generalidades

Las mezclas asfálticas, en general están constituidas por dos elementos: el Bitumen o Asfalto y el material pétreo o agregado que se clasifican en agregado grueso, agregado fino y Filler y polvo mineral.

Al preparar una mezcla asfáltica, debe controlarse debidamente la granulometría del material pétreo y el porcentaje de asfalto a emplearse. Es necesario además que los agregados tengan una buena resistencia (porcentaje de desgaste por abrasión, según prueba de la maquina los ángeles, menor del 40% y que este bien gradado. La granulometría debe contener material pétreo y dependerá del tipo de asfalto y de la mezcla a emplearse.

El asfalto es un componente natural de la mayor parte de los petróleos que existen en disolución, el petróleo crudo se destila para separar sus diversas fracciones y recuperar el asfalto. En los yacimientos naturales el proceso se ha producido en forma similar y el asfalto en algunos casos se encuentra fácilmente libre de materias extrañas, mientras que en otras está mezclado con cantidades variables de minerales, agua y otras sustancias.

Las rocas porosas saturadas de asfaltos que se encuentran en algunos yacimientos naturales se conocen con el nombre de rocas asfálticas.

El asfalto es un material de particular interés para el ingeniero porque es un aglomerante resistente muy adhesivo altamente impermeable y duradero, es una sustancia plástica que da flexibilidad a controlar las mezclas de áridos con las que se combina usualmente. Además es altamente resistente a la mayor parte de los ácidos, álcalis y sales aunque es una sustancia solida y semi solida a temperaturas atmosféricas, puede licuarse fácilmente por aplicación de calor, por acción de disolventes de volatilidad variable o por emulsificación.



6.4.4.2 Terminología del asfalto

El asfalto es utilizado como ligante para unir entre si las partículas de agregado pueden ser utilizadas como paliativas del polvo en tratamientos superficiales y para carpetas asfálticas. Los tipos de asfalto más comunes empleados en la pavimentación flexibles son:

- **Asfalto de petróleo**

Asfalto de la destilación del crudo del petróleo

- **Asfalto natural (nativa)**

Asfalto que se da en la naturaleza y que se ha producido a partir de evaporación de las fracciones volátiles; dejando las asfálticas.

- **Betún asfáltico (cemento asfáltico o asfalto de penetración)**

Asfalto refinado para satisfacer las especificaciones establecidas para materiales empleados en pavimentación.

- **Asfalto oxidado o soplado (asfalto industrial sólido con solvente: asfalto industrial líquido)**

Asfalto a través de cuya masa a la temperatura, se ha hecho pasar aire para dar características necesarias para ciertos usos espaciales, como fabricación de materiales para techados, revestimiento de tubos, inyección bajo pavimentos de hormigón hidráulicos, membranas envolventes y aplicaciones hidráulicas.

- **Asfalto solido o duro (brea dura)**

Asfalto cuya penetración a temperatura ambiente es menos que 10



- **Asfalto en polvo**

Asfalto solido o duro (brea dura) machacado o molido hasta un fino estado de subdivisión.

- **Asfalto fillerizado**

Asfalto que contiene materias minerales finamente molidas que pasan por el tamiz n° 200

- **Asfalto liquido**

Materiales asfálticos cuya consistencia blanda o fluida hace que se salga del campo en el que normal se aplica el ensayo de penetración, cuyo límite máximo es 300.

Son asfaltos liquidos los siguientes productos:

Cut - Backs

Betún asfáltico que ha sido fluidificado mezclándolo con disolvente de petróleo. Entre los **Cut - Backs** tenemos los siguientes:

- ✓ **Asfalto curado lento (SC):** asfalto líquido compuesto de betún asfáltico y aceite relativamente poco volátil.
- ✓ **Asfalto de curado medio (MC):** asfalto líquido compuesto de betún asfáltico y un disolvente tipo kerosene de volatilidad media.
- ✓ **Asfalto de curado rápido (RC):** asfalto líquido compuesto de betún asfáltico y un disolvente tipo nafta o gasolina de volatilidad media.
- ✓ **Nomenclatura para los asfaltos liquidos o Cut Backs.**

Cut -Backs de curado rápido: RC-30; RC-70; RC-300

Cut -Backs de curado medio: MC-30; MC-70; MC-300

Cut -Backs de curado lento: SC-30; SC-70; SC-300



Asfalto Emulsificado

Emulsión de betún asfáltico en agua que contiene cantidades de agentes emulsificantes. Los asfaltos emulsificantes pueden ser: de tipo amónico o catódico, según el tipo de agente emulsificante empleado

Pintura Asfáltica

Producto asfáltico líquido que hay veces contiene pequeñas cantidades de otros materiales como negro de humo, polvo de aluminio y de pigmentos minerales.

- Gilsonita

Tipo de asfalto duro y quebradizo que se presenta en grietas de rocas o filones de los que extrae

6.4.4.3 Materiales pétreos o agregados para mezclas asfálticas

Los áridos o agregados para pavimentos bituminosos se emplean combinados con asfaltos de diferentes tipos para la preparación de mezclas de utilización muy diversas. Como los áridos constituyen normalmente el 90% en peso o más de estas mezclas, sus propiedades tienen gran influencia sobre el producto terminado. Los áridos más empleados son piedra y escoria partida, grava machacada o natural, arena y filler mineral.

En la construcción de pavimentos asfálticos el control de las propiedades de los áridos están importan te como en la del asfalto.

Agregados gruesos porción retenida por el tamiz N° 10. Consiste en grava natural (gravilla, grava de río, grava de mina etc.) O Piedra triturada. El agregado empleado en pavimentación es menor a una pulgada



Agregado fino, porción que pasa por el tamiz N° 10 y queda retenido en el tamiz N°200; puede ser arena natural (arena de duna, lago, etc.) o artificiales (chancado de grava o piedra).

Relleno mineral o filler. Es un polvo granular cuya mayor parte pasa el tamiz N° 200; puede ser roca finamente molida, cemento portland y otros materiales naturales o artificiales pulverizados. Se emplea en las mezclas en caliente.

Áridos graduados con una amplia distribución de tamaños de los más gruesos a los más finos, siendo el tamaño mayor mucho más grande que el pequeño.

Requisitos que deben cumplir los materiales pétreos

- No deben emplearse agregados pétreos que contengan materia orgánica en forma perjudicial o arcilla en grumos.
- No deben tener más del 20% de fragmentos suaves.
- Los agregados pétreos deben emplearse de preferencia seca o cuanto mucho con una humedad igual a la de absorción de este material. En caso contrario debe emplearse un adicionamiento en el asfalto.
- El tamaño máximo del agregado no será mayor de 2/3 partes de la carpeta asfáltica.
- El desgaste determinado con la máquina "Los Ángeles" no debe ser mayor de 40%.
- La absorción del material pétreo no debe ser mayor del 5%.
- El material pétreo deberá tener una adherencia con el asfalto.
- El agregado deberá cumplir con requisitos de granulometría de acuerdo al siguiente cuadro.



**EXIGENCIAS PARA LOS AGREGADOS DE CARPETAS ASFÁLTICAS
COMÚNMENTE USADOS**

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA		
	ASFALTO EN FRÍO		ASFALTO EN CALIENTE
	ESPESOR = 1"	ESPESOR= 2"	ESPESOR =2"
1"	100	100	100
3/4"	95-100	-	80-100
1/2"	75-90	75-90	-
3/8"	67-85	-	60-80
N°04	50-65	50-70	48-65
N° 08	-	-	-
N° 10	-	35-50	35-50
N° 16	-	-	-
N° 40	15-25	20-30	-
N° 50	-	-	13-23
N° 100	-	-	-
N° 200	3-5	0-3	2-8

- Combinación De Los Áridos Para Producir Una Granulometría Determinada

Al proyectar mezclas asfálticas es con frecuencia mezclar varios tipos de áridos para producir una determinada granulometría. Las bases de áridos estabilizados y de hormigones asfálticos son ejemplos usuales de tales combinaciones de áridos.

Para producir una granulometría deseada es necesario de dos o cinco materiales diferentes, de acuerdo con la disponibilidades. Después de obtener la granulometría de los materiales, se calcula el porcentaje que se precisa para cada uno para conseguir una granulometría determinada, si los áridos empleados pueden dar tal combinación. Al hacer estas combinaciones es deseable siempre que sea factible, producir una granulometría que se aproxime lo más posible a la medida de los límites de las especificaciones.



Por eso resulta de gran interés para los Ingenieros el tener un método que siendo fácil y rápido tenga el suficiente detalle y aproximación para lograr una granulometría equilibrada. Es evidente que existen varias composiciones que darán buenos resultados pero habrá una que dará menor costo, debido a que necesitara la menor cantidad de asfalto, que es ingrediente más caro.

6.4.4.4 Pavimentos asfálticos

Los pavimentos asfálticos son combinados de agregados minerales y material asfáltico de varios espesores y tipos.

La carga de las ruedas para las que un pavimento se proyecta, determina el espesor del mismo y el tipo de construcción a emplearse.

Independientemente del espesor o tipos de pavimentos asfálticos, la carga se transmite a través de los áridos, y el asfalto sirve únicamente como agente cementante que fija los áridos en las posiciones adecuadas para transmitir las cargas adecuadas y aplicadas a las cargas inferiores donde se disipan finalmente.

- Clasificación

Los diversos tipos de pavimentos asfálticos flexibles se dividen en dos amplios grupos, con variadas subdivisiones para cada uno de ellos.

Clase I: mezcla en planta

- a. Hormigón asfáltico en caliente.
- b. Hormigón asfáltico en frío.
- c. Mezcla en carreteras y en planta móvil.



Clase II: sistema de penetración y estratificación

- a. Tratamiento asfáltico superficial, incluyendo riegos de sellados.
- b. Tratamiento superficial multicapa
- c. Macadam Asfáltico.

La clase I incluye todos los pavimentos asfálticos en el que los áridos se envuelven en asfalto y mezclado mecánico.

En clase II incluye todos los pavimentos que se forman colocando el asfalto y los áridos en distintos momentos o en capas separadas. Son sistemas estratificados o únicamente en el sentido de que se construyen por capas separadas. Son estos tipos de pavimentos usados para tráfico ligero y pesado.

En el presente proyecto, el pavimento asfáltico es de clase II específicamente TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA.



DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA

A. Material pétreo o agregado

Para el diseño de la mezcla asfáltica se ha considerado el material de la cantera del Rio Chinchipe, del análisis mecánico por tamizado, se observa que es necesario modificar la combinación natural de los agregados, para lo cual se emplea el método del triángulo.

El procedimiento es sencillo pues solo se necesita conocer el porcentaje retenido-acumulado en la malla N° 10 y el porcentaje que pasa la malla n° 200, quedando cualquiera de los materiales representando por un punto y las especificaciones por un cuadrilátero; así, se representara en el triángulo la piedra, arena y las especificaciones.

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO DE LA CANTERA RIO CHINCHIPE

TIPO DE MATERIAL		CANTERA RIO CHINCHIPE								
		NATURAL			AGREGADO GRUESO O PIEDRA			AGREGADO FINO O ARENA		
P. ORIGINAL		8250			5088.00			905.00		
PERD. LAVADO		2257			0.00			0.00		
P. TAMIZADO		5993			5088.00			905.00		
ABERT. MALLA		PESO			PESO			PESO		
Pulg.	mm	gr	% RET	%PASA	gr	% RET	%PASA	gr	% RET	%PASA
3"	75	0	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00		0.00	100.00
2"	50	0	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00		0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00		0.00	100.00
1"	25	0	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00		0.00	100.00
3/4"	19	3819.00	46.29	53.71	3819.00	75.06	24.94		0.00	100.00
1/2"	12.5	875.00	10.61	43.10	875.00	17.20	7.74		0.00	100.00
3/8"	9.5	126.00	1.53	41.58	126.00	2.48	5.27		0.00	100.00
Nº 4	4.75	268.00	3.25	38.33	268.00	5.27	0.00		0.00	100.00
Nº 10	2.00	149.00	1.81	36.52	0.00	0.00	0.00	149.00	16.46	83.54
Nº 20	0.85	217.00	2.63	33.89	0.00	0.00	0.00	217.00	23.98	59.56
Nº 40	0.425	234.00	2.84	31.05	0.00	0.00	0.00	234.00	25.86	33.70
Nº 50	0.300	180.00	2.18	28.87	0.00	0.00	0.00	180.00	19.89	13.81
Nº 100	0.15	65.00	0.79	28.08	0.00	0.00	0.00	65.00	7.18	6.63
Nº 200	0.074	42.00	0.51	27.58	0.00	0.00	0.00	42.00	4.64	1.99
PLATILLO		18.00	0.22		0.00	0.00		18.00	1.99	
SUMATORIA PLAT.		18.00			0.00			18.00		
SUMA TOTAL		5993.00			5088.00	100.00		905.00	100.00	



Del agregado de la cantera se tiene:

	PIEDRA	ARENA
Material grueso retenido en la malla n° 10	100 %	16.49%
Limo y arcilla que pasa la malla N° 200	0.00%	1.99%

De las especificaciones para carpeta asfáltica de espesor 2"

	PIEDRA	ARENA
Material grueso retenido en la malla n° 10	65%	50%
Limo y arcilla que pasa la malla N° 200	0%	3%

Se observa que los agregados a utilizar no cumplen las especificaciones de granulometría por lo tanto se decide calcular las proporciones de mezcla.

EN EL TRIÁNGULO EQUILÁTERO:

a) **MALLA N° 10:** % retenido acumulado

Piedra : 100%

Arena : 16.49%

b) **MALLA N° 200:** % que pasa

Piedra : 0%

Arena : 1.99%

Los puntos A y B quedan determinados por:

A (100,0) y B (16.49, 1.99)

Las especificaciones quedan determinadas en el triángulo, por cuatro líneas:

Material grueso: 50% y 65% y Limo Arcilla: 0% y 3%



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



En el gráfico se muestra el triángulo equilátero donde se une el punto A con el punto B, se toma un punto M que queda dentro del cuadrilátero de las especificaciones, donde:

\overline{AM} : % de arena

\overline{BM} : % de piedra

Si:

$$\overline{AMB} = 83.52 \text{ m}$$

$$\overline{AM} = 74.61 \text{ m}$$

$$\overline{BM} = 8.91 \text{ m}$$

Luego:

$$\text{PIEDRA} = \frac{\overline{BM}}{\overline{AMB}} \times 100$$

$$\text{PIEDRA} = \frac{8.91}{83.52} \times 100 = 10.67 \% = 11.00\%$$

$$\text{ARENA} = \frac{\overline{AM}}{\overline{AMB}} \times 100$$

$$\text{ARENA} = \frac{74.61}{83.52} \times 100 = 89.33 \% = 89.00\%$$

$$\text{Entonces: } \left\{ \begin{array}{l} - \text{PIEDRA} = 11.00\% \\ - \text{ARENA} = 89.00\% \end{array} \right.$$



Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



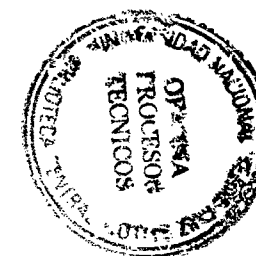
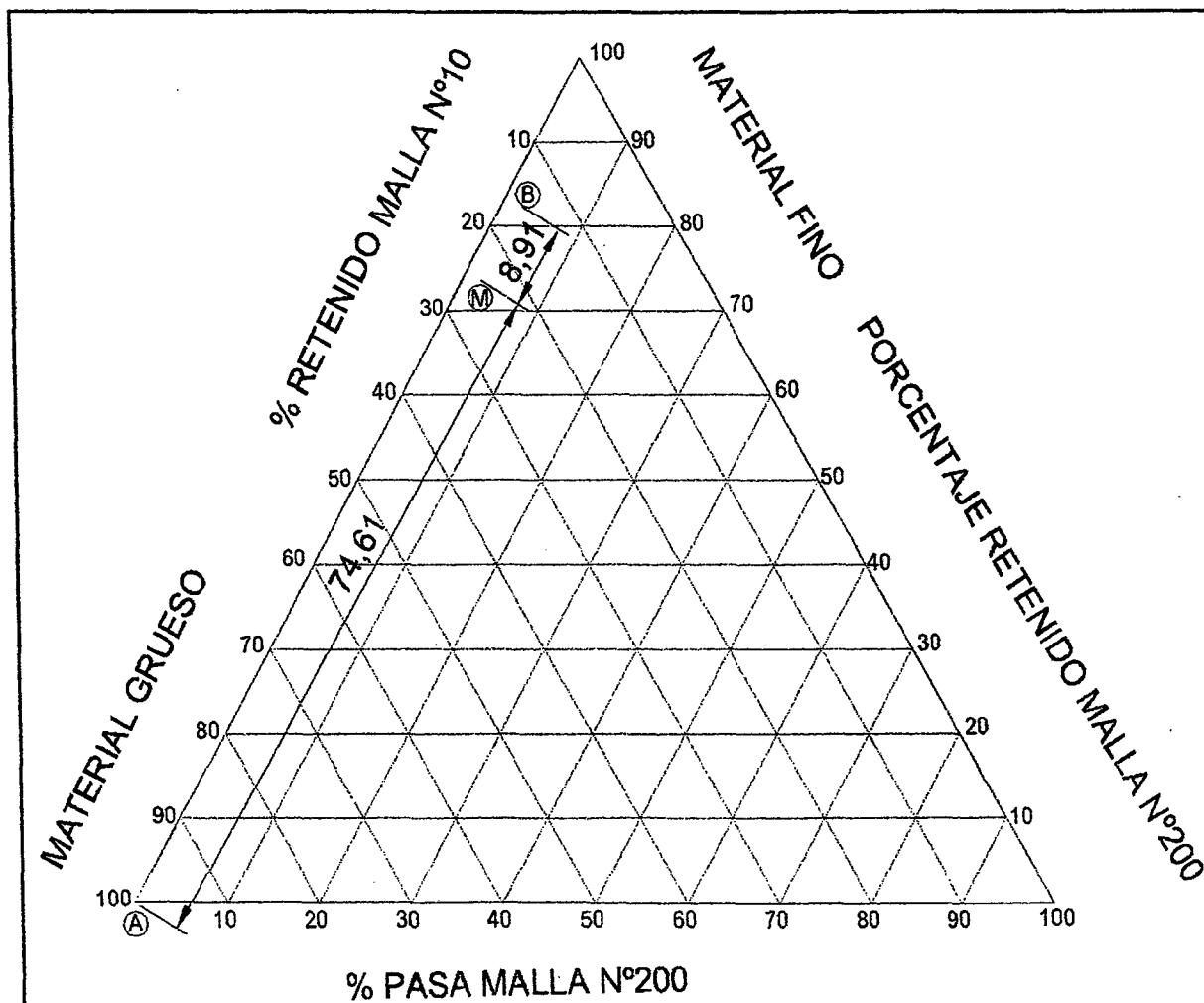
En la tabla se efectúa la verificación de los porcentajes de agregados en la mezcla.

**VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES PARA LA MEZCLA
PLANTEADA**

MALLA O TAMIZ	PIEDRA % RETENIDO	ARENA % RETENIDO	11% DE PIEDRA	89% DE ARENA	% RETENI DO EN MEZCLA	REDONDEO	% QUE PASA	% QUE PASA ESPECIFICAC IONES
1 1/2"							100.00	
1"	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	75.06	0.00	8.01	0.00	8.01	8.00	92.00	
1/2"	17.20	0.00	1.83	0.00	1.83	2.00	90.00	75 - 90
3/8"	2.48	0.00	0.26	0.00	0.26	0.00	90.00	
Nº 4	5.27	0.00	0.56	0.00	0.56	1.00	89.00	50 - 70
Nº 10	0.00	16.46	0.00	14.71	14.71	15.00	74.00	35 - 50
Nº 20	0.00	23.98	0.00	21.42	21.42	21.00	53.00	
Nº 40	0.00	25.86	0.00	23.10	23.10	23.00	30.00	20 - 30
Nº 50	0.00	19.89	0.00	17.77	17.77	18.00	12.00	
Nº 100	0.00	7.18	0.00	6.42	6.42	6.00	6.00	
Nº 200	0.00	4.64	0.00	4.15	4.15	4.00	2.00	0 - 3
PLATILLO	0.00	1.99	0.00	1.78	1.78	2.00	0.00	
Σ	100.00	100.00			100.00			



METODO DEL TRIANGULO EQUILATERO PARA OPTENER UNA MEZCLA DE AGREDOS DESEADA





CÁLCULO DEL % DE ASFALTO EN LA MEZCLA
MÉTODO DEL ÁREA SUPERFICIAL EQUIVALENTE

MALLA		% RET	A (PESO UNITARIO POR PESO)	K PIE2/LB	ÁREA EQUIV. AK
PASA	RET				
1	N° 3	10.00	0.100	3	0.30
N° 3	N° 10	16.00	0.160	5	0.80
N° 10	N° 20	21.00	0.210	11	2.31
N° 20	N° 30	-	-	18	-
N° 30	N° 40	23.00	0.230	27	6.21
N° 40	N° 50	18.00	0.180	36	6.48
N° 50	N° 80	-	-	55	-
N° 80	N° 100	6.00	0.060	75	4.50
N° 100	N° 200	4.00	0.040	120	4.80
N° 200	-	2.00	0.020	250	5.00
SUMA		100.00	1.00		30.40

DATOS:

Ae= 30.40 pie²/lb

IA = Curva N° 05 = 0.0015

%AG= 11%

%AF= 89%

$$P_{em} = \frac{100}{\frac{\%AG}{GS_{AG}} + \frac{\%AF}{GS_{AF}}}$$

$$P_{em} = \frac{100}{\frac{42}{2.68} + \frac{58}{2.50}} = 2.52$$

$$\%CA = \frac{A_e * I_a * 2.65}{P_{em}} * 100$$



$$\%CA = \frac{30.40 * 0.0015 * 2.65}{2.52} * 100 = 4.73\%$$

Para RC-250 con 20% de solvente (certificado de calidad), de tratamiento superficial Bi capa

$$RC-250 = 4.73/0.80 = 5.92\%$$

ENTONCES SE CONSIDERA:

Material Pétreo: se tomara el 94.08% en peso

Asfalto RC - 250: se tomara el 5.92%, sumado ambos da el 100%.

B. Cálculo del volumen absoluto de la mezcla asfáltica

Empleando la siguiente fórmula:

$$VOLUMEN\ ABSOLUTO = \frac{P}{S_{YW}}$$

Donde:

P= peso de cada uno de los componentes de la mezcla

S= peso específico

γ_w = densidad del agua

Por comodidad se adopta una mezcla de peso total igual a 100 Kg; esto implica que el material pétreo pesara 95.02% y el asfalto 5.98% se considera además que se obtendrá una mezcla sin vacíos cuando este compactada o rodillada.

El volumen absoluto de la mezcla será la suma de los volúmenes absolutos de cada uno de sus componentes

AGREGADO GRUESO	: 0.11*(94.08) = 10.35%
AGREGADO FINO	: 0.89*(94.08) = 83.73%
ASFALTO	: 5.92%
TOTAL	: 100%



VOLUMEN ABSOLUTO PARA 100 KG MEZCLA

VOLUMEN DEL AG	= 10.35/2.68	= 0.0038616m ³
VOLUMEN DEL AF	= 83.73/2.50	= 0.0334934 m ³
VOLUMEN DEL ASFALTO	= 5.92/1	= 0.0059174m ³

VOLUMEN ABSOLUTO DE LA MEZCLA = 0.0419 m³

Este valor representara el volumen teórico sin vacíos de una mezcla que pesa 100 Kg. Y que se encuentra bien compactada. Ahora se calculará la cantidad necesaria de los materiales componentes en Kg. Para obtener un m³ de mezcla asfáltica

AGREGADO GRUESO	: 10.35/0.04327	= 239.161 Kg/m ³
AGREGADO FINO	: 83.73/0.04327	= 1395.033 Kg/m ³
ASFALTO	: 4.98/0.04327	= 136.748 Kg/m ³
TOTAL		= 2310.942 Kg/m³

El valor calculado anteriormente indica su densidad o peso unitario teórico, pero en forma práctica las mejores mezclas rodilladas no alcanzan este valor por lo que se adopta como valor máximo alcanzable 2200 Kg/m³ entonces se corrige los pesos encontrados anteriormente.

AGREGADO GRUESO	: 239.16*2200/2310.942	= 227.68 Kg/m ³
AGREGADO FINO	: 1395.03*2200/2310.942	= 1842.14 Kg/m ³
ASFALTO	: 136.748*2200/2310.942	= 130.18 Kg/m ³
TOTAL		= 2200 Kg/m³

C. Cálculo en peso de cada componente en m² de mezcla asfáltica

Se multiplica en primer lugar, por el espesor de la carpeta asfáltica planteada (2"= 5cm) a los pesos específicos corregidos en el paso anterior.

AGREGADO GRUESO	: 227.68 * 0.05	= 11.38 Kg/m ²
AGREGADO FINO	: 1842.14*0.05	= 92.11 Kg/m ²
ASFALTO	: 130.18 *0.05	=6.51 Kg/m ² (1.45 gal/m ²)

(1 GALÓN AMERICANO= 3.785 lt.)



D. Materiales en volumen por m2 de carpeta asfáltica

AGREGADO GRUESO:	11.38/1820	= 0.006 m3/m2
AGREGADO FINO	: 92.11/1700	= 0.054 m3/m2
ASFALTO	: 6.51/1000	= 0.007m3/m2
TOTAL		= 0.067 m3/m2

Especificaciones generales para las carpetas asfálticas:

Se trata de una mezcla de agregado mineral (agregado grueso y agregado fino) y asfalto líquido

- Agregado grueso

El agregado grueso será la porción del agregado retenido en el tamiz N° 10. Consistirá en fragmentos durables de piedra triturada limpia y calidad uniforme, debe estar libre de materia orgánica y otra sustancia perjudiciales que se encuentren libre o adheridas al agregado.

La piedra de la cual será extraída del agregado debe poseer una abrasión no mayor de 40 cuando se someta al ensayo de "LOS ÁNGELES", la piedra debe estar triturada de modo que sus partículas presenten una cara triturada por lo menos en un 90% de sus partículas. No se aceptan piezas chatas o alargadas, cuando se prueben para determinar la durabilidad con el sulfato de sodio, el porcentaje de pérdida máximo será de 12%.

Al ser probado por el método tentativo de ensayos para revestimientos y desprendimiento en mezclas-agregado bitumen, deberá tener un porcentaje retenido de más del 95%. En caso contrario deberá usarse un aditivo aprobado por el ingeniero supervisor.

El material deberá estar libre de materia orgánica y de terrones de arcilla y partículas adheridas de arcilla y otros materiales que podrán impedir una impregnación total en el producto bituminoso.



- Agregado fino

Será la porción del agregado que pasa el tamiz o malla N° 10 y que queda retenido en la malla N° 200 y consistirá de arena natural o cerniduras de piedra que a su vez se compondrá de partículas durables que estén libres de arcillas u otras materias dañinas.

El porcentaje de pérdida en la prueba de durabilidad al sulfato de sodio después de 5 ciclos no será mayor del 15%.

- Asfalto líquido RC-250

El asfalto líquido de rápido medio (MC-30) deberá cumplir con las siguientes condiciones:

Pruebas de material asfáltico

Punto de inflamación (capa abierta de Tag), °C mínimo	27
Viscosidad Saybolt- Furol: a 60°C, segundos	250-500
Destilación: % del total destilado a 360°C hasta 45°C, mínimo	25
Residuo de la destilación a 360°C	
% del volumen total por diferencia mínimo	73
Agua por destilación: % máx.	0.20

Pruebas al residuo a la destilación

Penetración grados	80 – 120
Ductilidad en centímetros	100
Solubilidad en tetra cloruro de carbono: %min.	99.5

El asfalto líquido RC-250 estará libre de agua y no mostrará separación o grumos antes de usarse.

La graduación de cada uno de los componentes producirá, al estar bien proporcionados, una mezcla conforme a los límites de graduación indicada en el siguiente cuadro:



REQUISITOS DE GRANULOMETRÍA PARA AGREGADO MINERAL MEZCLADO

TAMAÑO DE LA MALLA (ABERTURA CUADRADA)	ASFALTO EN FRÍO
	AGREGADO COMBINADO TOTAL QUE PASA PARA EL PORCENTAJE
1"	100
½"	75-90
N°04	50-70
N° 10	35-50
N° 40	20-30
N° 200	0-3
ESPESOR DE LA CARPETA	2"

El ingeniero supervisor especificará y aprobará la mezcla sujeta a las siguientes condiciones:

- ✓ Estará entre los límites de graduación de tipo especificado
- ✓ La graduación de la mezcla se aproximará lo más posible al término medio del % que pasa por cada tamaño del tamiz del tipo de mezcla seleccionada.
- ✓ La mezcla al ser compactada por métodos del laboratorio tendrá una densidad no menor del 95% de la densidad calculada de una mezcla sin vacíos compuestos de materiales similares en iguales proporciones.

El contratista presentara por escrito una fórmula de trabajo que incluya % de agregado grueso, fino y bituminoso, la que deberá ser aprobada por el ingeniero supervisor. Cualquier cambio de fuente de aprovisionamiento de materiales deberá ser aprobado por el ingeniero previa presentación de una nueva fórmula de trabajo.



CAPITULO VII

ESTUDIOS

HIDRAULICOS



7.1. GENERALIDADES

ESTUDIO HIDROLOGICO

Mediante el Estudio Hidrológico e Hidráulico se ha verificado la capacidad hidráulica del sistema existente respecto a la demanda hidrológica del Camino Vecinal, cuyo estudio se centrara en determinar las intensidades máximas de las lluvias, en las cuencas de las quebradas que atraviesan dicho proyecto.

El estudio hidrológico está orientado a determinar los caudales de diseño de las obras de drenaje, que consisten en alcantarillas, badenes y cunetas, etc.

El sistema de drenaje de una carretera tiene esencialmente dos finalidades: a) preservar la estabilidad de la superficie y del cuerpo de la plataforma de la carretera y b) restituir las características de los sistemas de drenaje y/o de conducción de aguas, natural del terreno o artificial, de estructuras, construidas previamente, que serían dañadas o modificadas por la construcción de carretera que, sin un debido cuidado, resultarían causando daños en el medio ambiente, algunos posiblemente irreparables.

Desde estos puntos de vista y de una manera práctica, debe considerarse:

a. En la etapa del planeamiento;

Debe aplicarse los siguientes criterios para la localización del eje de la carretera:

1. Evitar en lo posible localizar la carretera en territorios, húmedos o pantanosos; zonas de huaicos mayores; zonas con torrentes de aguas intermitentes; zonas con corrientes de aguas subterráneas y las zonas inestables y/o con taludes pronunciadas.
2. Evitar en lo posible la cercanía a reservorios y cursos de agua existente, natural o artificial, especialmente si son causa de posibles erosiones de la plataforma de la carretera.

b. En la etapa de diseño del sistema de drenaje;



1. Mantener al máximo en los taludes, la vegetación natural existente.
2. No afectar o reconstruir, perfeccionándolo, el drenaje natural del territorio (cursos de agua).
3. Canalizar el agua superficial proveniente de lluvias sobre la explanación de la carretera hacia cursos de agua existentes fuera de la carretera evitando que tenga velocidad erosiva.
4. Bajar la napa freática de aguas subterráneas a niveles que no afecten la carretera.
5. Proteger la carretera contra la erosión de las aguas.

La aplicación de estos criterios lleva al diseño de soluciones de ingeniería que, por su naturaleza, se agrupan en la forma siguiente:

- Drenaje superficial.
- Drenaje subterráneo.

7.2. DRENAJE SUPERFICIAL

7.2.1. Consideraciones Generales

a) Finalidad del Drenaje Superficial

El drenaje superficial tiene como finalidad alejar las aguas de la carretera para evitar el impacto negativo de las mismas sobre su estabilidad, durabilidad y transitabilidad.

El adecuado drenaje es esencial para evitar la destrucción total o parcial de una carretera y reducir los impactos indeseables al ambiente debido a la modificación de la escorrentía a lo largo de éste.

El drenaje superficial comprende:

- La recolección de las aguas procedentes de la plataforma y sus taludes.
- La evacuación de las aguas recolectadas hacia cauces naturales



- La restitución de la continuidad de los cauces naturales interceptados por la carretera.

b) Criterios Funcionales

Los elementos del drenaje superficial se elegirán teniendo en cuenta criterios funcionales, según se mencionan a continuación:

- Las soluciones técnicas disponibles
- La facilidad de su obtención y así como los costos de construcción y mantenimiento.
- Los daños que eventualmente producirán los caudales de agua correspondiente al PERÍODO de retorno, es decir los máximos del PERÍODO de diseño.

Al paso del caudal de diseño, elegido de acuerdo al PERÍODO de retorno y considerando el riesgo de obstrucción de los elementos del drenaje, se deberá cumplir las siguientes condiciones:

- En los elementos de drenaje superficial, la velocidad del agua será tal que no se produzca daños por erosión ni por sedimentación.
- El máximo nivel de la lámina de agua dentro de una alcantarilla será tal que siempre se mantenga un borde libre no menor de 0.10 m.

c) Periodo de Retorno

La selección del caudal de diseño para el cual debe proyectarse un elemento del drenaje superficial está relacionada con la probabilidad o riesgo que ese caudal sea excedido durante el periodo para el cual se diseña la carretera.

En general, se aceptan riesgos más altos cuando los daños probables que se produzcan, en caso de que discurra un caudal mayor al



de diseño, sean menores y los riesgos aceptables deberán ser muy pequeños cuando los daños probables sean mayores.

El riesgo o probabilidad de excedencia de un caudal en un intervalo de años está relacionada con la frecuencia histórica de su aparición o con el periodo de retorno.

En el cuadro adjunto, se muestran los valores de riesgo de excedencia del caudal de diseño, durante la vida útil del elemento de drenaje para diversos Periodos de retorno.

RIESGO DE EXCEDENCIA (%) DURANTE LA VIDA ÚTIL PARA DIVERSOS PERIODOS DE RETORNO

Periodo de retorno (años)	Años de vida útil				
	10	20	25	50	100
10	65.13%	87.84%	92.82%	99.48%	99.99%
15	49.84%	74.84%	82.18%	96.82%	99.90%
20	40.13%	64.15%	72.26%	92.31%	99.41%
25	33.52%	55.80%	63.96%	87.01%	98.31%
50	18.29%	33.24%	39.65%	63.58%	86.74%
100	9.56%	18.21%	22.22%	39.50%	63.40%
500	1.98%	3.92%	4.88%	9.3%	18.14%
1000	1.00%	1.98%	2.47%	4.88%	9.52%
10000	0.10%	0.20%	0.25%	0.50%	0.75%

Se recomienda adoptar Periodos de retorno no inferiores a 10 años para las cunetas y para las alcantarillas de alivio. Para las alcantarillas de paso, el Periodo de retorno aconsejable es de 50 años.

Para los pontones y puentes, el Periodo de retorno no será menor a 100 años. Cuando sea previsible que se produzcan daños catastróficos en caso de que se excedan los caudales de diseño, el Periodo de retorno podrá ser hasta de 500 años o más.



En el siguiente cuadro, se indican Periodos de retorno aconsejables según el tipo de obra de drenaje.

PERÍODOS DE RETORNO PARA DISEÑO DE OBRAS DE DRENAJE EN CAMINOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

TIPO DE OBRA	Periodo de Retorno en años
Puentes y pontones	100 (mínimo)
Alcantarillas de paso y badenes	50
Alcantarilla de alivio	10 – 20
Drenaje de la plataforma	10

d) Riesgos de Obstrucción

Las condiciones de funcionamiento de los elementos de drenaje superficial pueden verse alteradas por su obstrucción debido a cuerpos arrastrados por la corriente.

Entre los elementos del drenaje superficial de la plataforma, el riesgo es especialmente mayor en los sumideros y colectores enterrados, debido a la presencia de elementos flotantes y/o sedimentación del material transportado por el agua. Para evitarlo, se necesita un adecuado diseño, un cierto sobre dimensionamiento y una eficaz conservación y mantenimiento.

El riesgo de obstrucción de las obras de drenaje transversal (alcantarillas de paso de cursos naturales), fundamentalmente por vegetación arrastrada por la corriente, dependerá de las características de los cauces y zonas inundables y puede clasificarse en las categorías siguientes:

- **Riesgo Alto:** Existe peligro de que la corriente arrastre árboles y rocas u objetos de tamaño parecido.



- **Riesgo Medio:** Pueden ser arrastradas cañas, arbustos ramas y objetos de dimensiones similares en cantidades importantes.
- **Riesgo Bajo:** No es previsible el arrastre de objetos de tamaño en cantidad suficiente como para obstruir el desagüe.

Si el riesgo fuera alto, deberá procurarse que la sobras de drenaje transversal no funcionen a sección llena, dejando entre el nivel superior de la superficie del agua y el techo del elemento un borde libre, para el nivel máximo del agua, con un resguardo mínimo de 1.5 m, manteniendo en una anchura no inferior a 12 m.

Si el riesgo fuera medio, las cifras anteriores podrán reducirse a la mitad. De no cumplirse estas condiciones, deberá tenerse en cuenta la sobre elevación del nivel del agua que pueda causar una obstrucción, aplicando en los cálculos una reducción a la sección teórica de desagüe.

También se podrá recurrir al diseño de dispositivos para retener al material flotante, aguas arriba y a distancia suficiente. Esto siempre que se garantice el mantenimiento adecuado.

7.3. CAUDAL DE ESCORRENTÍA

Para el cálculo del caudal de escorrentía, existen varios métodos entre los cuales se mencionan:

7.3.1. Métodos Racionales

7.3.1.1. Método Racional

Consiste en emplear una fórmula que indica que el gasto es igual a un porcentaje de la precipitación pluvial multiplicada por el área tributaria, y se expresa así:

$$Q = 27.52C I A$$



Siendo:

Q = Gasto en litros por Segundo

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de la precipitación, correspondiente al tiempo de concentración, en centímetros por hora.

A = Área a drenar en hectáreas.

Esta fórmula está basada en ciertas hipótesis como:

- La proporción del escurrimiento resultante, de cualquier intensidad de lluvia, es un máximo cuando esta intensidad de lluvia dura al menos tanto como el tiempo de concentración.
- El máximo escurrimiento resultante de una intensidad de lluvia con duración igual o mayor que el tiempo de concentración es una fracción de esa precipitación: o sea que se supone una relación lineal entre Q e I , dando como consecuencia que Q sea igual a cero cuando I sea igual a cero.
- El coeficiente de escorrentía es el mismo para todas las lluvias en una cuenca dada y para lluvias de diversas frecuencias.
- La relación entre máxima descarga y tamaño del área de drenaje es la misma que la relación entre duración e intensidad de precipitación.

Como puede observarse, el método racional no toma en cuenta ni las variaciones de la intensidad de la lluvia en el área durante todo el tiempo de concentración, ni tampoco el efecto de almacenamiento en la cuenca a drenar, ya que supone que la descarga es igual a la precipitación pluvial menos toda la retención de la cuenca.

La fórmula del método racional siempre sobrestima el escurrimiento, con errores apreciables a crecer el tamaño del área a drenar.



La aplicación del mismo deberá circunscribirse a áreas de drenaje relativamente pequeñas, hasta 200 acres (104 Has) conforma a la F.H.A. (Federal Highway Administraron).

**COEFICIENTES DE ESCURRIMIENTO QUE SE UTILIZAN EN EL
MÉTODO RACIONAL**

TIPO DE ÁREA DE DRENAJE	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO
Pavimentación de concreto bituminoso	0.80-0.90
Caminos de grava textura abierta	0.40-0.60
Tierra desnuda	0.20-0.80
Praderas de césped	0.10-0.40
Campos cultivados	0.20-0.40
Arenas de bosques	0.10-0.20
Ligeramente permeables	0.15-0.40
Suelos permeables	0.05-0.10

Cuando se proyecta una alcantarilla ya sea por el método de comparación o ya sea por el método empírico, el área se obtiene directamente y por lo tanto se puede proceder a proyectar la forma, pendiente, etc.; de la alcantarilla.

Sin embargo, cuando se sigue el método de Sección y Pendiente, el método de la Precipitación Pluvial o el método racional, lo que se obtiene es el gasto Q que llega a la alcantarilla, y por lo tanto es necesario calcular el área hidráulica de la misma para dar paso a ese gasto.

Generalmente, al proyectar las obras de drenaje, se acostumbra proporcionar el área hidráulica de esta manera que nunca trabajen como conducto lleno ya que ello supone que el nivel de agua se eleva a la entrada de la alcantarilla lo que traería como consecuencia inundaciones de los terraplenes adyacentes.



7.3.1.2. Método Racional ARMCO

Este Método es utilizado con resultados satisfactorios en drenaje de aeropuertos durante los últimos 35 años. Plantea la siguiente ecuación:

$$Q = AIR / 36f$$

Siendo:

Q = Gasto de escurrimiento superficial.

I = Factor de Escurrimiento superficial o Impermeabilidad Relativa.

A = Área drenada en hectáreas.

R = precipitación (cm/hora).

f = Factor para compensar la pendiente de la superficie.

FACTOR "f" APLICADO EN EL MÉTODO RACIONAL ARMCO

PENDIENTES	FACTOR "f"
≤ 0.5	3.0
0.5 % a 1.0 %	2.5
≥ 1.0 %	2.0



VALORES DE "I" PARA APLICACIÓN EN MÉTODO RACIONAL ARMCO

TIPO DE ÁREA DE DRENAJE	FACTOR DE ESCURRIMIENTO "I"
CALLES	
Asfalto	0.70-0.95
Concreto	0.80-0.95
Adoquín	0.70-0.85
Aceras y andadores	0.75-0.85
Techos	0.75-0.95
CAMINOS	
Pavimento de macadam	0.30-0.45
Pavimento asfáltico	0.85-0.95
Grava, textura abierta	0.40-0.60
Tierra desnuda	0.02-0.80

7.3.2. Métodos Experimentales

7.3.2.1. Método de la Precipitación Pluvial

- Fórmula de Burkli-Ziegler

Consiste en proyectar la alcantarilla para dar paso a una cantidad de agua determinada por el escurrimiento probable del agua de lluvia. Las fórmulas para el cálculo del gasto en este procedimiento requieren el conocimiento de la precipitación pluvial, del área a drenar, de su topografía y de la clase de suelo de dicha área. Los tres últimos datos se pueden determinar en cualquier lugar en el momento en que se necesiten, más no así la precipitación pluvial la cual es necesario conocer su valor máximo en un número bastante grande en años.



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



A continuación se anotará la fórmula de Burkli - Ziegler para calcular el gasto máximo de una alcantarilla debido a un aguacero intenso en un área tributaria determinada pequeña (menos de 250 Has). La expresión de dicha fórmula es:

$$Q = 0.022 C A I (S/A)^{(1/4)}$$

Dónde:

Q = Gasto de la alcantarilla en (m³/seg), aportado por la cuenca tributaria.

A = Área tributaria de la cuenca en Has.

I = Precipitación pluvial en centímetros por hora, correspondiente al aguacero más intenso (de 10 minutos de duración en total).

S = Pendiente promedio de la inclinación de la cuenca en metros por Kilómetro (m/Km).

COEFICIENTE "C" PARA APLICACIÓN EN LA FÓRMULA DE BURKLI - ZIEGLER

CLASE DE SUELO	"C"
Para calles pavimentadas y distritos comerciales	0.75
Para calles ordinarias de la ciudad	0.625
Para parques y calles con macadam	0.30
Para terrenos de cultivo	0.25



- Fórmula de Dickens

Consiste en proyectar la alcantarilla para dar paso a una cantidad de agua. Se emplea para calcular el gasto máximo producido en una alcantarilla, debido a una lluvia de 24 horas de duración en un área tributaria grande, ósea de 0.25 Km². Esta fórmula plantea:

$$Q = 0.01386 C(A)^{(1/4)}$$

Dónde:

Q = Escurrimiento o gasto que tomará la alcantarilla o puente (m³/seg.) aportado por toda el área.

A = Área tributaria (Km²)

C = Coeficiente que depende de la clase de terreno y de la altura total de lluvia en 24 horas.

VALORES DE COEFICIENTE "C" PARA APLICACIÓN EN FÓRMULA DE DICKENS

CLASE DE TERRENO	Años de vida útil	
	10 cm en 24 horas	15 cm en 24 horas
Terreno plano	200	300
Terreno suave	250	325
Mucho lomerío	300	350



7.3.3. Métodos Empíricos

Estos métodos son especialmente usados cuando no ha existido ninguna obra de arte en el lugar y cuando no hay datos respecto al gasto máximo del arroyo, ni datos de precipitación pluvial.

Estos métodos están bastante generalizados y consiste en el empleo de ciertas fórmulas empíricas para calcular el área hidráulica en función del área drenada y de las características topográficas de la curva a drenar.

Encontrando el área hidráulica por medio de las fórmulas empíricas ya sea la de Talbot, la de Peck, o la de Meyers, se ha visto que los resultados difieren bastante entre sí, y que los valores encontrados con la fórmula de Talbot son los que más se acercan al promedio de los valores obtenidos con las fórmulas. Debido a lo anterior por lo que generalmente, se emplea más la fórmula de Talbot que la Peck o la de Meyers.

La fórmula de Talbot está basada en un gran número de observaciones efectuadas en el medio oeste de los Estados Unidos y no toma en cuenta la intensidad de lluvia (mm/hora), ni la velocidad del escurrimiento, ni otros factores racionales, no se conoce a ciencia cierta la intensidad máxima observada, pero se supone que fue de 100 mm/hora.

La velocidad de escurrimiento fue variable, algo menos de 3 m/s.

La fórmula de Talbot da directamente el área de la alcantarilla requerida:

$$Q = 0.183 C (A)^{3/4}$$

Dónde:

a = área libre del tubo o área hidráulica (m²)

A = Área que se desea drenar (Ha)

C = Coeficiente que depende de la topografía del suelo



VALORES DE "C" PARA APLICACIÓN EN FÓRMULA DE TALBOT

TOPOGRAFIA DEL SUELO	"C"
Para terrenos con suelo rocosos y pendiente abruptas	1.00
Para terrenos quebrados con pendientes moderadas	2/3
Para valles irregulares muy anchos en comparación con su largo	1/4
Para terrenos agrícolas ondulados, en los que el largo del valle es 3 ó 4 veces el ancho	1/4
Para zonas a nivel, no afectadas por acumulación de nubes o inundaciones fuertes.	1/5

Para condiciones más favorables o terrenos con drenaje subterráneo se disminuye C en un 50%, pero se aumenta para las laderas con pendientes pronunciadas o cuando la parte alta del valle tenga un declive muy superior al canal de alcantarilla.

7.3.4. Métodos Directos

7.3.4.1. Método de Sección Pendiente

Consiste en determinar el gasto del cauce por medio de secciones hidráulicas definidas y de la pendiente del arroyo. Para ello es necesario valerse de las huellas de las aguas máximas en el sitio en que se colocará la alcantarilla y determinar la sección y la pendiente del cauce en el cruce y en dos secciones definidas en las cuales las márgenes sean altas y sobrepasen el nivel de las aguas máximas.

El gasto máximo se calculará en función del área hidráulica, el perímetro mojado, la pendiente y un coeficiente de rugosidad de acuerdo con las paredes del cauce.

Con estos elementos, y mediante la fórmula de Manning se obtiene la velocidad que multiplicada por el área hidráulica correspondiente nos proporciona el gasto máximo para el que debe proporcionarse la alcantarilla.



Sin embargo, es muy frecuente que a pesar de tratarse de un cauce bien definido, no se encuentren huellas dejadas por el agua, por lo que en estos casos conviene deducir el gasto mediante el procedimiento de la precipitación pluvial.

El caudal se calcula mediante la fórmula de Manning que está en función del área hidráulica, Radio Hidráulico, pendiente y coeficiente de rugosidad, su fórmula es:

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

Dónde:

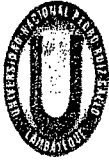
Q = Gasto en m³/seg.

n = Coeficiente de rugosidad de Manning.

R = Radio Hidráulico en metros, éste igual al área de la sección transversal del flujo (m²) dividido por el perímetro mojado (m).

S = Pendiente del cauce promedio (m/m).

V = Velocidad media del flujo (m/s).



7.4. CÁLCULO HIDRÁULICO

El tipo de información requerida para el presente proyecto es la pluviométrica. Para el ingeniero es importante la precipitación, ya que a través de ella determina el almacenamiento de agua, la descarga de los ríos y en especial el escurrimiento superficial.

En la meteorología y en la hidrología la precipitación sobre el área drenada se expresa en dos formas: como la altura media del agua en mm. Caída uniformemente y como volumen.

Definimos a la hidrología como la ciencia que estudia el régimen y la actividad de las aguas superficiales, y al conjunto de cambios que experimenta el agua en la naturaleza, se denomina ciclo hidrológico.

El ciclo hidrológico se produce con la intervención de varios factores como la atmósfera, el viento, evaporación, precipitación, temperatura, infiltración y radiación solar. Estos factores inciden de alguna manera sobre el comportamiento estructural de la obra a proyectar, por lo que su análisis, tiene mucho que ver con los parámetros de diseño que el proyectista adopte.

Podemos concluir que los estudios hidrológicos persiguen los siguientes propósitos:

- a. Determinar la avenida máxima que pueda ocurrir en la zona de estudio, con una frecuencia probable.
- b. Determinar la cantidad, frecuencia y naturaleza de las descargas de agua, que ocurra en la zona de estudio.

PRECIPITACIÓN REGISTRADA EN LA ZONA

Las precipitaciones son registradas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).



Las estaciones pluviométricas a ser analizadas se ubican en la cuenca del río Chotoque.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA PRECIPITACIÓN

A. INTENSIDAD

Viene a ser la precipitación referida a una hora para cada intervalo de tiempo. Este valor se mide en milímetros por hora (mm/h) o en centímetros por hora (cm/h).

$$I_{\text{máx.}} = P/T$$

Dónde:

P : Precipitación en altura de agua, mm.

T : Lapso de tiempo considerado; horas

$I_{\text{máx.}}$: Intensidad máxima; mm/hora

Realmente la intensidad de diseño para una determinada frecuencia (período de retorno), debe ser deducida de los registros de un pluviógrafo y de las curvas de INTENSIDAD - FRECUENCIA - PERÍODO DURACIÓN; pero a falta de esta información se ha recurrido a la aplicación del Método de Gumbel, mediante métodos probabilísticos que dan una aproximación deseable.

Para este método es necesario contar con precipitaciones máximas diarias, dato obtenido de SENAMHI. Con estos datos y el procedimiento que se explica, se obtiene probabilísticamente una intensidad de diseño.

Conjuntamente con otros parámetros este valor interviene en la aplicación de la Fórmula Racional para el cálculo del caudal de escurrimiento para el diseño de Obras Hidráulicas.



B. PERÍODO DE DURACIÓN

Es otra de las características importantes de la precipitación registrada en un pluviógrafo. El período de duración es un determinado período de tiempo, tomado en minutos, horas, dentro del total que dura la tormenta.

A falta de estudios pluviográficos en la zona de estudio, no se puede determinar el intervalo de tiempo o período de duración para una intensidad máxima. Es necesario mencionar que a mayor período de duración menor es la intensidad.

C. FRECUENCIA

Es el número de veces que se repite una tormenta de características de intensidad y duración dadas, dentro de un período de tiempo, generalmente en años. Frecuencia o Probabilidad de Excedencia, su inversa es el Período de Retorno.

El Período de Retorno es aquel para el cual la estructura soportará, dentro de los límites de seguridad, los efectos para los cuales se diseña. Existen diversas fórmulas para determinar frecuencias; se presentan algunas:

California (1923) : m/N

Hazen (1930) : $(2m-1)/2N$

Weibull (1939) : $m/(N+1)$

Dónde:

N: Total de valores de la muestra

m: Número de orden de los valores, ordenados de mayor a menor.



PARA EL PRESENTE PROYECTO SE HA USADO LA FÓRMULA DE WEIBULL POR TENER MEJOR ACEPTACIÓN.

El tiempo de concentración de las partículas de agua, hasta el cauce de una cuenca, se determina mediante la fórmula siguiente:

$$T = 0.3 (L/J^{1/4})^{3/4}$$

Dónde:

T = Tiempo de concentración en horas

L = Longitud del cauce principal en km.

J = Pendiente media

Cuando se disponga de información directa sobre niveles o cualidades de la avenida, se recomienda comparar los resultados obtenidos del análisis con esta información directa.

EL CAUDAL DE DISEÑO QUE APORTA UNA CUENCA PEQUEÑA SE OBTENDRÁ MEDIANTE LA FÓRMULA RACIONAL

$$Q = C I A / 3.6$$

Dónde:

Q = Caudal m³/seg (Para cuencas pequeñas) en la sección en estudio.

I = Intensidad de la precipitación pluvial máxima, previsible, correspondiente a una duración igual al tiempo de concentración y a un PERÍODO de retorno dado, en mm/h.

A = Área de la cuenca en km²

C = Coeficiente de escorrentía.

Para el pronóstico de los caudales, el procedimiento racional requiere contar con la familia de curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF). En nuestro país, debido a la escasa cantidad de información pluviográfica con que se cuenta, difícilmente pueden elaborarse estas curvas.



Ordinariamente sólo se cuenta con lluvias máximas en 24 horas, por lo que el valor de la Intensidad de la precipitación pluvial máxima generalmente se estima a partir de la precipitación máxima en 24 horas, multiplicada por un coeficiente de duración; en la siguiente tabla se muestran coeficientes de duración, entre 1 hora y 48 horas, los mismos que podrán usarse, con criterio y cautela para el cálculo de la intensidad, cuando no se disponga de mejor información.

COEFICIENTE DE DURACIÓN LLUVIAS ENTRE 48 HORAS Y UNA HORA

Duración de la precipitación en horas	Coeficiente
1	0.25
2	0.31
3	0.38
4	0.44
5	0.50
6	0.56
8	0.64
10	0.73
12	0.79
14	0.83
16	0.87
18	0.90
20	0.93
22	0.97
24	1.00
48	1.32

Fuente: Manual de Carreteras Hidrología, Hidráulica y Drenaje - MTC



INFORMACIÓN METEOROLÓGICA DE LA ESTACIÓN CHIRINOS

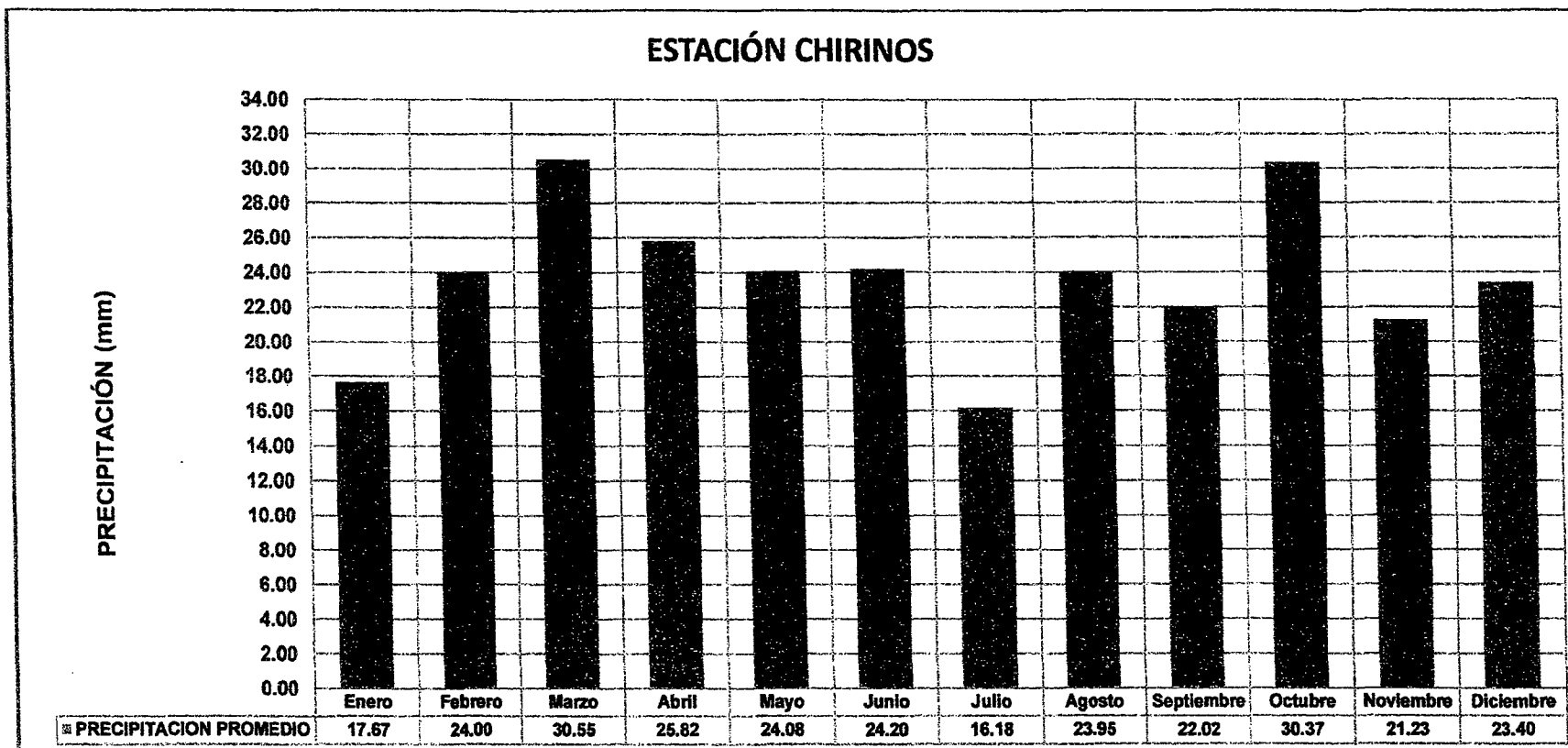
Estación : Chirinos Latitud : 05° 18' 31" S Departamento : Cajamarca
N° : 334 Longitud : 78° 53' 51" O Provincia : San Ignacio
Categoría : CO Altitud : 1785.4 msnm Distrito : Chirinos
Parámetro : Precipitación Máxima en 24 h (mm)

N°	Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Σ	Prom.
1	2010	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.30	16.30	64.40	54.60	60.10	14.60	8.50	228	19.0
2	2011	13.40	63.30	40.10	59.50	67.40	34.80	24.40	14.30	24.90	8.40	61.30	28.80	441	36.7
3	2012	30.90	20.80	13.10	32.40	27.70	39.40	18.20	16.40	9.30	42.80	23.30	19.80	294	24.5
4	2013	16.10	12.50	38.70	32.60	25.40	18.10	18.20	23.30	34.10	47.80	3.70	30.00	301	25.0
5	2014	17.30	32.20	31.90	30.40	24.00	24.30	20.00	25.30	9.20	23.10	24.50	53.30	316	26.3
6	2015	28.30	15.20	59.50	0.00	0.00	19.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	122	10.2
	Prom.	17.67	24.00	30.55	25.82	24.08	24.20	16.18	23.95	22.02	30.37	21.23	23.40	283	23.6

FUENTE:SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA SENAMHI



PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS ANUALES DE LOS AÑOS 2010 – 2015 – ESTACIÓN CHIRINOS





Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
 DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"

Cuadro de Valores Fijos de Yn y Sn Para el Metodo de Gumbel

N	Yn	Sn
1	-	-
2	0.4043	0.4984
3	0.4286	0.6435
4	0.4458	0.7315
5	0.4588	0.7928
6	0.4690	0.8388
7	0.4774	0.8749
8	0.4843	0.9043
9	0.4902	0.9288
10	0.4952	0.9497

N	Yn	Sn
11	0.4996	0.9676
12	0.5035	0.9833
13	0.5070	0.9972
14	0.5100	1.0095
15	0.5128	1.0257
16	0.5157	1.0316
17	0.5181	1.0411
18	0.5202	1.0493
19	0.5220	1.0566
20	0.5236	1.0628

N	Yn	Sn
21	0.5252	1.0696
22	0.5368	1.0754
23	0.5283	1.0811
24	0.5296	1.0264
25	0.5309	1.0915
26	0.5320	1.0961
27	0.5332	1.1004
28	0.5343	1.1047
29	0.5353	1.1086
30	0.5362	1.1126

Fuente: Hidrología en la Ingeniería.

AÑO	Precipitación Máx. (mm)	N° Orden	Precipitación de Mayor a Menor	Período de Retorno (n+1)/m	(X-xi)	(X-xi) ²
2010	64.40	10	67.40	2	-11.53	133.02
2011	67.40	11	64.40	1	-8.53	72.82
2012	42.80	12	59.50	1	-3.63	13.20
2013	47.80	13	53.30	1	2.57	6.59
2014	53.30	14	47.80	1	8.07	65.07
2015	59.50	15	42.80	1	13.07	170.74
					0.00	461.43



Variables de Calculo:

Madia Aritmetica	:	Y =	55.87
Desviación Estandar	:	Sy =	9.61
Numero de Muestras	:	n =	6
Media Estandar f(n)	:	Yn =	0.4690
Desviacion Estandar f(n)	:	Sn =	0.8388



B.- CALCULO DE LA INTENSIDAD DE DISEÑO

PERÍODO DE RETORNO Tm (años)	Ln Ln (Tm) Tm-1	Yn	Y	Sy	Sn	PRECIPITAC.
2.00	-0.3665	0.4690	55.87	9.607	0.8388	54.6929
3.00	-0.9027	0.4690	55.87	9.607	0.8388	60.8340
4.00	-1.2459	0.4690	55.87	9.607	0.8388	64.7643
5.00	-1.4999	0.4690	55.87	9.607	0.8388	67.6738
6.00	-1.7020	0.4690	55.87	9.607	0.8388	69.9878
7.00	-1.8698	0.4690	55.87	9.607	0.8388	71.9100
8.00	-2.0134	0.4690	55.87	9.607	0.8388	73.5546
9.00	-2.1389	0.4690	55.87	9.607	0.8388	74.9918
10.00	-2.2504	0.4690	55.87	9.607	0.8388	76.2683
15.00	-2.6738	0.4690	55.87	9.607	0.8388	81.1172
20.00	-2.9702	0.4690	55.87	9.607	0.8388	84.5123
25.00	-3.1985	0.4690	55.87	9.607	0.8388	87.1274
50.00	-3.9019	0.4690	55.87	9.607	0.8388	95.1834
100.00	-4.6001	0.4690	55.87	9.607	0.8388	103.1798

C.- PERIODO DE RETORNO

Según el: "MANUAL PARA EL DISEÑO DE CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO" a título recomienda: La selección del caudal de diseño para el cual debe proyectarse un drenaje superficial, está relacionada con la probabilidad o riesgo que ese caudal sea excedido durante el período para el cual se diseña la carretera. En general, se aceptan riesgos más altos cuando los daños probables que se produzcan, en caso de que discurra un caudal mayor al de diseño, sean menores y los riesgos aceptables deberán ser muy pequeños cuando los daños probables sean mayores. y Recomienda el siguiente cuadro:



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"

**Periodo de retorno para diseño de obras de
drenaje en carreteras de bajo volumen de
tránsito.**

TIPO DE OBRA	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS
Puentes y pontones	100 (minimo)
Alcantarilla de paso y Badenes	50
Alcantarilla de Alivio	10 - 20
Drenaje de la Plataforma	10

Para el Diseño de las obras de Arte tomaremos los siguientes Valores:

Y diseño para Alcantarilla de paso y Badenes	=	76.2683	mm
Y diseño para Alcantarilla de Alivio	=	76.2683	mm
Y diseño para Drenaje de la Plataforma	=	76.2683	mm

Determinación del "C" (% de precipitación para los periodos de retorno)

DURACIÓN (HORAS)	C (PORCENTAJE DE PRECIPITACIÓN)	PERÍODO DE RETORNO
6	75.00%	57.2012
12	80.00%	61.0146
24	100.00%	76.2683

Donde el valor de C es constante, tomándose el valor de Y de diseño como el 100% para 24 horas para luego hallar la precipitación para cada hora, tomando el valor para 6 horas de precipitación.

D.- DETERMINACIÓN DEL % DE PRECIPITACIÓN EN CADA HORA

Suponiendo una precipitación durante 6 horas seguidas

DURACIÓN (HORAS)	C (PORCENTAJE DE PRECIPITACIÓN)	C (PORCEN. DE PRECIPITA.) ACUMULADA	PRECIPITACIÓN DISEÑO	PRECIPITACIÓN DISEÑO ACUMULADA
1	49.00%	49.00%	28.03	28.0286
2	15.00%	64.00%	8.58	36.6088
3	11.00%	75.00%	6.29	42.9009
4	9.00%	84.00%	5.15	48.0490
5	8.00%	92.00%	4.58	52.6251
6	8.00%	100.00%	4.58	57.2012
	100.00%			



Para nuestro caso adoptamos lo más desfavorable que es para 1 hora con el 49% de precipitación.

$$I \text{ max. } 24 = 28.03 \text{ mm}$$

E.- DETERMINACIÓN DE "I" PARA MAXIMAS AVENIDAS

Debemos de comparar el valor anterior con el valor correspondiente a la precipitación

Maxima de : 67.40 mm
Tomamos : 49.00% Para el caso más desfavorable.

DURACIÓN (HORAS)	C (PORCENTAJE DE PRECIPITACIÓN)	PRECIPITACIÓN DISEÑO (1 Hora)
1	49.00%	33.03

$$I \text{ max. } 24 = 33.03 \text{ mm}$$

Asumimos el Valor Máximo para Diseño:

$I \text{ Max. } 24 = 33.03 \text{ mm}$

7.5. DISEÑO DE OBRAS DE ARTE

Las soluciones adoptadas para el diseño de las obras de arte, se establecieron de acuerdo a la topografía del terreno, el estudio hidrológico, el estudio de suelos, las canteras de agregados, etc. y las consideraciones estipuladas en los términos de referencia, teniendo en cuenta la elección de una alternativa técnico – económica viable.

Las obras de arte consideradas en el presente estudio son:

- a. Cunetas
- b. Alcantarillas
- c. Badenes



7.5.1. CUNETAS

Las cunetas tendrán, en general, sección triangular y se proyectaran para todos los tramos al pie de los taludes de corte.

Sus dimensiones serán fijadas de acuerdo a las condiciones pluviométricas, siendo las dimensiones mínimas aquellas indicadas en el cuadro 7.5

En ancho es medido desde el borde de la subrasante hasta la vertical que pasa por el vértice inferior. La profundidad es medida verticalmente desde el nivel del borde de la subrasante el fondo o vértice de la cuneta.

REGIÓN	PROFUNDIDAD(m)	ANCHO(m)
Seca	0.20	0.50
Lluviosa	0.30	0.75
Muy lluviosa	0.50	1.00

CUADRO N° 7.5: DIMENSIONES MÍNIMAS DE LAS CUNETAS

• Revestimiento de las cunetas

Cuando el suelo es deleznable (arenas, limos, arenas limosas, arena limo arcillosos, suelos francos, arcillas, etc.) y la pendiente de la cuneta es igual o mayor de 4%, esta deberá revestirse con piedra y lechada de cemento u otro revestimiento adecuado.

• Desagüe de las cunetas

El desagüe del agua de las cunetas se efectuara por medio de alcantarillas de alivio.

La longitud de las cunetas entre alcantarillas de alivio será de 250 m como máximo para suelos no erosionables o poco erosionables. Para otro tipo de suelos susceptibles a erosión, la distancia podrá disminuir de acuerdo a los resultados de la evaluación técnica de las condiciones de pluviosidad, cobertura vegetal de los suelos, taludes naturales y otras características de la zona.

7.5.2. ALCANTARILLAS

7.5.2.1. Definición

Son Obras de Arte denominadas de drenaje transversal. Tienen por finalidad permitir que el agua pueda pasar de un lado a otro de la carretera, generalmente pasan por debajo de la superficie de rodadura por lo tanto deben ser proyectadas



de manera tal que puedan resistir el peso del relleno, así como, las cargas derivadas del tráfico.

Su forma puede ser: rectangulares o circulares y deben permitir la evacuación rápida del agua que llega a ellas, estarán ubicadas en todas las quebradas, en los desagües de las cunetas y en todas las partes bajas de la carretera que se pasan con rellenos para evitar los empozamientos de agua y los consiguientes daños al terraplén.

7.5.2.2. Tipos de alcantarilla

- **Alcantarillas de Tubo**

Pueden ser de concreto simple reforzado, de metal corrugado, de barro vitrificado, de fierro fundido.

- **Alcantarillas de Cajón o de Marco**

Son de concreto reforzado y pueden ser sencillas o múltiples.

- **Alcantarilla de Bóveda**

Son de concreto simple o de mampostería. Pueden ser sencillas o múltiples.

- **Alcantarillas de Losa**

Consta de dos muros laterales de concreto ciclópeo o mampostería sobre los cuales descansa una losa de concreto reforzado.

- **Dimensiones Mínimas**

La dimensión mínima interna de las alcantarillas deberá ser la que permite su limpieza y conservación. Para el caso de las alcantarillas de paso es deseable que la dimensión mínima de la alcantarilla sea por lo menos 1.00 m, para las alcantarillas de alivio pueden ser aceptables diámetros no menores a 0.40 m., pero lo más común es usar un diámetro mínimo de 0.60 m en el caso de tubos y ancho, alto 0.60 m en el caso rectangular.

7.5.3. BADENES

Los badenes (figura 7.5.3) son una solución satisfactoria para los cursos de agua que descienden por pequeñas quebradas. Descargando esporádicamente caudales con fuerza durante algunas horas, en épocas de lluvia y arrastrando materiales sólidos.



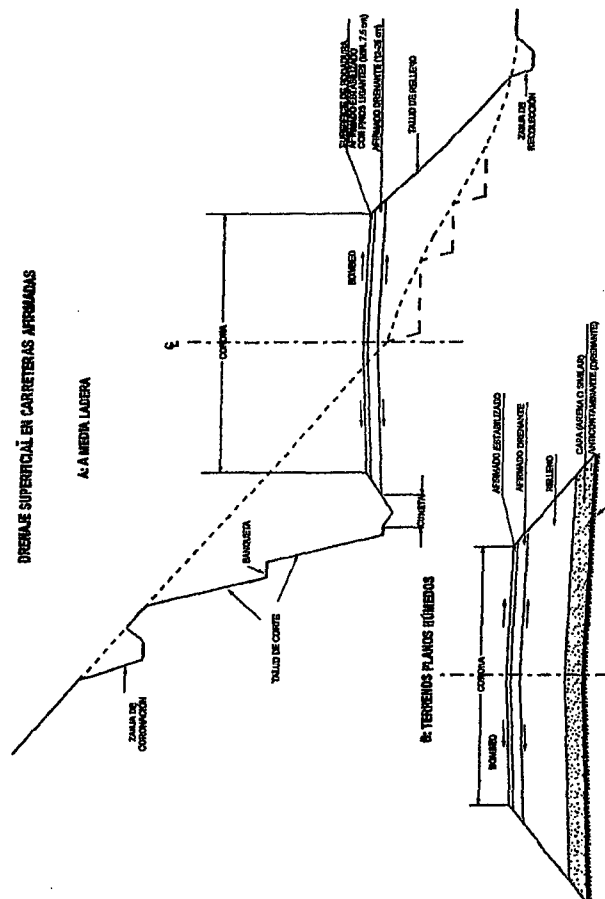
**"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"**

Los badenes tienen como superficie de rodadura una capa de empedrado de protección o cuentan con una superficie mejorada formada por una losa de concreto.

Evitar la colocación de badenes sobre depósitos de suelos de grano fino susceptibles a la socavación, o adopción de diseños que no prevean protección contra la socavación.

También pueden usarse badenes combinados con alcantarillas, tanto de tubos como del tipo cajón.

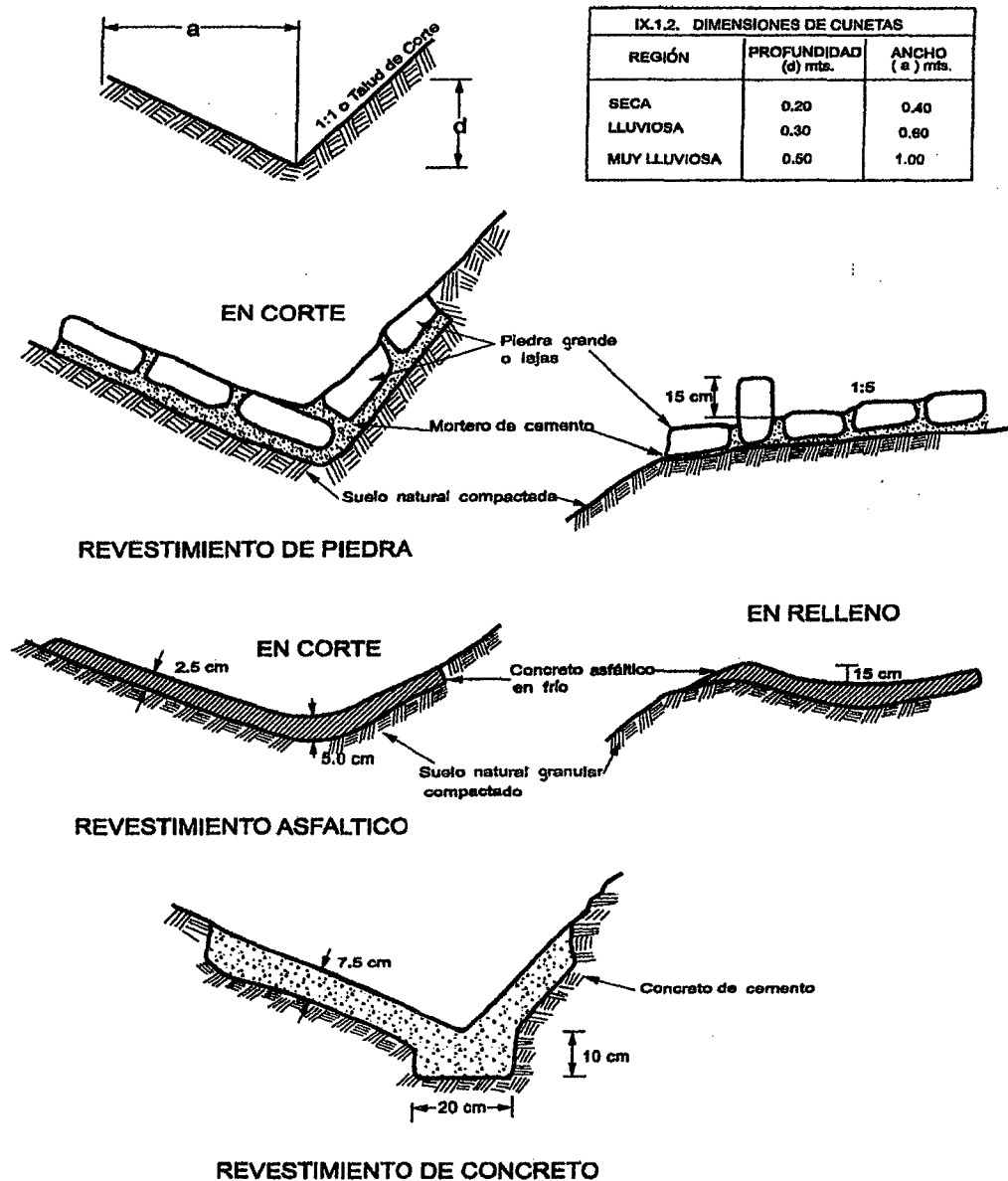
Los badenes presentan la ventaja de que son estructuras menos costosas que las alcantarillas grandes, pontones o puentes. Asimismo, en general, no son susceptibles de obstruirse. En su mayoría los badenes no son muy sensibles con respecto al caudal de diseño, debido a que un pequeño incremento del tirante de agua incrementa de modo importante la capacidad hidráulica.





DISEÑOS TÍPICOS DE CUNETAS

Fig. 7.5.1



DETALLES DE ALCANTARILLAS

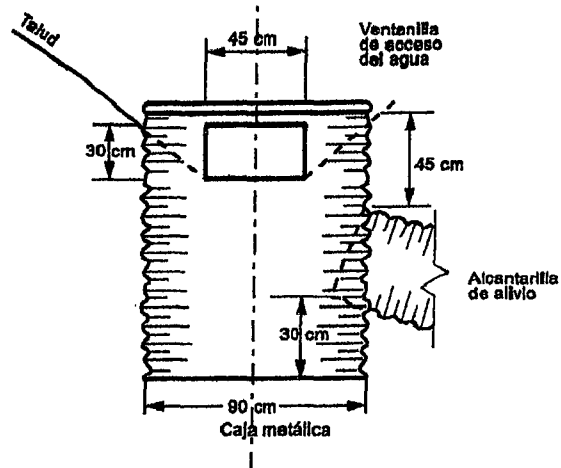
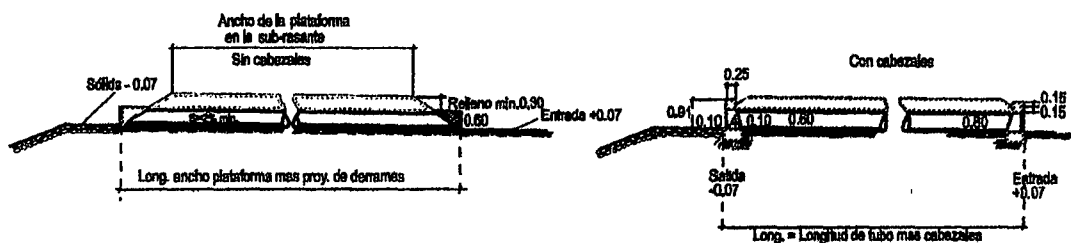




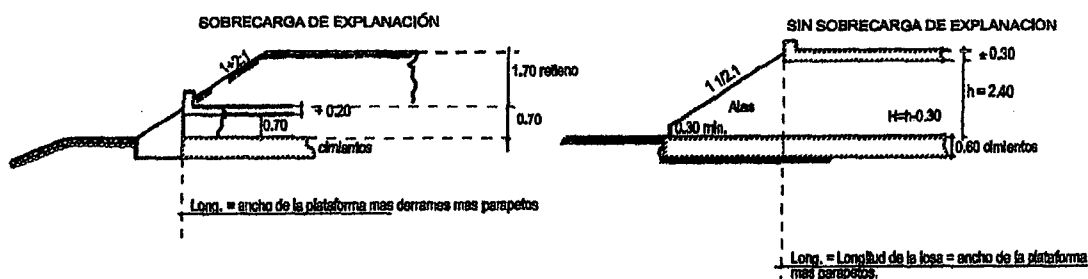
Fig. 7.5.3

EJEMPLOS DE LOCALIZACIÓN Y
Y DE TIPOS DE ALCANTARILLAS

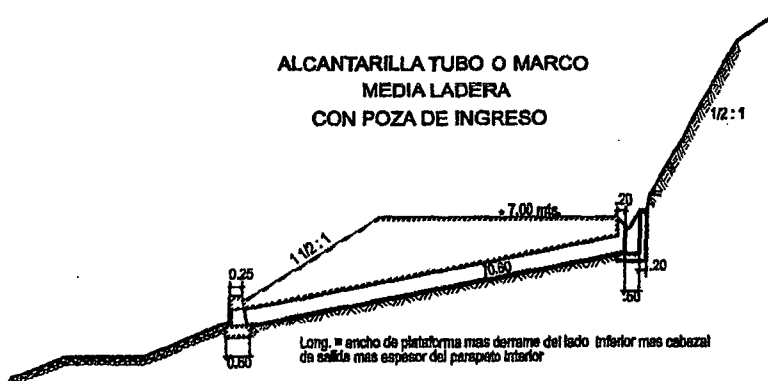
ALCANTARILLAS METÁLICAS 0.60 Diam.



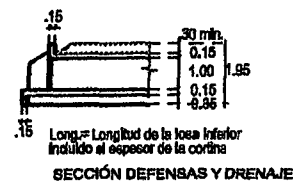
ALCANTARILLA DE LOSA

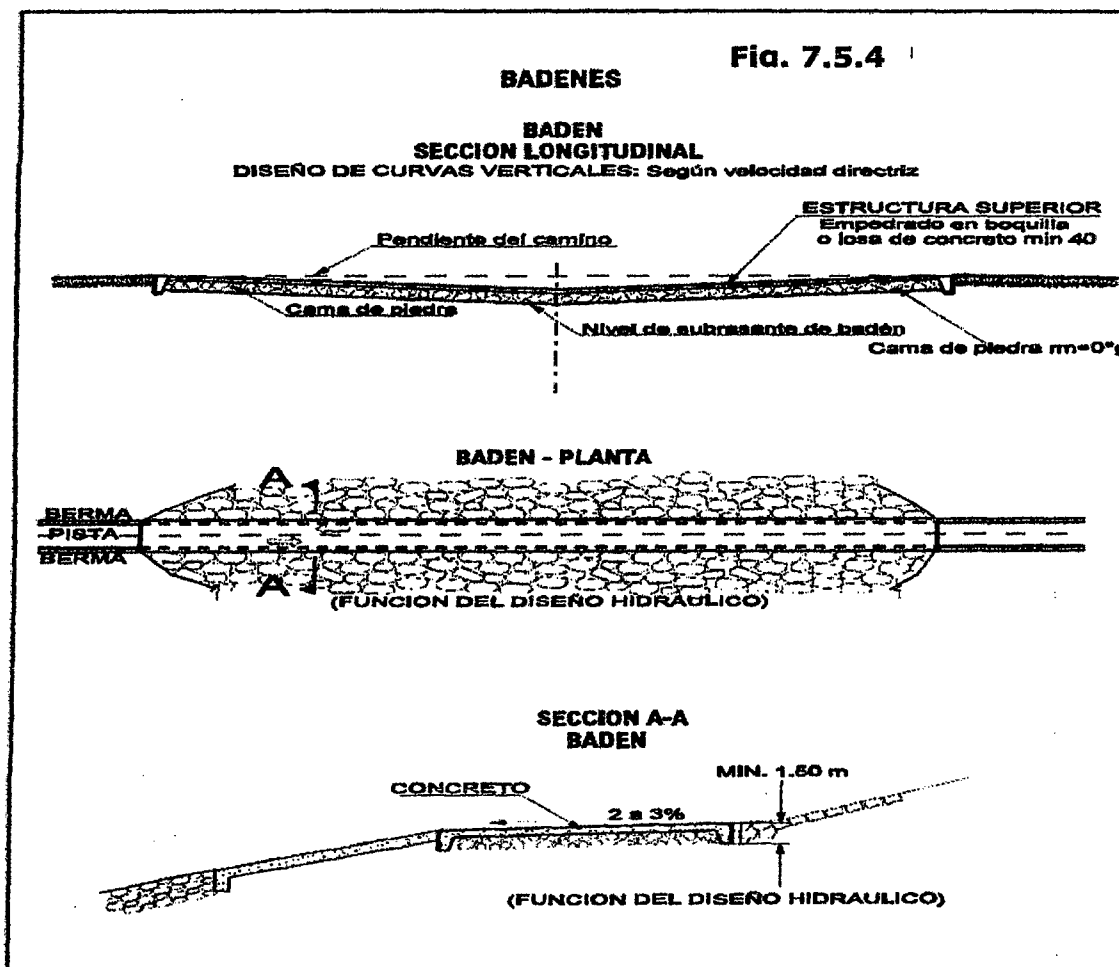


ALCANTARILLA TUBO O MARCO
MEDIA LADERA
CON POZA DE INGRESO



ALCANTARILLA MARCO





7.6. CAUDAL DE ESCORRENTIA

Para el cálculo del caudal de escorrentía para las distintas obras proyectadas, como no se cuenta con datos de caudales, la descarga máxima será estimada en base a las intensidades máximas y a las características de la cuenca, recurriéndose al Método Racional.

$$Q_m = \frac{CIA}{3.6}$$

Dónde:

Q_m = Caudal de diseño en m^3/s .

C = Coeficiente de escorrentía.

I = Intensidad de precipitación en mm/hora.

A = Área de cuenca en Km^2 .



Los fundamentos en que se basa este Método son:

- La magnitud de una descarga originada por cualquier intensidad de precipitación alcanza su máximo cuando esta tiene un tiempo de duración igual o mayor que el tiempo de concentración.
- La frecuencia de ocurrencia de la descarga máxima es igual a la de la precipitación para el tiempo de concentración dado.
- La relación entre la descarga máxima y tamaño de la cuenca es la misma que entre la duración e intensidad de la precipitación.
- El coeficiente de escorrentía es el mismo para todas las tormentas que se produzcan en una cuenca dada.

7.7. CALCULO HIDRAULICO

En el presente Estudio se ha contemplado la construcción de estructuras que garanticen el funcionamiento del sistema de drenaje en concordancia a la demanda hidrológica y característica geomorfológica de la zona en estudio.

Desde el punto de vista hidráulico se plantean diseños que le proporcionen a las obras de drenaje la mayor eficiencia posible, cumpliendo con los requerimientos según sea el caso, de durabilidad y de una adecuada capacidad hidráulica, que al mismo tiempo guarden una relación entre rentabilidad y conservación con el medio ambiente.

Estas obras están destinadas a constituirse, en conjunto, como los sistemas que drenarán los flujos de agua libres de la zona, de tal manera que permita darle mayor durabilidad a la vía.

A) DIMENSIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE DRENAJE

El planeamiento de un sistema de drenaje superficial eficiente comprende dos fases: el análisis hidrológico y el diseño hidráulico.

Por lo tanto un buen diseño de drenaje, requiere una razonable exactitud en la predicción de las escorrentías máximas para determinados intervalos de ocurrencia.

La mayoría de las veces, como en el caso del presente estudio, el factor limitante es la carencia de información básica ya que no existe información de frecuencia, intensidad, duración de lluvias, etc. para la zona en estudio, datos que son de suma importancia para la predicción de escorrentías máximas.

Los métodos usuales para dimensionar las alcantarillas son:

- Inspección de estructuras viejas existentes, aguas arriba o aguas abajo.
- La aplicación de fórmulas empíricas para determinar directamente el tamaño de la abertura requerida.



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"

- La aplicación de métodos para determinar la cantidad de agua que llega a la estructura y luego la aplicación de una expresión matemática para el diseño del tamaño adecuado para descargar dicho caudal.

Para este fin se ha realizado la observación directa en el campo de los máximos niveles de agua, el dimensionamiento de las estructuras existentes y luego la aplicación de la fórmula de Manning, tomando en cuenta lo siguiente:

$$Q_d > Q_m$$

Donde:

Q_m = Descarga máxima proyectada en m³/seg. (Método Racional)

Q_d = Descarga de diseño de la obra en m³/seg

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

Dónde:

Q_d = Descarga de diseño en m³/s.

A = Área Hidráulica en m².

R = Radio Hidráulico en m.

S = Pendiente en m/m.

n = Coeficiente de Rugosidad ($n=0.013$ para el concreto, $n=0.35$ para cunetas sin revestir).

CUADRO N° 7.7: COEFICIENTES DE RUGOSIDAD DE MANNING

	Coeficiente de Manning
Cunetas y canales sin revestir	
En tierra ordinaria, superficie uniforme y lisa	0,020-0,025
En tierra ordinaria, superficie irregular	0,025-0,035
En tierra con ligera vegetación	0,035-0,045
En tierra con vegetación espesa	0,040-0,050
En tierra excavada mecánicamente	0,028-0,033
En roca, superficie uniforme y lisa	0,030-0,035
En roca, superficie con aristas e irregularidades	0,035-0,045
Cunetas y Canales revestidos	
Hormigón	0,013-0,017
Hormigón revestido con gunita	0,016-0,022
Encachado	0,020-0,030
Paredes de hormigón, fondo de grava	0,017-0,020
Paredes encachadas, fondo de grava	0,023-0,033
Revestimiento bituminoso	0,013-0,016

FUENTE: Tabla tomada de S.M. Woodward and C. J Posey
"Hydraulics of steady flow in open channels".



DESCRIPCION DE OBRAS DE ARTE E INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES

KM 0 + 000 – KM 10 + 126

N°	UBICACIÓN (PROGRESIVA)	DESCRIPCION	CAUSAS DEL PROBLEMA	ALTERNATIVA DE SOLUCION
01	0 + 364	Alcantarilla C.A. Tipo Marco 1.20 x 1.00, en regular estado de conservación.	Alcantarilla medianamente colmatada	Limpieza general de alcantarilla.
02	0 + 434	Alcantarilla C.A. Tipo Marco 1.20 x 1.00, en buen estado de conservación.	Alcantarilla medianamente colmatada	Limpieza general de alcantarilla.
03	0 + 614	Alcantarilla C.A. Tipo Marco 1.20 x 1.00, en regular estado de conservación.	Alcantarilla medianamente colmatada	Limpieza general de alcantarilla.
04	0+ 999	Alcantarilla C.A. Tipo Marco 1.40 x 1.20, en buen estado de conservación.	Alcantarilla medianamente colmatada	Limpieza general de alcantarilla.
05	8 + 250	Alcantarilla C.A. Tipo Marco 1.20 x 1.10, en regular estado de conservación.	Alcantarilla medianamente colmatada	Limpieza general de alcantarilla.
06	9 + 189	Alcantarilla C.A. Tipo Marco 1.40 x 1.0, en regular estado de conservación.	Alcantarilla medianamente colmatada	Limpieza general de alcantarilla.

ALCANTARILLA N°	UBICACIÓN	Area (ha)	Coeficiente (C)	Qdiseño (m³/s)
1	0 + 364	2.55	0.613	0.14328
2	0 + 434	2.78	0.613	0.15621
3	0 + 614	4.91	0.613	0.27589
4	0+ 999	4.65	0.613	0.26128
5	8 + 250	3.08	0.613	0.17307
6	9 + 189	7.28	0.613	0.40906



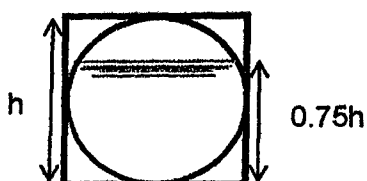
VERIFICACIÓN DE SECCIÓN HIDRAULICA DE ALCANTARILLAS 1.20 m X
1.0 m (Menor sección hidráulica vs Mayor caudal de diseño)

CAUDAL DE DISEÑO

$$Q_{\text{diseño}} = 0.41 \text{ m}^3/\text{s}$$

**VERIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD DE EVACUACIÓN DE LA ALCANTARILLA AL
75%**

Ancho de alcantarilla	= 1.20 m
Alto de alcantarilla	= 1.00 m
Área de alcantarilla	= 1.20 m ²
Área efectiva de alcantarilla	= 0.90 m ²
P: perímetro mojado	= 2.70 m
S: pendiente de la alcantarilla	= 0.025
n : rugosidad de la alcantarilla	= 0.017



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

$$Q_{\text{max}} = 4.49 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{max}} > Q_{\text{diseño}}$$

4.024 > 0.41 CUMPLE!

Si la sección hidráulica menor cumple con el máximo caudal de diseño, las demás secciones no tendrán ningún problema.



B) DISEÑO HIDRÁULICA

A continuación se presenta las hojas de cálculo de las obras de Drenaje proyectadas para el caudal de diseño proyectado en la parte del estudio Hidrológico del Proyecto.

- ✓ **ALCANTARILLAS DE ALIVIO**
- ✓ **ALCANTARILLAS DE PASO**
- ✓ **BADENES**
- ✓ **CUNETAS**

C) DISEÑO ESTRUCTURAL

Así mismo se anexa las hojas de cálculo de la parte del diseño estructural de las obras de drenaje proyectadas



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



CAPITULO VIII

SEÑALIZACIÓN



DEFINICIÓN

Se denominan Dispositivos para el Control del Tránsito, a las señales, marcas, semáforos y cualquier otro dispositivo que se coloca sobre o adyacentes a las carreteras, con el objetivo de prevenir, regular y guiar a los usuarios de las mismas.

NORMATIVIDAD VIGENTE

El Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, mediante Resolución Ministerial R.M. N° 210-2000 MTC/15.12 del 03 de Mayo del 2000, aprobó el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en calles y carreteras, de acuerdo con el Manual Interamericano, que reemplaza al Manual de Señalización de 1966 y a cualquier otro manual en uso, con la finalidad de definir el diseño y utilización de los dispositivos de control del tránsito (señales, marcas en el pavimento, semáforos y dispositivos auxiliares), destinados a obtener la necesaria e imprescindible uniformidad de ellos en el país, contribuyendo al mejoramiento en el control y ordenamiento de tránsito en calles y caminos del Perú.

8.1. FUNCIÓN DE LAS SEÑALES DE TRÁNSITO

Es la de controlar la operación de los vehículos en una vía proporcionando el ordenamiento del flujo del tránsito e informando a los conductores de todo lo que se relaciona con el camino que recorren.

8.2. CLASIFICACIÓN DE LAS SEÑALES DE TRÁNSITO

- Señales Reguladoras o de Reglamentación.
- Señales Preventivas.
- Señales de Información.

8.2.1. Señales reguladoras o de reglamentación

8.2.1.1. Definición

Las señales de reglamentación tienen por objeto 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.



8.2.1.2. Clasificación

Las señales de Reglamentación se dividen en:

- Señales relativas al derecho de paso.
- Señales prohibitivas o restrictivas.
- Señales de sentido de circulación.

8.2.1.3. Forma

a) Señales relativas al derecho de paso:

- Señal de "PARE" (R-1) de forma octogonal.
- Señal de "CEDA EL PASO" (R-2) de forma triangular (Equilátero) con el vértice en la parte inferior.

b) Señales prohibitivas o restrictivas de forma circular pudiendo llevar aparte una placa adicional rectangular con la leyenda explicativa del mensaje que encierra la simbología utilizada.

c) Señales de sentido de circulación de forma rectangular y con su mayor dimensión horizontal (R-14).

8.2.1.4. Colores

a) Señales relativas al derecho de paso:

- Señal PARE (R-1) de color rojo, letras y marco blanco.
- Señal CEDA EL PASO (R-2) de color blanco con franja perimetral roja.

b) Señales prohibitivas o restrictivas, de color blanco con símbolo y marco negro; el círculo de color rojo, así como la franja oblicua trazada del cuadrante superior izquierdo al cuadrante inferior derecho que representa prohibición.



- c) Señales de sentido de circulación, de color negro con flecha blanca. En caso de utilizarse la leyenda llevará letras negras. Las tonalidades corresponderán a lo prescrito en el manual.

8.2.1.5. Dimensiones

- Señal de PARE (R-1): octágono de 0,75m x 0,75m
- Señal de CEDA EL PASO (R-2): triángulo equilátero de lado 0,90m
- Señales prohibitivas: círculo de diámetro 0,60m, cuadrado de 0,60m de lado, placa adicional de 0,60m x 0,40m.

Las dimensiones de los símbolos estarán de acuerdo al diseño de cada una de las señales de reglamentación mostradas en el manual en mención.

La prohibición se indicará con la diagonal que forma 45° con la vertical y su ancho será igual al ancho del círculo.

8.2.1.6. Ubicación

Deberán colocarse a la derecha en el sentido del tránsito, en ángulo recto con el eje del camino, en el lugar donde exista la prohibición o restricción.

8.2.1.7. Relación de Señales Restrictivas o de Reglamento

Se muestran algunas señales que serán empleadas en el proyecto.

- (R-1) Señal de pare

Se usará exclusivamente para indicar a los conductores que deberán efectuar la detención de su vehículo.

Se colocará donde los vehículos deban detenerse a una distancia del borde más cercano de la vía interceptada no menor de 2m; generalmente se complementa esta señal con las marcas en el pavimento correspondiente a la línea de parada, cruce de peatones.



– (R-2) Señal de ceda el paso

Se usara para indicar al conductor que ingresa a una vía preferencial, ceder el paso a los vehículos que circulan por dicha vía. Se usa para los casos de convergencia de los sentidos de circulación no así para los de cruce.

De forma triangular con su vértice hacia debajo de color blanco con marco rojo.

Deberá colocarse en el punto inmediatamente próximo, donde el conductor deba disminuir o detener su marcha para ceder el paso a los vehículos que circulan por la vía a la que está ingresando.

– (R-12) Señal prohibido cambiar de carril

De forma y colores correspondientes a las señales prohibitivas. Se utiliza para indicar al conductor que no debe cambiar de carril por donde circula y se colocará al comienzo de la zona de prohibición.

– (R-15) Señal mantenga su derecha

De forma y colores correspondientes a las señales prohibitivas o restrictivas. Se empleará esta señal para indicar la posición que debe ocupar el vehículo en ciertos tramos de la vía, en que por existir determinadas condiciones se requiere que los vehículos transiten manteniendo rigurosamente su derecha. Se usará también en las zonas donde exista la tendencia del conductor a no conservar su derecha.

– (R-16) Señal de prohibido adelantar

De forma y colores correspondientes a las señales prohibitivas. Se utilizará para indicar al conductor la prohibición de adelantar a otro vehículo, motivado generalmente por limitación de visibilidad. Se colocará al comienzo de las zonas de limitación.



- (R-30) Señal de velocidad máxima

De forma y colores correspondientes a las señales prohibitivas o restrictivas. Se utilizará para indicar la velocidad máxima permitida a la cual podrán circular los vehículos. Se emplea generalmente para recordar al usuario del valor de la velocidad reglamentaria y cuando, por razones de las características geométricas de la vía o aproximación a determinadas zonas (urbana, colegios), debe restringirse la velocidad.

- (R-32) Señal peso máximo

De forma y colores correspondientes a las señales prohibitivas. Se utilizará para informar al usuario el peso máximo permitido por vehículo expresado en toneladas métricas. Se colocara en los tramos de la vía donde sea necesario conocer el peso total máximo que puede soportar la infraestructura de la vía. En el círculo se indicará el valor correspondiente.

- (R-36) Señal ancho máximo permitido

De forma y colores correspondientes a las señales prohibitivas o restrictivas. Se utilizará para indicar el ancho máximo permitido a los vehículos en circulación. Se colocará en aquellos tramos de las vías que por sus características geométricas no permiten la circulación de vehículos con ancho mayor al indicado.

8.2.2. Señales Preventivas

8.2.2.1. Definición

Las señales preventivas son aquellas que se utilizan 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 tomando ciertas precauciones necesarias.



8.2.2.2. Forma

Serán de forma cuadrada con uno de sus vértices hacia abajo formando un rombo, a excepción de las señales escolares que serán de forma pentagonal; las señales especiales de "ZONA DE NO ADELANTAR" que serán de forma triangular tipo banderola horizontal, las de indicación de curva "CHEVRON", que serán de formarectangular y las de "PASO A NIVEL DE LÍNEA FÉRREA" (Cruz de San Andrés) que será de diseño especial.

8.2.2.3. Color

- Fondo y borde: Amarillo caminero
- Símbolos, letras y marco: Negro

8.2.2.4. Dimensiones

Las dimensiones de las señales preventivas deberán ser tales que el mensaje transmitido sea fácilmente comprendido y visible, variando su tamaño de acuerdo a lo siguiente:

- Carreteras, avenidas y calles: 0,60m x 0,60m
- Autopistas, Caminos de alta velocidad: 0,75m x 0,75m

En casos excepcionales y cuando se estime necesario llamar preferentemente la atención como consecuencia de alto índice de accidentes, se utilizará señales de 0,90m x 0,90m.

8.2.2.5. Ubicación

Deberán colocarse a una distancia del lugar que se desea prevenir, de modo tal que permitan al conductor tener tiempo suficiente para disminuir su velocidad; la distancia será determinada de tal manera que asegure su mayor eficacia tanto de día como de noche, teniendo en cuenta las condiciones propias de la vía.

Se ubicarán a la derecha en ángulo recto frente al sentido de circulación.



En general las distancias recomendadas son:

- En zona urbana 60 m - 75 m
- En zona rural 90 m - 180 m
- En autopista 300 m - 500 m

8.2.2.6. Relación de Señales Preventivas

Se mencionan las que se serán aplicadas en este proyecto:

- **(P-1 A) Señal curva pronunciada a la derecha**
- **(P-1B) A la izquierda**

Se usará para prevenir la presencia de curvas de radio menor de 40m y para aquellas de 40 a 80m de radio cuyo ángulo de deflexión sea mayor de 45°.

- **(P-2A) Señal curva a la derecha, (p-2b) a la izquierda**

Se usará para prevenir la presencia de curvas de radio de 40 m a 300 m con ángulo de deflexión menor de 45° y para aquellas de radio entre 80 y 300 m cuyo ángulo de deflexión sea mayor de 45°.

- **(P-3A) Señal curva y contra curva pronunciadas a la derecha, (p-3b) a la izquierda**

Se emplearán para indicar la presencia de dos curvas de sentido contrario, separadas por una tangente menor de 60 m, y cuyas características geométricas son las indicadas en las señales de curva para el uso de la señal (P-l).

- **(P-4A) Señal de curva y contra curva a la derecha, (p-4b) a la izquierda**

Se empleará para indicar la presencia de dos curvas de sentido contrario, con radios inferiores a 300 m y superiores a 80 m, separados por una tangente menor de 60m.



- (P-5A) Señal camino sinuoso a la derecha (p-5b) a la izquierda

Se empleará para indicar una sucesión de tres o más curvas, evitando la repetición frecuente de señales de curva. Por lo general, se deberá utilizar la señal (R-30) de velocidad máxima, para indicar complementariamente la restricción de la velocidad.

- Señales de cruce

Las señales de "Cruce" se utilizan para advertir a los conductores de la proximidad de un cruce, empalme o bifurcación; dichas señales se utilizarán en carreteras, en zonas rurales y, en casos excepcionales, en la zona urbana.

Los símbolos indican claramente las características geométricas de la intersección, empalme o bifurcación, utilizándose un trazo más grueso para indicar la vía preferencial.

Estas señales deberán ser utilizadas en todas las vías interceptantes o concurrentes con el fin de advertir a los conductores que transitan por ellas, de las condiciones del cruce, empalme o bifurcación a encontrar.

- (P-8) Señal bifurcación en "y"

Se utilizarán para indicar la proximidad de una bifurcación en "Y".

- (P-14A) Señal de intersección en ángulo agudo con vía lateral secundaria derecha

Se utilizará para prevenir al conductor de la existencia de una intersección en ángulo agudo con vía lateral secundaria. Se colocará a una distancia de 100 m a 200 m de la intersección.



– **(P-14B) Intersección en ángulo agudo con vía lateral secundaria izquierda**

Se utilizará para prevenir al conductor de la existencia de una intersección en ángulo agudo con vía lateral secundaria. Se colocará a una distancia de 100 m a 200 m de la intersección.

– **(P-48) Señal cruce de peatones**

Se utilizará para advertir la proximidad de cruces peatonales. Los cruces peatonales se delimitarán mediante marcas en el pavimento.

– **(P-49) Zona escolar**

Se utilizará para indicar la proximidad de una zona escolar. Se empleará para advertir la proximidad de un cruce escolar.

– **(P-51) Señal paso de maquinaria agrícola**

Esta señal se utilizará para advertir la proximidad, en una carretera, de una zona de cruce o tránsito eventual de este tipo de vehículos.

– **(P-53) Señal cuidado animales en la vía**

Se utilizará para advertir la proximidad de zonas donde el conductor pueda encontrar animales en la vía.

– **(P-56) Señal zona urbana**

Se utilizará para advertir al conductor de la proximidad de un poblado con el objeto de adoptar las debidas precauciones.



Se colocará a una distancia de 200 m a 300 m antes del comienzo del centro poblado, debiéndose complementar con la señal R-30 de la Velocidad máxima que establezca el valor que corresponde al paso por el centro poblacional.

– **(P-59) Aproximación a señal ceda el paso**

Se utilizará ante la proximidad de una señal Ceda el Paso, la cual no es visible a la distancia suficiente para permitir al conductor detener su vehículo en la señal apropiada.

– **(P-61) Señal chevron**

Se utilizará como auxiliar en la delineación de curvas pronunciadas, colocándose solas o detrás de las guardavías.

8.2.3. Señales de Información

8.2.3.1. Definición

Las señales de información tienen como fin el de guiar al conductor de un vehículo a través de una determinada ruta, dirigiéndolo al lugar de su destino. Tienen también por objeto identificar puntos notables tales como: ciudades, ríos, lugares históricos, etc. y dar información que ayude a emplearla en el uso de la vía.

8.2.3.2. Clasificación

Las señales de información se agrupan de la siguiente manera:

A. Señales de Dirección

- Señales de destino
- Señales de destino con indicación de distancia
- Señales de indicación de distancia



B. Señales Indicadoras de Ruta

C. Señales de Información General

- Señales de información
- Señales de servicios auxiliares

Las Señales de Dirección tienen por objeto guiar a los conductores hacia su destino o puntos intermedios.

Los Indicadores de Ruta, sirven para mostrar el número de ruta de las carreteras, facilitando a los conductores la identificación de ellas durante su itinerario de viaje.

Las Señales de Información General, se utilizan para indicar al usuario la ubicación de lugares interés general así como los principales servicios públicos conexos con las carreteras (Servicios Auxiliares).

8.2.3.3. Forma

La forma de las señales informativas será la siguiente:

- Las Señales de Dirección y Señales de Información General, a excepción de las señales auxiliares, serán de forma rectangular con su mayor dimensión horizontal.
- Las Señales Indicadores de Ruta serán de forma especial, tal como lo indica el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para calles y carreteras.
- Las Señales de Servicios Auxiliares serán rectangulares con su mayor dimensión vertical, se utilizarán placas de dimensiones mínimas de 0,60 x 0,45 m. en el área urbana y de 0,90 x 0,60 m en el área rural.

8.2.3.4. Colores

- **Señales de Dirección.** En las autopistas y carreteras importantes, en el área rural, el fondo será de color verde, con letras, flechas y marco blanco. En las carreteras secundarias, la señal tendrá fondo blanco con letras y flechas negras. En las autopistas y



avenidas importantes en el área urbana, el fondo será de color azul con letras, flechas y marco blanco, esto con el objeto de diferenciar las carreteras del área urbana.

- Señales Indicadores de Ruta.- Similar a las Señales de Dirección.
- Señales de Información General: Similar a las señales de Dirección a excepción de las señales de Servicios Auxiliares.
- Señales de Servicios Auxiliares: Serán de fondo azul con recuadro blanco, símbolo negro y letras blancas. La señal de Primeros Auxilios Médicos llevará el símbolo correspondiente a una cruz de color rojo sobre fondo blanco.

8.2.3.5. Dimensiones

- Señales de Dirección y Señales de Dirección con Indicación de Distancia: El tamaño de la señal dependerá, principalmente, de la longitud del mensaje, altura y serie de las letras utilizadas para obtener una adecuada legibilidad.
- Señales Indicadoras de Ruta: De dimensiones especiales de acuerdo al diseño mostrado en el manual mencionado anteriormente.
- Señales de Información General: Serán de 0,80 x 1,20 m en autopista y carreteras principales, en las demás serán de 0,60 x 0,90 m. En lo concerniente a las Señales de Servicios Auxiliares, ellas serán de 0,60 x 0,45 m, en el área urbana y 0,90 x 0,60 m, en área rural.

8.2.3.6. Normas de diseño

En lo concerniente a las señales de Dirección e Información General se seguirán las siguientes normas de diseño:

- El borde y el marco de la señal tendrá un ancho mínimo de 1 cm y máximo de 2 cm.



- Las esquinas de las placas de las señales se redondearán con un radio de curvatura de 2 cm como mínimo y 6 cm como máximo, de acuerdo al tamaño de la señal.
- La distancia de la línea interior del marco a los límites superior e inferior de los renglones inmediatos será de 1/2 a 3/4 de la altura de las letras mayúsculas.
- La distancia entre renglones será de 1/2 a 3/4 de la altura de las letras mayúsculas.
- La distancia de la línea interior del marco a la primera o la última letra del renglón más largo variará entre 1/2 a 1 de la altura de las letras mayúsculas.
- La distancia entre palabras variará entre 0,5 a 1,0 de la altura de las letras mayúsculas.
- Cuando haya flechas, la distancia mínima entre palabra y flecha será igual a la altura de las letras mayúsculas.
- Cuando haya flecha y escudo, la distancia entre la flecha y el escudo será de 1/2 la altura de las letras mayúsculas.
- Las letras a utilizarse sean mayúsculas o minúsculas serán diseñadas de acuerdo al alfabeto modelo que se muestran en el manual de Normas de Tránsito (anexo), asimismo las distancias entre letras deberán cumplir con lo indicado en el mencionado alfabeto modelo.
- El diseño de la flecha será el mismo para las tres posiciones: vertical, horizontal y diagonal. Su longitud será 1,5 veces la altura de la letra mayúscula, la distancia de la línea interior del marco a la flecha será de 0,5 -1,0 veces la altura de las letras mayúsculas.
- El orden en que se colocarán los puntos de destino será el siguiente: primero el de dirección recta; segundo el de dirección izquierda y el tercero en dirección derecha.
- Cuando la señal tenga dos renglones con flecha vertical, se podrá usar una flecha para las dos regiones, con una altura equivalente a la suma de las alturas de la letra más el espacio de los renglones.



- Para dos renglones con flechas en posición diagonal se podrá usar una sola flecha de longitud equivalente a la suma de las alturas de las letras más el espacio entre renglones ya aumentada en una cuarta parte de la suma anterior.
- Las señales informativas de dirección deben limitarse a tres renglones de leyendas; en el caso de señales elevadas sólo dos.
- En las autopistas, la altura de las letras será como mínimo de 0,30 m, si son mayúsculas y de 0,20 m, si son minúsculas. En las avenidas y demás carreteras la altura de la letra será como mínimo, 0,15 m, las mayúsculas y 0,10 m, las minúsculas.

8.2.3.7. Ubicación

Las señales de Información por regla general deberán colocarse en el lado derecho de la carretera o avenida para que los conductores puedan ubicarla en forma oportuna y condiciones propias de la autopista, carretera, avenida o calle, dependiendo asimismo, de la velocidad, alineamiento, visibilidad y condiciones de la vía, ubicándose de acuerdo al resultado de los estudios respectivos.

Bajo algunas circunstancias, las señales podrán ser colocadas sobre las islas de canalización o sobre el lado izquierdo de la carretera. Los requerimientos operacionales en las carreteras o avenidas hacen necesaria la instalación de señales elevadas en diversas localizaciones. Los factores que justifican a colocación de señales elevadas son los siguientes:

- Alto volumen de tránsito.
- Diseño de intercambios viales.
- Tres o más carriles en cada dirección.
- Restrictiva visión de distancia.
- Desvíos muy cercanos.
- Salidas Multicarril.
- Alto porcentaje de camiones.
- Alta iluminación en el medio ambiente.
- Tránsito de alta velocidad.



- Consistencia en los mensajes de las señales durante una serie de intercambios.
- Insuficiente espacio para colocar señales laterales.

8.2.3.8. Relación de Señales Informativas

A continuación se presenta la relación de las señales informativas consideradas como más importantes.

Indicadores de Ruta:

Las señales indicadores de ruta de acuerdo a la clasificación vial son:

- Indicador de Carretera del Sistema Interamericano.
- Indicador de Ruta Carretera Sistema Nacional.
- Indicador de Ruta Carreteras Departamentales.
- Indicador de Ruta Carreteras Vecinales.

Las señales indicadores de ruta se complementan con señales auxiliares que indican dirección de las rutas así como la intersección con otra u otras rutas; dichas señales auxiliares pueden ser de advertencia o de posición:

- (1-4) Indicador de ruta carreteras vecinales

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 correspondientes al número de ruta de la carretera que se está recorriendo.

- (1-5) Señales de destino

Se utilizaran antes de una intersección a fin de guiar al usuario en el itinerario a seguir para llegar a su destino. Sus dimensiones variarán de acuerdo al mensaje a transmitir. Llevarán, junto al nombre del lugar, una flecha que indique la dirección a seguir para llegar a él.



En las carreteras se ubicarán a no menos de 60m ni a más de 100m de la intersección y a continuación de las señales preventivas de intersección, así como de aquellas correspondientes a los indicadores de ruta.

- (1-6) Señales de destino con indicación de distancias

Se usarán en las carreteras, antes de una intersección para indicar al usuario la dirección que debe seguir para llegar a una población o puntos determinados informando a la vez la distancia a que se encuentra el destino mostrado. Los números que expresan la distancia en kilómetros que hay entre la señal y la población o lugar de destino, deberán colocarse siempre a la derecha del nombre de la población o lugar de destino.

- (1-7) Señales con indicación de distancias

Se utilizarán en las carreteras para indicar al usuario las distancias a las que se encuentran poblaciones o lugares de destino, a partir del punto donde está localizada la señal. Se colocará la parte superior de la señal, el nombre y la distancia respectiva de la población inmediata próxima a la señal y en la parte inferior, el nombre y distancia de la población en que la mayoría del tránsito está dirigido, no debiendo colocarse más de cuatro líneas. Se ubicarán a las salidas de las poblaciones a una distancia no mayor de un kilómetro y, en áreas rurales, a intervalos no mayores de 30 Km.

- (1-8) Poste de kilometraje

Se utilizarán para indicar la distancia al punto de origen de la vía para establecer el origen de cada carretera se sujetará a la reglamentación respectiva, elaborada por la Dirección General de Caminos.

Los postes de kilometraje serán colocados a intervalos de 5 Km. A la derecha y en el sentido del tránsito que circula, desde el origen de la carretera hacia el término de ella.



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"**



En algunas carreteras, la Dirección General de Caminos podrá considerar innecesaria la colocación de postes de kilometraje.

Especificaciones:

- Concreto: 140 Kg/cm².
- Armadura: 3 fierros de 3/8" con estribos de alambre N° 8 a @0.20m. Longitud de 1,20 m.
- Inscripción: En bajo relieve de 12 mm de profundidad.
- Pintura: Los postes serán pintados en blanco con bandas negras de acuerdo al diseño, con tres manos de pintura al óleo.
- Cimentación: 0,50 x 0,50 de concreto ciclópeo.

- Señales de localización

Servirán para indicar poblaciones o lugares de interés tales como: ríos, poblaciones, etc. Serán de forma rectangular con su mayor dimensión horizontal. La mínima dimensión correspondiente al rectángulo de la señal será 0,50 m.

A continuación se presentan modelos de estas señales:

I - 18

CASERIO TABLON

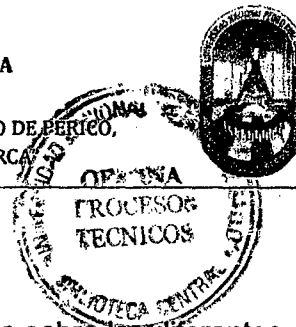
CP. SAN PEDRO DE PERICO

Fig. Señales de localización



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



- Señales de servicios auxiliares

Son utilizadas para informar al usuario sobre los diferentes servicios con que cuentan las autopistas y carreteras dentro del derecho de uso de la vía.

Serán rectangulares con su mayor dimensión vertical y las dimensiones mínimas serán 0,60 m x 0,45m.

Serán de color azul, su símbolo negro sobre cuadrado blanco y con leyenda de la distancia y la flecha direccional en la parte interior (si la hubiere) de color blanco.

- Señal "Primeros Auxilios" (1-28)

Tendrá el símbolo representado por una cruz de color rojo. Las señales de Servicios Auxiliares deberán colocarse en un punto tal que asegure su mayor eficacia tanto en el día como en la noche, a fin de que el mensaje pueda ser captado con oportunidad.

8.3. MARCAS EN EL PAVIMENTO

Generalidades

Las marcas en el pavimento o en los obstáculos son utilizadas con el objeto de reglamentar el movimiento de vehículos e incrementar la seguridad de su operación. Sirven, en algunos casos, como complemento a las señales y semáforos en el control del tránsito, en otros constituye un único medio, desempeñando un factor de suma importancia en la regulación de la operación del vehículo en la vía.

A. Uniformidad

Las marcas en el pavimento deberán ser uniformes en su diseño, posición y aplicación; ellos es imprescindible a fin de que el conductor pueda reconocerlas e interpretarlas rápidamente.



B. Clasificación

Teniendo en cuenta el propósito, las marcas en el pavimento se clasifican en:

a. Marcas en el Pavimento

- Línea central
- Línea de carril
- Marcas de prohibición de alcance y paso a otro vehículo
- Línea de borde de pavimento
- Líneas canalizadoras del tránsito
- Marcas de aproximación de obstáculos
- Demarcación de entradas y salida de autopistas
- Líneas de parada
- Marcas de paso peatonal
- Aproximación de cruce a nivel con línea férrea
- Estacionamiento de vehículos
- Letras y símbolos
- Marcas para el control de uso de los carriles de circulación.
- Marcas en los sardineles de prohibición de estacionamiento en la vía pública

b. Marcas en los Obstáculos

- Obstáculos en la vía
- Obstáculos fuera de la vía

c. Demarcadores Reflectores

- Demarcadores de peligro
- Delineadores



C. Demarcadores

El material usado para demarcar los pavimentos, bordes de calles o carreteras y objetos, es la pintura de tráfico TTP-115-E-III, sin embargo pinturas de tráfico de igual o mejor calidad otros materiales tales como termoplásticos, concreto coloreado, cintas adhesivas para pavimento o elementos marcadores individuales de pavimento "RPM o Tachas", podrán ser utilizados previa conformidad de la autoridad competente.

La demarcación con pintura puede hacerse en forma manual o con máquina, siendo la más recomendable la efectuada a máquina en razón que debido a la presión de la pintura ésta penetra en los poros del pavimento, dándole más duración.

Los marcadores individuales de pavimento URPM o tachas son elementos plásticos, metálicos sobre cerámicos, con partes reflectantes con un espesor no mayor a dos centímetros, pudiendo ser colocados continuamente o separados.

Los marcadores o tachas serán utilizados como guía de posición, como complemento de las otras marcas en el pavimento o en algunos casos como sustitutos de otros tipos de marcadores.

El color de los marcadores estará de acuerdo al color de las otras marcas en el pavimento y que sirven como guías.

Estos marcadores son muy útiles en curvas, zonas de neblina, túneles, puentes y en muchos lugares en que se requiera alta visibilidad, tanto de día como de noche.

Los colores básicos son el blanco, amarillo, rojo y azul. El blanco y el amarillo son utilizados solos o en combinación con las líneas pintadas en el pavimento, consolidando el mismo significado. Los marcadores rojos son utilizados para indicar peligro o contra el sentido del tránsito.

Los marcadores de color azul son utilizados para indicar la ubicación de los hidrantes contra incendio.



Estos marcadores tienen elementos reflectantes incorporados a ellos y se dividen en mono direccionales, es decir, en una sola dirección del tránsito y bidireccionales, es decir, en doble sentido del tránsito.

Los marcadores individuales mayores a 5,7 cm se usarán sólo para formar sardineles o islas canalizadoras del tránsito.

D. Colores

Los colores de pintura de tráfico a utilizarse será blanco y amarillo, cuyas tonalidades deberán conformarse con aquellas especificadas anteriormente.

- Líneas Blancas: Indican separación de las corrientes vehiculares en el mismo sentido de circulación.
- Líneas Amarillas: Indican separación de las corrientes vehiculares en sentidos opuestos de circulación.

E. Tipos y anchos de las líneas longitudinales

Los principios generales que regulan el marcado de las líneas longitudinales en el pavimento son:

- Líneas segmentadas y discontinuas, sirven para demarcar los carriles de circulación de tránsito automotor.
- Líneas continuas, sirven para demarcar la separación de las corrientes vehiculares, restringiendo la circulación vehicular de tal manera que no deba ser cruzada.
- El ancho normal de las líneas es de 0,10 a 0,15 m para las líneas longitudinales de línea central y línea de carril, así como de las líneas de barrera.

Para las líneas de borde del pavimento tendrá un ancho de 0,10 m.



F. ReflectORIZACIÓN

En el caso de la pintura de tráfico TTP-115-E-III y con el fin de que sean visibles las marcas en el pavimento de la noche, ésta deberá llevar microesferas de vidrio integradas a la pintura o esparcidas en ella durante el momento de aplicación.

Dosificación de esferas de vidrio recomendadas:

- Pistas de aeropuertos: 4,5 kgs/Gal
- Carreteras y autopistas: 3,5 kgs/Gal
- Vías urbanas: 2,5 kgs/Gal

G. Mantenimiento

Las marcas en el pavimento y en obstáculos adyacentes a la vía deberán mantenerse en buena condición.

La frecuencia para el repintado de las marcas en el pavimento dependen del tipo de superficie de rodadura, composición y cantidad de pintura aplicada, clima y volumen vehicular.

8.3.1. Marcas en pavimento y bordes de pavimento:

A. Línea central

Se utilizan para demarcar el centro de la calzada de dos carriles de circulación que soporta el tránsito en ambas direcciones. Se utilizará una línea discontinua, cuyos segmentos serán de 4,50 m de longitud, espaciados 7,50 m en carreteras; en la ciudad será de 3 y 5 metros respectivamente.

En lo relacionado al color a utilizarse corresponderá a lo indicado anteriormente.

En el caso de una calzada de cuatro o más carriles de circulación que soporta el tránsito en ambos sentidos y sin separador central, se usará como línea central, la doble línea continua de 0,10 m de ancho espaciadas en 0,10 m y de color amarillo.



La doble línea amarilla demarcadora del eje de la calzada, significa el establecer una barrera imaginaria que separa las corrientes de tránsito de ambos sentidos; el eje de la calzada coincidirá con el eje del espaciamiento entre las dos líneas continuas y paralelas.

Se recomienda el marcado de la línea central en todas las calzadas de 4 o más carriles de circulación que soportan tránsito en ambos sentidos sin separador central y en las carreteras pavimentadas siguientes:

De dos carriles de circulación y cuyo volumen de tránsito exceda 800 veh/día.

Carretera de dos carriles cuyo ancho de superficie de rodadura sea menor de 6,50 m. Cuando la incidencia de accidentes lo ameriten.

B. Línea de carril

Las líneas de carril son utilizadas para separar los carriles de circulación que transitan en la misma dirección. Las líneas de carril deberán usarse:

En todas las autopistas, carreteras, avenidas de múltiples carriles de circulación.

En lugares de congestión del tránsito en que es necesario una mejor distribución del espacio correspondiente a las trayectorias de los vehículos.

Las líneas de carril son discontinuas o segmentadas de ancho de 0,10 m a 0,15 m de color blanco y cuyos segmentos serán de 4,50 m de longitud espaciadas 7,50 m en el caso de carreteras; en la zona urbana será de 3 m y 5m respectivamente.

C. Zonas donde se prohíbe adelantar

El marcado de líneas que prohíben adelantar tiene por objeto el señalar aquellos tramos del camino cuya distancia de visibilidad es tal que no permite al conductor efectuar con seguridad la maniobra de alcance y pasó a otro vehículo.



El establecimiento de zonas donde se prohíbe el adelantar depende de la velocidad directriz de la carretera y de la distancia mínima de visibilidad de paso en ella.

Se utilizará una línea continua paralela a la línea central, espaciada 0,10 m hacia el lado correspondiente al sentido del tránsito que se está regulando; de ancho 0,10m y de color amarillo. Antes del inicio de la línea continua, existirá una zona de preaviso variable entre 50m ($V < 60$ km/h) y 100 m ($V > 60$ km/h), donde la línea discontinua estará constituida por segmentos de 4,5m de longitud espaciados de 1,5m. En el caso de carreteras y en la zona urbana será de 3m y 1m, respectivamente.

El comienzo de la zona donde se prohíbe adelantar corresponde al punto en que la distancia de visibilidad es menor a aquella normada como distancia mínima de visibilidad de paso; el término de la zona corresponderá al punto en que se iguale o supere la distancia mínima mencionada.

El marcado de la zona donde se prohíbe adelantar será para cada sentido de circulación debiendo complementarse dicho marcado con el uso de la señal "PROHIBIDO ADELANTAR" (R-16) y al lado del sentido de circulación se colocará la señal "NO ADELANTAR" (P-60).

D. Línea de borde de pavimento

Se utilizará para demarcar el borde del pavimento a fin de facilitar la conducción del vehículo, especialmente durante la noche y en zonas de condiciones climáticas severas. Deberá ser línea continua de 0,10 m de ancho de color blanco.

E. Aproximación a obstáculos

Las obstrucciones dentro de las carreteras son peligros potenciales de accidentes y cuando no puedan ser eliminadas, debe prevenirse al usuario de su existencia, guiándolo para no chocar contra ella. Las demarcaciones de aproximación de obstáculos deberán usarse complementariamente con las señales correspondientes, y las marcas en el



pavimento de aproximación complementarán aquellas adecuadas a la misma obstrucción.

La demarcación consistirá en una o varias líneas diagonales que se extienden desde el centro de la calzada o de la línea de carril hacia el punto de obstrucción pasando por su derecha o por ambos lados a una distancia de 0,30m -0,60m de la obstrucción. El largo de la línea diagonal deberá ser calculado de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$L = S \times W \text{ (E.1)}$$

Dónde:

L = Longitud (m)

S = Velocidad Km/h (valor 85% de los usuarios)

W = Ancho del obstáculo (m)

La longitud mínima en zona rural será de 80m, y en zona urbana de 30m. En el caso de que el tránsito circule por ambos lados del obstáculo, es conveniente adicionar líneas diagonales en el área triangular conformada.

Los delineadores son elementos verticales que se colocan en curvas horizontales y en estrechamientos de la vía con el fin de hacer resaltar el borde de la superficie de rodadura. Se utilizan por lo regular en los tramos en relleno para evitar peligros de accidente a los conductores, sobre todo en las noches y en horas de escasa visibilidad.

Los delineadores pueden, ser, según el tipo de material con que están contruidos, de dos clases: de concreto y de madera. Los de concreto pueden ser a su vez de concreto simple o de concreto armado.

a. Delineadores de Concreto Simple

Se utilizan en zonas áridas o de escasa vegetación. Tendrán una forma tronco-cónica con una base de 30 cm de diámetro, una coronación de 15 cm de diámetro y una altura mayor de 45 cm. La altura total dependerá de la profundidad de cimentación.



Se construirán en el mismo sitio de su colocación, para lo cual se excavará previamente.

Como cimentación un volumen cilíndrico de 20 cm de diámetro y de profundidad variable, de acuerdo con el terreno.

El concreto utilizado tendrá a los 28 días, una resistencia a la compresión de 100 Kg/cm², utilizándose para la fabricación encofrados metálicos o de madera del tipo desarmable.

Los delineadores se colocarán a 30 cm hacia adentro de la arista formada por el talud de relleno o de 40 cm hacia fuera del borde del extremo de la berma (se escogerá la posición más cercana a la pista) y se pintarán de color blanco, debiendo tener en su parte superior una faja pintada con material reflectorizante de color amarillo en un ancho de 15 cm y en una longitud igual a la tercera parte del perímetro de la sección transversal.

b. Delineadores de Concreto Armado

Se utilizarán en zonas donde el crecimiento de vegetación podría dificultar la visibilidad del delineador. Tendrán la forma de un prisma triangular con una base de 15 cm por lado y una altura de 1 metro. Serán prefabricados, debiendo quedar totalmente terminados antes de ser llevados al lugar de colocación. La cimentación de la unidad se asegurará empotrando el delineador en su ubicación, en una profundidad de 30 cm. El concreto utilizado tendrá a los 28 días una resistencia mínima (a la compresión de 140 Kg/cm²).

El refuerzo metálico del delineador consistirá en 3 barras de 3/8 de diámetro y 0,95 m de longitud, colocadas en cada vértice de la unidad.

El amarre de este refuerzo consistirá en 3 estribos formados por barras del mismo diámetro y de 0,35 m de longitud.



La unidad terminada se pintará de color blanco, debiendo tener en su parte superior y en las dos caras que miran hacia la carretera, una faja pintada con material reflectorizante color amarillo en un ancho de 15 cm.

La colocación de este tipo de delineadores se hará de acuerdo con lo indicado al tratar de delineadores de concreto simple.

c. Delineadores de Madera

Se utilizarán en carreteras menos importantes y en zonas donde su uso resulta económico. Tendrán forma cilíndrica con una base de 15 cm de diámetro y una altura de 1 metro. La madera que se utilice será de buena calidad, seca, sana y descortezada. Se construirán en planta, debiendo estar totalmente terminados antes de ser llevados al lugar de colocación. La cimentación de la unidad se asegurará empotrando el delineador en su ubicación en una longitud de 30 cm. La longitud enterrada se preservará mediante un recubrimiento asfáltico similar.

La colocación de este tipo de delineadores se hará de acuerdo con lo indicado al tratar de delineadores de concreto simple. La unidad terminada se pintará de blanco, debiendo tener en su parte superior una faja pintada con material reflectorizante de color amarillo en un ancho de 15 cm y en una longitud igual a la tercera parte de la sección transversa.

8.3.2. Espaciamiento de delineadores

El espaciamiento de los delineadores será determinado por el Ingeniero Residente, de acuerdo con las características de la curva horizontal o del estrechamiento del camino, pero por lo regular varía entre 5 y 20 metros. En las tablas siguientes se muestran espaciamientos recomendados en función del radio de la curva horizontal.



ESPACIAMIENTO DE LOS DELINEADORES

RADIO DE LA CURVA HORIZONTAL (m)	ESPACIAMIENTO (m)
30	4.00
40	5.00
50	6.00
60	7.00
70	8.00
80	9.00
100	10.00
150	12.50
200	15.00
250	17.00
300	18.50
400	20.00
450	21.50
500	23.00
>500	24.00

ESPACIAMIENTO DE CHEVRONES

RADIO DE LA CURVATURA HORIZONTAL (m)	ESPACIAMIENTO EN CURVA (m)
15	5
50	10
75	12
100	15
150	20
200	22
250	24
300	27



CAPITULO IX

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL



9.1. FACTORES Y ACCIONES AMBIENTALES

9.1.1. Generalidades

La evaluación de impacto ambiental nos permite tener información para establecer el Plan de Manejo Ambiental.

Se evalúan las acciones que más afectación generara en los factores ambientales en cada progresiva del Camino Vecinal "Caserío Tablon-C.P. San Pedro de Perico"

9.1.2. Factores Ambientales

9.1.2.1 Medio Físico

- Agua

El área de estudio presenta este recurso en forma de pequeños canales de tierra, la cual es utilizada en la agricultura.

- **Calidad del agua:** Se ve afectado por el posible derrame del combustible de las maquinarias al momento de la construcción de la carretera.

- Aire

- **Material particulado:** Generado por el corte del suelo, transporte de material de cantera.
- **Gases:** Generado por la combustión de la maquinaria
- **Ruidos:** generado por la maquinaria

- Suelos

Constituido por un ancho mínimo de franja de 25 m a cada lado del eje a lo largo del recorrido de 10.126 km, haciendo un total de 25.32 Ha, De las cuales la gran mayoría son de uso agrícola.



- **Cambio de uso:** de suelo natural a carretera.
- **Contaminación directa:** generado por el posible derrame del combustible de la maquinaria.

9.1.2.2 Medio biótico

- **Flora**

La flora presente en la zona en estudio está constituida por especies de arbustos predominantemente, y pajonales. También se tiene cultivos de pan llevar como: yuca, maíz, plátano, naranja, piña, limón, lima y como cultivos principales el café, arroz y cacao.

- **Fauna**

En esta zona habita gran variedad de mamíferos, reptiles, aves e insectos, entre las que sobresalen "palomas" (*Columba fasciata*), etc.

Además existen animales domésticos como ganado vacuno, y en menor escala el caballar, ovino, porcino, aves, gallinas, patos, pavos, etc.

9.1.2.3 Medio Socioeconómico

- **Paisaje:** el retiro de la cubierta vegetal y el movimiento de tierras durante la construcción de accesos, extracción de material de cantera y utilización de depósitos de material de desechos, incrementara el riesgo de alteración del paisaje natural.
- **Salud y seguridad:** durante la construcción de la carretera se verá perturbada la accesibilidad a los



servicios de salud (tiempos de traslado), esto será mejorado en la etapa de operación de la carretera.

- **Calidad de vida:** con la construcción de la carretera se mejorara el transporte, productividad, ingresos
- **Empleo:** Empleo para obreros de construcción del Caserío Tablon-C.P. San Pedro de Perico y caseríos aledaños.
- **Efecto barrera:** es la modificación del medio físico esto producirá a su vez un efecto negativo en el medio biótico (flora y fauna) difíciles de evaluar especialmente en la población humana que vive en zonas próximas. En esta zona de estudio el efecto barrera ya existía debido que anteriormente era un camino de trocha Carrozable.

Para corregir el efecto barrera que afectara a la fauna es imprescindible que la carretera discurra en corte durante el mayor trayecto posible, es decir evitar tener una gran diferencia de desnivel de la razante del camino con el nivel de terreno natural.

9.1.3. Acciones de impacto ambiental

- Desbroce y tala
- Corte de terreno
- Relleno de terreno
- Transporte de material de cantera
- Conformación de afirmado
- Disposición del material excedente



9.2. EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

9.2.1 Método de evaluación

Para la evaluación de los impactos se utilizara el método matricial, elaborándose las matrices de importancia y de convergencia.

9.2.1.1 Matriz de importancia

Elaborada la matriz de identificación de impactos, se accede a la matriz de importancia. En cada cuadrícula de interacción, se seleccionan los valores de los respectivos parámetros y se calcula el valor de la importancia.

El algoritmo empleado para determinar el valor de la importancia del impacto es el siguiente:

$$I = \pm (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Dónde:

- **Intensidad (IN):** Refiere el grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa.
- **Extensión (EX):** Referido al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del Proyecto.
- **Momento (MO):** El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto, sobre el factor del medio considerado.
- **Persistencia (PE):** Tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el Factor afectado retornaría a las condiciones iniciales. (Forma natural o por correctivos).
- **Reversibilidad (RV):** Posibilidad de reconstrucción del Factor afectado por el Proyecto.



- **Sinergia (SI):** La componente total de la manifestación de los Efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que se podría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de, manera independiente no simultánea.
- **Acumulación (AC):** Da idea el incremento progresivo de la manifestación del efecto.
- **Efecto (EF):** Atributo que se refiere a la relación Causa – Efecto, es decir la forma de manifestación del Efecto sobre un Factor, como consecuencia de una Acción.
- **Periodicidad (PR):** Referido a la regularidad de la manifestación del efecto.
- **Recuperabilidad (MC):** Referido a la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (Uso de medidas correctivas).



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL








"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
 DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"

IMPORTANCIA DEL IMPACTO

NATURALEZA		INTENSIDAD (I) (Grado de destrucción)	
Impacto Beneficioso	+	Baja	1
Impacto Perjudicial	-	Media	2
		Alta	4
		Muy Alta	8
		Total	12
EXTENSIÓN (EX) (Área de influencia)		MOMENTO (MO) (Plazo de manifestación)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Crítico	(+4)
Crítica	(+4)		
PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto)		REVERSIBILIDAD (RV)	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
SINERGIA (SI) (Regularidad de la manifestación)		ACUMULACIÓN (AC) (Incremento progresivo)	
Sin sinergismo (simple)	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
EFEECTO (EF) (Relación causa-efecto)		PERIODICIDAD (PR) (Regularidad de la manifestación)	
Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
RECUPERABILIDAD (MC) (Reconstrucción por medios humanos)		IMPORTANCIA (I)	
Recuperable de manera inmediata	1	$I = \pm (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	
Recuperable a medio plazo	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

Fuente: Conesa, (1997)



Tipo de Impacto	Color	Abreviatura	Símbolo	Rango
Positivo	Verde	+		+ 13 a + 100
Negativo Irrelevante	Celeste	I		- 13 a - 25
Negativo Moderado	Amarillo	M		-26 a - 50
Negativo Severo	Naranja	S		-51 a -75
Negativo Crítico	Rojo	C		-76 a -100

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100. Los impactos con valores de importancia inferior a 25 son irrelevantes o compatibles, los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50, serán severos cuando la importancia se encuentra entre 50 y 75 y críticos cuando el valor sea superior a 75.

Ponderación de la importancia relativa de los factores: Los factores del medio presentan importancias distintas de uno respecto a otros. Considerando que cada factor representa sólo una parte del medio ambiente, es necesario llevar a cabo la ponderación de la importancia relativa de los factores en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente.

Con este fin se atribuye a cada factor un peso o índice ponderal, expresado en unidades de importancia, UIP, y el valor asignado a cada factor resulta de la distribución relativa de 1000 unidades asignadas al total de factores ambientales.

9.2.1.2 Matriz de convergencia

El método se analiza en detalle las diferentes actividades desarrolladas durante la ejecución del proyecto desde la etapa de construcción, a fin de identificar y evaluar los impactos ambientales benéficos y perjudiciales que podrían producirse sobre los componentes físicos, biológicos, socioeconómicos del ecosistema donde se emplaza el proyecto así como evidenciar los factores ambientales más significativos que pueden afectar al proyecto.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

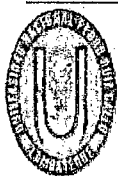
"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



PARAMETROS AMBIENTALES DEL METODO DE BETELLE - COLUMBUS

IMPACTOS AMBIENTALES			
Ecología (240)	Contaminación ambiente (402)	Aspectos estéticos (153)	Aspectos de interés humanos (205)
Especies y Poblaciones Terrestres (14) Pastizales y praderas (14) Cosechas (14) Vegetación natural (14) Especies dañinas (14) Aves de caza continentales Acuáticas (14) Pesquerías comerciales (14) Vegetación natural (14) Especies dañinas (14) Aves acuáticas (14) Pesca deportiva 140	Contaminación del agua (20) Pérdidas en las cuencas hidrográficas (25) DBO (31) Oxígeno disuelto (18) Coliformes fecales (22) Carbono inorgánico (25) Nitrógeno inorgánico (28) Fosfato inorgánico (16) Plaguicidas (18) pH (28) Variaciones de flujo de la corriente (28) Temperatura (25) Sólidos disueltos totales (14) Sustancias tóxicas (20) Turbidez 318	Suelo (6) Material geológico superficial (16) Relieve y caracteres topográficos (10) Extensión y alineaciones 32 Aire (3) Olor y visibilidad (2) Sonidos 5 Agua (10) Presencia de agua (16) Interfase agua-tierra (6) Olor y materiales flotantes (10) Área de la superficie de agua (10) Márgenes arboladas y geológicas 52	Valores educacionales y científicos (13) Arqueológico (13) Ecológico (11) Geológico (11) Hidrológico 48 Valores históricos (11) Arquitectura y estilos (11) Acontecimientos (11) Personajes (11) Religiones y culturas (11) Frontera del oeste 55 Culturas (14) Indios (7) Otros grupos étnicos (7) Grupos religiosos 28 Sensaciones (11) Admiración (11) Aislamiento, soledad (4) Misterio (11) Integración con la naturaleza 37 Estilos de vida (patronales culturales) (13) Oportunidades de trabajo (13) Vivienda (11) Interacciones sociales 37
Hábitats y comunidades Terrestres (12) Cadenas alimenticias (12) Uso del suelo (12) Especies raras y en peligro (14) Diversidad de especies Acuáticas (12) Cadenas alimenticias (12) Especies raras y en peligro (12) Características fluviales (14) Diversidad de especies 100	Contaminación atmosférica (5) Monóxido de carbono (5) Hidrocarburos (10) Óxidos de nitrógeno (12) Partículas sólidas (5) Oxidantes fotoquímicos (10) Óxidos de azufre (5) Otros 52	Biota (5) Animales domésticos (5) Animales salvajes (9) Diversidad de tipos de vegetación (5) Variedad dentro de los tipos de vegetación 24 Objetos artesanales (10) Objetos artesanales 10 Composición (15) Efectos de composición (15) Elementos singulares 30	
Ecosistemas Sólo descriptivo	Contaminación del suelo (14) Uso del suelo (14) Erosión 28 Contaminación por ruido (4) Ruido 4		

Fuente: Conesa, (1997)



9.3. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Los factores ambientales más afectados por la construcción del Camino Vecinal "CASERIO TABLON-C.P. CSAN PEDRO DE PERICO" son:

- Paisaje con una importancia absoluta de - 1989 e importancia relativa de 183.04, con un porcentaje de 16.00 %.

En general podemos decir que el proyecto, desde el punto de vista ambiental, es negativo Moderado; por lo tanto se deberán implementar y ejecutar medidas de mitigación para contrarrestar las acciones más impactantes identificadas en la evaluación.

9.4. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

9.4.1. Generalidades

La ejecución de obras para la Construcción del Camino Vecinal "CASERIO TABLON-C.P. CSAN PEDRO DE PERICO", comprende entre otras actividades, movimiento de tierra, movimiento de equipos y transporte de materiales; las que generan impactos ambientales directos e indirectos en el ámbito de su influencia, por lo que se propone un Plan de Manejo Ambiental, el cual establecerá un sistema de control que garantice el cumplimiento de las acciones y medidas preventivas y correctivas, enmarcadas dentro del manejo y conservación del medio ambiente en armonía con el desarrollo integral y sostenido de las áreas involucradas a lo largo del emplazamiento de la vía.

A este respecto se considera de especial importancia la coordinación intersectorial y local para lograr la conciliación de los aspectos ambientales con la propuesta técnica que se presenta para la ejecución.



9.4.2. Medidas de mitigación, control y prevención ambiental

En este punto se identificarán las medidas necesarias para evitar daños innecesarios derivados de la falta de cuidado o de planificación deficiente de las operaciones del proyecto.

a) Emisiones de material particulado

- Para evitar el levantamiento del material particulado acentuado en vías no asfaltadas cercanas a canteras, chancadoras, planta de asfalto y campamentos se deberá humedecerla regularmente.
- El transporte de material proveniente de las canteras deberá estar protegido con toldos humedecidos a fin de minimizar la emisión de polvo.
- Los trabajadores y población aledaña que se encuentren expuestos al material particulado deben portar mascarillas.

b) Emisiones Sonoras

- Se deberá verificar el estado de los silenciadores de los equipos y maquinaria a utilizarse, con el fin de evitar la emisión de ruidos excesivos por una mala regulación y/o calibración que afectan a la población y a los trabajadores del proyecto.
- Los trabajadores y los pobladores deberán utilizar tapa oídos, durante la ejecución del proyecto.

c) Emisiones de Gases

- El equipo de trabajo encargado de la producción y manejo de la mezcla asfáltica deberán portar protectores buco nasales con filtro de aire para evitarla inhalación de gases tóxicos.



- Quedará terminantemente prohibido incinerar desechos sólidos de cualquier tipo.
- El equipo móvil y la maquinaria pesada deben encontrarse en buen estado mecánico y de carburación, reduciendo así las emisiones de gases.

d) Calidad de agua

- Los residuos líquidos y sólidos (aguas servidas, residuos de lubricante, grasas, combustibles y otros), excedentes no serán arrojados a las fuentes de agua.

e) Contaminación de los suelos

- La explotación de canteras, la instalación de los campamentos, planta de Asfalto serán en áreas alejadas de suelos productivos para que no afecte la calidad edáfica de la zona.
- Instalar una zona de lavado y cambio de aceite adecuado, proteger estas áreas con láminas impermeables cubiertas de hormigón o arena y acumular el aceite desechable en bidones para su traslado a sitios adecuados y permitidos.
- En caso de derrámense accidentalmente se debe humedecer la zona del vertimiento y remover el material afectado lo antes posible.
- Concluido los trabajos, Los taludes amplios de corte y relleno deberán ser reforestados.

f) Alteración Paisajista

- La eliminación de material no deberá ser dejada a los costados de la vía, estos serán ubicados en los botaderos asignados.



g) Efectos en la Salud

Se deberá contar con un botiquín adecuado de primeros auxilios, para socorrer a los trabajadores de la inhalación de gases y quemaduras en el transporte y disposición del asfalto líquido y de ser necesario evacuarlos a establecimientos de salud.

- El personal de la obra deberá estar informado de las adecuadas normas de higiene del campamento y de higiene personal.
- El personal de la obra deberá contar con un certificado de salud reciente, expedida por el área de salud respectiva.
- Se identificara los Centros de salud más cercanos a las zonas de trabajo.

h) Generación de Empleo

- Para la contratación de personal sobre todo de la mano de obra no calificada, hasta donde fuera posible se deberá hacer una clasificación de las personas con mayores necesidades.



CAPITULO X

METRADO,

PRESUPUESTO Y

CRONOGRAMA DE

OBRA



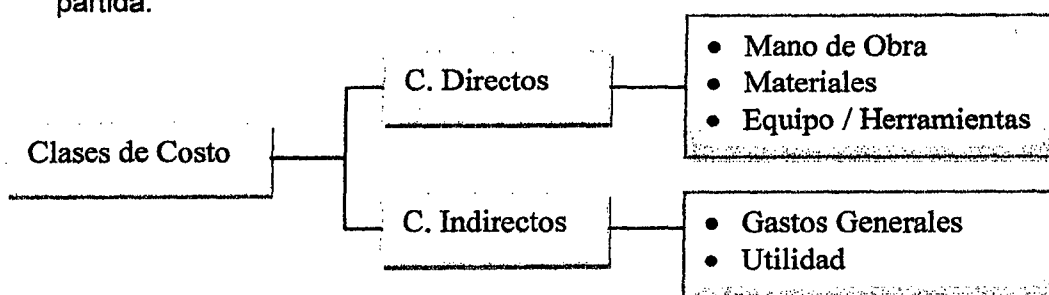
PRESUPUESTOS

10.1. INTRODUCCIÓN

La elaboración del Presupuesto de la obra es fundamental para garantizar se cumplan con las metas establecidas ya que un error u omisión en la ejecución de éstos puede provocar incluso el fracaso del proyecto, es por ello que este capítulo se aboca a establecer las condiciones necesarias a tener en cuenta para garantizar que estos se realicen adecuadamente.

10.2. ANÁLISIS DE COSTOS

Cada Partida de una obra construye un costo parcial y cada costo requiere de su correspondiente análisis, es decir la cantidad de recursos como: Mano de obra, materiales, equipo, herramientas; etc. Que se requiere para ejecutar la unidad de la partida.



10.3. COSTO DIRECTO

El costo directo es la suma de los costos de los materiales, mano de obra (incluyendo leyes sociales), equipos, herramientas y todos los elementos requeridos para la ejecución de una obra.

10.3.1. Presupuesto de Obra

Comprende la valorización de cada uno de los trabajos que son necesarios efectuar y cuyas obras se consignan en el pliego de metrados correspondiente, que totalizada se afectan con porcentajes usuales por concepto de gastos generales, utilidad e impuesto IGV, para obtener el costo total del Proyecto.

Para la preparación del Presupuesto de Obra también se ha empleado el Software nacional S10, que permite una organización adecuada de las partidas y reportes que requiere el presente proyecto



10.3.2. Metrados

Es la cuantificación de las diferentes actividades programadas, tomando en cuenta el diseño y las especificaciones técnicas propias del proyecto así como las unidades dispuestas por reglamento.

10.3.3. Análisis de Costos Unitarios

Es el costo que refleja las partes intervinientes de cada partida: sumando los recursos o aportes de la mano de obra y/o materiales, y/o equipos (herramientas) afectados por su precio unitario correspondiente, determinando un costo total por unidad de medida de la partida respectiva.

a) *Mano de Obra*

Está referido al factor humano, definido por dos factores:

- ✓ El costo de un obrero de construcción civil o Costo hora Hombre.

$$C_{HH} = \text{Gana el obrero} + \text{Aporte del Empleador}$$

- ✓ El rendimiento de un obrero o cuadrilla de obreros para ejecutar para determinada tarea de trabajos

$$\text{Aporte de Mano de Obra} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de obreros} * \frac{8h}{\text{día}}}{\text{Rendimiento} \frac{o}{\text{día}}}$$

b) *Materiales*

Corresponde a la cantidad de material o insumos que se requiere por unidad de medida. (m3, m2, etc.). Los materiales son expresados en unidades de comercialización (bolsa, metro cúbico de arena, galón de asfalto, pie cuadrado de madera, etc.)

c) *Equipos y herramientas*

Según el tipo de obra se utilizan los equipos y maquinarias, teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- ✓ Costo de hora Maquina, determinado a través del análisis de costo de alquiler del equipo por hora, siendo este costo variable en función al tipo de máquina, potencia del motor, si es sobre llantas o sobre orugas, antigüedad, etc....



- ✓ Rendimiento de la maquinaria, e cual está en función de diversos factores, por ejemplo, en el caso de Tractores sobre orugas se tiene: Capacidad del operador, visibilidad, escenario de trabajo, maniobra, pendiente del terreno, altitud de la obra, tipo de material, hojas angulables.

$$\text{Aporte de Equipo} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Maquinarias} * 8h/\text{día}}{\text{Rendimiento}/\text{día}}$$

- ✓ Para el caso de herramientas, en la práctica usual se establece su costo como un porcentaje del costo de la mano de obra, el cual puede ser de 3% al 5% del costo de mano de Obra.

10.4. COSTOS INDIRECTOS

Son aquellos costos que no pueden aplicarse en una partida específica, si o tienen incidencia, sobre todo el costo de la obra, se dividen en Gastos Generales y Utilidad.

10.4.1. Gastos Generales

Son aquellos que debe de efectuar el contratista durante la construcción, derivados de la propia actividad empresarial del mismo, por lo cual no pueden ser incluidos dentro de las partidas de la obra.

10.4.2. Utilidad

Es el monto que percibe el contratista por ejecución de la Obra. Este monto forma parte del movimiento económico general de la empresa como objeto de dar dividendos, recapitalizar, reinvertir, pagar impuestos relativos a la misma utilidad o incluso cubrir perdidas de otras obras, en el medio es tradicional aplicar el 10% como porcentaje de utilidad, independientemente del tipo de obra.

10.5. FÓRMULAS POLINÓMICAS

Es la suma de los términos llamados Monomios que contiene la incidencia de los principales elementos del costo de una obra, cuya sumatoria determina para un periodo dado el coeficiente de reajuste del monto de una obra. Es también conocida como la representación matemática de la estructura de costos de un presupuesto. Se establece la siguiente fórmula Polinómica básica:

$$K = a \frac{Jr}{Jo} + b \frac{Mr}{Mo} + c \frac{Er}{Eo} + d \frac{Vr}{Vo} + e \frac{GGUr}{GGUo}$$



Donde:

- ✓ **a, b, c, d, e:** Son los coeficientes de Incidencia, las cuales son cifras con aproximación al milésimo y que representan a los coeficientes de incidencia en el costo de la obra en los elementos: mano de obra, materiales, equipos varios, gastos generales y utilidad.

$$a + b + c + d + e = 1.000$$

- ✓ **Jr, Mr, Er, Vr, GGUr:** Índices de precios de elementos de la mano de obra, materiales, equipos varios, gastos generales y utilidad; a la fecha de reajuste correspondiente.
- ✓ **Jo, mo, Eo, Vr, GGUo:** Índice de precios de los mismos elementos a la fecha de l valor referencial los cuales permanecen invariables.

Es importante tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ El número máximo de monomios de una formula Polinómica es 8
- ✓ Dentro de cada monomio podrá sub dividirse hasta en tres monomios.
- ✓ El coeficiente de Incidencia de cada monomio no será inferior a 5 centésimas es decir $\text{Coef} \geq 0.050$.
- ✓ Cada obra podrá tener hasta un máximo de 4 formulas polinómicas. En caso de que en un contrato existan obras de diversa naturaleza solo podrá emplearse hasta 8 formulas polinómicas.
- ✓ El presupuesto deberá subsidiarse en tantas partes como formulas se requieran.
- ✓ Para cada parte del presupuesto corresponden una formula Polinómica, por lo que deberá elaborarse su respectivo calendario de avance.

10.6. ÍNDICES UNIFICADOS

Son indicadores económicos que muestran la fluctuación promedio de precios que se experimentan en el mercado, son calculados mensualmente, cada índice unificado tiene un código asignado, se utilizan exclusivamente para reajustar montos de los presupuestos de todas las obras públicas y privadas contratadas.

$$\frac{J_r}{J_o}, \frac{M_r}{M_o}, \frac{E_r}{E_o}, \frac{V_r}{V_o}, \frac{GGU_r}{GGU_o}$$

Los metrados, Analisis de costos Unitarios, Presupuestos, Relación de Insumos, Gastos Generales se adjuntan en ANEXOS.



CAPITULO XI

ESPECIFICACIONES

TÉCNICAS



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

01.0 TRABAJOS PRELIMINARES

01.01 CAMPAMENTO PROVISIONAL Y DEPÓSITO DE OBRA

Descripción

Es el alquiler de ambientes provisionales como Oficina en Obra (ingenieros), almacenes, comedores y vestidores. El contratista, debe tener en cuenta dentro de su propuesta el dimensionamiento de los campamentos para cubrir satisfactoriamente las necesidades básicas descritas anteriormente las que contarán con sistemas adecuado de agua, alcantarillado y de recolección y eliminación de desechos no orgánicos, etc. permanentemente.

Los campamentos y oficinas deberán reunir todas las condiciones básicas de habitabilidad, sanidad e higiene; el Contratista proveerá la mano de obra, materiales, equipos y herramientas necesarias para cumplir tal fin.

Los ambientes alquilados para los campamentos y oficinas provisionales deberán tener un buen acceso y zonas para el estacionamiento de vehículos, cuidando que no se viertan los hidrocarburos en el suelo. Una vez concluida con la obra, se procederá al reacondicionamiento de las áreas ocupadas por el patio de máquinas; en el que se incluya la remoción y eliminación de los suelos contaminados con residuos de combustibles y lubricantes, así como la correspondiente revegetación, con plantas de la zona.

Los parques donde se guarden los equipos estarán dotados de dispositivos de seguridad para evitar los derrames de productos hidrocarburos o cualquier otro material nocivo que pueda causar contaminación en la zona circundante.

A los efectos de la eliminación de materiales tóxicos, se cumplirán las normas y reglamentos de la legislación local, en coordinación con los procedimientos indicados por la autoridad local competente.

La incineración de combustibles al aire libre se realizará bajo la supervisión continua del personal competente del contratista. Este se abstendrá de quemar neumáticos, aceite para motores usados, o cualquier material similar que pueda producir humos densos.

La prohibición se aplica a la quema realizada con fines de incineración o para aumentar el poder de combustión de otros materiales.

Los campamentos deberán estar provistos de los servicios básicos de saneamiento. Para la disposición de las excretas se podrán construir silos artesanales en lugares seleccionados que no afecten las fuentes de agua superficial y subterránea por el vertimiento y disposición de los residuos domésticos que se producen en los campamentos. Al final de la obra, los silos serán convenientemente sellados con el material excavado.



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



El Contratista implementará en forma permanente de un botiquín de primeros auxilios, a fin de atender urgencias de salud del personal de obra.

Si durante el período de ejecución de la obra se comprobara que los campamentos u oficinas provisionales son inapropiados, inseguros o insuficientes, el contratista deberá tomar las medidas correctivas del caso a satisfacción del Ingeniero Supervisor.

Será obligación y responsabilidad exclusiva del Contratista efectuar por su cuenta y a su costo, la construcción, el mantenimiento de sus campamentos y oficinas.

Método de Medición

La unidad de medida para esta partida será GLOBAL.

Bases de Pago

El alquiler de la oficina de los campamentos y oficinas provisionales será pagado hasta el 80% del precio unitario global del contrato, para la partida CAMPAMENTOS PROVISIONALES, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda mano de obra, equipo, herramientas, materiales e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente la partida.

El 20% restante se cancelará cuando el Contratista haya desmontado el campamento y cumplido con las normas de medio ambiente indicadas anteriormente, a satisfacción de la Supervisión.

También estarán incluidos en los precios unitarios del contrato todos los costos en que incurra el contratista para poder realizar el mantenimiento, reparaciones y reemplazos de sus equipos y de sus instalaciones; la instalación y el mantenimiento de los servicios de agua, sanitarios, el desmonte y retiro de los quipos e instalaciones y todos los gastos generales y de administración del contrato.

01.02 CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE OBRA 3.60 m x 2.40 m

Descripción

Será de acuerdo al modelo vigente propuesto por la Entidad, en cantidad de 02, una será colocada en un lugar visible de la carretera de modo que, a través de su lectura, cualquier persona pueda enterarse de la obra que se está ejecutando, la ubicación será previamente aprobada por el Ingeniero Supervisor.

Consiste en la construcción de un cartel tipo panel de madera, que será un elemento que permitirá a la entidad ejecutora informar al público en general sobre los detalles de la obra contratada cuyas dimensiones de dicho Cartel será de 3.60 m x 4.20m.

El panel propiamente dicho se encontrará a un nivel de 1.00 metro sobre el suelo, se apoyará sobre tres columnas de madera de sección de 4" x 4", cimentadas a una profundidad mínima de 1.0 m. embebidas concreto de resistencia $f_c=140 \text{ Kg/cm}^2$, las mismas que se proyectarán hasta el nivel máximo del cartel.

DIMENSIONES: 3.60m x 4.20 m



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"

COLORES:

Franja horizontal fondo blanco	:	0.60 mts. x 4.80 mts.
Franja horizontal fondo celeste	:	0.85 mts. x 4.80 mts.
Franja horizontal fondo blanco	:	0.95 mts. x 4.80 mts.

LETRAS

En fondo blanco	:	Letras Negras
En fondo Celeste	:	Letras Blancas y Negras

Método de Medición

El trabajo se medirá por unidad y estará sujeta a la conformidad y aprobación del Ingeniero Supervisor. La suma a pagar por la partida Cartel de Obra será la indicada en el Presupuesto de Obra, se pagará hasta el 100% de dicha suma siempre que haya cumplido con construir el respectivo Cartel de Obra con el modelo y dimensión arriba indicadas o proporcionadas por la institución.

Bases de Pago

El Cartel de Obra, medido en la forma descrita anteriormente, será pagado al precio unitario del contrato, por unidad (Und), para la partida CARTEL DE OBRA, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda mano de obra, equipos, herramientas, materiales e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente la partida.

01.03 LIMPIEZA Y DESBROCE MANUAL DEL TERRENO.

Extensión del Trabajo

La limpieza y desbroce del terreno se realizará con la finalidad de poder desarrollar con comodidad las actividades necesarias para la ejecución del proyecto. Se eliminará las malezas, hierbas y arbustos donde posteriormente se realizarán las actividades para el mejoramiento de la carretera.

Medición

Los trabajos de limpieza y desbroce del terreno se valorizarán en metros cuadrados (m2.), de acuerdo a la partida descrita en el presupuesto.

Forma de Pago

El pago se efectuará al precio unitario por m2. del presupuesto aprobado del metrado realizado y aprobado por el supervisor; entendiéndose que dicho pago constituirá compensación total por mano de obra, herramientas e imprevistos necesarios.



01.04 TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN.

Descripción

En base a los planos y levantamientos topográficos del Proyecto, sus referencias y BMs, el Contratista procederá al replanteo general de la obra, en el que de ser necesario se efectuarán los ajustes necesarios a las condiciones reales encontradas en el terreno. El Contratista será el responsable del replanteo topográfico que será revisado y aprobado por el Supervisor, así como del cuidado y resguardo de los puntos físicos, estacas y monumentación instalada durante el proceso del levantamiento del proceso constructivo.

El Contratista instalará puntos de control topográfico estableciendo en cada uno de ellos sus coordenadas geográficas en sistema UTM. Para los trabajos a realizar dentro de esta sección el Contratista deberá proporcionar personal calificado, el equipo necesario y materiales que se requieran para el replanteo estacado, referenciación, monumentación, cálculo y registro de datos para el control de las obras.

La información sobre estos trabajos, deberá estar disponible en todo momento para su revisión y control por el Supervisor.

El personal, equipo y materiales deberá cumplir con los siguientes requisitos:

(a) Personal: Se implementarán 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. El personal deberá estar suficientemente tecnificado y calificado para cumplir de manera adecuada con sus funciones en el tiempo establecido.

Las cuadrillas de topografía estarán bajo el mando y control de un Ingeniero especializado en topografía con lo menos 10 años de experiencia.

(b) Equipo: Se 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.

(c) Materiales: Se proveerá suficiente material adecuado para la cimentación, monumentación, estacado, pintura y herramientas adecuadas. Las estacas deben 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 N° 102-1.



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



Tolerancias Fase de trabajo	Tolerancias Fase de trabajo	
	Horizontal	Vertical
Georeferenciación	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.
Limites 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 Supervisor y toda la información de campo, su procesamiento y documentos de soporte serán de propiedad del MTC 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 Supervisor no releva al Contratista de su responsabilidad de corregir probables errores que puedan ser descubiertos durante el trabajo y de asumir sus costos asociados.

Cada 500 m. de estacado se deberá proveer una tablilla de dimensiones y color contrastante aprobados por el Supervisor en el que se anotará en forma legible para el usuario de la vía la progresiva de su ubicación.

Requerimientos para los Trabajos

Los trabajos de Topografía y Georeferenciación comprenden los siguientes aspectos:

(a) Georeferenciación:

La georeferenciación se hará estableciendo 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 del replanteo de la vía.



(b) Puntos de Control:

Los puntos de control horizontal y vertical que puedan ser afectados por las obras deben ser reubicados en áreas en que no sean disturbadas por las operaciones constructivas. Se deberán establecer las coordenadas y 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.

(c) 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 en tangente y de 10 m. en tramos de curvas. En caso de quiebres en la topografía se tomarán secciones adicionales en los puntos de quiebre o 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, línea férrea, canales, etc. Que por estar cercanas al trazo de la vida podrían ser afectadas por las obras de 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.

(d) 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 e información del talud a construir conjuntamente con los datos de medición.

(e) 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.

(f) Restablecimiento de la línea del eje

La línea del eje será restablecida a partir de los puntos de control. El espaciamiento entre puntos del eje no debe exceder de 20 m. en tangente y de 10 m. en curvas.



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"**



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.

(g) Elementos de Drenaje

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.

Monumentación

Todos los hitos y monumentación permanente que se coloquen durante la ejecución de la vía deberán ser materia de levantamiento topográfico y referenciación.

(h) Levantamientos misceláneos

Se deberán efectuar levantamientos, estacado y obtención de datos esenciales para el replanteo, ubicación, control y medición de los siguientes elementos:

- (1) Zonas de depósitos de desperdicios.
- (2) Vías que se aproximan a la carretera.
- (3) Cunetas de coronación.
- (4) Zanjas de drenaje.

Y cualquier elemento que esté relacionado a la construcción y funcionamiento de la carretera.

(i) 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 deben ser ejecutados en forma constante que permitan la ejecución de las obras, la medición y verificación de cantidades de obra, en cualquier momento.

Medición

La topografía y georeferenciación se medirán por Kilómetro.

Pago

Las cantidades medidas y aceptadas serán pagadas al precio de contrato de la partida 01.04.00 "Topografía y Georeferenciación".

El pago global de la Topografía y Georeferenciación será de la siguiente forma:



- 20% del monto global de la partida se pagará cuando se concluyan los trabajos de georeferenciación con el establecimiento y definición de sus coordenadas.
- El 80% del monto global de la partida se pagará en forma prorrateada y uniforme en los meses que dura la ejecución del proyecto.

01.05 MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO Y MAQUINARIA

Descripción

El Contratista, deberá realizar el trabajo de suministrar, reunir y transportar todo el equipo y herramientas necesarias para ejecutar la obra, con la debida anticipación a su uso en obra, de tal manera que no genere atraso en la ejecución de la misma.

Método de Medición

Para efectos del pago, la medición será en forma GLOBAL, de acuerdo al equipo realmente movilizado a la obra y a lo indicado en el análisis de precio unitario respectivo, partida en la que el contratista indicará el costo de movilización y desmovilización de cada uno de los equipos. La suma pagar por la partida **MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO** será la indicada en el Presupuesto Ofertado por el contratista.

Bases de Pago

El trabajo será pagado en función del equipo movilizado a obra, como un porcentaje del precio unitario global del contrato para la partida **MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO**, hasta un 50%, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra, equipos y herramientas, materiales e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente la partida, y se haya ejecutado por lo menos el 5% del Monto del contrato, sin incluir el monto de la movillización. El 50% restante será pagado cuando se haya concluido el 100% del monto de la obra y haya sido retirado todo el equipo de la obra con autorización del supervisor.

02.0 MOVIMIENTO DE TIERRAS

02.01 CORTE DE TERRENO NORMAL

Descripción

Comprende todo corte de material hasta las líneas de excavación definidas en el expediente técnico de la obra y el apilamiento o eliminación hasta una distancia de 120 m, incluyendo la conformación de taludes y bermas.

El material producto de estas excavaciones se empleará en la construcción de terraplenes y el excedente o material inadecuado será colocado al pie de la ladera, depositado en botaderos o donde indique el Supervisor.



Método de Ejecución

El constructor realizará las excavaciones, después que haya efectuado el levantamiento de las secciones transversales del terreno natural, aprobadas por el Supervisor.

El corte se efectuará con tractor y otro equipo aplicable y uso moderado de explosivos. No será admitido el empleo de explosivos a distancias tales que pongan en peligro las estructuras ya ejecutadas u otras existentes. El perfilado y desquinche se hará con mano de obra y uso de picos y barretas.

Método de Medición

El metrado de volumen de excavación se efectuará por el método promedio de áreas extremas, medido de acuerdo a planos u ordenado por el Supervisor. Cuando una de las áreas extremas es cero, la otra se dividirá en cuatro

Bases de Pago

El corte, se pagará por m³ y constituirá compensación completa por todo el trabajo ejecutado, por el corte y eliminación del material dentro de la distancia libre de transporte (120 m), por el apilado de material utilizable en la conformación de rellenos, por el apilado de material depositado en botaderos o donde lo indique el Supervisor; así mismo por el empleo de mano de obra, materiales, equipos y herramientas necesarias para completar la partida.

02.02 RELLENO CON MATERIAL PROPIO

Descripción

Bajo esta partida, El Contratista realizará todos los trabajos necesarios para formar los terraplenes o rellenos con material proveniente de las excavaciones, de acuerdo con las presentes especificaciones, alineamiento, pendientes y secciones transversales indicadas en los planos y como sea indicado por el Ingeniero Supervisor.

Materiales

El material para formar el terraplén o relleno deberá ser de un tipo adecuado, aprobado por el Ingeniero Supervisor, no deberá contener escombros, tacones ni restos de vegetal alguno y estar exento de materia orgánica. El material excavado húmedo y destinado a rellenos será utilizado cuando tenga el contenido óptimo de humedad.

Todos los materiales de corte, cualquiera sea su naturaleza, que satisfagan las especificaciones y que hayan sido considerados aptos por el Ingeniero Supervisor, serán utilizados en los rellenos.



Método de Construcción

Antes de iniciar la construcción de cualquier terraplén o relleno, el terreno base deberá estar desbrozada y limpia. El Supervisor determinará los eventuales trabajos de remoción de la capa vegetal y retiro de material inadecuado, así como el drenaje del área base.

En la construcción de terraplenes sobre terrenos inclinados, se debe preparar previamente el terreno, luego el terreno natural deberá cortarse en forma escalonada de acuerdo con los planos o las instrucciones del Supervisor, para asegurar la estabilidad del terraplén o relleno nuevo. El Supervisor sólo autorizará la colocación de materiales del terraplén o relleno cuando el terreno base esté adecuadamente preparado y consolidado.

Los terraplenes deberán construirse hasta una cota superior a la indicada en los planos, en una dimensión suficiente para compensar el asentamiento producidos, por efecto de la consolidación y obtener la cota final de la rasante.

Las exigencias generales para la colocación de materiales serán las siguientes:

Barreras en el pie de los Taludes: El Contratista deberá evitar que el material del relleno esté más allá de la línea de las estacas del talud, construyendo para tal efecto cunetas en la base de éstos o levantando barreras de contención de roca, canto rodado, tierras o tablones en el pie del talud, pudiendo emplear otro método adecuado para ello, siempre que sea aprobado por el Ingeniero Supervisor.

Reserva de Material para "Afirmado": Donde se encuentre material apropiado para lastrado se usará en la construcción de la parte superior de los terraplenes o será apilado para su futuro uso en la ejecución del lastrado.

Rellenos fuera de las Estacas del Talud: Todos los agujeros provenientes de la extracción de los troncos e irregularidades del terreno causados por el Contratista, en la zona comprendida entre el estacado del pie del talud, el borde y el derecho de vía serán rellenos y nivelados de modo que ofrezcan una superficie regular.

Material Sobrante: Cuando se disponga de material sobrante, este será utilizado en ampliar uniformemente el terraplén o en la reducción de pendiente de los taludes, de conformidad con lo que ordene el Ingeniero Supervisor.

Compactación: Si no está especificado de otra manera en los planos o las disposiciones especiales, el terraplén será compactado a una densidad de noventa (90 %) por ciento de la máxima densidad, obtenida por la designación AASHTO T-180-57, en capas de 0.20 m, hasta 0.30 m. inmediatamente debajo de las sub - rasante.



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



El terraplén que esté comprendido dentro de los 0.30 m. inmediatamente debajo de la sub -rasante será compactado a noventa y cinco por ciento (95 %) de la densidad máxima, en capas de 0.20 m. El Ingeniero Supervisor ordenará la ejecución de los ensayos de densidad en campo para determinar el grado de densidad obtenido.

Contracción y Asentamiento: El Contratista construirá todos los terraplenes de tal manera, que después de haberse producido la contracción y el asentamiento y cuando deba efectuarse la aceptación del proyecto, dichos terraplenes tengan en todo punto la rasante, el ancho y la sección transversal requerida. El Contratista será responsable de la estabilidad de todos los terraplenes construidos con cargo al contrato, hasta aceptación final de la obra y correrá por su cuenta todo gasto causado por el reemplazo de todo aquello que haya sido desplazado a consecuencia de falta de cuidado o de trabajo negligente por parte del Contratista, o de daños resultantes por causas naturales, como son lluvias normales.

Protección de las Estructuras: En todos los casos se tomarán las medidas apropiadas de precaución para asegurar que el método de ejecución de la construcción de terraplenes no cause movimiento alguno o esfuerzos indebidos en estructura alguna. Los terraplenes encima y alrededor de alcantarillas, arcos y puentes, se harán de materiales seleccionados, colocados cuidadosamente, intensamente apisonados y compactados y de acuerdo a las especificaciones para el relleno de las diferentes clases de estructuras.

Conformación de Terraplenes con Material Excedente de Corte

Bajo esta partida, el contratista realizará todos los trabajos necesarios para formar terraplenes o relleno con material transportado proveniente de los excedentes de corte, de acuerdo con las presentes especificaciones, alineamientos, pendientes y secciones transversales indicadas en los planos y como sea indicado por el Ingeniero Supervisor. La distancia de transporte a considerar será de 1 Km.

Los materiales, métodos de construcción y demás especificaciones serán las incluidas en el ítem 2.02 Relleno con material propio.

Métodos de Medición

El volumen por el cual se pagará será el número de metros cúbicos de material aceptablemente.

Bases de Pago

El volumen medido en la forma descrita anteriormente será pagado al precio unitario del contrato, en metros cúbicos (m3), entendiéndose que dicho pago constituirá



compensación total por materiales, mano de obra, leyes sociales, equipos, herramientas y cualquier otro insumo o suministro que se requiera para la ejecución del trabajo.

02.03 PERFILADO Y COMPACTACION DE SUBRAZANTE

Descripción

El Contratista, bajo esta partida, realizará los trabajos necesarios de modo que la superficie de la sub-rasante presente los niveles, alineamiento, dimensiones y grado de compactación indicados, tanto en los planos del proyecto, como en las presentes especificaciones.

Se denomina sub-rasante a la capa posterior de la explanación que sirve como superficie de sustentación de la capa de afirmado. Su nivel es paralelo al de la rasante y se logrará conformando el terreno natural mediante os cortes previstos en el proyecto.

Método de Construcción

Unas vez concluido los cortes, se procederá a escarificar la superficie del camino mediante el uso de una motoniveladora o de rastras en zonas de difícil acceso, en una profundidad mínima entre 8 y 15 cm.; los agregados pétreos mayores a 2" que quedan serán retirados.

Posteriormente, se procederá al extendido, riego y batido del material, con el empleo repetido y alternativo de camiones cisterna, y motoniveladora.

Métodos de Medición

El área a pagar será el número de metros cuadrados (m²), de superficie perfilada y compactada, de acuerdo a los alineamientos, rasantes y secciones indicadas en los planos y en las presentes especificaciones medidas en su posición final. El trabajo deberá contar con la conformidad del Ingeniero Supervisor.

Bases de Pago

La superficie media en la forma descrita anteriormente será pagado al precio unitario del contrato, por metro cuadrado, para la partida **PERFILADO Y COMPACTACION DE LA SUBRASANTE**, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda mano de obra, equipos, herramientas, materiales e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente el trabajo.



02.04 CARGUIO DE MATERIAL EXCEDENTE

Descripción

Dentro de los procesos productivos de mayor costo se encuentra el carguío de material excedente, constituye un proceso de operación prácticamente continuo y lento. El objetivo del proceso es "Retirar el material cortado de la frente y transportarlo adecuadamente a su lugar de destino", lo cual se puede resumir en la siguiente secuencia:

- Preparación de la zona de trabajo,
- Posicionamiento de equipos,
- Retirar el material volado desde la frente de trabajo (Carguío),
- Traspaso del material al equipo de transporte dispuesto para el traslado,
- Transporte del material a su lugar de destino (Planta, acopio, botaderos, etc.),

Método de Construcción

Fundamentalmente lo que se hace es extraer el material quebrado (volado) desde la frente de operación por el equipo de carguío, para luego ser depositado en el equipo de transporte, lo cual se logra posicionando el equipo (cargador frontal o pala) frente al material cargado, en un área donde tanto el equipo de carguío como los equipos de transportes puedan operar sin problemas. El equipo de carguío penetra el material volado con su balde, llenándolo y desplazándolo hacia el punto de descarga, donde el balde es vaciado sobre la tolva del equipo de transporte (o recipiente). Esto se repite hasta que el equipo de transporte alcance su llenado operacional y sea reemplazado por otro equipo de transporte para continuar cíclicamente hasta agotar el material de la frente de trabajo.

Métodos de Medición

El volumen por el cual se pagará será el número de metros cúbicos de material cargado a las unidades de transporte.

Bases de Pago

El volumen medido en la forma descrita anteriormente será pagado al precio unitario del contrato, en metros cúbicos (m³), entendiéndose que dicho pago constituirá compensación total por materiales, mano de obra, leyes sociales, equipos, herramientas y cualquier otro insumo o suministro que se requiera para la ejecución del trabajo.



02.05 TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE

Descripción

El transporte del volumen de material que se transportara más allá de la distancia libre de transporte se pagara según corresponda en las partidas transporte de material excedente hasta $D \leq 1$ Km y transporte de material excedente hasta $D \geq 1$ Km. En ambos casos, los cálculos para el pago se harán con la distancia más corta comprendida entre los centros de gravedad del material en su posición original y del botadero, menos la distancia libre de transporte de 120m.

Como se ha mencionado la unidad de medida será por metro cubico, si el contratista elige transportar por una ruta más larga, no se le reconocerá ningún pago adicional.

Para todos los casos, se establece que los sitios de depósitos serán los señalados en el proyecto o los que indique el supervisor en el campo.

Método de Construcción

La eliminación del material excedente de los cortes, excavaciones, derrumbes y deslizamientos, se ejecutara de la forma siguiente:

- ✓ **Si el material a eliminar es menor o igual a 50 m³**, se hará al costado de la carretera, ensanchando terraplenes (Talud), mediante el empleo de un cargador frontal, tractor y/o herramientas manuales, conformando gradas o escalones debidamente compactados, a fin de no perjudicar a los terrenos agrícolas adyacentes. El procedimiento a seguir será tal que garantice la estabilidad de los taludes y la recuperación de la calzada en toda su sección transversal, incluyendo cunetas.
- ✓ **Si el volumen de material a eliminar es mayor de 50 m³**, se transportara hasta los botaderos indicados en el expediente técnico, una vez colocado el material en los botaderos, este deberá ser extendido y compactado. Los camiones volquetes que hayan de utilizarse para el transporte de material de desecho deberán cubrirse con lona para impedir la dispersión de polvo o material durante las operaciones de transporte.

El contratista se abstendrá de depositar materiales excedentes en predios privados, a menos que el propietario lo autorice por escrito ante notario público y con autorización del ingeniero supervisor y en ese caso solo en los lugares y en las condiciones en que el propietario disponga. El contratista tomara las precauciones del caso para evitar la obstrucción de conductos de agua o canales de drenaje, dentro del área de influencia del proyecto.

Métodos de Medición

El volumen por el cual se pagara será el número de metros cúbicos de material aceptablemente conformado en los costados de la carretera y/o cargado, transportado hasta el botadero más cercano y colocado convenientemente, de acuerdo con las



prescripciones de la presente especificación, medidos en su posición original. El trabajo deberá contar con la conformidad del ingeniero supervisor.

Bases de Pago

El volumen medido en forma descrita anteriormente será pagado al precio unitario del contrato, por metro cubico, bajo las siguientes partidas: Transporte de material excedente hasta $d \leq 1$ Km y Transporte de material excedente hasta $d \geq 1$ Km, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda mano de obra, equipos, herramientas, materiales e imprevistos para completar satisfactoriamente el trabajo.

03.0 PAVIMENTOS

03.01 SUB BASE

03.01.1 EXTRACCION Y APILAMIENTO EN CANTERA

Descripción

Bajo esta partida, El Contratista, realizará todos los trabajos necesarios para extraer el material de la cantera disponible. Estos trabajos se realizarán con el mayor cuidado posible a fin de lograr extraer el material óptimo para que luego sea utilizado en la obra.

Esta partida comprende la: extracción y apilamiento del material de afirmado en la Cantera para luego ser colocada en la maquinaria correspondiente y ser trasladada al lugar donde se va a utilizar.

Materiales

El material para la capa granular de rodadura estará constituido por partículas duras y durables, o fragmentos de piedra o grava y partículas finas (cohesivo) de arena, arcilla u otro material partido en partículas finas. La porción de materiales retenido en el tamiz Nro. 4, será llamado agregado grueso y aquella porción que pase por el tamiz Nro. 4, será llamado fino. Material de tamaño requerido, según elija el Contratista. El material compuesto para esta capa debe estar libre de material vegetal y terrones o bolas de tierra. Presentará en lo posible una granulometría lisa y bien gradada.

Los costos unitarios de explotación de materiales deben incluir todos los costos de las medidas de protección y preservación ambiental desde la fuente de materiales hasta la colocación del material en el camino.

Extracción

Consiste en la excavación del material de la cantera aprobada, para ser utilizada en la capa de Afirmado, terraplenes o relleno, previamente aprobadas por la Supervisión.

El Contratista verificará que el propietario de la cantera de la que haya de extraerse materiales de construcción cuente con el permiso o licencia de explotación, necesario, otorgados por la autoridad municipal, provincial o nacional competente.



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



Una vez que termine la explotación de la cantera temporal, el contratista restaurará el lugar de la excavación hasta que recupere, en la medida de lo posible, sus originales características hidráulicas superficiales y sembrará la zona con césped, si fuera necesario.

Las canteras estarán ubicadas en los planos contenidos en el estudio de Suelos y Canteras. Esta información es de tipo referencial. Será responsabilidad del contratista verificar la calidad y cantidad de materiales en las canteras durante el proceso de preparación de su oferta.

Método de Extracción

De las canteras establecidas se evaluará conjuntamente con el Supervisor el volumen total a extraer de cada una. La excavación se ejecutará mediante el empleo de equipo mecánico, tipo tractor de orugas o similares, el cual efectuará trabajos de extracción y acopio necesario.

El método de explotación de las canteras será sometido a la aprobación del Supervisor. La cubierta vegetal, removida de una zona de préstamo, debe ser almacenada para ser utilizada posteriormente en las restauraciones futuras.

Previo al inicio de las actividades de excavación, el Contratista verificará las recomendaciones establecidas en los diseños, con relación a la estabilidad de taludes de corte. Se deberá realizar las excavaciones de tal manera que no se produzca deslizamientos inesperados, identificando el área de trabajo y verificando que no haya personas u construcciones cerca.

Todos los trabajos de clasificación de material de afirmado y en especial la separación de partículas de tamaño mayor que el máximo especificado para cada gradación, se deberán efectuar en el sitio de explotación y no se permitirá ejecutarlos en la vía.

Respecto a las fuentes de materiales de origen aluvial (en los ríos), el Contratista deberá contar previamente al inicio de su explotación con los permisos respectivos, la explotación del material se recomienda realizarla fuera de los cursos de agua y sobre las playas del lecho.

Apilamiento

Es la actividad de amontonar el material extraído de la cantera, para luego ser cargada a la maquinaria correspondiente para ser trasladada a la zona donde se utilizará como afirmado. Se utilizará maquinaria como cargador frontal, realizar esta actividad

Método de Medición

El material explotado, será medido en metros cúbicos (m³).

Bases de Pago

El será pagado al precio unitario pactado en el contrato por metro cúbico (m³) de material a ser usado para la Sub Base, debidamente aprobado por el Supervisor con la partida afirmado, constituyendo dicho precio compensación única por la extracción,



zarandeo y apilamiento en la zona de explotación. Entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda mano de obra, equipos, materiales, herramientas e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente el trabajo.

03.01.2 CARGUIO DE MATERIAL EN CANTERA

Descripción

Consiste en el carguío de materiales apilados, mediante el uso de un cargador frontal. Este material se encuentra esponjado, que al ser compactado su volumen aproximadamente reduce en un 20 %, factor que ha sido considerado en el análisis de costo unitario.

Medición

La partida "Carguío" se medirá por metro cúbico (M3).

Bases de Pago

La superficie medida en la forma descrita anteriormente y aprobada por el Supervisor, será pagada a precios unitarios por metro cúbico (m3). Dicho precio constituirá compensación total por el uso de equipo, mano de obra y herramientas, necesarios para ejecutar la partida.

03.01.3 TRANSPORTE DE MATERIAL A LA OBRA

Descripción

Bajo esta partida se consideran los traslados de material de la cantera para la construcción del afirmado.

Ejecución

Se incluyen los transportes de los materiales a utilizar en la construcción del afirmado.

Equipo

Los vehículos para el transporte de materiales estarán sujetos a la aprobación del Supervisor y deberán ser suficientes para garantizar el cumplimiento de las exigencias de esta especificación y del programa de trabajo. Deberán estar provistos de los elementos necesarios para evitar contaminación o cualquier alteración perjudicial del material transportado y su calda sobre las vías empleadas para el transporte.

Todos los vehículos para el transporte de materiales deberán cumplir con las disposiciones legales vigentes en el Perú, referentes al control de la contaminación ambiental.

Los vehículos encargados del transporte deberán, en lo posible, evitar circular por zonas urbanas. Además, debe reglamentarse su velocidad, con el fin de disminuir las



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"**



emisiones de polvo al transitar por vías no pavimentadas y disminuir igualmente los riesgos de accidentalidad y de atropellamiento.

Todos los vehículos, necesariamente tendrán que humedecer su carga (sea piedras o tierra, arena, etc.) y además, cubrir la carga transportada para evitar la dispersión de la misma. La cobertura deberá ser de un material resistente para evitar que se rompa o se rasgue y deberá estar sujeta a las paredes exteriores del contenedor o tolva, en forma tal que caiga sobre el mismo por lo menos 30 cm a partir del borde superior del contenedor o tolva.

El equipo de construcción y maquinaria pesada deberá operarse de tal manera que cause el mínimo deterioro a los suelos, vegetación y cursos de agua. Se prohíbe la permanencia de personal en la parte inferior de las cargas suspendidas.

El transporte de material será desde el lugar designado para ejecutar la mezcla de los materiales de las canteras.

Medición

La unidad de medida de esta partida será el metro cúbico. La aproximación será el décimo de metro cúbico. El contratista debe considerar en los precios unitarios de su oferta los esponjamientos y las contracciones de los materiales.

Bases de Pago

El pago de las cantidades de transporte de materiales determinados en la forma indicada anteriormente, se hará a los precios unitarios pactados en el Contrato, por unidad de medida, conforme a lo establecido en esta Sección y a las instrucciones del Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de mano de obra, equipo, herramientas, transporte y, en general, todo costo relacionado para ejecutar correctamente los trabajos aquí contemplados.

03.01.4 SUB BASE ($e=0.15$ m), FACTOR DE COMPACTACION=1.2

Descripción

Esta partida consiste en la conformación de una capa de fundación compuesta por grava ó piedra fracturada en forma natural o artificial, y finos (limos y arcillas), construida sobre una superficie debidamente preparada y de conformidad con los espesores, alineamientos, rasantes y secciones transversales indicados en el expediente técnico de la obra.

Materiales

El material para afirmado deberá ser un suelo granular compuesto por fragmentos de piedra o grava de diámetro no mayor de 2.5", un ligante (limo ó arcilla) u otros materiales minerales finamente divididos; libres de material vegetal, terrones u otro de calidad indeseable.



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
 DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



El material de tamaño excesivo será retirado o triturado hasta obtener el tamaño requerido; debiendo cumplir en general los requisitos siguientes:

Requerimientos Granulométricos para Subbase Granular

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A (1)	Gradación B	Gradación C	Gradación D
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. (N.º 4)	25-55	30-60	35-65	50-85
2,0 mm. (N.º 10)	15-40	20-45	25-50	40-70
425 µm. (N.º 40)	8-20	15-30	15-30	25-45
75 µm. (N.º 200)	2-8	5-15	5-15	8-15

Fuente: ASTM D 1241

Notas:

(1) La curva de Gradación "A" deberá emplearse en zonas cuya altitud sea igual o superior a 3000 msnm.

Extracción de materiales

El material granular proveniente de canteras será seleccionado mediante zarandeo y deberán estar acopiadas en zonas donde indique el supervisor.

Subbase Granular

Requerimientos de Ensayos Especiales

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimiento	
				< 3000 msnm	≥ 3000 msnm
Abrasión Los Ángeles	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 90	6% máx.	4% máx.
Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	25% mín.	35% mín.
Salas Solubles	MTC E 219	-.-	-.-	1% máx.	1% máx.
Partículas Chatas y Alargadas	-.-	D 4791	-.-	20% máx.	20% máx.

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1"(2.5 mm)

(2) La relación ha emplearse para la determinación es 1/3 (espesor/longitud)



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



En el caso que las canteras seleccionadas para afirmado, no cumplan con los requisitos de plasticidad indicados en el literal B de la presente especificación, será necesario realizar mezclas con material granular ó fino ligante para lograr la plasticidad requerida, debiéndose seguir de manera general las recomendadas siguientes:

- Las canteras de río con Índices de Plasticidad (IP) inferior al 3 %, se usarán como afirmado, previa mezcla con material fino ligante (limos y/o arcillas de baja plasticidad). Se estima 70% material granular de río y 30% de finos.
- Las canteras de cerro con Índices de Plasticidad (IP) superior al 9%, se usarán como afirmado, previa mezcla con material granular pasante la malla $\frac{3}{4}$, de baja a nula plasticidad. Se estima 75% material de cerro y 25% material granular no plástico.

La mezcla debe ser homogénea, las proporciones reales serán determinadas en obra mediante diseños de mezcla, con el visto bueno y aprobación del Supervisor.

Colocación y extendido

El material granular mezclado y/o batido, será colocado sobre la subrasantes ó superficie debidamente preparada y compactado en capas del espesor indicado en los planos o por el Supervisor.

El esparcido se realizará con motoniveladora u otro equipo aplicable en capas uniformes evitando la segregación del material, con un espesor suelto tal que después de ser compactada tenga el espesor requerido.

Compactación

Inmediatamente después de terminada la distribución y emparejamiento del material, cada capa de éste deberá compactarse en su ancho total por medio de rodillos lisos vibratorios de 7 – 9 toneladas de peso mínimo. Dicha compactación deberá progresar gradualmente desde los costados hacia el centro, en sentido paralelo al eje del camino y deberá continuar así hasta que toda la superficie haya recibido este tratamiento.

El material será tratado con motoniveladora y rodillo hasta que se haya obtenido una superficie lisa y pareja. Cualquier irregularidad deberá corregirse aflojando el material y agregando ó quitando material hasta obtener una superficie pareja y uniforme. En las curvas, muros u otros sitios no accesibles al rodillo, la compactación se realizará empleando apisonadoras mecánicas.



Durante la ejecución, el Supervisor realizará ensayos de control de densidad, de acuerdo al Método Próctor Modificado ó Método T-180, efectuando un (01) ensayo cada 250 m por capa de material colocado, debiéndose comprobar que la densidad resulta igual ó superior al 100% de la densidad máxima determinada en el laboratorio.

Exigencias del espesor

El espesor de la base terminada no deberá diferir en ± 1 cm de lo indicado en los planos. Las mediciones se harán por medio de perforaciones de agujeros u otros métodos aprobados.

Cualquier zona que se desvíe de la tolerancia admitida, deberá corregirse removiendo o agregando material según sea necesario, conformando y compactando luego en la forma especificada.

Las perforaciones de agujeros para determinar el espesor de la base y la operación de rellenado con materiales adecuadamente compactos, deberá efectuarse por parte del Contratista bajo control del Supervisor.

Método de medición: El metrado se determinará tomando como base las secciones transversales del proyecto, verificadas por el Supervisor antes y después de la colocación de las capas de afirmado.

03.02 BASE

03.02.1 EXTRACCION Y APILAMIENTO EN CANTERA PARA BASE

Descripción

Bajo esta partida, El Contratista, realizará todos los trabajos necesarios para extraer el material de la cantera disponible. Estos trabajos se realizarán con el mayor cuidado posible a fin de lograr extraer el material óptimo para que luego sea utilizado en la obra.

Esta partida comprende la: extracción y apilamiento del material de afirmado en la Cantera para luego ser colocada en la maquinaria correspondiente y ser trasladada al lugar donde se va a utilizar.

Materiales

El material para la capa granular de rodadura estará constituido por partículas duras y durables, o fragmentos de piedra o grava y partículas finas (cohesivo) de arena, arcilla u otro material partido en partículas finas. La porción de materiales retenido en el tamiz Nro. 4, será llamado agregado grueso y aquella porción que pase por el tamiz Nro. 4, será llamado fino. Material de tamaño requerido, según elija el Contratista. El material compuesto para esta capa debe estar libre de material vegetal y terrones o bolas de tierra. Presentará en lo posible una granulometría lisa y bien gradada.

Los costos unitarios de explotación de materiales deben incluir todos los costos de las medidas de protección y preservación ambiental desde la fuente de materiales hasta la colocación del material en el camino.



Extracción

Consiste en la excavación del material de la cantera aprobada, para ser utilizada en la capa de Afirmado, terraplenes o relleno, previamente aprobadas por la Supervisión.

El Contratista verificará que el propietario de la cantera de la que haya de extraerse materiales de construcción cuente con el permiso o licencia de explotación, necesario, otorgados por la autoridad municipal, provincial o nacional competente.

Una vez que termine la explotación de la cantera temporal, el contratista restaurará el lugar de la excavación hasta que recupere, en la medida de lo posible, sus originales características hidráulicas superficiales y sembrará la zona con césped, si fuera necesario.

Las canteras estarán ubicadas en los planos contenidos en el estudio de Suelos y Canteras. Esta información es de tipo referencial. Será responsabilidad del contratista verificar la calidad y cantidad de materiales en las canteras durante el proceso de preparación de su oferta.

Método de Extracción

De las canteras establecidas se evaluará conjuntamente con el Supervisor el volumen total a extraer de cada una. La excavación se ejecutará mediante el empleo de equipo mecánico, tipo tractor de orugas o similares, el cual efectuará trabajos de extracción y acopio necesario.

El método de explotación de las canteras será sometido a la aprobación del Supervisor. La cubierta vegetal, removida de una zona de préstamo, debe ser almacenada para ser utilizada posteriormente en las restauraciones futuras.

Previo al inicio de las actividades de excavación, el Contratista verificará las recomendaciones establecidas en los diseños, con relación a la estabilidad de taludes de corte. Se deberá realizar las excavaciones de tal manera que no se produzca deslizamientos inesperados, identificando el área de trabajo y verificando que no haya personas u construcciones cerca.

Todos los trabajos de clasificación de material de afirmado y en especial la separación de partículas de tamaño mayor que el máximo especificado para cada gradación, se deberán efectuar en el sitio de explotación y no se permitirá ejecutarlos en la vía.

Respecto a las fuentes de materiales de origen aluvial (en los ríos), el Contratista deberá contar previamente al inicio de su explotación con los permisos respectivos, la explotación del material se recomienda realizarla fuera de los cursos de agua y sobre las playas del lecho.

Apilamiento

Es la actividad de amontonar el material extraído de la cantera, para luego ser cargada a la maquinaria correspondiente para ser trasladada a la zona donde se utilizará como afirmado. Se utilizará maquinaria como cargador frontal, realizar esta actividad

Método de Medición



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



El material explotado, será medido en metros cúbicos (m3).

Bases de Pago

El será pagado al precio unitario pactado en el contrato por metro cúbico (m3) de material a ser usado para la Sub Base, debidamente aprobado por el Supervisor con la partida afirmado, constituyendo dicho precio compensación única por la extracción, zarandeo y apilamiento en la zona de explotación. Entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda mano de obra, equipos, materiales, herramientas e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente el trabajo

03.02.2 CARGUIO DE MATERIAL EN CANTERA PARA BASE

Descripción

Consiste en el carguío de materiales apilados, mediante el uso de un cargador frontal. Este material se encuentra esponjado, que al ser compactado su volumen aproximadamente reduce en un 20 %, factor que ha sido considerado en el análisis de costo unitario.

Medición

La partida "Carguío" se medirá por metro cúbico (M3).

Bases de Pago

La superficie medida en la forma descrita anteriormente y aprobada por el Supervisor, será pagada a precios unitarios por metro cúbico (m3). Dicho precio constituirá compensación total por el uso de equipo, mano de obra y herramientas, necesarios para ejecutar la partida.

03.02.3 TRANSPORTE A LA PLANTA CHANCADORA

Descripción

Bajo esta partida se consideran los traslados de material de la cantera para la planta chancadora.

Ejecución

Se incluyen los transportes de los materiales a utilizar en la construcción del afirmado.

Equipo

Los vehículos para el transporte de materiales estarán sujetos a la aprobación del Supervisor y deberán ser suficientes para garantizar el cumplimiento de las exigencias de esta especificación y del programa de trabajo. Deberán estar provistos de los elementos necesarios para evitar contaminación o cualquier alteración perjudicial del material transportado y su caída sobre las vías empleadas para el transporte.



Todos los vehículos para el transporte de materiales deberán cumplir con las disposiciones legales vigentes en el Perú, referentes al control de la contaminación ambiental.

Los vehículos encargados del transporte deberán, en lo posible, evitar circular por zonas urbanas. Además, debe reglamentarse su velocidad, con el fin de disminuir las emisiones de polvo al transitar por vías no pavimentadas y disminuir igualmente los riesgos de accidentalidad y de atropellamiento.

Todos los vehículos, necesariamente tendrán que humedecer su carga (sea piedras o tierra, arena, etc.) y además, cubrir la carga transportada para evitar la dispersión de la misma. La cobertura deberá ser de un material resistente para evitar que se rompa o se rasgue y deberá estar sujeta a las paredes exteriores del contenedor o tolva, en forma tal que caiga sobre el mismo por lo menos 30 cm a partir del borde superior del contenedor o tolva.

El equipo de construcción y maquinaria pesada deberá operarse de tal manera que cause el mínimo deterioro a los suelos, vegetación y cursos de agua. Se prohíbe la permanencia de personal en la parte inferior de las cargas suspendidas.

El transporte de material será desde el lugar designado para ejecutar el chancado de los materiales de las canteras.

Medición

La unidad de medida de esta partida será el metro cúbico. La aproximación será el décimo de metro cúbico. El contratista debe considerar en los precios unitarios de su oferta los esponjamientos y las contracciones de los materiales.

Bases de Pago

El pago de las cantidades de transporte de materiales determinados en la forma indicada anteriormente, se hará a los precios unitarios pactados en el Contrato, por unidad de medida, conforme a lo establecido en esta Sección y a las instrucciones del Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de mano de obra, equipo, herramientas, transporte y, en general, todo costo relacionado para ejecutar correctamente los trabajos aquí contemplados.

03.02.4 CHANCADO DE MATERIAL DE CANTERA

Descripción

El principal propósito del chancado es efectuar las reducciones de tamaño necesarias, hasta obtener un producto de una granulometría adecuada que permita el desarrollo de la lixiviación en pilas o depósitos en forma eficiente.

Ejecución

La planta de trituración se debe instalar y ubicar en el lugar que cause el menor daño



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"**

posible al medio ambiente y estar dotada de filtros, pozas de sedimentación y captadores de polvo u otros aditamentos necesarios, a fin de evitar la contaminación de aguas, suelos, aire, vegetación, poblaciones aledañas, etc. por causa de su funcionamiento.

El proceso de chancado se realiza en dos grandes etapas, las cuales requieren de equipos específicos para lograr la granulometría adecuada:

- Trituración o chancado primario o grueso.
- Trituración o chancado fino: proceso que comprende las etapas de chancado secundario, terciario y cuaternario.

La selección del tipo y tamaño del equipo chancador para cada etapa se determina según los siguientes factores:

Clasificación	Porcentaje de Sílice (%)
Poco abrasiva	< 0.05
Abrasiva	0.05 - 0.50
Muy abrasiva	0.5 - 1
Extremadamente abrasiva	> 1

- Volumen de material o tonelaje a triturar.
- Tamaño de alimentación.
- Tamaño del producto de salida.
- Dureza de la roca matriz, ya que la proporción de mineral suele ser pequeña. Éste índice es de suma importancia y se expresa normalmente por la escala de Mohs, la cual tiene implicancia al momento de seleccionar el tipo de equipo a utilizar.
- Tenacidad, según el índice de tenacidad de la roca a triturar, el que se compara con el de la caliza, a la que se le asigna el índice 1.
- Abrasividad. Debida fundamentalmente al contenido de sílice, principal causante del desgaste de los equipos.

Según el índice de abrasividad medido experimentalmente a través del porcentaje de sílice presente en la roca, éstas se clasifican en:

Medición

La unidad de medida de esta partida será el metro cúbico. La aproximación será el décimo de metro cúbico. El contratista debe considerar en los precios unitarios de su oferta los esponjamientos y las contracciones de los materiales.



Bases de Pago

El pago de las cantidades de transporte de materiales determinados en la forma indicada anteriormente, se hará a los precios unitarios pactados en el Contrato, por unidad de medida, conforme a lo establecido en esta Sección y a las instrucciones del Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de mano de obra, equipo, herramientas, transporte y, en general, todo costo relacionado para ejecutar correctamente los trabajos aquí contemplados.

03.02.5 CARGUIO DE MATERIAL A LA OBRA

Descripción

Consiste en el cargulo de materiales apilados, mediante el uso de un cargador frontal. Este material se encuentra esponjado, que al ser compactado su volumen aproximadamente reduce en un 20 %, factor que ha sido considerado en el análisis de costo unitario.

Medición

La partida "Cargulo" se medirá por metro cúbico (M3).

Bases de Pago

La superficie medida en la forma descrita anteriormente y aprobada por el Supervisor, será pagada a precios unitarios por metro cúbico (m3). Dicho precio constituirá compensación total por el uso de equipo, mano de obra y herramientas, necesarios para ejecutar la partida.

03.02.6 TRANSPORTE DE MATERIAL A LA OBRA

Deberán cumplir las características, indicadas en la partida 03.01.03

03.02.7 BASE GRANULAR, e=0.15m.

Descripción

Esta partida consiste en la conformación de una capa de fundación compuesta por grava ó piedra fracturada en forma natural o artificial, y finos (limos y arcillas), construida sobre una superficie debidamente preparada y de conformidad con los espesores, alineamientos, rasantes y secciones transversales indicados en el expediente técnico de la obra.

Materiales

El material para afirmado deberá ser un suelo granular compuesto por fragmentos de piedra o grava de diámetro no mayor de 2.5", un ligante (limo ó arcilla) u otros



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"

materiales minerales finamente divididos; libres de material vegetal, terrones u otro de calidad indeseable.

El material de tamaño excesivo será retirado o triturado hasta obtener el tamaño requerido; debiendo cumplir en general los requisitos siguientes:

Características físico mecánicas Base

- Limite Liquido	Máximo 35%
- Índice Plástico	Mínimo 3% Máximo 9%
- Equivalente de Arena	Mínimo 30%
- Abrasión	Máximo 40%
- Durabilidad	Máximo 15%
- Partículas chatas y alargadas	Máximo 20%
- Capacidad de Soporte (CBR)	Mínimo 45%
- Sales Solubles Totales	Máximo 1%
- Porcentaje de Compactación (Próctor Modificado ó T-180)	Mínimo 100%
- Variación del contenido Óptimo de humedad	± 1.5%

Graduación

El material de afirmado se circunscribirá a las granulometrías C, D, E ó F especificadas en la tabla adjunta y el material que pase el tamiz N° 200 (0.075 mm), deberá ser mayor al 8 % en lugar de los porcentajes mínimos indicados en la misma tabla.

Tamiz		Porcentaje en peso del material que pasa los tamices indicados					
		A	B	C	D	E	F
Pulg.	Mm						
2	50.0	100	100	----	----	----	----
1	25.0	----	75 - 95	100	100	100	100
3/8	9.5	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100	----	----
N° 4	4.75	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85	55 - 100	70 - 100
N° 10	2.00	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70	40 - 100	55 - 100
N° 40	0.425	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45	20 - 50	30 - 70
N° 200	0.075	2 - 8	5 - 20	5 - 15	5 - 20	6 - 20	8 - 25



La porción de material retenido en el tamiz N° 4 será llamada fracción gruesa y la porción que pasa el tamiz N° 4 será llamada fracción fina.

Extracción de materiales

El material granular proveniente de canteras será seleccionado mediante zarandeo y deberán estar acopiadas en zonas donde indique el supervisor.

Mezclado de materiales

En el caso que las canteras seleccionadas para afirmado, no cumplan con los requisitos de plasticidad indicados en el literal B de la presente especificación, será necesario realizar mezclas con material granular ó fino ligante para lograr la plasticidad requerida, debiéndose seguir de manera general las recomendadas siguientes:

- Las canteras de río con Índices de Plasticidad (IP) inferior al 3 %, se usarán como afirmado, previa mezcla con material fino ligante (limos y/o arcillas de baja plasticidad). Se estima 70% material granular de río y 30% de finos.
- Las canteras de cerro con Índices de Plasticidad (IP) superior al 9%, se usarán como afirmado, previa mezcla con material granular pasante la malla $\frac{3}{4}$, de baja a nula plasticidad. Se estima 75% material de cerro y 25% material granular no plástico.

La mezcla debe ser homogénea, las proporciones reales serán determinadas en obra mediante diseños de mezcla, con el visto bueno y aprobación del Supervisor.

Colocación y extendido

El material granular mezclado y/o batido, será colocado sobre la subrasantes ó superficie debidamente preparada y compactado en capas del espesor indicado en los planos o por el Supervisor.

El esparcido se realizará con motoniveladora u otro equipo aplicable en capas uniformes evitando la segregación del material, con un espesor suelto tal que después de ser compactada tenga el espesor requerido.

Compactación

Inmediatamente después de terminada la distribución y emparejamiento del material, cada capa de éste deberá compactarse en su ancho total por medio de rodillos lisos vibratorios de 7 – 9 toneladas de peso mínimo. Dicha compactación deberá progresar gradualmente desde los costados hacia el centro, en sentido paralelo al eje del camino y deberá continuar así hasta que toda la superficie haya recibido este tratamiento.



El material será tratado con motoniveladora y rodillo hasta que se haya obtenido una superficie lisa y pareja. Cualquier irregularidad deberá corregirse aflojando el material y agregando ó quitando material hasta obtener una superficie pareja y uniforme. En las curvas, muros u otros sitios no accesibles al rodillo, la compactación se realizará empleando apisonadoras mecánicas.

Durante la ejecución, el Supervisor realizará ensayos de control de densidad, de acuerdo al Método Próctor Modificado ó Método T-180, efectuando un (01) ensayo cada 250 m por capa de material colocado, debiéndose comprobar que la densidad resulta igual ó superior al 100% de la densidad máxima determinada en el laboratorio.

Exigencias del espesor

El espesor de la base terminada no deberá diferir en ± 1 cm de lo indicado en los planos. Las mediciones se harán por medio de perforaciones de agujeros u otros métodos aprobados.

Cualquier zona que se desvíe de la tolerancia admitida, deberá corregirse removiendo o agregando material según sea necesario, conformando y compactando luego en la forma especificada.

Las perforaciones de agujeros para determinar el espesor de la base y la operación de rellenado con materiales adecuadamente compactos, deberá efectuarse por parte del Contratista bajo control del Supervisor.

Método de medición: El metrado se determinará tomando como base las secciones transversales del proyecto, verificadas por el Supervisor antes y después de la colocación de las capas de afirmado.

Base de pago

La partida, será pagado al precio unitario de calculado en el A.C.U, dicho precio y pago constituirá compensación completa por Base Granular, y por toda mano de obra, equipos, herramientas e imprevistos necesarios para ejecutar la partida.

03.03 TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA

03.03.1 EXTRACCION Y APILAMIENTO EN CANTERA PARA CARPETA ASFALTICA

Deberán cumplir las características, indicadas en la partida 03.02.01

03.03.2 CARGUIO DE MATERIAL EN CANTERA PARA BASE

Deberán cumplir las características, indicadas en la partida 03.02.02

03.03.3 TRANSPORTE A LA PLANTA CHANCADORA

Deberán cumplir las características, indicadas en la partida 03.02.03

03.03.4 CHANCADO DE MATERIAL DE CANTERA

Deberán cumplir las características, indicadas en la partida 03.02.04



03.03.5 CARGUIO DE MATERIAL EN CANTERA PARA BASE

Deberán cumplir las características, indicadas en la partida 03.02.05

03.03.6 TRANSPORTE DE MATERIAL A LA OBRA

Deberán cumplir las características, indicadas en la partida 03.01.03

03.03.7 IMPRIMACION ASFALTICA

Esta partida se refiere a la aplicación mediante riego, de asfalto líquido del tipo "cutback" sobre la superficie de una base no asfáltica o, en su caso, para el tratamiento primario de las superficies destinadas a estacionamientos, cruces, bermas, etc. preparada con anterioridad, y de acuerdo con las Especificaciones y de conformidad con los planos o como sea designado por el Ingeniero Supervisor.

La calidad y cantidad de asfalto será la necesaria para cumplir los siguientes fines:

- a) Impermeabilizar la superficie de la base;
- b) Recubrir y unir las partículas sueltas de la superficie;
- c) Mantener la compactación de la base; y
- d) Propiciar la adherencia entre la superficie de la base y la nueva capa a construirse.

Materiales

Se utilizará asfaltos líquidos de curado medio (MC) en los grados 30 ó 70 (designación AASHTO M-82-75); o asfalto líquido de curado rápido RC-250 diluido con kerosene industrial en proporción del 10 al 20% en peso.

Aplicación de la capa de imprimación

El riego de imprimación se efectuará cuando la superficie de la base esté preparada, es decir, cuando esté libre de partículas o de suelo suelto. Para la limpieza de la superficie se empleará una barredora mecánica o sopladora según sea necesario.

Cuando se trate de un material poroso, la superficie deberá estar seca o ligeramente húmeda. La humedad de estos materiales se logrará por el rociado de agua en la superficie, en cantidad adecuada para este fin.

La operación de imprimación deberá de empezar cuando la temperatura superficial a la sombra sea de más de 13 grados en ascenso o de más de 15 grados en descenso. Se suspenderá la operación en tiempo brumoso o lluvioso.

La aplicación del material bituminoso deberá hacerse a presión para garantizar un esparcido uniforme y continuo utilizando un distribuidor autopropulsado que estará equipado con una manguera auxiliar de boquillas esparcidoras y conectada a la misma presión del sistema del distribuidor en cuanto al tamaño de la barra



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"**



distribuidora, tamaño de boquillas, espaciamiento entre boquillas, ángulo de boquillas con el eje de la barra distribuidora, altura de la barra distribuidora sobre la base, capacidad y presión de bomba, serán adecuadas para obtener el fin propuesto.

La cantidad de asfalto por unidad de área será definida con la Supervisión de acuerdo a la calidad de la base y estará comprendida entre 0.70 y 1.50 lt/m² para una penetración de 7 mm por lo menos verificándose este cada 25 m; la temperatura de aplicación del riego estará comprendida, según el tipo de asfalto a usarse, dentro de los siguientes intervalos:

MC-30	21°C - 60°C
MC-70	43°C - 85°C
(RC-250) + 15% KEROSENE	25°C - 70°C

Cualquier área ubicada fuera del canal de riego del distribuidor, deberá ser imprimada con las mismas características utilizando un esparcidor auxiliar. Los excesos de asfalto serán retirados utilizando para el efecto una escoba de goma.

Durante la operación de riego se deberán tomar las providencias necesarias para evitar que estructuras, edificaciones o árboles adyacentes al área por imprimir sean salpicados por el asfaltado a presión.

El material bituminoso deberá ser enteramente absorbido por la superficie de la base. Si en el término de 24 horas esto no ocurriese, la Supervisión podrá disponer de un tiempo mayor de curado.

Cualquier exceso de asfalto al tiempo del término del curado, deberá secarse, esparciendo sobre su superficie arena limpia, exenta de vegetales y otras materias indeseables, cuya gradación corresponda a los requisitos del agregado tamaño N° 10 norma AASHTO M-43054 [ASTM D-448-54]. La superficie así imprimada, curada y secada, debe permanecer en esta condición hasta que se le aplique la placa de rodamiento.

Alguna área que no reciba el tratamiento, debe ser inmediatamente imprimada usando una manguera de esparcidor conectada al distribuidor. Si las condiciones de tráfico lo permiten, en opinión del Ingeniero, la aplicación debe ser hecha sólo en la mitad del ancho de la base por operación. Debe tenerse cuidado de imprimir 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 debe ser protegida por avisos y barricadas que impidan el tránsito durante un período de curado mínimo de 24 horas. El material bituminoso deberá ser



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"**

enteramente absorbido por la superficie de la base. Si en el término de 24 horas esto no ocurriese, la supervisión podrá disponer un tiempo mayor de curado.

Para verificar la calidad del material bituminoso, deberá ser examinado en el laboratorio y evaluado teniendo en cuenta las especificaciones recomendadas por el Instituto de Asfalto. En caso que el asfalto líquido preparado fuera provisto por una planta especial, se deberá contar con un certificado de laboratorio que confirme las características del material.

En el procedimiento constructivo, se observará entre otros los siguientes cuidados que serán materia de verificación:

- ✓ La temperatura de aplicación estará de acuerdo con lo especificado según el tipo de asfalto líquido.
- ✓ La cantidad de material esparcido por unidad de área será la determinada con la supervisión de acuerdo al tipo de superficie; y será controlada colocando en la franja de riego algunos recipientes de peso y área conocidos;
- ✓ La uniformidad de la operación se logrará controlando la velocidad del distribuidor, la altura de la barra de riego y el ángulo de las boquillas con el eje de la barra de riego.

La frecuencia de estos controles, verificaciones o mediciones por la supervisión, se efectuará de manera especial al inicio de las jornadas de trabajo de imprimación.

Protección de las estructuras adyacentes

La superficie de todas las estructuras y árboles adyacentes al área sujeta de tratamiento, deben ser protegidas de tal manera que se eviten salpicaduras o manchas. En caso de que esas salpicaduras o manchas ocurran, el Contratista deberá por cuenta propia retirar el material y reparar todo daño ocasionado.

Mantenimiento

El Contratista deberá conservar la superficie imprimada hasta que la capa superficial sea colocada. Cualquier área de superficie imprimada que resulte dañada por el tráfico de vehículo o por otra causa, deberá ser reparada antes de que sea colocada la capa superficial.

Método de medición: El método de medición será por m² imprimado obtenidos según indicación de los planos y aprobados por el Supervisor.

Base de pago



La partida, será pagado al precio unitario de calculado en el A.C.U, dicho precio y pago constituirá compensación completa por el m² de Imprimacion Asfaltica, y por toda mano de obra, equipos, herramientas e imprevistos necesarios para ejecutar la partida.

03.03.8 TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA PRIMERA CAPA

Este trabajo consiste en la colocación de una o mas capas de tratamientos superficiales (asfalto, agregados y de ser el caso, aditivos) sobre la superficie de una base imprimada o cualquier otra, preparada con tal finalidad, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Para tratamientos múltiples, a partir de la segunda capa se repite el riego asfáltico y colocación de agregado pétreo.

Ensayos	Especificaciones
Partículas fracturadas del agregado grueso con una cara facturada (MTC E 210)	85% mín.
Partículas del agregado grueso con dos caras fracturadas (MTC E 210)	60% mín.
Partículas chatas y alargadas (ASTM D 4791-NTP 400.4)	15% máx.
Abrasión (MTC E 207)	40% máx.
Pérdida en sulfato de magnesio (MTC E 209)	18% máx.
Adherencia (ASTM D 1664-AASHTO T 182)	+95
Terrones de arcilla y partículas friables (MTC E 212)	3% máx.
Sales solubles total (MTC E 219)	0,5% máx.

Materiales:

Agregado grueso: Los agregados pétreos para la ejecución del tratamiento superficial deben cumplir con las exigencias de calidad, indicadas en la tabla:



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"**

Requisitos de material bituminoso diluido por curado rápido

Tipo	Material Bituminoso Diluido							
	RC-70		RC-250		RC-800		RC-3000	
Grado	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.
Pruebas sobre el Material Bituminoso								
Viscosidad cinemática a 60°C, cSt.	70	140	350	500	800	1.800	3.000	6.000
Punto de inflexión, °C	-	-	27	-	27	-	27	-
Contenido de Agua, %	-	0,1	-	0,2	-	0,2	-	0,3
Ensayo de destilación:								
Destilado, porcentaje por volumen del total de destilado a 380°C								
-a 130°C	50	-	-	-	-	-	-	-
-a 135°C	50	-	85	-	15	-	-	-
-a 160°C	70	-	60	-	45	-	25	-
-a 180°C	85	-	95	-	75	-	70	-
Análisis del destilado a 380°C, % en volumen por diferencia	50	-	65	-	75	-	80	-
Pruebas en el Residuo de Destilación:								
Viscosidad absoluta a 60°C, Pa.s (P) (*)	60 (600)	240 (2.400)	60 (600)	240 (2.400)	60 (600)	240 (2.400)	60 (600)	240 (2.400)
Quilómetros a 22°C, 5 cm ³ /m ³ .cm	100	-	100	-	100	-	100	-
Solubilidad en Tricloroetileno, %	99,0	-	99,0	-	99,0	-	99,0	-
Ensayo de la Mancha (Difusión) (**)								
Solvente Nafte-Exténder	Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
Solvente Nafte-Klene, % Klene	Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
Solvente Heptano-Klene, % Klene	Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	

(*) En reemplazo del ensayo de viscosidad absoluta del residuo, se puede reportar el ensayo de penetración a 100g, 5s a 25°C, siendo el rango de 80 a 120 para los materiales bituminosos citados.

(**) Porcentajes de solvente a usar, se determinará si el resultado del ensayo indica positivo Fuente: ASTM D 2020 Y AASHTO M-85

Además, los agregados triturados y clasificados deberán presentar una gradación uniforme, que se ajustará a alguna de las franjas granulométricas que se indican en la siguiente tabla:

Material Bituminoso: El asfalto cut – back RC – 250, Asfaltos Diluidos que cumplan los requisitos de calidad establecidos en la siguiente tabla:

Rangos de gradación para tratamientos superficiales

Nº de Huso	Tamaño Normal de agregado	Tipo de material (Porcentaje que pasa)								
		1 1/2 (37,5 mm)	1 (25,0 mm)	3/4" (19,0 mm)	1/2" (12,5 mm)	3/8" (9,5 mm)	Nº 4 (4,75 mm)	Nº 8 (2,36 mm)	Nº 16 (1,18 mm)	Nº 50 (300 µm)
5	25,0 mm a 12,5 mm (1" a 1/2")	100	90-100	20-55	0-10	0-5				
6	19,0 mm a 9,5 mm (3/4" a 3/8")		100	90-100	20-55	0-15	0-5			
7	12,5 mm a 4,75 mm (1/2" a n.º 4)			100	90-100	40-70	0-15	0-5		
8	9,5 mm a 2,36 mm (3/8" a n.º 8)				100	85-100	10-30	0-10	0-5	
9	4,75 mm a 1,18 mm (n.º 4 a n.º 16)					100	85-100	10-40	0-10	0-5

Fuente: ASTM D 440

Mezclas Asfálticas: Las mezclas asfálticas, consistirán en una mezcla de agregado grueso, agregado fino y material asfáltico proporcionado en peso (Ver diseño de mezclas asfáltico).

El ingeniero especificará y aprobará la mezcla sujeta a las siguientes condiciones:



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"**



- ✓ Estará entre los límites de graduación del tipo especificado.
- ✓ La graduación de la mezcla se aproximará lo más posible al término medio de 1 porcentaje que pase por cada tamaño del tamiz del tipo de mezcla seleccionada.
- ✓ La mezcla, al ser compactada, por métodos de laboratorio, tendrá una densidad no menor de 95% de la densidad calculada de una mezcla sin vacíos compuesta de materiales similares en iguales proporciones.
- ✓ El contratista presentará por escrito una fórmula de trabajo en la que incluyan los porcentajes de agregado grueso, fino y bituminoso, la que deberá ser aprobada por el ingeniero. Cualquier cambio de fuente de aprovisionamiento de materiales, deberá ser aprobado por el ingeniero, previa presentación de una prueba fórmula de trabajo.
- ✓ El tipo y cantidad de la mezcla estará conforme con las especificaciones indicadas en los planos.

Extracción de muestras para ensayos de gradación del agregado mineral:

Cuando lo requiera el ingeniero, se tomarán muestras de la planta, de los camiones o del pavimento terminado y cuando dicha muestra (no menos de 3 kg.), sea probada por métodos Standard de laboratorio, no debe variar de las proporciones de graduación de la fórmula de trabajo en más de 5%, en cualquier caso, según la muestra que se ensaye.

Proporciones y mezclas: Las proporciones de varios minerales que entran en la mezcla asfáltica, debe ser especificada por el ingeniero, de acuerdo con las especificaciones. El ingeniero o su representante autorizado, debe tener acceso siempre a todas las partes de las plantas de pavimentación. Los tamaños y características de operación de la mezcladora, el tipo de operación de la piedra, las mallas, la mezcladora, los tanques de almacenamiento de asfalto, el equipo de acarreo y demás partes de la planta, deben estar en tal forma que permitan una operación continua, el ingeniero puede suspender toda la operación de mezcla hasta que se hagan los ajustes necesarios para acelerar el trabajo o se instale nueva maquinaria para ello.

Procedimiento Constructivo:

Preparación de la superficie existente: La construcción del tratamiento superficial no se iniciará hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar, tenga la compactación y densidad adecuada, las cotas y dimensiones indicadas en los planos y aprobados por el Supervisor.

No se permitirá la construcción del tratamiento hasta que la capa de imprimación haya completado su curado y, en ningún caso, antes de 24 horas, transcurridas desde su aplicación.

Aplicación del material bituminoso: Antes de la aplicación del material bituminoso se marcará una línea guía en la calzada para controlar el paso del distribuidor y se



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



señalará la longitud de la carretera que quedará cubierta, de acuerdo con la cantidad de material bituminoso disponible en el distribuidor y la capacidad de extensión del esparcidor de agregados pétreos.

Cantidades aproximadas de materiales para Tratamientos Superficiales Dobles

Aplicaciones	Tamaño Nominal del agregado	Nº Huso ^(b) Granulométrico	Cantidad de Agregado m ³ /m ²	Cantidad de ^(a) Asfalto l/m ²
Primera Aplicación	25,0 mm a 12,5 mm (1" a 1/2")	5	0,017	1,90
Segunda Aplicación	12,5 mm a 4,75 mm (1/2" a n.º 4)	7	0,008	1,18
Primera Aplicación	19,0 mm a 9,5 mm (3/4" a 3/8")	6	0,012	1,68
Segunda Aplicación	9,5 mm a 2,36mm (3/8" a n.º 8)	8	0,006	0,91

(a) La experiencia indica que las cantidades indicadas deben incrementarse entre un 5 y un 10% cuando los materiales bituminosos sean aplicados con poco o ningún calentamiento.

(b) Según clasificación en la ASTM D 448

Extendido: El esparcido del agregado se realizará de manera uniforme, en la cantidad aprobada por el Supervisor e inmediatamente después de la aplicación del ligante bituminoso. La distribución del agregado se hará de manera que se evite el tránsito del esparcidor sobre la capa del ligante sin cubrir.

Rodillado y compactado: Las operaciones de compactación se realizarán con el rodillo neumático y comenzarán inmediatamente después de la aplicación del agregado pétreo. En zonas en tangente, la compactación se iniciará por el borde exterior avanzado hacia el centro. En curvas, se iniciará desde el borde inferior hacia el borde superior, traslapando cada recorrido con el anterior de acuerdo, con las instrucciones del Supervisor. La compactación continuará hasta obtener una superficie lisa y estable en un tiempo máximo de 30 minutos, contado desde el inicio del esparcido del agregado pétreo.

Aplicación del material bituminoso en tratamientos múltiples: Las siguientes capas del material bituminoso para tratamientos múltiples serán aplicadas en cantidad y temperaturas indicadas en el Proyecto y aprobado por el Supervisor. Cada capa sucesiva se aplicará después de ponerla al tráfico por lo menos durante 72 horas.

El ancho de franja en que se aplique cada riego debe variar en relación con el empleado en el anterior en unos 20 cm, aproximadamente, con la finalidad de impedir que la junta de construcción longitudinal se superponga con la de la anterior capa, para obtener una superficie uniforme.



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"**



Especificaciones del cemento asfáltico clasificado por penetración

Tipo		Grado Penetración									
Grado	Ensayo	PEN 40-50		PEN 60-70		PEN 85-100		PEN 120-150		PEN 200-300	
		min	máx	min	máx	min	máx	min	máx	min	máx
Pruebas sobre el Material Bituminoso											
Penetración a 25°C, 100 g, 5 s, 0,1 mm	MTC E 304	40	50	60	70	85	100	120	150	200	300
Punto de inflamación, °C	MTC E 312	252		252		252		258		277	
Ductilidad, 25°C, 5cm/min, cm	MTC E 306	100		100		100		100		100	
Solubilidad en Tricloro-etileno, %	MTC E 302	99,0		99,0		99,0		99,0		99,0	
Índice de Penetración (Susceptibilidad Térmica) ⁽¹⁾	MTC E 304	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1
Ensayo de la Mancha (Oilensig) ⁽¹⁾											
Solvente Hexa – Estándar	AASHTO M 20	Negativo		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
Solvente Hexa – Xileno, 9Xileno		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
Solvente Heptano – Xileno, 10Xileno		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
Pruebas sobre la Película Delgada a 163°C, 3.2 mm, 5 h											
Pérdida de masa, %	ASTM D 1754		0,8		0,8		1,0		1,3		1,5
Penetración retenida después del ensayo de película fina, %	MTC E 304	55+		52+		47+		42+		37+	
Ductilidad del residuo a 25°C, 5 cm/min, cm ⁽¹⁾	MTC E 306			50		75		100		100	

(1),(2) Ensayos opcionales para su evaluación complementaria del comportamiento geológico en el material bituminoso indicado.

(3) Si la ductilidad es menor de 100 cm, el material se aceptará si la ductilidad a 15,5 °C es mínimo 100 cm a la velocidad de 5 cm/min.

Tráfico: Deberá evitarse todo tipo de tránsito sobre la capa recién ejecutada durante las 24 horas siguientes a su terminación. Si ello no es factible, deberán tomarse medidas para que los vehículos no circulen a una velocidad superior a 30 km/h. En ningún caso se permitirá el tránsito vehicular antes de las 2 horas de concluida la compactación.

Laboratorio de campo: El contratista aportará por cuenta propia un local para el equipo de laboratorio de campo, para guardar los aparatos de ensayos, siendo este local para el uso del ingeniero y de los inspectores. No será menor de 2.5 m de lado con piso y techo que resguarde del mal tiempo, conteniendo por lo menos dos ventanas, dos puertas y una mesa de trabajo de 1.00 m de ancho y 2.00 m de largo. Este edificio estará situado de tal manera que permita observar todos los detalles de la planta desde él, por lo menos sea plenamente visibles, desde una de sus ventanas.

Requisitos de espesor y peso: Cuando los planos y las especificaciones especiales indique el espesor de un pavimento, la obra termina, no podrá variar el espesor indicado en más de un cuarto de pulgada, excepto en el caso de restauración de pavimentos existentes, que se deberá admitir una suficiente tolerancia para las irregularidades que dicho pavimento pueda causar. Cuando las mediciones así efectuadas indiquen que una sección no se encontraría dentro de los límites de tolerancia fijados para la obra terminada, la zona aún no compactada será corregida mientras el material se encuentra todavía en buenas condiciones de trabajabilidad.



Control de acabado: La superficie del pavimento será verificado mediante un planilla de coronamiento que tenga la forma de perfil tipo de obra y mediante una regla de 3 metros de longitud, aplicados en ángulo recto y Paralela respectivamente, respecto al eje de la calzada. El contratista destinará personal para aplicar la citada plantilla y la regla bajo las órdenes del ingeniero, con el fin de controlar todas las superficies.

La variación de la superficie entre dos contactos de la planilla o de la regla, no podrá exceder de 1/8".

Los ensayos para comprobar la coincidencia con el coronamiento y la pendiente especificada, se harán inmediatamente después de la compactación inicial y las variaciones establecidas serán corregidas por medio de la adición o remoción del material según fuese el caso. Después de ello la compactación continuará en forma específica.

Terminada la compactación final, la lisura de la superficie terminada será controlada nuevamente y se procederá a eliminar toda irregularidad comprobada en la misma, que exceda a los límites indicados anteriormente. También se eliminarán zonas con texturas, compresión y composición defectuosas y se corregirán dichos defectos conforme a las disposiciones del ingeniero, que puedan incluir una remoción y sustitución por cuenta del contratista, de las zonas expresa.

Rectificación de los bordes: Los bordes del pavimento, serán rectilíneos y coincidentes en el trazo. Todo exceso de material será recortado después de la compactación final y depositados por el contratista fuera del derecho de vía y lejos de la vista desde el camino.

Método de medición:

La medición se efectuará cuando todas las capas que componen el Proyecto hayan sido concluidas y aprobadas por el Supervisor. El método de medición será por m² de tratamiento Superficial bicapa primera capa obtenidos según indicación de los planos y aprobados por el Supervisor.

Base de pago

La partida, será pagado al precio unitario de calculado en el A.C.U, dicho precio y pago constituirá compensación completa por el m² de tratamiento Superficial Bicapa, y por toda mano de obra, equipos, herramientas e imprevistos necesarios para ejecutar la partida.

03.03.9 TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA SEGUNDA CAPA

Deberán cumplir las características, indicadas en la partida 03.03.08



04.0 OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONCRETO PARA OBRAS DE ARTE

Descripción

Bajo esta partida genérica, El Contratista suministrará los diferentes tipos de concreto compuesto de cemento Pórtland, agregados finos, agregados gruesos y agua, preparados de acuerdo con estas especificaciones, en los sitios, forma, dimensiones y clases indicadas en los planos, o como lo indique, por escrito, el Ingeniero Supervisor.

La clase de concreto a utilizar en las estructuras, deberá ser la indicada en los planos o las especificaciones, o la ordenada por el Ingeniero Supervisor.

- Concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
- Concreto $f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
- Concreto $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$
- Concreto $f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.M.}$
- Concreto $f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.G.}$
- Concreto $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.M.}$

El contratista deberá preparar la mezcla de prueba y someterla a la aprobación del Ingeniero Supervisor antes de la mezclar y vaciar el concreto. Los agregados, cemento y agua deberán ser perfectamente proporcionados por peso, pero el Supervisor podrá permitir la proporción por volumen.

Materiales

Cemento: El cemento a usarse será Pórtland Tipo I que cumpla con las Normas ASTM C-150 AASHTO-M-85, sólo podrá usarse envasado. En todo caso el cemento deberá ser aceptado solamente con aprobación específica del Ingeniero Supervisor.

El cemento no será usado en la obra hasta que lo autorice el Ingeniero Supervisor. El Contratista en ningún caso podrá examinar de la obligación y responsabilidad de proveer el contrato a la resistencia especificada.

El cemento debe almacenarse y manipularse de manera que siempre esté protegido de la humedad y sea posible su utilización según el orden de llegada a la obra. La inspección e identificación debe poder efectuarse fácilmente.

No deberá usarse cementos que se hayan aterronado o deteriorado de alguna forma, pasada o recuperado de la limpieza de los sacos.

Aditivos: Los métodos y el equipo para añadir sustancias incorporadas de aire, impermeabilizante, aceleradores de fragua, etc., u otras sustancias a la mezcladora, cuando fuera necesario, deberán ser medidos con una tolerancia de exactitud de tres por ciento (3%) en más o menos, antes de agregarse a la mezcladora.

Agregados

Los que se usarán son: agregado fino o arena y el agregado grueso (piedra partida) o grava.

Agregado Fino: El agregado para el concreto deberá satisfacer los requisitos de designación AASTHO-M-6 y deberá estar de acuerdo con las siguientes graduaciones:

TAMIZ	% QUE PASA EN PESO
3/8"	100
Nro. 4	95 - 100
Nro. 16	45 - 80
Nro. 50	10 - 30
Nro. 100	2 - 10
Nro. 200	0 - 3



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"

El agregado fino consistirá de arena limpia y lavada, de granos duros, fuertes, resistentes y lustrosos. Estará sujeto a la aprobación previa del Ingeniero Supervisor. Deberá estar libre de impurezas, sales o sustancias orgánicas. La cantidad de sustancias dañinas no excederá de los límites indicados en la siguiente tabla:

SUSTANCIA	% EN PESO PERMISIBLE
Terrones de Arcilla	1
Carbón y Lignito	1
Material que pasa la Malla Nro. 200	3

La arena utilizada para la mezcla del concreto será bien graduada. La arena será considerada apta, si cumple con las especificaciones y pruebas que efectúe el Supervisor.

El módulo de fineza de la arena estará en los valores de 2.50 a 2.90, sin embargo la variación del módulo de fineza no excederá en 0.30.

El Supervisor podrá someter la arena utilizada en la mezcla de concreto a las pruebas determinadas por el ASTM para las pruebas de agregado de concreto como ASTM C-40, ASTM C-128, ASTM C-88.

Agregado Grueso: El agregado grueso para el concreto deberá satisfacer los requisitos de AASHTO designación M-80 y deberá estar de acuerdo con las siguientes graduaciones:

TAMIZ	% QUE PASA EN PESO
2"	100
1 1/2"	95 - 100
1"	20 - 55
1/2"	10 - 30
Nro. 4	0 - 5

El agregado grueso deberá ser de piedra o grava o chancada, de grano duro y compacto o cualquier otro material inerte con características similares, deberá estar limpio de polvo, materias orgánicas o barro y magra, en general deberá estar de acuerdo con la Norma ASTM C-33. 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
Terrones de arcilla	0.25

De preferencia, la piedra será de forma angulosa y tendrá una superficie rugosa de manera de asegurar una buena adherencia con el mortero circundante. El Contratista presentará al Ingeniero Supervisor los resultados de los análisis practicados al agregado en el laboratorio, para su aprobación.

El Supervisor tomará muestras y hará las pruebas necesarias para el agregado grueso, según sea empleado en obra.

El tamaño máximo del agregado grueso, no deberá exceder de las dos terceras partes del espacio libre entre barras de armadura.



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



Se debe tener en cuidado que el almacenaje de los agregados se realice clasificándolos por sus tamaños y distanciados unos de otros, el carguío de los mismos, se hará de modo de evitar su segregación o mezcla con sustancias extrañas.

Hormigón: El hormigón será un material de río o de cantera compuesto de partículas fuertes, duras y limpias.

Estará libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas blandas o escamosas, ácidos, materia orgánicas u otras sustancias perjudiciales.

Su granulometría deberá ser uniforme entre las mallas No. 100 como mínimo y 2" como máximo. El almacenaje será similar al del agregado grueso.

Piedra Mediana: El agregado ciclópeo o pedrones deberán ser duros, limpios, estables, con una resistencia última, mayor al doble de la exigencia para el concreto que se va emplear, se recomienda que estas piedras sean angulosas, de superficie rugosa, de manera que se asegure buena adherencia con el mortero circundante.

Agua: El agua para la preparación del concreto deberá ser fresca, limpia y potable, substancialmente limpia de aceite, ácidos, álcalis, aguas negras, minerales nocivos o materias orgánicas. No deberá tener cloruros tales como cloruro de sodio en exceso de dos (02) partes por millón. Tampoco deberá contener impurezas en cantidades tales que puedan causar una variación en el tiempo de fraguado del cemento mayor de 25% ni reducción en la resistencia a la compresión del mortero, mayor de 5% comparada con los resultados obtenidos con agua destilada.

El agua para el curado del concreto no deberá tener un Ph más bajo de 5, ni contener impurezas en tal cantidad que puedan provocar la decoloración del concreto.

Las fuentes del agua deberán mantenerse y ser utilizadas de modo tal que se puedan apartar sedimentos, fangos, hierbas y cualquier otra materia.

Dosificación: El concreto para todas las partes de la obra, debe ser de la calidad especificada en los planos, capaz de ser colocado sin segregación excesiva y cuando se endurece debe desarrollar todas las características requeridas por estas especificaciones. Los agregados, el cemento y el agua serán incorporados a la mezcladora por peso, excepto cuando el Supervisor permita la dosificación por volumen. Los dispositivos para la medición de los materiales deberán mantenerse permanentemente limpios; la descarga del material se realizará en forma tal que no queden residuos en la tolva; la humedad en el agregado será verificada y la cantidad de agua ajustada para compensar la posible presencia de agua en los agregados. El Contratista presentará los diseños de mezclas al Supervisor para su aprobación. La consistencia del concreto se medirá por el Método del Asentamiento del Cono de Abraham, expresado en número entero de centímetros (AASHTO T-119):

Mezcla y Entrega: El concreto deberá ser mezclado completamente en una mezcladora de carga, de un tipo y capacidad aprobado por el Ingeniero Supervisor, por un plazo no menor de dos minutos ni mayor de cinco minutos después que todos los materiales, incluyendo el agua, se han colocados en el tambor.

El contenido completo de una tanda deberá ser sacado de la mezcladora antes de empezar a introducir materiales para la tanda siguientes.

Preferentemente, la máquina deberá estar 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 cantidad solamente para su uso inmediato; no será permitido sobremezclar en exceso, hasta el punto que se requiera añadir agua al concreto, ni otros medios.



Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"

Al suspender el mezclado por un tiempo significativo, al reiniciar la operación, la primera tanda deberá tener cemento, arena y agua adicional para revestir el interior del tambor sin disminuir la proporción del mortero en la mezcla.

Mezclado a Mano: La mezcla del concreto por métodos manuales no será permitida sin la autorización por escrito, del Ingeniero Supervisor. Cuando sea permitido, la operación será sobre una base impermeable, mezclando primero el cemento, la arena y la piedra en seco antes de añadir el agua, cuando se haya obtenido una mezcla uniforme, el agua será añadida a toda la masa. Las cargas de concreto mezcladas a mano no deberán exceder de 0.4 metros cúbicos de volumen.

No se acepta el traslado del concreto a distancias mayores a 60.00 m, para evitar su segregación y será colocado el concreto en un tiempo máximo de 20 minutos después de mezclado.

Vaciado de Concreto

Previamente serán limpiadas las formas, de todo material extraño.

El concreto será vaciado antes que haya logrado su fraguado inicial y en todo caso en un tiempo máximo de 20 minutos después de su mezclado. El concreto debe ser extendido en capas horizontales. Se evitará salpicar los encofrados antes del vaciado. Las manchas de mezcla seca serán removidas antes de colocar el concreto. Será permitido el uso de canaletas y tubos para rellenar el concreto a los encofrados siempre y cuando no se separe los agregados en el tránsito. No se permitirá la caída libre del concreto a los encofrados en alturas superiores a 1.5 m. Las cantidades y tubos se mantendrán limpios, descargándose el agua del lavado fuera de la zona de trabajo.

La mezcla será transportada y colocada, evitando en todo momento su segregación. El concreto será extendido homogéneamente, con una ligera sobre elevación del orden de 1 a 2 cm., con respecto a los encofrados, a fin de compensar el asentamiento que se producirá durante su compactación.

El concreto deberá ser vaciado en una operación continua. Si en caso de emergencia, es necesario suspender el vaciado del concreto antes de terminar un paño, se deberá colocar topes según ordene el Supervisor y tales juntas serán consideradas como juntas de construcción.

Las juntas de construcción deberán ser ubicadas como se indique en los planos o como lo ordene el Supervisor, deberán ser perpendiculares a las líneas principales como juntas de construcción.

Las juntas de construcción horizontales, se deberán colocar tiras de calibración de 4 cm. de espesor 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 deberán ser limpiadas por chorros de arena o lavadas y raspadas con una escobilla de alambre y empapadas con agua hasta su saturación conservándose saturadas hasta que sea vaciado, los encofrados deberán ser ajustados fuertemente contra el concreto, ya en sitio la superficie fraguada deberán ser cubierta completamente con una capa muy delgada de pasta de cemento puro.

El concreto para las subestructuras deberán ser vaciado de tal modo que todas la juntas de construcción horizontales queden verdaderamente en sentido horizontal y de ser posible, que tales sitios no queden expuestos a la vista en la estructura terminada. Donde fuesen necesarias las juntas verticales, deberán ser colocadas, varillas de refuerzo extendidas a través de esas juntas, de manera que se logre que la estructura sea monolítica. Deberá ponerse especial cuidado para evitar las juntas de construcción de un lado a otro de muros de ala o de contención u otras superficies que vayan a ser tratadas arquitectónicamente.

Todas las juntas de expansión o construcción de la obra terminada deberán quedar cuidadosamente acabadas y exentas de todo mortero y concreto. Las juntas deberán quedar con bordes limpios y exactos en toda su longitud.



Compactación

La compactación del concreto se ceñirá a la Norma ACI-309. Las vibradoras deberán ser de un tipo y diseño aprobados y no deberán ser usadas como medio de esparcimiento del concreto. La vibración en cualquier punto deberá ser de duración suficiente para lograr la consolidación, pero sin prolongarse al punto en que ocurra segregación.

Acabado de las Superficies de Concreto

Inmediatamente después del retiro de los encofrados, todo alambre o dispositivo de metal usado para sujetar los encofrados y que pase a través del cuerpo del concreto, deberá ser retirado o cortado hasta, por lo menos 2 centímetros debajo de la superficie del concreto. Todos los desbordes 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, 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 paneles, 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 rellenará con mortero consistente, compuesto de una parte de cemento Portland por dos partes de arena, que deberá ser perfectamente apisonado en su lugar. Dicho mortero deberá ser asentado previamente, mezclándolo aproximadamente 30 minutos antes de usarlo. El periodo de tiempo puede modificarse según la marca del cemento empleado, la temperatura, la humedad ambiente; se mantendrá húmedo durante un periodo de 5 días.

Para remendar partes grandes o profundas deberá incluirse agregado grueso en el material de resane y se deberá poner precaución especial para asegurar que resulte un resane denso, bien ligado y debidamente curado.

La existencia de zonas excesivas porosas puede ser, a juicio del Ingeniero Supervisor, causa suficiente para el rechazo de una estructura. Al recibir una notificación por escrito del Ingeniero Supervisor, señalando que una determinada ha sido rechazada, El Contratista deberá proceder a retirarla y construirla nuevamente, en parte o totalmente, según fuese especificado, por su propia cuenta y su costo.

Curado y Protección del Concreto

Todo concreto será curado por un periodo no menor de 7 días consecutivos, mediante un método o combinación de métodos aplicables a las condiciones locales, aprobado por el Ingeniero Supervisor.

El Contratista deberá tener todo el equipo necesario para el curado y protección del concreto, disponible y listo para su empleo antes de empezar el vaciado del concreto. El sistema de curado que se aplicará será aprobado por el Ingeniero Supervisor y será aplicado inmediatamente después del vaciado a fin de evitar el fisuramiento, resquebrajamiento y pérdidas de humedad del concreto.

La integridad del sistema de curado deberá ser rígidamente mantenido 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 Contratista someterá a la aprobación del Ingeniero Supervisor sus procedimientos de construcción programados para evitar tales daños eventuales. Ningún fuego o calor excesivo, en las cercanías o en contacto directo con el concreto, será permitido en ningún momento.

Si el concreto es curado con agua, deberá conservarse húmedo mediante el recubrimiento con un material, saturado de agua o con un sistema de tubería perforada, mangueras o rociadores, o con cualquier otro método aprobado, que sea capaz de mantener todas las



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



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 Ingeniero Supervisor pudiera causar manchas o descolorimientos del concreto.

Muestras

Se tomarán como mínimo 6 muestras por cada llenado, probándose la compresión, 2 a los 7 días, 2 a los 14 y 2 a los 28 días del vaciado, considerándose el promedio de cada grupo como resistencia última de la pieza. Esta resistencia no podrá ser menor que la exigida en el proyecto para la partida respectiva.

Método de Medición

Esta partida se medirá por metro cúbico de concreto de la calidad especificada ($f'c=210$ Kg/cm², $f'c=175$ Kg/cm², $f'c=140$ Kg/cm², $f'c=175$ Kg/cm² + 30% P.M. ó $f'c=140$ Kg/cm²), colocado de acuerdo con lo indicado en las presentes especificaciones, medido en su posición final de acuerdo a las dimensiones indicada en los planos o como lo hubiera ordenado, por escrito, el Ingeniero Supervisor. El trabajo deberá contar con la conformidad del Ingeniero Supervisor.

Bases de Pago

La cantidad de metros cúbicos de concreto de cemento Portland preparado, colocado y curado, calculado según el método de medida antes indicado, se pagará de acuerdo al precio unitario del contrato, por metro cúbico, de la calidad especificada, entendiéndose que dicho precio y pago, constituirá compensación total por los materiales, mezclado, vaciado, acabado, curado; así como toda mano de obra, equipos, herramientas e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente el trabajo.

04.01 CUNETAS

04.01.1 CUNETAS LONGITUDINALES SIN REVESTIR

Descripción

Esta partida consiste en la excavación de cunetas laterales nuevas sobre el terreno natural, de las dimensiones geométricas y condiciones hidráulicas que definen el proyecto o la supervisión, recomendándose, PARA ZONA LLUVIOSA, en lo posible una sección triangular de ancho

0.70 m y de altura 0.35 m. que es lo más práctico para una excavación a mano.

Método de Construcción

La realización de los trabajos descritos se efectuarán en lo posible, mediante la utilización de herramientas manuales, tales como: pico, pala, barreta, carretillas, y con la ayuda de la moto niveladora de 125 HP, con el máximo de mano de obra local.

Las cunetas se ejecutarán siguiendo el alineamiento de la calzada, salvo situaciones inevitables que obliguen a modificar dicho alineamiento; por ejemplo si la calzada se reduce y es necesario un ensanche para permitir la construcción de la cuneta. En todo caso será la supervisión la que apruebe el alineamiento y demás características de las cunetas.

Métodos de Medición

El trabajo ejecutado será medido en metros lineales, medidos sobre el terreno con wincha metálica de 25 m o 30 m. Las dimensiones de las cunetas: 0.70 m. x 0.35 m.

Por ser ZONA LLUVIOSA.



Bases de Pago

El trabajo ejecutado se pagará por metro lineal (ml), con el precio unitario de contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total de mano de obra, leyes sociales, equipo, herramientas, impuestos y todo otro insumo o suministro que se requiera para la ejecución del trabajo.

04.02 ALCANTARILLAS DE PASE Y ALCANTARILLAS DE ALIVIO

04.02.1 TRAZO Y REPLANTEO PARA ALCANTARILLAS

Descripción

Comprende el replanteo de los planos en el terreno ya nivelado, fijando los ejes de referencia y las estacas de nivelación contando con el siguiente equipo como son: wincha plástica (20 m.), teodolito y nivel de ingeniero según su requerimiento u otro equipo igual o superior previamente aprobada por el supervisor.

Los niveles serán determinados de acuerdo al B.M. fijados. Los ejes deberán fijarse permanentemente por estacas balizas o tarjetas fijas en el terreno; se usaran en este último caso dos tarjetas por eje.

Se seguirá para el trazo, el siguiente procedimiento:

Se marcaran los ejes y a continuación se marcaran las líneas de ancho de las cimentaciones, en armonía con los planos de Detalles de obras de Arte; estos ejes deberán ser aprobados por el Ingeniero Supervisor antes de que se inicie las excavaciones.

Norma de Medición

Para el cómputo de los trabajos de trazos de niveles y replanteo se considera la longitud total del perímetro a ejecutarse; ubicación y medida de todos los elementos indicados en los planos y sus linderos. La unidad de medida es el metro cuadrado (m²).

Bases de pago

Se valoriza sobre la base de trabajo realizado en metros cuadrados (m²) multiplicado por sus respectivos costos unitarios, el cual considera la mano de obra y herramientas.

04.02.2 EXCAVACION MANUAL DE TIERRA COMPACTA

Descripción

Comprenderá toda excavación para cimientos de alcantarillas, tajeas y se debe de ejecutar con mano de obra y herramientas manuales.

La excavación se refiere al movimiento de todo material en terreno conglomerado, que debe ser removido para proceder a la construcción de las cimentaciones y elevaciones de las sub-estructuras de acuerdo a los planos.

Método de Ejecución



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



Al ejecutar los trabajos de excavación o nivelación se tendrá la precaución de no producir alteraciones en las consistencias del terreno natural de la base.

Dichas excavaciones deberán tener las suficientes dimensiones que permita colocar en todo su ancho y largo de las estructuras indicadas.

Cuando la estabilidad de las paredes de las excavaciones lo requiera, deberá de construirse defensas (estibados, tablestacado, etc.) necesarias para su ejecución.

Método de Medición

El trabajo de las excavaciones será medido por metro cúbico, medidos en su situación original.

Bases de Pago

El pago se hará por metro cúbico (m³) con el precio unitario del Contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total de la mano de obra, herramienta, leyes sociales, impuestos y todo otro insumo o suministro que se requiera para la ejecución del trabajo.

04.02.3 REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION

Deberán cumplir las características, indicadas en la partida 02.03.00

04.02.4 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D_{prom}=30 M

Deberán cumplir las características, indicadas en la partida 02.04.00

04.02.5 SOLADO 1:12, e = 0.075 m P/ALCANTARILLA

Descripción

El solado está compuesto por un concreto pobre Cemento:Hormigón = 1:12, que cumpla con lo indicado en las presentes especificaciones referente al CONCRETO, de un espesor de 0.075 m, cuya función es la de otorgar un apoyo uniforme a la estructura a cimentar.

Método de Ejecución

Previo al vaciado del concreto se deberá limpiar el terreno el cual deberá estar compactado al 90% de la máxima densidad del ensayo Próctor modificado, asimismo se verificará los niveles y dimensiones de la cimentación establecidos en los planos del proyecto.

El vaciado se efectuará en sola jornada y deberá presentar una superficie rugosa uniforme y nivelada.

Método de Medición

El volumen de concreto que será pagado, será el número de metros cuadrados (M²) medido in situ y aceptado. Al medir el área de concreto para propósitos de pago, las dimensiones a ser usadas deberán ser indicadas en los planos u ordenadas por escrito por el Supervisor.



Bases de Pago

El área de concreto descritos en la forma anterior se pagarán al precio unitario establecido en el contrato por (M2), para la partida 04.02.05 SOLADO 1:12, E=0.075 m y este precio y pago constituirá compensación completa por los materiales mezclado, acabado y curado. Así como por la mano de obra, leyes sociales, herramientas, equipos e imprevistos necesarios para terminar la obra.

04.02.6 CONCRETO F'C=210 KG/CM2 P/ALCANTARILLA

Deberán cumplir las características, indicadas en las Especificaciones Generales para Obras de Arte.

04.02.7 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO P/ALCANTARILLA

Descripción

Esta partida se refiere a la preparación de materiales de madera para encofrar toda superficie visible, esta partida se refiere al encofrado de las alcantarillas aliviaderos (pareces laterales y losa superior, así como sus elementos de entrada y salida y solados, los encofrados deben ser preferentemente cara vista.

Método de Ejecución

Antes de realizar el vaciado la mezcla de concreto, el encofrado se debe proceder a la verificación y aprobación por el ingeniero supervisor. Los encofrados deberán ser contruidos de acuerdo a las líneas de estructura y apuntalados sólidamente para que conserve su rigidez. En general, se deberán unir los encofrados por medio de alambres clavos y pernos que pueden ser retirados posteriormente en caso de pernos. La organización del sistema de encofrados debe ser tal que al proceder a desencostrar quede algunos puntales de seguridad; los cuales no deben ser retirados hasta que sea necesario.

Materiales

El contratista deberá garantizar el empleo de madera en buen estado, convenientemente apuntalada, a fin de obtener superficies lisas y libres de imperfecciones.

Los alambres que se empleen para amarrar los encofrados no deberán atravesar las caras del concreto que queden expuestas en la obra terminada.

Método Constructivo

El contratista deberá garantizar el correcto apuntalamiento de los encofrados de manera que resistan plenamente, sin deformaciones, el empuje del concreto al momento del llenado. Los encofrados deberán ceñirse a la forma, límites y dimensiones indicadas en los planos y estarán lo suficientemente unidos para evitar



la pérdida de agua del concreto.

Para el apuntalamiento de los encofrados se deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Velocidad y sistema del vaciado del concreto.
- Cargas de materiales, equipos, personal, incluyendo fuerzas horizontales, verticales y de impacto.
- Resistencia del material usado en las formas y la rigidez de las uniones que forman los elementos del encofrado.
- Antes del vertido del concreto, las formas deberán ser mojadas o aceitadas para lograr superficies lisas.
- La operación de desencofrar se hará gradualmente, quedando totalmente prohibido golpear o forzar.

El Contratista es responsable del diseño e Ingeniería de los encofrados, proporcionando los planos de detalle de todos los encofrados al Ingeniero Supervisor para su aprobación. El encofrado será diseñado para resistir con seguridad todas las cargas impuestas por su propio peso, el peso y empuje del concreto y sobre carga de llenado no inferior a 200 Kg/cm².

La deformación máxima entre elementos de soporte debe ser menor de 1/240 de la luz entre los miembros estructurales.

Las formas deben ser herméticas para prevenir la filtración de la lechada de cemento y serán debidamente arriostrada o ligadas entre sí de manera que se mantenga en la posición y forma deseada con seguridad, asimismo evitar las deflexiones laterales.

Las caras laterales del encofrado en contacto con el concreto, serán convenientemente humedecidas antes de depositar el concreto y sus superficies interiores debidamente lubricadas para evitar la adherencia del mortero; previamente, deberá verificarse la limpieza de los encofrados, retirando cualquier elemento extraño que se encuentre dentro de los mismos.

Los encofrados se construirán de modo tal que faciliten el Desencofrado sin producir daños a las superficies de concreto vaciado. Todo encofrado, para volver a ser usado, no deberá presentar daños ni deformaciones y deberá ser limpiado cuidadosamente antes de ser colocado nuevamente.

Desencofrado: las formas deberán retirarse de manera que se asegure la completa indeformalidad de la estructura.

En general, las formas no deberán quitarse hasta que el concreto se haya endurecido suficientemente como soportar con seguridad su propio peso y los pesos superpuestos que pueden colocarse sobre él. Las formas no deben quitarse sin el permiso del Supervisor.

Se debe considerar los siguientes tiempos mínimos para efectuar el Desencofrado:

Costado de Vigas y Muros	: 24 horas
Fondo de Vigas	: 21 días



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"

Losas	: 14 días
Estribos y Pilares	: 03 días
Cabezales de Alcantarillas	: 48 Horas
Sardineles	: 24 horas

Métodos de Medición

El encofrado se medirá en metros cuadrados (m²), en su posición final, considerando el área efectiva de contacto entre la madera y el concreto, de acuerdo a los alineamientos y espesores indicados en los planos del proyecto; y lo prescrito en las presentes especificaciones. El trabajo deberá contar con la aprobación del Ingeniero Supervisor.

Bases de Pago

La superficie medida en la forma descrita anteriormente, será pagada al precio unitario del contrato, por metro cuadrado (m²), para la partida ENCOFRADO Y DESENCOFRADO, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por el suministro, habilitación, colocación y retiro de los moldes; así como por toda mano de obra, equipos, herramientas, materiales e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente el trabajo.

04.02.8 ACERO ESTRUCTURAL $f_y = 4200 \text{ KG/CM}^2$ P/ALCANTARILLA

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, esta especificación y las instrucciones del Supervisor.

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.

Doblado de acero

Todo refuerzo deberá doblarse en frío. El refuerzo parcialmente embebido dentro del concreto no debe doblarse, excepto cuando así se indique en los planos de diseño a lo autorice el Ingeniero Proyectista.

Colocación del refuerzo.

El refuerzo se colocará respetando los recubrimientos especificados en los planos. El refuerzo deberá asegurarse de manera que durante el vaciado no se produzcan desplazamientos que sobrepasen las tolerancias permisibles.

Límites para espaciamiento del refuerzo



El espaciamiento libre entre barras paralelas de una capa deberá ser mayor o igual a su diámetro, 2.5 cm. O 1.3 veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso. En las columnas, la distancia libre entre barras longitudinales será de mayor o igual a 1.5 su diámetro, 4 cm. El refuerzo por contracción y temperatura deberá colocarse a una separación menor o igual a 5 veces el espesor de la losa, sin exceder de 45 cm.

Empalmes de Refuerzo

Los refuerzos se deberán empalmar preferentemente en zonas de esfuerzos bajos, las barras longitudinales de columnas se empalmarán de preferencia dentro de los 2/3 centrales de la altura del elemento. Los empalmes deberán hacerse sólo como lo requieran o permitan los planos de diseño o como lo autorice el Inspector. Las barras empalmadas por medio de traslapes sin contacto en elementos sujetos a flexión no deberán separarse transversalmente más de 1/5 de la longitud de traslape requerida, ni más de 15 cm. La longitud mínima del traslape en los empalmes traslapados en tracción será conforme a los requisitos de los empalmes (ver 12.14.0 del R.N.E.) pero nunca menor a 30 cm. Los empalme en zonas de esfuerzos altos deben preferentemente evitarse; sin embargo si fuera estrictamente necesario y si se empalma menos o más de la mitad de las barras dentro de una longitud requerida de traslape se deberá usar los empalmes indicados en el punto 12.14.2 de la norma E-060 Concreto Armado del RNE. En general se debe respetar lo especificado por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Métodos de 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.

Bases de Pago

Será la cantidad de metrado por el precio unitario y será pagado por el precio unitario de contrato por kilogramo (KG). Este precio y pago se considerará compensación por toda mano de obra, materiales e imprevistos necesarios a la ejecución de la partida compensándose el pago por todo concepto. En cuanto al personal se hará por planilla.

04.02.9 ALCANTARILLA TMC D = 24" C = 14 R = 12m/día

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.

Materiales

TUBERÍA METÁLICA CORRUGADA (TMC): Se denomina así a las tuberías formadas por planchas de acero corrugado galvanizado, unidas con pernos. Esta tubería es un producto de gran resistencia estructural, con costuras empernadas que confieren mayor capacidad estructural, formando una tubería hermética, de fácil armado.

Propiedades mecánicas: Fluencia mínima: 23 kg/mm y Rotura: 31 kg/mm. El galvanizado deberá ser mediante un baño caliente de zinc, con recubrimiento mínimo de 90 micras por lado de acuerdo a las especificaciones ASTM A-123.

Como accesorios serán considerados los pernos y las tuercas en el caso de tubos de pequeño diámetro. Los tubos de gran diámetro tendrán, adicionalmente, ganchos para el cargulo de las planchas, pernos de anclaje y fierro de amarre de la viga de empuje, especificación ASTM A-1 53-1449.

Método de Construcción:

Armado: Las tuberías, las entregan en fábrica en secciones curvas, más sus accesorios y cada tipo es acompañado con una descripción de armado, el mismo que deberá realizarse en la superficie.

Preparación de la base (cama): La base o cama es la parte que estará en contacto con el fondo de la estructura metálica, esta base deberá tener un ancho no menor a medio diámetro, suficiente para permitir una buena compactación, del resto de relleno.

Esta base se cubrirá con material suelto de manera uniforme, para permitir que las corrugaciones se llenen con este material.

Relleno con tierra: La resistencia de cualquier tipo de estructura para drenaje, depende en gran parte, de la buena colocación del terraplén o relleno. La selección, colocación y compactación del relleno que circunde la estructura será de gran importancia para que esta conserve su forma y por ende su funcionamiento sea óptimo.

Material para el relleno: Se debe preferir el uso de materiales granulares, pues se drenan fácilmente, pero también se podrán usar los materiales del lugar, siempre que sean colocados y compactados cuidadosamente, evitando que contengan piedras grandes, césped, escorias o tierra que contenga elevado porcentaje de finos, pues pueden filtrarse dentro de la estructura.



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



El relleno deberá compactarse hasta alcanzar una densidad mayor a 95% de la máxima densidad seca. El relleno colocado bajo los costados y alrededor del dueto, se debe poner alternativamente en ambos lados, en capas de 15 cm y así permitir un perfecto apisonado.

El Ingeniero Supervisor estará facultado a aprobar o desaprobado el trabajo y a solicitar las pruebas de compactación en las capas que a su juicio lo requiera.

Método de Medición.

La longitud por la que se pagará, será el número de metros lineales de tubería de los diferentes diámetros y calibres, medida en su posición terminada y aceptada por el Ingeniero Supervisor. La medición se hará de extremo a extremo de tubo.

Bases de Pago

La longitud medida en la forma descrita anteriormente, será pagado de acuerdo al precio unitario del contrato, por metro lineal, para la partida ALCANTARILLA T.M.C = 24" entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total tipo por el suministro, colocación y compactación del material de cama o asiento y relleno; así como por el suministro y colocación de los tubos de metal corrugado y por toda mano de obra, equipos, herramientas, materiales, e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente el trabajo.

04.02.10 ALCANTARILLA TMC D = 24" C = 14 R = 12m/día

Deberán cumplir las características, indicadas en la partida 04.02.09

04.02.11 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".

MORTERO: Será de concreto $f'c=210$ kg/cm².

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.

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 todos las piedras estén dispuestos de tal manera que exista la mayor cantidad de puntos de contacto entre los que sean próximos.

Método de Medición

Este trabajo será medido en metros cuadrados (M2) de aliviaderos y emboquillados de piedra, de acuerdo con las especificaciones mencionadas indicadas en los planos a menos que el Supervisor haya ordenado cambios durante la construcción.

Bases De Pago

Las cantidades de revestimiento de aliviaderos y emboquillado de piedra, serán pagadas por metro cuadrado (M2) al precio del contrato para la partida de EMBOQUILLADO DE PIEDRA, aceptado por el Supervisor, en su posición final, aproximado al metro cúbico completo.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de construcción o adecuación de las vías de acceso a las fuentes de materiales, la extracción, preparación y suministro de los materiales, así como su carga, transporte, descarga, almacenamiento, colocación, y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de los enrocados, de acuerdo con los planos del proyecto, esta especificación, las instrucciones del Supervisor.

04.02.12 EMBOQUILLADO DE PIEDRA E=0.30 m

Deberán cumplir las características, indicadas en la partida 04.02.11

04.02.13 SELECCIÓN, APILAMIENTO, TRANSPORTE Y CARGUIO DE PIEDRA DE 6"

Descripción

Consiste en la selección o extracción, apilamiento, transporte de material granular de la cantera hacia la obra con el fin de ser usadas como parte del emboquillado, según lo especificado en los planos.

Equipo

El equipo empleado para el transporte y carguío del material pétreo, 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.



Método de Medición

Este trabajo será medido en metros cúbicos (M3) de selección, apilamiento, transporte y carguío según el volumen de piedra a extraer, de acuerdo con las especificaciones mencionadas de los materiales.

Bases De Pago

Las selección, apilamiento, transporte y carguío, serán pagadas por metro cúbicos (M3) al precio del contrato para la partida de SELECCIÓN, APILAMIENTO, TRANSPORTE Y CARGUIO, aceptado por el Supervisor.

El precio unitario comprende la compensación total de estos trabajos, incluyendo mano de obra, leyes sociales, impuestos, materiales, herramientas y equipos e imprevistos necesarios para culminar el trabajo a entera satisfacción del Supervisor.

04.02.14 SELECCIÓN, APILAMIENTO, TRANSPORTE Y CARGUIO DE PIEDRA DE 10"

Deberán cumplir las características, indicadas en la partida 04.02.13

04.02.15 LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS

Comprende el trabajo de limpieza de las Alcantarillas de C°.A. Tipo Marco, existentes y en buen estado.

Método de medición: unidad

04.03 BADENES

04.03.1 TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO.

Deberán cumplir las características, indicadas en la partida 04.02.01

04.03.2 EXCAVACION MANUAL DE TIERRA COMPACTADA

Deberán cumplir las características, indicadas en la partida 04.02.02

04.03.3 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DPROM=30M

Deberán cumplir las características, indicadas en la partida 04.02.04

04.03.4 REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION.

Deberán cumplir las características, indicadas en la partida 04.02.03

04.03.5 CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ PARA BADENES

*Ver Especificaciones Generales De Concreto Para Obras De Arte

04.03.6 EMBOQUILLADO DE PIEDRA, $E=0.20 \text{ M}$.

Deberán cumplir las características, indicadas en la partida 04.02.11

04.03.7 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA BADENES

Deberán cumplir las características, indicadas en la partida 04.02.07

04.03.8 JUNTA ASFALTICA $E=2"$

Descripción



Su finalidad es disminuir los esfuerzos de compresión en los pavimentos de concreto, dejando un espacio entre placas para permitir su libre movimiento, por efecto del aumento de temperatura de los bordes de la junta, las juntas serán rellenas con asfalto RC-250 y arena gruesa en una proporción de 1:4.

Método de construcción

Para el presente caso, comprende aquellas de 0.20 metros de altura (espesor de badén) y 2" de espesor dispuestas en forma transversal al eje de la vía, con asfalto RC-250 y arena gruesa en una proporción de 1:4, de acuerdo a especificaciones técnicas respectivas.

Método de medición

El trabajo ejecutado se medirá en metros lineales, de acuerdo a la partida de Junta de Dilatación, medido en su posición original.

Base de pago

El pago se efectuará al precio unitario de la partida, cuyo precio y pago comprende la compensación completa por el suministro, transporte, preparación, colocación de los materiales, mano de obra, equipos, herramientas e imprevistos necesarios para ejecutar la partida.

04.03.9 SELECCIÓN Y APILAMIENTO DE PIEDRA GRANDE

Deberán cumplir las características, indicadas en la partida 04.02.13

04.03.10 TRANSPORTE DE PIEDRA GRANDE

Deberán cumplir las características, indicadas en la partida 04.02.13

04.03.11 CARGUIO DE PIEDRA GRANDE

Deberán cumplir las características, indicadas en la partida 04.02.13

05.0 SEÑALIZACION

05.01 SEÑALES PREVENTIVAS

05.01.1 SEÑALES PREVENTIVAS(0.75x0.75m)

Las señales preventivas se usa para indicar, con anticipación, la aproximación de ciertas condiciones del camino o concurrentes a él, que implican un peligro real o potencial que puede ser evitado disminuyendo la velocidad del vehículo o tomando ciertas precauciones necesarias.

Preparación de señales preventivas:

Las señales preventivas serán confeccionadas con plancha galvanizada de 1/16" de espesor, de 0.60 m. x 0.60 m. con una resina poliésterica, con una cara de



textura similar al vidrio, el fondo de la señal irá con material adhesivo con cinta reflectorizante color amarillo de alta intensidad; el símbolo y el borde del marco serán pintados en color negro con el sistema de serigrafía.

La parte posterior de todos los paneles se pintarán con dos manos de pintura esmalte de color negro.

El panel de la señal será reforzado con perfiles de ángulos T según se detalla en los planos. Todas las señales deberán fijarse a los tubos de fierro negro Ø 2".

05.02 SEÑALES REGLAMENTARIAS

05.02.1 SEÑALES REGLAMENTARIAS

Las señales Reglamentarias se usan para regular el tránsito de la velocidad de diseño (30 Km/h) y serán ubicadas en el Km 0+000 y a la salida del área urbana del distrito.

Método de Medición: La unidad de medición es la Unidad (und), la cual abarcará la señal propiamente dicha, el poste y la cimentación. Se medirá el conjunto debidamente colocado y aprobado por el ingeniero supervisor

05.03 SEÑALES INFORMATIVAS

05.03.1 PANEL INFORMATIVO

Descripción

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 proyecto.

Materiales

Los materiales a emplear en las señales serán los que indiquen los planos y documentos del presente proyecto. Los materiales serán Paneles, Material Retroreflectivo.

PREPARACIÓN DE SEÑALES INFORMATIVAS

Las señales informativas serán de tamaño variable de plancha de fibra de 5 mm. de espesor, con una cara de textura similar al vidrio, el fondo de la señal será en lámina reflectiva grado Ingeniería color verde, el mensaje a transmitir y los bordes irán con material reflectorizante de alta intensidad color blanco. Las letras serán recortadas en una pieza; no se aceptarán letras formadas con segmentos.

La parte posterior de todos los paneles se pintarán con dos manos de pintura esmalte color negro.

El panel de la señal será reforzado con perfiles en ángulo T según se detalla en los planos. Estos refuerzos estarán embebidos en la fibra de vidrio y formarán rectángulos de 0.65 x 0.65 como máximo.

Todas las señales deberán tener pernos, tuercas y arandelas de fijación



galvanizadas.

Método de Medición

El trabajo se medirá por metro cuadrado (m²) de Panel Informativo terminado y aceptado por el Supervisor.

Base de Pago

Esta partida se abonará al precio unitario del contrato para esta partida y se pagará por metro cuadrado de señal ejecutada y colocada. El pago constituirá compensación total por todos los materiales, fabricación e instalación de los dispositivos de señales de tránsito incluyendo las placas, el material retroreflectivo, equipos, mano de obra, leyes sociales, así como cualquier imprevisto necesario para ejecutar la obra.

05.03.2 ESTRUCTURA DE SOPORTE DE SEÑALES AMBIENTALES TUB. Ø 3"

Descripción

Los Elementos de soporte de señales constituyen parte de la Señalización. La forma, dimensiones, colocación y ubicación a utilizar en la fabricación de los elementos de soporte se hallan en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC y la relación de los necesarios a fabricar estará en concordancia al número de señales a instalar que será la indicada en los planos y documentos del proyecto.

Materiales

Los materiales a emplear en las señales serán los que indiquen los planos y documentos del proyecto.

Método De Construcción

La cimentación será de concreto ciclópeo $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$, de un metro de altura, la parte superior de la zapatas debe estar aproximadamente a 10 cm. Debajo del nivel del suelo; sobre las zapatas se constituirán pedestales de 0.25×0.25 , de un metro de altura de concreto $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$

Encima de los pedestales se colocarán planchas metálicas de $10" \times 10" \times \frac{3}{4}"$, que tendrán (4) cuatro huecos de $\frac{7}{8}"$ para ubicar los pernos de anclaje; sobre estas placas se apoyarán los tubos de 3" que conformarán el pórtico, los tubos se soldarán a las planchas y además tendrán unas aletas de $\frac{3}{8}"$ de 6" de alto y 3" de ancho (ver detalles en el plano) que irán soldadas al tubo y a la plancha.

A una altura de 1.70m. se ubicará un tubo de 3" horizontal que servirá de base a la señal informativa y a una altura variable entre 0.60 y 1.00 mt. (según la altura de la señal informativa) se colocará un segundo tubo horizontal de 3" que servirá como tope superior del aviso.

En ambos tubos horizontales se tendrán orejas de $\frac{3}{16}"$ y de 5" y 3" redondeadas y con orificios de $\frac{3}{8}"$ (ver detalles en los planos) para fijar los avisos.

Método de Medición

El trabajo se medirá por Metro lineal (m) de estructura de soporte de panel informativo terminada y aceptada por el Supervisor.

Bases de Pago

Esta partida se pagará al precio unitario de contrato. El pago constituirá compensación total por todos los materiales, equipos, mano de obra y leyes sociales, así como cualquier imprevisto necesario para ejecutar la obra.



05.03.3 CIMENTACION Y MONTAJE SEÑAL INFORMATIVA

Descripción

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 acuerdo al detalle del plano respectivo.

Método de Medición

La medición es por unidad de señal (Und) de cimentación colocado y aceptado por el Ingeniero Supervisor.

Bases de Pago

La cantidad determinada según el método de medición, será pagada al precio unitario del contrato, este precio constituirá compensación total por el costo de los materiales, equipos, mano de obra, leyes sociales e imprevistos necesarios para completar la partida.

05.04 POSTES KILOMETRICOS

05.04.1 POSTES KILOMETRICOS

Descripción

Consiste en el suministro, transporte, manejo, almacenamiento, pintura e instalación de postes indicativos del kilometraje, en los sitios establecidos, en los planos del proyecto, o indicado por el Supervisor

El diseño del poste, deberá estar 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

Concreto

Los postes serán pre fabricados y se elaboraran con un concreto reforzado de tipo E; ($f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$), y para el anclaje del poste podrá emplearse un concreto tipo G, ($f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$).

Refuerzo

La armadura de refuerzo cumplirá con lo indicado en los planos y documentos del proyecto.

Pintura

El color de los postes será blanco, y se pintaran 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 de Tránsito para Calles y Carreteras del MTC.

Método de Medición

La unidad de medida, es la UNIDAD.

Bases de Pago

El pago de los trabajos se efectuará por UNIDAD (U), con el precio unitario del Contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total



(mano de obra, herramientas, leyes sociales, impuestos y todo otro insumo o suministro que se requiera para la ejecución del trabajo.

05.05 PINTURA EN EL PAVIMENTO

05.05.1 MARCAS EN EL PAVIMENTO

Descripción

Este trabajo consiste en la señalización horizontal de la vía, mediante la demarcación de la superficie de rodadura con pintura u otros materiales debidamente aprobados, con la finalidad de delimitar los bordes de la pista, separar los carriles de circulación, resaltar y delimitar las zonas de restricción y otros.

Materiales

- Pintura de tráfico base solvente
- Pintura de tráfico base agua
- Material termoplástico
- Material plástico preformado
- Plástico en frío de dos componentes
- Marcas sin características retrorreflectivas
- Esferas y Microesferas: Las esferas y microesferas de vidrio constituyen el material que aplicado a las pinturas de tránsito producen su retrorreflectividad 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.

Los materiales mencionados deben cumplir los requerimientos establecidos en las "Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales" vigente, aprobada por la Entidad competente.

Método De Construcción

La superficie del pavimento que va a ser demarcada, debe estar seca y libre de polvo, grasa, aceite y otras sustancias extrañas que afecten la adherencia del recubrimiento.

Con anterioridad a la aplicación de la demarcación, el Contratista debe efectuar un replanteo de ellas, que garantice una perfecta terminación. Para ello se colocaran en el eje de la demarcación o en su línea de referencia, círculos de no más de 3 cm de diámetro, pintados con el mismo color que se utilizará en la demarcación definitiva, separados entre sí por una distancia no superior a 5 m en curva y 10 m en recta.

Una vez ejecutadas todas las operaciones anteriores, se procederá con la aplicación del material de forma tal que se asegure una correcta dosificación, una homogeneidad longitudinal y transversal, y un perfilado de líneas, de tal manera que no haya exceso ni deficiencias en ningún punto. No se admitirán diferencias de tonalidades dentro de un mismo tramo.

Método de Medición

La unidad de medida, es el METRO LINEAL(mi).

Bases de Pago

El pago de los trabajos se efectuará por METRO LINEAL (ml), con el precio unitario del Contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total (mano de obra, herramientas, leyes sociales, impuestos y todo otro insumo o suministro que se requiera para la ejecución del trabajo.

06.0 MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL



06.01 PROGRAMA DE PREVENCIÓN, CONTROL Y MITIGACIÓN

06.01.1 ACONDICIONAMIENTO DE DEPÓSITO DE MATERIAL EXCEDENTE

Descripción

La partida comprende la disposición y acondicionamiento de material excedente en la zona de depósito de material excedente, para lo cual se deberá proceder a efectuar el trabajo de manera tal que no distorbe 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.

Método De Construcción

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, debe ser escalonada, de tal manera que disminuya las posibilidades de falla del relleno por el contacto.

El área total del depósito de desecho (AT) y su capacidad de material compactado en metros cúbicos (VT) serán autorizadas por el Supervisor. Antes del uso de las áreas destinadas a Depósito de Material Excedente 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 materiales excedentes que se obtengan de la construcción de la carretera deberán ser retirados en forma inmediata de las áreas de trabajo y colocados en las zonas de botaderos para su compactación similar a relleno sanitario de tal manera disminuir los riesgos de contaminación.

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. 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 o cuando llegue a su máxima capacidad.

Método de Medición

El volumen de material acondicionado de excedentes en zona de Depósitos de Material Excedente, aceptado por el Supervisor, será medido en metros cúbicos (m³).



Bases de Pago

El pago parcial se efectuará en forma proporcional al trabajo realizado en función al volumen de material depositado, extendido y compactado en su posición final, hasta alcanzar el nivel superior definitivo del depósito de desecho.

06.01.2 REVEGETACION

Descripción

Esta partida consiste en la provisión y colocación de una capa superficial de suelo o suelo conservado, plantación o reimplante de pastos y/o arbustos, árboles, enredaderas, plantas para cobertura de terreno y en general de plantas. La aplicación de este trabajo de acuerdo a lo indicado en los planos y documentos del proyecto o determinados por el Supervisor, según sea el caso de áreas aledañas a la vía y que antes de los trabajos se encontraban con vegetación, con la finalidad de estabilizar los taludes. Se producirá en los casos de:

Restauración de áreas de vegetación que hayan sido alteradas por el proceso de construcción de carreteras.

- Revegetación en terraplenes y en readecuación del paisaje, se debe considerar la revegetación de las laderas adyacentes para evitar la erosión pluvial.
- Restauración de la superficie exterior de los depósitos de desechos y en las zonas aledañas donde se haya dañado y perdido la vegetación inicial.
- Sembrado de vegetación típica en los taludes excavados con más de cinco (5) metros de altura, en el cual se ha realizado terrazas, a fin de evitar la erosión, ocurrencia de derrumbes o deslizamientos que puedan interrumpir las labores de obra, así como la interrupción del tránsito en la etapa operativa.

Material

El Contratista deberá proveer todos los materiales e insumos para la ejecución de esta partida, tales como:

- Tierra Vegetal
- Cubierta retenedora de humedad (paja, aserrín).
- Plantas
- Agua

Las plantas se pueden presentar bajo las siguientes formas:

- Con raíces al descubierto sin masa de tierra que las rodee.
- Con bases de tierra con masa de tierra que rodee a las raíces.
- Crecidas en recipientes: raíces y masa de tierra confinadas por el recipiente.

Método De Construcción

La revegetación se efectuará con especies típicas u otras de la zona asegurando su desarrollo normal y protección al ambiente de la zona a construir.

El grupo de plantas será suministrado mediante un sistema de sostenimiento de raíz de tipo fibroso y cohesivo. No está permitido el suministro de plantas cuyo crecimiento en recipiente muestre evidencias de confinamiento forzado, reconocible cuando la parte superior de la planta está fuera de proporción (más largo) a la dimensión del recipiente o cuando tiene sus raíces crecidas fuera de él.

Protección y Almacenamiento Temporal

Guardar todo el material de plantas convenientemente húmedas y protegido (cubierto) tanto si está en tránsito, en almacenamiento temporal o en el lugar de espera de plantación del proyecto. Protéjase las plantas puestas en el lugar de la obra pero no programadas para inmediata plantación, tal como sigue:

(a) En el caso de plantas con raíces al descubierto, separar las plantas y cubrir las raíces provisionalmente con tierra en zanjas con agua.

(b) Cubrir las bases de tierra de las plantas con maleza y paja u otro material apropiado y mantenerlo húmedo.

Instalar en su sitio definitivo y en el término de 30 días, todo el material de plantas puesto en obra.



Excavación de hoyos y fondos para plantas

Remover todo el material inapropiado que exista en el lugar donde se va a plantar. Excavar el hoyo para planta como sigue:

(a) Ancho de excavación

(1) Para raíces ramificadas o diámetros de bases de tierra de las plantas hasta de 1 m., cavar los hoyos siguiendo un trazo circular, más 0,50 m.

(2) Para raíces ramificadas o diámetros de bases de tierra de las plantas superior a 1 m., excavar 1,5 veces el tamaño del espacido de raíces.

(b) Profundidad de excavación

Cavar los hoyos hasta una profundidad que permita un mínimo de 150 milímetros de relleno por debajo de las raíces o bases de tierra de las plantas o cavar los hoyos a las siguientes profundidades, la que sea más profunda:

(1) Árboles de hoja caduca

- Por debajo de 38 milímetros de grosor de raíz, 0,5 m. de profundidad.
- Por encima de 38 milímetros de grosor de raíz, 1,0 m. de profundidad.

(2) Arbustos de hoja caduca y de hoja perenne

- Por debajo de 0,5 m. de altura, 0,3 m. de profundidad.
- Por encima de 0,5 m. de altura, 0,5 m de profundidad.

(3) Árboles de hoja perenne

- Por debajo de 1,5 m. de altura, 0,2 m. más la altura de la base de tierra.
- Por encima de 1,5 m. de altura, 0,3 m. más la altura de la base de tierra.

Fijación de las plantas

El Contratista no debe plantar hasta no contar con la inspección y aprobación del Supervisor. Las plantas del "stock" en espera de plantación que no cumplan las especificaciones, o que lleguen al lugar de la obra en condición insatisfactoria o que demuestre alguna señal de manipulación inapropiada serán rechazadas, se dispondrán inmediatamente fuera del lugar de la obra y se reemplazarán con nuevas plantas.

Preparar la mezcla de relleno utilizando cuatro (4) partes de tierra vegetal o suelo seleccionado y una (1) parte de musgo de pantano. Colocar esta mezcla en el fondo del hoyo.

Fijar la planta de forma vertical y al mismo nivel o ligeramente por debajo de la profundidad hasta la cual crecieron en el vivero o al momento de recolectarlas del campo. Fijar las plantas como sigue:

(a) Stock de plantas con raíces al descubierto

Colocar la planta de raíces limpias en el centro del hoyo con las raíces apropiadamente dispuestas en su posición natural. Recortar aquellas raíces dañadas o quebradas para asegurar un crecimiento sólido de la raíz. Acomodar la mezcla de relleno alrededor y por encima de las raíces y apisonar.

(b) Stock de plantas con bases de tierra

Manipular y mover las plantas a través de los empaques de bases de tierra. Colocar las plantas en los hoyos preparados sobre mezcla de relleno apisonado. Rellenar alrededor de la base de tierra hasta la mitad de la profundidad de la misma. Apisonarla y regarla profusamente con agua. Cortar el recubrimiento de la base de tierra y retirarlo deslizándolo por la mitad superior de la misma o bien soltarlo y doblarlo hacia afuera.

(c) Stock de plantas crecido en recipientes

Retirar la planta del recipiente justo antes de plantar. Colocar las plantas en los hoyos preparados y sobre mezcla de relleno apisonado. Rellenar la parte restante de la planta con mezcla de relleno y apisonar.

Regado



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"



Construir una fosa de agua de 100 milímetros de profundidad alrededor de los árboles y de 75 milímetros de profundidad alrededor de los arbustos.

Regar las plantas durante e inmediatamente después de plantarlas y a lo largo del período de establecimiento de la planta. Saturar el suelo alrededor de cada planta en cada regado.

Periodo de establecimiento de la planta

Comprende el regado, cultivo, podado, reparación, ajuste de estacas y tirantes de sostenimiento y control de insectos y de enfermedades.

El Contratista será responsable de la ejecución del cuidado de las áreas en que se ha efectuado la plantación hasta la fecha de la entrega de la obra al MTC.

Aceptación

Se hará una inspección del material de plantación 15 días antes del término del período de establecimiento de la planta para identificar aquellas plantas muertas, agonizantes o enfermas, para su remoción y reemplazo. Durante la siguiente estación de plantación remover y reemplazar todas aquellas plantas identificadas de acuerdo a esta sección. Una inspección final de todo el material de plantas dentro de los 15 días después de completar la plantación de reemplazo será la base para aceptación final.

Método de Medición

Esta partida se medirá en hectáreas (Ha), y en él se incluye los trabajos necesarios para la extracción, conservación, traslado dentro de los 120 m, reposición y reconfiguración de la capa superficial del suelo.

Bases de Pago

El pago se hará efectivo hasta el 50% del monto ofertado por esta partida, cuando los trabajos de revegetación en las áreas indicadas se hayan efectuado. El 50% restante será cancelado al término de todos los trabajos de construcción de la carretera, cuando todos los trabajos de revegetación hayan concluido y a juicio del Supervisor las áreas afectadas hayan sido total y completamente recuperadas, y no corren el riesgo de ser nuevamente afectadas por la presencia de equipos del Contratista en etapa de desmovilización.

06.01.3 SELLADO DE LETRINAS

Descripción

Esta partida considera la el sellado de Letrinas usados en los campamentos durante la ejecución, para lo cual se deberá rociar Cal en el interior de ellos 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.

Método de Medición

La medición es por unidad (Und.) de tanque séptico sellado con aprobación del Supervisor.

Bases de pago

Se efectuará al precio unitario (Und.) entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación completa, de los materiales, mano de obra, leyes sociales, equipo y herramientas e imprevistos para la ejecución de la partida y aprobado por la Supervisión.

06.01.4 RESTAURACION DE CANTERAS

Descripción.



Se refiere a las tareas conducentes a lograr la recuperación morfológica de las condiciones originales dentro de lo posible de las canteras que han sido explotadas por el Contratista para la construcción de carreteras, incluyendo la conservación del material orgánico extraído antes de la explotación y debidamente conservado, la plantación o reimplante de pastos y/o arbustos y recomposición de la capa vegetal o materia orgánica, según sea el caso.

Se incluye también el tratamiento adecuado de los taludes de corte de canteras, eliminación de rampas de acceso, materiales de deshechos, mejoramiento de cauces si corresponde, y todo trabajo que permita recuperar la morfología de las zonas explotadas como canteras.

Método de Medición

Cuando las obras hayan concluido parcial o totalmente, el Contratista estará obligado a la Recuperación Ambiental de todas las canteras afectadas por la construcción y el Supervisor a su control y verificación.

Topografía

Las áreas afectadas correspondientes a las área de canteras, se deberá efectuar levantamiento topográfico antes y después de haberse efectuado los trabajos de readecuación para verificación y contraste de las condiciones iniciales y finales de los trabajos.

Los planos topográficos deben incluir información sobre los volúmenes extraídos, los volúmenes de relleno para la readecuación ambiental, tipo de vegetación utilizada. Para los caminos de acceso y desvíos no se requerirá levantamientos topográficos.

Adecuación de Canteras

Para cada cantera se deberá diseñar un adecuado sistema y programa de aprovechamiento del material, a manera de producir el menor daño al ambiente. Será diferente si se trata de explotar un lecho de río o quebrada, un promontorio elevado (cerros), una ladera o extraer material del subsuelo. Depende, también, del volumen que se va a extraer de la cantera y el uso que se le va a dar al material, pudiendo requerirse antes una previa selección del mismo, lo que origina desechos que luego es necesario eliminar. Se deberá seguir las estipulaciones que al respecto se incluye en el Manual Ambiental para el Diseño y Construcción de Vías del MTC.

Aquellas canteras que no van a ser posteriormente utilizadas para la conservación de la carretera deben ser sometidas a un proceso de reacondicionamiento, tratando en lo posible de adecuar el área intervenida a la morfología del área circundante. Dependiendo del sistema de explotación adoptado, las acciones que deben efectuarse son las siguientes: nivelación de los lechos de quebradas o ríos afectados, eliminación de las rampas de carga; peinado y alisado o redondeado de taludes para suavizar la topografía y evitar posteriores deslizamientos; eliminación del material descartado en la selección (utilizarlo para rellenos) y revegetación total del área intervenida, utilizando el suelo orgánico retirado al inicio de la explotación y que debe haber sido guardado convenientemente.

En las canteras que van a ser posteriormente utilizadas sólo hay que efectuar un trabajo menor para evitar posibles derrumbes cuando se explotan laderas, trabajo que muchas veces se hace paralelamente con la extracción del material. En el caso, de haber usado el lecho de un río o quebrada, dependiendo del volumen extraído, puede bastar una rápida nivelación del cauce y luego adoptar una explotación superficial del lecho en un área más extensa.

Método de Medición

Esta partida se medirá en metros cuadrados (M2), y en el se incluye los trabajos necesarios para restaurar las canteras en la forma especificada. Estos trabajos deberán ser aprobados por el Supervisor y que hayan sido efectivamente recuperados cumpliendo las disposiciones que se dan en esta especificación.

Bases de pago



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"

El pago se hará efectivo hasta el 50% del monto cuando los trabajos de recomposición se hayan efectuado en las canteras explotadas. El 50% restante será cancelado al término de todos los trabajos de construcción de la carretera, cuando a juicio del Supervisor las áreas de recomposición no serán afectadas por la presencia de equipos del Contratista.

06.02 PROGRAMA DE CAPACITACION Y MONITOREO AMBIENTAL

06.02.1 PROGRAMA DE CAPACITACION Y MONITOREO AMBIENTAL

Descripción

La función de monitores ambientales, será realizada por el Coordinador Ambiental de El CONTRATISTA; las mismas que deberán abarcar, pero no limitarse, a dar seguimiento a las medidas para el control de la erosión, la calidad del agua, la calidad del aire, así como de la protección de las especies silvestres y la vegetación.

Aspectos Especiales de Monitoreo durante la Construcción

Los monitores ambientales deben observar y registrar todas las actividades relacionadas con los siguientes elementos:

Las estructuras de control de erosión y de sedimentación, su instalación, mantenimiento y eficacia.

Las medidas de restauración de las áreas alteradas.

El espacio geográfico en que se realizan las actividades de rehabilitación y la autorización para la utilización del mismo.

Los requisitos establecidos en el Plan de Contingencias y su grado de cumplimiento.

Las prácticas de recolección y disposición de residuos.

El cumplimiento de las disposiciones ambientales incluidas en el Plan de Acción Preventivo Correctivo, las mismas que deberán estar incluidas en los diseños del proyecto vial.

Documentar, con fotografías, la condición de los espacios de trabajo antes, durante y después de la construcción.

Identificar los problemas ambientales potenciales y recomendar El CONTRATISTA las acciones apropiadas, antes de que dichos problemas ocurran.

La restauración del perfil del suelo, de acuerdo a los requerimientos establecidos.

Comunicar y brindar capacitación sobre temas y asuntos ambientales específicos del proyecto a El CONTRATISTA.

El éxito de las medidas de revegetación en las áreas de restauración.

Los monitores ambientales informarán sobre los problemas de incumplimiento al residente de obra; El Programa de Monitoreo Ambiental permitirá la evaluación periódica, integrada y permanente de la dinámica de las variables ambientales, siendo su objetivo comprobar que las medidas de mitigación propuestas en el Estudio de Impacto Ambiental sean cumplidas; así como, la evaluación de la eficiencia de dichas medidas correctivas, según lo siguiente:

Informes

El Coordinador Ambiental deberá preparar informes rutinarios mensuales de cumplimiento de los Programas Ambientales durante toda la etapa de Construcción. Además, deberá preparar informes especiales cuando ocurra algún evento extraordinario o cuando se complete una meta dentro del programa de trabajo, estos deben ser quincenales.

Informes Especiales

Algunos de los programas contenidos en el Plan de Acción Preventivo Correctivo requieren de informes especiales para documentar los logros y hallazgos de cada uno de ellos; entre los principales se indican a continuación:

a. Control de la Explotación de Canteras



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"

Durante la ejecución de las actividades de construcción, específicamente durante las actividades de explotación de canteras, se deberá controlar periódicamente lo siguiente:

Las áreas de excavaciones, de trituración y de almacenaje temporal, no deben ubicarse en zonas con presencia de cursos de agua.

Las actividades de explotación de la cantera, no deberá exceder los límites del área y las profundidades máximas de explotación autorizada.

Se debe verificar periódicamente la estabilidad de los trabajos, en todo el perímetro de la zona de explotación

Se debe verificar que las actividades de explotación no afecte a la vegetación circundante, a fin de no incrementar los procesos de erosión

Para la cantera de agregados, el área de explotación deben mantener una distancia mínima de 10,00 m hacia el borde ribereño; esta faja de protección ribereña, podrá habilitarse como camino de acceso hacia las zonas de trabajo.

b. Control de la Calidad del Agua

Se debe realizar un seguimiento de la calidad del agua, a fin de identificar si se está contaminado, especialmente en las zonas de explotación de los lechos aluviales, a fin de establecer las medidas para el control de cualquier fuente de contaminación; con respecto al uso de agua superficial con fines del proyecto.

Control de la Calidad del Aire

A fin de proteger la salud de la población, así como de la preservación del ecosistema local, durante las actividades se debe controlar la calidad del aire, la misma que puede ser alterada por: actividades de explotación de las canteras, transporte de materiales, y el tránsito continuo de los volquetes y maquinarias.

c. Control de niveles sonoros

El objeto del monitoreo de ruidos en todas las fases del proyecto es el cumplimiento de los estándares adoptados para el mismo. Durante las etapas de construcción, los ruidos son generados por los equipos y maquinarias, así como por los vehículos que transitarán por las vías. Por tal motivo, se deben verificar que los equipos, maquinarias y vehículos tengan silenciadores para mitigar ruidos.

d. Revegetación

El CONTRATISTA contará con un Programa de Revegetación para las zonas afectadas por el proyecto. Para lo cual se monitoreará el proceso de recuperación de vegetación afectada durante la etapa de rehabilitación del proyecto.

El programa de monitoreo para la revegetación culminará cuando se haya cubierto de vegetación en más de un 85% de la cobertura original. La frecuencia del monitoreo será en dos oportunidades y después de los esfuerzos de plantación.

e. Monitoreo del Manejo de Desechos Sólidos

Para el monitoreo del manejo de residuos sólidos se deberá supervisar semanalmente, el cumplimiento del Programa de Residuos; donde se considera la reducción en el origen, reciclaje, incineración in situ, remoción y disposición final en un relleno sanitario autorizado.

Se procederá a caracterizar los residuos, para lo cual se deberá identificar, cuantificar, registrar, clasificar, segregar, recolectar todos los residuos generados por área, para finalmente realizar la disposición final, según los tipos de residuos.

Los residuos domésticos tales como restos de comidas, papeles, cartones y trapos serán incinerados in situ. Otros residuos tales como vidrios, metales, plásticos y cenizas serán dispuestos en rellenos sanitarios autorizados.

f. Control de derrames de Combustible



Se debe controlar y/o vigilar que no se produzcan derrames de aceites, grasa, lubricantes y combustibles en el patio de maquinarias, el almacén y en las zonas de trabajo, para evitar que contaminen los suelos, el agua y la vegetación. Se debe tener permanentemente recipientes herméticos como depósitos de estos residuos y una vez llenos deben ser retirados para su posterior tratamiento y destino final en zonas autorizadas.

g. Monitoreo de Fauna.

El monitoreo de la fauna, se realizará durante las fases de construcción, principalmente durante las actividades de roce y limpieza. Este monitoreo estará orientado principalmente a la localización y rescate de la fauna silvestre.

h. Control de las Actividades de Desbroce

Durante la ejecución de las obras de rehabilitación, se debe evitar el exceso de las actividades de desbroce, a fin de no afectar la flora y fauna silvestre; así como de no generar zonas denudadas que puedan ser susceptibles a los procesos de erosión, lo cual implicaría incrementos de sedimentos en las vías de drenaje natural.

Métodos de Medición

Los Programas de Educación y Monitoreo Ambientales, se medirán por metro cuadrado (m²), instalada con la mayor dimensión en forma horizontal. Las señales se medirán por Unidad (Un).

Bases de Pago

El pago se hará por o Unidad (Un, por toda fabricación e instalación ejecutada conforme a esta especificación, planos y documentos del Proyecto y aceptados a satisfacción por el Supervisor.

06.03 PLAN DE MEDIDAS DE CONTROL AMBIENTAL O CONTINGENCIAS

06.03.1 PLAN DE MEDIDAS DE CONTROL AMBIENTAL O CONTINGENCIAS

Descripción

El Plan de Medidas de Control de Accidentes o Contingencias, tiene por objetivo brindar una serie de medidas destinadas a evitar y/o controlar eventos no previstos que ponen en peligro la integridad física de las personas, el medio ambiente y alteren el desarrollo normal en la construcción de la trocha. Este plan será implementado por EL CONTRATISTA.

El objetivo principal es disponer de una herramienta organizacional, administrativa y operativa que permita prevenir y controlar sucesos no planificados, pero previsibles mediante la aplicación de guías de organización y respuesta que optimicen la velocidad y eficacia de las acciones de control de la emergencia.

Alcances Del Plan De Medidas De Control De Accidentes O Contingencias

El Plan de Medidas de Control de Accidentes o Contingencias tiene como alcances las siguientes actividades:

- Determinar las responsabilidades en caso de contingencias.
- Establecer los procedimientos para hacer frente a una contingencia del proyecto.
- Indicar los equipos y el personal a ser requerido para hacer frente a las contingencias.
- Establecer la ubicación de los equipos de contingencias dentro de las instalaciones del proyecto.



Para tal efecto, se incluyen las medidas de contingencias para los siguientes casos:

Accidentes en la vía

- Derrame de sustancias peligrosas - Transporte
- Derrame de sustancias peligrosas – Almacenamiento
- Incendio en áreas de Faena
- Accidente de trabajadores
- Sismos y deslizamientos de tierras

Capacitación del personal

- EL CONTRATISTA a través de la Coordinación SSTMA se encargará de la capacitación y entrenamiento de un responsable por brigada, respecto a las acciones de control a tomar en los tipos de eventos ocasionados por emergencias operativas como incendios, derrames de combustible, accidentes laborales etc. debiendo incluir estas acciones en seminarios, charlas, prácticas, simulacros, etc.
- Todo personal será capacitado para afrontar cualquier caso de riesgo identificado, incluyendo la instrucción técnica en los métodos de primeros auxilios y temas como: nudos y cuerda, transporte de víctimas sin equipo, utilización de máscaras y equipos respiratorios, equipos de reanimación, y primeros auxilios en caso de accidentes.
- Capacitación al personal sobre las medidas y precauciones a tomar en cuenta, en caso de vertimientos accidentales de combustibles, o elementos tóxicos en áreas adyacentes a la carretera, incluyendo los efectos y/o peligros a la salud.

Métodos de Medición

Los Programas de Contingencias se medirán por unidad (und).

Bases de Pago

El pago se hará por o Unidad (Un), según corresponda, al precio unitario de Contrato.

06.04 MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS

06.04.1 CONTENEDOR DE RESIDUOS SOLIDOS

Descripción

Los contenedores para residuos sólidos deberán ubicarse en las áreas de trabajo y áreas de almacenamiento para fomentar la disposición apropiada y no dispersarlos sobre el suelo; estos contenedores deberán estar distribuidos en todas estas áreas y ser etiquetados debidamente, para plásticos, metales o cualquier tipo de materiales no biodegradables.

Los contenedores para la disposición temporal de residuos serán de material plástico o de metal, dispuestos con su respectiva tapa, a fin que los residuos no sean expuestos a la intemperie, evitando la generación de vectores infecciosos que atenten contra la salud del personal de obra y población local.

Para el uso de cilindros metálicos deberán ser pintados con colores diferentes a fin de ser fácilmente identificados.



Métodos de Medición

La partida de contenedores de residuo se medirá por unidad (und).

Bases de Pago

El pago se hará por o Unidad (Un), según corresponda, al precio unitario de Contrato.

06.04.2 DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS

Descripción

EL CONTRATISTA deberá seguir todos los procedimientos necesarios para la disposición final de los residuos producidos durante las actividades de construcción de las vías; deberá garantizar por escrito que todas las actividades de manejo de residuos sean realizados de forma técnica, legal, sanitaria y ambientalmente aceptable y tener en cuenta lo siguiente:

- Los residuos serán recolectados en contenedores, todo el personal estará instruido sobre la ubicación de los mismos. Se realizará un control periódico de vectores (moscas y zancudos).
- Los desechos no biodegradables, tales como plásticos, vidrios y metales serán recolectados en envases rotulados, a fin que sean re-utilizados o reciclados si es posible; caso contrario, serán conducidos a un relleno sanitario.
- Los residuos orgánicos (desechos de comida, etc.), serán dispuestos en un relleno sanitario autorizado, de no existir éste relleno sanitario, se debe utilizar un microrelleno sanitario, cuya disposición, tratamiento y clausura estará a cargo de EL CONTRATISTA.
- Los aceites quemados, los solventes y las baterías usadas, serán clasificados y recolectados, para luego ser enviados a lugares adecuados para su disposición final.

Métodos de Medición

La disposición final de los residuos peligrosos se medirá por unidad (und).

Bases de pago

El pago se hará por o Unidad (Un), según corresponda, al precio.

07.0 FLETE TERRESTRE

07.01 FLETE TERRESTRE

07.01.1 FLETE TERRESTRE

Esta partida contempla el traslado de los materiales de los centros de adquisición hasta la obra o almacén, tales como: Maderas, acero corrugado, cemento, triplay, alambre, clavos, cal, asfalto RC-250, calamina, etc.

Medición

La medición se efectuará por cómputo global de dicho trabajo. (GLB).

Pago

Se valoriza sobre la base de trabajo realizado en cálculos globales.



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**"ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO,
DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA"**

ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA

ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA

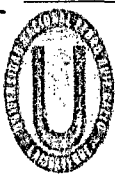
UNPRG

ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CASERIO TABLON-C.P. SAN PEDRO DE PERICO, DISTRITO DE CHIRINOS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA



12.1. CONCLUSIONES

- ✓ La velocidad de diseño es 20 Km/h, debido a que tiene una topografía muy accidentada y escarpada y el radio mínimo para las curvas horizontales es de 15.00 m y radio excepcional 10.00 m.
- ✓ El ancho de calzada es de 6.00m y 0.50m de berma a cada lado, además en todas las curvas presenta sobreancho.
- ✓ Debido a que la topografía no ha permitido plantear radios amplios, en algunos PIs se ha planteado el uso de Espirales de Transición para suavizar la circulación de los vehículos en estos tramos.
- ✓ El peralte máximo para una velocidad de 20 Km/h es de 8%.
- ✓ El talud de corte es de 1:1 para suelos de tipo limo arcillosos y de 1:10 para roca fija y en el talud de relleno o terraplén es de 1:1.5.
- ✓ La sección de las cunetas es de 0.75 x 0.30 m, porque el proyecto se desarrolla es una zona lluviosa.
- ✓ El tipo de suelo predominante es: CL(Arcillas inorgánicas baja plasticidad)
- ✓ Las acciones más agresivas se da en la progresiva: 0+ 400 – 01 + 000, debido al Relleno de terreno, Desbroce y Tala, Transporte de material de cantera y conformación del afirmado, el factor ambiental más frágil es el Paisaje con 16.00%.
- ✓ Desde el km 0+000 hasta el 1+000, tienen un CBR de 6-10 % (Regular), desde el km 1+000 hasta el 4+000 el CBR es de 10-20% (Buena), desde el km 4+000 hasta el 6+000 el CBR es de 6-10 % (Regular) y desde el km 6+000 hasta el final del tramo el CBR es de 10-20% (Buena) entonces se concluye que la subrasante no necesita un mejoramiento o estabilización en todo sus tramos.
- ✓ Mediante el estudio de mecánica de suelos se obtuvo un CBR máximo de 18.80% y mínimo de 6.50%, con un CBR de diseño de 9.40%
- ✓ Para el diseño final del pavimento se optó utilizar los siguientes espesores: 5 cm, 15 cm y 15 cm, de carpeta asfáltica, base y subbase respectivamente.
- ✓ El costo por km de carretera asfaltada al 31 Noviembre del 2015 es :S/ 1,211,742.22
- ✓ La ejecución de la obra en concordancia con el cronograma de obra se realizará en un plazo de 6 meses.



12.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda que cuando se realice los trabajos de corte de material suelto y en roca fija, el personal como las personas cercanas a la zona deben ser advertidas para evitar algún accidente debido a deslizamiento y a la detonación de explosivos.
- ✓ Se recomienda utilizar maquinaria en buen estado de funcionamiento con la finalidad de alcanzar los rendimientos considerados en los A.C.U y cumplir con el plazo establecido en el cronograma de obra.
- ✓ Se recomienda tener en cuenta las medidas de contingencia durante la etapa de construcción del proyecto.
- ✓ Se recomienda que la construcción de la obra se realice en los meses mayo a diciembre.
- ✓ Antes de dar inicio a las obras de ejecución de la Obra, el Contratista deberá llevar a cabo una reunión con las autoridades de los caseríos, transportistas de la zona, y población beneficiaria en general a fin de comunicarles sobre el inicio de las obras y las futuras restricciones del tránsito vehicular, utilización de los recursos de la zona (canteras, agua), áreas para campamento, acceso a lugares de abastecimiento, entre otros aspectos, que permitan estar bien informados a todos los involucrados.
- ✓ Se recomienda que la empresa Contratista lleve coordinaciones permanentes con las autoridades de los caseríos beneficiarios, a fin de mantener buenas relaciones y tener el apoyo por parte de éstos.
- ✓ Se recomienda que la empresa Contratista le dé la oportunidad de trabajo a los pobladores de la zona en cuanto a mano de obra no calificada y de ser posible mano de obra calificada.



BIBLIOGRAFÍA:

1. DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS, Cesar Guerra Bustamante, 1997 Lima – Perú.
2. VIAS DE COMUNICACIÓN, Carlos Crespo Villalaz, 2011 Lima – Perú.
3. CARRETERAS, Autores varios ICG 2013.
4. CAMINOS I, Alfonso Fuentes, 1965 Lima – Perú.
5. DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS, German Vivar Romero, 1991 Lima – Perú.
6. MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES, Carlos Crespo Villalaz, 2010 Lima – Perú.
7. COSTOS Y TIEMPOS EN CARRETERAS, Ibáñez, W. Primera edición, 1992 Lima – Perú.
8. MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS, DG 2013.
9. MANUAL DE DISPOSITIVOS DE CONTROL DEL TRANSITO AUTOMOTOR EN CALLES Y CARRETERAS, MTC 1993.
10. REGLAMENTO NACIONAL DE VEHICULOS, MTC 2004.
11. MANUAL DE CARRETERAS - ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCION - EG 2013, MTC.
12. MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS, Instituto Nacional de Vías
13. HIDROLOGÍA, Máximo Villón Béjar.
14. DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRAULICAS, Máximo Villón Béjar.
15. Apuntes de clase: Topografía, Caminos, Mecánica de Suelos, Concreto Armado, Pavimentos, Impacto Ambiental, Drenaje de la UNPRG.