

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
Facultad de Ingeniería Civil



**Proyecto de Construcción de una Variante
en el Trazo Original
(Vía de Evitamiento)**

T E S I S

**Para optar el Título de
INGENIERO CIVIL**

Por:

Bach. Rubén del Aguila Panduro

**TARAPOTO - PERU
1995**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
Facultad de Ingeniería Civil

**Proyecto de Construcción de una Variante
en el Trazo Original
(Vía de Evitamiento)**

T E S I S

**Para optar el Título de
INGENIERO CIVIL**

Por

Bach. Rubén del Aguila Panduro

*Sustentada y aprobada ante el siguiente
Honorable Jurado:*

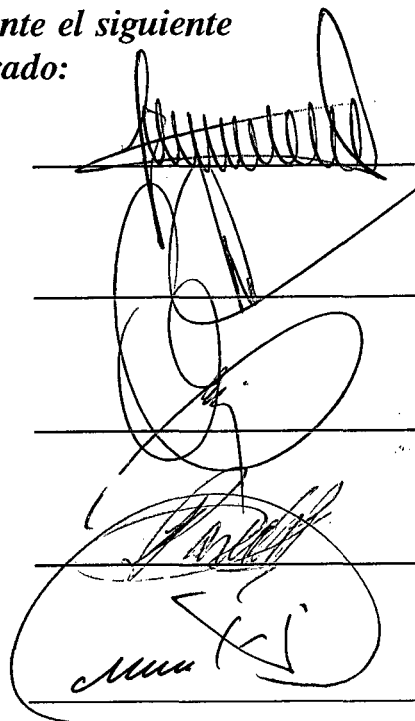
*Ing. Daniel Díaz Pérez
Presidente*

*Arq. Oswaldo Blaz Miranda
Miembro*

*Ing. Serbando Soplopucó Quiroga
Miembro*

*Ing. Luis Paredes Rojas
Asesor*

*Ing. Máximo Vilca Cotrina
Co-Asesor*

The image shows four handwritten signatures on a background of horizontal lines. The signatures are written in black ink and are somewhat stylized. The first signature is at the top, followed by three more below it. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page.

A MI ASESOR:

El Ingeniero **LUIS PAREDES ROJAS**, mi eterno agradecimiento por sus enseñanzas que han permitido llevar a cabo este trabajo.

A MI CO-ASESOR

Al Ingeniero **MAXIMO VILCA COTRINA**, por su valioso aporte en la elaboración de la presente.

A MIS PADRES 'Y' HERMANOS

Mi eterna gratitud por el apoyo brindado en todo momento para el logro del presente trabajo.

A MIS AMIGOS

Mi agradecimiento por el apoyo incondicional que de una u otra forma colaboraron en el presente proyecto.

INDICE

TOMO I

CONTENIDO	PAGINA
INTRODUCCION	27
RESUMEN	29
CAPITULO I	
GENERALIDADES	32
A) LOCALIZACION	32
a) Nombre del Proyecto	32
b) Ubicación del Proyecto	32
B) OBJETIVOS DEL PROYECTO	36
C) ANTECEDENTES DEL ESTUDIO Y OTROS TRABAJOS REALIZADOS	37
D) JUSTIFICACION DEL PROYECTO	38
REVISION DE LA LITERATURA	
1.0.0.0 <u>BASE TEORICA</u>	40
1.1.0.0 DISEÑO DE UN CAMINO	40
1.2.0.0 Características de la zona	41
1.2.1.0 Clasificación por Relieve	41

	1.2.1.1 Zona de Topografía Plana	41
	1.2.1.2 Zona de Topografía Ondulada	41
	1.2.1.3 Zona de Topografía Accidental	41
	1.2.2.0 Clasificación por Altitud	42
	1.2.3.0 Clasificación del Presente Proyecto	42
	1.2.3.1 Clasificación por Relieve	42
	1.2.3.2 Clasificación por Altitud	43
1.3.0.0	Características Geométricas de la Carretera.	43
	1.3.1.0 Determinación del ancho del tramo en Tangente y ancho de Berma	43
	1.3.2.0 Radios Mínimos y Peralte	43
	1.3.2.1 Radios mínimos normales	43
	1.3.2.2 Radio mínimo excepcional	44
	1.3.3.0 Transición del Peralte	44
	1.3.4.0 Valores del Peralte	44
	1.3.5.0 Pendiente	45
	1.3.5.1 Pendiente mínima	45
	1.3.5.2 Pendiente máxima normal	45
	1.3.5.3 Pendiente máxima excepcional	46
1.4.0.0	Diseño de la Sección Transversal	46
1.5.0.0	Determinación de la Pendiente Máxima	48
1.6.0.0	Alternativas para el Trazo de la Variante.	50
	1.6.1.0 Ruta Original	49
	1.6.2.0 Trazo de la Variante Ruta "A"	50
	1.6.3.0 Trazo de la Variante Ruta "B"	51
	1.6.4.0 Trazo de la Variante Ruta "C"	52
1.7.0.0	Conceptualización y Selección de la Ruta más Conveniente	53
	1.7.1.0 Memoria Descriptiva	53
	1.7.1.1 Antecedentes	53
	1.7.1.2 Conceptualización	53

CAPITULO II

2.0.0.0	<u>TRAZO ELABORADO</u>	57
2.1.0.0	Trazo en Planta de la Ruta Elaborada	57
2.2.0.0	Curvas Horizontales	58
	2.2.1.0 Elementos y Estacados de Curvas Horizontales	58
	2.2.2.0 Sobreancho en las Curvas Horizontales	60
	2.2.3.0 Peralte	60
	2.2.4.0 Visibilidad en Planta	62
	2.2.4.1 Visibilidad de Paso	62
	2.2.4.2 Visibilidad de Parada	63
2.3.0.0	Curvas Verticales	64
	2.3.1.0 Visibilidad en Planta	64
	2.3.1.1 Necesidad de Curvas Verticales	64
	2.3.1.2 Proyecto de las Curvas Verticales	64
	2.3.1.3 Longitud de las Curvas Conexas	64
	2.3.1.4 Longitud de las Curvas Cóncavas	65
2.4.0.0	Secciones Transversales	65
	2.4.1.0 Cunetas	97
	2.4.2.0 Taludes	97
✓ 2.5.0.0	Perfil Longitudinal del Trazo Definitivo	98
	2.5.1.0 Estacado y Nivelación del Trazo Definitivo	100
	2.5.2.0 Perfil Longitudinal del Trazo Definitivo	108
2.6.0.0	Metrado del Estudio Definitivo	117
	2.6.1.0 Cálculo de las Areas	117
	2.6.2.0 Cálculo de los Volúmenes	117

CAPITULO III

CONSTRUCCION DEL CAMINO	140	
3.0.0.0	<u>GENERALIDADES</u>	140
3.1.0.0	Sistema de Construcción	140
	3.1.1.0 Por Administración	141
	3.1.2.0 Por Contrata	141
	3.1.3.0 Sistema Mixto	141
	3.1.4.0 Sistema de Destajo	142
3.2.0.0	Formas de Ejecución del Trabajo	142
	3.2.1.0 Instalación de Campamento	142
	3.2.2.0 Limpieza y Roce	143
	3.2.3.0 Rayado de Taludes	143
	3.2.4.0 Movimiento de Tierra	143
	3.2.5.0 Análisis de Suelos	144
	3.2.6.0 Clasificación del Terreno	144
	3.2.6.1 Materiales Suelos	144
	3.2.6.2 Roca Blanda o Suelta	144
	3.2.6.3 Roca Dura o Fija	144
3.3.0.0	Diagrama de Masas	145
	3.3.1.0 Objeto del Diagrama de Masas	145
	3.3.2.0 Dibujo del Diagrama de Masas	145
	3.3.3.0 Factores de Corrección	146
	3.3.3.1 Criterio Europeo	146
	3.3.3.2 Criterio Americano	146
	3.3.4.0 Propiedades Físicas de los Suelos	146
	3.3.4.1 Esponjamiento	147
	3.3.4.2 Contracción	147
	3.3.5.0 Propiedades del Diagrama de Masas	157
	3.3.6.0 Determinación de la Distancia Media de Transporte	158

3.4.0.0	Préstamos	159
3.4.1.0	Préstamo Transportado de los Cortes	159
3.4.1.1	Préstamo Lateral	159
3.4.1.2	Préstamo con Transporte	160
3.4.1.3	Botes	160
3.4.2.0	Compensación Transversal	160
3.4.3.0	Compensación Longitudinal	160
3.4.4.0	Rellenos con Transporte	161
3.4.4.1	Préstamo	161
3.4.4.2	Volúmenes de Botes	161
3.4.4.3	Rellenos Propios	162
3.5.0.0	Explosivos y Perforación	163
3.5.1.0	Generalidades	163
3.5.2.0	Explosivos	163
3.5.3.0	Tipos de Explosivos Comerciales	164
3.5.3.1	Deflagrantes	164
3.5.3.2	Detonantes	164
3.6.0.0	Selección de Equipo	164
3.6.1.0	Cálculo de Tiempo de Ejecución y Rendimiento de Maquinaria	165
3.6.2.0	Volúmenes de Movimiento de Tierras	167
3.6.2.1	Cálculo de Tiempos y Rendimientos de la Compensación Transversal	168
3.6.2.2	Cálculo de Tiempos y Rendimientos de la Compensación Longitudinal	169
3.6.2.3	Cálculo de Tiempos y Rendimientos en Cortes	174
3.6.2.4	Cálculo de Tiempos y Rendimientos de Préstamos.	176
3.6.3.0	Rendimiento Total en Tierra Compacta	177

3.7.0.0	Especificaciones Técnicas Constructivas de la Explanación	178
3.7.1.0	Limpieza y Desforestación	178
3.7.1.1	Métodos de Construcción	179
3.7.1.2	Método de Medición	181
3.7.1.3	Bases de Pago	181
3.7.2.0	Excavación de Explanaciones y Drenaje	182
3.7.2.1	Métodos de Construcción	182
3.7.2.2	Método de Medición	186
3.7.2.3	Bases de Pago	186
3.7.3.0	Préstamos	187
3.7.3.1	Selección de Fuentes	187
3.7.3.2	Clasificación	188
3.7.3.3	Materiales	188
3.7.3.4	Métodos de Construcción	188
3.7.3.5	Método de Medición	188
3.7.3.6	Bases de Pago	189
3.7.4.0	Transporte Pagado	189
3.7.4.1	Métodos de Medición	190
3.7.4.2	Bases de Pago	190
3.8.0.0	Terraplenes	191
3.8.1.0	Descripción	191
3.8.1.1	Materiales	191
3.8.1.2	Método de Construcción	191
3.8.1.3	Métodos de Medición	197
3.8.1.4	Bases de Pago	197
3.9.0.0	Remoción de Derrumbes	198
3.9.1.0	Descripción	198
3.9.2.0	Medición	199
3.9.3.0	Bases de Pago	199
3.10.0.0	Relleno de Fundaciones	200
3.10.1.0	Descripción	200
3.10.1.1	Materiales	200

3.10.2.0	Métodos de Construcción	200
3.10.3.0	Método de Medición	201
3.10.4.0	Bases de Pago	201
3.11.0.0	Revestimiento de Piedra o Grava	201
3.11.1.0	Descripción	201
3.11.1.1	Materiales	201
3.11.2.0	Métodos de Medición	202
3.11.3.0	Bases de Pago	202

CAPITULO IV

4.0.0.0	<u>DRENAJE Y OBRAS DE ARTE</u>	203
4.1.0.0	Forma que el agua llega al Camino	204
4.1.1.0	Condiciones para un buen Drenaje	204
4.1.2.0	Métodos para el Cálculo de las Obras de Arte de Drenaje	205
4.1.3.0	Secuencia de Operaciones y Metodología a seguir en el Estudio de las Estructuras de Drenaje.	206
4.1.3.1	Localización del Eje	206
4.1.3.2	Pendiente y Rasante de las Alcantarillas	206
4.1.3.3	Longitud de Alcantarillas	207
4.1.3.4	Tipo de las Estructuras	207
4.1.4.0	Aplicación de los Diversos Tipos de Alcantarilla	208
4.1.4.1	Tubos	208
4.1.4.2	Tubos de Barro	208
4.1.4.3	Tubos de Concreto	209
4.1.4.4	Tubos de Láminas Corrugado	209
4.1.4.5	Tubos de Hierro Colados	209
4.1.4.6	Alcantarillas de Cajón	209
4.1.4.7	Bóvedas	210

4.2.0.0	Diseño del Drenaje Superficial	210
4.2.1.0	Método para el Cálculo del Caudal de Esguimiento	210
4.2.1.1	Método Racional	210
4.2.1.2	Fórmulas Experimentales	211
4.2.1.3	Fórmulas Empíricas	213
4.3.0.0	Diseño de los Elementos de Drenaje	214
4.3.1.0	Diseño de Alcantarillas	214
4.3.1.1	Relación de Alcantarillas	215
4.3.1.2	Cálculo de Gasto de Esguimiento	215
4.3.1.3	Tipo y Diámetro de Alcantarilla a Usarse	216
4.3.1.4	Efecto de la Pendiente del Fondo	218
4.3.1.5	Longitud de Alcantarilla	222
4.3.2.0	Tipo de la Estructura	223
4.3.3.0	Especificaciones Técnicas en Excavación no Clasificada para Estructuras	223
4.3.3.1	Descripción	223
4.3.3.2	Métodos de Construcción	223
4.3.3.3	Métodos de Medición	228
4.3.3.4	Bases de Pago	229
4.3.4.0	Material para Terraplén	230
4.3.4.1	Asiento y relleno para Alcantarillas de Tubo	230
4.3.4.2	Retiro del Material Excedente	235
4.3.5.0	Metrado de Alcantarilla	236
4.3.5.1	Alcantarilla Tipo ϕ 36"	237
4.3.5.2	Alcantarilla Tipo ϕ 60"	240
4.4.0.0	Cunetas	244
4.4.1.0	Definición	244

4.4.2.0	Tipos de Cunetas	244
4.4.2.1	Cuneta de Base	244
4.4.2.2	Cuneta de Coronación	244
4.4.3.0	Métodos de Construcción	244
4.4.4.0	Bases de Pago	246
4.4.5.0	Cálculo de la Capacidad de la Cuneta de Base	246
4.4.5.1	Cuneta - Tierra Compacta	248
4.4.6.0	Tramos de Cuneta de Base y Verificación de su Capacidad	250
4.4.6.1	Tramo 1	251
4.4.6.2	Tramo 2 - 4	251
4.4.6.3	Tramo 3	252
4.4.6.4	Tramo 5	253
4.4.6.5	Tramo 6	253
4.4.7.0	Diseño de Cuneta de Coronación	254
4.5.0.0	Muros de Sostenimiento	255
4.5.1.0	Generalidades	255
4.5.1.1	Tipos	255
4.5.1.2	Análisis	256
4.5.2.0	Fuerzas Actuales	256
4.5.2.1	Estabilidad	258
4.5.2.2	Dimensionamiento	259

CAPITULO V

5.0.0.0	<u>PAVIMENTOS</u>	260
5.1.0.0	Generalidades	260
5.1.1.0	Definición	260
5.1.2.0	Clasificación	260
5.1.2.1	Pavimentos Flexibles	260
5.1.2.2	Pavimentos Rígidos	260
5.1.3.0	Comparación de Pavimentos	261

	Flexibles y Rígidos	
	5.1.3.1 Pavimentos Flexibles	261
	5.1.3.2 Pavimentos Rígidos	261
	5.1.4.0 Elección del Tipo de Pavimento	262
	5.1.4.1 Pavimento Elegido	262
	5.1.5.0 Elementos Básicos de un Pavimento	263
	5.1.5.1 La Sub-Rasante o Terreno de Fundación	263
	5.1.5.2 Sub Base	264
	5.1.5.3 Base	264
	5.1.5.4 Superficie de Rodadura	265
	5.1.5.5 Método de Empleo para Calcular el Espesor de los Pavimentos Asfáltico	265
	5.1.6.0 Especificaciones de la AASHTO para el Método	266
	5.1.7.0 Análisis, Clasificación y Evaluación del Suelo de Sub-Rasante	267
	5.1.7.1 Cálculo del Índice de Grupo	268
	5.1.7.2 Clasificación del Suelo	268
	5.1.7.3 Características del Suelo A-6	269
	5.1.7.4 Mejoramiento del Suelo de la Sub-Rasante	270
	5.1.7.5 Valor de C.B.R.	270
	5.1.7.6 Mejoramiento de Sub-Rasante	271
	5.1.7.7 Diseño del Espesor del Pavimento	272
	5.1.7.8 Método del Instituto del Asfalto	272
5.2.0.0	Análisis de Tránsito	273
	5.2.1.0 Cálculo del Índice de Tráfico	273
	5.2.2.0 Cálculo del Número de Ejes Actual	274
	5.2.3.0 Distribución de Ejes por Carga	274
	5.2.4.0 Equivalencia a Ejes de 18,000 Lbs	275

5.2.5.0	Coefficiente de Crecimiento (C)	276
5.2.6.0	Cálculo del Coeficiente del Tanto por uno del Número Total de Vehículos que Circulan en el Tramo más Cargado	276
5.2.7.0	Valor de N	276
5.2.8.0	Uso del Tráfico	277
5.3.0.0	Diseño del Espesor del Pavimento	279
5.3.1.0	Primera Solución	279
5.3.2.0	Segunda Solución	280
5.3.3.0	Selección	280
5.3.4.0	Construcción por Etapas	281
⇒ 5.4.0.0	Análisis de los Materiales que serán usados en las diferentes capas de Pavimentos	282
5.4.1.0	Canteras Disponibles	282
5.4.2.0	Materiales para la Construcción de la Base Granular	286
5.4.3.0	Materiales para la Construcción de la Base Asfáltica	288
5.4.4.0	Características de la Base Asfáltica	288
5.4.4.1	Granulometría para la Superficie de Rodadura	289
5.4.4.2	Granulometría para la Base Asfáltica	289
5.5.0.0	Proyecto de Mezclas Asfálticas	290
5.5.1.0	Los Aridos	290
5.5.2.0	Los Asfaltos	291
5.5.3.0	Mezcla Asfáltica	292
5.5.3.1	Método Marshall (ASTM D1559)	292
5.5.3.2	Método Hveen (ASTM D1560)	293
5.5.3.3	Método Hubbard-Field (AASHTO T169 ASTM D1138)	294
5.5.3.4	Método Triaxial	294

5.5.4.0	Elección del Tipo de Mezcla Asfáltica	295
5.5.5.0	Asfalto	295
5.5.5.1	Cálculo del Porcentaje de Asfalto	295
5.5.5.2	Porcentaje de Asfalto para la Base Asfáltica	297
5.5.5.3	Dosificación de la Mezcla Asfáltica	297
5.5.6.0	Capa de Sello	299
5.5.7.0	Capa de Imprimación	299
5.5.8.0	Cantidad y Tipo de Bitumen	299
5.5.9.0	Conclusión	300
5.6.0.0	Metrado de Pavimento	300
5.6.1.0	Area de Sobreanchos	300
5.6.1.1	Metrado de la Superficie de Rodadura	301
5.6.1.2	Metrado de la Base Asfáltica	301
5.6.1.3	Metrado de la Base Granular	302
5.7.0.0	Utilización de los Agregados de las Canteras	302
5.7.1.0	Cantera "A"	302
5.7.2.0	Cantera "B"	303
5.7.3.0	Cantera "C"	303
5.7.4.0	Cantera "D"	303
5.7.5.0	Trabajos en Cantera	304
5.7.5.1	Cantera "A"	304
5.7.5.2	Cantera "B"	306
5.7.5.3	Cantera "C"	309
5.7.5.4	Cantera "D"	312
5.8.0.0	Método Constructivo del Pavimento	314
5.8.1.0	Sub-Rasante	314
5.8.1.1	Escarificado	315
5.8.1.2	Secado o Riego de Material	315
5.8.1.3	Mezclado	315

5.8.1.4	Compactación	315
5.8.1.5	Criterios de Compactación en Sub Rasante No Cohesivas	315
5.8.1.6	Perfilado y Rodillado	316
5.8.1.7	Método de Medición	316
5.8.1.8	Bases de Pago	316
5.8.2.0	Base Granular	316
5.8.2.1	Método de Medición	318
5.8.2.2	Bases de Pago	318
5.8.3.0	Superficie de Rodadura	318
5.8.3.1	Capa de Imprimación	318
5.8.3.2	Método de Construcción	322
5.8.3.3	Aplicación de la Capa de Imprimación	323
5.8.3.4	Protección de las Estructuras Adyacentes	324
5.8.3.5	Apertura de Tráfico y Mantenimiento	324
5.8.3.6	Método de Medición	325
5.8.3.7	Bases de Pago	325
5.8.4.0	Rendimiento del Equipo a Utilizarse en la Construcción de la Base Granular	325
5.8.4.1	Motoniveladoras	325
5.8.4.2	Rodillos	327
5.8.5.0	Rendimiento de Refine, Perfilado y Compactación de la Base Granular y Sub Rasante	329

CAPITULO VI

6.0.0.0	<u>SEÑALIZACION</u>	330
6.1.0.0	Función	330
6.2.0.0	Autoridad	330

6.2.1.0	Uso Excesivo de Señales	330
6.3.0.0	Clasificación	331
6.3.1.0	Señales Preventivas	331
6.3.2.0	Señales de Reglamentación	331
6.3.3.0	Señales Informativas	331
6.4.0.0	Diseño	332
6.4.1.0	Forma	332
6.4.2.0	Color	332
6.4.3.0	Dimensiones	332
6.4.4.0	Símbolos	333
6.4.5.0	Leyendas	333
6.4.6.0	Bordes	333
6.4.7.0	Marco	334
6.4.8.0	Iluminación	334
6.4.9.0	Reflectorización	335
6.5.0.0	Ubicación	335
6.5.1.0	Altura	336
6.5.2.0	Angulo de Colocación	336
6.6.0.0	Señales Elevadas	336
6.6.1.0	Materiales	337
6.6.2.0	Postes	338
6.6.3.0	Pernos y Huecos	339
6.7.0.0	Conservación	340
6.7.1.0	Renovación	340
6.8.0.0	Dispositivos Auxiliares	340
6.9.0.0	Marcas	341
6.10.0.0	Disposiciones Generales	341
6.11.0.0	Señales Preventivas	342
6.11.1.0	Definición	342
6.11.2.0	Forma	342
6.11.3.0	Uso	342
6.11.4.0	Ubicación	343
6.11.5.0	Color	343

6.12.0.0	Señales de Reglamentación	344
6.12.1.0	Definición	344
6.12.2.0	Clasificación	344
6.12.3.0	Forma	344
6.12.4.0	Colores	345
6.12.5.0	Tamaño	346
6.13.0.0	Señales Informativas	346
6.13.1.0	Definición	346
6.13.2.0	Clasificación	346
6.13.3.0	Forma	347
6.13.4.0	Color	348
6.13.5.0	Tamaño	348
6.13.6.0	Normas de Diseño	348
6.14.0.0	Marcas sobre el Pavimento	351
6.14.1.0	Definición	351
6.14.2.0	Autoridad Legal	351
6.14.3.0	Clasificación	351

CAPITULO VII

7.0.0.0	<u>PROGRAMACION DE OBRA</u>	353
7.1.0.0	Objetivo	353
7.1.1.0	Planeamiento	353
7.1.1.1	Programación	353
7.1.1.2	Método de Planeamiento y Programación	353
7.1.1.3	Método Gantt	354
7.1.1.4	Deficiencias del Método Gantt	354
7.1.1.5	Método C.P.M. o de la Sucesión de Trabajos	353
7.1.1.6	Fase del C.P.M.	355

7.1.1.7	Conceptos Fundamentales que deben tenerse presentes en el Método C.P.M.	356
7.1.1.8	Ventajas del C.P.M.	358
7.1.2.0	Calendario de Trabajo	358
7.1.2.1	Asignación de Tiempos a cada Actividad	359
7.2.0.0	Duración de Actividades	365
7.3.0.0	Cálculo de la Red	366
7.4.0.0	Diagrama de Gantt	367
7.5.0.0	Red de Actividades para la Construcción de la carretera	368
7.6.0.0	Programa de Cómputo CPM	368 ABC

CAPITULO VIII

8.0.0.0	⇒ <u>PRESUPUESTO DE OBRA</u>	369
8.1.0.0	Análisis de Precios Unitarios	369
8.2.0.0	Gastos Generales y Utilidad(concepto)	369
8.3.0.0	Gastos Directos (concepto)	369
	8.3.1.0 Mano de Obra	369
	⇒ 8.3.2.0 Materiales	370
	8.3.3.0 Equipo	371
8.4.0.0	Presupuesto General	372
8.5.0.0	Fórmula Polinómica	374
8.6.0.0	Cuadro de Insumos	375
⇒ 8.7.0.0	Cronograma de Adquisición de Materiales	379
8.8.0.0	Análisis de Costo Unitario	380
8.9.0.0	Costos Indirectos	399
	8.9.1.0 Análisis de Costos Indirectos	400
8.10.0.0	Utilidad	404
8.11.0.0	Supervisión	404

CAPITULO IX

9.0.0.0	<u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	405
9.1.0.0	Conclusiones	405
9.2.0.0	Recomendaciones	406
9.3.0.0	Reflexiones Finales	408

CAPITULO X

10.0.0.0	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	410
-----------------	----------------------------	------------

TOMO II

TABLAS

Nº	CONTENIDO	PAG.
B.2.1.a	Valores del coeficiente L para cada velocidad directriz	8
B.2.1.b	Efecto combinado del ancho del carril y del ancho lateral libre de obstáculo para la capacidad de una carretera de dos carriles con flujo de tráfico no interrumpido	9
4.3.3	Relación tráfico VS parte del proyecto en la cual debe asegurarse la visibilidad del paso.	10
5.3.1.1	Relación velocidad directriz VS radio mínimo normal-Peralte	11
5.3.2.1	Relación velocidad directriz VS radio mínimo excepcional Peralte	12
5.3.4.1	Relación velocidad directriz VS Peralte 2% para curvas con radio mayor en metros.	13

5.3.4.5	Valores mínimos en metros de la longitud de transición del Peralte.	14
5.4.1.1	Relación tráfico VS importancia de la velocidad en carreteras	15
5.4.2.1	Relación velocidad directriz VS ancho de las bermas	16
5.4.6.2	Taludes de corte	17
5.4.6.4	Taludes de relleno	18
T - 03	Valores de precipitación pluvial SENAMHI-Lima	19
T - 04	Valores de granulometría para diferentes capas de pavimento asfáltico VS número de mallas.	20

NOTA: El número de cada tabla corresponde a las especificadas en las normas peruanas para el diseño de carreteras, a excepción del T - 03 extraídos de datos metereológicos.

L A M I N A S

Nº	CONTENIDO	PAG.
4.2.2	Distancia de visibilidad de parada	21
4.3.2	Distancia de visibilidad de sobrepaso	22
5.3.4.1	Valores del Peralte en función del radio de la curva y de la velocidad directriz	23
5.3.4.4.B	Transición del Peralte-Curvas sin espirales	24
5.3.5.2	Valores de sobreancho	25
5.3.6.1	Visibilidad en curva	26
5.5.3.3.a	Longitud mínima de curva vertical parabólica con distancia de visibilidad de parada	27
5.5.3.3.b	Longitud mínima de curva vertical convexa con visibilidad de paso	28
5.5.3.4	Longitudes mínimas de las curvas verticales cóncavas	29

NOTA: El número de cada lámina corresponde a las especificadas en las normas peruanas para el diseño de carreteras.

GRAFICOS

Nº	CONTENIDO	PAG
G - 01	Diagrama de masas	30
G - 02	Corte transversal Alcantarilla N° 1	31
G - 03	Corte transversal Alcantarilla N° 2	32
G - 04	Corte transversal Alcantarilla N° 3	33
G - 05	Elevación frontal - cabezales Tipo ϕ 60"	34
G - 06	Planta - cabezales Tipo ϕ 60"	35
G - 07	Sección cabezal - cabezales Tipo ϕ 60"	36
G - 08	Elevación lateral - cabezales Tipo ϕ 60"	37
G - 09	Vista frontal y planta - cabezales Tipo ϕ 36"	38
G - 10	Vista lateral y corte - cabezales Tipo ϕ 36"	39
G - 11	Planta cajas receptoras	40
G - 12	Cortes cajas receptoras	41
G - 13	Cálculo de espesor del pavimento	42
G - 14	Diseño de mezclas. Especificaciones "A" Base Granular Método del cuadrado.	43
G - 15	Sección típica del pavimento.	44
G - 16	Señales preventivas	45
G - 17	Señales reglamentarias	46
G - 18	Ubicación y altura de señales	47
G - 19	Diseño estructural de postes	48
G - 20	Disposición de pernos	49
G - 21	Señales octagonales y rectangulares	50
G - 22	Modelo de señal de ancho libre	51
G - 23	Modelo de señal de vía preferencial	52
G - 24	Modelo del tipo de marco	53

EXPLORACION DEL SUB SUELO Y ENSAYOS DE CAMPO

-	Resumen literal de ensayos de campo	54
-	Gráficos del perfil estratigráfico mediante calicatas	61
-	Calicata N° 01	65
-	Calicata N° 02	77
-	Calicata N° 03	91
-	Calicata N° 04	109
-	Calicata N° 05	121
-	Calicata N° 06	130
-	Calicata N° 07	147
-	Calicata N° 08	156
-	Calicata N° 09	161
-	Calicata N° 10	169
-	Calicata N° 11	175
-	Calicata N° 12	181
-	Calicata N° 13	186
-	Calicata N° 14	191
-	Calicata N° 15	200

NOTA: Cada calicata contiene los siguientes ensayos: Humedades, Densidad Máxima, Límites Atterberg, Análisis Mecánico para Tamizado, Peso Específico de la Arena, Peso Volumétrico, CBR, Expansión y penetración.

PLANOS

N°	CONTENIDO
I	Planta general del proyecto
II	Perfiles longitudinales
III	Secciones transversales

INTRODUCCION

El Proyecto de Factibilidad de la Vía de Evitamiento, ubicado en la zona sur de los distritos de Morales y Tarapoto, Provincia y Departamento de San Martín, presenta como problema principal en su trazo original, el seccionamiento de la Ciudad Universitaria en dos partes.

El trazo original fue proyectado con fecha octubre de 1,988 por INADUR, cuando los distritos de Tarapoto y Morales contaban con escasamente 50,000 habitantes y que en estas fechas todavía no se tenía proyectado la ciudad universitaria.

En la actualidad donde ya se tienen construidas pabellones de Facultades, Servicios Higiénicos y otros, después de seis años con un 80% de aumento poblacional, no se justifica el paso de este trazo original por el Campus Universitario, ya que no es funcional pedagógicamente, puesto que se rompe la unidad académica por el continuo ruido originado por el paso de vehículos, así como la peligrosidad de la intoxicación, consecuencia del monóxido de carbono.

Desde otro punto de vista la posible solución para la cual fue trazado originalmente la vía de evitamiento, sería momentáneo, ya que por el continuo crecimiento del tránsito vehicular en nuestra zona, se necesitaría seguir ampliando el número de carriles, es decir que, lo que se tiene proyectado originalmente en este seccionamiento de la ciudad universitaria, sería el principio de un problema futuro ya que a la larga ocasionaría un cuello de botella en este tramo mencionado.

Ahora, si nos remitimos al concepto teórico de lo que es una vía de evitamiento, se define como una vía de primera clase de 35 mts. de ancho mínimo, que incluye dos superficies de rodadura de 3.60 mts. cada uno, bermas laterales de 1 m., derecho de vía de 35 mts. como mínimo, espesor de cada

rodadura 2" y cuya función principal es la de evitar el paso de vehículos de alto tonelaje con velocidad directriz no menor de 40 km/hora, por sectores urbanos o con densidad poblacional considerable, y debe ser ubicada en zonas perimétricas de ciudades, y en la parte baja del sentido por donde se desplazan los vientos, preferentemente al sur.

Otro punto importante y quizás la principal, es el principio filosófico de la preservación de la vida originando por la conservación ecológica, que se sustenta al no pasar esta vía por el terreno antes mencionado.

Del análisis efectuado anteriormente sobre la problemática mencionada, se plantean posibles alternativas de variación en el trazo original, que más adelante se desarrollarán, y se realizarán comparaciones y verificaciones con la realidad, para así demostrar que el paso de la vía de evitamiento por el centro de la ciudad universitaria no es una solución, ya que en la actualidad este trazo se podría denominarse vía de congestionamiento mas no vía de evitamiento o simplemente denominarse vía de aliviamiento en la futura construcción de una gran vía de evitamiento construida lejos del gran desarrollo urbano que se viene suscitando; en todo caso esta variante serviría como empalme: a la construcción de la gran vía de evitamiento antes mencionado que en cuyo recorrido abarcaría los caseríos de Santa Rosa, San Juan y otros, asentados en la margen derecha del río cumbaza.

Por lo mencionado anteriormente es que he abordado el tema de Tesis titulado **"Proyecto de Construcción de una Variante en el Trazo Original (Vía de Evitamiento)"** para optar el Título de Ingeniero Civil poniendo a consideración de los jurados respectivos.

RESUMEN

Desde hace muchos años hubo necesidad de construir una vía que evite el paso de vehículos de alto tonelaje por el centro de las ciudades de Tarapoto, Morales y la Banda de Shilcayo, debido al gran crecimiento de tránsito que ha ido desarrollándose en el transcurso de la última década, es así que hace aproximadamente 10 años el INADUR crea un proyecto de vía de evitamiento que nacía en la ciudad de Morales específicamente en el cruce de los jirones Salaverry-Túpac Amaru, para finalizar en el kilómetro 656 de la carretera marginal de la selva sur, en zonas correspondientes al distrito de la Banda de Shilcayo.

El presente trabajo de Tesis analiza la problemática que en la actualidad viene suscitándose del cruce de este trazo original por terrenos del Campus Universitario, así como del paso de esta vía por zonas de alta densidad poblacional con que ahora se cuenta debido al gran desarrollo urbano que viene notándose.

Por tal motivo se plantean tres posibles rutas (A, B y C) como alternativas de solución, empleando los levantamientos topográficos fundados en el análisis matemático del trazo de carreteras según las Normas Peruanas, todas estas rutas están localizadas entre la ciudad de Morales y el poblado menor de San Martín, jurisdicción de la Provincia de San Martín en el Departamento del mismo nombre.

En la primera Ruta Alternativa (A) es de color verde se inicia entre los jirones Micaela Bastidas y 3 de Octubre, y finaliza entre los jirones Circunvalación Cumbaza y el trazo original de la vía de evitamiento con una longitud de 750 mts., la segunda Ruta Alternativa (B) es de color naranja, iniciándose 50 mts. antes del puente sobre el río Cumbaza y finalizar entre los jirones Alfonso Ugarte y el trazo original de la vía de evitamiento con una longitud de 3,850 mts., la tercera Ruta Alternativa (C) es de color celeste una el punto ubicado a 500 mts. antes del río Cumbaza, con el punto entre los jirones

Progreso y trazo original Vía de Evitamiento con una longitud de 4,120 mts.

Estas tres rutas se identificaron mediante el análisis cualitativo (planimétrico) del plano general de la Provincia de San Martín para luego ser analizados cuantitativamente haciendo uso del análisis matemático que comprende el diseño técnico económico para el trazado de una carretera. Posteriormente se compararon los resultados de las tres alternativas estableciéndose una escala de ponderación para todos los elementos que caracterizan a las rutas.

Como resultado se obtiene que: La ruta que reúne las mejores condiciones técnicas económicas es la denominada **Ruta "C"**, con un desarrollo de 4.12 km.

En el Capítulo I se destacan, la localización, ubicación, objetivos, antecedentes del estudio y justificación del proyecto.

Desde el punto de vista técnico económico y filosófico se sabe que el trazo de esta vía a dejado de tener fundamento debido a que ya no cumple con la finalidad que ha sido proyectado, la de ser vía de evitamiento ya que en su recorrido se atentaría contra la preservación de la vida humana por el paso de vehículos de alto tonelaje y a gran velocidad por zonas altamente poblados.

Es por eso que la variante en estudio resolverá este problema evitando todo lo antes mencionado; asimismo en este capítulo se expone la base teórica en la cual se sustenta el presente trabajo. Se destacan nociones sobre el diseño de un camino basadas en las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras.

En el Capítulo II trata sobre el material topográfico empleado y la metodología aplicada en el desarrollo del presente trabajo.

En el Capítulo III se habla sobre la Ingeniería del Proyecto, en el cual ordenadamente se presenta la secuencia del trazo del eje preliminar de variante:

- Se evalúa la información disponible
- Identificación de rutas, alternativas de trazo
- Descripción de rutas

- Selección de la ruta más conveniente y desarrollo del mismo.

Este capítulo es la esencia del estudio en general y que presenta la nivelación de los puntos, secciones transversales y todo lo referente al trazo de una carretera.

En el Capítulo IV se trata lo referente a drenaje y obras de arte, con sus respectivos métodos de cálculo, diseño y construcción.

En el Capítulo V se presenta el diseño del tipo de pavimento a utilizarse con dos alternativas de solución, así como también las canteras con que se cuenta para las diferentes etapas de pavimentación.

En el Capítulo VI trata específicamente sobre la programación de obras, con el objetivo trazado.

En el Capítulo VII comprende la parte económica, es decir el presupuesto general de toda la obra.

- Comprende asimismo la mano de obra, materiales y equipos a utilizarse.

En el Capítulo VIII se discute las conclusiones y recomendaciones.

En el Capítulo IX se presenta la información bibliográfica

Finalmente en los anexos (Tomo II) aparece el estudio de suelos respectivos para la construcción del proyecto mencionado así como también los esquemas cabezales de concreto para alcantarillas.

El diseño en general se ejecutará con sujeción a las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras del Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción.

CAPITULO I

GENERALIDADES

A. LOCALIZACION

a. Nombre del Proyecto

El estudio, materia del presente se denomina: "Proyecto de Construcción de una Variante en el Trazo Original (Vía de Evitamiento).

b. Ubicación del Proyecto

Ubicación Política

Región	: Selva Alta
Sector	: Bajo Mayo
Departamento	: San Martín
Provincia	: San Martín
Distrito	: Tarapoto - Morales - Banda de Shilcayo
Centros Poblados	: Morales - Las Palmeras - San Martín - Tarapoto - Banda de Shilcayo

Ubicación Geográfica - Límites

El ámbito del Proyecto limita de la siguiente manera:

Norte	: Carretera Marginal Tarapoto-Moyobamba
Sur	: Carretera Marginal Tarapoto-Juanjui
Este	: Distritos de Morales, Tarapoto y la Banda de Shilcayo (Provincia de San Martín).
Oeste	: Distritos de Santa Rosa y San Juan de Cumbaza (Provincia de San Martín).

Para ilustrar mejor la ubicación del Proyecto, explicamos la

ECUADOR

COLOMBIA

BRASIL

BOLIVIA

CHILE

Tumbes

PIURA

LAMBAYEQUE

CAJAMARCA

Chiclayo

Jenaro Freyre

Chiclayo

Trujillo

Mochis

LIBERTAD

Viru

Chico

Santa

LIBERTAD

Nobres

Casma

Huamanga

San

LIBERTAD

Lima

Baía de La Independencia

Baía San Nicolás

AYACUCHO

APURIMAC

MOQUEGUA

AYACUCHO

AYACUCHO

AYACUCHO

AYACUCHO

AYACUCHO

AYACUCHO

AYACUCHO

AYACUCHO

AYACUCHO

AYACUCHO

AYACUCHO

AYACUCHO

AYACUCHO

AYACUCHO

AYACUCHO

AYACUCHO

AYACUCHO

AYACUCHO

AYACUCHO

AYACUCHO

AYACUCHO

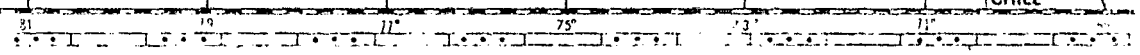


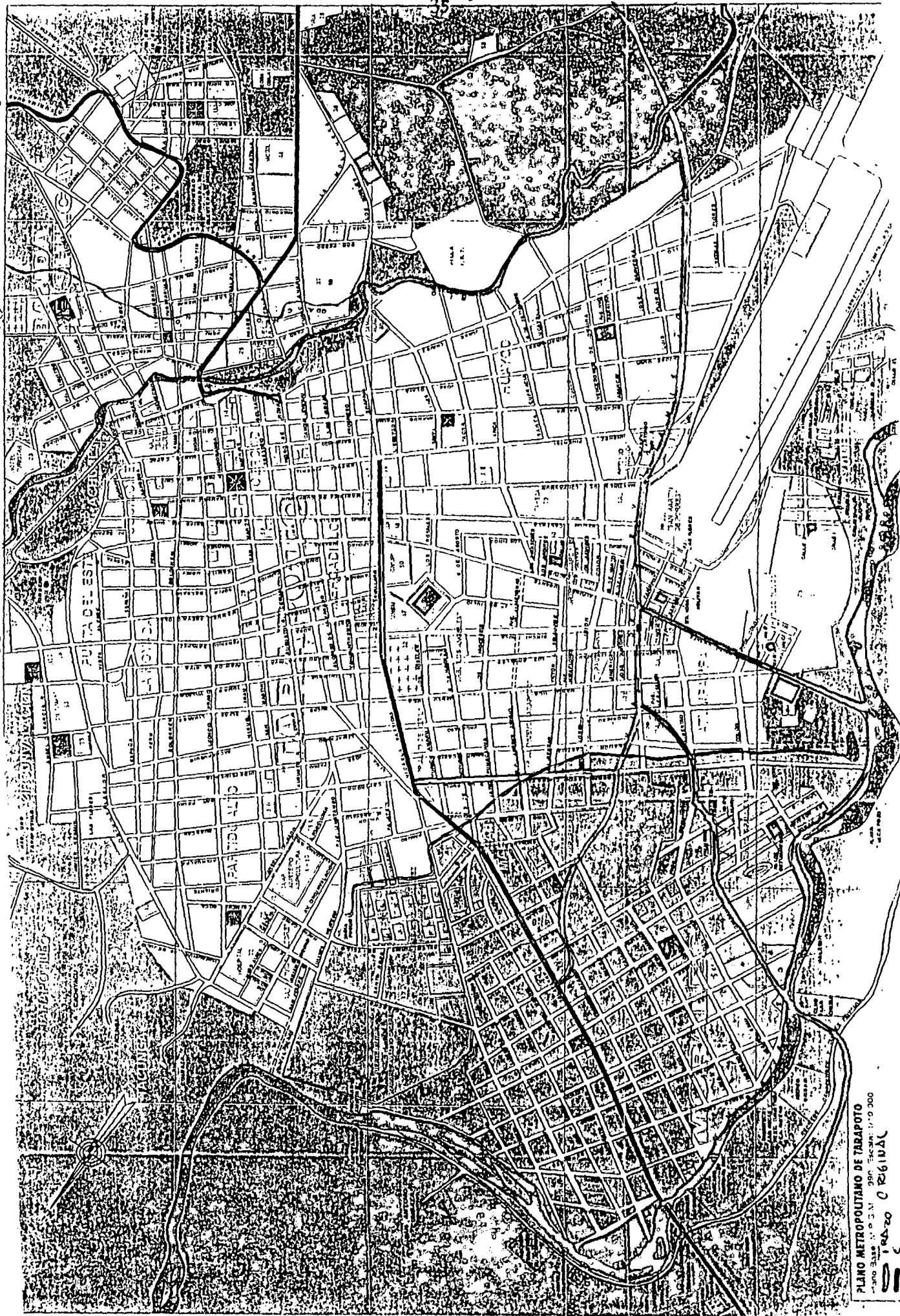
MAPA DEL PERU

DIVISION ADMINISTRATIVA

1983

ESCALA 1:8'000.000





PLANO METROPOLITANO DE TARAPOTO
Escala 1:50,000
1960
Trazo Original

localización de los puntos terminales:

La Ciudad de Morales, corresponde al sector Bajo Mayo y se encuentra localizada en el Distrito de Morales, Provincia de San Martín, según el Paralelo 6° 28' 42" de Latitud Sur y el Meridiano 76° 22' 57" de Longitud Oeste.

Morales se ubica a 283 m.s.n.m., ocupando en su extensión tierras de Selva Alta y algunas zonas con características de Selva Baja.

La ciudad de Tarapoto corresponde también al sector Bajo Mayo y se encuentra localizado en el Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, según el Paralelo 6° 29' 13" de Latitud Sur y el Meridiano 76° 21' 33" de Longitud Oeste.

Ocupa tierras de Selva Alta y algunas zonas con características de Selva Baja. Tarapoto se ubica a 338 m.s.n.m.

La Ciudad de La Banda de Shilcayo, corresponde al sector Bajo Mayo y se encuentra localizada en el Distrito de la Banda, Provincia de San Martín, según el Paralelo 6° 29' 23" de Latitud Sur y el Meridiano 76° 21' 14" de Longitud Oeste. La Banda de Shilcayo se ubica a 313 m.s.n.m., ocupando en su extensión tierras de Selva Alta y algunas zonas con características de Selva Baja.

Se presenta en los gráficos 1 y 2 la ubicación del Proyecto en el contexto del País, ubicación respecto al Departamento de San Martí y ubicación dentro de la Provincia de San Martín.

B. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Los principales objetivos en la realización de este trabajo son los siguientes:

- 1º Realizar el estudio de rutas alternativas con fines del trazo de una variante en la ruta original vía de evitamiento, utilizando métodos especificados en las Normas Peruanas para la Construcción de Carreteras, y justificar la solución adoptada sobre la base de un criterio técnico-económico.
- 2º Exponer los principios básicos con que se diseñan estos tipos de vía
- 3º Efectuar el trazo de la línea de gradiente o eje preliminar, el perfil longitudinal y los procedimientos constructivos a seguirse así como la programación y presupuesto de obras.
- 4º Brindar el presente proyecto aparte de la solución al problema de la vía de evitamiento, como material de consulta para los lectores en el procedimiento práctico para la construcción de una carretera, empleando normas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- 5º Evitar el paso de la tal llamada vía de evitamiento por el centro de la Ciudad Universitaria, por razones técnicas, filosóficas y socio económico sustentados anteriormente.
- 6º Mejorar el trazo original de la vía antes mencionada, generando mayor aprovechamiento económico y de recursos naturales a la Red de Transportes Regional, planificando la preservación del medio ambiente e incorporando zonas turísticas al paso de esta vía.

C. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO Y OTROS TRABAJOS REALIZADOS

El presente trabajo se sustenta en los estudios realizados aproximadamente hace 10 años por el Instituto Nacional de Desarrollo Urbano (INADUR), basados a levantamientos topográficos realizados en esa época.

En esa etapa del trazo, esta ruta original era una solución al crecimiento del tráfico que venían suscitándose, principalmente por el mejoramiento de la carretera que unía a nuestra provincia con zonas de la costa peruana tanto por el Norte como por el Sur, pero nos se previno que este crecimiento en estas dos últimas décadas sería tan acelerado, que originó la migración de pobladores generalmente de la sierra peruana hacia nuestra localidad, es decir el crecimiento poblacional también se suscitó en forma vertiginosa, originando los llamados Asentamientos Humanos en zonas que abarcaban un radio de aproximadamente 3 km. al rededor del trazo original de la vía de evitamiento.

Este fenómeno en la actualidad donde todavía no se efectuó la construcción en su totalidad de la vía antes mencionada, hace imprescindible realizar una variante en el trazo original, a fin de evitar el paso de vehículos de alto tonelaje por el centro del distrito de Morales, ciudad importante dentro del contexto económico del departamento de San Martín.

D. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

La Provincia de San Martín con su Capital el Distrito de Tarapoto con 212 años de fundación española (20.08.1,782), tiene una superficie de 7,965 km², abarcando aproximadamente el 15% del Departamento de San Martín que ocupa en su extensión principalmente zonas de Selva Alta.

El desarrollo de la Selva y su integración conlleva a la intercomunicación vial, supone la implementación del sistema de transporte capaz de articular eficazmente la región, tanto internamente como con el resto del país.

La justificación se debe fundamentalmente a la apertura de un gran flujo vehicular, conjuntamente con el desarrollo socio económico sin poner en riesgo la vida humana, es decir preservando la especie en equilibrio con su

sistema ecológico, así como el de crear el desarrollo potencial de los recursos edáficos con que contamos (suelos sumamente fértiles), pecuarios, agrícolas, forestales, así como también el fomento del turismo.

Por otro lado la carretera marginal como eje longitudinal del departamento se verá inmensamente beneficiada en su descongestionamiento de vehículos de gran velocidad y alto tonelaje al ingresar a nuestra provincia. Asimismo la integración e incorporación de la región será más fluida es decir en forma más directa.

REVISION DE LA LITERATURA

2 |

1.0.0.0

BASE TEORICA

2 | . |

1.1.0.0 DISEÑO DE UN CAMINO

En el diseño del presente proyecto se plantearán soluciones acorde al Reglamento Nacional para el Diseño y Construcción de Carreteras del Ministerio de Transportes, Vivienda y Construcción, de la cual se extraerán toda la información teórica afianzada en otros textos que orientan al desarrollo matemático, topográfico y el uso de fórmulas correspondientes, teniendo en cuenta un sin número de factores que inciden en la ejecución del mencionado proyecto.

La carretera en mención, según su jurisdicción corresponde al sistema nacional, ya que une capitales de provincias o zonas de influencia económico-social dentro del mismo departamento.

Según el servicio que presta la carretera, corresponde a los caminos de "Segunda Clase", cuyo índice promedio diario (IMD) está dentro los 400 y 2,000 vehículos por día, en el presente proyecto el IMD es igual a 800 vehículos por día, dato promedio extraído de controles realizados en la progresiva 613.00 de la carretera marginal Norte y 1.00 de la marginal Sur, específicamente en los puentes sobre el río Cumbaza y Shilcayo respectivamente.

La clasificación de la zona en la que se ejecutará el proyecto es la que se señala a continuación:

2.1.2

1.2.0.0 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA

Las características de la zona por donde pasa la carretera se hará tomando en consideración su relieve y altitud.

2.1.2.1

1.2.1.0 Clasificación por Relieve

Desde éste punto de vista, el terreno puede clasificarse en las siguientes zonas:

- Zona de Topografía Plana
- Zona de Topografía Ondulada
- Zona de Topografía Accidentada

1.2.1.1 Zona de Topografía Plana

Es aquella cuyos terrenos en sentido transversal al eje del trazo, tiene una inclinación menor de 10° y en sentido longitudinal la pendiente del terreno es igual o menor que la pendiente del trazo.

1.2.1.2 Zona de Topografía Ondulada

Es aquella cuyo terreno en sentido transversal al eje del trazo, tiene una inclinación que varía entre 10° y 20° , y en sentido longitudinal, la pendiente en algunos casos, es mayor que la pendiente del trazo, en este caso las sobre-elevaciones y depresiones se salvan sin desarrollos artificiales.

1.2.1.3 Zona de Topografía Accidentada

Es aquella cuyo terreno en sentido transversal al eje del trazo, tiene una inclinación mayor de 20° , y en el sentido longitudinal, el terreno se presenta muy recortado, con contrastes y salientes continuas, siendo su pendiente mayor que la del trazo, lo que implica desarrollos artificiales.

2-1.2.2

1.2.2.0 Clasificación por Altitud

Tomando en cuenta su altitud, las zonas geográficas del Perú se clasifican en ocho Regiones:

Región de la Costa	de 000 a 500 m.s.n.m.
Región de la Yunga	de 500 a 1,500 m.s.n.m.
Región de la Quechua	de 2,500 a 3,500 m.s.n.m.
Región de la Suni	de 3,500 a 4,100 m.s.n.m.
Región de la Puna o Jalca	de 4,100 a 4,800 m.s.n.m.
Región de la Janca o Cordillera	de 4,800 a 6,768 m.s.n.m.
Región de la Selva Alta más	de 500 m.s.n.m. estimándose hasta 1,500 ó 2,000 m.s.n.m.

Región de la Selva Baja o Llanura Amazónica bajo los 500 ms.n.m.

2-1.2.3

1.2.3.0 Clasificación del presente Proyecto

Tomando en consideración el plano a curvas de nivel y sus correspondientes cotas, se puede anotar las siguientes características:

1.2.3.1 Clasificación por Relieve

Al inspeccionar el plano a curvas de nivel, se observa que la mayor parte del terreno en proyecto presenta alejamiento entre las curvas de nivel y un río poco profundo, poniendo en manifiesto lo poco accidentado del terreno, pudiéndose salvarlas sobre elevaciones y depresiones sin desarrollos artificiales, por lo cual se le debe clasificar como topografía plana.

En conclusión el terreno en estudio tiene una topografía plana.

1.2.3.2 Clasificación por Altitud

Las cotas en que se desarrolla la carretera están comprendidos entre los 200 y 1.000 m.s.n.m., razón por la cual este proyecto se encuentra ubicado en la Región de la Selva Baja o Llanura Amazónica.

2.1.3

1.3.0.0 CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA CARRETERA

Se tomarán de las nuevas "Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras", dejando constancia que todas las referencias y tablas que anotan en este capítulo se han tomado de ésta fuente de información.

2.1.3.1

1.3.1.0 Determinación del Ancho de Tramo en Tangente y Ancho de Berma.

Haciendo uso de la Tabla 5.4.1.1., se toma el ancho de los tramos en tangente, en relación con la velocidad directriz y el tráfico previsto; y de la Tabla 5.4.2.1. se toma el ancho de la berma, como sigue:

Ancho de los Tramos en Tangente : 6.00 m.

Ancho de Bermas : 0.75 m.

2.1.3.2

1.3.2.0 Radios Mínimos y Peralte

1.3.2.1 Radios Mínimos Normales

Están en función de la velocidad directriz y sus valores son los que se anotan en la Tabla 5.3.1.1.

Velocidad Directriz : 40 km/h

Radio Mínimo Normal : 60 m.

Peralte : 6 %

1.3.2.2 Radio Mínimo Excepcional

Esta indicación se encuentra en la Tabla 5.3.2.1. y se usará solo excepcionalmente, será acompañada del Peralte indicado en ésta Tabla.

Velocidad Directriz	: 40 km/h
Radio Mínimo Excepcional	: 45 m.
Peralte	: 10 %

2-1-3-3

1.3.3.0 Transición del Peralte

Los valores mínimos de la longitud de transición del Peralte están indicados en la Tabla 5.3.4.5.

<u>PERALTE</u> (%)	<u>VALOR MINIMO</u> (M)
2	12
3	18
4	24
5	30
6	36
7	30
8	35
9	39
10	43

Los valores anotados corresponden a un ancho de pavimento de 6.00 m.

2-1-3-4

1.3.4.0 Valores de Peralte

Se usa Peralte para contrarrestar la fuerza centrífuga; su valor máximo normal es de 60 % y su valor excepcional es 10 %.

Las variantes de sus valores hasta el 10 % en función del radio y la velocidad directriz, se encuentran en la Lámina 5.3.4.1.

Las curvas con radios mayores a los indicados en dicha lámina para cada velocidad directriz mantendrán el Peralte de 2%.

2.1-3.5

1.3.5.0 Pendiente

La pendiente es objeto de minucioso estudio del proyecto, éste procederá a elegirla de acuerdo a criterios que se indicarán posteriormente.

Al elegir la pendiente, se tendrá en cuenta la influencia de ésta en el costo de la construcción, tanto por conexión de los desarrollos que generalmente se acompañarán de una menor pendiente, como por la referente a los costos más altos que podrán derivarse del empleo continuo de pendientes máximas.

Además de lo expuesto, se tendrá en cuenta las repercusiones de la pendiente sobre el costo de la operación y sobre la capacidad de la carretera.

1.3.5.1 Pendiente Mínima

En los tramos en corte, se evita emplear pendientes menores a 0.5 %; podrá hacerse uso de las rasantes horizontales en el caso que las cunetas adyacentes, puedan ser dotadas de la pendiente necesaria para garantizar el drenaje.

1.3.5.2 Pendiente Máxima Normal

Son determinadas por los límites de seguridad de circulación los vehículos mas pesados, en las condiciones más desfavorables de pavimento.

<u>ALTITUD</u>	<u>PENDIENTE MAXIMA NORMAL</u>
Menor de 3,000 m.s.n.m.	7 %
Mayor de 3,000 m.a.n.m.	6 %

En el caso que se refiere al presente proyecto, como la zona tiene una altitud menor de 3,000 m.s.n.m. la pendiente máxima normal será 7%.

1.3.5.3 Pendiente Máxima Excepcional

Se determina teniendo en cuenta la seguridad de la circulación de los vehículos más pesados, en condiciones más desfavorables del pavimento.

<u>ALTITUD</u>	<u>PENDIENTE MAXIMA EXCEPCIONAL</u>
Menor de 3,000 m.s.n.m.	8 %
Mayor de 3,000 m.s.n.m.	7 %

En el caso del presente proyecto, como la zona tiene una altitud menor de 3,000 m.s.n.m. la pendiente máxima excepcional será el 8%.

2.14.0

1.4.0.0 DISEÑO DE LA SECCION TRANSVERSAL

La sección transversal del camino se compone de los siguientes elementos:

- a) El pavimento o superficie de rodadura incluyendo el bombeo y el Peralte
- b) Las bermas
- c) Taludes de corte y de relleno
- d) Cuneta de drenaje

Las dimensiones están influenciadas en diversos grados, por la densidad del tráfico, por los tipos de suelos, topografía y clima, se deberán considerar todos éstos factores antes de decidirse por el tipo de sección transversal típica.

Los factores (a) y (b) ya se han determinado en párrafos anteriores; el factor (c) que corresponde a los taludes se determinarán por ensayos y cálculos, estos valores están indicados en las Tablas 5.4.6.4 y 5.4.6.2., para el caso del presente proyecto se dan las siguientes indicaciones:

<u>CLASES DE TERRENO</u>	<u>CORTE</u> <u>V : H</u>	<u>RELLENO</u> <u>V : H</u>
Tierra Compacta	2 : 1	1 : 1.5
Roca Suelta	4 : 1	1 : 1

En cuanto al factor (d), relacionada con las cunetas de drenaje: éstas serán de sección triangular y se proyectarán para todos los tramos en ladera y en corte cerrado.

Sus dimensiones serán fijadas de acuerdo con las condiciones pluviométricas; sus características mínimas son las siguientes:

<u>REGION</u>	<u>PROFUNDIDAD (m)</u>	<u>ANCHO (M)</u>
Seco	0.20	0.50
Lluvioso	0.30	0.50
Muy Lluvioso	0.50	1.00

En el caso del presente proyecto, se adoptará el tipo correspondiente a una región lluviosa o sea 0.30 m. de profundidad y 0.50 m. de ancho.

El ancho se mide desde el borde de la sub-rasante hasta la vertical que pasa por el fondo de la cuneta: la profundidad es medida verticalmente desde el nivel del borde de la sub-rasante hasta el fondo o vértice de la cuneta.

El ancho de la sección transversal a nivel de la sub-rasante es de 8.70 m.

Superficie de Rodadura	:	6.00 m.
Bermas a ambos lados 0.75 m.	:	1.50 m.
Derrame	:	1.20 m.

2.1.5.0

1.5.0.0 DETERMINACION DE LA PENDIENTE MAXIMA

Emplearemos el anexo B.2 página 94 de las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras; del cual se tiene:

$$C = 2,000 \times L \times W \times T \dots\dots\dots(1)$$

En donde:

C = Capacidad posible

L = Tiene en cuenta la evolución planimétrica del trazo

W = Tiene en cuenta el ancho de los carriles y la presencia de obstáculos laterales, según la Tabla B.2.1.b.

T = Tiene en cuenta la presencia y la característica altimétrica de la carretera.

Entrando con la velocidad directriz de 40 km/h. en la Tabla B.2.1.a. se obtiene : $L = 0.935$.

Entrando con distancia del borde del carril al obstáculo de 1.00 m. y considerando un carril de 3.00 e interpolándose obtiene un valor de $W = 0.7300$, considerando obstáculos a ambos lados. Tabla B.2.1.b.

De la fórmula (1) se despeja T :

$$T = \frac{C}{2,000 \times L \times W}$$

$$T = \frac{83.33}{2,000 \times 0.935 \times 0.73} = 0.06104$$

Con $T = 0.06104$ y $T_p = 25\%$ y aplicando la Lámina B.2.1.b. se obtiene una equivalente de vehículos pesados por unidades livianas de $N = 71$.

Con $N = 71$ y ayudándonos de la Lámina B.2.1.a. se obtiene las diversas pendientes a usarse.

<u>PENDIENTE (%)</u>	<u>LONGITUD (M)</u>
2	Cualquier longitud
3	Cualquier longitud
4	Cualquier longitud
5	Cualquier longitud
6	1,680 mts.
7	710 mts.
8	420 mts.

Considerando una longitud de 4,000 metros se puede adoptar como pendiente media máxima: 2.2 %

PENDIENTE MEDIA MAXIMA = 2.2 %

1.6.0.0 DESCRIPCION DE LA RUTA ORIGINAL Y ALTERNATIVA PARA EL TRAZO DE LA VARIANTE.

1.6.1.0 Ruta Original

Nace en el cruce de los jirones Salaverry y Túpac Amaru (Marginal Norte), comprensión del distrito de Morales, avanzando en dirección Sur Este, con un recorrido total de aproximadamente 4,900 mts. gira a la izquierda con un amplio radio de curvatura, cruzando las primeras cuadras de los jirones 1º de Mayo y la Paz, para voltear luego a la derecha en curva pronunciada, bordeando el costado izquierdo del campo santo del distrito antes mencionado, en este punto ingresa al campus universitario, con un recorrido de 350 mts. aproximadamente, seccionando la ciudad universitaria en 2 partes, para luego cruzar el jirón Circunvalación Cumbaza, hasta llegar a la quebrada de Amorrarca, donde se cruzará mediante una alcantarilla metálica tipo T.M.C. diseñada para tal fin. Hasta aquí ésta vía ocupa terrenos correspondientes al distrito de Morales.

Luego de atravesar la quebrada, ingresa a zonas correspondientes a los Pueblos Jóvenes los Alamos, Túpac Amaru, Fernando Belaúnde, Asentamiento Humano Raymondi y Barrio Huayco, jurisdicción del distrito de Tarapoto; cruza en estos tramos los jirones: Ramón Castilla, Progreso, Manco Inca, Libertad, Sinchi Roca y la 15 ava cuadra del jirón Alfonso Ugarte, para continuar cruzando los jirones Pinos, Ramón Castilla, Martínez de Compagnón, Jiménez Pimientel (próximos al Aeropuerto de la Ciudad de Tarapoto), Ricardo Palma, José Olaya, Miraflores, Huallaga, Ilo y Jorge Chávez, hasta el cruce del río Shilcayo, donde se tiene programado la construcción de un puente; puntos que abarcan zonas correspondientes al distrito de Tarapoto.

Al cruzar el río Shilcayo, atraviesa terrenos de la firma Romero, jurisdicción del distrito de la Banda de Shilcayo, hasta empalmar en el Km. 2

aproximadamente de la carretera marginal Sur, a la altura del campo ferial y embotelladora Coca Cola.

1.6.2.0 Trazo de la Variante Ruta "A"

Esta ruta de pequeña longitud comprende un recorrido de 750 mts. de longitud aproximadamente, y nace en la quinta cuadra del jirón 3 de Octubre, en cruce con el jirón Salaverry (Marginal Norte), con un ingreso casi en línea recta, a la altura del grifo San Martín, comprensión del distrito de Morales, hasta la cuarta cuadra del mismo jirón, para luego girar a la derecha por el jirón 9 de Abril y Circunvalación Cumbaza hasta empalmar con el trazo original de la vía, en la progresiva 0 + 750, a la altura del ingreso N° 2 a la Ciudad Universitaria.

En su recorrido esta ruta comprende movimiento de tierra en lo referente a corte y relleno, así como la construcción de dos alcantarillas y el reforzamiento de otros dos, ya que está destinado a vehículos de alto tonelaje.

La desventaja en esta ruta es que no cumple con la finalidad con que se diseñan estos tipos de vías, puesto que se seguirán utilizando vías de circulación por zonas céntricas del distrito de Morales que no soportan vehículos de alto tonelaje, así como se seguirá utilizando el puente cumbaza no diseñado para estos fines.

1.6.3.0 Trazo de la Variante Ruta "B"

Esta ruta de aproximadamente 3,850 mts. de longitud, en su recorrido persigue fines de descongestionamiento hacia el centro de la ciudad, así como evita el pase de vehículos de alto tonelaje por zonas céntricas urbanas, ya que nace a inicios del puente cumbaza (Marginal Norte), recorriendo el camino de acceso destinados a recreos campestres y clubes privados, para voltear hacia la izquierda en el sector denominado las chozas, y cruzar el río cumbaza.

sigue su recorrido por la margen izquierda del mencionado río atravesando zonas correspondientes a los Asentamientos Humanos los Andes, las Palmeras, Pueblo Joven Andrés A. Cáceres y el Caserío de Atumpampa y empalmar con el jirón Alfonso Ugarte en el caserío antes mencionado, volteando a la izquierda en un amplio radio de curvatura y subir por este jirón hasta la 15 ava. cdra., conectandose nuevamente con el trazo original de la vía.

En su recorrido esta ruta comprende la expropiación de aproximadamente 10 has. de tierras cultivables, con un gran movimiento de tierra en lo que respecta a cortes y rellenos, ya que se tendría que elevar el nivel de la razante en las zonas del sector Atumpampa, por la poca profundidad que se encuentra el nivel freático, y las zonas fangosas que abundan en épocas de invierno, la cual sustenta un elevado costo a la construcción. Incluye asimismo la construcción de una aproximado de 5 alcantarillas de dimensiones considerables: mayores a 36" de diámetro.

1.6.4.0 Trazo de la Variante Ruta "C"

Esta ruta nace en la zona denominado grifo el Surtidor, distante aproximadamente 277 mts. del puente, progresiva 612 carretera marginal Norte, con una longitud aproximada de 4,120 m., atraviesa en su recorrido zonas de cultivo situadas en la margen derecha del río Cumbaza, para cruzar el río en mención a la altura del sector denominado las chozas, sigue su recorrido por el jirón Oxapampa, construida con un ancho de vía de 23.00 mts. correspondientes a los Asentamientos Humanos los Andes y Palmeras cruzando luego los jirones Prolongación Grau y Circunvalación Cumbaza, culminando con la quebrada Amorrarca, donde se diseñará una alcantarilla para el cruce respectivo, hasta este tramo ocupamos terrenos correspondientes al distrito de Morales.

Al cruzar la quebrada antes mencionada, atravesamos el jirón Ramón Castilla en el Pueblo Joven Nueva Jerusalén, empalmando finalmente

con el trazo original de la vía, en la progresiva 1 + 200, en el jirón Progreso del Pueblo Joven los Alamos, jurisdicción del distrito de Tarapoto, específicamente cerca al local de MAQSESA.

En esta ruta se deberá efectuar expropiaciones de terrenos cultivables en un aproximado de 15 has. incluyendo asimismo la construcción de tres alcantarillas y poco movimiento de tierra, generalmente mayor corte que relleno que implica menor gasto en la construcción, sin embargo lo mas importante en esta ruta es que en su recorrido conectará zonas potencialmente destinadas a fines Industriales, Recreativos, lo que a lo largo plazo influirá en el desarrollo socio-económico de la Región.

1.7.0.0 CONCEPTUALIZACION Y SELECCION DE LA RUTA- MAS CONVENIENTE.

1.7.1.0 Memoria Descriptiva

1.7.1.1 Antecedentes.- INADUR presenta en su proyecto de habilitación urbana de Tarapoto en el Año 1,982 un estudio preliminar de una vía de evitamiento que en la actualidad atraviesa el Campus Universitario en el sector de Morales, la que dividiría el Complejo Universitario en dos partes por una vía que no cumple los fines iniciales por las condiciones en mención y por que además atentaría la integridad física de las personas en el distrito de Morales por la sección de su vía en la parte céntrica urbana del distrito.

Podemos considerar que el trazo de la vía de evitamiento denominada así erróneamente no puede funcionar como tal, por la que se puede considerar dentro de otras denominaciones como una gran vía de descongestionamiento sobre todo para tránsito pesado y evitar el ingreso a las zonas céntricas de la ciudad ya que éstas causan gran congestión vehicular, atentan la integridad de las personas, deterioran las calles pavimentadas ya que no estan diseñadas para un transporte pesado.

1.7.1.2 Conceptualización

A. VIA DE EVITAMIENTO.- Es un sistema de transporte masivo y rápido que se utiliza en las grandes ciudades con el fin de evitar el congestionamiento vehicular dentro del casco urbano, y está conformado por dos vías principales de ida y de retorno: cada una de ellas cuentan con un mínimo de tres carriles con las velocidades determinadas en cada una de ellas, siendo el primer carril de una velocidad mínima de 40 km. y una máxima de 70 km., en el tercer carril siendo por lo tanto el ancho mínimo de 36 mts. de sección variando hasta 57 m. la que permiten mayores alternativas de seguridad tanto vehicular como peatonal.

B. VIA DE DESCONGESTIONAMIENTO O TRANSITO PE SADO.- Son sistemas de transportes rápido aplicados en los centros urbanos de gran congestión se usan como vías de descongestionamiento y/o transporte pesado por sus características ambas vías son similares, pudiendo variar en el diseño.

Estas vías son de secciones menores y que pueden ser de una o dos vías y de uno o dos carriles respectivamente cada uno con bermas de emergencia o aparcamientos.

1.7.2.0 Selección de la Ruta más conveniente

En el estudio de Rutas se ha incidido sobre todo en el aspecto técnico antes mencionado y siguiendo la nueva filosofía de las carreteras, vale decir en la búsqueda de la faja de trazo que reúnan condiciones de buen drenaje, topografía, mayor extensión de tierra útil, y la finalidad con que son diseñados estos tipos de vías, además de la búsqueda de terrenos no inundables y de la presencia de aguajales y pantanos, que son grandes problemas para la selección de la ruta de trazo.

Para identificar y recomendar la mejor ruta se preparó un cuadro de parámetros; con su respectiva ponderación, recomendado según texto: Caminos por métodos fotogramétricos - fuentes liaguno, Alfonso 1980.

Los criterios tomados en cuenta par la evaluación de la ruta, son:

- La mas corta
- Menor costo de construcción
- Drenaje favorable
- Proximidad hacia la zona de cantera
- La que recoja mayor productividad
- La que integrará en su recorrido el mayor aprovechamiento agrícola turístico y que evite en lo posible el deterioro del Ecosistema hombre-medio ambiente.

Todo los criterios antes mencionado podemos resumir en el siguiente cuadro de evaluación de las tres alternativas.

PONDERACION Y SELECCION DE LA RUTA MAS CONVENIENTE

CRITERIOS DE SELECCION	PONDERACION (a)			MEDIDAS (b)			PESOS (a x b)		
	RUTA A	RUTA B	RUTA C	RUTA A	RUTA B	RUTA C	RUTA A	RUTA B	RUTA C
Distancia Total (km)	2	9	10	0.750	3.850	4.120	1.50	34.65	41.20
Pendiente Promedio (%)	6	4	2	6.0	4.5	2.2	36	18.00	4.40
Drenaje Superficial	2	5	3	1	1	1	2	5	3
Obras de Arte	4	6	3	1	1	1	4	6	3
Subidas y Bajadas	6	3	2	1	1	1	6	3	2
Uso de la Tierra	6	2	4	1	1	1	6	2	4
Cobertura Vegetal	4	2	3	1	1	1	4	2	3
Alineamiento	6	3	4	1	1	1	6	3	4
Finalidad de Construcción	6	2	3	1	1	1	6	2	3
Costo de Construcción	2	8	5	1	1	1	2	8	5
TOTAL PUNTAJE							73.50	83.65	72.60

En cuanto a geología y suelos, las tres rutas presentan similitud hasta los primeros 700 mts., por su proximidad entre ellos, luego la 2da. y 3ra. ruta varían considerablemente, siendo la mas desfavorable la 2da.

Por tanto, según el cuadro, la ruta con menor puntaje es la alternativa "C", y por ende se considerará como lo mas conveniente.

CAPITULO II

2.0.0.0 TRAZO ELABORADO

Una vez concluido los estudios referente al trazo preliminar se optó por un trazo definitivo de la variante de la carretera en estudio.

Esta etapa del proyecto fija las características de la vía y determina la posición exacta que tendrá el eje de esta. En ella se incluirán todas las obras que sean necesarias y en base a sus condiciones se efectuará posteriormente el presupuesto definitivo.

La modificación efectuada por una comisión integrada por el suscrito se inicia a 500 mts. aproximadamente antes del puente sobre el río cumbaza para finalizar (empalmar con el trazo original), a 700 mts. aproximadamente delante de la Empresa ARROSAMSA.

Para la formulación de este proyecto se ha seguido las instrucciones de las "Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras".

2.1.0.0 TRAZO EN PLANTA DE LA RUTA ELABORADA

Con la finalidad de no modificar en forma sustancial el trazo original y tomando en cuenta aspectos técnicos, se empezó el trazo en el empalme de la variante con el trazo original (sector denominado SENAMA-P.P.J.J. San Martín - Distrito Morales), que está a 200 m.s.n.m. siguiendo el rumbo Nor-Oeste, una distancia de 60 mts. (Estaca: 6 + 00), colocando el PI1; séguimos con rumbo Nor-Oeste la longitud de 400 m. (Estaca: 46 + 00) colocando el PI2; prosiguiendo con rumbo Nor-Oeste con la distancia de 603 mts. (Estaca: 106 + 3), ubicamos el PI3. Siguiendo nuestro trazo, avanzamos en

la misma dirección una distancia de 487 mts. (Estaca: 155 + 00) colocando el PI4; continuando con el mismo rumbo Nor-Oeste desarrollamos una distancia de 2,487 mts. (Estaca: 403 + 7) ubicando el último PI5 para finalmente empalmar con la carretera marginal norte a la altura del kilómetro 612 en el sector denominado grifo "El Surtidor" Distrito de Morales, una distancia de 277 mts.

ESTACADO EN PLANTA DEL EJE

<u>ESTACA</u>	<u>PI N°</u>	<u>SENTIDO</u>	<u>ANGULO</u>
6 + 00	1	Izquierdo	46°40'00"
46 + 00	2	Derecho	33°30'00"
106 + 00	3	Izquierdo	88°30'00"
155 + 00	4	Derecho	101°30'00"
403 + 00	5	Izquierdo	30° 5'00"

2.2.0.0 CURVAS HORIZONTALES

2.2.1.0 Elementos y Estacado de Curvas Horizontales

CURVA N° 1:IZQUIERDA

$I = 46^{\circ}40'$	<u>Km.0</u>
$R = 85.00 \text{ m.}$	$PI = 6 + 0.00$
$T = 0.4314 \times 85 = 36.67$	$-T = 2 + 16.67$
	$Pc = 2 + 3.33$
$Lc = 0.3145 \times 85 = 69.23$	$+Lc = 6 + 9.23$
	$Pt = 8 + 12.56$

CURVA N° 2:DERECHA

$I = 33^{\circ}30'$	<u>Km.0</u>
$R = 85.00 \text{ m.}$	$PT = 46 + 0.00$
$T = 0.300 \times 85 = 25.58$	<u>$-T = 2 + 5.58$</u>
	$Pc = 42 + 14.42$
$Lc = 0.5847 \times 85 = 49.70$	<u>$Lc = 4 + 9.70$</u>
	$Pt = 48 + 4.12$

CURVA N° 3: IZQUIERDA

$I = 88^{\circ}30'$	<u>Km.1</u>
$R = 70.00$	$PI = 6 + 3.30$
$T = 0.974 \times 70 = 68.19$	<u>$-T = 6 + 8.19$</u>
	$Pc = 98 + 15.11(\text{km.0})$
$Lc = 1.545 \times 70 = 108.12$	<u>$+Lc = 10 + 8.12$</u>
	$Pt = 10 + 3.23(\text{Km.1})$

CURVA N° 4:DERECHA

$I = 101^{\circ}30'$	<u>Km.1</u>
$R = 85.00$	$PI = 54 + 10.00$
$T = 1.224 \times 85 = 104.03$	<u>$-T = 10 + 4.03$</u>
	$Pc = 44 + 5.97$
$Lc = 1.772 \times 85 = 150.58$	<u>$+Lc = 14 + 10.58$</u>
	$Pt = 58 + 16.55$

CURVAS N° 5:IZQUIERDA

$$\begin{array}{ll} I = 30^{\circ}05' & \text{Km.1} \\ R = 300.00 & PI = 2 + 17.67 \\ T = 0.269 \times 300 = 80.62 & \underline{-T = 8 + 0.62} \\ & Pc = 94 + 17.05(\text{km.3}) \\ Lc = 0.525 \times 300 = 157.52 & \underline{+Lc = 14 + 17.52} \\ & Pt = 10 + 14.57(\text{km.4}) \end{array}$$

2.2.2.0 Sobreancho en las Curvas Horizontales

Las secciones en curvas horizontales, deberán ser provistas del sobreancho necesario para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos.

El sobreancho variará en función del tipo de vehículo, del radio de la curva y la velocidad directriz, se calculará valiéndose del gráfico de la Lámina 5.3.5.2.

El sobreancho afectará solamente a la superficie de rodadura y seguirá la misma inclinación del peralte respectivo, permaneciendo inalteradas las dimensiones y la inclinación de las Bermas.

El sobreancho se adoptará íntegramente al lado interior de las curvas, si ellas no están provistas de espirales de transición que es nuestro caso.

2.2.3.0 Peralte

Con el fin de contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga, todas las curvas horizontales deben ser peraltadas.

El Peralte tendrá valor mínimo el 6% y como valor máximo excepcional 10%. Las variaciones de sus valores hasta el 10% en función del radio y de la velocidad directriz, encontrarán en la Lámina 5.3.4.1. de las Normas Peruanas; el giro del Peralte se hará en general alrededor del eje de la calzada.

Con el fin de pasar de la sección transversal con bombeo correspondiente a los tramos en tangente, puesto que todas las carreteras de tipo superior estarán provistas de bombeo, con valores comprendidos entre 1 y 2%.. Eligiré el 2%, entonces para pasar de una sección de bombeo y sobreancho, es intercalar una longitud en que se realice el cambio gradual, a la que se conoce con el nombre de Longitud de Transición.

Para valores de diseño de 60 km/h no se empleará espirales de transición, la transición se hará siguiendo el procedimiento de la Lámina 5.3.4.4.B.

Los valores mínimos de la longitud de transición serán los indicados en la Tabla 5.3.4.5. de las Normas Peruanas.

VALORES DE SOBREENCHO, PERALTE Y LONGITUD DE TRANSICION

SOBREENCHO : LAMINA 5.3.5.2
PERALTE : LAMINA 5.3.4.1
LONG.DE TRANSICION : LAMINA 5.3.4.5

CURVA	RADIO	SOBREENCHO	PERALTE	LONG.DE TRANSIC.
Nº	m.	m.	%	m.
1	85.00	0.90	6.0	36.00
2	85.00	0.90	6.0	36.00
3	70.00	1.80	6.0	36.00
4	85.00	0.90	6.0	36.00
5	300.00	0.42	3.0	18.00

2.2.4.0 Visibilidad en Planta

Un proyecto de caminos deberá cumplir con las exigencias de visibilidad que propone las Normas.

Lo que se garantiza considerando en todo proyecto las distancias de visibilidad de Parada y de Paso.

2.2.4.1 Visibilidad de Paso

Se llama distancia de visibilidad de Paso o Sobre paso, a la mínima ^{distancia} que debe estar disponible para que un vehículo sobrepase a otro que viaja a una velocidad de 15 km. p.h. menor, sin causar alteración en la velocidad

de un tercer vehículo que viaja en el sentido contrario, desarrollando la velocidad directriz y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso.

Las normas indican en la Lámina 4.3.2., la distancia de visibilidad de sobrepaso en función de la velocidad directriz. En este proyecto la velocidad directriz es de 40 km.p.h., del gráfico obtenemos la distancia de visibilidad de sobrepaso será 175 mts.

2.2.4.2 Visibilidad de Parada

La distancia de visibilidad de Parada es la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad directriz, antes de que alcance un objeto inmóvil que se encuentra en su trayectoria; varía de acuerdo a la velocidad directriz, a la pendiente y al sentido de la misma (subida o bajada).

Con la velocidad directriz de 40 km.p.h. y la Lámina 4.2.2. de las Normas, se obtiene:

$$\begin{aligned} D_p \text{ (Subida)} &= 40 \text{ mts.} \\ D_p \text{ (Bajada)} &= 50 \text{ mts.} \end{aligned}$$

En las curvas horizontales deberán asegurarse la visibilidad a la distancia mínima de parada. Este requisito nos conduce a la necesidad del uso de baqueta de visibilidad, para su cálculo he empleado el método gráfico que se ilustra en la Lámina 5.3.6.1 de las Normas Peruanas.

2.3.0.0 CURVAS VERTICALES

2.3.1.0 Visibilidad en Perfil

Así como las curvas horizontales se debe garantizar en todo proyecto, las distancias de visibilidad de parada y de paso en lo que concierne a curvas verticales, por lo tanto deberá cumplir también con las necesidades de visibilidad que propone las normas.

2.3.1.1 Necesidad de Curvas Verticales

Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea de 1%, para carreteras con pavimento de tipo superior y de 2% para las demás.

2.3.1.2 Proyecto de las Curvas Verticales

Las curvas verticales serán proyectadas de modo que permitan, cuando menos, la distancia de visibilidad mínima de parada (ver lámina 4.2.2.) de acuerdo a lo establecido en el artículo 4.2.4. y la distancia de paso (ver lámina 4.3.2.) para el porcentaje indicado en la Tabla 4.3.3.

2.3.1.3 Longitud de las Curvas Convexas

La longitud de las curvas verticales convexas se determinará con el gráfico de la Lámina 5.5.3.3.a., para el caso en que se desee contar con distancia de visibilidad de parada.

Se utilizará el gráfico de la Lámina 5.5.3.3.b., para obtener visibilidad de sobrepaso.

2.3.1.4 Longitud de las Curvas Cóncavas

La longitud de las curvas verticales cóncavas será determinada con el gráfico de la Lámina 5.5.3.4.

2.4.0.0 SECCIONES TRANSVERSALES

Las secciones transversales se han tomado cada 20 mts. en tangente y cada 10 mts. en curva, asimismo en cada uno de las estacas de la poligonal, requiriéndose como mínimo un ancho de 25 mts. a cada lado del eje.

La manera de obtener las secciones transversales es la siguiente:

En el plano de curvas a nivel, se traza una perpendicular en cada estaca que se quiere seccionar, esta contará a varias curvas de nivel, luego se tomarán las distancias desde el eje al punto en que corta a la curva y se toma su cota correspondiente; estos datos se anotan en forma de fracción, en el denominador se coloca las cotas y en el numerador la distancia del eje.

Con estos datos se dibujan las secciones transversales a la escala 1/200 y sobre ellas se llevará la plataforma del camino, luego de conocer las alturas de corte y relleno para cada estaca.

La plataforma del camino será la que indica las Normas Peruanas para una carretera de segunda clase en topografía ondulada accidentada.

Superficie de Rodadura	6.00 mts.
Bermas 0.75 a ambos lados	1.50 mts.
Derrame del Pavimento	<u>1.20 mts</u>
Ancho Total :	8.70 mts.

Al dibujar las secciones se considerará bombeo, peralte y sobreancho.

SECCIONES TRANSVERSALES - TRAZO DEFINITIVO

CARRETERA: Variante en el trazo original Km. 0+000 - 0+080
Vía de Evitamiento

IZQUIERDA		E J E	DERECHA
<u>DISTANCIA</u>		<u>ESTACA</u>	<u>DISTANCIA</u>
COTA		COTA	COTA
<u>30</u>		<u>00 + 0</u>	<u>30</u>
10		310.00	11
<u>30</u>		<u>02 + 0</u>	<u>30</u>
10		310.33	11
<u>30</u>	<u>16</u>	<u>04 + 0</u>	<u>30</u>
10	10	310.39	11
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>05 + 0</u>	<u>30</u>
10	10	310.51	11
<u>30</u>	<u>17</u>	<u>06 + 0</u>	<u>30</u>
10	10	310.55	11
	<u>30</u>	<u>07 + 0</u>	<u>30</u>
	10	310.65	11
<u>30</u>	<u>14</u>	<u>08 + 0</u>	<u>30</u>
10	10	310.54	11

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 0+090 - 0+280

IZQUIERDA		E J E	DERECHA	
<u>DISTANCIA</u>		<u>ESTACA</u>	<u>DISTANCIA</u>	
COTA		COTA	COTA	
<u>30</u>		<u>09 + 0</u>	<u>30</u>	
10		310.37	11	
<u>30</u>		<u>10 + 0</u>	<u>30</u>	
10		310.20	10	
<u>30</u>		<u>12 + 0</u>	<u>30</u>	
10		310.18	10	
<u>29</u>	<u>14</u>	<u>14 + 0</u>	<u>28</u>	
09	10	310.00	10	
<u>30</u>	<u>17</u>	<u>16 + 0</u>	<u>29</u>	
09	09	308.46	10	
	<u>30</u>	<u>16 + 7</u>	<u>30</u>	
	08	308.95	09	
	<u>30</u>	<u>17 + 5</u>	<u>30</u>	
	05	305.11	06	
	<u>28</u>	<u>28 + 0</u>	<u>16</u>	<u>30</u>
	07	307.10	07	08

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 0+290 - 0+450

IZQUIERDA		E J E	DERECHA	
<u>DISTANCIA</u>		<u>ESTACA</u>	<u>DISTANCIA</u>	
COTA		COTA	COTA	
<u>29</u>		<u>29 + 0</u>	<u>30</u>	
07		307.31	08	
<u>30</u>		<u>36 + 0</u>	<u>30</u>	
06		306.74	07	
<u>29</u>	<u>14</u>	<u>37 + 0</u>	<u>15</u>	<u>28</u>
07	07	307.23	07	07
<u>30</u>	<u>14</u>	<u>38 + 0</u>	<u>15</u>	<u>29</u>
06	06	306.51	07	07
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>40 + 0</u>	<u>16</u>	<u>29</u>
05	06	306.01	06	07
<u>30</u>	<u>17</u>	<u>42 + 0</u>	<u>18</u>	<u>30</u>
04	05	305.00	05	06
<u>29</u>	<u>18</u>	<u>44 + 0</u>	<u>17</u>	<u>28</u>
04	04	304.33	04	05
	<u>30</u>	<u>45 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
	03	303.74	03	05

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

km. 0+460 - 0+580

IZQUIERDA		E J E	DERECHA
<u>DISTANCIA</u>		<u>ESTACA</u>	<u>DISTANCIA</u>
COTA		COTA	COTA
<u>30</u>	<u>14</u>	<u>46 + 0</u>	<u>29</u>
03	03	303.39	04
<u>29</u>	<u>17</u>	<u>47 + 0</u>	<u>30</u>
03	03	303.14	04
	<u>30</u>	<u>48 + 0</u>	<u>30</u>
	03	303.14	03
	<u>29</u>	<u>50 + 0</u>	<u>29</u>
	03	303.30	04
	<u>28</u>	<u>52 + 0</u>	<u>30</u>
	03	303.53	04
	<u>30</u>	<u>54 + 0</u>	<u>29</u>
	04	303.86	04
	<u>29</u>	<u>56 + 0</u>	<u>30</u>
	04	304.29	05
	<u>29</u>	<u>58 + 0</u>	<u>28</u>
	04	304.53	05

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 0+600 - 0+740

IZQUIERDA		E J E	DERECHA
<u>DISTANCIA</u>		<u>ESTACA</u>	<u>DISTANCIA</u>
COTA		COTA	COTA
<u>30</u>	<u>16</u>	<u>60 + 0</u>	<u>28</u>
05	05	304.89	05
	<u>29</u>	<u>62 + 0</u>	<u>30</u>
	05	305.24	05
	<u>30</u>	<u>64 + 0</u>	<u>30</u>
	05	305.55	06
	<u>29</u>	<u>66 + 0</u>	<u>28</u>
	06	306.03	06
	<u>28</u>	<u>68 + 0</u>	<u>30</u>
	06	306.64	07
	<u>30</u>	<u>70 + 0</u>	<u>30</u>
	07	306.61	07
	<u>29</u>	<u>72 + 0</u>	<u>28</u>
	07	307.57	08
	<u>29</u>	<u>74 + 0</u>	<u>28</u>
	07	307.74	08

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km 0+760 - 0+900

IZQUIERDA	E J E	DERECHA
<u>DISTANCIA</u> COTA	<u>ESTACA</u> COTA	<u>DISTANCIA</u> COTA
<u>29</u> 07	<u>76 + 0</u> 307.68	<u>28</u> 08
<u>28</u> 07	<u>78 + 0</u> 307.69	<u>28</u> 08
<u>28</u> 08	<u>80 + 0</u> 307.85	<u>28</u> 08
<u>28</u> 08	<u>82 + 0</u> 308.10	<u>29</u> 08
<u>29</u> 08	<u>84 + 0</u> 308.25	<u>28</u> 08
<u>28</u> 08	<u>86 + 0</u> 308.34	<u>28</u> 08
<u>28</u> 08	<u>88 + 0</u> 308.17	<u>29</u> 09
<u>28</u> 08	<u>90 + 0</u> 308.01	<u>29</u> 08

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 0+920 - 1+030

IZQUIERDA		E J E	DERECHA	
<u>DISTANCIA</u>		<u>ESTACA</u>	<u>DISTANCIA</u>	
COTA		COTA	COTA	
	<u>28</u>	<u>92 + 0</u>	<u>29</u>	
	07	307.65	08	
	<u>30</u>	<u>94 + 0</u>	<u>16</u>	<u>30</u>
	07	307.22	08	08
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>96 + 0</u>	<u>28</u>	
06	06	307.04	07	
<u>30</u>	<u>16</u>	<u>98 + 0</u>	<u>28</u>	
06	06	306.75	07	
<u>30</u>	<u>16</u>	<u>Km.1 + 0</u>	<u>28</u>	
06	06	306.81	07	
	<u>29</u>	<u>01 + 0</u>	<u>28</u>	
	06	306.89	07	
	<u>30</u>	<u>02 + 0</u>	<u>32</u>	
	06	306.75	07	
	<u>29</u>	<u>03 + 0</u>	<u>29</u>	
	06	306.51	07	

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 1+040 - 1+120

IZQUIERDA	E J E	DERECHA
<u>DISTANCIA</u> COTA	<u>ESTACA</u> COTA	<u>DISTANCIA</u> COTA
<u>30</u>	<u>04 + 0</u>	<u>35</u>
06	306.19	07
<u>30</u>	<u>05 + 0</u>	<u>30</u>
05	305.12	06
<u>30</u>	<u>06 + 0</u>	<u>17</u> <u>35</u>
04	304.36	05 05
<u>29</u>	<u>07 + 0</u>	<u>29</u>
04	304.08	04
<u>30</u>	<u>08 + 0</u>	<u>30</u>
04	303.90	04
<u>30</u>	<u>09 + 0</u>	<u>30</u>
04	304.01	05
<u>29</u>	<u>10 + 0</u>	<u>22</u> <u>32</u>
04	304.26	05 04
<u>28</u>	<u>12 + 0</u>	<u>29</u>
05	304.62	05

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 1+140 - 1+280

IZQUIERDA	E J E	DERECHA
<u>DISTANCIA</u> COTA	<u>ESTACA</u> COTA	<u>DISTANCIA</u> COTA
<u>28</u> 05	<u>14 + 0</u> 304.69	<u>29</u> 05
<u>28</u> 05	<u>16 + 0</u> 304.60	<u>29</u> 05
<u>28</u> 04	<u>18 + 0</u> 304.60	<u>28</u> 04
<u>29</u> 04	<u>20 + 0</u> 304.50	<u>28</u> 05
<u>29</u> 04	<u>22 + 0</u> 304.41	<u>29</u> 04
<u>29</u> 04	<u>24 + 0</u> 304.16	<u>28</u> 04
<u>28</u> 04	<u>26 + 0</u> 303.62	<u>28</u> 04
<u>29</u> 03	<u>28 + 0</u> 302.74	<u>29</u> 03

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 1+300 - 1+440

IZQUIERDA		E J E	DERECHA	
<u>DISTANCIA</u>		<u>ESTACA</u>	<u>DISTANCIA</u>	
COTA		COTA	COTA	
<u>29</u>		<u>30 + 0</u>	<u>29</u>	
02		301.42	02	
<u>29</u>		<u>32 + 0</u>	<u>29</u>	
00		299.75	00	
<u>29</u>		<u>34 + 0</u>	<u>30</u>	
99		298.74	99	
<u>30</u>	<u>16</u>	<u>36 + 0</u>	<u>15</u>	<u>35</u>
98	98	299.34	97	97
<u>29</u>		<u>38 + 0</u>	<u>28</u>	
97		297.26	97	
Río Cumbaza		Río Cumbaza	Río Cumbaza	
<u>30</u>		<u>43 + 0</u>	<u>16</u>	<u>28</u>
97		298.95	99	99
<u>28</u>		<u>44 + 0</u>	<u>32</u>	
99		299.35	00	

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 1+450 - 1+520

IZQUIERDA		E J E	DERECHA	
<u>DISTANCIA</u>		<u>ESTACA</u>	<u>DISTANCIA</u>	
COTA		COTA	COTA	
<u>29</u>		<u>45 + 0</u>	<u>30</u>	
99		299.53	00	
<u>30</u>		<u>46 + 0</u>	<u>15</u>	<u>32</u>
99		299.51	99	99
<u>28</u>		<u>47 + 0</u>	<u>28</u>	
99		299.24	99	
<u>30</u>	<u>14</u>	<u>48 + 0</u>	<u>17</u>	<u>31</u>
99	99	299.05	99	99
<u>31</u>		<u>49 + 0</u>	<u>30</u>	
98		298.82	99	
<u>30</u>	<u>17</u>	<u>50 + 0</u>	<u>15</u>	<u>28</u>
98	98	298.76	99	99
<u>30</u>		<u>51 + 0</u>	<u>30</u>	
98		298.79	99	
<u>32</u>	<u>15</u>	<u>52 + 0</u>	<u>15</u>	<u>34</u>
98	98	298.81	99	99

CARRETERA: Variante en el trazo original

Km. 1+540 - 1+620

Vía de Evitamiento

IZQUIERDA		E J E	DERECHA	
<u>DISTANCIA</u>			<u>DISTANCIA</u>	
COTA			COTA	
<u>34</u>	<u>18</u>	<u>54 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
99	99	298.80	99	99
	<u>30</u>	<u>55 + 0</u>	<u>30</u>	
	98	298.99	99	
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>56 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
99	99	299.10	99	00
	<u>28</u>	<u>57 + 0</u>	<u>28</u>	
	99	299.10	99	
<u>32</u>	<u>16</u>	<u>58 + 0</u>	<u>30</u>	
99	99	298.71	98	
	<u>30</u>	<u>59 + 0</u>	<u>30</u>	
	99	299.46	00	
<u>32</u>	<u>15</u>	<u>60 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
99	99	299.77	00	00
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>62 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
99	00	300.09	00	00

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 1+640 - 1+760

IZQUIERDA		E J E	DERECHA	
<u>DISTANCIA</u>		<u>ESTACA</u>	<u>DISTANCIA</u>	
COTA		COTA	COTA	
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>64 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
00	00	299.93	00	00
<u>32</u>	<u>15</u>	<u>66 + 0</u>	<u>15</u>	<u>32</u>
00	00	300.29	00	00
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>68 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
00	00	300.66	01	01
	<u>28</u>	<u>69 + 0</u>	<u>28</u>	
	00	300.39	01	
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>70 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
00	00	300.51	01	01
<u>32</u>	<u>15</u>	<u>72 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
01	01	300.90	01	01
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>74 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
00	01	302.11	01	01
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>76 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
00	00	300.92	01	01

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 1+780 - 1+880

IZQUIERDA		E J E	DERECHA	
<u>DISTANCIA</u>		<u>ESTACA</u>	<u>DISTANCIA</u>	
COTA		COTA	COTA	
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>78 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
01	01	300.79	01	01
	<u>28</u>	<u>78 + 5</u>	<u>28</u>	
	01	301.09	01	
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>78 + 6</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
01	02	302.06	02	02
<u>32</u>	<u>15</u>	<u>80 + 0</u>	<u>32</u>	
01	01	301.11	01	
<u>32</u>	<u>17</u>	<u>82 + 0</u>	<u>15</u>	<u>32</u>
01	01	301.28	01	01
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>84 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
01	01	301.65	01	01
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>86 + 0</u>	<u>28</u>	
02	02	301.75	02	
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>88 + 0</u>	<u>30</u>	
02	02	302.11	02	

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 1+900 - 2+000

IZQUIERDA		E J E	DERECHA	
<u>DISTANCIA</u>		<u>ESTACA</u>	<u>DISTANCIA</u>	
<u>COTA</u>		<u>COTA</u>	<u>COTA</u>	
<u>32</u>	<u>15</u>	<u>90 + 0</u>	<u>28</u>	
02	02	302.44	02	
	<u>28</u>	<u>90 + 2</u>	<u>28</u>	
	02	302.32	02	
	<u>30</u>	<u>90 + 4</u>	<u>28</u>	
	02	302.58	03	
<u>32</u>	<u>15</u>	<u>92 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
02	02	302.49	02	02
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>94 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
02	02	302.59	03	03
<u>32</u>	<u>16</u>	<u>96 + 0</u>	<u>15</u>	<u>32</u>
03	03	302.89	03	03
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>98 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
03	03	303.11	03	03
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>Km.2 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
03	03	303.37	03	03

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 2+020 - 2+160

IZQUIERDA		E J E	DERECHA	
<u>DISTANCIA</u>		<u>ESTACA</u>	<u>DISTANCIA</u>	
COTA		COTA	COTA	
<u>32</u>	<u>17</u>	<u>02 + 0</u>	<u>15</u>	<u>32</u>
03	03	303.67	04	04
<u>32</u>	<u>14</u>	<u>04 + 0</u>	<u>16</u>	<u>34</u>
03	03	303.81	04	04
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>06 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
03	03	303.85	04	04
<u>32</u>	<u>14</u>	<u>08 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
03	03	303.82	04	04
<u>32</u>	<u>16</u>	<u>10 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
04	04	304.32	04	04
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>12 + 0</u>	<u>15</u>	<u>32</u>
04	04	304.22	04	04
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>14 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
03	04	303.89	04	04
<u>32</u>	<u>18</u>	<u>16 + 0</u>	<u>14</u>	<u>32</u>
04	04	303.83	04	04

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 2+170 - 2+280

IZQUIERDA		E J E	DERECHA	
<u>DISTANCIA</u>	<u>COTA</u>	<u>ESTACA</u>	<u>DISTANCIA</u>	<u>COTA</u>
	<u>28</u>	<u>17 + 0</u>	<u>28</u>	
	04	304.01	04	
<u>32</u>	<u>15</u>	<u>18 + 0</u>	<u>28</u>	
04	04	303.76	04	
	<u>28</u>	<u>18 + 0</u>	<u>28</u>	
	04	303.89	04	
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>20 + 0</u>	<u>16</u>	<u>30</u>
04	04	303.99	04	04
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>22 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
04	04	304.20	04	04
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>24 + 0</u>	<u>16</u>	<u>30</u>
04	04	304.28	04	04
<u>32</u>	<u>18</u>	<u>26 + 0</u>	<u>14</u>	<u>32</u>
04	04	304.30	04	04
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>28 + 0</u>	<u>18</u>	<u>30</u>
04	04	304.56	04	04

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 2+300 - 2+440

IZQUIERDA		E J E	DERECHA	
<u>DISTANCIA</u>		<u>ESTACA</u>	<u>DISTANCIA</u>	
COTA		COTA	COTA	
<u>32</u>	<u>15</u>	<u>30 + 0</u>	<u>16</u>	<u>32</u>
04	04	304.64	04	05
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>32 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
05	04	304.62	05	05
<u>32</u>	<u>15</u>	<u>34 + 0</u>	<u>18</u>	<u>32</u>
05	05	304.44	05	05
<u>32</u>	<u>16</u>	<u>36 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
05	05	304.60	05	05
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>38 + 0</u>	<u>15</u>	<u>32</u>
06	05	304.72	05	05
<u>32</u>	<u>18</u>	<u>40 + 0</u>	<u>15</u>	<u>32</u>
06	05	305.06	05	05
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>42 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
06	06	305.59	05	06
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>44 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
05	05	305.61	05	06

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 2+460 - 2+600

IZQUIERDA		E J E	DERECHA	
<u>DISTANCIA</u>		<u>ESTACA</u>	<u>DISTANCIA</u>	
COTA		COTA	COTA	
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>46 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
05	06	305.93	06	06
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>48 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
06	05	306.28	06	06
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>50 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
04	05	305.82	06	06
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>52 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
05	05	305.85	06	06
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>54 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
05	05	305.39	06	06
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>56 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
05	05	305.17	05	06
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>58 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
06	06	395.55	05	05
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>60 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
06	06	305.88	06	06



CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 2+620 - 2+760

IZQUIERDA		E J E	DERECHA	
<u>DISTANCIA</u>	<u>COTA</u>	<u>ESTACA</u>	<u>DISTANCIA</u>	<u>COTA</u>
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>62 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
05	06	306.11	06	06
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>64 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
05	05	305.40	05	06
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>66 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
05	05	305.13	05	05
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>68 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
07	07	305.78	05	05
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>70 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
07	07	307.17	07	07
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>72 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
06	07	306.82	07	07
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>74 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
06	06	306.64	07	07
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>76 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
07	07	306.77	07	07

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 2+780 - 2+910

IZQUIERDA		E J E	DERECHA	
<u>DISTANCIA</u>		<u>ESTACA</u>	<u>DISTANCIA</u>	
COTA		COTA	COTA	
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>78 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
06	06	306.57	07	07
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>80 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
07	07	306.90	07	07
<u>32</u>	<u>14</u>	<u>82 + 0</u>	<u>16</u>	<u>30</u>
07	07	306.71	07	07
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>84 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
07	07	307.45	07	07
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>86 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
08	08	308.39	08	08
<u>35</u>	<u>15</u>	<u>88 + 0</u>	<u>17</u>	<u>32</u>
07	07	308.14	07	08
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>89 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
07	07	308.09	07	08
<u>33</u>	<u>16</u>	<u>91 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
07	07	308.14	08	08

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 2+920 - 3+060

IZQUIERDA		E J E	DERECHA	
<u>DISTANCIA</u>		<u>ESTACA</u>	<u>DISTANCIA</u>	
COTA		COTA	COTA	
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>92 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
07	07	307.96	08	08
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>94 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
07	08	307.61	08	07
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>96 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
07	07	307.59	07	07
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>98 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
07	07	307.66	08	08
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>Km.3 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
08	08	307.95	08	08
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>02 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
08	08	308.10	08	08
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>04 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
08	08	308.09	08	08
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>06 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
08	08	308.03	08	08

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 3+080 - 3+220

IZQUIERDA		E J E	DERECHA	
<u>DISTANCIA</u>		<u>ESTACA</u>	<u>DISTANCIA</u>	
<u>COTA</u>		<u>COTA</u>	<u>COTA</u>	
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>08 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
08	08	307.96	08	08
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>10 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
08	08	308.12	08	08
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>12 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
08	08	308.08	08	08
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>14 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
07	08	307.93	08	08
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>16 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
08	08	308.28	08	08
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>18 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
08	08	308.28	08	08
	<u>28</u>	<u>20 + 0</u>	<u>28</u>	
	08	308.00	08	
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>22 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
08	08	308.72	08	08

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 3+240 - 3+340

IZQUIERDA		E J E	DERECHA	
<u>DISTANCIA</u>		<u>ESTACA</u>	<u>DISTANCIA</u>	
COTA		COTA	COTA	
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>24 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
08	08	308.02	08	08
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>25 + 3</u>	<u>28</u>	
08	08	308.50	08	
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>29 + 3</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
08	08	308.26	08	08
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>30 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
08	08	308.10	08	08
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>32 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
08	08	308.01	08	08
	<u>28</u>	<u>32 + 9</u>	<u>28</u>	
	08	307.80	08	
	<u>28</u>	<u>33 + 6</u>	<u>28</u>	
	08	307-75	08	
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>34 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
08	08	307.92	08	08

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 3+360 - 3+460

IZQUIERDA		E J E	DERECHA	
<u>DISTANCIA</u>		<u>ESTACA</u>	<u>DISTANCIA</u>	
COTA		COTA	COTA	
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>36 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
07	08	307.82	08	08
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>38 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
07	08	308.02	08	09
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>39 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
08	09	309.51	11	12
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>40 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
12	12	313.91	14	15
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>41 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
14	15	315.58	16	16
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>42 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
14	15	315.73	15	16
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>44 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
15	15	315.25	15	15
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>46 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
13	13	313.69	14	14

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 3+480 - 3+620

IZQUIERDA		E J E	DERECHA	
<u>DISTANCIA</u>		<u>ESTACA</u>	<u>DISTANCIA</u>	
COTA		COTA	COTA	
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>48 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
11	11	311.61	12	12
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>50 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
11	11	311.12	11	11
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>52 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
11	11	311.68	12	12
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>54 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
13	13	313.35	13	14
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>56 + 0</u>	<u>16</u>	<u>30</u>
14	14	314.10	14	14
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>58 + 0</u>	<u>16</u>	<u>30</u>
14	14	314.37	15	15
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>60 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
14	14	314.27	14	15
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>62 + 0</u>	<u>28</u>	
14	14	314.38	15	

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 3+640 - 3+780

IZQUIERDA		E J E	DERECHA	
<u>DISTANCIA</u>		<u>ESTACA</u>	<u>DISTANCIA</u>	
COTA		COTA	COTA	
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>64 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
14	14	314.38	14	15
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>66 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
14	14	314.06	14	15
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>68 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
12	13	313.05	13	14
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>70 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
12	12	312.50	13	14
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>72 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
11	12	312.06	13	14
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>74 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
12	12	312.60	13	14
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>76 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
13	13	313.46	14	15
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>78 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
14	13	313.25	13	14

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 3+800 - 3+920

IZQUIERDA		E J E	DERECHA	
<u>DISTANCIA</u>		<u>ESTACA</u>	<u>DISTANCIA</u>	
COTA		COTA	COTA	
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>80 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
14	14	314.08	14	14
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>82 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
15	15	316.09	16	16
	<u>28</u>	<u>82 + 5</u>	<u>28</u>	
	15	315.17	15	
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>84 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
15	16	316.26	16	16
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>86 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
16	16	316.41	16	17
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>88 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
16	16	316.65	17	17
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>90 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
16	16	316.66	17	17
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>92 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
17	16	316.67	17	17

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 3+940 + 4+010

IZQUIERDA		E J E	DERECHA	
<u>DISTANCIA</u>	<u>COTA</u>	<u>ESTACA</u>	<u>DISTANCIA</u>	<u>COTA</u>
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>94 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
16	16	316.74	17	17
	<u>28</u>	<u>95 + 7</u>	<u>28</u>	
	16	316.77	17	
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>96 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
16	16	316.64	17	18
	<u>28</u>	<u>97 + 0</u>	<u>28</u>	
	16	316.45	17	
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>98 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
16	16	317.66	17	18
	<u>28</u>	<u>99 + 0</u>	<u>28</u>	
	15	315.54	16	
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>Km4 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
16	17	316.16	17	19
	<u>28</u>	<u>01 + 0</u>	<u>28</u>	
	16	316.40	17	

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km 4+020 - 4+090

IZQUIERDA		E J E	DERECHA	
<u>DISTANCIA</u>		<u>ESTACA</u>	<u>DISTANCIA</u>	
COTA		COTA	COTA	
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>02 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
17	17	317.06	19	19
	<u>28</u>	<u>03 + 0</u>	<u>28</u>	
	17	317.59	19	
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>04 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
17	16	318.58	19	19
	<u>28</u>	<u>05 + 0</u>	<u>28</u>	
	18	318.82	19	
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>06 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
17	16	319.26	19	20
	<u>28</u>	<u>07 + 0</u>	<u>28</u>	
	19	319.48	20	
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>08 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
16	18	319.57	19	19
	<u>28</u>	<u>09 + 0</u>	<u>28</u>	
	19	319.63	20	

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km 4+100 - 4+115

IZQUIERDA		E J E	DERECHA	
<u>DISTANCIA</u>		<u>ESTACA</u>	<u>DISTANCIA</u>	
COTA		COTA	COTA	
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>10 + 0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
17	18	319.67	19	20
	<u>28</u>	<u>11 + 0</u>	<u>28</u>	
	19	319.69	20	
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>11 + 5</u>	<u>15</u>	<u>30</u>
17	18	319.69	19	20

2.4.1.0 Cunetas

Serán de sección triangular y sus dimensiones son las siguientes:

Profundidad : 0.30 mts.

Ancho : 0.50 mts.

La cuneta será medida desde el borde de la berma a la vertical del borde bajo. El talud exterior será el correspondiente al de corte.

2.4.2.0 Taludes

Los taludes de corte, tendrán la inclinación de acuerdo a la estabilidad del terreno.

Para el presente estudio de acuerdo al análisis de suelos realizado tenemos el 94% de Tierra Compacta y 06% de Roca Suelta.

Los taludes que se considerarán son:

Cortes	:	Tierra Compacta	:	2V	:	1H
		Roca Blanda	:	4V	:	1H
Rellenos	:	Tierra Compacta	:	1V	:	1.5H

Debe tenerse en cuenta que en las secciones se dibuja la subrasante de explanación y debe considerarse para ello una altura de pavimento de 0.40 mts.

2.5.0.0 PERFIL LONGITUDINAL DEL TRAZO DEFINITIVO

El perfil longitudinal se confeccionará según el perfil vertical del trazo en planta y constará de los siguientes renglones:

- Kilometraje osea cada 100 mts., indicando el kilómetro
- Los alineamientos, indicando las curvas hacia arriba en curva a la

izquierda y hacia abajo en curva a la derecha, adjuntando los datos de ángulos y radios.

- Las cotas del terreno, obtenida del plano topográfico, que luego se grafican en ejes cartesianos según escalas establecidas; se nivelarán todas las estacas notables del eje en planta.
- Las cotas de rasante, se calcularán analíticamente en base a la pendiente adoptada para cada tramo.
- Las longitudes y pendientes de los tramos.

Una vez obtenido el perfil longitudinal del terreno, se procederá a diseñar la rasante del proyecto esta puede definirse como la representación del perfil que adoptará la carretera una vez construida, al haberse reemplazado el perfil irregular con un plano uniforme.

Se buscará una rasante que establezca, compensación transversal y longitudinal de los volúmenes a moverse.

Ambos tienden a hacer las explanaciones más económicas y de más rápida ejecución.

El diseño de la rasante deberá de hacerse teniendo a la vista el plano de secciones de modo de poder chequear en estas la eventual posición de la plataforma.

Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas, cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea de 1% para carreteras con pavimento de tipo superior y de 2% para los demás.

La longitud de las curvas verticales se determinará según el caso, haciendo uso de las Láminas 5.5.3.3.a., 5.5.3.3.b. y 5.5.3.4. de las Normas

Peruanas, teniendo como datos la velocidad directriz y la diferencia algebraica de pendientes, para mi velocidad directriz de 40 km./h. de las Láminas anteriormente mencionadas obtengo una longitud de curva muy pequeña, por lo tanto 100 mts. como longitud de curva para todo los casos, valor que garantiza una buena distancia de visibilidad.

2.5.1.0 ESTACADO Y NIVELACION DEL TRAZO DEFINITIVO

<u>ESTACAS</u>	<u>COTAS</u>
00 + 0	310.00
02 + 0 Pc1	310.33
04 + 0	310.39
05 + 0 C1	310.51
06 + 0 C1	310.55
07 + 0 C1	310.65
08 + 0 C1	310.54
09 + 0	310.37
10 + 0 Pt1	310.20
12 + 0	310.18
14 + 0	310.00
16 + 0	308.46
16 + 7	308.95
17 + 5	305.11
28 + 0	307.10
29 + 8	307.31
36 + 0	306.74
37 + 0	307.23
38 + 0	306.51
40 + 0	306.01
42 + 0 Pc2	305.00
44 + 0	304.33
45 + 0 C2	303.74
46 + 0 C2	303.39
47 + 0 C2	303.14
48 + 0	303.14
50 + 0 Pt2	303.30
52 + 0	303.53
54 + 0	303.86

<u>ESTACAS</u>	<u>COTAS</u>
56 + 0	304.29
58 + 0	304.53
60 + 0	304.89
62 + 0	305.24
64 + 0	305.55
66 + 0	306.03
68 + 0	306.64
70 + 0	306.61
72 + 0	307.57
74 + 0	307.74
76 + 0	307.68
78 + 0	307.69
80 + 0	307.85
82 + 0	308.10
84 + 0	308.25
86 + 0	308.34
88 + 0	308.17
90 + 0	308.01
92 + 0	307.65
94 + 0	307.22
96 + 0	307.04
98 + 0 Pc3	306.75
Km.1+ 0	306.81
01 + 0 C3	306.89
02 + 0	306.75
03 + 0 C3	306.51
04 + 0 C3	306.19
05 + 0 C3	305.12
06 + 0 C3	304.36
07 + 0 C3	304.08
08 + 0 C3	303.90

<u>ESTACAS</u>	<u>COTAS</u>
09 + 0 C3	304.01
10 + 0 Pt3	304.26
12 + 0	304.62
14 + 0	304.69
16 + 0	304.60
18 + 0	304.60
20 + 0	304.50
22 + 0	304.41
24 + 0	304.16
26 + 0	303.62
28 + 0	302.74
30 + 0	301.42
32 + 0	299.75
34 + 0	298.74
36 + 0	299.34
Río Cumbaza	Río Cumbaza
38 + 0	297.26
43 + 0	298.95
44 + 0 Pc4	299.35
45 + 0 C4	299.53
46 + 0 C4	299.51
47 + 0 C4	299.24
48 + 0 C4	299.05
49 + 0 C4	298.82
51 + 0 C4	298.79
52 + 0 C4	298.81
54 + 0 C4	298.80
55 + 0 C4	298.99
56 + 0 C4	299.10
57 + 0 C4	299.10
58 + 0 C4	298.71

<u>ESTACAS</u>	<u>COTAS</u>
59 + 0 Pt4	299.46
60 + 0	299.77
62 + 0	300.09
64 + 0	299.93
66 + 0	300.29
68 + 0	300.65
69 + 0	300.39
70 + 0	300.51
72 + 0	300.90
74 + 0	302.11
76 + 0	300.92
78 + 0	300.79
78 + 5	301.09
78 + 8	302.06
80 + 0	301.11
82 + 0	301.28
84 + 0	301.65
86 + 0	301.75
88 + 0	302.11
90 + 0	302.44
90 + 2	302.32
90 + 4	302.58
92 + 0	302.49
94 + 0	302.59
96 + 0	302.89
98 + 0	303.11
Km.2+ 0	303.37
02 + 0	303.67
04 + 0	303.81
06 + 0	303.85
08 + 0	303.82

<u>ESTACAS</u>	<u>COTAS</u>
10 + 0	304.32
12 + 0	304.22
14 + 0	303.89
16 + 0	303.83
17 + 0	304.01
18 + 0	303.76
18 + 5	303.89
20 + 0	303.99
22 + 0	304.20
24 + 0	304.28
26 + 0	304.30
28 + 0	304.56
30 + 0	304.64
32 + 0	304.62
34 + 0	304.44
36 + 0	304.60
38 + 0	304.72
40 + 0	305.06
42 + 0	305.59
44 + 0	305.61
46 + 0	305.93
48 + 0	306.28
50 + 0	305.82
52 + 0	305.85
54 + 0	305.39
56 + 0	305.17
58 + 0	305.55
60 + 0	305.88
62 + 0	306.11
64 + 0	305.40
66 + 0	305.13

<u>ESTACAS</u>	<u>COTAS</u>
68 + 0	305.78
70 + 0	307.17
72 + 0	306.82
74 + 0	306.64
76 + 0	306.77
78 + 0	306.57
80 + 0	306.90
82 + 0	306.71
84 + 0	307.45
86 + 0	308.39
88 + 0	308.14
89 + 5	308.09
91 + 0	308.14
92 + 0	307.96
94 + 0	307.61
96 + 0	307.59
98 + 0	307.66
Km.3+ 0	307.95
02 + 0	308.10
04 + 0	308.09
06 + 0	308.03
08 + 0	307.96
10 + 0	308.12
12 + 0	308.08
14 + 0	307.93
16 + 0	308.28
18 + 0	308.28
20 + 0	308.00
22 + 0	308.72
24 + 0	308.72
25 + 3	308.50

<u>ESTACAS</u>	<u>COTAS</u>
29 + 3	308.26
30 + 0	308.10
32 + 0	308.01
32 + 9	307.80
33 + 6	307.75
34 + 0	307.92
36 + 0	307.82
38 + 0	308.02
39 + 0	309.51
40 + 0	313.91
41 + 0	315.58
42 + 0	315.73
44 + 0	315.25
46 + 0	313.69
48 + 0	311.61
50 + 0	311.12
52 + 0	311.68
54 + 0	313.35
56 + 0	314.10
58 + 0	314.37
60 + 0	314.27
62 + 0	314.59
64 + 0	314.38
66 + 0	314.06
68 + 0	313.05
70 + 0	312.50
72 + 0	312.06
74 + 0	312.60
76 + 0	313.46
78 + 0	313.25
80 + 0	314.08

<u>ESTACAS</u>	<u>COTAS</u>
82 + 0	316.09
82 + 5	315.17
84 + 0	316.26
86 + 0	316.41
88 + 0	316.65
90 + 0	316.66
92 + 0	316.67
94 + 0	316.74
95 + 7 Pc5	316.77
96 + 0 C5	316.64
97 + 0 C5	316.45
98 + 0 C5	317.66
99 + 0 C5	315.54
Km.4+ 0 C5	316.16
01 + 0 C5	316.40
02 + 0 C5	317.60
03 + 0 C5	317.59
04 + 0 C5	318.58
05 + 0 C5	318.82
06 + 0 C5	319.26
07 + 0 C5	319.48
08 + 0 C5	319.57
09 + 0 C5	319.63
10 + 0 C5	319.67
11 + 0 C5	319.69
11 + 5 Pts.	319.69

2.5.2.0

PERFIL LONGITUDINAL-TRAZO DEFINITIVO

CARRETERA: Variante en el trazo original

Km. 0+000 + 0+320

Vía de Evitamiento

BM = 100.00 en campo, relacionando con altitud del lugar es

BM = 311.00

ESTACA	PEND.	DIST	C O T A S		A L T U R A S	
			TERRENO	RASANTE	CORTE	RELLENO
00 + 0	- . . -	- . . -	310.33	310.33	- . . -	- . . -
02 + 0	1.20	20	310.33	310.09	0.24	- . . -
04 + 0	1.20	20	310.38	309.85	0.53	- . . -
05 + 0	1.20	10	310.51	309.73	0.78	- . . -
06 + 0	1.20	10	310.55	309.61	0.94	- . . -
07 + 0	1.20	10	310.65	309.47	1.18	- . . -
08 + 0	1.20	10	310.54	309.37	1.17	- . . -
09 + 0	1.20	10	310.37	309.25	1.12	- . . -
10 + 0	1.20	10	310.20	309.13	1.07	- . . -
12 + 0	1.20	20	310.18	308.89	1.29	- . . -
14 + 0	1.20	20	309.94	308.65	1.29	- . . -
16 + 0	1.20	20	308.46	108.41	0.05	- . . -
16 + 7	1.20	07	308.95	308.33	0.62	- . . -
17 + 5	1.20	08	305.11	308.19	- . . -	3.08
18 + 0	1.20	05	308.80	308.19	0.61	- . . -
20 + 0	1.20	20	308.50	307.97	0.53	- . . -
22 + 0	1.20	20	308.20	307.95	0.25	- . . -
24 + 0	1.20	20	307.80	307.53	0.27	- . . -
26 + 0	1.20	20	307.40	307.31	0.09	- . . -
28 + 0	1.20	20	307.16	307.09	0.07	- . . -
29 + 8	-1.10	18	307.31	307.01	0.30	- . . -
32 + 0	1.10	22	307.93	306.93	1.00	- . . -

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 0+340 - 0+800

ESTACA	PEND.	DIST.	C O T A S		A L T U R A S			
			TERRENO	RASANTE	CORTE	RELLENO		
34	+	0	1.10	20	307.83	306.85	0.98	- . . -
36	+	0	1.10	20	306.74	306.77	- . . -	0.03
38	+	0	-3.40	20	306.51	306.09	0.42	- . . -
40	+	0	3.40	20	306.01	305.41	0.60	- . . -
42	+	0	3.40	20	304.95	304.73	0.22	- . . -
44	+	0	3.40	20	304.32	304.09	0.23	- . . -
45	+	0	3.40	10	303.74	303.71	0.03	- . . -
46	+	0	3.40	10	303.39	303.37	0.02	- . . -
47	+	0	+1.10	10	303.48	303.30	0.18	- . . -
48	+	0	1.10	10	303.14	303.59	- . . -	0.45
50	+	0	+1.10	20	303.30	303.81	- . . -	0.51
52	+	0	1.10	20	303.53	304.03	- . . -	0.50
54	+	0	1.10	20	303.86	304.25	- . . -	0.39
56	+	0	1.10	20	304.29	304.47	- . . -	0.18
58	+	0	1.10	20	304.53	304.69	- . . -	0.16
60	+	0	1.10	20	304.89	304.91	- . . -	0.02
62	+	0	+2.20	20	305.24	305.35	- . . -	0.11
64	+	0	2.20	20	305.54	305.79	- . . -	0.25
66	+	0	2.20	20	306.03	306.23	- . . -	0.20
68	+	0	2.20	20	306.64	306.67	- . . -	0.03
70	+	0	2.20	20	306.60	307.11	- . . -	0.51
72	+	0	2.20	20	307.57	307.55	0.02	- . . -
74	+	0	+0.60	20	307.74	307.67	0.07	- . . -
76	+	0	0.60	20	307.68	307.79	- . . -	0.11
78	+	0	0.60	20	307.69	307.91	- . . -	0.22
80	+	0	0.60	20	307.85	308.03	- . . -	0.18

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 0+820 - 1+220

ESTACA	PEND.	DIST.	C O T A S		A L T U R A S	
			TERRENO	RASANTE	CORTE	RELLENO
82 + 0	0.60	20	308.10	308.15	- . . -	0.05
84 + 0	0.60	20	308.25	308.27	- . . -	0.02
86 + 0	0.60	20	308.34	308.39	- . . -	0.05
88 + 0	-1.60	20	308.17	308.12	0.05	- . . -
90 + 0	1.60	20	308.01	307.85	0.16	- . . -
92 + 0	1.60	20	307.64	307.58	0.06	- . . -
94 + 0	1.60	20	307.22	307.31	- . . -	0.09
96 + 0	1.60	20	307.04	307.04	- . . -	- . . -
98 + 0	1.60	20	306.75	306.77	- . . -	0.02
Km. 1	1.60	20	306.81	306.50	0.31	- . . -
01 + 0	-1.40	10	306.80	306.36	0.44	- . . -
02 + 0	1.40	10	306.75	306.23	0.52	- . . -
03 + 0	1.40	10	306.51	306.12	0.39	- . . -
04 + 0	1.40	10	306.19	305.96	0.23	- . . -
05 + 0	1.40	10	305.12	305.83	- . . -	0.71
06 + 0	1.40	10	304.36	305.67	- . . -	1.31
07 + 0	-1.40	10	304.08	306.54	- . . -	1.46
08 + 0	1.40	10	303.90	305.42	- . . -	1.52
09 + 0	1.40	10	303.90	305.29	- . . -	1.39
10 + 0	1.40	10	304.26	305.15	- . . -	0.89
12 + 0	1.40	20	304.62	304.88	- . . -	0.26
14 + 0	1.40	20	304.68	304.61	0.07	- . . -
16 + 0	-0.50	20	304.60	304.30	0.03	- . . -
18 + 0	0.50	20	304.60	303.27	1.33	- . . -
20 + 0	0.50	20	304.50	303.67	0.83	- . . -
22 + 0	0.50	20	304.41	303.36	1.05	-

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 1+240 - 1+690

ESTACA	PEND.	DIST.	C O T A S		A L T U R A S	
			TERRENO	RASANTE	CORTE	RELLENO
24 + 0	0.50	20	304.16	303.05	1.11	- . . -
26 + 0	-5.00	20	303.61	302.87	0.74	- . . -
28 + 0	5.00	20	302.74	302.69	0.05	- . . -
30 + 0	5.00	20	301.42	302.51	- . . -	1.09
32 + 0	5.00	20	299.75	302.33	- . . -	2.58
34 + 0	5.00	20	298.74	302.15	- . . -	3.41
36 + 0	5.00	20	299.34	O.de Ar.	- . . -	- . . -
38 + 0	5.00	20	297.26	O.de Ar.	- . . -	- . . -
Río Cumbaza		- . . -	- . . -	- . . -	- . . -	- . . -
43 + 0	+4.00	50	298.95	O.de Ar.	- . . -	- . . -
44 + 0	4.00	10	299.35	O.de Ar.	- . . -	- . . -
46 + 0	4.00	20	299.51	302.15	- . . -	2.64
47 + 0	4.00	10	299.24	302.15	- . . -	2.91
48 + 0	4.00	10	299.05	302.01	- . . -	2.95
50 + 0	0.30	10	298.76	301.88	- . . -	3.12
52 + 0	0.30	10	298.81	301.74	- . . -	2.93
54 + 0	0.30	20	298.80	301.61	- . . -	2.81
56 + 0	1.30	10	299.10	301.49	- . . -	2.39
58 + 0	+1.30	10	298.71	301.33	- . . -	2.62
60 + 0	1.30	10	299.72	301.20	- . . -	1.48
62 + 0	1.30	20	300.09	301.06	- . . -	0.97
64 + 0	1.30	20	299.93	300.93	- . . -	1.00
66 + 0	1.30	20	300.29	300.99	- . . -	0.70
68 + 0	1.30	20	300.66	300.65	0.01	- . . -
69 + 0	+0.80	10	300.39	300.73	- . . -	0.34

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 1+700 - 2+120

ESTACA	PEND.	DIST.	C O T A S		A L T U R A S	
			TERRENO	RASANTE	CORTE	RELLENO
70 + 0	0.80	10	300.51	300.81	- . . -	0.30
72 + 0	0.80	20	300.90	300.97	- . . -	0.70
74 + 0	0.80	20	301.11	301.13	- . . -	0.02
76 + 0	0.80	20	300.92	301.29	- . . -	0.37
78 + 0	0.80	20	300.79	301.45	- . . -	0.66
78 + 5	0.80	05	301.09	301.50	- . . -	0.41
80 + 0	0.80	15	301.11	301.61	- . . -	0.50
82 + 0	0.80	20	301.28	301.77	- . . -	0.49
84 + 0	0.80	20	301.65	301.93	- . . -	0.28
86 + 0	0.80	20	301.75	302.09	- . . -	0.34
88 + 0	0.80	20	302.11	302.25	- . . -	0.14
90 + 0	0.80	20	302.44	302.41	0.03	- . . -
90 + 2	0.80	02	302.32	302.44	- . . -	0.12
90 + 4	+1.32	02	302.58	302.55	0.03	- . . -
92 + 4	1.32	16	302.46	302.68	- . . -	0.22
94 + 0	1.32	20	302.59	302.95	- . . -	0.36
96 + 0	1.32	20	302.89	303.21	- . . -	0.32
98 + 0	1.32	20	303.11	303.48	- . . -	0.37
Km. 2	1.32	20	303.37	303.75	- . . -	0.38
02 + 0	1.32	20	303.67	304.02	- . . -	0.35
04 + 0	+0.30	20	303.81	304.09	- . . -	0.28
06 + 0	0.30	20	303.84	304.16	- . . -	0.32
08 + 0	0.30	20	303.82	304.26	- . . -	0.44
10 + 0	0.30	20	304.32	304.30	- . . -	0.02
12 + 0	0.30	20	304.22	304.37	- . . -	0.15

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 2+140 - 2+620

ESTACA	PEND.	DIST.	C O T A S		A L T U R A S		
			TERRENO	RASANTE	CORTE	RELLENO	
14	+ 0	0.30	20	303.89	304.94	- . . -	1.05
16	+ 0	0.30	20	303.83	304.31	- . . -	0.48
18	+ 0	0.30	10	303.76	304.51	- . . -	0.75
20	+ 0	0.30	15	303.99	304.65	- . . -	0.66
22	+ 0	0.30	20	304.20	304.72	- . . -	0.52
24	+ 0	0.30	20	304.28	304.79	- . . -	0.51
26	+ 0	0.30	20	304.30	304.86	- . . -	0.56
28	+ 0	0.30	20	304.56	304.92	- . . -	0.36
30	+ 0	0.30	20	304.64	304.99	- . . -	0.35
32	+ 0	0.30	20	304.62	305.06	- . . -	0.44
34	+ 0	0.30	20	304.44	305.13	- . . -	0.69
36	+ 0	0.30	20	304.60	305.20	- . . -	0.60
38	+ 0	0.30	20	304.72	305.29	- . . -	0.57
40	+ 0	0.30	20	305.06	305.34	- . . -	0.28
42	+ 0	0.30	20	305.59	305.41	0.18	- . . -
44	+ 0	0.30	20	305.61	305.42	0.19	- . . -
46	+ 0	0.30	20	305.93	305.55	0.38	- . . -
48	+ 0	0.30	20	306.28	305.62	0.66	- . . -
50	+ 0	0.30	20	305.82	305.69	0.13	- . . -
52	+ 0	0.30	20	305.85	305.76	0.09	- . . -
54	+ 0	0.30	20	305.39	305.83	- . . -	0.44
56	+ 0	0.30	20	305.17	305.90	- . . -	0.73
58	+ 0	0.30	20	305.55	305.97	- . . -	0.42
60	+ 0	0.30	20	305.88	306.04	- . . -	0.16
62	+ 0	+1.10	20	306.11	306.26	0.01	- . . -

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 2+640 - 3+160

ESTACA	PEND.	DIST.	C O T A S		A L T U R A S	
			TERRENO	RASANTE	CORTE	RELLENO
64 + 0	1.10	20	305.40	306.46	- . .	0.35
66 + 0	1.10	20	305.13	306.67	- . .	1.54
68 + 0	1.10	20	305.68	306.88	- . .	1.20
70 + 0	1.10	20	307.17	307.00	0.17	- . .
72 + 0	1.10	20	306.82	307.30	- . .	0.48
74 + 0	1.10	20	306.64	307.51	- . .	0.87
76 + 0	1.10	20	306.77	307.72	- . .	0.95
78 + 0	1.10	20	306.57	307.93	- . .	1.36
80 + 0	1.10	20	306.90	308.14	- . .	1.24
82 + 0	1.10	20	306.71	308.35	- . .	1.64
84 + 0	1.10	20	307.45	308.56	- . .	1.11
86 + 0	+0.40	20	308.83	308.58	- . .	0.20
88 + 0	0.40	20	308.14	308.59	- . .	0.45
92 + 0	0.40	10	307.96	308.62	- . .	0.66
94 + 0	0.40	20	307.61	308.64	- . .	1.03
96 + 0	0.40	20	307.59	308.65	- . .	1.06
98 + 0	0.40	20	307.66	308.67	- . .	1.01
Km. 3	0.40	20	307.95	308.69	- . .	0.74
02 + 0	0.40	20	308.10	308.70	- . .	0.60
04 + 0	0.40	20	308.09	308.72	- . .	0.63
06 + 0	0.40	20	308.03	308.73	- . .	0.70
08 + 0	0.40	20	307.96	308.75	- . .	0.79
10 + 0	0.40	20	308.12	308.77	- . .	0.65
12 + 0	0.40	20	308.08	308.78	- . .	0.70
14 + 0	0.40	20	307.93	308.80	- . .	0.87
16 + 0	0.40	20	308.02	308.81	- . .	0.79

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 3+180 - 3+680

ESTACA	PEND.	DIST.	C O T A S		A L T U R A S		
			TERRENO	RASANTE	CORTE	RELLENO	
18	+ 0	0.40	20	308.28	308.83	- . .	0.55
20	+ 0	0.40	20	308.00	308.84	- . .	0.84
22	+ 0	0.40	20	308.72	308.86	- . .	0.14
24	+ 0	0.40	20	308.02	308.88	- . .	0.86
28	+ 0	0.40	40	308.16	308.91	- . .	0.75
30	+ 0	0.40	20	308.10	308.92	- . .	0.82
32	+ 0	+0.40	20	308.01	308.94	- . .	0.93
34	+ 0	0.40	20	307.82	308.95	- . .	1.13
36	+ 0	0.40	20	307.82	308.97	- . .	1.15
38	+ 0	0.40	20	308.02	308.99	- . .	0.97
40	+ 0	0.40	10	313.91	309.00	4.91	- . .
42	+ 0	+1.70	20	315.73	309.34	6.39	- . .
44	+ 0	1.70	20	315.25	309.68	5.57	- . .
46	+ 0	1.70	20	313.69	310.01	3.68	- . .
48	+ 0	1.70	20	311.60	310.35	1.25	- . .
50	+ 0	1.70	20	311.12	310.69	0.43	- . .
52	+ 0	1.70	20	311.68	311.03	0.65	- . .
54	+ 0	1.70	20	313.35	311.37	1.98	- . .
56	+ 0	1.70	20	314.10	311.70	2.40	- . .
58	+ 0	1.70	20	314.37	312.04	2.33	- . .
60	+ 0	1.70	20	314.27	312.38	1.89	- . .
62	+ 0	1.70	20	314.59	312.72	1.87	- . .
64	+ 0	1.70	20	314.38	313.06	1.32	- . .
66	+ 0	1.70	20	314.06	313.39	0.67	- . .
68	+ 0	1.70	20	313.05	313.73	- . .	0.68

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 3+700 - 4+080

ESTACA	PEND.	DIST.	C O T A S		A L T U R A S	
			TERRENO	RASANTE	CORTE	RELLENO
70 + 0	1.70	20	312.50	314.07	- . -	1.57
72 + 0	1.0	20	312.06	314.41	- . -	2.35
74 + 0	1.70	20	312.60	314.75	- . -	2.15
76 + 0	1.70	20	313.46	315.08	- . -	1.62
78 + 0	1.70	20	313.45	315.42	- . -	1.97
80 + 0	1.70	20	314.08	315.76	- . -	1.68
82 + 0	1.70	20	316.09	316.10	- . -	0.01
84 + 0	1.40	15	316.26	316.37	- . -	0.11
86 + 0	+1.40	20	316.41	316.64	- . -	0.23
88 + 0	1.40	20	316.65	316.91	- . -	0.26
90 + 0	1.40	20	316.66	317.18	- . -	0.52
92 + 0	1.40	20	316.67	317.45	- . -	0.78
94 + 0	1.40	20	316.74	317.72	- . -	0.98
96 + 0	1.40	20	316.64	317.99	- . -	1.35
98 + 0	1.40	10	317.66	318.26	- . -	0.60
Km. 4	1.40	10	316.76	318.53	- . -	1.77
02 + 0	1.40	10	317.06	318.80	- . -	1.74
04 + 0	1.40	10	318.58	319.07	- . -	0.49
06 + 0	1.40	10	319.26	319.34	- . -	0.08
07 + 0	1.40	10	319.48	319.48	- . -	- . -
08 + 0	0.00	10	319.57	319.57	- . -	- . -

2.6.0.0 METRADO DEL ESTUDIO DEFINITIVO

Una vez dibujados las secciones transversales y fijados el ancho de la sub-rasante de explanación con sus respectivas cunetas se procede a calcular las áreas de corte y relleno de la siguiente manera:

2.6.1.0 Cálculo de las Areas

La determinación de la sección transversal se hace por los siguientes métodos:

Método Analítico (Figuras Geométricas)

Método Gráfico (Con el Compás)

Método del Planímetro

En nuestro caso, para áreas pequeñas se emplea el método analítico y para áreas grandes el planímetro.

2.6.2.0 Cálculo de los Volúmenes

Los Volúmenes se calculan por el método del área media. Se presentan dos casos:

- Cuando una de las áreas es cero, se multiplicará dicha área por la cuarta parte de la distancia que las separa.
- Cuando tenemos las dos áreas, se multiplica la semisuma de las áreas por la distancia entre ellas.

Los Volúmenes clasificados se calcularán de acuerdo a la clasificación del terreno dado en el tema de Tesis y que en el presente caso de acuerdo al estudio de suelos realizados se tendrá:

94 %	Proyecto Tierra Compacta	3,825.00
6 %	Proyecto Roca Suelta	<u>244.20</u>
100 %	Proyecto	4,070.00 mts.

ESTUDIO DEFINITIVO

METRADO DE EXPLANACIONES

Km. 0+000 - 0+420

ESTACA	DIST.	A R E A S (m2)		VOLUMEN TOTAL(m3)		VOLUMEN CORTE (m3)	
		RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	T.C.	R.S.
00 + 0	- . . -	- . . -	1.20	- . . -	- . . -	- . . -	- . . -
02 + 0	20	- . . -	3.37	- . . -	46	46	- . . -
04 + 0	20	- . . -	4.60	- . . -	80	80	- . . -
05 + 0	10	- . . -	8.25	- . . -	64	64	- . . -
06 + 0	10	- . . -	10.04	- . . -	91	91	- . . -
07 + 0	10	- . . -	13.30	- . . -	117	117	- . . -
08 + 0	10	- . . -	24.99	- . . -	191	191	- . . -
09 + 0	10	- . . -	11.30	- . . -	181	181	- . . -
10 + 0	10	- . . -	11.85	- . . -	116	116	- . . -
12 + 0	20	- . . -	12.90	- . . -	248	248	- . . -
14 + 0	20	- . . -	16.65	- . . -	296	296	- . . -
16 + 0	20	- . . -	2.51	- . . -	192	192	- . . -
18 + 0	20	- . . -	14.55	- . . -	171	171	- . . -
20 + 0	20	- . . -	6.24	- . . -	208	208	- . . -
22 + 0	20	- . . -	6.64	- . . -	129	129	- . . -
24 + 0	20	- . . -	4.98	- . . -	116	116	- . . -
28 + 0	40	- . . -	3.90	- . . -	178	178	- . . -
30 + 0	20	- . . -	2.70	- . . -	60	66	- . . -
32 + 0	20	- . . -	5.28	- . . -	80	80	- . . -
34 + 0	20	- . . -	5.70	- . . -	110	110	- . . -
36 + 0	20	- . . -	1.90	- . . -	76	76	- . . -
38 + 0	20	- . . -	5.48	- . . -	74	74	- . . -
40 + 0	20	- . . -	4.57	- . . -	106	106	- . . -
42 + 0	20	- . . -	2.78	- . . -	74	74	- . . -

METRADO DE EXPLANACIONES

Km. 0+440 - 0+920

ESTACA	DIST.	A R E A S (m2)		VOLUMEN TOTAL(m3)		VOLUMEN CORTE (m3)	
		RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	T.C.	R.S.
44 + 0	20	0.20	1.48	01	43	43	- . . -
45 + 0	10	1.38	1.10	08	13	13	- . . -
46 + 0	10	0.76	2.33	11	17	17	- . . -
47 + 0	10	1.74	1.00	13	17	17	- . . -
48 + 0	10	4.62	0.45	32	07	07	- . . -
50 + 0	20	4.82	0.30	94	08	08	- . . -
52 + 0	20	4.45	0.40	93	07	07	- . . -
54 + 0	20	1.50	0.72	60	11	11	- . . -
56 + 0	20	0.50	0.90	20	16	16	- . . -
58 + 0	20	0.80	0.80	13	17	17	- . . -
60 + 0	20	0.90	0.76	17	16	16	- . . -
62 + 0	20	0.71	0.93	16	17	17	- . . -
64 + 0	20	1.78	0.45	25	14	14	- . . -
66 + 0	20	1.12	0.68	29	11	11	- . . -
68 + 0	20	- . . -	1.25	06	19	19	- . . -
70 + 0	20	1.59	0.40	08	17	17	- . . -
72 + 0	20	- . . -	1.60	08	20	20	- . . -
74 + 0	20	- . . -	1.20	- . . -	28	28	- . . -
76 + 0	20	- . . -	1.40	- . . -	26	26	- . . -
78 + 0	20	2.32	0.50	12	19	19	- . . -
80 + 0	20	1.42	0.55	37	11	11	- . . -
82 + 0	20	- . . -	1.20	07	18	18	- . . -
84 + 0	20	- . . -	0.98	- . . -	22	22	- . . -
86 + 0	20	0.67	1.35	03	23	23	- . . -
88 + 0	20	- . . -	1.18	03	25	25	- . . -
90 + 0	20	- . . -	3.55	- . . -	47	47	- . . -
92 + 0	20	- . . -	2.55	- . . -	61	61	- . . -

METRADO DE EXPLANACIONES

Km. 0+940 - 1+380

ESTACA	DIST.	A R E A S (m2)		VOLUMEN TOTAL(m3)		VOLUMEN CORTE (m3)	
		RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	T.C.	R.S.
94 + 0	20	1.05	0.82	05	34	34	- . . -
96 + 0	20	0.75	0.60	18	14	14	- . . -
98 + 0	20	0.69	0.68	14	13	13	- . . -
Km. 1	20	- . . -	7.50	03	82	82	- . . -
01 + 0	10	- . . -	6.16	- . . -	68	68	- . . -
02 + 0	10	- . . -	8.07	- . . -	56	56	- . . -
03 + 0	10	- . . -	7.09	- . . -	61	61	- . . -
04 + 0	10	- . . -	3.40	- . . -	52	52	- . . -
05 + 0	10	2.10	2.30	05	29	29	- . . -
06 + 0	10	15.58	- . . -	88	06	06	- . . -
08 + 0	20	18.49	- . . -	341	- . . -	- . . -	- . . -
09 + 0	10	17.11	- . . -	178	- . . -	- . . -	- . . -
10 + 0	10	10.61	- . . -	139	- . . -	- . . -	- . . -
12 + 0	20	3.08	- . . -	137	- . . -	- . . -	- . . -
14 + 0	20	1.83	0.65	49	03	03	- . . -
16 + 0	20	- . . -	4.10	09	48	48	- . . -
18 + 0	20	- . . -	14.78	- . . -	189	189	- . . -
20 + 0	20	- . . -	9.25	- . . -	240	240	- . . -
22 + 0	20	- . . -	11.70	- . . -	210	210	- . . -
24 + 0	20	- . . -	11.10	- . . -	228	228	- . . -
26 + 0	20	- . . -	0.08	- . . -	198	198	- . . -
28 + 0	20	- . . -	4.45	- . . -	125	125	- . . -
30 + 0	20	14.37	- . . -	72	22	22	- . . -
32 + 0	20	26.82	- . . -	412	- . . -	- . . -	- . . -
34 + 0	20	38.52	- . . -	653	- . . -	- . . -	- . . -
36 + 0	20		OBRA DE ARTE			OBRA DE ARTE	
38 + 0	20		OBRA DE ARTE			OBRA DE ARTE	

METRADO DE EXPLANACIONES

Km. 1+440 - 1+940

ESTACA	DIST.	A R E A S (m2)		VOLUMEN TOTAL(m3)		VOLUMEN CORTE (m3)		
		RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	T.C.	R.S.	
RIO CUMBAZA				RIO CUMBAZA			RIO CUMBAZA	
44 + 0	60	- . .	-	OBRA DE ARTE			OBRA DE ARTE	
46 + 0	20	32.83	- . .	164	- . .	364	- . .	- . .
48 + 0	20	42.43	- . .	753	- . .	- . .	- . .	- . .
50 + 0	20	49.66	- . .	921	- . .	- . .	- . .	- . .
52 + 0	20	45.01	- . .	947	- . .	- . .	- . .	- . .
54 + 0	20	43.21	- . .	882	- . .	- . .	- . .	- . .
56 + 0	20	30.55	- . .	738	- . .	- . .	- . .	- . .
58 + 0	20	34.30	- . .	649	- . .	- . .	- . .	- . .
60 + 0	20	17.90	- . .	522	- . .	- . .	- . .	- . .
62 + 0	20	11.33	- . .	592	- . .	- . .	- . .	- . .
64 + 0	20	10.09	- . .	214	- . .	- . .	- . .	- . .
66 + 0	20	7.70	- . .	178	- . .	- . .	- . .	- . .
68 + 0	20	- . .	1.90	39	10	10	- . .	- . .
70 + 0	20	2.48	0.62	12	25	25	- . .	- . .
72 + 0	20	- . .	1.38	12	20	20	- . .	- . .
74 + 0	20	- . .	1.20	- . .	26	26	- . .	- . .
76 + 0	20	4.56	- . .	23	06	06	- . .	- . .
78 + 0	20	5.90	- . .	105	- . .	- . .	- . .	- . .
80 + 0	20	8.70	- . .	146	- . .	- . .	- . .	- . .
82 + 0	20	4.70	- . .	134	- . .	- . .	- . .	- . .
84 + 0	20	1.95	0.65	67	03	- . .	- . .	03
86 + 0	20	2.95	0.70	49	14	- . .	- . .	14
88 + 0	20	- . .	1.15	15	19	- . .	- . .	19
90 + 0	20	- . .	2.53	- . .	37	- . .	- . .	37
92 + 0	20	- . .	0.78	- . .	33	- . .	- . .	33
94 + 0	20	2.32	0.80	12	16	- . .	- . .	16

METRADO DE EXPLANACIONES

Km. 1+960 - 2+480

ESTACA	DIST.	A R E A S (m2)		VOLUMEN TOTAL(m3)		VOLUMEN CORTE (m3)	
		RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	T.C.	R.S.
96 + 0	20	3.40	0.55	57	14	- . .	14
98 + 0	20	2.19	0.48	56	10	- . .	10
Km. 2	20	1.98	0.40	42	09	- . .	09
02 + 0	20	2.52	0.51	45	09	- . .	09
04 + 0	20	2.97	0.12	55	06	- . .	06
06 + 0	20	3.32	0.45	63	06	- . .	06
08 + 0	20	2.70	- . .	60	02	- . .	02
10 + 0	20	1.25	0.33	40	02	- . .	02
12 + 0	20	1.35	0.78	26	11	- . .	11
14 + 0	20	6.08	- . .	74	04	- . .	04
16 + 0	20	7.04	- . .	131	- . .	- . .	- . .
18 + 0	20	9.30	- . .	163	- . .	- . .	- . .
20 + 0	20	5.83	- . .	151	- . .	- . .	- . .
22 + 0	20	5.10	- . .	109	- . .	- . .	- . .
24 + 0	20	4.54	- . .	96	- . .	- . .	- . .
26 + 0	20	4.27	- . .	88	- . .	- . .	- . .
28 + 0	20	4.70	- . .	90	- . .	- . .	- . .
30 + 0	20	4.17	- . .	89	- . .	- . .	- . .
32 + 0	20	3.92	- . .	81	- . .	- . .	- . .
34 + 0	20	4.80	0.35	87	02	- . .	02
36 + 0	20	4.60	0.32	94	07	- . .	07
38 + 0	20	3.47	0.67	81	10	- . .	10
40 + 0	20	1.20	0.75	47	14	- . .	14
42 + 0	20	- . .	2.28	06	30	- . .	30
44 + 0	20	- . .	3.05	- . .	53	- . .	53
46 + 0	20	- . .	4.78	- . .	78	- . .	78
48 + 0	20	- . .	5.37	- . .	102	- . .	102

METRADO DE EXPLANACIONES

Km. 1+500 - 3+020

ESTACA	DIST.	A R E A S (m2)		VOLUMEN TOTAL(m3)		VOLUMEN CORTE (m3)	
		RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	T.C.	R.S.
50 + 0	20	- . .	4.26	- . .	96	- . .	96
52 + 0	20	- . .	1.90	- . .	62	- . .	62
54 + 0	20	2.82	0.40	14	23	- . .	23
56 + 0	20	5.64	- . .	85	02	- . .	02
58 + 0	20	2.41	0.64	81	03	- . .	03
60 + 0	20	0.50	1.21	29	19	- . .	19
62 + 0	20	- . .	1.28	03	25	- . .	25
64 + 0	20	7.94	- . .	40	06	- . .	06
66 + 0	20	14.60	- . .	225	- . .	- . .	- . .
68 + 0	20	6.15	1.76	208	09	- . .	09
70 + 0	20	- . .	3.30	38	51	- . .	51
72 + 0	20	1.55	0.75	08	41	- . .	41
74 + 0	20	6.52	- . .	81	04	- . .	04
76 + 0	20	7.18	- . .	137	- . .	- . .	- . .
78 + 0	20	13.00	- . .	202	- . .	- . .	- . .
80 + 0	20	9.72	- . .	227	- . .	- . .	- . .
82 + 0	20	12.20	- . .	219	- . .	- . .	- . .
84 + 0	20	8.64	- . .	208	- . .	- . .	- . .
86 + 0	20	2.98	0.35	116	02	- . .	02
88 + 0	20	8.30	- . .	113	02	- . .	02
90 + 0	20	25.28	- . .	336	- . .	- . .	- . .
92 + 0	20	8.48	- . .	337	- . .	- . .	- . .
94 + 0	20	8.34	- . .	168	- . .	- . .	- . .
96 + 0	20	8.80	- . .	171	- . .	- . .	- . .
98 + 0	20	10.90	- . .	197	- . .	- . .	- . .
Km. 3	20	7.16	- . .	181	- . .	- . .	- . .
02 + 0	20	6.90	- . .	141	- . .	- . .	- . .

METRADO DE EXPLANACIONES

Km. 3+040 - 3+560

ESTACA	DIST.	A R E A S (m2)		VOLUMEN TOTAL(m3)		VOLUMEN CORTE (m3)	
		RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	T.C.	R.S.
04 + 0	20	5.28	- . .	122	- . .	- . .	- . .
06 + 0	20	7.32	- . .	126	- . .	- . .	- . .
08 + 0	20	7.68	- . .	150	- . .	- . .	- . .
10 + 0	20	6.66	- . .	143	- . .	- . .	- . .
12 + 0	20	7.16	- . .	138	- . .	- . .	- . .
14 + 0	20	10.04	- . .	172	- . .	- . .	- . .
16 + 0	20	7.80	- . .	178	- . .	- . .	- . .
18 + 0	20	5.07	- . .	129	- . .	- . .	- . .
20 + 0	20	9.10	- . .	142	- . .	- . .	- . .
22 + 0	20	2.51	0.41	116	02	02	- . .
24 + 0	20	6.28	- . .	88	02	02	- . .
26 + 0	20	8.46	- . .	147	- . .	- . .	- . .
28 + 0	20	6.59	- . .	151	- . .	- . .	- . .
30 + 0	20	7.41	- . .	140	- . .	- . .	- . .
32 + 0	20	7.60	- . .	150	- . .	- . .	- . .
34 + 0	20	12.30	- . .	199	- . .	- . .	- . .
36 + 0	20	9.50	- . .	218	- . .	- . .	- . .
38 + 0	20	8.10	- . .	176	- . .	- . .	- . .
40 + 0	20	- . .	45.30	41	227	227	- . .
42 + 0	20	- . .	81.30	- . .	1,266	1,266	- . .
44 + 0	20	- . .	64.48	- . .	1,458	1,458	- . .
46 + 0	20	- . .	46.16	- . .	1,106	1,106	- . .
48 + 0	20	- . .	26.60	- . .	728	728	- . .
50 + 0	20	- . .	5.30	- . .	319	319	- . .
52 + 0	20	- . .	9.80	- . .	151	151	- . .
54 + 0	20	- . .	25.30	- . .	351	351	- . .
56 + 0	20	- . .	28.80	- . .	541	541	- . .

METRADO DE EXPLANACIONES

Km. 3+580 - 4+070

ESTACA	DIST.	A R E A S (m2)		VOLUMEN TOTAL(m3)		VOLUMEN CORTE (m3)	
		RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	T.C.	R.S.
58 + 0	20	- . .	28.32	- . .	572	532	- . .
60 + 0	20	- . .	25.20	- . .	536	536	- . .
62 + 0	20	- . .	20.26	- . .	455	455	- . .
64 + 0	20	- . .	17.10	- . .	374	374	- . .
66 + 0	20	- . .	21.44	- . .	385	385	- . .
68 + 0	20	1.62	1.16	08	226	226	- . .
70 + 0	20	3.53	0.53	52	15	15	- . .
72 + 0	20	11.90	- . .	154	02	02	- . .
74 + 0	20	8.46	- . .	204	- . .	- . .	- . .
76 + 0	20	11.20	- . .	197	- . .	- . .	- . .
78 + 0	20	9.00	- . .	202	- . .	- . .	- . .
80 + 0	20	16.60	- . .	256	- . .	- . .	- . .
82 + 0	20	0.92	0.52	175	03	03	- . .
84 + 0	20	2.21	0.72	31	12	12	- . .
86 + 0	20	0.72	1.05	29	18	18	- . .
88 + 0	20	1.58	0.58	23	16	16	- . .
90 + 0	20	2.73	0.63	43	12	12	- . .
92 + 0	20	7.20	- . .	99	03	03	- . .
94 + 0	20	10.00	- . .	172	- . .	- . .	- . .
96 + 0	20	11.34	- . .	213	- . .	- . .	- . .
98 + 0	20	8.80	- . .	201	- . .	- . .	- . .
Km. 4	20	25.30	- . .	341	- . .	- . .	- . .
02 + 0	20	12.45	- . .	378	- . .	- . .	- . .
04 + 0	20	7.64	0.41	201	02	02	- . .
06 + 0	20	5.64	- . .	133	02	02	- . .
07 + 0	10	- . .	1.41	14	04	04	- . .
				20,761.00	14,943.00	14,107.00	836.00

En los siguientes cuadros que a continuación se detallan, que se refieren al metrado de explanaciones, se obtendrán volúmenes corregidos de corte útil y relleno efectivo, después de ser afectados por el cálculo del volumen de material orgánico a eliminarse realizado para un $h = 0.30$ mts., que como es sabido no podrá servir para relleno.

METRADO DE EXPLANACIONES

Km. : 0+000 - 0+340

Estaca	Dist. (m)	Volumen Total			Volumenes Corregidos		Volumenes de Rellenom3.		Volumen de Corte m3		OBSERVACIONES
		Corte m3	Relleno m3	M.Orga.m3	Corte Util	Rellen.Efec	Comp.Tran	Comp.Lon.	Tier.Com	Roca Suel	
00 + 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Calle
02 + 0	20	46	-	-	46	-	-	-	46	-	Calle, Mat.Org.: h = 0
04 + 0	20	80	-	-	80	-	-	-	80	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
05 + 0	10	64	-	12	52	-	-	-	52	-	Mat. Org.: h = 0.10
06 + 0	10	91	-	25	66	-	-	-	66	-	Mat. Org.: h = 0.20
07 + 0	10	117	-	39	78	-	-	-	78	-	Mat. Org.: h = 0.30
08 + 0	10	191	-	44	147	-	-	-	147	-	Mat. Org.: h = 0.30
09 + 0	10	181	-	28	153	-	-	-	153	-	Mat. Org.: h = 0.20
10 + 0	10	116	-	-	116	-	-	-	116	-	Calle
12 + 0	20	248	-	-	248	-	-	-	248	-	Calle
14 + 0	20	296	-	25	271	-	-	-	271	-	Mat. Org.: h = 0.10
16 + 0	20	192	-	48	144	-	-	-	144	-	Mat. Org.: h = 0.20
18 + 0	20	171	-	72	99	-	-	-	99	-	Mat. Org.: h = 0.30
20 + 0	20	208	-	48	160	-	-	-	160	-	Mat. Org.: h = 0.20
22 + 0	20	129	-	23	106	-	-	-	106	-	Mat. Org.: h = 0.10
24 + 0	20	116	-	-	116	-	-	-	116	-	Calle, Mat.Org.: h = 0
28 + 0	40	178	-	-	178	-	-	-	178	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
30 + 0	20	66	-	-	66	-	-	-	66	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
32 + 0	20	80	-	-	80	-	-	-	80	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
34 + 0	20	110	-	-	110	-	-	-	110	-	Calle, Mat. Org.: h = 0

128

METRADO DE EXPLANACIONES

Km.: 0+360 - 0+700

Estaca	Dist. (m)	Volumen Total			Volumenes Corregidos		Volumenes de Rellenom3.		Volumen de Corte m3		OBSERVACIONES
		Corte m3	Relleno m3	M.Orga.m3	Corte Util	Rellen.Efec	Comp.Tran	Comp.Lon.	Tier.Com	Roca Suel	
36 + 0	20	76	-	-	76	-	-	-	76	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
38 + 0	20	74	-	-	74	-	-	-	74	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
40 + 0	20	106	-	-	106	-	-	-	106	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
42 + 0	20	74	-	-	74	-	-	-	74	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
44 + 0	20	43	01	-	43	01	01	-	43	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
45 + 0	10	13	08	-	13	08	08	-	13	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
46 + 0	10	11	11	-	17	11	11	-	17	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
47 + 0	10	17	13	-	17	13	13	-	17	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
48 + 0	10	07	32	-	07	32	07	25	07	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
50 + 0	20	08	94	-	08	94	08	86	08	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
52 + 0	20	07	93	-	07	93	07	86	07	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
54 + 0	20	11	60	-	11	60	11	49	11	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
56 + 0	20	16	20	-	16	20	16	04	16	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
58 + 0	20	17	13	-	17	13	13	-	17	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
60 + 0	20	16	17	-	16	17	16	01	16	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
62 + 0	20	17	16	-	17	16	16	-	17	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
64 + 0	20	14	25	-	14	25	14	11	14	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
66 + 0	20	11	29	-	11	29	11	18	11	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
68 + 0	20	19	06	-	19	06	06	-	19	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
70 + 0	20	17	08	-	17	08	08	-	17	-	Calle, Mat. Org.: h = 0

METRADO DE EXPLANACIONES

Km. : 0+720 - 1+050

Estaca	Dist. (m)	Volumen Total			Volumenes Corregidos		Volumenes de Rellenom3.		Volumen de Corte m3		OBSERVACIONES
		Corte m3	Relleno m3	M.Orga.m3	Corte Util	Rellen.Efec.	Comp.Tran	Comp.Lon.	Tier.Com	Roca Suel	
72 + 0	20	20	08	-	20	08	08	-	20	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
74 + 0	20	28	-	-	28	-	-	-	28	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
76 + 0	20	26	-	-	26	-	-	-	26	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
78 + 0 -	20	19	12	-	19	12	12	-	19	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
80 + 0	20	11	37	-	11	37	11	26	11	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
82 + 0	20	18	07	-	18	07	07	-	18	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
84 + 0	20	22	-	-	22	-	-	-	22	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
86 + 0	20	23	03	-	23	03	03	-	23	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
88 + 0	20	25	03	-	25	03	03	-	25	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
90 + 0	20	47	-	-	47	-	-	-	47	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
92 + 0	20	61	-	-	61	-	-	-	61	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
94 + 0	20	34	05	-	34	05	05	-	34	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
96 + 0	20	14	18	-	14	18	14	04	14	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
98 + 0	20	13	14	-	13	14	13	01	13	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
Km. 1	20	82	03	-	82	03	03	-	82	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
01 + 0	10	68	-	-	68	-	-	-	68	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
02 + 0	10	56	-	-	56	-	-	-	56	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
03 + 0	10	61	-	-	61	-	-	-	61	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
04 + 0	10	52	-	-	52	-	-	-	52	-	Calle, Mat. Org.: h = 0
05 + 0	10	29	05	-	29	05	05	-	29	-	Calle, Mat. Org.: h = 0

METRADO DE EXPLANACIONES

Km. : 1+460 - 1+840

Estaca	Dist. (m)	Volumen Total			Volumenes Corregidos		Volumenes de Rellenom3.		Volumen de Corte m3		OBSERVACIONES
		Corte m3	Relleno m3	M.Orga.m3	Corte Util	Rellen.Efec	Comp.Tran	Comp.Lon.	Tier.Com	Roca Suel	
46 + 0	20	-	164	25	-	189	-	189	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
48 + 0	20	-	753	107	-	860	-	860	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
50 + 0	20	-	921	123	-	1044	-	1044	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
52 + 0	20	-	947	129	-	1076	-	1076	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
54 + 0	20	-	882	123	-	1005	-	1005	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
56 + 0	20	-	738	111	-	849	-	849	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
58 + 0	20	-	649	102	-	751	-	751	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
60 + 0	20	-	522	96	-	618	-	618	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
62 + 0	20	-	292	84	-	376	-	376	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
64 + 0	20	-	214	74	-	288	-	288	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
66 + 0	20	-	168	46	-	214	-	214	-	-	Mat. Org.: h = 0.20
68 + 0	20	10	39	23	-	52	-	52	-	-	Mat. Org.: h = 0.10
70 + 0	20	25	12	-	25	12	12	-	25	-	Vía Lateral h = 0.00
72 + 0	20	20	12	-	20	12	12	-	20	-	Vía Lateral h = 0.00
74 + 0	20	26	-	-	26	-	-	-	26	-	Vía Lateral h = 0.00
76 + 0	20	06	23	22	-	39	-	39	-	-	Mat. Org.: h = 0.10
78 + 0	20	-	105	44	-	149	-	149	-	-	Mat. Org.: h = 0.20
80 + 0	20	-	146	69	-	215	-	215	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
82 + 0	20	-	134	69	-	203	-	203	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
84 + 0	20	03	67	43	-	107	-	107	-	-	Mat. Org.: h = 0.20

METRADO DE EXPLANACIONES

Km. : 1+860 - 2+240

Estaca	Dist. (m)	Volumen Total			Volumenes Corregidos		Volumenes de Rellenom3.		Volumen de Corte m3		OBSERVACIONES
		Corte m3	Relleno m3	M.Orga.m3	Corte Util	Rellen.Efec	Comp.Tran	Comp.Lon.	Tier.Com	Roca Suel	
86 + 0	20	14	49	21	-	56	-	56	-	-	Mat. Org.: h = 0.10
88 + 0	20	19	15	-	19	15	15	-	-	19	Vía Lateral h = 0.00
90 + 0	20	37	-	-	37	-	-	-	-	37	Vía Lateral h = 0.00
92 + 0	20	33	-	-	33	-	-	-	-	33	Vía Lateral h = 0.00
94 + 0	20	16	12	22	-	18	-	18	-	-	Mat. Org.: h = 0.10
96 + 0	20	14	57	42	-	85	-	85	-	-	Mat. Org.: h = 0.20
98 + 0	20	10	56	65	-	111	-	111	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
Km. 2	20	09	42	66	-	99	-	99	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
02 + 0	20	09	45	66	-	102	-	102	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
04 + 0	20	06	55	66	-	115	-	115	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
06 + 0	20	06	63	66	-	123	-	123	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
08 + 0	20	02	60	66	-	124	-	124	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
10 + 0	20	02	40	44	-	82	-	82	-	-	Mat. Org.: h = 0.20
12 + 0	20	11	26	22	-	37	-	37	-	-	Mat. Org.: h = 0.10
14 + 0	20	04	74	44	-	114	-	114	-	-	Mat. Org.: h = 0.20
16 + 0	20	-	131	68	-	199	-	199	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
18 + 0	20	-	163	69	-	232	-	232	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
20 + 0	20	-	151	68	-	219	-	219	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
22 + 0	20	-	109	66	-	175	-	175	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
24 + 0	20	-	96	65	-	161	-	161	-	-	Mat. Org.: h = 0.30

183

METRADO DE EXPLANACIONES

Km. : 2+260 - 2+640

Estaca	Dist. (m)	Volumen Total			Volumenes Corregidos		Volumenes de Rellenom3.		Volumen de Corte m3		OBSERVACIONES
		Corte m3	Relleno m3	M.Orga.m3	Corte Util	Rellen.Efec	Comp.Tran	Comp.Lon.	Tier.Com	Roca Suel	
26 + 0	20	-	88	63	-	151	-	151	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
28 + 0	20	-	90	65	-	155	-	155	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
30 + 0	20	-	89	66	-	155	-	155	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
32 + 0	20	-	81	66	-	147	-	147	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
0 + 34	20	02	87	66	-	151	-	151	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
36 + 0	20	07	94	66	-	153	-	153	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
38 + 0	20	10	81	44	-	115	-	115	-	-	Mat. Org.: h = 0.20
40 + 0	20	14	47	22	-	55	-	55	-	-	Mat. Org.: h = 0.10
42 + 0	20	30	06	-	30	06	06	-	-	30	Carretera h = 0.00
44 + 0	20	53	-	-	53	-	-	-	-	53	Carretera h = 0.00
46 + 0	20	78	-	-	78	-	-	-	-	78	Carretera h = 0.00
48 + 0	20	102	-	-	102	-	-	-	-	102	Carretera h = 0.00
50 + 0	20	96	-	-	96	-	-	-	-	96	Carretera h = 0.00
52 + 0	20	62	190	45	17	190	17	173	-	17	Mat. Org.: h = 0.20
54 + 0	20	23	14	43	-	34	-	34	-	-	Mat. Org.: h = 0.20
56 + 0	20	02	85	63	-	146	-	146	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
58 + 0	20	03	81	65	-	143	-	143	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
60 + 0	20	19	29	33	-	43	-	43	-	-	Mat. Org.: h = 0.15
62 + 0	20	25	03	22	03	03	03	-	-	03	Mat. Org.: h = 0.10
64 + 0	20	06	40	45	-	79	-	79	-	-	Mat. Org.: h = 0.20

184

METRADO DE EXPLANACIONES

Km. : 2+680 - 3+040

Estaca	Dist. (m)	Volumen Total			Volumenes Corregidos		Volumenes de Rellenom3.		Volumen de Corte m3		OBSERVACIONES
		Corte m3	Relleno m3	M.Orga.m3	Corte Util	Rellen.Efec	Comp.Tran	Comp.Lon.	Tier.Com	Roca Suel	
66 + 0	20	-	225	77	-	302	-	302	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
68 + 0	20	09	208	41	-	240	-	240	-	-	Mat. Org.: h = 0.15
70 + 0	20	51	38	-	51	38	38	-	-	51	Carretera h = 0.00
72 + 0	20	41	08	-	41	08	08	-	-	41	Carretera h = 0.00
74 + 0	20	04	81	45	-	122	-	122	-	-	Mat. Org.: h = 0.20
76 + 0	20	-	137	69	-	206	-	206	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
78 + 0	20	-	202	74	-	276	-	276	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
80 + 0	20	-	227	77	-	304	-	304	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
82 + 0	20	-	219	77	-	296	-	296	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
84 + 0	20	-	208	78	-	286	-	286	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
86 + 0	20	02	116	75	-	189	-	189	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
88 + 0	20	02	113	69	-	180	-	180	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
90 + 0	20	-	336	62	-	398	-	398	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
92 + 0	20	-	337	89	-	426	-	426	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
94 + 0	20	-	168	86	-	254	-	254	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
96 + 0	20	-	171	72	-	243	-	243	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
98 + 0	20	-	197	74	-	271	-	271	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
Km. 3	20	-	181	75	-	256	-	256	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
02 + 0	20	-	141	74	-	215	-	215	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
04 + 0	20	-	122	71	-	193	-	193	-	-	Mat. Org.: h = 0.30

METRADO DE EXPLANACIONES

Km. : 3+060 - 3+440

Estaca	Dist. (m)	Volumen Total			Volumenes Corregidos		Volumenes de Rellenom3.		Volumen de Corte m3		OBSERVACIONES
		Corte m3	Relleno m3	M.Orga.m3	Corte Util	Rellen.Efec	Comp.Tran	Comp.Lon.	Tier.Com	Roca Suel	
06 + 0	20	-	126	68	-	194	-	194	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
08 + 0	20	-	150	68	-	218	-	218	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
10 + 0	20	-	143	68	-	211	-	211	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
12 + 0	20	-	138	68	-	206	-	206	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
14 + 0	20	-	172	69	-	241	-	241	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
16 + 0	20	-	178	71	-	249	-	249	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
18 + 0	20	-	129	71	-	200	-	200	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
20 + 0	20	02	142	68	-	208	-	208	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
22 + 0	20	02	116	69	-	183	-	183	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
24 + 0	20	-	88	69	-	157	-	157	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
26 + 0	20	-	147	66	-	213	-	213	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
28 + 0	20	-	151	68	-	219	-	219	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
30 + 0	20	-	140	69	-	209	-	209	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
32 + 0	20	-	150	69	-	219	-	219	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
34 + 0	20	-	199	69	-	268	-	268	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
36 + 0	20	-	218	74	-	292	-	292	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
38 + 0	20	-	176	52	-	228	-	228	-	-	Mat. Org.: h = 0.20
40 + 0	20	227	41	25	202	41	41	-	202	-	Mat. Org.: h = 0.10
42 + 0	20	1,266	-	52	1,214	-	-	-	1,214	-	Mat. Org.: h = 0.20
44 + 0	20	1,458	-	62	1,396	-	-	-	1,396	-	Mat. Org.: h = 0.20

186

METRADO DE EXPLANACIONES

Km. : 3+460 - 3+840

Estaca	Dist. (m)	Volumen Total			Volumenes Corregidos		Volumenes de Rellenom3.		Volumen de Corte m3		OBSERVACIONES
		Corte m3	Relleno m3	M.Orga.m3	Corte Util	Rellen.Efec	Comp.Tran	Comp.Lon.	Tier.Com	Roca Suel	
46 + 0	20	1,106	-	70	1,036	-	-	-	1,036	-	Mat. Org.: h = 0.20
48 + 0	20	728	-	67	661	-	-	-	661	-	Mat. Org.: h = 0.20
50 + 0	20	319	-	58	261	-	-	-	261	-	Mat. Org.: h = 0.20
52 + 0	20	151	-	50	101	-	-	-	101	-	Mat. Org.: h = 0.20
54 + 0	20	351	-	47	304	-	-	-	304	-	Mat. Org.: h = 0.20
56 + 0	20	541	-	51	490	-	-	-	490	-	Mat. Org.: h = 0.20
58 + 0	20	572	-	55	517	-	-	-	517	-	Mat. Org.: h = 0.20
60 + 0	20	536	-	56	480	-	-	-	480	-	Mat. Org.: h = 0.20
62 + 0	20	455	-	42	413	-	-	-	413	-	Mat. Org.: h = 0.15
64 + 0	20	364	-	40	324	-	-	-	324	-	Mat. Org.: h = 0.15
66 + 0	20	385	-	39	346	-	-	-	346	-	Mat. Org.: h = 0.15
68 + 0	20	226	08	51	175	08	08	-	175	-	Mat. Org.: h = 0.20
70 + 0	20	15	52	72	-	109	-	109	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
72 + 0	20	02	154	68	-	220	-	220	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
74 + 0	20	-	204	71	-	275	-	275	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
76 + 0	20	-	197	71	-	268	-	268	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
78 + 0	20	-	202	74	-	276	-	276	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
80 + 0	20	-	256	75	-	331	-	331	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
82 + 0	20	03	175	52	-	224	-	224	-	-	Mat. Org.: h = 0.20
84 + 0	20	12	31	25	-	44	-	44	-	-	Mat. Org.: h = 0.10

187

METRADO DE EXPLANACIONES

Km. : 3+860 - 4+070

Estaca	Dist. (m)	Volumen Total			Volumenes Corregidos		Volumenes de Rellenom3.		Volumen de Corte m3		OBSERVACIONES
		Corte m3	Relleno m3	M.Orga.m3	Corte Util	Rellen.Efec	Comp.Tran	Comp.Lon.	Tier.Com	Roca Suel	
86 + 0	20	18	29	22	-	33	-	33	-	-	Mat. Org.: h = 0.10
88 + 0	20	16	23	22	-	29	-	29	-	-	Mat. Org.: h = 0.10
90 + 0	20	12	43	22	-	53	-	53	-	-	Mat. Org.: h = 0.10
92 + 0	20	03	99	44	-	140	-	140	-	-	Mat. Org.: h = 0.20
94 + 0	20	-	172	68	-	240	-	240	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
96 + 0	20	-	213	72	-	285	-	285	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
98 + 0	20	-	201	77	-	278	-	278	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
Km. 4	20	-	341	78	-	419	-	419	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
02 + 0	20	-	378	81	-	459	-	459	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
04 + 0	20	02	201	81	-	280	-	280	-	-	Mat. Org.: h = 0.30
06 + 0	20	02	133	54	-	185	-	185	-	-	Mat. Org.: h = 0.20
07 + 0	10	04	14	09	-	19	-	19	-	-	Mat. Org.: h = 0.10

138

RESUMEN METRADO DE EXPLANACIONES

KILOMETRAJE	<u>VOLUMENES</u>			<u>VOLUMEN DE RELLENO CORREGIDO</u>		<u>VOLUMEN DE CORTE UTIL</u>		
	MATERIA ORGANICA	CORTE UTIL	RELLENO CORREGIDO	COMPENS.TRANSVERS.	COMPENS.LONGIT.	TIERRA COMP.	ROCA SUELTA	
0+000 - 1+000	364	3,339	556	245	311	3,339	--	-
1+020 - 2+000	1,506	1,689	10,526	84	10,442	1,689	--	-
2+020 - 3+000	2,624	471	7,704	72	7,632	----	4	7
3+020 - 4+070	3,204	7,920	8,339	49	8,290	7,920	--	1
TOTAL	7,698	13,419	27,125	450	26,675	12,948	471	-

CAPITULO III

CONSTRUCCION DEL CAMINO

3.0.0.0 GENERALIDADES

Concluido el proyecto DEL CAMINO, se pasa a la construcción del mismo previa revisión y aprobación.

Generalmente el costo de la construcción es la partida más importante de un camino, teniendo gran influencia en ella el tipo de suelo por el que atraviesa la vía.

El tipo de suelo además afecta otras partidas como por ejemplo el pavimento ya que el espesor es función del suelo de la Sub-Rasante.

La construcción debe hacerse, pues, rápida y económicamente para ello debemos tener medios adecuados y debida organización para obtener de esa manera un camino que responde a los requerimientos y exigencias del criterio técnico actual.

3.1.0.0 SISTEMA DE CONSTRUCCION

La construcción puede hacerse en general por sistemas

- 1º Por Administración
- 2º Por Contrata

Existen además otros sistemas que son derivados de los anteriores a saber

- 3º Sistema Mixto
- 4º Sistema de Destajo

3.1.1.0 Por Administración

El Organismo Estatal encargado de estos trabajos efectúe directamente el camino y se encarga de:

- a) Control Técnico: Diseño de la Vía, especificaciones, replanteo, cálculo, etc.
- b) Control Administrativo : Abastecimientos, planillas, pagos, facturas, etc.
- c) Control de Avances: Dirección de la ejecución de los trabajos.

3.1.2.0 Por Contrata

Se firma entre la entidad y el contratista, en ella se estipulan las condiciones y un pliego de "Especificaciones Técnicas".

En el documento se fijan fechas de etapas de construcción y los costos que puedan ser por precios unitarios de cada tipo de Obra, o pueden hacerse a suma alzada, es decir fijando un costo Global Total de la Obra. En cualquier camino se fija la fecha de terminación de los trabajos.

El organismo Estatal encargado, supervigila la obra y controla que se cumpla las especificaciones.

3.1.3.0 Sistema Mixto

Son una combinación de ambos y forman lo que se llama una "Administración Centrada". El contratista se encarga del control Técnico, Administrativo y Avance de la Obra, asesorando también al contratante para la compra de materiales y elementos para la ejecución de la obra.

El cobro que efectúa el contratista es un porcentaje del monto total del presupuesto.

3.1.4.0 Sistema de Destajo

Es un convenio verbal entre el Ingeniero de la Administración y el Destajero (viene a ser un pequeño contratista), para la ejecución de un pequeño tramo por la suma que arrojan las valorizaciones o por una cantidad determinada.

3.2.0.0 FORMAS DE EJECUCION DEL TRABAJO

Las formas de realizar los trabajos, tanto por el sistema de Contrato o por Administración son tres:

- 1º A Mano
- 2º A Máquina
- 3º Mixto, usando hombres y máquinas

Para la ejecución de este proyecto se usará el sistema de contrato por precios unitarios y la forma de trabajo será el mixto.

3.2.1.0 Instalación de Campamento

Se buscará un lugar apropiado para la instalación del campamento, por ejemplo una quebrada para tener agua y para estar abrigado, si la zona es fría, el lugar debe estar más o menos en el centro de la obra para no tener que cambiarlo con frecuencia.

Elegido el lugar, se instala el campamento considerando un área de 7.5 m² por persona.

Ubicado e instalado el campamento se acumula allí los elementos necesarios para el trabajo: herramientas, equipo, materiales, repuestos para la maquinaria, combustible, lubricantes, etc., además víveres y medicinas.

3.2.2.0 Limpieza y Roce

Consiste en despejar el terreno natural dejándolo limpio de monte, malezas, yerbas, etc., a fin de poder iniciar los trabajos de explanaciones.

El ancho de la zona que se limpia es variable según la topografía del terreno y según la clase de vegetación que se encuentra, en mi caso será de 20 mts. a cada lado del eje, o sea 4 has/km.

3.2.3.0 Rayado de Taludes

Del perfil longitudinal se sacan lo que se llama las "Relaciones de Altura", que no son sino las alturas de corte y relleno de cada uno de las estacas del trazo.

De las secciones transversales se saca las distancias a que queda el Talud, o mejor dicho la distancia a la cual se deberá empezar a cortar en el terreno, o cuando se trata de un relleno, se saca la distancia a la que queda el pie del Talud de relleno.

Es conveniente siempre poner "Las Estacas de Talud" a ambos lados de cada estaca del eje. Uniendo las estacas de talud el cual se marcará haciendo una zanjita con la punta del pico, de modo que quede materializado en el terreno.

3.2.4.0 Movimiento de Tierra

Esta es una de las etapas que tiene influencia directa en el costo de un camino y este costo varía según la clasificación del suelo por la que atraviesa.

3.2.5.0 Análisis de Suelos

Para el presente trabajo todo los Ensayos de Suelos realizados se efectuaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Nacional de San Martín, rigiéndose a lo reglamentado por la ASTM.

Todo los cálculos se ubican en el Anexo Tomo II.

3.2.6.0 Clasificación del Terreno

El sistema de clasificación que se usa en el Perú es:

3.2.6.1 Materiales Suelos

Son las tierras comunes, tierras vegetales, húmedas y secas, arenas, arcillas secas, las arenas aglomeradas con arcillas.

3.2.6.2 Roca Blanda o Suelos

En este grupo se encuentran los terrenos de aluvión antiguo o conglomerado, rocas muy descompuestas, arcillas puras, especialmente cuando están húmedas, también las rocas calizas, arcillosas, sedimentarias y las rocas que presentan planos de clivaje frecuentes.

3.2.6.3 Rocas Fijas o Duras

Incluyen en este grupo las rocas compactas como las rocas ígneas, las areniscas, calcáreas duras y algunas variedades de conglomerados.

3.3.0.0 DIAGRAMA DE MASAS

Es la representación gráfica de la "Integral" de los volúmenes a moverse, considerando (+) positivo los cortes y (-) negativo los rellenos.

3.3.1.0 Objetivo del Diagrama de Masas

El empleo del diagrama de masas, es indispensable cuando se va a efectuar trabajos con máquinas, ya que con el diagrama se encuentran las distancias medias de transporte, así como los volúmenes de compensación, además podremos elegir en base a estos diagramas la maquinaria más conveniente a usar.

Hay sin embargo dos casos en que el diagrama de masas no tiene aplicación:

- a) Cuando la rasante debe llevarse íntegramente en relleno como por ejemplo en terrenos de cultivo o zonas con problemas de drenaje.
- b) Cuando la plataforma tiene que llevarse en media ladera y hay un gran exceso de material de corte, el diagrama sube constantemente en estos casos no habrá compensación. En todos los demás casos el diagrama es de gran utilidad.

3.3.2.0 Dibujo del Diagrama de Masas

El diagrama de masas es la representación gráfica de la integral o suma de los volúmenes de cada estaca.

Para obtener los volúmenes acumulativos, antes se han corregido los volúmenes en cada estaca, donde los cortes tienen signo negativo; luego se irá sumando algebraicamente las diferencias.

Para el dibujo del diagrama se toma un sistema de coordenadas, abscisas se presentan las distancias correspondientes a cada estaca, a la misma escala del perfil longitudinal, es decir 1:2,000 y en las ordenadas se representan el volumen acumulativo de las diferencias de cada estaca a una escala conveniente (en este caso 1 cm-200 m³). El resultado será una curva, la cual analizada detalladamente nos dará informaciones valiosas. Los volúmenes de corte y relleno debe corregirse usando los factores correspondientes según el tipo de suelo.

3.3.3.0 Factores de Corrección

La clasificación dada en el programa de Tesis, es 94% Tierra Compacta y 06% de Roca Suelta en todo el tramo, considerando entonces; 3,825.80 mts. de Tierra Compacta y 244.20 mts. de Roca Suelta para la corrección existen dos criterios.

3.3.3.1 Criterio Europeo

Multiplicar los volúmenes de corte por el Factor "Natural o Suelo", las magnitudes de relleno que vienen dados con volúmenes compactados se cambian a suelto.

3.3.3.2 Criterios Americano

Corregir solamente el relleno y dejar igual al corte, factor de corrección "Natural o Compactado". Usará el criterio americano. Este criterio es el que se utilizó para el desarrollo de la presente Tesis.

3.3.4.0 Propiedades Físicas de los Suelos

Es necesario saber que el volumen y densidad del material sufren cambios considerables cuando se le excava, acarrea y compacta.

3.3.4.1 Esponjamiento

Es el aumento de volumen que sufren un material al pasar del estado natural (o sea en banco) a un estado suelto.

3.3.4.2 Contracción

Es la disminución de volumen del suelo al pasar del estado suelto al compactado. Esta disminución de volumen trae consigo un incremento de la densidad.

FACTOR DE CONVERSION DE SUELOS

CLASE DE MATERIAL	ESTADO ACTUAL	CONVERTIDO		A COMPACTADO
		NATURAL	SUELTO	
A R E N A	Natural	1.00	1.11	0.95
	Suelto	0.90	1.00	0.85
	Compactado	1.05	1.17	1.00
T I E R R A C O M U N	Natural	1.00	1.25	0.90
	Suelto	0.80	1.00	0.72
	Compactado	1.11	1.39	1.00
A R C I L L A	Natural	1.00	1.43	0.90
	Suelto	0.70	1.00	0.63
	Compactado	1.11	1.59	1.00
R O C A	Natural	1.00	1.59	1.30
	Suelto	0.67	1.00	0.87
	Compactado	0.77	1.15	1.00

DIAGRAMA DE MASAS ESTUDIO ELABORADO

CARRETERA: Variante en el trazo original

Km. 0+000 - 0+400

Vía de Evitamiento

ESTACA	DIST.	VOLUMENES		Coeficiente.	Volum. Relleno Corregido	Diferen. Volum.	Suma Algebraica
		Corte Util	Relleno Efectiv.				
00 + 0	-	-	-	-	-	-	-
02 + 0	20	46	-	-	-	+46	+46
04 + 0	20	80	-	-	-	+80	+126
05 + 0	10	52	-	-	-	+52	+178
06 + 0	10	66	-	-	-	+66	+244
07 + 0	10	78	-	-	-	+78	+322
08 + 0	10	147	-	-	-	+147	+469
09 + 0	10	153	-	-	-	+153	+622
10 + 0	10	116	-	-	-	+116	+738
12 + 0	20	248	-	-	-	+248	+986
14 + 0	20	271	-	-	-	+271	+1,257
16 + 0	20	144	-	-	-	+144	+1401
18 + 0	20	99	-	-	-	+99	+1,500
20 + 0	20	160	-	-	-	+160	+1,660
22 + 0	20	106	-	-	-	+106	+1,766
24 + 0	20	116	-	-	-	+116	+1,882
28 + 0	40	178	-	-	-	+178	+2,060
30 + 0	20	66	-	-	-	+66	+2,126
32 + 0	20	80	-	-	-	+80	+2,206
34 + 0	20	110	-	-	-	+110	+2,316
36 + 0	20	76	-	-	-	+76	+2,392
38 + 0	20	74	-	-	-	+74	+2,466
40 + 0	20	106	-	-	-	+106	+2,57

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 0+420 - 0+860

ESTACA	DIST.	VOLUMENES		Coeficiente	Volum. Relleno Corregido.	Diferen. Volum.	Suma Algebraica.
		Corte Util	Relleno Efectiv.				
42 + 0	-	74	-	-	-	+74	+2,646
44 + 0	-	43	01	1.20	01	+42	+2,688
45 + 0	10	13	08	1.20	10	+03	+2,691
46 + 0	10	17	11	1.20	13	+04	+2,695
47 + 0	10	17	13	1.20	16	+01	+2,696
48 + 0	10	07	32	1.20	38	-31	+2,665
50 + 0	20	08	94	1.20	113	-105	+2,560
52 + 0	20	07	93	1.20	112	-105	+2,455
54 + 0	20	11	60	1.20	72	-61	+2,394
56 + 0	20	16	20	1.20	24	-08	+2,386
58 + 0	20	17	13	1.20	16	+01	+2,387
60 + 0	20	16	17	1.20	20	-04	+2,383
62 + 0	20	17	16	1.20	19	-02	+2,381
64 + 0	20	14	25	1.20	30	-16	+2,365
66 + 0	20	11	29	1.20	35	-24	+2,341
68 + 0	20	19	06	1.20	07	+12	+2,353
70 + 0	20	17	08	1.20	10	+07	+2,360
72 + 0	20	20	08	1.20	10	+10	+2,370
74 + 0	20	28	-	-	-	+28	+2,398
76 + 0	20	26	-	-	-	+26	+2,424
78 + 0	20	19	12	1.20	14	+05	+2,429
80 + 0	20	11	37	1.20	44	-33	+2,396
82 + 0	20	18	07	1.20	08	+10	+2,406
84 + 0	20	32	-	-	-	+32	+2,438
86 + 0	20	23	03	1.20	04	+19	+2,457

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 0+880 - 1+280

ESTACA	DIST.	VOLUMENES		Coeficiente	Volum. Relleno Corregido	Diferen. Volum.	Suma Algebraica
		Corte Util	Relleno Efectiv.				
88 + 0	20	25	03	1.20	04	+21	+2,478
90 + 0	20	47	-	-	-	+47	+2,525
92 + 0	20	61	-	-	-	+61	+2,586
94 + 0	20	34	05	1.20	06	+28	+2,614
96 + 0	20	14	08	1.20	10	+04	+2,618
98 + 0	20	13	14	1.20	17	-04	+2,614
Km. 1	20	82	03	1.20	04	+78	+2,692
01 + 0	10	68	-	-	-	+68	+2,760
02 + 0	10	56	-	-	-	+56	+2,816
03 + 0	10	61	-	-	-	+61	+2,877
04 + 0	10	52	-	-	-	+52	+2,929
05 + 0	10	29	05	1.20	06	+23	+2,952
06 + 0	10	06	88	1.20	106	-100	+2,852
08 + 0	20	-	341	1.20	409	-409	+2,443
09 + 0	10	-	178	1.20	214	-214	+2,229
10 + 0	10	-	139	1.20	167	-167	+2,062
12 + 0	20	-	137	1.20	164	-164	+1,898
14 + 0	20	03	49	1.20	59	-56	+1,842
16 + 0	20	48	09	1.20	11	+37	+1,879
18 + 0	20	189	-	-	-	+189	+2,068
20 + 0	20	240	-	-	-	+240	+2,308
22 + 0	20	210	-	-	-	+210	+2,518
24 + 0	20	228	-	-	-	+228	+2,746
26 + 0	20	192	-	-	-	+192	+2,938
28 + 0	20	125	-	-	-	+125	+3,063

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 1+300 - 1+800

ESTACA	DIST.	VOLUMENES		Coeficiente	Volum. Relleno Corregido	Diferen. Volum.	Suma Algebraica
		Corte Util	Relleno Efectiv.				
30 + 0	20	22	72	1.20	86	-64	+2,999
32 + 0	20	-	412	1.20	494	-494	+2,505
34 + 0	20	-	653	1.20	784	-784	+1,721
36 + 0	20	-	-	-	-	-	+1,721
38 + 0	20	-	-	-	-	-	+1,721
Río	-	-	-	-	-	-	+1,721
44 + 0	60	-	-	-	-	-	+1,721
46 + 0	20	-	189	1.20	227	-227	+1,494
48 + 0	20	-	860	1.20	1,032	-1,032	+462
50 + 0	20	-	1,044	1.20	1,253	-1,253	-791
52 + 0	20	-	1,076	1.20	1,291	-1,291	-2,082
54 + 0	20	-	1,005	1.20	1,206	-1,206	-3,288
56 + 0	20	-	849	1.20	1,019	-1,019	-4,307
58 + 0	20	-	751	1.20	901	-901	-5,208
60 + 0	20	-	618	1.20	742	-742	-5,950
62 + 0	20	-	376	1.20	451	-451	-6,401
64 + 0	20	-	288	1.20	346	-346	-6,747
66 + 0	20	-	214	1.20	257	-257	-7,004
68 + 0	20	-	52	1.20	62	-62	-7,066
70 + 0	20	25	12	1.20	14	+11	-7,055
72 + 0	20	20	12	1.20	14	+06	-7,049
74 + 0	20	26	-	-	-	+26	-7,083
76 + 0	20	-	39	1.20	47	-47	-7,070
78 + 0	20	-	149	1.20	179	-179	-7,249
80 + 0	20	-	215	1.20	258	-258	-7,507

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 1+820 - 2+300

ESTACA	DIST.	VOLUMENES		Coeficiente	Volum. Relleno Corregido	Diferen. Volum.	Suma Algebraica
		Corte Util	Relleno Efectiv.				
82 + 0	20	-	203	1.20	244	-244	-7,751
84 + 0	20	-	107	1.20	128	-128	-7,879
86 + 0	20	-	56	1.20	67	-67	-7,946
88 + 0	20	19	15	1.20	18	+01	-7,945
90 + 0	20	37	-	-	-	+37	-7,988
92 + 0	20	33	-	-	-	+33	-7,875
94 + 0	20	-	18	1.20	22	-22	-7,897
96 + 0	20	-	85	1.20	102	-102	-7,999
98 + 0	20	-	111	1.20	133	-133	-8,132
Km. 2	20	-	99	1.20	119	-119	-8,251
02 + 0	20	-	102	1.20	122	-122	-8,373
04 + 0	20	-	115	1.20	138	-138	-8,511
06 + 0	20	-	123	1.20	148	-148	-8,659
08 + 0	20	-	124	1.20	149	-149	-8,808
10 + 0	20	-	82	1.20	98	-98	-8,906
12 + 0	20	-	37	1.20	44	-44	-8,950
14 + 0	20	-	114	1.20	137	-137	-9,087
16 + 0	20	-	199	1.20	239	-239	-9,326
18 + 0	20	-	232	1.20	278	-278	-9,604
20 + 0	20	-	219	1.20	263	-263	-9,867
22 + 0	20	-	175	1.20	210	-210	-10,077
24 + 0	20	-	161	1.20	193	-193	-10,270
26 + 0	20	-	151	1.20	181	-181	-10,451
28 + 0	20	-	155	1.20	186	186	-10,637
30 + 0	20	-	155	1.20	186	186	-10,823

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 2+320 - 2+800

ESTACA	DIST.	VOLUMENES		Coeficiente	Volum. Relleno Corregido	Diferen. Volum.	Suma Algebraica
		Corte Util	Relleno Efectiv.				
32 + 0	20	-	147	1.20	176	-176	-10,999
34 + 0	20	-	151	1.20	181	-181	-11,180
36 + 0	20	-	153	1.20	184	-184	-11,364
38 + 0	20	-	115	1.20	138	-138	-11,502
40 + 0	20	-	55	1.20	66	-66	-11,568
42 + 0	20	30	06	1.20	07	+23	-11,545
44 + 0	20	53	-	-	-	+53	-11,492
46 + 0	20	78	-	-	-	+78	-11,414
48 + 0	20	102	-	-	-	+102	-11,312
50 + 0	20	96	-	-	-	+96	-11,216
52 + 0	20	17	190	1.20	228	-211	-11,427
54 + 0	20	-	34	1.20	41	-41	-11,468
56 + 0	20	-	146	1.20	175	-175	-11,643
58 + 0	20	-	143	1.20	172	-172	-11,815
60 + 0	20	-	43	1.20	52	-52	-11,867
62 + 0	20	03	03	1.20	04	-01	-11,868
64 + 0	20	-	79	1.20	95	-95	-11,963
66 + 0	20	-	302	1.20	362	-362	-12,325
68 + 0	20	-	240	1.20	288	-288	-12,613
70 + 0	20	51	38	1.20	46	+05	-12,608
72 + 0	20	41	08	1.20	10	+31	-12,577
74 + 0	20	-	122	1.20	146	-146	-12,723
76 + 0	20	-	206	1.20	247	-247	-12,970
78 + 0	20	-	276	1.20	331	-331	-13,301
80 + 0	20	-	304	1.20	365	-365	-13,666

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 2+820 - 3+300

ESTACA	DIST.	VOLUMENES		Coeficiente	Volum. Relleno Corregido	Diferen. Volum.	Suma Algebraica
		Corte Util	Relleno Efectiv.				
82 + 0	20	-	296	1.20	355	-355	-14,021
84 + 0	20	-	286	1.20	343	-343	-14,364
86 + 0	20	-	189	1.20	227	-227	-14,591
88 + 0	20	-	180	1.20	216	-216	-14,807
90 + 0	20	-	398	1.20	478	-478	-15,285
92 + 0	20	-	426	1.20	511	-511	-15,796
94 + 0	20	-	254	1.20	305	-305	-16,101
96 + 0	20	-	243	1.20	292	-292	-16,393
98 + 0	20	-	271	1.20	325	-325	-16,718
Km. 3	20	-	256	1.20	307	-307	-17,025
02 + 0	20	-	215	1.20	258	-258	-17,283
04 + 0	20	-	193	1.20	232	-232	-17,515
06 + 0	20	-	194	1.20	233	-233	-17,748
08 + 0	20	-	218	1.20	262	-262	-18,010
10 + 0	20	-	211	1.20	253	-253	-18,263
12 + 0	20	-	206	1.20	247	-247	-18,510
14 + 0	20	-	241	1.20	289	-289	-18,799
16 + 0	20	-	249	1.20	299	-299	-19,098
18 + 0	20	-	200	1.20	240	-240	-19,338
20 + 0	20	-	208	1.20	250	-250	-19,588
22 + 0	20	-	183	1.20	220	-220	-19,808
24 + 0	20	-	157	1.20	188	-188	-19,996
26 + 0	20	-	213	1.20	256	-256	-20,021
28 + 0	20	-	219	1.20	263	-263	-20,284
30 + 0	20	-	209	1.20	251	-251	-20,535

CARRETERA: Variante en el trazo original
Vía de Evitamiento

Km. 3+320 - 3+800

ESTACA	DIST.	VOLUMENES		Coeficiente	Volum. Relleno Corregido	Diferen. Volum.	Suma Algebraica
		Corte Util	Relleno Efectiv.				
32 + 0	20	-	219	1.20	263	-263	-20,798
34 + 0	20	-	268	1.20	322	-322	-21,120
36 + 0	20	-	292	1.20	350	-350	-21,470
38 + 0	20	-	228	1.20	274	-274	-21,744
40 + 0	20	202	41	1.20	49	+153	-21,591
42 + 0	20	1,214	-	-	-	+1,214	-20,377
44 + 0	20	1,396	-	-	-	+1396	-18,981
46 + 0	20	1,036	-	-	-	+1,036	-17,945
48 + 0	20	661	-	-	-	+661	-17,284
50 + 0	20	261	-	-	-	+261	-17,023
52 + 0	20	101	-	-	-	+101	-16,922
54 + 0	20	304	-	-	-	+304	-16,618
56 + 0	20	490	-	-	-	+490	-16,128
58 + 0	20	517	-	-	-	+517	-15,611
60 + 0	20	480	-	-	-	+480	-15,131
62 + 0	20	413	-	-	-	+413	-14,718
64 + 0	20	324	-	-	-	+324	-14,394
66 + 0	20	346	-	-	-	+346	-14,048
68 + 0	20	175	08	1.20	10	+165	-13,883
70 + 0	20	-	109	1.20	131	-131	-14,014
72 + 0	20	-	220	1.20	264	-264	-14,278
74 + 0	20	-	275	1.20	330	-330	-14,608
76 + 0	20	-	268	1.20	322	-322	-14,930
78 + 0	20	-	276	1.20	331	-331	-15,261
80 + 0	20	-	331	1.20	397	-397	-15,658

CARRETERA: Variante en el trazo original.
Vía de Evitamiento

Km. 3+820 - 4+070

ESTACA	DIST.	VOLUMENES		Coeficiente	Volum. Relleno Corregido	Diferen. Volum.	Suma Algebraica
		Corte Util	Relleno Efectiv.				
82 + 0	20	-	224	1.20	269	-269	-15,927
84 + 0	20	-	44	1.20	53	-53	-15,980
86 + 0	20	-	33	1.20	40	-40	-16,020
88 + 0	20	-	29	1.20	35	-35	-16,055
90 + 0	20	-	53	1.20	64	-64	-16,119
92 + 0	20	-	140	1.20	168	-168	-16,287
94 + 0	20	-	240	1.20	288	-288	-16,575
96 + 0	20	-	285	1.20	342	-342	-16,917
98 + 0	20	-	278	1.20	334	-334	-17,251
Km. 4	20	-	419	1.20	503	-503	-17,754
02 + 0	20	-	459	1.20	551	-551	-18,305
04 + 0	20	-	280	1.20	336	-336	-18,641
06 + 0	20	-	185	1.20	222	-222	-18,863
07 + 0	10	-	19	1.20	23	-23	-18,886

El gráfico del presente estudio se detalla en el Tomo II

3.3.5.0 Propiedades del Diagrama de Masa

Recordando la forma como se ha hecho y observando la figura se deduce que la curva goza de las siguientes propiedades:

- 1º El Diagrama es ascendente cuando hay exceso de corte y descendente cuando hay exceso de relleno.
- 2º Los puntos en que el perfil longitudinal señala cambios de corte a relleno o de relleno a corte, corresponden en el diagrama de masas a las ordenadas máximas o mínimas.
- 3º La diferencia entre dos ordenadas consecutivas del diagrama de masas representa a la escala adoptada, el excedente de corte o relleno queda después de la compensación transversal entre las estacas correspondientes.
- 4º En los puntos en que la curva corta a la línea de base hay compensación de volúmenes, pues indica que en esos puntos la suma algebraica entre cortes y rellenos es cero.
- 5º Si la línea termina en la línea base hay compensación absoluta
- 6º Si la curva no termina en la línea de base, la ordenada final representa el exceso de corte si queda por encima de la línea de base, y el exceso de relleno si queda por debajo de la línea zeros.
- 7º Toda paralela a la línea de base que corte a curva en dos puntos, determina segmentos compensados. Estas líneas se denominan "Líneas de Balance" y son trazados con el fin de obtener las líneas medias de transporte.

- 8º Si la curva está encima de la horizontal (Línea de Balance), el transporte se hace de izquierda a derecha, y si está debajo de la línea de balance se hace de derecha a izquierda.
- 9º El área comprendida en un segmento cerrado representa los momentos de transporte de los volúmenes que se compensan.
- 10º El cociente del área de un segmento cerrado, dividido, entre la ordenada que representa los volúmenes que se compensan, da la distancia media de transporte.
- 11º Cuando la distancia horizontal entre dos puntos de balance es igual o menor que la distancia libre de transporte, no hay sobre acarreo entre dos puntos de compensación.

3.3.6.0 Determinación de la Distancia de Transporte

El número de segmentos cerrados obtenidos en el diagrama de masas, representan igual número de compensaciones longitudinales; aplicando las propiedades 9 y 10 del Diagrama de Masas, encontramos las distancias medias de transporte. El promedio de estas distancias de transporte nos dará la distancia media general.

A continuación se presenta el cuadro del Diagrama de Masas para el cálculo de las distancias media de transporte.

COMPENSACION LONGITUDINAL

SEGMENTO	MOMENTO DE TRANSPORTE M4	ORDENADA MAXIMA M3	DISTANCIA DE TRANSPORTE m	ESTACAS
A	32,000.00	200	160	1+070 - 1+085
B	2964,000.00	2,600	1,140	1+320 - 1+490
C	1852,500.00	5,700	325	2+880 - 3+300
	4848,500.00	8,500		

Distancia Media General $\frac{4848,500.00}{8,500} = 570.41$ m.

3.4.0.0 PRESTAMOS

Cuando después de la compensación longitudinal de relleno, se recurre a material de préstamo, que puede estar ubicado a una distancia mayor o menor que la distancia libre de transporte, los préstamos pueden ser:

3.4.1.0 Préstamo Transportado de los Cortes

Cuando el material excedente de cortes contiguos que se encuentra más allá de la distancia libre de transporte son transportados.

3.4.1.1. Préstamo Lateral

Cuando el relleno se cubre con material cortado de los lados adyacentes del camino ubicados a una distancia menor que la distancia libre de transporte.

3.4.1.2 Préstamo con Transporte

Cuando el material usado en el relleno es traído de un lugar que se encuentra a mayor distancia que la distancia libre de transporte. Por lo tanto se pagará el corte del material además del transporte.

Este tipo de préstamo es el que corresponde al presente trabajo, y se utilizará de la cantera ubicada en el Distrito de la Banda de Shilcayo, distante 4 km. aproximadamente de obra, por reunir el análisis granulométrico adecuado para estos tipos de trabajo.

3.4.1.3 Botes

Es el excedente de material de corte que no se utiliza y tiene que eliminarse, su eliminación puede hacerse en un punto ubicado a una distancia mayor o menor que la distancia libre de transporte. En el plano se determina que zona es más conveniente para eliminarse.

3.4.2.0 Compensación Transversal

Existe compensación transversal cuando el volumen de corte es la cantidad necesaria para formar el relleno lateral de una sección transversal, en este caso la distancia de transporte es mínima y la compensación se habrá efectuado con material propio, si el volumen de relleno es mayor que el corte será necesario obtener material de préstamo para formar terraplenes.

3.4.3.0 Compensación Longitudinal

Cuando el volumen de corte excede al de relleno, en una compensación transversal, el material sobrante puede utilizarse para formar el relleno de las estacas contiguas. Esta compensación se llama longitudinal y se hace en base del estudio del diagrama de masas.

En la compensación longitudinal, cuando el transporte del material esta comprendido de la distancia libre de transporte, solo se paga el corte, pues se considera que se forma rellenos propios.

3.4.4.0 Rellenos con Transporte

Analizando nuestro diagrama de masas se observa que necesitamos rellenos con transportes en los tramos comprendidos entre las Estacas 1+070 - 1+085 (Segmento A); 1+320 - 1+490 (Segmento B); 2+880 - 3+300 (Segmento C), para formar rellenos y terraplenes, ya que los materiales de corte se hallan a distancias mayores de 120 mts.

3.4.4.1 Préstamo (P)

El material ha ser utilizado como préstamo se obtendrá de la cantera ubicada 200 mts a la derecha de la pista que conduce al Hotel de Turistas, altura de la cuadra 9; del Distrito de la Banda de Shilcayo y se usará en las progresivas: 1+480 al 1+840; 1+940 al 2+360; 2+480 al 2+880 y del 3+750 al 4+070, con una distancia promedio de transporte de 2,500 mts.

3.4.4.2 Volúmenes de Botes

Se llama botes al exceso de material provenientes de cortes que se usan y por lo tanto debe eliminarse.

Para nuestro caso el volumen de botes comprende la materia orgánica a eliminarse, que según el análisis efectuado en el Metrado de Explanaciones asciende a: 7,698 m³. la misma que será utilizada en el enriquecimiento de suelos laterales de la vía con fines de arborización y ornato, previo tratamiento respectivo, ya que son suelos netamente agrícolas.

BOTES	ESTACAS	VOLUMEN	DISTANCIA ASIGNADA(m)
B1	0+050 - 0+220	364	90
B2	1+460 - 2+400	2,674	90
B3	2+520 - 4+070	4,660	90

3.4.4.3 Rellenos Propios

En la compensación longitudinal se obtiene 3 zonas en la que el relleno y el corte están compensados.

A continuación se presenta el cuadro del Diagrama de Masas donde la compensación longitudinal existe entre relleno y corte:

RELLENOS COMPENSADOS LONGITUDINALMENTE

RELLENO PROPIO	ESTACA	VOLUMEN	DISTANCIA LIBRE
A	1+070 - 1+085	200	160
B	1+320 - 1+490	2,600	1,140
C	2+880 - 3+300	5,700	325
		8,500 m3.	

3.5.0.0 EXPLOSIVOS Y PERFORACION

3.5.1.0 Generalidades

Para el trabajo en roca, es necesario romperla o fraccionarla para que pueda ser manejada con los equipos de excavación.

Este fraccionamiento se logra barreando hasta cierta profundidad y colocando explosivos dentro de la perforación para hacerlo detonar.

3.5.2.0 Explosivos

Los explosivos comerciales que se usan en la construcción de caminos son sustancias sólidas que se transforman rápidamente en grandes volúmenes de gases por acción de choque, chispa u otras formas de incendio.

Para el presente trabajo no se utilizarán explosivos en el procedimiento constructivo por el tipo de material a trabajarse (Tierra Compacta), motivo por el cual sólo se efectuará una conceptualización de los tipos de explosivos.

Deben cumplirse las siguientes condiciones:

- 1º Deben poder manipularse con seguridad
- 2º Deben ser inalterables físicas y químicamente por largo tiempo
- 3º Deben ser inalterables por las variaciones de temperatura y por acción del agua.
- 4º Soportarán los golpes y sacudidas a que inevitablemente han de estar sometidos en su manipuleo y transporte.
- 5º Su explosión no debe producir gases tóxicos, especialmente cuando se le

emplea en lugares cerrados, túneles, etc.

3.5.3.0 Tipos de Explosivos Comerciales

Pueden clasificarse en:

3.5.3.1 Deflagrantes

Son aquellos en los que los gases se generan progresivamente a medida que se efectúa la combustión y la carga explota por ignición. Entre estos tenemos la pólvora negra usada en caminos cuando se trata de terrenos conglomerados, aluvionales, arcillas duras, etc.

3.5.3.2 Detonantes

Explosivos en los que, la conversión de sólidos a gas es prácticamente instantánea, siendo el volumen de gas generado mucho mayor que en los explosivos deflagrantes.

Entre estos tenemos las dinamitas que tienen como base la nitroglicerina.

En los mercados las dinamitas vienen en cartuchos de 8" de largo y varios diámetros:

- 7/8" Para trabajos a mano
- 1" Si es con compresora neumática.

3.6.0.0 SELECCION DE EQUIPO

Para la selección de equipo debemos tener en cuenta:

- Distancia de transporte económico
- Topografía de la zona de trabajo
- Clase y volumen de material removido

Las distancias económicas recomendadas de acuerdo a la distancia media de transporte son:

TIPO DE EQUIPO	DISTANCIA ECONOMICA DE TRANSPORTE
Tractor	Hasta 120 m.
Mototrailla	De 120 a 1,500 m.
Camiones y Cargadores Frontales	Más de 450 m.

Para el movimiento de tierra se elige el tractor de orugas con empujador angular, así como también los Volquetes y Palas Mecánicas.

Las razones por las que se eligió en estos tipos de máquina son:

1. El Tractor de Orugas con empujador angular, para aquellos tramos que según el análisis del Diagrama de Masas se encuentran entre 0 a 120 mts., ya que es el equipo adecuado para realizar el trabajo de compensación longitudinal dentro de estas distancias.
2. Para las distancias mayores a 120 mts., que en nuestro caso la distancia media general es de 570.41 mts., se utilizarán palas mecánicas con volquetes.
3. El tractor cumple muy bien su función en suelos recosos y tierra compacta que es nuestro caso.
4. Se ha elegido el modelo CAT D-7 en Tractores, CAT 360 en Palas y Volquetes de 15 m³. por su alto rendimiento, considerando el movimiento de tierra existente.

3.6.1.0 Cálculo de tiempo de Ejecución y Rendimiento de Maquinaria.

Calcularemos los tiempos y rendimientos del Tractor, Volquetes y Palas Mecánicas, para el movimiento de tierras, que comprende:

- Compensación transversal
- Compensación longitudinal

- Préstamos

Calcularemos primero para el caso del rendimiento del Tractor :

$$R = \frac{60 \times Q \times E \times f}{C_m}$$

Donde:

R = Rendimiento de tractor en m³/hm

60 = Minutos de una hora

Q = Capacidad del empujador en material suelto

E = Eficiencia de la máquina (80 %)

f = Factor de conversión de suelos

C_m = Tiempo que dura un ciclo de kilómetro trabajo en minutos.

$$C_m = T_f + T_v$$

Donde:

T_f = Tiempo fijo = 2x10" = 0.33 min. (Dos cambios de velocidad).

T_v = Tiempo variable según la distancia de transporte y la velocidad del tractor.

VALORES DE "Q"

TRACTOR	METROS CUBICOS SUELTOS	
	EMPUJADOR RECTO	EMPUJADOR ANGULAR
D - 8	3.8	3.7
D - 7	3.1	2.9
D - 6	2.0	1.9
D - 4	1.4	1.3

VELOCIDAD DEL TRACTOR D-7 (CATERPILLAR)

MARCHA ADELANTE K.P.H.					MARCHA ATRAS 15 K.P.H			
1ra	2da	3ra	4ta	5ta	1ra	2da	3ra	4ta
2.25	3.54	5.15	7.40	9.65	2.57	4.18	6.12	8.69

3.6.2.0 Volúmenes de Movimiento de Tierras

Los volúmenes que se moverán son:

- Corte Total:

1.	Corte en Tierra Compacta	12,948 m ³
	Corte en Roca Suelta	471 m ³
		13,419 m ³

- Relleno Total:

· Relleno de Compensación

Transversal	450 m ³	
Longitudinal	26,675 m ³	_____
		27,675 m ³

- Botes (Materia Orgánica)	7,698 m ³	_____
		7,698 m ³

Datos que han sido obtenidos del metrado general y del diagrama de masas.

3.6.2.1 Cálculo de Tiempos y Rendimientos de la Compensación Transversal

Estaca : 0+000 - 4+070
Material : Tierra Compacta
Volumen de Compensación: 450 m³
Distancia media considerada: 15 mts.
Factor de conversión de suelos: 1.25
Maquinaria empleada: Tractor de Cat D-7
Capacidad del empujador: 2.9 m³.
Eficiencia del tractor: 80 %

Tiempo que dura el ciclo:

$$C_m = T_f + T_v$$

$$T_f = 2 \times 10'' = 20'' = 0.33 \text{ min.}$$

Velocidad de ida (cargado) : 2.25 K.P.H.(1ra.)

Velocidad de regreso (descargado): 6.12 K.P.H.(3ra.)

$$T_v = T_{\text{ida}} + T_{\text{vuelta}}$$

$$T_v = \frac{15 \times 60}{2.25 \times 1000} + \frac{15 \times 60}{6.12 \times 1000} = 0.55 \text{ min}$$

$$C_m = 0.33 + 0.55 = 0.88 \text{ min.}$$

$$R = \frac{60 \times 2.9 \times 0.80 \times 1.25}{0.88} = 197.73 \text{ m}^3/\text{h.}$$

$$\text{Tiempo de Compensación} = \frac{450}{197.73} = 2.28 \text{ horas}$$

$$\text{Tiempo de Compensación Transversal} = 2.28 \text{ horas}$$

3.6.2.2 Cálculo de Tiempos y Rendimiento de la Compensación Longitudinal

SEGMENTO A

Estacas : 1+070 - 1+085

Material : Tierra Compacta

Volumen de Compensación: 200 m³

Factor de Conversión de Suelos: 1.25

Factor por Condiciones de Trabajo: K=0.90

Ciclo de Excavación: C_m

Distancia media de Transporte: 160 mts.

Maquinaria empleada: Volquete y Palas Mecánicas

Capacidad de la Pala : 2.50 m³

Eficiencia de la Pala : 80%

Capacidad del Volquete: 15 m³

$$R = \frac{3,600 Q \times E \times f \times K}{C_m}$$

Tiempo que dura el ciclo de excavación:

$C_m = 60$ seg. (de tabla, para cargador frontal con rotación, excavación y vaceado)

$$R = \frac{3,600 \times 2.50 \times 0.80 \times 1.25 \times 0.90}{60} = 135 \text{ m}^3/\text{hora}$$

Número de Volquetes necesarios:

$$N = 1 + \frac{R(T + D + L)}{60 Q \times E}$$

Velocidad del Volquete Cargado : 16 km/h.

Velocidad del Volquete Descargado: 32 km/h.

Tiempo de Carga: 2 min.

Tiempo de Descarga: 1 min.

Tiempo que dura el ciclo de transporte:

$$T = \frac{160 \times 60}{32 \times 1,000} + \frac{160 \times 60}{16 \times 1,000} = 0.90 \text{ min.}$$

Luego:

$$N = 1 + \frac{135(0.90 + 1 + 2)}{60 \times 15 \times 0.80} = 1.73$$

$N = 2$ Volquetes

Tiempo de Compensación: $\frac{200}{135} = 1.48$ horas

Tiempo de Compensación Longitudinal: 1.48 horas

SEGMENTO B

Estacas : 1+320 - 1+490

Material : Tierra Compacta

Volumen de Compensación: 2,600 m³

Factor de Conversión de Suelos: 1.25

Factor por Condiciones de Trabajo: K=0.90

Ciclo de Excavación: Cm

Distancia media de Transporte: 1,140 mts.

Maquinaria empleada: Volquetes y Palas Mecánicas

Capacidad de la Pala: 2.50 m³

Eficiencia de la Pala : 80%

Capacidad del Volquete: 15 m³

$$R = \frac{3,600 Q \times E \times f \times K}{Cm}$$

Tiempo que dura el ciclo de excavación:

Cm = 60 seg. (de tabla, para cargador frontal con rotación, excavación y vaceado)

$$R = \frac{3,600 \times 2.50 \times 0.80 \times 1.25 \times 0.90}{60} = 135 \text{ m}^3/\text{h}$$

Número de Volquetes necesarios:

$$N = 1 + \frac{R (T + D + L)}{60 Q \times E}$$

Velocidad del Volquete Cargado: 16 km/h.

Velocidad del Volquete Descargado: 32 km/h.

Tiempo de Carga: 2 min.

Tiempo de Descarga: 1 min.

Tiempo que dura el ciclo de transporte:

$$T = \frac{1,140 \times 60}{32 \times 1,000} + \frac{1,140 \times 60}{16 \times 1,000} = 6.41 \text{ min.}$$

Luego:

$$N = 1 + \frac{135 (6.41 \times 1 \times 2)}{60 \times 15 \times 0.80} = 2.76$$

N = 3 Volquetes

$$\text{Tiempo de Compensación : } \frac{2,600}{135} = 19.26 \text{ horas}$$

Tiempo de Compensación Longitudinal: 19.26 horas

SEGMENTO C

Estacas : 2+880 - 3+300

Material : Tierra Compacta

Volumen de Compensación: 5,700 m³

Factor de Conversión de Suelos: 1.25

Factor por Condiciones de Trabajo: K=0.90

Ciclo de Excavación: Cm

Distancia media de Transporte: 325 m.

Maquinaria Empleada: Volquetes y Palas Mecánicas

Capacidad de la Pala : 2.50 m³

Eficiencia de la Pala : 80%

Capacidad del Volquete: 15 m³

$$R = \frac{3,600 \times Q \times E \times f \times K}{C_m}$$

Tiempo que dura el ciclo de excavación:

$$C_m = 60 \text{ seg. (de tabla, para cargador frontal con rotación, excavación y vaceado)}$$

$$R = \frac{3,600 \times 2.50 \times 0.80 \times 1.25 \times 0.90}{60} = 135 \text{ m}^3/\text{h.}$$

Número de Volquetes necesarios:

$$N = 1 + \frac{R (T + D + L)}{60 Q \times E}$$

Velocidad del Volquete Cargado: 16 km/h.

Velocidad del Volquete Descargado: 32 km/h.

Tiempo de Carga: 2 min.

Tiempo de Descarga: 1 min.

Tiempo que dura el ciclo de transporte:

$$T = \frac{325 \times 60}{32 \times 1,000} + \frac{325 \times 60}{16 \times 1,000} = 1.83 \text{ horas}$$

Luego:

$$N = 1 + \frac{135 (1.83 + 1 + 2)}{60 \times 15 \times 0.80} = 1.91$$

N = 2 Volquetes

$$\text{Tiempo de Compensación } \frac{5,700}{135} = 42.22 \text{ horas}$$

Tiempo de Compensación Longitudinal: 42.22 horas

Tiempo Total de Compensación Longitudinal

$$1.48 + 19.26 + 42.22 = 62.96 \text{ horas}$$

3.6.2.3. Cálculo de Tiempos y Rendimientos en Cortes

BOTE N° 1

Estaca : 0+050 - 0+220

Material : Tierra Compacta

Volumen de Eliminación: 364 m³

Factor de Conversión de Suelos: 1.25

Distancia media de Transporte: 90 mts.

Capacidad del Empujador: 2.9 m³

Eficiencia del Tractor: 80%

$$C_m = 0.33 + \frac{90 \times 60}{2.25 \times 1000} + \frac{90 \times 60}{6.12 \times 1000} = 3.62$$

$$R = \frac{60 \times 2.90 \times 1.25 \cdot 0.80}{3.62} = 48.07 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Tiempo de Eliminación: } \frac{364}{48.07} = 7.57 \text{ horas}$$

BOTE N° 2

Estaca : 1+460 - 2+400

Material : Tierra Compacta

Volumen de Eliminación: 2,674 m³

Factor de Conversión de Suelos: 1.25

Distancia media de Transporte: 90 mts.

Capacidad del Empujador: 2.9 m³

Eficiencia del Tractor: 80 %

$$C_m = 0.33 + \frac{90 \times 60}{2.25 \times 1000} + \frac{90 \times 60}{6.12 \times 1000} = 3.62$$

$$R = \frac{60 \times 2.90 \times 1.25 \times 0.80}{3.62} = 48.07 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Tiempo de Eliminación: } \frac{2,674}{48.07} = 55.63 \text{ horas}$$

BOTE N° 3

Estaca : 2+520 - 4+070

Material : Tierra Compacta

Volumen de Eliminación: 4,660 m³.

Factor de Conversión de Suelos: 1.25

Distancia media de Transporte: 90 mts.

Capacidad del Empujador: 2.9 m³

Eficiencia del Tractor: 80 %

$$C_m = 0.33 + \frac{90 \times 60}{2.25 \times 1000} + \frac{90 \times 60}{6.12 \times 1000} = 3.62$$

$$R = \frac{60 \times 2.90 \times 1.25 \times 0.80}{3.62} = 48.07 \text{ m}^3/\text{hora}$$

$$\text{Tiempo de Eliminación: } \frac{4,660}{48.07} = 96.94 \text{ horas}$$

Tiempo Total de Eliminación:

$$7.57 + 55.63 + 96.94 = 160.14 \text{ horas}$$

3.6.2.4 Cálculo de Tiempos y Rendimiento de Préstamo

Para el material de préstamo a ocuparse, se tomará de la cantera ubicada a 4 km. de la obra, específicamente en la zona Nor Este del Distrito de la Banda de Shilcayo.

Material: Tierra Compacta

Volumen de material de préstamo: 18,886

Factor de conversión de suelos: 1.25

Factor por condiciones de trabajo: $K = 0.90$

Ciclo de excavación: 60 seg.

Distancia media de transporte: 4,000 mts.

Maquinaria empleada: Volquete y Cargador Frontal

Capacidad del Cargador: 2.50 m^3 .

Eficiencia del Cargador: 80 %

Capacidad del volquete: 15 m^3

$$R = 3,600 \frac{Q \times E \times f \times K}{C_m}$$

$$R = \frac{3,600 \times 2.50 \times 0.80 \times 1.25 \times 0.90}{60} = 135 \text{ m}^3/\text{h}$$

Número de Volquetes necesarios:

$$N = 1 + \frac{R (T + D + L)}{60 Q \times E}$$

Velocidad del Volquete Cargado: 16 km/h.

Velocidad del Volquete Descargado: 32 km/h.

Tiempo de Carga: 2 min.

Tiempo de Descarga: 1 min.

Tiempo que dura el ciclo de transporte:

$$T = \frac{4,000 \times 60}{32 \times 1,000} + \frac{4,000 \times 60}{16 \times 1000} = 22.5 \text{ min.}$$

Luego:

$$N = 1 + \frac{135 (22.5 + 1 + 2)}{60 \times 15 \times 0.80} = 5.78$$

N = 6 Volquetes

Tiempo de Compensación: $\frac{18,886}{135} = 139.90$ horas

Tiempo de Compensación Longitudinal: 139.90 horas

3.6.3.0 Rendimiento Total en Tierra Compacta

a) Compensación Transversal:

Estaca : 0+000 - 4+070

R = 197.73 m³/hora = 1,977.30 m³/día

Volumen : 450 m³

$$R = 1,980 \text{ m}^3/\text{día (considerado)}$$

Es importante mencionar que las horas consideradas por un día de trabajo es igual a 10 (considerando el régimen de construcción civil - carreteras).

b) **Compensación Longitudinal**

$$R = (135 \times 200) + (135 \times 2,600) + (135 \times 5,700) \\ = 1,147,500 \text{ m}^3/\text{hora}$$

Volumen total : 8,500 m³

Rendimiento Promedio: 135 m³/hora = 1,350 m³/día

c) **Botes**

$$R = (48.0 \times 364) + (48.07 \times 2,674) + (48.07 \times 4,660) = 370,042.86$$

Volumen total: 7,698 m³

Rendimiento Promedio: 48.07 m³/hora = 481 m³/día

3.7.0.0 ESPECIFICACIONES TECNICAS CONSTRUCTIVAS DE LA EXPLANACION

3.7.1.0 Limpieza y Desforestación

Las áreas que deben ser limpiadas y/o desforestadas, bajo este ítem, serán aquellas que específicamente fueran estacadas en el terreno por el Ingeniero y en general, incluirán todo el área contenida en el prima del camino, toda el área dentro del prisma y hasta un metro más allá del mismo en las zanjas de préstamo laterales del camino, y una faja de un metro a cada lado de la línea de las zanjas de coronación que fueran estacada en el terreno por el Ingeniero.

La limpieza y desforestación consistirán en limpiar el área designada de todos los árboles, obstáculos ocultos, arbustos y otra vegetación, basura y todo otro material inconveniente, incluirá desenraigamiento de muñones, raíces entrelazadas y el retiro de todos los materiales inservibles que resulten de la limpieza y desforestación.

3.7.1.1 Métodos de Construcción

a) Operaciones de Limpieza y Desforestación (Roce)

Las operaciones de limpieza y desforestación se efectuarán en las áreas que hayan sido estacadas en el terreno por el Ingeniero.

Cada uno de los árboles que designe y marque el Ingeniero dentro de las áreas estacadas para limpieza serán conservadas en pie y protegidas contra averías. Con el fin de disminuir a los árboles que queden en pie, los árboles deberán ser derribados hacia el centro del área que se limpia, cuando así lo requiera el Ingeniero.

Siempre que fuera necesario, los árboles deberán ser cortados en secciones de arriba hacia abajo, con el fin de evitar daños a estructuras y otros árboles, a propiedades o para reducir al mínimo el peligro del tráfico.

Todos los tocones, raíces de un diámetro mayor de diez centímetros y raíces enredadas, serán excavadas y retiradas del área designada con la excepción de que los tocones podrán quedar en su lugar en puntos donde el terraplén tenga una altura mayor de un metro, siempre que tales tocones no se levanten a más de 0.30 m. por encima del terreno original y no se aproxime a menos de 0.60 m. de la superficie de alguna subrasante o de algún talud. En el caso de cortes, la excavación y el retiro de muchos tocones y raíces se efectuará hasta una profundidad tal que ninguna porción de ellos que quede bajo la rasante se aproxima a menos de 0.50 m de la subrasante, bermas del

camino o taludes. Los tocones podrán ser cortados al ras del terreno en lugar de ser excavados en las áreas estacadas para ser limpiadas y desforestadas más allá de las líneas de talud del prisma de la carretera, cuando así lo ordene el Ingeniero.

b) Madera utilizable por el Contratista

Todo tronco que se corte en la carretera y que llene los requisitos de las especificaciones podrá ser utilizado por el contratista en obras de drenaje u otras estructuras requeridas en el proyecto, así como también para campamentos con autorización del Ingeniero.

c) Madera que debe ser Aprovechada

Cuando así lo requiera la Dirección de Infraestructura Vial, el contratista será notificado por intermedio del Ingeniero, acerca de las partes utilizables de los árboles que se talen. Estas serán desramadas y aserradas en dimensiones convenientes para ser ordenadamente amontonadas a lo largo de la carretera, completamente aparte de los montones destinados a quemarse o a ser dispuestos en otra forma. No se requerirá que el contratista corte la madera utilizable en longitudes menores de 3 metros.

d) Retiro de material inservible

Toda madera, excepto aquella cuyo empleo o separación fuera ordenada conforme a los párrafos b y c anteriores, todo tronco, arbusto, tacón o raíz u otro desperdicio proveniente de los trabajos de limpieza y desforestación serán quemados, a excepción de aquellos casos en que la Dirección de Infraestructura Vial, permita por escrito que troncos y tocones grandes sean retirados, sin ser quemados a lugares que queden fuera de vista de la carretera. Tales permisos indicarán las condiciones en que se dispondrá de tales troncos y tocones, y deberán ser obtenidos por intermedio del Ingeniero. Los montones

que sean dispuestos para quemarse deberán ser colocados dentro del área limpiada, cerca al centro, o en otros espacios descubiertos cercanos donde no pueda ocurrir daño a árboles y otra vegetación .

e) Manejo del material inservible

En el caso de que al contratista, el Ingeniero le ordenase, que no empezara la operación de quemado, o que suspendiera esa operación por causa de condiciones climáticas desfavorables; el material que debe ser quemado, que interfiere con las operaciones subsiguientes de construcción, debe ser retirado por el contratista temporalmente, al lugar donde no se realice ninguna operación de construcción y después, si así lo ordena el Ingeniero, deberá ser colocado en el camino construido u otra área designada para ser quemado.

3.7.1.2 Método de medición

El área por la cual se pagará, será el número de hectáreas de terreno contenido en las áreas específicamente estacadas en el terreno por el Ingeniero, siempre que se hubiera contemplado toda la limpieza y desforestación a satisfacción del Ingeniero.

El área a pagarse incluirá las áreas de préstamo de la carretera hasta un metro más allá del borde de la zanja, así mismo, incluirá el área de toda zanja de préstamo que fuera específicamente estacada por el Ingeniero. Cualquier área limpiada y desforestada para zanjas de préstamo seleccionada a conveniencia del Contratista no será incluida en la medición para el pago.

3.7.1.3 Bases de Pago

El número de hectáreas determinado en la forma descrita anteriormente, será pagado al precio unitario del contrato por hectáreas que figure bajo limpieza y desforestación entendiéndose que dicho precio y pago

constituirá compensación completa por toda mano de obra, equipo, herramientas y por imprevistos necesarios para completar el ítem.

3.7.2.0 Excavación de Explanaciones y Drenaje

Este ítem consistirá de la excavación y explanación de la carretera, incluyendo cunetas, zanjas, espacios de estacionamiento, cruces, accesos y entradas particulares, excavación de material inapropiado para la subrasante o para el pavimento que fuera encontrado en el lecho de la vía y cuya reservación fuera ordenada para su colocación posterior para mejoramiento y el retiro de todo material excavado; todo hecho de acuerdo con las presentes especificaciones y en conformidad con los alineamientos, rasantes y dimensiones indicadas en los planos o como lo haya estacado el Ingeniero. También incluirá este ítem la remoción y el retiro de estructuras que interfieran con el trabajo o lo obstruyan con excepción de aquellas estructuras que figuran en el cuadro de propuestas para ser pagadas de acuerdo a la cotización global.

Toda la excavación realizada bajo este ítem se considerará como "Excavación no Clasificada", sin tomar en cuenta la naturaleza del material excavado.

3.7.2.1 Métodos de Construcción

a) Utilización de los Materiales Excavados

Todo el material conveniente que provenga de las excavaciones, será empleado en lo posible en la formación de terraplenes, subrasantes, bordes del camino, taludes, asientos y rellenos de alcantarillas de tubo y en cualquier otra parte que fuera indicado. Ningún material proveniente de excavaciones podrá ser desperdiciado, a no ser que sea autorizado por escrito; y cuando tenga que ser desperdiciado será retirado en la forma que se indica en "Retiro del Material Excedente".

b) Piedra para Protección de Taludes

Cuando fuera requerido, la piedra grande encontrada en la excavación será recolectada y empleada de acuerdo con las instrucciones para la construcción de los taludes, de los terraplenes adyacentes o paralelos a corrientes de aguas o será empleada en lugares donde tales materiales puedan proteger de la erosión, a los taludes o bordes de los ríos.

c) Recolección de Material de Acabado y de Afirmado

El material obtenido en las excavaciones y que se considere conveniente para el acabado de la subrasante o con material para la capa superior o para el acabado de la carretera, será guardado y utilizado para los fines que designará el Ingeniero.

d) Recolección de Material para Capa de Terreno Vegetal

Cuando así se indique, el material apropiado para ser usado como capa de terreno vegetal, deberá ser recolectado durante la operación normal de excavación para ser usado posteriormente como capa de suelo vegetal, para facilitar el crecimiento de nueva vegetación en los terraplenes.

e) Obstrucción de las Corrientes

Todo material depositado en el lecho de alguna corriente que en cualquier forma pudiera obstruir o alterar el curso de ella, y así poner en peligro la carretera o las orillas de la corriente será retirado en la forma que ordene el Ingeniero y por cuenta del contratista.

f) Zanjas

Por zanjas , se comprenderá las zanjas de la carretera, cunetas, desvíos en canales de corrientes de agua zanjas de entrada o salida de alcantarillas y otras estructuras, zanjas paralelas a la carretera o en conexión con ella pero fuera de los límites del prisma de la carretera construida; ya sea que la excavación se efectúe en seco o bajo agua. El término "zanja" también incluye a las zanjas que serán excavadas bajo la línea de base de los terraplenes como lo indican los planos. Toda zanja se excavará según este ítem, con excepción de aquellas que específicamente estén marcadas en los planos para su realización los ítems: "Excavación no Clasificada para Estructuras", "Zanjas de Coronación". En cortes de roca, la línea de zanjas será perforada y se disparará a 0.60 m. bajo el nivel final de la línea de la zanja. Este material sin embargo, no será excavado más abajo de la línea de pago indicada en los planos. La realización de este trabajo, comprendido en el contrato, no se pagará directamente, pero se considerará como una obligación subsidiaria del contratista, compensada por el precio unitario por metro cúbico para "Excavación no clasificada".

Todo material excavado de zanjas y desvíos de canales con excepción de aquel cuya colocación en diques se indica en los planos, será colocado en los terraplenes sino existe una indicación diferente del Ingeniero. Ningún material de excavación o limpieza de zanjas será depositado o dejado a menos de un metro del borde de la zanja, a no ser que se indique en los planos de otra manera o que lo indique el Ingeniero por escrito.

Las cunetas deberán ser cortadas con precisión, de acuerdo con las secciones transversales y con las rasantes indicadas en los planos. Se deberá proceder con todo cuidado para que las cunetas no sean excavadas por debajo de las rasantes contempladas. El Ingeniero podrá ordenar que tales lugar sean rellenados hasta el nivel debido, con piedras adecuadas, de manera que se forme un lecho conveniente para la cuneta.

Toda raíz, tocón y otras materias extrañas que aparezcan en el fondo o costados de las zanjas o cunetas deberán ser recortadas de conformidad con la inclinación, el declive y la forma indicada en la sección mostrada. El contratista mantendrá abierta y limpia de hojas, palos y otros desechos, toda zanja que hubiera construido, hasta la recepción final del trabajo.

g) Protección de la Plataforma durante la Construcción

Durante el período de construcción de la carretera, la plataforma será mantenida de manera que esté bien drenada en toda época. Las laterales o cunetas que drenen de corte a terraplén o viceversa, serán construidas de tal manera que eviten la erosión de los terraplenes.

h) Acabado de Taludes

Todo talud de tierra será acabado hasta presentar una superficie razonablemente llana y que esté de acuerdo substancialmente con el plano u otras superficies indicadas por las líneas y secciones transversales marcadas en los planos, sin que se encuentren variaciones que sean fácilmente perceptibles desde el camino.

El grado de acabado en la explanación de taludes será aquel que pueda obtenerse ordinariamente mediante el uso de una niveladora de cuchilla o de una trailla, o con palas a mano, según elija el contratista.

La calidad de acabado ordinariamente obtenida, cuando se emplea el sistema de cuerdas o planillas, o el de rastrillos de mano, no se exigirá salvo en el caso de bermas y cunetas.

3.7.2.2 Método de Medición

El volumen por el cual se pagará será el número de metros cúbicos de material aceptable excavado de acuerdo con las prescripciones antes indicadas, medidas en su posición original y computada por el método de promedio de áreas extremas. La medición no incluirá volumen alguno de materiales que fueran empleadas con otros motivos que los ordenados.

La medición incluirá el volumen de las rocas sueltas y piedras dispersas que fueran recogidas del terreno dentro de los límites de la carretera, según indicaciones hechas.

La medición no incluirá volumen alguno de material para la subrasante o material para el pavimento encontrado en la carretera y meramente escarificado en el lugar y después recolado en el mejoramiento, simplemente por mezcla en el camino u otros trabajos o métodos similares hechos en el lugar.

3.7.2.3 Bases de Pago

El volumen medido en la forma que se prescribe anteriormente, será pagado al precio unitario de contrato por metro cúbico para "Excavación no Clasificada", entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por: a), b) y c) abajo descritos y por toda mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para completar el ítem, a excepción de lo que se indica en los ítems: "Excavación no Clasificada para Estructura", "Excavación no Clasificada para Préstamos", "Zanjas de Coronación y Derrumbes".

- a) La excavación y transporte (a excepción del transporte pagado) y la formación, compactación y consolidación de terraplenes, a excepción de lo que se dispone diferentemente bajo "TERRAPLENES"

- b) La formación de asientos y relleno de alcantarillas, relleno de estructuras que no fueran alcantarillas de tubo, el relleno de toda "Zanja Imperfecta" como se requiere en los planos y el retiro de estructuras y materiales excedentes.
- c) La preparación y terminación de la subrasante y de bordes del camino, toda conservación de materiales de acabado para la capa superior, reservación de material para el pavimento, así como el acabado de taludes.

3.7.3.0 Préstamos

Este ítem consistirá en la excavación y empleo de material aprobado de zanjas de préstamo cuando no se encuentren cantidades suficientes de material adecuado proveniente de otras excavaciones, todo de acuerdo con las presentes especificaciones y en conformidad con las alineaciones, rasantes y dimensiones marcadas en los planos o en la forma que indique el Ingeniero.

El material que se empleará para la capa superior de los terraplenes o para acabado de terraplenes, o para mejorar tierra insatisfactoria de la subrasante o para rellenar cortes donde se autoricen excavaciones por debajo de la rasante, será obtenido según este ítem, cuando material satisfactorio para el objeto especial no pudiera conseguirse de otras excavaciones.

3.7.3.1 Selección de Fuentes

El material para este ítem se obtendrá bajo los términos descritos a continuación.

Las fuentes de préstamo estarán indicadas en los planos y/o designados por el Ingeniero; y el contratista estará relevado de la responsabilidad

de obtener los derechos de extraer los materiales de las fuentes mencionadas.

3.7.3.2 Clasificación

Cualquier material que requiere explosivo para su extracción no será clasificado como préstamo.

3.7.3.3 Materiales

El material para este ítem será material seleccionado por el Ingeniero de acuerdo a las especificaciones para el terraplén o relleno en particular, para el cual dicho material será empleado. El material deberá ser obtenido de las zanjas de préstamo aprobadas.

3.7.3.4 Métodos de Construcción

El contratista utilizará las zanjas de préstamo aprobadas por el Ingeniero. Excepto cuando sea permitido específicamente lo contrario, las zanjas de préstamo no deberán ser visibles desde el camino terminado, salvo que sean contiguas al mismo o parte del prisma del camino. Donde sea posible, las zanjas de préstamo deberán ser excavadas en forma tal que no se reúna o quede agua en ellas. Los taludes de las zanjas de préstamo deberán ser perfilados y redondeados.

3.7.3.5 Método de Medición

El volumen a pagarse será el número de metros cúbicos de material, medidos en su posición final en los terraplenes o rellenos, construidos de acuerdo a las alineaciones, rasantes y dimensiones marcadas en los planos o como fuera ordenado por el Ingeniero, computados por el sistema de promedio de las áreas extremas.

3.7.3.6 Bases de Pago

El volumen medido en la forma descrita anteriormente, será pagado al precio unitario del contrato, por metro cúbico, para "Excavación no Clasificada para Préstamos" dicho pago y precio constituirá compensación completa por a), b) y c) siguientes, por toda mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para completar el ítem.

- a) La excavación, el transporte y la formación y compactación de terraplenes, con excepción de lo que de otra manera se estipula bajo TERRAPLENES y con excepción de TRANSPORTES DE CARGO.
- b) La formación de asientos y el relleno de alcantarillas y el relleno de estructuras que fueran alcantarillas de tubo, todo relleno de "Zanja Imperfecta" que se requiera en los planos y el retiro de material excedente.
- c) La preparación y terminación de la subrasante y de los bordes del camino y la conservación de materiales de acabado y para la capa superior, el acabado de taludes, incluyendo toda conservación de tierra de la superficie del suelo, cuando el cuadro de propuesta no contiene DESCORTEZAMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE TIERRA DE LA SUPERFICIE DEL SUELO.

3.7.4.0 Transporte Pagado

Este ítem comprenderá el transporte autorizado en exceso de la distancia de transporte gratuito de todo material pagado según EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA EXPLANACIONES Y DRENAJES, PRESTAMOS, EXCAVACIONES NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS, y que se haya empleado de acuerdo a los varios ítems prescritos para la disposición de tales materiales.

La distancia de transporte gratuito será de 120 metros.

3.7.4.1 Métodos de Medición

La cantidad a pagarse en el ítem TRANSPORTE PAGADO será producto del volumen del material transportado medido en su posición final en metros cúbicos, multiplicado por la distancia de transporte, en kilómetros, computada esta entre los centros de gravedad del material en su posición original y su posición final, menos la distancia de transporte gratuito de 120 metros.

La distancia de transporte para material acarreado desde lugares fuera del prisma de la carretera se medirá a lo largo de la ruta más corta determinada por el Ingeniero, como ruta utilizable y satisfactoria. Si el contratista elige transportar el material a lo largo de alguna ruta diferente que sea más larga, los cálculos para el pago serán basados en la distancia de transporte medida a lo largo de la ruta designada por el Ingeniero. La distancia de transporte para material obtenido del prisma de la carretera será la distancia medida a lo largo del eje de la carretera.

3.7.4.2 Bases de Pago

La cantidad de metros cúbicos determinados en la forma descrita anteriormente se pagará al precio unitario del contrato para "Transporte Pagado" (120 metros de transporte gratuito) por cada metro cúbico por kilómetro, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación íntegra por toda mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para completar el ítem.

3.8.0.0 TERRAPLENES

3.8.1.0 Descripción

Este trabajo consiste en la colocación de los anteriores de corte o préstamos para formar los terraplenes o rellenos de acuerdo con las especificaciones y su compactación por capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes, perfiles transversales indicados en los planos y como sea indicado por el Ingeniero.

3.8.1.1 Materiales

El material para formar el terraplén deberá ser de un tipo adecuado, aprobado por el Ingeniero, no deberá contener escombros, tocones ni resto vegetal alguno y estar exento de materia orgánica.

El material excavado húmedo y destinado a rellenos será utilizado cuando esté seco.

Todos los materiales de corte en general que se satisfacen las especificaciones y que han sido considerados aptos por el Ingeniero, serán utilizados para rellenos.

El material especificado removido de la superficie del camino existente podrá ser utilizado en rellenos, en capas delgadas, mezclado con otro material de relleno siguiendo las indicaciones del Ingeniero.

3.8.1.2 Método de Construcción

a) Limpieza y Roce

El área del terreno donde se va a construir el terraplén o relleno deberá

ser sometido al trabajo de limpieza y roce eliminándose toda materia orgánica. Será escarificado o removido de modo que el material del relleno se adhiera a la superficie del terreno.

Cuando el relleno tenga que cubrir caminos adyacentes existentes de las superficies de estos caminos y sus taludes, serán escarificados o arados en una profundidad no menor de 10 cms. haciéndose el relleno siempre por capas .

Cuando lo indiquen los planos, la capa superior del suelo natural deberá compactarse en el mismo grado que del material del relleno.

b) Exigencia General para la Colocación de Materiales

- Barreras en los pies de los taludes

El contratista deberá evitar que el material del relleno escape 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, tierra o tablones, en el pie del talud, pudiendo emplear otro método adecuado para ello, siempre que sea aprobado por el Ingeniero.

- Colocación de terraplenes sobre suelo pantanoso

Cuando no se especifica excavación para cambio de material y el terreno pantanoso no soportaría el peso de los camiones u otro equipo de acarreo, la parte inferior del terraplén o relleno se hará descargando cargas sucesivas que formen una capa uniformemente distribuida de un espesor no mayor que el necesario para soportar el tráfico de dicho equipo de acarreo durante la construcción de las capas subsiguientes.

- **Reserva del material para "Sub-base"**

Donde se encuentre material apropiado para sub-base, se le usará en la construcción de la parte superior de los terraplenes o será apilado para uso futuro en la ejecución de sub-bases.

- **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 y el borde del 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.

c) **Terraplenes de Material Rocoso**

El material rocoso de relleno será proveniente de la excavación (cortes) o de las áreas de préstamo aprobadas y consistirá esencialmente de roca que contenga una cantidad suficiente de finos para llenar completamente los intersticios entre las piedras.

- Los rellenos rocosos deben ser construidos en capas sucesivas de suficiente espesor como para contener dentro de ellas la piedra tamaño máximo pero sin exceder 60 cm.

Cuando el tamaño de las piedras necesita un espesor mayor por capa y la altura de relleno puede permitir una profundidad mayor, la profundidad de la capa puede ser aumentada, si es que así lo autoriza por escrito el Ingeniero. Sin embargo, en ningún caso el espesor de la capa deberá ser mayor de un metro. La colocación deberá ser tal que el material sea depositado y esparcido sobre la capa precedente por bulldozers u otro equipo apropiado de tal manera que los intersticios existentes entre las rocas mayores puedan ser rellenados con piedras de tamaño menor. En estas condiciones no se requerirá una labor adicional de compactación.

Cada capa, antes de colocarse la próxima, será nivelada y aplanada por niveladoras de fuerza motriz, equipo esparcidor u otro equipo aplicable.

- El material de relleno se colocará en capas horizontales sucesivas a todo lo ancho del camino, excepto que en los rellenos en media ladera, el método de descarga al final del terraplén será permitido donde la distancia horizontal desde la superficie del terreno natural al talud del terraplén sea menor que 2.5 metros debiendo sin embargo, los tres metros superiores de todo terraplén ser construidos en capas sucesivas.
- El equipo para acarreo y esparcimiento debe ser operado sobre todo lo ancho del relleno.
- Antes de que cualquier piedra sea colocada sobre tierra ésta deberá ser cuidadosamente compactada y provista de una pendiente de drenaje.
- El desperdicio de roca excavada, efectuado en otra forma de la que está indicada en los planos o las Disposiciones Especiales, deberá ser efectuado solamente con autorización previa del Ingeniero Residente y siguiendo las indicaciones del mismo.

- A menos que se indique de otra manera, la porción superior de los terraplenes y el relleno de áreas sobre excavadas serán de préstamo seleccionado para acabado material especial para sub-base o material escogido y conservado para tal fin de excavación de la carretera o préstamo. Antes de colocar el material de acabado sobre el relleno rocoso, este deberá ser cuidadosamente relleno, usando material de grueso a fino sucesivamente, hasta que la superficie resulte densa y compactada y que no haya pérdida de material de sub-base que escape cayendo entre los intersticios del relleno rocoso. Los últimos 30 cms. del terraplén contendrán piedras no mayores de 7.5 cms. de diámetro.

d) Terraplenes de Tierra

El material de relleno de tierra será todo el proveniente de la excavación de la carretera o de áreas de préstamo aprobadas, en el que el contenido de finos (material que pase la malla N° 4) es más que suficiente para rellenar los intersticios existentes en las partículas de piedra o roca. Esta en terraplenes de tierra no deberá exceder de 15 cm. medidos en su espesor máximo.

- Salvo que se especifique de otra manera, los rellenos de tierra deberán ser construidos en capas horizontales a todo lo ancho de la sección y en longitudes que hagan factible los métodos de acarreo, mezcla riego o secado y compactación usados. Capas de espesor mayor de 20 cm. no serán usadas sin autorización escrita del Ingeniero Residente.
- Cada capa del terraplén será humedecido o secado a un contenido de humedad necesario para asegurar la compactación máxima. Donde sea necesario asegurar un material uniforme, el contratista mezclará el material usando la motoniveladora, disco de arado, rastra u otro método similar aprobado por el Ingeniero Residente. Cada capa será compactada a la densidad requerida por medio de rodillos apisonadores, rodillos de

llantas neumáticas, rodillos de tres ruedas u otros procesos aprobados por el Ingeniero Residente.

- Cantidades menores de roca de tamaño mayor que el especificado pueden ser incorporadas en las capas del terraplén o colocadas en los rellenos más profundos dentro de los límites de acarreo indicados en los planos, siempre que tal colocación de roca no sea inmediatamente adyacente a estructuras que el método de colocación sea aprobado por el Ingeniero Residente.
- La parte superior de los terraplenes y el relleno de cortes sobre excavados será construido de préstamo selecto para acabados, material especial para sub-base o material escogido y reservado para este fin desde la excavación para la carretera o área de préstamo. La capa de 30 cms. que se encuentra inmediatamente debajo de la capa de base no contendrá piedras mayores de 7.5 cms. de diámetro.

e) 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 AASHO-T-180 57, Relación de Humedad Densidad de Suelos, utilizando un apisonador de 10 libras y con una caída de 45 cms. hasta 30 cms. por debajo de la subrasante. El terraplén que está comprendido dentro de los 30 cm. inmediatamente debajo de la subrasante será compactado a noventa y cinco por ciento (95%) de la densidad máxima. El Ingeniero Residente hará ensayos de densidad en campo para determinar el grado de densidad obtenido.

f) Contracción y Mantenimiento

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 bajo el contrato hasta la 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.

g) 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.

3.8.1.3 Métodos de Medición

La colocación de material en terraplenes no será medida para el pago directo.

3.8.1.4 Bases de Pago

La ejecución de este ítem bajo el contrato, no será objeto de pago directo, pero será considerado como una obligación subsidiaria del contratista, compensada por el precio unitario del contrato por metro cúbico

para "excavacion no clasificada para explanaciones" "excavacion no clasificada para prestamo", según sea el caso, exceptuando lo dispuesto en 5.3 abajo.

La compensación para riego de este ítem será pagado como está estipulado bajo RIEGO.

3.9.0.0 REMOCION DE DERRUMBES

3.9.1.0 Descripción

Este ítem de Remoción de Derrumbes consistirá en la remoción del material de los derrumbes en exceso de 50 m³ dentro del prisma del camino y de material de derrumbes fuera del prisma del camino, que en opinión del Ingeniero Residente sean peligrosos para la estabilidad de la carretera, cuando en cualquiera de los casos, el derrumbe o derrumbes no sean atribuibles a negligencia por parte del contratista.

Los derrumbes de 50 m³ o menos no serán pagados como Remoción de Derrumbes, sino que serán removidos por cuenta del contratista.

El contratista también removerá cualquier derrumbe potencial que pueda poner en peligro la carretera, cuando lo ordene el Ingeniero Residente.

La remoción de Derrumbes no está confinada en el área dentro del Derecho de Vía, sino que también puede ser efectuado fuera de estos límites cuando sea necesario.

La remoción de Derrumbes será ejecutada únicamente por orden escrita del Ingeniero Residente. Cuando el contratista esté removiendo derrumbes dentro del prisma de la carretera, deberá tomar todas las

precauciones necesarias para evitar daños a la plataforma y/o cualquier estructura que puede estar en la zona del derrumbe.

Las áreas fuera del prisma de la carretera donde haya sido ejecutada la remoción de derrumbes, deberán dejarse completamente limpias y bien acabadas.

Es opcional de la Dirección de Infraestructura Vial ordenar la limpieza de derrumbes o ejecutarla por administración directa o por administración controlada.

3.9.2.0 Medición

El volumen a pagarse será el número de metros cúbicos de material medido en su posición original menos 50 m³ y computado por el sistema de Promedio de Areas Extremas, removidos y dispuestos aceptablemente en los terraplenes, relleno o en otra forma que fuera ordenada por el Ingeniero Residente. No se hará pago alguno por cualquier remoción efectuada antes de la medición del área del derrumbe.

3.9.3.0 Bases de Pago

El pago será hecho por el número de metros cúbicos, medidos como esta descrito arriba, al precio unitario del contrato para Remoción de Derrumbes cuyo precio y pago constituirá compensación completa para a), b) y c) que se indican a continuación, y por toda mano de obra, equipo, herramientas e implementos necesarios para completar el item con las excepciones que se anotan:

- a) La excavación y transporte (excepto transporte pagado) y la formación y compactación de explanaciones, a excepción de otra cosa prevista como **Explanacion**.

- b) El lecho y rellenos de alcantarillas, relleno de alcantarillas, relleno para estructuras que no son alcantarillas de tubos, cualquier relleno de "Zanja Imperfecto" requerido por los planos y la disposición de estructura y materiales en exceso.
- c) La preparación y acabado de la subrasante y bermas, cualquier conservación de material de acabados, conservación de los terraplenes y acabado de taludes.

3.10.0.0 RELLENO DE FUNDACIONES

3.10.1.0 Descripción

En este ítem se refiere al material de relleno especialmente aprobado o de piedra o grava suministrado y colocado en la forma que se indicará para reemplazar el material encontrado que resulte inconveniente debajo del nivel de fundaciones de alcantarillas, puentes y otras estructuras y que se construirá donde indiquen los planos u ordene el Ingeniero Residente por escrito.

3.10.1.1 Materiales

El relleno de fundaciones será grava o piedra de granulometría conveniente según requiera el Ingeniero.

3.10.2.0 Métodos de Construcción

Después de que haya sido excavado y retirado el material inservible según las indicaciones del Ingeniero, el relleno de fundaciones será colocado y construido en capas unimes hasta el nivel de los cimientos y se compactará intensamente. Las capas no podrán tener más de 0.15 metros de espesor excepto que el ingeniero autorice diferentemente por escrito.

3.10.3.0 Método de Medición

El volumen a pagarse será el número de metros cúbicos, medidos en su posición final del material especial suministrado y colocado de acuerdo con las especificaciones y órdenes, completo en su lugar y aceptado, con excepción del volumen que quede fuera de los planos verticales que limitan el pago de EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS.

3.10.4.0 Bases de Pago

El volumen medido en la forma descrita anteriormente será pagado al precio unitario por metro cúbico para "Relleno de Fundaciones"-y dicho precio y pago constituirá compensación completa por el suministro, la excavación, el transporte, la colocación y la consolidación del material y por toda mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para completar el ítem.

3.11.0.0 REVESTIMIENTO DE PIEDRA O GRAVA

3.11.1.0 Descripción

Este ítem consistirá en el revestimiento de grava o piedra triturada incluyendo suministro y colocación en capas de contacto con las caras interiores de los muros de retención, a las caras posteriores de los estribos, y sobre los estratos de arcos, de acuerdo con los requisitos indicados en los planos o como lo ordene el Ingeniero.

3.11.1.1 Materiales

La grava o piedra triturada a emplearse, consistirá de partículas sólidas y durables, debiendo todas pasar por una malla de 8 cm. y debiendo el

90% al 100% ser retenidos en una Malla N° 4, usando el método T-27 de la A.A.S.H.O.

Los extremos de entrada de los drenes y de todo desagüe serán primeramente cubiertos con piedras grandes escogidas, sobre los cuales se colocará el material más menudo de manera que provea libre acceso al agua de desagüe, pero evitando el deslave del material del relleno. El revestimiento formará una cubierta continua sobre toda la superficie designada que se extiende desde el nivel del fondo de los drenes y desagüe hasta el tope del muro, a no ser que existieran indicaciones diferentes en los planos o por parte del Ingeniero. El revestimiento se colocará de manera que se evite su mezcla con el relleno. Tablones u otros materiales convenientes de separación que puedan ser levantados a medida que el trabajo avance, se colocarán entre el revestimiento y el relleno cuando se trabaja contra caras verticales o planos con mayor inclinación que el ángulo de reposo de los materiales. Siempre que no se especifique el espesor, la capa de revestimiento será de 0.30 metros.

3.11.2.0 Método de Medición

El volumen a pagarse será el número de metros cúbicos de grava o piedra triturada, incluyendo arena cuando esta fuera requerida, medidos en su posición final entre los límites marcados en los planos o conforme lo indique el Ingeniero, todo en su lugar y aceptado.

3.11.3.0 Bases de Pago

El volumen determinado en la forma descrita anteriormente se pagará al precio unitario del contrato por metro cúbico para "Revestimiento de Piedra o Grava" y dicho precio unitario y pago compensará completamente por el suministro y la colocación de todo material, por toda mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para completar el ítem.

CAPITULO IV

4.0.0.0 DRENAJE Y OBRAS DE ARTE

Uno de los aspectos más importantes en la conservación de los caminos es, el Drenaje. esta circunstancia toma especial significación en carreteras como lo que estamos estudiando, por estar en una zona que sufre en determinadas épocas del año precipitaciones intensas, provocando fuertes corrientes en las quebradas o inundaciones en la plataforma de la carretera. En consecuencia, es indispensable disponer en un buen sistema de alcantarillado que preserve la erosión causada por estas corrientes cuya velocidad son grandes, debido a las pronunciadas pendientes que tienen y al gran volumen de agua que recogen; igualmente es imprescindible un sistema de cunetas a lo largo de toda la carretera, que asegure un desfogue de todas las aguas que caen en el camino, ya sea directamente a través de las laderas adyacentes.

También es importante el estudio de las aguas sub-terráneas, que pueden influir lateralmente bajo la influencia de la gravedad o elevarse verticalmente por capilaridad reblandeciendo los terrenos de cimentación y perjudicando la superestructura.

Antes de proceder a diseñar una estructura de drenaje el Ingeniero debe conocer el volumen de agua, su velocidad, y con que frecuencia el agua llega a la estructura.

En nuestro territorio se ha establecido estaciones pluviométricas con el fin de obtener una información hidrológica aproximada de determinada zona afecta a precipitaciones pluviales.

En conclusión se puede decir que el drenaje es la solución al problema del exceso de agua tanto durante el estudio, como en la construcción de caminos.

4.1.0.0 FORMA QUE EL AGUA LLEGA AL CAMINO

- a) Por precipitación directa
- b) Por escurrimiento del agua del terreno adyacente
- c) Por inundación causada por las corrientes de los ríos y arroyos.

En estos tres casos deberá solucionarse el problema mediante el drenaje superficial.

- d) Por filtraciones a través del sub-suelo o sub-rasante del camino, lo que ha de solucionarse mediante el sub-drenaje o drenaje sub-terráneo

4.1.1.0 Condiciones para un buen drenaje

Por este objeto debe evitarse:

- a) Que el agua circule en cantidades excesivas sobre el camino, destruyendo el pavimento y originando la formación de charcos y baches.
- b) Que el agua de las cunetas de base remoje o reblandesca la sub-rasante o la base originando asentamientos con el siguiente perjuicio para la superficie de rodadura y el pavimento en sí.

- c) Que los cortes en los suelos que no sean roca fija se saturen de agua, con el peligro de derrumbes y deslizamientos, y aún deslizamiento del camino mismo.
- d) Que el agua de arroyos, honduras y talwelgs sean remansadas por los terraplenes, con el peligro de deslavarlo por erosión.
- e) Que el agua sub-terránea reblandesca la sub-rasante formando también charcos y baches.

4.1.2.0 Métodos para el cálculo de las obras de drenaje

Hay dos métodos generales para determinar la capacidad hidráulica de una estructura de drenaje:

- 1º Por Comparación: Si existe ya una estructura en el lugar u otro cercano, haciendo un estudio de su eficiencia durante un período de 10 a 50 años. Un examen de las estructuras aguas arriba y aguas abajo, también será provechoso.
- 2º Por Registros Pluviométricos: Basándose en los Registros de precipitaciones pluviales anteriores de la cuenca, y haciendo uso de fórmulas empíricas o racionales, podemos determinar el gasto máximo del escurrimiento y la rapidez con que llega el agua al lugar elegido para la estructura.

Algunas fórmulas empíricas dan directamente el área de la sección de la alcantarilla, otras determinan el volumen de agua, del cual se obtiene la sección necesaria; aplicando las fórmulas de hidráulica.

4.1.3.0 Secuencia de operaciones y metodología a seguir en el Estudio de las estructuras de drenaje

1. Localización del eje
2. Determinación del área hidráulica
3. Sección, pendiente y rasante del fondo de la estructura
4. Longitud de la estructura
5. Tipo de estructura
6. Proyecto constructivo

4.1.3.1. Localización del eje

Se coloca generalmente en el fondo del arroyo, canal o cauce que desaguan. Al localizar una alcantarilla, ya sea por el cruce de arroyos, de corrientes internas, de canales de riego, etc., siempre que sea posible deberán cumplirse las siguientes condiciones:

- a) No forzar los cauces de los cursos de agua para hacer los normales al eje de la vía, cuando la localización razonable y natural sea cruzada, pues la economía obtenida con cauces normales casi nunca compensa los gastos de conservación por la erosión del agua, al sufrir estas fuerzas desviaciones.
- b) No se debe tratar de reducir el número de alcantarillas concentrando en una sola el agua de una larga cuneta de base, es mejor colocar todas las alcantarillas que sean necesarias para evitar complicaciones en el drenaje de conjunto.

4.1.3.2 Pendiente y rasante de las alcantarillas

Es conveniente que una alcantarilla tenga la misma pendiente del lecho de la corriente.

La pendiente ideal para una alcantarilla es la que no ocasiona sedimento ni velocidad excesiva, y evita erosión; es aquella que exige menor longitud y facilita el reemplazo del conducto en caso necesario.

4.1.3.3 Longitud de alcantarillas

La longitud necesaria para una alcantarilla depende de la anchura del camino, altura del terraplén y los taludes, pendiente y obluicidad; del tipo de sus extremos, el mejor método para obtener la longitud requerida consiste en hacer un diagrama de la sección transversal del terraplén y el perfil del lecho de corriente.

4.1.3.4 Tipo de las estructuras

1º Alcantarilla de Tubo

- a) De concreto
- b) De lámina corrugadas
- c) Del barro vitrificado
- d) De fierro fundido

2º Alcantarillas de bóveda, de concreto simple o mampostería

- a) Sencillas
- b) Múltiples

3º Alcantarillas de cajón o marco de concreto armado

- a) Sencillas
- b) Múltiples

4º Alcantarillas de losa

La elección del tipo para cualquier estructura particular depende de:

- a) Del suelo de cimentación
- b) De las dimensiones de la alcantarilla y de los requisitos de la topografía.
- c) De la economía relativa de los diferentes tipos posibles de estructuras adecuadas para el lugar.

4.1.4.0 Aplicación de los diversos tipos de alcantarilla

4.1.4.1 Tubos

Las alcantarillas de tubo tienen el cañón hecho de los siguientes materiales: barro, concreto reforzado, metal corrugado o hierro colado.

Todos estos tipos son adecuados para cimentaciones firmes. En general, son económicas para pequeñas áreas de drenaje.

En ciertos casos, también resultan económicos para grandes áreas de drenaje, empleándose convenientemente tubos o baterías de tubo hasta el máximo tamaño posible, ya que el costo relativo de los diversos tipos varían para cada caso, es posible generalizar respecto a la economía de la elección del tipo de tubo.

4.1.4.2 Tubos de barro

Se usan de barro ya sean colocados a tope o bien machimbrados. Estos últimos son preferibles por que conservan mejor el alineamiento, pero en cambio son más costosos. A veces van estos ahogados en concreto sirviendo principalmente como moldes para el concreto.

4.1.4.3 Tubos de concreto

Se hacen de concreto armado y se coloca ya sea a tipe o machimbrados.

4.1.4.4 Tubos de láminas corrugado

Aunque su precio no es suficiente bajo en la actualidad, sin embargo son recomendables en muchos caso. Tienen como grandes cualidades su facilidad de instalación y el de poderse usar inmediatamente, lo que hace su emplea práctico y económico en ciertos lugares.

4.1.4.5 Tubos de hierro colados

Son muy costosos, pero en cambio adecuados para cargas muy fuertes.

4.1.4.6 Alcantarillas de cajón

Los dos tipos generalmente favorecidos de alcantarillas de cajón son de tipo con fondo de concreto simple y el tipo de cajón reforzado en sus cuatro lados.

Las alcantarillas de cajón se usan cada vez más en nuestro país a causa de su larga vida y gran adaptabilidad.

Las alcantarillas con cuatro lados reforzado son la menos comunes usándose sobre todo en nuestro país las de muros laterales de mampostería o de concreto simple con una cubierta de losa debido a que resultan muchas veces más económicas que las otras.

4.1.4.7 Bóvedas

Son los tipos indicados cuando el terraplén es alto y la cimentación es firme.

Las bóvedas son semejantes a las alcantarillas de cajón salvo que las cubiertas van e arco. Se usan arcos de mampostería, de concreto simple o de concreto reforzado. Este tipo no debe usarse cuando son muy altas o de claros grandes. En estos casos no conviene hacer un solo arco sino usar bóveda múltiples, pues así se reduce el costo.

En nuestro caso usaremos estructura Armco, de acero corrugado debido a su resistencia, durabilidad y bajos costos de instalación.

4.2.0.0 DISEÑO DEL DRENAJE SUPERFICIAL

4.2.1.0 Método para el cálculo del caudal de escurrimiento

4.2.1.1 Método racional

El método racional puede reducirse a la fórmula:

$$Q = 27.52 \text{ CIA}$$

Donde:

Q = Escurrimiento en litros por segundo

C = Coeficiente de escurrimiento

I = Intensidad de precipitación pluvial, en centímetros por hora para una duración igual al tiempo de concentración.

A = Area de drenaje en hectáreas

Existen también adaptaciones del método racional y son las siguientes:

a) **METODO DE LA CAA.-** (Civil Aeronautic Administración)

Emplea la fórmula siguiente:

$$Q = \frac{CIA}{36}$$

Donde:

C = Coeficiente que representa la relación entre el volumen de escurrimiento y la precipitación.

b) **METODO RACIONAL ARMCO**

Se utiliza en aeropuertos (para pendientes menores de 2%)

Su fórmula es:

$$Q = \frac{A I R}{36 f}$$

Donde:

I = Factor de escurrimiento superficial

R = Precipitación en centímetros por hora, durante una hora.

f = Factor para compensar la pendiente de la superficie, que a la vez afecta el tiempo de concentración.

4.2.1.2 Fórmulas experimentales

Son las siguientes:

a) **FORMULA DE BURKI - ZIEGLER**

Es aplicada en el cálculo de alcantarillas, en áreas tributarias pequeñas.

$$Q = 0.022 C \times A \times h \sqrt[4]{\frac{S}{A}}$$

En donde:

Q = Gasto de la alcantarilla en metros cúbicos por segundo

C = Coeficiente que depende de la clase de suelo

h = Precipitación pluvial en cm/h., correspondiente al aguacero más intenso computable en los minutos de duración total.

Este valor se utilizará de datos obtenidos por SENAMHI-Lima, según cuadro de frecuencias en anexo, correspondiente a los meses de diciembre-enero, febrero y marzo de 1992 - 1993 consecutivamente, ya que en la región no se cuenta con una información amplia de tormentas.

S = Pendiente del suelo en metros por kilómetros

A = Número de hectáreas tributarias

C = Puede tomar los siguientes valores:

C = 0.25 para terrenos cultivables

C = 0.50 para terrenos ligeramente impermeables

C = 0.70 para terrenos impermeables

C = 0.75 para calles pavimentados y distritos comerciales

Hay que tener en cuenta que las intensidades de precipitación pluvial en centímetros por hora, para lluvias de 10 minutos de duración, solo es posible registrar mediante el uso de pluviógrafos.

Lamentablemente, en nuestro país son muy pocas las estaciones meteorológicas que disponen de estos aparatos tan necesarios actualmente.

b) FORMULA DE DICKENS

Se utiliza para cuencas grandes, mayores de 250 ha. con registros pluviométricos de 24 horas de duración. Su uso es frecuente en puentes.

Su fórmula es:

$$Q = 0.01386 C^4 \sqrt{A^3}$$

Donde:

C = Coeficiente que depende de la clase de suelo y de la altura total de lluvia en 24 horas.

4.2.1.3 Fórmulas Empíricas

Las más conocidas son:

a) FORMULA DE JARVIS - HYERS

Es aplicable a grandes alcantarillas y puentes pequeños se basa en los estudios efectuados en varias zonas de Estados Unidos de Norte América.

b) FORMULA DE TALBOT

Debido a su simplicidad goza de gran popularidad. Da directamente el área hidráulica de la alcantarilla requerida

Su fórmula es:

$$A = 0.183 \times C \sqrt[4]{M^3}$$

En donde:

A = Area libre del tubo en metros cuadrados

M = Area para drenar en hectáreas

C = Coeficiente que depende de la topografía del suelo

El coeficiente C depende del contorno del terreno drenado, para diversas condiciones de topografía se recomienda los siguientes valores:

C = 1 Para terrenos rocosos con fuertes pendientes

C = 2/3 Para terrenos quebrados con pendientes moderados.

C = 1/3 Para terrenos agrícolas ondulados

C = 1/5 Para suelos a nivel

4.3.0.0 DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DE DRENAJE

Dentro del estudio específico de nuestra carretera, dividiremos el drenaje superficial en dos partes:

- Diseño de Alcantarillas
- Diseño de Cunetas

4.3.1.0 Diseño de alcantarillas

Definición de alcantarillas, "Las alcantarillas, son estructuras que permiten el cruce de pequeños cursos de agua a través de las vías; su dimensionamiento o luz va desde los 0.60 mts. hasta los 10 mts. y se diferencian de los puentes en su cimentación" (1).

4.3.1.1 Relación de alcantarillas

En el primer kilómetro de la carretera en estudio, se a localizado en tres lugares en donde es preciso ubicar alcantarillas, y son las siguientes:

Alcantarilla N° 01, Estaca: 17+7 En curso de agua

Alcantarilla N° 02, Estaca: 46+0 En fondo de perfil

Alcantarilla N° 03, Estaca: 70+0 En fondo de perfil

4.3.1.2 Cálculo de gasto de escurrimiento

De los diversos métodos para resolver problemas del drenaje superficial en carreteras, se utilizará la fórmula empírica de "Burki Ziegler", que se a generalizado en estos trabajos en que las condiciones de esorrentía pueden variar a menudo considerablemente en una obra de pocos kilómetros

Alcantarilla N° 01 - 03

$$Q = \frac{0.022 \times C \times A \times h}{A} \sqrt[4]{S}$$

$$C = 0.50$$

$$A = 25 \text{ has. (aproximadamente)}$$

$$h = 5.43 \text{ cm/h}$$

$$S = 62 \text{ m/km.}$$

$$Q = \frac{0.022 \times 0.50 \times 25 \times 5.43}{25} \sqrt[4]{62}$$

$$Q = 1.87 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Alcantarilla N° 02

$$Q = 0.22 \times C \times A \times h^4 \sqrt{\frac{S}{A}}$$

$$C = 0.50$$

$$A = 7 \text{ has. (aproximadamente)}$$

$$h = 5.43 \text{ cm/h}$$

$$S = 44 \text{ m/km}$$

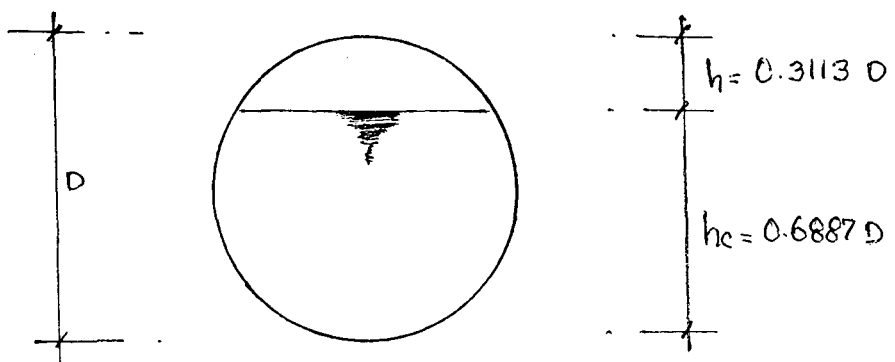
$$Q = 0.022 \times 0.50 \times 7 \times 5.43^4 \sqrt{\frac{44}{7}}$$

$$Q = 0.66 \text{ m}^3/\text{seg}$$

4.3.1.3 Tipo y diámetro de alcantarilla a usarse

Para la obra en mención se utilizarán alcantarillas tipo TMC, circulares, por el costo que representa y ser apropiadas para este tipo de trabajo, ya que el uso de alcantarillas de concreto tipo marco o losa no se justifica en alturas pequeñas, es decir son apropiadas para alcantarillas con gran esbeltez, asimismo su costo de construcción representa mayor desembolso que las circulares TMC.

Para calcular el diámetro de la Alcantarilla de sección circular, partiremos del concepto ya demostrado en hidráulica, que la descarga crítica se produce cuando el tirante de agua es igual a $0.6887D$, siendo el diámetro de la tubería.



Partiremos de la ecuación conocida:

$$Q = V.A.....(1)$$

Se sabe que:

$$V = \sqrt{2gh} \quad \text{Donde } h = 0.3113D$$

$$V = \sqrt{2 \times 9.81 \times 0.3113D}$$

$$V = 2.471D^{1/2}.....(A)$$

Por otro lado tenemos:

$$\text{Que para una pro unidad crítica } (1-0.3113D) = 0.6887D$$

$$\text{Se obtendrá un área de } = 0.5768D^2.....(B)$$

Reemplazando (A) y (B) en 1

$$Q = 2.471D^{1/2} \times 0.5768D^2$$

$$Q = 1.425D^{5/2}$$

Conociendo el valor de Q, se obtendrá el valor del diámetro

$$D = \left(\frac{Q}{1.425} \right)^{2/5}$$

Con lo que procederemos a calcular el diámetro, de la siguiente manera:

Alcantarilla N° 01 - 03

$$D = \left(\frac{Q}{1.425} \right)^{2/5}$$

$$Q = 1.87 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$D = \left(\frac{1.87}{1.425} \right)^{2/5} = 1.11 \text{ m.}$$

$$D = 60'' = 1.52 \text{ m.}$$

DIAMETRO COMERCIAL : D = 60'' - C = 10

Alcantarilla N° 02

$$D = \left(\frac{Q}{1.425} \right)^{2/5}$$

$$Q = 0.66 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$D = \left(\frac{0.66}{1.425} \right)^{2/5} = 0.74 \text{ m}$$

$$D = 36" = 0.91 \text{ m.}$$

DIAMETRO COMERCIAL: $D = 36" - C = 12$

4.3.1.4 Efecto de la pendiente del fondo

Conocida el área hidráulica debemos conocer la pendiente necesaria para permitir que el agua pase por la sección crítica sin que se produzca transtornos en el camino.

El cálculo es como sigue:

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{N}$$

$N = 0.021$ Para tubo corrugado

Despejando se obtiene:

$$S = \frac{V^2 N^2}{R^{4/3}} = \frac{V^2 (0.021)^2}{R^{4/3}}$$

$$\text{Como } R = \text{Radio medio} = \frac{\text{AREA}}{\text{Perímetro mojado}} = \frac{0.5768D^2}{1.9778D}$$

$$R = 0.2946D$$

$$\begin{aligned} \text{Como: } Q &= V \times A \\ Q &= 1.425 D^{5/2} \\ A &= 0.5768D^2 \\ V^2 &= 6.1027D \end{aligned}$$

$$S = \frac{(6.1027D) (0.021)^2}{(0.2956D)^{4/3}}$$

$$S = \frac{0.013734}{D^{1/3}}$$

Expresando en tanto por ciento

$$S = \frac{1.3734}{D^{1/3}}$$

Esta ecuación da el tanto por ciento de la pendiente en que debe ser colocado el tubo para que el agua que pasa por la sección crítica fluya sin formar remanso.

Alcantarilla N° 01 - 03

$$S = \frac{1.3734}{D^{1/3}}$$

$$D = 60'' = 1.52 \text{ m.}$$

$$S = \frac{1.3734}{(1.52)^{1/3}} = 1.19\%$$

Alcantarilla N° 02

$$S = \frac{1.3734}{D^{1/3}}$$

$$D = 24'' = 0.61 \text{ m.}$$

$$S = \frac{1.3734}{(0.91)^{1/3}} = 1.42 \%$$

Se transcribe lista de precios de Alcantarilla ARMCO.

LISTA DE PRECIOS

ALCANTARILLAS ENCAJADAS ARMCO

(Ondulación: 69.9 mm. x 12.7 mm)

PRODUCTO PERUANO NORMA TECNICA N° P-00169

Precio por metro lineal de tubería galvanizado

DIAMETRO		ESPESOR	ALTURA RELLENO MTS.		Q	S	PESO/MT	US\$/MT
MT.	PULG.	M.M.	MINIMO	MAXIMO	M ³ /SEG	%	KG.	
0.30	12"	1.6	0.35	18.0	- - -	- - -	15.00	27.73
0.61	24"	1.6	0.35	15.0	0.42	1.4	31.20	55.22
0.91	36"	2.0	0.35	15.0	1.15	1.2	58.18	102.98
1.22	48"	2.5	0.35	15.0	2.35	1.4	93.55	165.59
1.52	60"	3.0	0.35	15.0	4.25	1.2	137.05	242.58
1.81	72"	3.5	0.35	15.0	6.51	1.0	163.37	289.10
1.98	78"	4.0	0.35	15.0	7.66	1.1	214.50	379.67

En el precio están incluidos los accesorios correspondientes, dos juegos por pie lineal.

Precios: Son informativos, los precios de facturación serán los que rijan en Fábrica en el momento de la compra.

4.3.1.5 Longitud de alcantarilla

<u>Alcantarilla N° 1</u>		<u>TRAMO: Tierra Compacta</u>	
<u>IZQUIERDA</u>		<u>ESTACA</u>	<u>DERECHA</u>
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>17 + 0</u>	<u>15 30</u>
08	08	308.28	08 08

ANGULO DE ESVAIAJE: 06° LONGITUD: 14.64 m.

<u>Alcantarilla N° 2</u>		<u>TRAMO: Tierra Compacta</u>	
<u>IZQUIERDA</u>		<u>ESTACA</u>	<u>DERECHA</u>
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>46 + 0</u>	<u>15 30</u>
13	13	313.69	14 14

ANGULO DE ESVAIAJE: 09° LONGITUD: 10.36 m.

<u>Alcantarilla N° 3</u>		<u>TRAMO: Tierra Compacta</u>	
<u>IZQUIERDA</u>		<u>ESTACA</u>	<u>DERECHA</u>
<u>30</u>	<u>15</u>	<u>72 + 0</u>	<u>15 30</u>
12	12	312.06	13 14

ANGULO DE ESVAIAJE: 22° LONGITUD: 10.98 m.

4.3.2.0 Tipo de la estructura

La elección del tipo de estructura depende de:

- 1º Del suelo de cimentación
- 2º De la luz del cauce y de los requisitos de topografía
- 3º De la economía relativa de los diferentes tipos posibles

4.3.3.0 Especificaciones Técnicas en Excavación no clasificada para estructuras

4.3.3.1 Descripción

Este ítem comprenderá toda excavación necesaria para cimientos de puentes, alcantarillas tubulares y alcantarillas de cajón y de toda otra estructura para la cual el ítem particular no especifique en otra forma tales excavaciones, la excavación necesaria para drenajes subterráneos y el retiro de todo material excavado; todo de acuerdo con las presentes especificaciones y en conformidad con los requisitos para las estructuras indicados en los planos y ordenados por el Ingeniero.

Este ítem incluirá toda evacuación de agua que fuera necesaria, así como desagüe, revestimiento de zanjas, apuntalamiento y cualquier construcción necesaria de cajones y ataguías y el suministro de los materiales para tales propósitos.

No se admitirá ningún reajuste por clasificación, sea cual fuere la calidad del material encontrado.

4.3.3.2 Métodos de construcción

a) Excavación

El contratista notificará al Ingeniero con suficiente

anticipación del comienzo de la excavación para estructuras, de manera que puedan tomarse secciones transversales, medidas y elevaciones del terreno no alterado. No podrá removerse el terreno adyacente a las estructuras sin permiso del Ingeniero.

Se excavarán las zanjas y las fosas para estructuras o bases de estructuras de acuerdo a las líneas, rasantes o elevaciones indicadas en los planos o estacadas por el Ingeniero. Deberán tener las suficientes dimensiones que permitan colocar en todo su ancho y largo las estructuras íntegras o bases de estructuras indicadas. La elevación de la parte inferior de las bases que se indican en los planos, serán consideradas tan solo como aproximadas y el Ingeniero podrá ordenar por escrito los cambios en dimensiones o elevaciones de las bases que pudieran considerarse necesarias para asegurar la cimentación satisfactoria.

Cantos rodados, maderos y atodo otro material inadecuado que se encuentre durante la excavación deberá ser retirado. Toda roca u otro material duro de cimientos deberá ser limpiado de materiales sueltos y recortado hasta que llegue a tener una superficie firme, ya sea a nivel, con gradas o dentada como fuera indicado por el Ingeniero.

Toda hendidura o grieta deberá ser limpiada y enlechada con mortero. Toda roca suelta o desintegrada y estratos delgados deberán ser retirados. Cuando las obras de cimentación tengan que descansar sobre superficies que no sean rocosas, deberá tomarse especial cuidado de no remover el fondo de la excavación y no se efectuará la

excavación hasta la elevación final, hasta momentos antes de iniciar la construcción de la cimentación, con excepción de lo que se dispone posteriormente, según RELLENO DE FUNDACIONES. Donde se emplean pilotajes para fundaciones, la excavación de cada foso deberá ser terminada antes de hincar los pilotes. Después de que el hincamiento sea terminado se retirará todo el material suelto y removido, dejando una base sólida y llana para recibir la cimentación.

Cuando tengan que colocarse alcantarilla de tubo en zanjas excavadas en terraplenes, las excavaciones de cada zanja se realizarán después de que el terraplén haya sido construido hasta un plano paralelo a la rasante del perfil propuesto y hasta tal altura encima del fondo de los tubos como indican los planos o lo requiere el Ingeniero.

b) Utilización de materiales excavados

Todo el material excavado que fuera adecuado será empleado como relleno y como terraplén. El excedente de este material, ya sea que fuera permitido depositarlo temporalmente en el área de la corriente o no, tendrá que ser retirado finalmente en forma tal que no obstruya el curso de la corriente, ni perjudique de otra manera la deficiencia o apariencia de la estructura. Pero en ningún caso se podrá depositar material proveniente de la excavación de manera que ponga en peligro la estructura a media construcción, ya sea por presión directa o indirectamente por la sobrecarga de terraplenes contiguos al trabajo o de otra manera.

c) **Ataguías**

Se usarán ataguías prácticas, impermeables en todos los lugares donde se encuentren extractos acuíferos por encima del nivel de la cota de fundación. Cuando sea requerido, el contratista presentará planos que muestren el método que él propone para la construcción de ataguías y otras características pertinentes cuyo detalle no se muestre en los planos. No se podrá iniciar la construcción antes de que el Ingeniero apruebe tales planos, pero esta aprobación no relevará al contratista de su responsabilidad, bajo los términos del contrato, de la ejecución exitosa de la mejora.

Las ataguías o cajones para la construcción de fundaciones tendrán que llevarse considerablemente por debajo de las cimentaciones y serán bien arriostradas y tan impermeables como sea posible. Generalmente las dimensiones interiores de los ataguías serán tales que dejen espacio suficiente para la construcción de encofrados y para la inspección de su exterior y para permitir bombear el agua fuera de los encofrados. Ataguías o cajones que se hayan inclinado o movido lateralmente durante el hundimiento serán enderezados o suplementados a expensas del contratista.

Cuando se presentan tales anomalías que imposibiliten, según la opinión del Ingeniero, el drenaje de agua en la fundación antes de la colocación de los cimientos, el Ingeniero podrá ordenar que se construya una capa impermeabilizadora de concreto para la fundación; tal capa impermeabilizadora tendrá las dimensiones que considere necesarias el Ingeniero y el espesor será suficiente para

resistir toda sub-presión que pueda presentarse. El concreto para esta capa permeabilizadora será colocada como se muestra en los planos o como ordene el Ingeniero. Luego se desaguará la fundación y el resto de la cimentación será construida en seco. Cuando se usen cajones cargados aprovechando el peso para anular parte de la presión hidrostática que actúa en el fondo de la capa impermeabilizadora, se proveerán anclajes especiales tales como pasadores o cuñas especiales para transmitir el peso total del cajón a la capa impermeabilizadora para la fundación. Cuando una capa impermeabilizadora se coloca debajo del agua el ataguía estará provisto de aberturas en la altura del nivel de aguas de estiaje, según sea indicado.

Los ataguías se construirán de manera que el concreto fresco sea protegido de daños, debidos a crecientes repentinas y que se impida que la erosión dañe las fundaciones. No se dejará madera ni piezas de arriostramiento en ataguías o cajones, en tal forma que penetren en la mampostería de la sub-estructura, salvo que el Ingeniero lo autorice por escrito.

Toda operación de bombeo que se permita ejecutar desde el interior de una fundación, será efectuada de manera que se excluya la posibilidad del arrastre de parte alguna de los materiales de concreto. No se admitirá el funcionamiento de bombas durante la colocación de concreto o durante un período de 24 horas por lo menos a continuación de tal colocación, salvo que el desalojo mediante bombas sea realizado desde un colector adecuado, separado del concreto mediante paredes herméticas. No se emplearán bombas para desaguar ataguías con capas

impermeabilizadoras hasta que tal capa haya endurecido lo suficiente para poder resistir la presión hidrostática.

Salvo que existan disposiciones diferentes, las ataguías o cajones con todo dorso y arriostramientos serán retiradas por el contratista después de haber completado la subestructura. La remoción se efectuará de manera que la mampostería terminada no sea alterada ni dañada.

d) Aprobación de los cimientos

Después de la conclusión de cada excavación, el contratista notificará al Ingeniero con tal motivo y no se podrá colocar mampostería alguna hasta que el Ingeniero hubiera aprobado la profundidad de la excavación y la calidad del material para la fundación.

4.3.3.3 Métodos de medición

El volumen a pagarse será el número de metros cúbicos, medido en su posición original, de material aceptablemente excavado de acuerdo con los planos o indicaciones del Ingeniero, pero en ningún caso se incluirá dentro el volumen a pagarse, aquel que quede fuera del volumen delimitado por los planos verticales a 50 cms. fuera de paralelos a las líneas exactas de los cimientos. El área medida de la sección transversal no incluirá agua u otro líquido, pero incluirá barro, lodo o materiales similares semilíquidos que no fueran resultantes de los trabajos de construcción y que no pudiera ser bombeados o desaguados. La medición no incluirá el volumen de excavación alguna realizada con anterioridad a que se tomen las elevaciones y mediciones del terreno natural no removido.

Tampoco se incluirá en la medición para el pago, el volumen de material removido por segunda vez con excepción del caso en el cual los planos o el Ingeniero requieran la excavación de zanjas para alcantarillas después de la construcción del terraplén; el volumen de excavación para tales zanjas, para alcantarillas, será incluido en la medición para el pago bajo este ítem.

En el caso de puentes y muros, no se incluirá en la medición para el pago bajo este ítem, los volúmenes de excavación para fundaciones que se hayan efectuado, según orden impartida, a más de 1.5 metros por debajo de la elevación más baja para tales fundaciones mostrada en los planos originales, según los cuales se habían adjudicado.

4.3.3.4 Bases de pago

El volumen medido en la forma descrita anteriormente, será pagado al precio unitario del contrato por metro cúbico para "Excavación no Clasificada para Estructuras entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación completa por a), b) y c) abajo descritos y por toda mano de obra, equipo herramientas e imprevistos necesarios para completar el ítem, salvo las diferentes excepciones establecidas y salvo el concreto empleado en capas impermeabilizadoras para fundaciones. Tal concreto será medido y pagado en el ítem "Concreto de Cemento Portland".

La formación y consolidación de los terraplenes, con excepción de todo aquello que estuviera dispuesto diferentemente según TERRAPLENES, la excavación y el transporte, a excepción del transporte pagado y en el caso de puentes y muros, a excepción de toda excavación para fundaciones que se haya efectuado, según orden impartida, a más de 1.5 metros por debajo de la elevación más baja para tales fundaciones mostradas en los planos originales, según los cuales se había adjudicado el contrato. Tal excavación por debajo de este límite de 1.5 metros será pagado como estará dispuesto en el artículo 9.4.

La formación de bases y relleno para alcantarillas y el relleno para estructuras que no sean alcantarillas de tubo, relleno de cualquier zanja imperfecta indicados en los planos y el retiro de toda estructura o material en exceso.

La preparación y terminación de la subrasante y bordes del camino, toda conservación de material para acabado de taludes y la construcción de toda ataguia o cajón temporal.

4.3.4.0 Material para el terraplén

En general debe preferirse material seleccionado y fácil de drenar; sin embargo, en obras, pueden usarse la mayor parte de los materiales encontrados, siempre que sean cuidadosamente colocados y compactados.

Las especificaciones técnicas a seguirse serán las que se anotan en el ítem 3.8.0.0.

4.3.4.1 Asiento y relleno para alcantarillas de tubo

a) Descripción

Este ítem incluirá la preparación del asiento para alcantarillas de tubo, el relleno hasta el nivel de la subrasante después de que los tubos hubieran sido instalados y cuando lo requieran los planos, incluirá el relleno encima de los tubos por medio de uno de los métodos de "Zanja imperfecta" descrito más adelante. Todo el trabajo según este ítem se hará de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con los planos o con el estacado del Ingeniero.

b) Materiales

El material empleado para asientos y rellenos será escogido de excavaciones o préstamos.

c) Métodos de construcción

Zanjas.- El ancho de una zanja no será mayor que el necesario para la colocación y el apisonado completo del material para el asiento debajo y alrededor del tubo, siempre que no se autorizara en otra forma cuando el material encontrado fuera inconveniente. La superficie del asiento ofrecerá una base firme pero que pueda ceder ligeramente; y será de densidad uniforme a lo largo de toda la alcantarilla, y en general tendrá bombeo ligero en dirección paralela a la línea central del tubo para compensar hundimientos probables y para asegurar uniones apretadas en la mitad inferior de la tubería. Se excavarán rebajes para los enchufes de los tubos.

d) Colocación en el asiento

Los tubos serán asentados sobre fundaciones de tierra de densidad uniforme y cuidadosamente formada por medio de una plantilla sostenida en el nivel requerido; esta forma será tal que se ajustará a la parte inferior del exterior de la tubería en una extensión vertical no menor al 10 % de su altura total. Cuando se encuentre roca ya sea viva o en forma de pedrones, será retirada debajo de la rasante y reemplazada con materiales adecuados de manera que se obtenga un colchón compactado de tierra que tenga debajo de la tubería un espesor no menor de 0.04 m. por cada

metro de relleno encima de la parte alta de la tubería, siendo el mínimo absoluto admisible un espesor de 0.20 mts.

Cuando no se encuentra una base firme al nivel establecido, debido a que el terreno sea suelto, esponjoso u otro suelo inestable, y cuando no se indique en los planos algún otro sistema de construcción, se retirará toda esa tierra que se halle debajo de la tubería y en un ancho de por lo menos un diámetro a cada lado del tubo y se reemplazará con grava u otro material adecuado para la tubería.

e) Instalación

La instalación de la tubería debe realizarse conforme a los requisitos de las especificaciones de detalles para el tipo particular de tubos a instalarse y se deberá observar cualquier requisito especial que contenga éstas, para la colocación en el asiento y para el relleno.

f) Relleno

Después de haber preparado el asiento e instalado los tubos se colocará material escogido proveniente de excavaciones o préstamos a lo largo de la tubería en capas cuyo espesor no excederá 0.15 m. Este material será compactado intensamente de manera que en ambos lados de la tubería habrá una berma de material bien, compactado, de un ancho mínimo igual al diámetro exterior de la tubería, excepto cuando el material no removido ocupe esta área. Cada capa que estuviera seca mojada y

luego compactada mediante rodillos o empleando pisones mecánicos o apisonando a mano con pisones pesados de hierro cuya cara de golpeo no tenga un área mayor de 160 cm²; se tendrá cuidado especial de compactar el relleno intensamente debajo los rincones de la tubería. Este sistema de relleno y consolidación se continuará hasta que el terraplén haya alcanzado una altura de 0.20 m. sobre la parte alta de la tubería, excepto cuando se prescriba el empleo de los métodos de la "zanja imperfecta". Cuando se use el apisonado a mano, el material deberá ser depositado en capas de no más de 10 cm. de espesor antes de la compactación. El material de relleno deberá ser compactado hasta obtener la densidad especificada para terraplenes del camino.

g) Métodos de zanja imperfecta

Cuando los planos especifican el sistema de "zanja imperfecta", se colocará el tubo en lecho y el terraplén será colocado y consolidado hasta el nivel del tope del tubo en la forma descrita anteriormente excepto que el apisonado a mano será permitido solamente bajo permiso por escrito. El método de relleno de "zanja imperfecta" se realizará por medio de uno de los siguientes métodos descritos en a), b), o c), abajo y el relleno no será completado hasta el nivel de la subrasante.

* El terraplén será construido en capas de 0.15 m. hasta la altura por encima de la parte alta del tubo, igual a un diámetro externo del tubo. Cada capa será completamente compactada encima del tubo y en un ancho igual al diámetro del tubo a cada lado de él, por medio de

rodillos o de pisones mecánicos. Entonces se exvacará el material que quede en el prisma directamente encima del tubo, y se rellenará la zanja sí formada con material de tierra depositada en las condiciones más sueltas posibles.

* El terraplén deberá ser colocado en capas de 0.15 m. se dejará suelta aquella porción de cada capa que se encuentre directamente encima del tubo, pero aquella porción que no se encuentra directamente encima del tubo pero que queda dentro de un diámetro a los lados, deberá ser completamente consolidada por medio de rodillos o por pisones mecánicos. Después de que se haya terminado el relleno hasta una altura encima del tope del tubo, igual a un diámetro exterior del tubo, toda tierra compactada en el prisma directamente sobre el tubo deberá ser retirada y reemplazada con material en las condiciones más sueltas posibles.

* Formas rígidas de costado se colocarán en el relleno en un plano vertical, tangente a los costados del tubo. Después se colocará el relleno fuera de las formas, hasta una altura encima del tope del tubo igual a un diámetro exterior de éste, en capas que no excedan 0.15 m. de espesor. Cada capa deberá ser compactada completamente por medio de rodillos o apisonada por pisones mecánicos. El espacio vacío que quede directamente sobre el tubo y entre las formas se rellenará con material de tierra depositada en las condiciones más sueltas posibles, y retirarán las formas posteriormente.

h) Métodos de medición

No se medirá la preparación de asientos y rellenos para ser pagados en forma directa.

i) Bases de pago

No se pagará directamente por la ejecución de este ítem bajo el contrato, pero se considerará como una obligación subsidiaria del contratista, compensada por los precios unitarios para "Excavación No Clasificada para Préstamos" como fuera el caso.

4.3.4.2 Retiro del Material Excedente

- a) Este ítem consistirá del retiro del material de excavación que fuera excedente y del material inservible incluyendo las piedras que se salgan a la superficie por escarificación. El material será depositado ensanchando terraplenes o teniendo taludes, o llevando los materiales a diferentes lugares y para diferentes objetos que indique el Ingeniero, todo de acuerdo con las presentes especificaciones.

b) Métodos de Construcción

Cuando aparezcan en la superficie piedras grandes por escarificación o por otras causas, éstas deberán ser retiradas de tal manera que no se perciban desde la carretera terminada. De ninguna manera podrá depositarse el material encima desnivel de la carretera adyacente, a no ser que así lo instruya por escrito el Ingeniero. El contratista

no empleará préstamos ni desperdiciará material sin la autorización escrita del Ingeniero.

c) Método de Medición

No se medirá el retiro del material excedente para su pago directo.

d) Bases de Pago

La ejecución de este ítem, no se pagará en forma directa pero será considerada como una obligación subsidiaria del contratista, compensada por el precio unitario del contrato para "Excavación No Clasificada", o "Excavación No Clasificada para Estructuras", como fuere el caso. Bajo ninguna circunstancia se pagará el contratista por excavaciones más allá de las líneas establecidas del prisma del camino o para préstamos, cuando dicha excavación o préstamo resultante del método de "préstamo y desperdicio" y tampoco se le pagará por transporte pagado que no fuera expresamente requerido por diseño y ordenado por el Ingeniero.

4.3.5.0 Metrado de Alcantarilla

En este ítem para alcantarillas tipo ARMCO, de diámetro 30" y 60" se ha considerado secciones tipo, las cuales han sido dibujadas en los respectivos planos tanto de las estructuras de entrada (Caja Tomas), como de estructuras de salida (Muros Cabezales). Haciendo diferencia entre alcantarilla del mismo diámetro, con respecto a su longitud y al volumen de excavación que lo obtendremos de la sección transversal de cada alcantarilla, considerando para ellas zanjas de adecuación de forma trapezoidal.

4.3.5.1 Alcantarilla Tipo

Diámetro 36"

1º Concreto de Estructuras

a) De Entrada

- Concreto Diente de Cimiento

$$1.50 \times 0.30 \times 0.30 \times 2 = 0.27 \text{ m}^3$$

$$2.00 \times 0.50 \times 0.30 \times 2 = 0.60 \text{ m}^3$$

- Concreto para Cimiento

$$2.40 \times 2.00 \times 0.40 = 1.92 \text{ m}^3$$

- Concreto para Paredes

$$1.50 \times 1.30 \times 0.30 \times 2 = 1.17 \text{ m}^3$$

$$2.00 \times 1.30 \times 0.30 = 0.78 \text{ m}^3$$

$$2.00 \times 1.30 \times 0.30 - \frac{\pi D^2}{4} \times 0.30 = \frac{0.59}{5.33} \text{ m}^3$$

b) De Salida

- Concreto de Cimentación

$$2 \times 0.40 \frac{(0.67 + 0.85)}{2} \times 1.25 = 0.76 \text{ m}^3$$

$$1.26 \times 0.85 \times 0.40 = 0.43 \text{ m}^3$$

- **Concreto para Alas**

$$2 \left\{ \frac{(0.27 + 0.20)}{2} \times 0.60 + \frac{(0.45 + 0.30)}{2} \times 1.22 \right\}$$

$$\times \frac{(1.43 + 1.25)}{2} = 1.61 \text{ m}^3$$

- **Concreto Frontón**

$$\frac{(0.45 + 0.30) \times 1.22 \times 1.15 - \pi \frac{D^2}{4} \times (0.30 + 0.45)}{2} = \frac{0.28}{3.08} \text{ m}^3$$

2º Encofrado- **Poza de Entrada: (Caja Toma)**

$$\frac{(1.40 \times 1.30 - \pi \frac{D^2}{4})}{4} = 1.17 \text{ m}^2$$

$$\frac{(2.00 \times 2.00 - \pi \frac{D^2}{4})}{4} = 3.35 \text{ m}^2$$

$$2.00 \times 2.00 = 4.00 \text{ m}^2$$

$$1.40 \times 1.30 = 1.82 \text{ m}^2$$

$$1.50 \times 1.30 \times 2 = 3.90 \text{ m}^2$$

$$1.50 \times 2.00 \times 2 = \underline{6.00} \text{ m}^2$$

$$20.24 \text{ m}^2$$

- **Salida**

$$1.25 \frac{(0.60 + 1.22) \times 2}{2} = 2.27 \text{ m}^2$$

$$1.43 \frac{(0.60 + 1.22) \times 2}{2} = 2.60 \text{ m}^2$$

$$0.91 \times 1.22 - \frac{\pi D^2}{4} = 0.55 \text{ m}^2$$

$$1.42 \times 1.22 - \frac{\pi D^2}{4} = 1.17 \text{ m}^2$$

$$2 \times 0.60 \frac{(0.27 + 0.20)}{2} = \frac{0.28}{6.87} \text{ m}^2$$

3º Concreto

1:10 Cemento-Hormigón con 25% de piedras medianas para cimentación.

Entrada : 2.79 m³

Salida : 1.19 m³

3.98

4º Concreto

1:6 Cemento-Hormigón para elevaciones de muros

Entrada : 2.54 m³

Salida : 1.89 m³

4.43 m³

4.3.5.2 Alcantarilla Tipo

Diámetro 60"

1º Concreto de Estructuras

a) Entrada (Caja Toma)

- Concreto Diente de Cimiento

$$1.50 \times 0.30 \times 0.30 \times 2 = 0.28 \text{ m}^3$$

$$2.60 \times 0.50 \times 0.30 \times 2 = 0.78 \text{ m}^3$$

- Concreto para Cimiento

$$2.60 \times 2.40 \times 0.40 = 2.50 \text{ m}^3$$

- Concreto para Paredes

$$1.50 \times 1.90 \times 0.30 \times 2 = 1.72 \text{ m}^3$$

$$2.60 \times 1.90 \times 0.30 = 1.48 \text{ m}^3$$

$$2.60 \times 1.90 \times 0.30 - \frac{\pi D^2}{4} \times 0.30 = \underline{0.95} \text{ m}^3$$

$$7.71 \text{ m}^3$$

b) Salida

- Concreto de Cimentación

$$2 \times 0.40 \frac{(0.70 + 1.36)}{2} = 2.02 \text{ m}^3$$

$$1.98 \times 1.20 \times 0.40 = 0.95 \text{ m}^3$$

- **Concreto para Alas**

$$\frac{2\{(0.30 + 0.20)0.60 + (0.30 + 0.60)1.83\}}{2} \times \frac{(2.46 + 2.72)}{2} = 5.02 \text{ m}^3$$

- **Concreto Frontón**

$$\frac{(0.30+0.60)1.83 \times 1.82 - \pi D^2}{4} \times \frac{(0.30+0.60)}{2} = \frac{0.82}{6.81} \text{ m}^3$$

2º **Encofrado**

- **Poza de Entrada**

$$\frac{(2.00 \times 1.30 - \pi D^2)}{4} = 0.79 \text{ m}^2$$

$$\frac{(2.60 \times 2.60 - \pi D^2)}{4} = 0.95 \text{ m}^2$$

$$2.60 \times 2.60 = 6.76 \text{ m}^2$$

$$2.00 \times 1.90 \times 2 = 3.80 \text{ m}^2$$

$$1.50 \times 1.90 \times 2 = \underline{5.70} \text{ m}^2$$

$$29.80 \text{ m}^2$$

- **Salida**

$$\frac{2.46 (0.60 + 1.83)}{2} \times 2 = 5.98 \text{ m}^2$$

$$\frac{2.72 (0.60 + 1.90)}{2} \times 2 = 6.80 \text{ m}^2$$

$$\frac{1.52 \times 1.83 - \pi D^2}{4} = 0.97 \text{ m}^2$$

$$\frac{2.12 \times 1.90 - \pi D^2}{4} = \frac{2.22}{15.97} \text{ m}^2$$

3º Concreto

1:10 Cemento-Hormigón con 25% de piedra mediana para cimentación.

Entrada : 3.56 m³

Salida : 2.97 m³

6.53 m³

4º Concreto

1:6 Cemento-Hormigón para elevaciones de muros

Entrada : 4.15 m³

Salida : 5.48 m³

9.99 m³

METRADO GENERAL

ALCANT. Nº	DIAMETRO PULG.	ESCAV. M³	CONCRET.1:10 M³	CONCRET.1:6 M³	ENCOFRADO M²	LONGITUD M.L.
1	60"	13.44	8.53	10.17	32.14	14.64
2	36"	14.72	3.98	4.43	20.24	10.36
3	60"	18.16	6.53	9.99	29.80	10.98
		46.32	19.04	24.59	82.18	35.98

243

4.4.0.0 CUNETAS

4.4.1.0 Definición

Se denominan "Cunetas" a las estructuras destinadas a producir el encauzamiento del escurrimiento superficial de la calzada a fin de recibir, transporte y eliminar el agua superficial.

4.4.2.0 Tipos de Cunetas

4.4.2.1 Cuneta de Base

Se llama así a las estructuras ubicadas al costado de la vía, entre las bermas y los taludes de corte ya sea en media ladera o en corte cerrado.

4.4.2.2 Cuneta de Coronación

Se denomina así a las mismas estructuras colocadas distante del eje de la vía. Tienen por finalidad captar los escurrimientos de las laderas y los sobrantes de riego e inundaciones. Alivian a las cunetas de base. Su ubicación se prefiere generalmente en los límites del derecho de vía.

4.4.3.0 Métodos de Construcción

Las zanjas de coronación serán formadas excavando un surco continuo a lo largo de la línea indicada estipulándose sin embargo que dos zanjas contiguas de coronación serán excavadas cuando por razón de la pendiente transversal se requieran dos zanjas para asegurar la profundidad prescrita. Estas zanjas deberán ser limpiadas a mano, con palas, con una zanjeadora, u otro sistema adecuado, echando todo el material suelto pendiente abajo, de manera que el fondo de la zanja terminada quede más o menos a 0.50

m. debajo de la cima del material amontonado en el costado pendiente abajo.

No se precisará un acabado a mano, pero las líneas de escurrimiento quedarán en forma satisfactoria para permitir el desagüe sin rebalses.

a) Dimensionamiento

La solicitud tipo de las cunetas de base generalizado en nuestro medio tiene sección angular y su dimensionamiento en el sentido horizontal, se mide a la altura de la sub rasante y el vertical a partir de esa línea imaginaria que resulta de la prolongación de la sub rasante hasta el vértice del ángulo, de donde resulta un área adicional debido a la inclinación del talud de corte, variable de acuerdo a la clase de suelo.

Las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras dan los siguientes valores:

ZONA	HORIZONTALES	VERTICAL
Arida	0.50	0.20
Lluviosa	0.50	0.30
Muy Lluviosa	1.00	0.50

En el caso que las dimensiones no satisfagan, se tendrá que aumentar la capacidad de las cunetas mediante un revestimiento, de manera

que disminuya el coeficiente de rugosidad, o incluyendo alcantarillas de alivio o cunetas de coronación.

b) Pendiente

La pendiente de la cuneta de base, en principio, corresponde a la rasante del trazo, pero tiene sus limitaciones que se rigen por la clase de suelos. En suelo deleznable se recomienda no usar pendientes mayores del 2%, por erosión que produciría la velocidad del agua. Para escurrimientos con lado, arcilla y linos en suspensión, se recomienda pendientes mínimas de 0.5% con el fin de evitar depósitos o arenamientos de las cunetas.

c) Método de Medición

La longitud a pagarse será el número de metros lineales de zanjas de coronación ya sea de zanja simple o de zanja doble, medido a lo largo de la línea central de la zanja terminada y aceptada.

4.4.4.0 Bases de Pago

La longitud a pagarse, medida en la forma descrita anteriormente, será pagada al precio unitario del contrato por metro lineal para "zanjas de coronación", y dicho precio y pago constituirá compensación completa por toda mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para completar el ítem.

4.4.5.0 Cálculo de la Capacidad de la Cuneta de Base

Se han clasificado las cunetas de acuerdo con las Normas Peruanas para Diseño de Carreteras, para zona lluviosa y sus dimensiones serán:

Horizontal : 0.50 m.
 Vertical : 0.30 m.

La pendiente de la cuneta será la misma que la del camino.

Para determinar la capacidad de las cunetas calcularemos la velocidad y el área hidráulica.

Para calcular la velocidad utilizaremos la fórmula de "Manning" teniendo en cuenta que debe considerarse un "Free-Board" para que la altura de agua no llegue hasta la sub-rasante. La fórmula es:

$$Q = \frac{AR^{2/3} S^{1/2}}{N}$$

Donde:

Q = Gasto por desaguar con la cuneta

A = Área Hidráulica necesaria

R = Radio medio hidráulica que es igual al área de la sección entre el perímetro mojado.

S = Pendiente de la cuneta

N = Coeficiente de rugosidad:

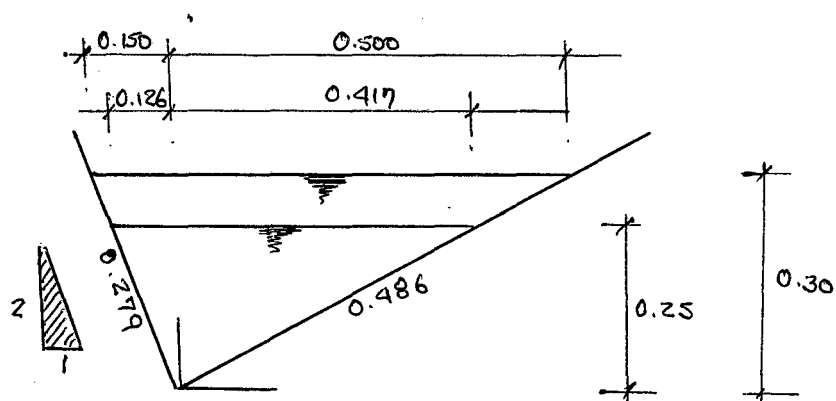
0.017 Para revestimiento de cemento

0.025 Para Tierra Vegetal

0.030 Para Roca

En nuestro caso tenemos cunetas que se encuentran en terrenos de material suelto (tierra) correspondiente a los primeros 600 m. y 400 m. de roca suelta.

4.4.5.1 Cuneta - Tierra Compacta



Area de la seccion hidraulica: (A)

$$A = \frac{1}{2} (0.417 + 0.125) \times 0.25$$

$$A = 0.068 \text{ m}^2$$

Perímetro Mojado: (p)

$$P = \sqrt{(0.125)^2 + (0.250)^2} + \sqrt{(0.250)^2 + (0.417)^2}$$

$$P = 0.279 + 0.486$$

$$P = 0.765 \text{ m.}$$

$$\text{Radio Medio Hidráulico : } \frac{A}{P} = \frac{0.068}{0.765} = 0.089$$

Tenemos luego:

$$R = 0.089 \quad R = 0.089$$

$$N = 0.025 \quad N = 0.025$$

$$S_1 = 1.2 \% \quad S_5 = 2.2 \%$$

$$S_2 = 1.1 \% \quad S_6 = 0.6 \%$$

$$S_3 = 3.4 \% \quad S_7 = 1.6 \%$$

$$S_4 = 1.1 \%$$

$$V_1 = \frac{(0.012)^{1/2} \times (0.089)^{2/3}}{0.025} = 0.87 \text{ m/seg.}$$

$$V_{2.4} = \frac{(0.011)^{1/2} \times (0.089)^{2/3}}{0.025} = 0.84 \text{ m/seg}$$

$$V^3 = \frac{(0.034)^{1/2} \times (0.089)^{2/3}}{0.025} = 1.47 \text{ m/seg.}$$

$$V^5 = \frac{(0.022)^{1/2} \times (0.089)^{2/3}}{0.025} = 1.18 \text{ m/seg.}$$

$$V^6 = \frac{(0.006)^{1/2} \times (0.089)^{2/3}}{0.025} = 0.62 \text{ m/seg.}$$

$$V^7 = \frac{(0.016)^{1/2} \times (0.089)^{2/3}}{0.025} = 1.01 \text{ m/seg}$$

Los gastos que pueden llevar las cunetas serán:

$$\begin{aligned} Q_1 &= V_1 \times 0.068 = 0.06 \text{ m}^3/\text{seg} \\ Q_{2.4} &= V_{2.4} \times 0.068 = 0.06 \text{ m}^3/\text{seg} \\ Q_3 &= V_3 \times 0.068 = 0.10 \text{ m}^3/\text{seg} \\ Q_5 &= V_5 \times 0.068 = 0.08 \text{ m}^3/\text{seg} \\ Q_6 &= V_6 \times 0.068 = 0.04 \text{ m}^3/\text{seg.} \\ Q_7 &= V_7 \times 0.068 = 0.07 \text{ m}^3/\text{seg.} \end{aligned}$$

TRAMO	PENDIENTE %	GASTOS	OBSERVACIONES
00+0 - 27+8	1.20	0.06	Tierra Compacta
27+8 - 36+0	1.10	0.06	Tierra Compacta
36+0 - 46+0	3.40	0.10	Tierra Compacta
46+0 - 60+0	1.10	0.08	Tierra Compacta
60+0 - 72+0	2.20	0.08	Tierra Compacta
72+0 - 86+0	0.60	0.04	Tierra Compacta

4.4.6.0 Tramos de Cuneta de Base y Verificación de su Capacidad

Habiendo dividido el primer kilómetro en 6 tramos de cunetas, verificaremos la capacidad de cada una de ellas:

TRAMO	ESTACAS	PENDIENT. m/km	AREA DRENADA Has	OBSERVACIONES
1	00+0-27+8	06	1.5	Tierra Compacta
2	27+8-36+0	06	1.5	Tierra Compacta
3	36+0-46+0	09	3.0	Tierra Compacta
4	46+0-60+0	06	1.5	Tierra Compacta
5	60+0-72+0	08	2.5	Tierra Compacta
6	72+0-86+0	05	1.0	Tierra Compacta

4.4.6.1 Tramo 1

Estaca : 00+0 - 27+8

Material : Tierra Compacta

Esta cuneta desaguará en una alcantarilla que la ubicaremos en Estaca 17 + 7

Verificación de la capacidad del primer tramo:

Para el cálculo de la cuneta emplearemos la fórmula de "Burkly-Ziegler"

$$Q = 0.022 \times C \times A \times h \sqrt[4]{\frac{S}{A}}$$

$$C = 0.50$$

$$h = 2 \text{ cm/h. (valor máximo asumido solo para drenar los laterales de calles y una pequeña área al borde de la cuneta).}$$

$$S = 6 \text{ m/km.}$$

$$A = 1.5 \text{ has.}$$

$$\text{Luego: } Q = 0.022 \times 0.50 \times 5 \times 2 \sqrt[4]{\frac{6}{1.5}}$$

$$Q = 0.05 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Como $Q = 0.05 < 0.06$ quiere decir que la capacidad de la cuneta es suficiente para drenar todo el gasto calculado; no siendo necesario diseñar cuneta de coronación.

4.4.6.2 Tramo 2 - 4

Estacas : 27+8 - 36+0, 46+0 - 60+0

Material : Tierra Compacta

$$C = 0.50$$

$$h = 2 \text{ cm/h}$$

$$S = 6 \text{ m/km.}$$

$$A = 1.5 \text{ has.}$$

$$Q = 0.022 \times C \times A \times h \sqrt[4]{\frac{S}{A}}$$

$$Q = 0.022 \times 0.50 \times 1.5 \times 2 \sqrt[4]{\frac{6}{1.5}}$$

$$Q = 0.05 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

También se observa que el valor obtenido $Q = 0.05 < 0.06$ quiere decir que la capacidad de la cuneta es suficiente para drenar todo el gasto calculado; no siendo necesario diseñar cuneta de coronación.

4.4.6.3 Tramo 3

Estaca : 36+0 - 46+0

Material : Tierra Compacta

Los Tramos 2, 3, 4, 5, se desaguarán en una alcantarilla de alivio de diámetro 60", que se tendrá que ubicar para estos fines en la Estaca 46+0, que coincide en el eje de una calle, construyendo para tal caso al costado de dicha calle.

Por tal motivo se tendrá que incluir en el metrado de alcantarilla ésta de alivio para realizar su análisis de costo respectivo.

$$C = 0.50$$

$$h = 2 \text{ cm/h}$$

$$S = 9 \text{ m/km.}$$

$$A = 3 \text{ has.}$$

$$Q = 0.022 \times C \times A \times h \sqrt[4]{\frac{S}{A}}$$

$$Q = \frac{0.022 \times 0.50 \times 3 \times 2^4 \sqrt{9}}{3}$$

$$Q = 0.09 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

También en este tramo no se nota que $Q = < 0.10$, lo que quiere decir que la capacidad de la cuneta es suficiente para drenar todo el gasto calculado; no siendo necesario diseñar cuneta de coronación.

4.4.6.4 Tramo 5

Estaca : 60+0 - 72+0

Material : Tierra Compacta

$C = 0.50$

$h = 2 \text{ cm/h}$

$S = 8 \text{ m/km.}$

$A = 2.5 \text{ has.}$

$$Q = 0.022 \times C \times A \times h^4 \sqrt{\frac{S}{A}}$$

$$Q = 0.022 \times 0.50 \times 2.5 \times 2^4 \sqrt{\frac{8}{2.5}}$$

$$Q = 0.07 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

De igual manera se nota que $Q = 0.07 < 0.08$, por lo tanto la capacidad de la cuneta es suficiente para drenar todo el gasto calculado; no siendo necesario diseñar cuneta de coronación.

4.4.6.5 Tramo 6

Estaca : 72+0 - 86+0

Material : Tierra Compacta

$C = 0.50$

$$h = 2 \text{ cm/h}$$

$$S = 5 \text{ m/km.}$$

Este tramo desaguará en la Estaca 70+0 ; Alcantarilla N° 03

$$A = 1 \text{ ha.}$$

$$Q = 0.022 \times C \times A \times h \sqrt[4]{\frac{S}{A}}$$

$$Q = 0.022 \times 0.50 \times 1 \times 2 \sqrt[4]{\frac{5}{1}}$$

$$Q = 0.03 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Al realizar el análisis, todos los tramos de cunetas como en éste último caso, $Q = 0.03 < 0.04$ cumplen con la capacidad suficiente para drenar los gastos calculados, que hace no necesario diseñar cunetas de coronación para éste primer kilómetro en estudio.

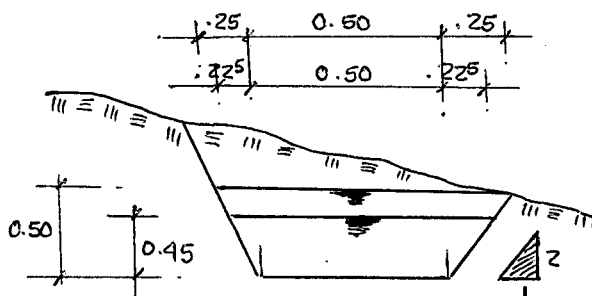
4.4.7.0 Diseño de Cuneta de Coronación

Como se vió anteriormente no se diseñará cunetas de coronación por no ser necesario en lo referente a este primer kilómetro en estudio, sin embargo con fines didácticos se darán ciertos alcances en lo que a las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras se refiere.

Estas cunetas de coronación se diseñan con el fin de evitar el efecto erosivo del agua de escorrentía sobre los taludes de corte o de disminuir la cantidad de precipitación sobre las cunetas de base.

El dimensionamiento se fijará de acuerdo a las condiciones pluviométricas de la zona, siendo las dimensiones mínimas aquellas indicadas en las Normas Peruanas, Lámina 6.1.6.1.

La sección de tipo para ésta clase de cunetas es trapezoidal, de 0.50 mts. de ancho en el fondo y 0.50 mts. de profundidad considerando un talud en roca blanda. La ubicación de estas cunetas deben estar aproximadamente a 7 mts. de la iniciación del talud de corte.



4.5.0.0 MUROS DE SOSTENIMIENTO

4.5.1.0 Generalidades

Tiene como finalidad la contención de los rellenos, en aquellas zonas de topografía accidentada, donde el talud del relleno no se encuentra con la ladera o la encuentra muy lejos del eje del trazo.

4.5.1.1 Tipos

La elección del tipo de muro a construir dependerá esencialmente de la altura de relleno a contener y del material a emplearse.

Entre los más corrientes figuran: Los de gravedad, los clásicos y los de contrafuertes.

Las Normas Peruanas dan las especificaciones relativas a los muros de gravedad, clasificando dos tipos:

- a) De mampostería de piedra
- b) De concreto ciclópeo

4.5.1.2 Análisis

El procedimiento general de diseño, luego de un dimensionamiento previo, exige considerar las fuerzas actuantes para comprobar la estabilidad del muro.

4.5.2.0 Fuerzas Actuantes

Se tiene las siguientes:

- Peso propio (Q).- Determinable según el volumen del muro y la densidad del concreto ciclópeo : 2.4 Tn/m^3
- Sobrecarga (N').- Se considera una carga adicional uniformemente repartido, distribuida sobre una faja de anchura limitada, paralela al muro, se representa por una altura ficticia de tierra (N') cuyo valor mínimo es de 2 pies (0.60 m).
- Empuje de tierras (E).- La acción del relleno dependerá de su altura, de la cohesión y fricción de material que lo conforma, etc.

De manera general se expresa por:

$$E = \frac{1}{2} H^2.W.C.$$

Tomando en consideración la sobrecarga actuante se tendrá:

$$E = \frac{1}{2} W.H (H + 2H')C.$$

$$E_h = E.\cos \theta/2$$

$$E_v = E.\sen \theta/2$$

Estando el punto de aplicación, a una distancia de la base igual

a:

$$d = \frac{H}{3} \frac{H + 3H'}{H + 2H'}$$

Donde:

H = Altura total de relleno

H' = Sobrecarga

W = Peso específico del material de relleno

θ = Angulo de rozamiento interno o de reposo

C = Constante dependiente del ángulo de reposo

4.5.2.1 Estabilidad

La verificación, es decir, si el dimensionamiento adoptado es el correcto, se realiza tres aspectos:

a) Estabilidad al Volteo

La relación entre el momento resistente y el momento de volteo debe estar sujeta a un factor de seguridad, que se considera igual a 2, luego:

$$H_R / M_v \geq 2$$

b) Estabilidad al Deslizamiento

También se adopta un factor de seguridad, debiendo cumplirse que:

$$\frac{(\sum F_v)C}{F_H} \geq 1.5$$

F_v = Suma de fuerzas verticales

F_H = Suma de fuerzas horizontales

C = Coeficiente de rozamiento entre los materiales de relleno y muro.

c) Estabilidad por Presiones

Es necesario comprobar si la presión ejercida sobre el terreno no supera la carga admisible del mismo y si por efectos de excentricidad, existieran tracciones en la base (deben evitarse).

$$P = \sum \frac{F_v}{a \cdot b} \left[1 \pm \frac{6c}{b} \right]$$

- P = Presión sobre el terreno, tracción (-) o compresión (+).
- a = Largo del muro (se toma un metro lineal).
- b = Ancho de la base, varía entre 0.30 a 0.45 de H.
- e = Excentricidad.

$$X = M_r / \Sigma F_v$$

$$e = \frac{b}{Z} - (X - Z) \quad Z = M_v / \Sigma F_v$$

Si $e \geq 1/6b$, habrá tracciones en la base

4.5.2.2 Dimensionamiento

Las Normas Peruanas señalan en su anexo A-3 (Lámina A.3.2) las características geométricas de los muros de sostenimiento de concreto ciclópeo en función de la altura respectiva.

Conviene señalar algunas especificaciones de carácter constructivo, que debe tenerse presente; el concreto a emplearse se preparará en base a cemento tipo C con 25% de piedra mediana, la proporción cemento-hormigón será de 1:6; la primera capa no debe ser menor de 30 cm. y se conformará con concreto ciclópeo, disbuyendo las piedras a una distancia mayor o igual a 7.5 cm. unas de otras y en todas direcciones, igual separación debe mantenerse con respecto a las caras del muro, se construirán los dispositivos necesarios, para facilitar un drenaje adecuado, en concordancia con lo indicado en las Normas Peruanas.

En el presente tema de Tesis, no encontramos construcciones de muros.

CAPITULO V

5.0.0.0 PAVIMENTOS

5.1.0.0 GENERALIDADES

5.1.1.0 Definición:

"Es toda estructura simple o compuesta que tiene una superficie generalmente alisada, destinada a una circulación de vehículos, personas y que presentan también condiciones de resistencia a los agentes climatéricos y a los efectos abrasivos del tránsito".

5.1.2.0 Clasificación

Los pavimentos de acuerdo a su comportamiento estructural se clasifican en flexibles y rígidos.

5.1.2.1 Pavimentos Flexibles

Incluyen todos los tipos de tapices bituminosos y en general tiene poca resistencia a la flexión.

No disminuyen la carga sobre las capas interiores como consecuencia de su resistencia a la flexión, sino que resisten por la resistencia al corte de las capas de base y superficie. Las cargas que recibe se consideran puntuales, solo se transmiten cargas a zonas próximas de su punto de aplicación.

5.1.2.2 Pavimentos Rígidos

Se componen generalmente de losas de concreto con o sin

armadura; que actúan como todas las losas elásticas resistentes, salvo que las posiciones de las fuerzas concentradas son las inversas a las usuales en la estructura de una edificación.

Las losas transmiten las cargas en un área y distancia considerables de su punto de aplicación.

5.1.3.0 Comparación de Pavimentos Flexibles y Rígidos

La comparación tiene por objeto dar una idea más definida sobre las ventajas que aportan cada uno de los tipos de pavimentos.

5.1.3.1 Pavimentos Flexibles

1. Bajo costo inicial (excepto los tipos superiores)
2. Fácil trabajo de instalación
3. Fácil mantenimiento
4. No posee juntas
5. Existen grandes variedades de tipos, lo que permite un amplio juego de condiciones y alternativas de diseño.
6. Posee gran flexibilidad para adaptarse a las fallas de la subrasante.
7. Permite la construcción por etapas.

5.1.3.2 Pavimentos Rígidos

1. Bajo costo de conservación
2. Larga duración
3. Alto remanente de valor como base para futuras superficies nuevas.
4. Buenas condiciones de visibilidad y reflexión en la noche.
5. Puede construirse directamente sobre superficies

explanadas.

6. Resiste esfuerzos en tensión.
7. Tiene bajo coeficiente de rodamiento
8. No es atacado por aceites y gasolina

5.1.4.0 Elección del Tipo de Pavimento

El tipo de pavimento que se escoja debe ser tal que económicamente resista la acción del tráfico, pues debido a la intensidad de tráfico que soportara se destruirá una conservación costosa.

Los factores que se consideran en la elección son:

- 1º El pavimento debe ser tal que ofrezca condiciones de confort y rodadura suave.
- 2º Economía para el usuario (reducido consumo de gasolina y pequeño desgaste del vehículo).
- 3º Seguridad en la marcha
- 4º Otros factores consideran el tráfico, clima, geometría de la sección transversal, construcción y mantenimiento.

El pavimento más económico será aquel en el cual el costo anual, interés y amortización del capital del establecimiento o sea el primer costo de inversión más los gastos de conservación sea mínimo.

5.1.4.1 Pavimento Elegido

El pavimento elegido es un pavimento flexible y la elección se hizo por las siguientes razones:

- 1º El pavimento flexible normalmente es más económico que uno de cemento portland.

- 2º Fácil trabajo de mantenimiento y reparación que solo se limita al área afectada.
- 3º Permite su construcción por etapas, cuando se prevee un importante crecimiento de tráfico, es posible aumentar su espesor.
- 4º El tiempo de construcción y su apertura al tránsito es menor que uno de cemento portland.
- 5º No posee juntas
- 6º Posee flexibilidad para adaptarse a las fallas de la sub-rasante.
- 7º Debido a la existencia de muchos caminos de concreto asfáltico, los contratistas y su personal tienen gran experiencia en la construcción de este tipo de pavimento.
- 8º Disponibilidad de materiales, pues con excepción del cemento asfáltico, todos los demás materiales se pueden hallar en el lugar.

5.1.5.0 Elementos Básicos de un Pavimento

El pavimento está constituido por:

5.1.5.1 La Sub-Rasante o Terreno de Fundación

La sub-rasante es el suelo natural ~~i sita~~, sobre el cual se construye la estructura del pavimento. El diseño del espesor de la estructura del pavimento debe basarse siempre sobre los valores de la resistencia mecánica del suelo de la sub-rasante. Si el terreno es de muy mala calidad, por ejemplo, si tiene alto contenido de materia orgánica, este debe desecharse y siempre que sea posible sustituirse por un suelo de mayor calidad.

Si el terreno es malo y se halla formado por suelos finos, limosos o arcillosos, susceptible de saturación, habrá que colocar una sub base de material seleccionado antes de la base. Si el terreno es regular a bueno, formado por un suelo bien graduado y no ofrece peligro de saturación, podrá prescindirse de la sub-base.

Si el terreno es excelente, es decir posee un valor soporte elevado y no existe problema de saturación de agua, bastará colocar encima la capa de rodadura.

5.1.5.2 Sub-Base

Tiene por objeto:

Sirve de capa de drenaje al pavimento

Controla o elimina en lo posible, los cambios de volumen, elasticidad y plasticidad perjudiciales que pudiera tener el material de la sub-rasante. Controla la ascensión capilar del agua proveniente de las napas freáticas cercanas o de otras fuentes.

Proteje el pavimento contra los hinchamientos en épocas de helada.

El material de la sub-base ser seleccionado y tener mayor capacidad soportante que el terreno si la función principal es servir de capa de drenaje, el material a emplearse debe ser granular y la cantidad de material fino que pase por la malla N° 200 debe ser mayor de 8%.

5.1.5.3 Base

Tiene por finalidad absorber los esfuerzos transmitidos por las cargas de vehículos y repartirlos uniformemente estos esfuerzos a la sub-base y a la sub-rasante.

Las bases pueden ser granulares o bien estar formadas por mezclas bituminosas o mezclas estabilizadas con cemento u otro material ligante.

5.1.5.4 Superficie de Rodadura

Su función primordial y principal será proteger la base impermeabilizando su superficie para evitar si las posibles infiltraciones del agua de lluvia que podría saturar parcial o totalmente las capas inferiores. Además evitar que se desgaste o se desintegra la base debido al tránsito de vehículos.

5.1.5.5 Método de Empleo para Calcular el Espesor de los Pavimentos Asfáltico

Se empleará el método del instituto de Asfalto, elaborado a base de experiencias efectuadas por la AASHO, referente a la correlación entre el pavimento y su comportamiento bajo la acción del tráfico.

El método en si se apoya en el concepto de fatiga introducido por HVEEN, toma en cuenta la propiedad acumulativa de los efectos destructivos de las cargas de tráfico para luego introducir el concepto de "Índice de Tráfico", que es función del número y peso de los ejes que circulan sobre el pavimento a lo largo del período en que el camino presta servicio eficiente y reemplaza el uso de la carga máxima como factor determinante en el cálculo de espesores de pavimento.

El Instituto Asfáltico, teniendo en cuenta estos conceptos, ha elaborado el método para calcular el espesor de la estructura del pavimento. El método se desarrolla de acuerdo a los siguientes pasos:

1º Análisis, clasificación y evaluación del suelo de la subrasante para determinar la capacidad portante, mediante la determinación del CBR o del valor "R" sobre muestras representativas.

2º Determinación del "Índice de Tráfico" que representa la intensidad y composición del tráfico.

3º Cálculo del espesor total del firme, formado por concreto asfáltico. El espesor hallado podrá sub-dividirse luego en diferentes capas de base, sub-base y superficie de rodadura, mediante el empleo de factores de sustitución que indican la equivalencia entre el concreto asfáltico y los materiales granulares.

5.1.6.0 Especificaciones de la AASHO para el Método

- a) Coeficiente de equivalencia de base, asfálticas a no asfálticas
 2.00" Base Granular = 1" Base del Concreto Asfáltico
 2.70" Sub-Base Granular = 1" Base de Concreto Asfáltico
 1.35" Sub-Base Granular = 1" Base Granular
- b) Exigencia de los materiales granulares.

T A B L A N º 1

PRUEBAS	SUB BASE TRAFIC. LIVIAN.	TRAFICO MEDIAN. Y PESAD.	BASE TRAFICO LIVIANO	TRAFICO MEDIANO Y PESADO
C.B.R. (min)	20	20	80	100
Valor R	55	55	78	80
Límite Líquido	25	25	25	25
Índice Plasticidad (max)	6	6	6	3
Equivalencia de Arena (min)	25	25	30	50

- c) Espesor de la superficie de rodadura, independiente de la base asfáltica y en función del índice de tráfico.

INDICE DE TRAFICO	ESPESOR DE LA SUPERFICIE DE RODADURA
Menos de 10 (Tráfico liviano)	1"
Entre 10 y 100 (Tráfico mediano)	1.1/2"
Más de 100 (Tráfico pesado)	2"

5.1.7.0 Análisis, Clasificación y Evaluación del Suelo de Sub-Rasante

De acuerdo a las especificaciones dadas en el tramo de tesis, el material que conforma la sub-rasante tiene las siguientes características:

ANALISIS GRANULOMETRICO

TAMIZ	RETENIDO %	PASA %
Nº 8	3	97
Nº 10	2	95
Nº 40	9	86
Nº 200	49	37

Límite Líquido 29.80

Límite Plástico 18.76

Indice de Plasticidad	16.04
Optima Humedad %	7.50
Máxima Densidad	1.94

5.1.7.1 Cálculo del Índice de Grupo

$$I.G = 0.2a + 0.005ac + 0.01bd$$

donde:

a = Exceso sobre 35 de la cantidad que pasa por la Malla N° 200, sin pasar de 75, expresado en un número entero y positivo (de 0 a 40).

b = Exceso sobre 15 de la cantidad que pasa por la Malla N° 200, sin pasar de 55 (de 0 a 40)

c = Exceso de límite líquido sobre 40, sin pasar de 60 (de 0 a 20)

d = Exceso de índice plástico sobre 10, sin pasa de 30 (de 0 a 20)

En nuestro caso:

$$a = 37 - 35 = 2$$

$$b = 37 - 15 = 22$$

$$c = 40 - 40 = 0$$

$$d = 19 - 10 = 9$$

$$I.G = 0.2 (2) + 0.005 (2) (0) + 0.01 (22) (9)$$

$$I.G = 2.38$$

5.1.7.2 Clasificación del Suelo

De acuerdo al gráfico de clasificación de materiales de sub-

rasante de carreteras, observaremos que, el porcentaje que pasa por la Malla N° 200 es de 37%, por lo que el suelo está clasificado entre los suelos limosos arcillosos, es decir, que puede pertenecer a los grupos A-4, A-5, A-6 o A-7.

Analizando el límite líquido que es 30, observamos en el gráfico que puede ser un suelo A-4 o A-6, ya que tiene como límite líquido máximo 40.

El índice de plasticidad es igual a 16, por lo tanto pertenece al suelo A-6 que tiene como mínimo 11.

El índice de grupo es igual a 2.38, que cumple con el requisito para el suelo A-6 que no debe exceder de 16.

En conclusión el grupo de suelo A-6, es nuestro caso por tener el límite plástico igual a 19 que es menor que 40 y pertenecerá al grupo de materiales limo arcillosos.

5.1.7.3 Características del Suelo A-6

El material típico de este grupo es la arcilla plástica por lo menos el 75% de estos suelos debe pasar el Tamiz N° 200, pero se incluyen también las mezclas arcillo-arenosas cuyo porcentaje de arena y grava sea inferior al 64%.

Estos materiales presentan, generalmente, regular cambios de volumen entre los estados seco y húmedo, siendo un material regular para la sub-base.

Para mejorar el suelo es recomendable adicionar material granular, además de un buen sistema de drenaje. La compactación en este tipo de suelo es de regular a bueno cuando está seco, y malo cuando está húmedo.

5.1.7.4 Mejoramiento del Suelo de la Sub-Rasante

Por existir condiciones de tránsito pesado y ser el suelo de la sub-rasante de bajo poder soportante, conviene mejorarlo, en alguna de las siguientes formas:

a) **Estabilizando los Mediante**

- Mezclas de suelos (grava, arena, arcilla, etc.)
- Agentes químicos (cal, cemento, etc.)

Resulta generalmente costoso

b) **Mejorándolo**

Cubriendo la superficie de la sub-rasante con una capa de material granular adecuado.

Adoptamos este método por que contamos con buen material de cantera (piedra y grava), el espesor a superponer varía entre 15 a 20 cm.

5.1.7.5 Valor CBR

Es una prueba que establece la calidad del material (valor portante), California Bearing Ratio (CBR).

En este proyecto, para determinar se empleará la correlación aproximada de rangos de suelo de la AASHO, tomando en cuenta la clasificación de suelo ya señalado: A-6; así encontramos que el CBR se encuentra dentro del rango 6-12.

El valor a tomar lo fijamos teniendo en consideración, que en condiciones medias de buen drenaje y perfecta compactación, los valores

portantes (CBR) de un terreno pueden tomarse como función inversa de su índice de grupo, siendo $I.G = 2.38$, adoptamos: $CBR = 10$.

5.1.7.6 Mejoramiento de Sub-Rasante

En la clasificación del suelo de la sub-rasante, se ha obtenido el tipo A-6, cuya catalogación para el fin perseguido es de regular, considerando la circunstancias anotadas es necesario mejorar someramente el suelo para contrarrestar las condiciones adversas de la sub-rasante. Para conseguir esta finalidad hay dos posibilidades que se contemplan a continuación:

a) Estabilizando el Material de la Sub-Rasante

Esta se puede conseguir por dos formas:

- 1º Utilizando cal o cemento
- 2º Por mezcla del suelo con otras mejores condiciones como grava arenosa o arena.

b) Cubriendo la Superficie con una Capa de Material Granular (Terreno Mejorado)

El material a utilizarse, en este caso, grava arenosa o grava fina. Este material es poroso, permeable y de muy poca capilaridad lo que permite impedir la ascensión del agua capilar de la sub-rasante.

El espesor de esta capa, varía de 15 a 20 cm. la estabilización del material de la sub-rasante con cal o con cemento, resultaría demasiada cara y solo se aconsejaría en el caso de no disponer de canteras de agregados petreos en la zona. Lo que no es el caso en el proyecto que se estudia, la estabilización utilizando arena sería una buena

solución, pero se descarta por no disponer en la zona de una cantera con arena.

Disponiendo de una cantera de grava arenosa que se puede utilizar como terreno mejorado o sea, cubriendo la corona de la sub-rasante con una capa de 15 cm. de este material. La capa de terreno mejorado forma parte de la estructura del pavimento y mejora la distribución de las cargas.

Para calcular espesor del pavimento se tomará en cuenta que el terreno no mejorado tiene un CBR igual a 10.

5.1.7.7 Diseño del Espesor del Pavimento

Métodos para establecer los espesores totales de las estructuras del pavimento y de cada una de las capas que la conforman, existen en número considerable, dependiendo en muchos casos de las condiciones existentes en determinada región.

5.1.7.8 Método del Instituto del Asfalto

Permite un diseño que considera una completa correlación entre la estructura del pavimento y su comportamiento bajo la acción del tráfico.

Los factores básicos que se requieren conocer son: capacidad soporte de la sub-rasante, carga por rueda (Lb/eje) e intensidad del tránsito (veh/día).

Partiendo de un espesor total de concreto asfáltico, mediante los gráficos respectivos, se pueden obtener diversas combinaciones de concreto asfáltico, base y/o sub-base granular, según la disponibilidad del material; para ello se cuenta con las relaciones de sustitución que anteriormente hemos descrito.

Para utilizar los gráficos se necesitan como datos:

a) Valor portante de la sub-rasante

$$\text{CBR} = 10 \%$$

b) Índice de Tráfico

Es el número promedio diario de repeticiones de un eje promedio de 18,000 lbs. en el carril de diseño durante la vida del pavimento.

Expresa las características de carga por rueda y la intensidad de tráfico.

$$I_T = \text{N.C.E.P.}$$

Donde:

N = Volumen de vehículos pesados

C = Coeficiente de crecimiento medio en el período de análisis.

E = Coeficiente de equivalencia de carga

P = Coeficiente del tanto por uno del número total de vehículos que circulan por la trocha más cargada.

5.2.0.0 ANALISIS DE TRANSITO

5.2.1.0 Cálculo del Índice de Tráfico

El diseño del pavimento se hace en base a I.M.D. de 800 vehículos cuya clasificación es la siguiente:

600 Vehículos ligeros con menos de 8,000 lbs.p.eje.

70 Vehículos comerciales H.15

70 Vehículos comerciales H.15 - 5.12

60 Vehículos comerciales H.20 - 5.16

Período de diseño 20 años

Incremento en 20 años 100 %

5.2.2.0 Cálculo del Número de Ejes Actual

TIPO DE VEHICULOS	Nº DE VEHICULOS	Nº DE EJES POR VEHICULOS	Nº DE EJES
Vehículos Ligeros	600	2	1,200
Vehículos Comerciales H-15	70	2	140
Vehículos Comerciales			
H-15 - S-12	70	2	140
Vehículos Comerciales			
H-20 - S-16	60	2	<u>120</u>
			1,600

Tenemos que:

H - 15 2 Ejes simples

H - 15 - S - 12 3 Ejes simples

H - 20 - S - 16 1 Eje simple, 2 acoplados

5.2.3.0 Distribución de Ejes por Carga

De menos de 8,000 lbs. por eje simple

Vehículos Livianos 600 x 2 = 1,200 Ejes

Camiones H-15 70 x 1 = 70 Ejes

Camiones H-15-S-12 70 x 1 = 70 Ejes

1,340 Ejes

De 8,000 a 12,000 lbs. por eje simple

Camionets H-20-S-16 60 x 1 = 60 Ejes

De 22,000 a 24,000 lbs. por eje simple

Camiones H-15 70 Ejes

Camiones H-15-S-12 140 Ejes

210

De 30,000 a 32,000 lbs. por ejes tandem

Camiones H-20-S-16 60 x 2 = 120 Ejes

Resumiendo

Menos de 8,000 lbs. por Eje Simple 1,340

De 8,000 a 12,000 lbs. por Eje Simple 60

De 22,000 a 24,000 lbs. por Eje Simple 210

De 30,000 a 32,000 lbs. por Eje Tandem 120

1,730

5.2.4.0 Equivalencia a Ejes de 18,000 Lbs.

CARGA POR EJE	FACTOR DE EQUIVALENCIA DE PESOS EJES SIMPLES	EJES/D	EQUIVAL.
Menos de 8,000	- . . -	1,340	- . . -
8,000 a 12,000	0.11	60	6.6
22,000 a 24,000	3.91	210	821.1
Ejes Tandem			
30,000 a 32,000	0.92	120	<u>110.4</u>
			938.1

Factor de Equivalencia de carga o vehículo pesado: (E)

$$E = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Ejes Equivalentes a 18,000 lbs.}}{\text{N}^\circ \text{ de Vehículos (I.M.D.)}} = \frac{938.1}{800} = 1.17$$

5.2.5.0 Coeficiente de Crecimiento (C)

Período de diseño = 20 Años

Incremento de Tráfico en 20 años = 100 %

$$\text{Luego: } C = \frac{1 + 2}{2} = 1.5$$

5.2.6.0 Cálculo del Coeficiente del Tanto por uno del Número Total de Vehículos que circulan en el Tramo más Cargado

Nº DE TROCHAS (DOS DIRECCIONES)	% DE CAMIONES EN LA TROCHA DE DISEÑO
2	50
4	45 (35 - 48)
6 o más	40 (25 - 48)

Para el presente proyecto de dos trochas le corresponde:

$$\text{Luego se obtiene: } P = 0.50$$

5.2.7.0 Valor de N

$$N = 0.25 \times 800 = 200$$

$$I_T = 200 \times 1.5 \times 1.17 \times 0.5 = 175.5$$

$$I_T = 175.5$$

5.2.8.0 Uso del Gráfico

Al hacer uso del gráfico se pueden presentar tres casos, según el lugar donde se encuentran la intersección de la vertical correspondiente al CBR, y la diagonal correspondiente al Índice de Tráfico.

1º Caso : La intersección se produce a la izquierda de la línea B-B.

En este caso se trata de una sub-rasante de mala calidad y se procede a la siguiente manera:

En el punto de intersección se traza una horizontal, obteniendo un E_T , luego se sigue la línea del índice de tráfico hasta cortar la línea B-B, de donde se trazará otra horizontal hasta encontrar tráfico hasta la línea A-A, donde corta a la horizontal se determina un espesor E_A .

Siendo:

E_T = Espesor mínimo de la carpeta asfáltica (superficie de rodadura + base asfáltica) colocada directamente sobre la sub-rasante.

E_B = Espesor mínimo de la carpeta asfáltica si se coloca sobre una sub-base granular.

E_A = Espesor mínimo de la carpeta asfáltica si se coloca sobre una base granular.

Haciendo uso de los coeficientes de equivalencia se tiene tres alternativas de diseño:

a) Solamente carpeta asfáltica (superficie de rodadura + base asfáltica)

$$\text{Espesor Total} = E_T$$

b) con sub-base granular

- Espesor de la carpeta asfáltica = E_R
- Espesor de sub-base granular = $2.7 (E_T - E_R)$

c) Con base y sub-base granular

- Espesor de la carpeta asfáltica = E_Λ
- Espesor de la base granular = $2 (E_B - E_\Lambda)$
- Espesor de la sub-base granular = $2.7 (E_T - E_B)$

2º Caso: Si la intersección se produce entre las líneas A-A y B-B en este caso se trata de un suelo de buena calidad y se procede de la siguiente manera:

En el punto de intersección se traza una horizontal para determinar un espesor E_T , luego en el punto de cruce de la línea del Índice de Tráfico con la línea A-A se traza otra horizontal y se obtiene un espesor E_Λ .

Siendo:

E_T = Espesor mínimo de la carpeta asfáltica si se coloca directamente sobre la sub-rasante.

E_Λ = Espesor mínimo de carpeta asfáltica si se coloca sobre una base granular.

Luego las alternativas de diseño son:

a) Solamente carpeta asfáltica

- Espesor Total = E_T

b) Con base granular

- Espesor de la carpeta asfáltica = E_A
- Espesor de la base granular = $2(E_T - E_A)$

3º Caso: Si la intersección se produce a la derecha de la línea A-A

En este caso solo hay una solución, se sigue la línea del Índice de Tráfico, hasta la línea A-A, punto en el cual se traza una horizontal para determinar un espesor E_A que es el mínimo requerido para la carpeta asfáltica sin necesidad de base y sub-base granular o sea directamente sobre la sub-rasante que es de excelente calidad.

5.3.0.0 DISEÑO DEL ESPESOR DEL PAVIMENTO

Tenemos como datos:

$$\text{CBR} = 10$$

$$I_T = 175.7$$

Con estos datos entramos al gráfico mostrado en la figura IV-1, del manual del Instituto del Asfalto, observamos que la intersección se encuentra entre las líneas B-B, A-A, por lo tanto habrá dos alternativas de diseño.

Del gráfico obtenemos:

$$E_T = 7.25''$$

$$E_A = 5.25''$$

5.3.1.0 Primera Solución

Solamente con base asfáltica

- El espesor total de la carpeta asfáltica será 7.25"
- El espesor de la superficie de rodadura se determina de

acuerdo al tipo de tráfico; para el Tráfico Pesado el espesor mínimo es de 2".

Luego el diseño del pavimento será:

$$E_T = 7.25''$$

Superficie de rodadura	:	2.00''
Base de concreto asfáltico	:	<u>5.25''</u>
		7.25''

5.3.2.0 Segunda Solución

Con base granular

$$E_A = 5.25''$$

$$\text{Espesor de la Base Granular} = 2(7.25 - 5.25) = 4.0''$$

Luego el diseño del pavimento será:

Superficie de rodadura	:	2.00''
Base de concreto asfáltico	:	3.25''
Base granular	:	<u>4.00''</u>
		9.25''

5.3.3.0 Selección

Primera Solución: Resulta antieconómica, por que el espesor del concreto asfáltico es demasiado, en relación a la segunda solución, ya que es más barato un buen material granular que se tiene en cantera a utilizar una elevada cantidad de asfalto.

Segunda Solución: Es la más conveniente por las razones anteriormente expuestas y será la adoptada finalmente.

5.3.4.0 Construcción por Etapas

A fin de realizar un análisis comparativo, realizamos el diseño del pavimento por etapas, ya que este sistema presenta las siguientes ventajas:

- Además de la prueba del comportamiento, un análisis del tráfico probablemente más preciso y una mejor utilización de los fondos.
- Reparación de los desperfectos que puedan desarrollarse dentro de la primera o segunda etapa.
- Además de la posibilidad en la segunda etapa de tener mas datos sobre el tráfico que soporta la vía en la actualidad.

En el período del diseño para la primera etapa será de 5 años y su Índice de Tráfico será:

$$I_T = \frac{175.5 (5)}{20} = 44$$

Con el ábaco tenemos

$$E_T = 6.25''$$

$$E_A = 4.75''$$

$$\text{Espesor de la Superficie de Rodadura} = 1.50''$$

$$\text{Espesor de la Base Asfáltica (4.75 - 1.50)} = 3.25''$$

$$\text{Espesor Base Granular } 2(6.25 - 4.75) = \underline{3.00''}$$

$$7.75''$$

Observamos que el espesor del concreto asfáltico, no tiene ninguna significación, respecto al diseño de 20 años, por tal motivo no se justificaría el diseño por etapas.

Adoptaremos entonces:

Superficie de rodadura	=	2.00"
Base de concreto asfáltico	=	3.25"
Base granular	=	<u>4.00"</u>
TOTAL	=	9.25"

5.4.0.0 ANALISIS DE LOS MATERIALES QUE SERAN USADOS EN LAS DIFERENTES CAPAS DE PAVIMENTOS.

5.4.1.0 Canteras Disponibles.- Para la construcción del pavimento se cuenta con las siguientes canteras:

CANTERA A: Canto rodado de río, tamaño de piedra 2", ubicada en el Río Cumbaza a 4 km. de distancia.

CANTERA B: Se encuentra en el Distrito de Maceda, Km 18 aproximadamente de la Carretera Marginal Norte, al costado derecho. Cantera originada en el cauce del Río Mayo, con potencia aproximada de 4 mts.

Realizando un pequeño zarandeo a fin de eliminar las pocas piedras medianas se obtuvo el siguiente Análisis Granulométrico.

ANALISIS GRANULOMETRICO

T A M I Z	R E T E N I D O	P A S A
1"	- . -	100
3/4	10	90
1/2	13	77
3/8	19	58
1/4	14	44
Nº 4	11	33
Nº 6	12	21
Nº 8	9	12
Nº 10	5	7
Nº 200	5	2

Cantera C: Yacimiento de material limoso-arcilloso ubicado en el km. 1+600, cuyo análisis granulométrico es el siguiente:

ANALISIS GRANULOMETRICO

T A M I Z	RETENIDO	P A S A
Nº 10	- . . -	100
Nº 16	0.11	99.89
Nº 20	0.29	99.60
Nº 30	0.85	98.75
Nº 40	1.98	96.77
Nº 50	3.00	93.77
Nº 70	6.98	86.79
Nº 80	5.65	81.14
Nº 100	7.65	73.49
Nº 120	4.85	68.64
Nº 140	7.87	60.77
Nº 170	8.81	51.96
Nº 200	8.12	43.84

Esta cantera así mismo presenta:

Límite Líquido 31.50

Indice de Plasticidad 12.84

Cantera D: Denominada Cantera Shapaja (Río Huallaga), se encuentra ubicada en el km. 22 carretera Tarapoto - Shapaja.

Esta cantera presenta los siguientes ensayos:

ANALISIS GRANULOMETRICO

TAMIZ	RETENIDO	PASA
3"	- - -	- - -
2 1/2"	- - -	100
2"	37	63
1 1/2"	17	46
1"	18	28
3/4"	6	22
1/2"	3	19
3/8"	1	18
Nº 04	- - -	18
Nº 08	- - -	18
Nº 10	- - -	18
Nº 16	- - -	18
Nº 20	- - -	- - -
Nº 30	- - -	18
Nº 40	1	17
Nº 50	4	13
Nº 80	- - -	- - -
Nº 100	7	6
Nº 200	3	3
Bandeja	3	- - -

ENSAYO DE ABRASION
(Maquina de los Angeles ASTM-C 131)

LUGAR	SHAPAJA
METODO	A
PESO DE LA MUESTRA EN GRAMOS	5,000
CARGA ABRASIVA N° DE ESFERAS	12
N° DE REVOLUCIONES	500
PESO RETÉNIDO EN EL TAMIZ N° 12 (1.70 mm)	4,300
PESO QUE PASA EL TAMIZ N° 12	700
PORCENTAJE DE DESGASTE	14 %

5.4.2.0 Materiales para la Construcción de la Base Granular

La finalidad de la base granular es proporcionar a la superficie de rodadura sustentación uniforme y no deformable, así mismo transmitir y distribuir las cargas de las ruedas al terreno.

Según el Instituto de Asfalto, el material granular debe cumplir con las especificaciones dadas en la Tabla N° 01.

La granulometría que recomienda la AASHO en su designación M-147-57, para bases de gravas es la siguiente:

PORCENTAJE DEL MATERIAL QUE PASA EN PESO

TAMIZ	GRANULOMETRIA					
	A	B	C	D	E	F
2"	- . -	100	- . -	100	- . -	- . -
1"	100	75-95	100	100	- . -	- . -
3/8"	30-65	40-75	50-85	60-100	100	100
Nº 4	25-55	30-60	35-65	50-85	55-100	50-100
Nº 10	15-40	20-45	25-50	40-70	40-100	35-100
Nº 40	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50	30-70
Nº 200	2-8	5-20	5-15	5-20	6-20	6-25

Comparando la granulometría de la Cantera "B" con las especificaciones de granulometría AASHO, observamos que la granulometría "A" es la que más se aproxima al suelo de la Cantera "B", faltándole finos.

Para cumplir con las especificaciones AASHO se procederá a determinar las proporciones adecuadas que se pueden tomar de la Cantera "C" y luego mezclarlo con la Cantera "B", empleando el método gráfico o de los cuadrados.

Como observamos en el gráfico para cumplir con las especificaciones de la granulometría "A" (AASHO), se debe mezclar 13% de la Cantera "C" y 87% de la Cantera "B".

El resultado de la mezcla:

T A M I Z	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES "A"
1"	100	100
3/8"	63	30 - 65
Nº 4	41	25 - 55
Nº 10	19	15 - 40
Nº 40	18	8 - 20
Nº 200	7	2 - 8

5.4.3.0 Materiales para la Construcción de la Base Asfáltica -

El Instituto del Asfalto recomienda para bases asfálticas y superficie de rodadura, los áridos de granulometría densas que aceptan cualquier tipo de tráfico (THE ASPHALT INSTITUTE ss-1, TABLA Nº II-8).

5.4.4.0 Características de la Base Asfáltica

Tráfico: Pesado

Espesor de la Base: 3.25"

De acuerdo a las características de la base asfáltica la granulometría a emplear es la IVd.

El único material apropiado para base asfáltica, según los ensayos efectuados (análisis granulométrico y abrasión), es la correspondiente a la Cantera "D"; pero en estado natural, este material no cumple a satisfacción con las especificaciones de granulometría dadas, pudiéndose solucionar triturando este material, hasta alcanzar la granulometría deseada.

De los actos de trituración efectuados a los materiales pétreos de mayor proporción de la Cantera "D" se obtendría la siguiente granulometría:

TAMIZ	% RETENIDO	% QUE PASA
1/2"	- - -	100
1"	- - -	100
3/4"	10	90
3/8"	24	66
Nº 04	16	50
Nº 08	13	37
Nº 30	11	26
Nº 50	04	22
Nº 100	08	14
Nº 200	10	04

5.4.4.1 Granulometría para la Superficie de Rodadura

Características de la superficie de rodadura

- Tráfico Pesado
- Espesor = 2.0"

La granulometría para la superficie de rodadura se obtiene de similar manera al de la base asfáltica, es decir dándole un tratamiento debido a los materiales de la Cantera "D" lográndose de esta manera que el material cumpla con las especificaciones IVc.

5.4.4.2 Granulometría para la Base Asfáltica

El material para la base asfáltica debe cumplir con las

especificaciones IVd el cual se obtiene con el tratamiento dado a la Cantera "D".

5.5.0.0 PROYECTO DE MEZCLAS ASFALTICAS

El proyecto de mezclas asfálticas consiste en determinar las proporciones en que deben mezclarse los áridos y el asfalto.

Para dicha operación, los áridos y el asfalto deben cumplir ciertas características y ellas se determinan por medios de ensayos y se comparan los resultados con las especificaciones que norman los proyectos.

El proceso del proyecto de mezclas asfálticas es el siguiente:

- 1º Selección de la Granulometría
- 2º Selección de los Aridos
- 3º Determinación del peso específico de la mezcla
- 4º Preparación de muestras con diversos contenidos de asfalto.
- 5º Determinación del peso específico de cada muestra compactada.
- 6º Determinación por medio de ensayos la estabilidad de la muestra y selección del contenido óptimo de asfalto.

5.5.1.0 Los Aridos

Constituyen normalmente el 90% o más en peso de las mezclas asfálticas y tiene gran influencia sobre el producto determinado.

Las especificaciones normalmente empleadas para los ensayos son:

	<u>AASHO</u>	<u>ASTM</u>
1º Tamizado:		
Tamizado por vía seca	- . -	- . -
Aridos Gruesos y Finos	T 27	C 136
Filler	T 37	D 546
Tamizado por vía húmeda (Instituto del Asfalto MS-3)		
2º Equivalente de arena	T 176	- . -
3º Abrasión (Desgaste)	T 96	C 131
4º Resistencia a los sulfatos	T 104	C 88
5º Peso Específico:		
Aridos Gruesos	T 85	C 127
Aridos Finos	T 88	C 128
6º Peso Unitario	T 19	C 29
7º Humedad	- . -	- . -

5.5.2.0 Los Asfaltos

Para que los asfaltos cumplan con las especificaciones se hacen ensayos por métodos normalizados.

Los principales ensayos para betunes asfálticos son:

	<u>AASHO</u>	<u>ASTM</u>
1º Penetración	T 49	O 5
2º Velocidad	T 201	02140
Ensayos Saybolt-Furol	T 72	D 88
3º Punto de inflamación Pens		
Ky-Martens.	T 23	D 93
4º Ensayo estufa en película delgada	T 179	D 1754
5º Ductibilidad	T 51	D 113
6º Solubilidad	T 44	D 4
7º Peso específico	T 43	D 70
8º Punto de reblandecimiento	T 53	D 36

5.5.3.0 Mezcla Asfáltica

Las cantidades de asfalto lo obtendremos empleando métodos empíricos debido a que solo se cuenta con datos granulométricos.

Los métodos experimentales se realizan en laboratorios y entre estos están los ensayos MARSHALL, HVEEN HUBBARD FIELD y el TRIAXIAL.

5.5.3.1 Método de Marshall.- (ASTM D1559)

Se emplea para proyectos de laboratorios y comprobación en obra de las mezclas que contienen cemento asfáltico y áridos cuyo tamaño máximo no exceda de 1".

Las principales características del ensayo son el análisis, densidad-huecos y los ensayos de estabilidad y fluencia sobre probetas de mezcla compactada.

Se prepara probetas de 2 1/2" (6.35 cm) de espesor y 4" (10 cms) de diámetro, mediante procedimientos especializados compactándolas por impacto. Se determinan, la densidad y huecos de la probeta compactada que a continuación se calienta a 60 °C para la realización de los ensayos de estabilidad y fluencia.

La probeta se coloca entre unas mordazas especiales y se cargan imponiéndole una deformación de 5 cm/min. La carga máxima registrada en el ensayo, en libras, se designa como estabilidad MARSHALL de la probeta. La determinación producida desde el principio de aplicación de la carga hasta que ésta no ha alcanzado su valor máximo es la fluencia de la probeta, que suelo expresarse en centésimas de pulgada. Se preparan una serie de probetas con contenido de asfalto variable por encima y por debajo del óptimo estimado, ensayándolas por el procedimiento descrito anteriormente. Los datos así obtenidos se emplean para establecer el contenido óptimo de asfalto de la mezcla y para determinar algunas de sus características físicas.

5.5.3.2 Método HVEEN (ASTM D 1560)

El método de Hveen para proyectos y comprobación de mezclas asfálticas comprende tres ensayos principales siguientes:

- 1º Ensayo de Estabilómetro
- 2º Ensayo de Cohesímetro
- 3º Ensayo del Equivalente Centrífugo de Kerosene (CKE)

Estos ensayos se emplean para proyectar mezclas en el laboratorio.

El CKE, se emplea también como ensayo en obra.

Mediante el ensayo de CKE se determina el óptimo contenido de asfalto. Se satura con kerosene la posición de los áridos que pasan por el tamiz de 3/8" es retenida en el N° 4, que se considera representativa de los áridos gruesos de la mezcla, se saturan con aceite lubricante y se deja escurrir 15 minutos a 60°C. Los pesos de kerosene y aceite retenidos por estos áridos se emplean como datos en un procedimiento para calcular y estimar el óptimo contenido de asfalto. Normalmente se realizan los ensayos del Estabilómetro y del Cohesímetro en probetas con el contenido de asfalto indicado en los ensayos CKE y con contenido de asfalto mayores y menores para establecer el contenido óptimo y determinar otras características físicas de la mezcla compactada.

5.5.3.3 Método Hubbard-Field (AASHO T169-ASTM D 1138)

El método es un procedimiento empleado en el proyecto de mezclas asfálticas en laboratorio. El procedimiento se desarrolla originalmente para el proyecto de mezclas para pavimentación tipo arena asfalto o sheet áridos pasarán por el Tamiz N° 4 y al menos el 65% por el N° 10.

Las partes principales del ensayo son: El análisis, densidad-huecos y un ensayo de estabilidad.

Las probetas se preparan con contenido de asfalto usualmente con variaciones de 0.5% por encima y por debajo de un óptimo estimado.

Los valores obtenidos del ensayo de estabilidad se presentan en gráficos y emplean para fijar el óptimo contenido.

5.5.3.4 Método Triaxial

El método de ensayo triaxial del Instituto del Asfalto se emplea fundamentalmente para investigación sobre mezclas asfálticas y para proyectos o ensayos de rutina.

5.5.4.0 Elección del Tipo de Mezcla Asfáltica

La mezcla a emplear será en ^{frío} caliente, puesto que el Instituto del Asfalto utiliza mezclas en ^{frío} caliente para la elaboración de sus ábacos que determinan los espesores de pavimentos. Las mezclas en frío no las tomamos en cuenta por que no tiene relaciones de sustitución definidas estando en etapas de experimentación. Otra razón tiene una mayor duración y resistencia a los agentes atmosféricos lo que no sucede en las mezclas en frío.

5.5.5.0 Asfalto

El cemento asfáltico que se usará será para soportar tráfico pesado y para usar en región de ~~sierra~~ Selva

El Instituto del Asfalto da las siguientes penetraciones para el cemento asfáltico según el tráfico y la temperatura ambiental.

TRAFICO	TEMPERATURA AMBIENTAL		
	ALTA	MEDIANA	BAJA
Liviano	70 - 85	70 - 85	70 - 85
Mediano	60 - 70	70 - 85	70 - 85
Pesado	50 - 60	60 - 70	60 - 70

La penetración que se usará es de 60 - 70, que corresponde a tráfico pesado y temperatura ambiental mediana y/o baja.

5.5.5.1 Cálculo del Porcentaje de Asfalto

Para el cálculo del porcentaje de asfalto emplearemos la fórmula denominada "La Superficie Específica".

El Instituto del asfalto, recomienda que se utilice la fórmula sólo cuando es imposible conseguir material de laboratorio para el proyecto de la mezcla.

Los valores obtenidos mediante la aplicación de esta fórmula nos servirá solo para hacer una estimación de los costos pues la verdadera cantidad de asfalto se determina mediante ensayos de laboratorio, sirviendo este valor de base para la obtención del óptimo contenido de asfalto.

$$P = 0.035a + 0.045b + Xc + F$$

donde:

P = Porcentaje de asfalto calculado sobre el peso total de la mezcla.

a = Porcentaje de material retenido en el Tamiz N° 8

b = Porcentaje de material que pasa por el Tamiz N° 8 y es retenido en el Tamiz N° 200.

c = Porcentaje de materiales que pasan por el Tamiz N° 200.

X = Factor que depende de los materiales que pasa por el Tamiz N° 200 y tiene los siguientes valores:

0.15 Cuando por el Tamiz N° 200 pasa del 11% al 15%.

0.18 Cuando por el Tamiz N° 200 pasa del 6% al 10%.

0.20 Cuando por el Tamiz N° 200 pasa del 5% o menos.

F = Factor que depende de la absorción de los materiales variando normalmente del 0.7% al 1.0% en la mayoría de los casos.

5.5.5.2 Porcentaje de Asfalto para la Base Asfáltica

$$\begin{aligned}
 a &= 63\% & X &= 0.20 \\
 b &= 33\% & F &= 0.85 \text{ valor promedio} \\
 c &= 4\% \\
 P &= 0.035 \times 63 + 0.045 \times 33 + 0.20 \times 4 + 0.85 = 5.34
 \end{aligned}$$

$$P = \underline{5.30\%}$$

5.5.5.3 Dosificación de la Mezcla Asfáltica

Base Asfáltica

- a) Determinación de los porcentajes en peso de los agregados en la mezcla:

Aridos: Piedra 45% Peso específico = 2.65

Densidad = 1,600 kg/m³

Arena 55% Peso específico = 2.60

Densidad = 1,400 kg/m³

Cemento Asfáltico: (Pent. 60-70) 5.30 %

Densidad = 1,020 kg/m³

- b) Porcentaje de la mezcla:

Asfalto: 5.30 %

Arena : $0.55 \times 94.70 = 52.09$

Piedra : $0.45 \times 94.70 = \underline{42.61}$

100.00%

- c) Dosificación por Canteras, Porcentajes en Peso:

Asfalto : 5.30%

Cantera "D" : $1.00 \times 94.70 = \underline{94.70}$

100.00%

d) Densidad de la Mezcla Compactada:

El Instituto del Asfalto da una variación de la densidad para la granulometría densa de 2,160 a 2,170 kg/m³. Considerando 2,160 kg/m³.

$$\text{Asfalto} : 0.0530 \times 2,160 = 114.48 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Cantera "D"} : 0.9470 \times 2,160 = 2,045.52 \text{ kg/m}^3$$

e) Cantidad en kg/m² y por centímetro de espesor:

$$\text{Asfalto} : 1.145$$

$$\text{Cantera "D"} : 20.455$$

Capa de Base asfáltica

$$e = 3.25" = 8.13 \text{ cm}$$

$$\text{Asfalto} : 1.145 \times 8.13 = 9.31 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Cantera "D"} : 20.455 \times 8.13 = 166.30 \text{ kg/m}^2$$

Superficie de Rodadura

Siendo la mezcla de áridos la misma, que en el caso de la base asfáltica, la cantidad de materiales por m² y cm² será la misma.

$$\text{Capa de Rodadura de 2" de Espesor} = 5 \text{ cm}$$

$$\text{Asfalto} : 1.145 \times 5 = 5.73 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Cantera "D"} : 20.455 \times 5 = 102.28 \text{ kg/m}^2$$

Cantidad en kg/m² por cm de espesor de asfalto es igual a 1.145.

$$\text{Asfalto} = \frac{1.145}{1.020} = 1.12 \text{ lbs/m}^2/\text{cm}$$

5.5.6.0.0 Capa de Sello

Es un tratamiento asfáltico superficial de pequeño espesor, aplicando un pavimento existente y se emplea para rejuvenecer una superficie envejecida, impermeabilizar el pavimento, corregir ligeras deformaciones o principios de disgregación, conseguir una superficie no deslizante, mejorar la visibilidad por contraste de colores, etc.

Cuando la superficie de rodadura esta perfectamente compactada con áridos de granulometría densa, no deben de tener más del 5% ni menos del 3% de huecos. El límite superior asegura la impermeabilidad y el inferior garantiza la estabilidad y ausencia de exudaciones.

5.5.7.0 Capa de Imprimación

La imprimación consiste en la incorporación inicial de asfalto a la superficie de una capa de base no asfáltica como preparación para cualquier tratamiento o construcción superpuesta a ella. El objeto es impermeabilizar la superficie, cerrar los huecos capilares, envolver y ligar las partículas minerales sueltos, endurecer o aumentar la resistencia de la superficie y facilitar su adherencia con el tratamiento o construcción superpuesta.

El pavimento diseñado, la capa de imprimación se colocará en la superficie de contacto de la base granular o la sub-rasante como base asfáltica.

5.5.8.0 Cantidad y Tipo de Bitúmen

La imprimación se consigue mediante riego de 0.8 a 2 litros por m² de asfalto líquido de baja viscosidad como un MC-70, MC-250 o Rc-70. Rc-250 o Sc-70 sobre la superficie de la base, dejando al asfalto penetrar tanto como sea posible.

En nuestro medio se acostumbra usar un asfalto líquido Rc-250 mezclado con 10% de kerosene en una cantidad de 0.4 gal/m².

$$\text{Volumen de Asfalto} = 0.4 \times 3.785 = 1.5 \text{ lts/m}^2$$

$$\text{Volumen de kerosene} = 0.1 \times 1.5 = 0.15 \text{ lts/m}^2$$

5.5.9.0 Conclusión

1º La imprimación se hará entre la capa de la sub-rasante o base granular y la base asfáltica.

2º Se usará mezcla asfáltica en frío con los siguientes elementos:

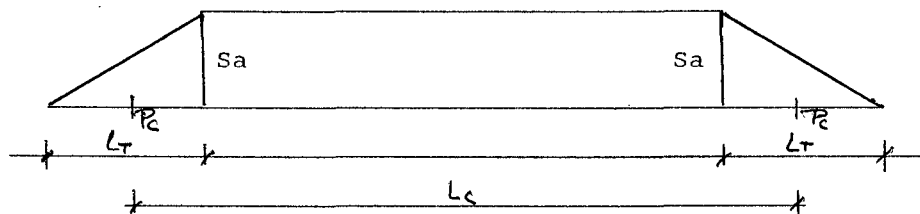
$$\text{Asfalto Rc - 250} \quad 1.50 \text{ lts/m}^2$$

$$\text{Kerosene} \quad 0.15 \text{ lts/m}^2$$

5.6.0.0 METRADO DE PAVIMENTO

5.6.1.0 Area de Sobreanchos

El área de sobreanchos está formado por un rectángulo que tiene por base, la diferencia de la longitud de curva (Lc) y la longitud de transición de sobreancho (Sa) respectivo, además hay que agregarle el área de dos triángulos que tienen como base la longitud del sobre (Lt) y por altura el valor del sobreancho.



$$A_s = Sa (L_c - L_t) + 2 \times \frac{1}{2} L_t \times S_a$$

$$\underline{A_s = Sa \times L_c}$$

CURVA				
Nº	L_T (m)	Sa (m)	Lc (m)	As (m ²)
1	36	0.90	69.23	62.31
2	36	0.90	49.70	44.73
T O T A L				107.04

Area Total de Sobreancho = 107.04 m².

5.6.1.1 Metrado de la Superficie de Rodadura

El área para pavimentar tiene un ancho de 6.00 mts. y 1 km. de longitud.

$$A_{SR} = 1,000 \times 6 + 107.04 = 6,107.04 \text{ m}^2$$

El volumen de mezcla compactada, para un espesor de superficie de rodadura de 2" (5 cm) será:

$$\text{Volumen} = 6,107.04 \times 0.05 = 305.35 \text{ m}^3$$

El rendimiento de un m³ de mezcla es:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Area}}{\text{Volumen}} = \frac{1}{0.05} = 20 \text{ m}^2/\text{m}^3 \text{ de mezcla}$$

5.6.1.2 Metrado de la Base asfáltica

Base de concreto asfáltico de 3.25" o 8 cm. de espesor

$$\text{Area} : \frac{1}{2} (7.50 + 7.74) \times 1,000 + A_{SA}$$

$$\text{Area} = 7,620 + 107.04 = 7,727.04 \text{ m}^2$$

$$\text{Area} = 7,727.04 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen} = 7,727.04 \times 0.13 - \text{Volumen de superficie de rodadura}$$

$$= 1,004.52 - 305.35 = 699.17 \text{ m}^3$$

$$\text{Redimiento} = \frac{\text{Area}}{\text{Volumen}} = \frac{7,727.04}{699.17} = 11.05 \frac{\text{m}^2}{\text{m}^3}$$

$$\text{Rendimiento} = 11.05 \frac{\text{m}^2}{\text{m}^3}$$

5.6.1.3 Metrado de la Base Granular

$$\text{Espesor} : 8 \text{ cm}$$

$$\text{Area} : \frac{1}{2} (7.74 + 8.13) \times 1,000 + A_{SA}$$

$$\text{Area} : 7,935 + 305.35 = 8,240.35 \text{ m}^2$$

$$\text{Area} : 8,240.35 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen} : 8,240.35 \times 0.08 = 659.23$$

$$\text{Volumen} : 659.23 \text{ m}^3$$

$$\text{Rendimiento: } \frac{\text{Area}}{\text{Volumen}} = \frac{8,240.35}{659.23} = 12.50 \frac{\text{m}^2}{\text{m}^3}$$

$$\text{Rendimiento} = 12.50 \frac{\text{m}^2}{\text{m}^3}$$

5.7.0.0 UTILIZACION DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS.

5.7.1.0 Cantera "A"

El material de esta cantera podrá ser triturada para mezclarla con la Cantera "B" y "C", para ser empleada en la base granular .

5.7.2.0 Cantera "B"

El primer estrato de 0.80 m. de espesor de material grueso de bajo contenido de arena, piedra mayor de 3" podrá usarse previa trituración, para la mezcla con las Canteras "A" y "C" para ser utilizadas en reforzamiento de la base granular.

5.7.3.0 Cantera "C"

El primer estrato de aproximadamente 1.20 m. de espesor formado por tierra de chacra deberá eliminarse por su alto contenido de materia orgánica, su eliminación se hará con un Tractor D-7 en una extensión de 50 x 50 m. formando montones de este material para luego eliminarlo con un Cargador Frontal y Camiones Volquetes. Este material será empleado posteriormente para cubrir los taludes de los rellenos y sembrarán en ellas gramíneas con el fin de logra una mayor estabilidad del terraplén.

Los demás extractos se utilizarán para formar la base granular con mezcla de la Cantera "B".

5.7.4.0 Cantera "D"

El material de esta cantera deberá ser triturada para obtener la granulometría deseada y ser utilizada en la base asfáltica.

Para su extracción se deberá zarandear y lavar de su estado natural con un diámetro máximo de 1".

Este zarandeo y lavado se hará con un Cargador Frontal en cantera, formando primeramente montones de este material para luego proseguir con el procedimiento antes mencionado.

El material excedente del zarandeo se utilizará posteriormente también para cubrir taludes de rellenos.

5.7.5.0 Trabajos en Cantera

Para los trabajos de extracción utilizaremos un Tractor D-7, para el cargó un Cargador Frontal de 2.5 yd³ y para el transporte Volquetes de 4 m³.

5.7.5.1 Cantera "A"

Area de Despeje = 40 x 40 m.

El material será removido mediante un Tractor D-7 y su rendimiento será:

$$R = \frac{60 \times Q \times f \times E}{C_m}$$

Material.- canto rodado y arena

Distancia media = 40 m.

$$f = 1.11$$

$$Q = 2.9 \text{ m}^3$$

$$\text{Velocidad de cargado} = 2.25 \text{ km/h}$$

$$\text{Velocidad de descargado} = 6.12 \text{ km/h}$$

$$E = 0.80$$

$$T_v = T_{\text{ida}} + T_{\text{regreso}}$$

$$T_v = \frac{40 \times 60}{2.25 \times 1000} + \frac{40 \times 60}{6.12 \times 1000} = 1.41 \text{ min.}$$

$$C_m = 0.33 + 1.41 = 1.78 \text{ min.}$$

$$R = \frac{60 \times 2.9 \times 1.11 \times 0.8}{1.78} = 86.80 \text{ m}^3/\text{h} = 868.00 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$R = 870 \text{ m}^3/\text{d} \text{ (considerado)}$$

Volumen a remover = $40 \times 40 \times 0.5 = 800 \text{ m}^3$ (medido en banco)

$$T = \frac{800}{86.80} = 9.22 \text{ h.}$$

Este material una vez acumulado deberá ser transportado hasta la zona de trabajo.

El número de volquetes necesarios para mantener en continuo funcionamiento el Cargador será:

$$N = 1 + \frac{T}{n \times C_m}$$

Distancia de la Cantera "A" a la Zona de Trabajos = 4.000 km.

Velocidad cargado : 20 km/h

Velocidad descargado : 40 km/h

Tiempo de ida cargado : $\frac{4.0 \times 60}{20} = 12.0 \text{ min.}$

Tiempo de regreso descargado: $\frac{4.0 \times 60}{40} = 6.00 \text{ min}$

Tiempo que carga un volquete (ciclo) = 0.75 min

n = 3 ciclos del cargador

Es decir tiempo necesario para cargar un volquete:

$$3 \times 0.75 = 2.25 \text{ min.}$$

Tiempo de descarga : 20" 0.33 min

Tiempo de aparcado : 1.00 min

Tiempo total : T 21.58 min

$$N = 1 + \frac{21.50}{3 \times 0.75} = 10.59$$

$$N = 11 \text{ Volquetes}$$

5.7.5.2 Cantera "B"

a) Primer Estrato

Material : Grava mayor de 3", estrato de 0.80 m. de espesor.

Area de despeje = 50 x 50 m.

El rendimiento del tractor será:

$$R = \frac{60 \times Q \times f \times E}{C_m}$$

Distancia media 50 m.

$$Q = 2.9 \text{ m}^3 \text{ suelto}$$

$$E = 0.80$$

$$f = 1.11$$

$$C_m = 0.33 + \frac{50 \times 60}{2.25 \times 1000} + \frac{50 \times 60}{6.12 \times 1000} = 2.15 \text{ min.}$$

$$R = \frac{60 \times 2.9 \times 1.11 \times 0.80}{2.15} = 71.87 \text{ m}^3/\text{h}$$

Volumen por remover 50 x 50 x 0.80 = 2,000 m³ (medido en banco)

Tiempo necesario para mover este estrato:

$$T_1 = \frac{2,000}{71.87} = 27.82 \text{ horas} = 2.78 \text{ días}$$

$$T_1 = 3.00 \text{ días}$$

Este tiempo corresponde al total de preparación de la cantera. Este material después de ser zarandeado y triturado será transportado al lugar

del trabajo con volquetes, distancia media de transportar el material del segundo estrato.

b) Segundo Estrato

Material : Grava arenosa, estrato de 2.50 m. de espesor.

Para la extracción y cargó emplearemos un cargador frontal de 2.5 yd³. Osea 1.90 m³ y para transporte camiones volquetes de 4 m³.

El calculo del rendimiento del cargador y el número de camiones necesarios, se hará del mismo modo que en el capítulo de movimientos de tierra.

$$R = \frac{60 \times Q \times K \times f}{Cm}$$

$$Q = 1.90 \text{ m}^3$$

$$E = 0.80$$

$$K = 0.80$$

$$f = 1.11$$

$$Cm = 45'' = 0.75 \text{ min}$$

$$R = \frac{60 \times 1.90 \times 0.80 \times 0.80 \times 1.11}{0.75} = 108 \text{ m}^3/\text{h (suelto)}$$

Volumen por remover 50 x 50 x 2.50 = 6,250 m³ (medida en banco)

Tiempo necesario para mover este estrato

$$T = \frac{6,250}{108} = 57.87 \text{ horas} = 5.79 \text{ días}$$

$$T = 6 \text{ días}$$

Transporte de la Cantera "B" al lugar de trabajo

El número de volquetes necesarios para mantener en

continuo funcionamiento el cargador será:

$$N = 1 + \frac{T}{n \times Cm}$$

Distancia de la Cantera "B" a la
Zona de Trabajo = 18.100 km.

Tiempo de ida cargado = $\frac{18.1 \times 60}{20}$ = 54.30 min

Tiempo de regreso descargado = $\frac{18.1 \times 60}{40}$ = 27.15 min

Tiempo para llenar un volquete
3 x 0.75 = 2.25 min
Tiempo de descargado : 20" = 0.33 min
Tiempo de aparcado = 1.00 min
Tiempo total = 85.03 min

$$N = 1 + \frac{85.03}{3 \times 0.75} = 38.79 \text{ volquetes}$$

$$N = 39 \text{ volquetes}$$

El resultado numérico obtenido representa un costo económico elevado por la cantidad de volquetes con que se debe contar, para poder satisfacer en continuidad el trabajo del cargador frontal, además este resultado es difícil obtener en la vida práctica (la cantidad elevada de volquetes). Razón por la cual se trabajará con un mínimo de 10 volquetes de capacidad triple que la calculada, de igual manera el Cargador Frontal colocándose o abasteciéndose primeramente del material puesto en obra lo cual triplicará el tiempo del movimiento de esta cantera.

De igual manera se tendrá que realizar los trabajos para transportar material para la base granular.

Por lo tanto:

$$N = 10 \text{ volquetes}$$

$$T = 85.03 \times 3.90 = 331.62 \text{ min.} = 5.53 \text{ horas}$$

5.7.5.3 Cantera "C"

a) Primer Estrato

Material : Tierra de chacra, estrato de 1.20 m. de espesor.

Area de despeje = 50 x 50 m.

El rendimiento del tractor será:

$$R = \frac{60 \times Q \times E \times f}{C_m}$$

Distancia media 50 m.

$$Q = 2.9 \text{ m}^3 \text{. suelto}$$

$$E = 0.80$$

$$f = 1.25$$

$$C_m = 0.33 + \frac{50 \times 60}{2.25 \times 1000} + \frac{50 \times 60}{6.12 \times 1000} = 2.15 \text{ min}$$

$$R = \frac{60 \times 2.9 \times 1.25 \times 0.80}{2.15} = 80.93 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (medidas en banco)}$$

$$R = 650 \text{ m}^3/\text{día} \text{ (considerando)}$$

Volumen medido en banco: $50 \times 50 \times 1.2 = 3,000 \text{ m}^3$

El tiempo para mover este volumen será:

$$t = \frac{3,000}{80.93} = 37.07 \text{ horas} = 3.71 \text{ días}$$

$$t = 4 \text{ días (considerado)}$$

Este material se usará para cubrir los taludes de relleno para lo cual se tendrá que usar cargador frontal para el cargío, cuyo rendimiento es:

$$R = \frac{60 \times Q \times E \times f}{C_m}$$

Donde: Factor de eficiencia del cucharón $K = 0.85$ (en roca)
 $K = 0.80$ (en tierra)

Factor de eficiencia del cargador $E = 0.80$

$C_m = 1$ (en roca)

$C_m = 0.75$ (en tierra)

Se usará cargador frontal de 2.5 yd^3 (1.9 m^3)

Luego:

$$R = \frac{60 \times 1.9 \times 1.25 \times 0.80 \times 0.85}{0.75} = 129.20 \text{ m}^3/\text{h}$$

b) Segundo Estrato

Material : Arcilla

Para la extracción y cargío se empleará un cargador frontal de 2.5 yd³ y para su transporte camiones volquetes de 5 yd³ (4 m³).

$$R = \frac{60 \times Q \times E \times K \times f}{C_m}$$

$$Q = 1.93 \text{ m}^3$$

$$E = 0.80$$

$$f = 1.43$$

$$k = 0.80$$

$$C_m = 45'' = 0.75 \text{ min.}$$

$$R = \frac{60 \times 1.9 \times 0.8 \times 0.8 \times 1.43}{0.75} = 130 \text{ m}^3/\text{h} = 1,300 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$R = 1,300 \text{ m}^3/\text{día}$$

El número de volquetes necesarios será:

$$N = 1 + \frac{T}{n \times C_m}$$

Tomando como distancia promedio de la cantera "C" al primer kilómetro de la carretera : 2.600 km.

$$\text{Tiempo de ida cargado} = \frac{2.6 \times 60}{20} = 7.80 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de regreso descargado} = \frac{2.6 \times 60}{20} = 3.90 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo para llenar los volquetes} = 3 \times 0.75 = 2.25 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de descargado : } 20'' = 0.33 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo aparcado} = 1.00 \text{ min}$$

$$\text{Total} = 15.28 \text{ min}$$

$$N = 1 + \frac{15.28}{3 \times 0.75} = 7.79$$

$$N = 8 \text{ volquetes}$$

5.7.5.4 Cantera "D"

Material : Grava regularmente graduada entre arena y 2 1/2", estrato de 1.20 mts. de espesor.
Para la extracción y cargío emplearemos un Cargador Frontal de 2.5 yd³ y para transporte Camiones Volquetes de 4 m³.

Area de despeje: 50 x 120 m.

Pendiente del Tractor será:

$$R = \frac{60 \times Q \times f \times E}{C_m}$$

Distancia media 80 m.

$$Q = 2.90 \text{ m}^3 \text{ suelto}$$

$$E = 0.80$$

$$f = 1.11$$

$$C_m = 45'' = 0.75 \text{ min.}$$

$$R = \frac{60 \times 2.9 \times 1.11 \times 0.80}{0.75} = 206.02 \text{ m}^3/\text{h.}$$

Volumen por remover : 50 x 120 x 1.20 = 7,200 m³ (medida en Banco)

Tiempo necesario para mover este estrato:

$$T = \frac{7,200}{206.02} = 34.95 \text{ horas} = 3.5 \text{ días}$$

$$T = 3.5 \text{ días}$$

Transporte de la Cantera "D" al lugar del trabajo

El número de volquetes necesarios para mantener en continuo funcionamiento el cargador será:

$$N = 1 + \frac{T}{n \times C_m}$$

Distancia de la Cantera "D" al lugar

$$\text{del trabajo} = 16.70 \text{ km.}$$

$$\text{Tiempo de ida cargado} = \frac{16.70 \times 60}{20} = 50.10 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de regreso descargado} = \frac{16.70 \times 60}{40} = 25.05 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo para llenar un volquete} = 3 \times 0.75 = 2.25 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de descargado} = 20" = 0.33 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de aparcado} = 1.00 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo Total} = 78.73 \text{ min}$$

$$N = 1 + \frac{78.73}{3 \times 0.75} = 36 \text{ Volquetes}$$

$$N = 36 \text{ Volquetes}$$

De igual modo que la Cantera "C", el material se zarandeará y se transportará al lugar de trabajo para la trituración respectiva.

Así también la cantidad de volquetes que se obtiene es difícil encontrar en el mercado, por lo tanto:

$$N = 10 \text{ Volquetes}$$

$$T = 78.73 \times 36 = 283.43 \text{ min} = 4.72 \text{ h.}$$

5.8.0.0 METODO CONSTRUCTIVO DEL PAVIMENTO

La construcción del pavimento se efectuará a través de las siguientes etapas:

- 1º Subrasante
- 2º Sub base
- 3º Base granular
- 4º Capa de imprimación
- 5º Base de concreto asfáltico
- 6º Superficie de rodadura

5.8.1.0 Sub Rasante

Este ítem consistirá de la preparación y acondicionamiento de la subrasante para todo el ancho del terraplén de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con los alineamientos, rasantes y secciones mostradas en los planos. El ítem será ejecutado después que el trabajo del terraplén esté substancialmente completado y todas las estructuras y drenajes adyacentes hayan sido terminadas.

La preparación y acondicionamiento de la subrasante se realiza después de haber finalizado los trabajos de la explanación para el refine y compactación se efectúa los siguientes pasos:

5.8.1.1 Escarificado

Se realiza mediante la escarificadora hasta una profundidad de 20 cm. y en forma pareja.

5.8.1.2 Secado o Riego de Material

Se realiza con el fin de obtener el óptimo contenido de humedad.

5.8.1.3 Mezclado

Generalmente se ejecuta con la motoniveladora llevando el material de un lugar a otro hasta que el suelo adquiera un color uniforme.

5.8.1.4 Compactación

Se realiza mediante rodillos de compactación adecuado al tipo de material.

5.8.1.5 Criterios de Compactación, Subrasante No Cohesivas

Un mínimo de densidad 100% según AASHO-T480, Método D, en profundidades, debajo del nivel de la subrasante según se indica:

INDICE DE TRAFICO	PROFUNDIDAD RECOMENDADA QUE DEBE COMPACTARSE A UN MINUTO DE AASHO T-180
Menos de 10 (poco tráfico)	6 - 12 Pulgadas
10 - 100 (tráfico regular)	12 - 18 Pulgadas
más de 100 (mucho tráfico)	18 - 24 Pulgadas

Por de bajo de las profundidades indicadas de la subrasante todas las áreas de relleno debèn compactarse al 95% de AASHO T-180, Método D.

5.8.1.6 Perfilado y Rodillado

Se realiza también con la motoniveladora con el fin de conformar la sección transversal correspondiente, en cada tramo del camino y el rodillo para proporcionar una superficie lisa uniforme.

5.8.1.7 Método de Medición

La preparación y acondicionamiento de la subrasante no se medirá para pago directo.

5.8.1.8 Bases de Pago

El trabajo bajo este ítem del contrato no se pagará directamente pero será considerado como obligación subsidiaria del contratista cubierto bajo los precios unitarios para Excavación no Clasificada para Explanaciones, Excavación no Clasificada para Estructuras, Excavación no Clasificada para Préstamos, u otros ítems de pago del contrato.

5.8.2.0 Base Granular

Este ítem consistirá de una capa de fundación compuesta de grava o piedra fracturada, en forma natural o artificial y finos, construida sobre la subrasante o la sub-base preparada de acuerdo a estas especificaciones y en conformidad con los alineamientos, rasantes y secciones transversales, típicas indicadas en los planos.

Se realiza una vez terminada la sub-base y se efectúa a través de las siguientes etapas:

- a) Transporte del material a la Cantera "D", mediante camiones volquetes hasta la carretera.
- b) Extendido del material mediante la motoniveladora formando capas de espesor uniforme poco mayor que el que tendrá una vez compactado.
- c) Riego del material con agua en la cantidad necesaria para obtener el óptimo contenido de humedad.
- d) Mezclado del material, que se realiza mediante la motoniveladora, llevando el material alternativamente hacia el centro y hacia los bordes hasta que el material tenga una textura y color uniforme y luego se extiende uniformemente sobre la superficie.
- e) **Compactación.-** Esta operación se realiza inmediatamente después de terminado el mezclado, usando para esto el rodillo de tres ruedas o mediante rodillos neumáticos. La compactación deberá ser uniforme en toda su superficie hasta obtener la densidad deseada.

En los lugares en los que no pueda entrar el rodillo se

usarán pisones de mano con peso no menor de 23 kg. y con un área no mayor de 50 cm².

La compactación requiere un mínimo de 100% de densidad según AASHO T180, Método D.

- f) **Perfilado y Rodillado.-** Es una operación que se lleva a cabo mediante la motoniveladora para conformar la sección transversal y el rodillo para obtener una superficie y uniforme.

5.8.2.1 Método de Medición

El volumen de material de capa de base por el que se pagará será el número de metros cuadrados del espesor indicado en los planos, incluyendo todo relleno colocado, compactado y aceptado en la capa de base completa o ligante.

5.8.2.2 Bases de Pago

El volumen determinado como está dispuesto será pagado al precio unitario del contrato por metro cuadrado del espesor indicado en los planos y dicho precio y pago constituirá compensación completa por el suministro de material considerando el transporte, colocación del mismo, riesgo de agua; por mezclar nivelar y compactar, por la limpieza de fuentes de abastecimiento y por toda mano de obra, equipos, herramientas e imprevistos necesarios para completar el ítem.

5.8.3.0 Superficie de Rodadura

5.8.3.1 Capa de Imprimación

Descripción

Bajo este ítem "Capa de Imprimación" el contratista debe suministrar y aplicar material bituminoso o una base o superficie del camino

preparado con anterioridad, de acuerdo con las especificaciones y de conformidad con los planos, como sea designado por el Ingeniero.

Materiales

El siguiente material que se indica debe ser:

- a) Asfalto de tipo cut-back, grado MC-O; MC-1, MC-2 de acuerdo con los requisitos de las especificaciones standard para asfalto tipo cut-back (tipo curado medio) designación M-82 del AASHO.
- b) Asfalto tipo cut-back de curado rápido Rc-2, de acuerdo con los requisitos de la AASHO M-81.

Equipo

El equipo para la colocación de la capa de imprimación debe incluir una barredora giratoria u otro equipo de barredora, mecánica, un ventilador de aire mecánico (aire o presión) una unidad calentadora para el material bituminoso y un distribuidor a presión.

- a) Las escobillas barredoras giratorias deben ser construidas de tal manera que permitan que las revoluciones de la escobilla sean reguladas con relación al progreso de la operación, deben permitir el ajuste y mantenimiento de la escobilla con relación al barrido de la superficie y debe tener elementos tales, que sean suficientemente rígidos para limpiar la superficie sin cortarla.

Las escobillas mecánicas deben ser construidas de tal manera que ejecuten la operación de limpieza en forma

aceptables, sin cortar, rayar o dañar de alguna manera la superficie.

- b) El ventilador mecánico debe estar montado en llantas neumáticas, de ser capaz de ser ajustado de manera que limpie sin llegar a cortar la superficie y debe ser construido de tal manera que sople el polvo del cemento de la carretera hacia el lado de afuera.
- c) El equipo calentador del material bituminoso debe ser de capacidad adecuada como calentar el material, en forma apropiado por medio de la circulación de vapor de agua o aceite a través de serpentines en un tanque o haciendo circular material bituminoso al rededor de un sistema de serpentines precalentador, o haciendo circular dicho material bituminoso a través de un sistema de serpentines o cañerías encerradas dentro de un recinto de calefacción. La unidad de calefacción debe ser construido de tal manera que evite el contacto directo entre las llaves del quemador y la superficie de los serpentines, cañerías o del recinto de calefacción, a través de los cuales el material bituminoso circula y deberá ser operado de tal manera que no dañe dicho material bituminoso.
- d) Los distribuidores a presión usados para aplicar el material bituminoso, lo mismo que los tanques del almacenamiento, deben estar montados en camiones o trailers en buen estado, equipados con llantas neumáticas, diseñadas de tal manera que no dejen huellas o dañen de cualquier otra manera la superficie del camino. Los camiones o trailers deberán tener suficiente potencia, como para mantener la velocidad deseada durante la operación.

El tacómetro (velocímetro) que registra la velocidad del camión debe ser una unidad completamente separada, instalado en el camión con una escala graduada de tamaño grande y por unidades, de tal manera que la velocidad del camión puede ser determinada dentro de los límites de aproximación de tres metros por minuto. Las escalas deben estar localizadas de tal manera que sean leídas con facilidad por el operador del distribuidor en todo momento.

Se deberá instalar un tacómetro en el eje de la bomba del sistema distribuidor y la escala debe ser calibrada de manera que muestre las revoluciones por minuto y debe ser instalada en forma de que sea fácilmente leída por el operador en todo tiempo.

Los conductores esparcidos deben ser contruidos de manera que se pueda variar su longitud en incrementos de 30 cm. o menos para longitudes hasta de 6 m. deben también permitir el ajuste vertical de las boquillas hasta la altura deseada sobre la superficie del camino de conformidad con bombeo de la misma; deben permitir movimiento lateral del conjunto del conducto esparcidor durante la operación.

El conducto esparciador y las boquillas deben ser contruidas de tal manera que se evite la obstrucción de las boquillas durante operaciones intermitentes y deben estar previstas de un cierre inmediato que corte la distribución del asfalto cuando este cese, evitando así que gotee desde el conducto esparcidor.

El sistema de la bomba de distribución y la unidad matriz debe tener una capacidad de no menos de 250 Glms/min, deberán estar equipados con un conducto de desvío hacia el tanque de suministro y deben ser capaces de distribuir un flujo uniforme y constante de material bituminoso a través de las boquillas y suficiente presión que asegure una aplicación uniforme.

La totalidad del distribuidor debe ser de construcción tal y operada de tal manera que asegure la distribución del material bituminoso, con una precisión de 0.02 glms. por m². dentro de un rango de cantidades de distribución desde 0.06 a 2.4 por m². El distribuidor debe estar equipado con un sistema de calentamiento del material bituminoso que asegure un calentamiento uniforme dentro de la masa total del material bajo control eficiente y positivo en todo momento.

Se deberán proveer medios adecuados para indicar la temperatura del material, con el termómetro colocado de tal manera que no entra en contacto con el tubo calentador.

5.8.3.2 Métodos de Construcción

Requisitos de Clima

La capa de imprimación deben ser aplicada solamente cuando la temperatura atmosférica está por encima de los 15 °C, la superficie del camino esté razonablemente seca y las condiciones climáticas, y la opinión del Ingeniero sea favorable.

Preparación de la Superficie

La superficie de la base debe ser imprimada, debe estar en conformidad con los alineamientos, gradientes y secciones típicas mostradas en los planos y con los requisitos de las especificaciones relativas al firme.

Antes de la aplicación de la capa de imprimación todo material suelto o extraño debe ser retirado por medio de una barredora mecánica y/o un soplador mecánico, según sea necesario. Las concentraciones de material fino debe ser removida por medio de la cuchilla niveladora o una ligera escarificación.

Cuando lo ordene el Ingeniero, la superficie preparada debe ser ligeramente humedecida por medio de rociado, inmediatamente antes de la aplicación del material de imprimación.

5.8.3.3 Aplicación de la Capa de Imprimación

El material bituminoso de imprimación debe ser aplicado sobre la base completamente limpia, por un distribuidor a presión, que cumpla con los requisitos indicados anteriormente.

El material debe ser aplicado uniformemente a la temperatura y a la velocidad de régimen especificado por el Ingeniero.

En general el régimen debe ser en tal 0.2 y 0.6 glns. por m². La temperatura en el momento de aplicación, debe estar comprendida dentro de los límites siguientes:

MC - 0	70° - 140° F
RC - 2	140° - 210° F

Al aplicar la capa de imprimación, el distribuidor debe ser conducido a lo largo de un filo marcado para mantener una línea recta de aplicación. Algún área que reciba el tratamiento, debe ser inmediatamente imprimida usando una mangera de espaciador conectada al distribuidor.

Si las condiciones del tráfico lo permiten, en opinión del Ingeniero, la aplicación debe ser hecho 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 longitudinalmente resultante. Inmediatamente después de la aplicación de la capa de imprimación, esto debe ser protegido por avisos y barricadas que impiden el tránsito durante el período de curación.

5.8.3.4 Protección de las Estructuras Adyacentes

La superficie de todas las estructuras y árboles adyacentes el área sujeta a tratamiento, deben ser protegidas de tal manera que se eviten salpicaduras o manchas ocurran, el contratista deberá , por cuenta propia retirar el material y reparar todo daño ocasionado.

5.8.3.5 Apertura de Tráfico y Mantenimiento

El área imprimida debe airearse sin ser arenado por un término de 24 horas, a menos que lo ordene de otra manera el Ingeniero. Si el clima es frío o si el material de imprimación no ha presentado completamente en la superficie de la base, un período más largo de tiempo podrá ser necesario.

Cualquier exceso de material bituminoso que quede en la superficie debe ser retirado usando arena u otro material aprobado que le absorba y como lo ordene el Ingeniero, antes de que se reanude el tráfico.

El contratista deberá conservar la superficie imprimida hasta que la capa superficial sea colocada. La labor de conservación debe incluir, el

extender cantidad adicional de arena u otro material aprobado necesario para evitar la adherencia de la capa de imprimación a las llantas de los vehículos y perchar cualesquiera roturas de la superficie imprimida con material bituminoso adicional.

Cualquier área de superficie imprimida que resulte dañada por el tráfico de vehículos o por otra causa deberá ser reparada antes que la capa superficial sea colocada.

5.8.3.6 Método de Medición

El método de medición se hará en dos formas y por separado

- a) Galones o kilogramo de material bituminoso empleado.
- b) Superficie imprimida en m².

5.8.3.7 Bases de Pago

- a) Los galones o kilogramos de material bituminoso empleado, al precio contractual.
- b) La compensación total por todo el trabajo especificado en esta sección, mano de obra, herramientas, equipo e imprevistos necesarios para completar el trabajo, debiendo pagarse por m².

5.8.4.0 Rendimiento del Equipo a Utilizarse en la Construcción de la Base Granular

5.8.4.1 Motoniveladora

El rendimiento depende del número de pasadas (p), de la distancia (D) por recorrido, de la eficiencia del tractos (E) y de la velocidad de

la motoniveladora.

Para estimar el tiempo necesario para un trabajo completo se puede usar la fórmula:

$$T = \frac{P \times D}{V \times E}$$

donde:

- T = Tiempo en horas
 P = Número de pasadas
 D = Distancia en kilómetros/pasadas
 V = Velocidad en kilómetros/hora
 E = Eficiencia

$$T = \frac{P \times D}{V \times E} + \frac{P_1 \times D}{V_1 \times E} + \frac{P_2 \times D}{V_2 \times E}$$

Para el extendido y mezclado consideramos 6 pasadas, de la siguiente manera:

- 3 Pasadas a 2.06 km/h (2da.)
 2 Pasadas a 2.94 km/h (3ra.)
 1 Pasada a 4.00 km/h (4ta.)

Para E = 0.80

$$T = \frac{1}{0.80} \left(\frac{3}{2.06} + \frac{2}{2.94} + \frac{1}{4.00} \right) = 2.66 \text{ h.}$$

Como necesitamos 3 series para el ancho

$$\text{Tiempo Total : } 2.66 \times 3 = 7.58 = 8 \text{ h.}$$

5.8.4.2 Rodillos

Rodillos Vibratorios

$$R = \frac{1,000 \times S \times E \times W \times e}{N}$$

Donde:

S = Velocidad km/h. = 4 km/h.

E = Eficiencia = 80%

W = Ancho efectivo del rodillo considerando 0.20 m. de traslape : $2.00 - 0.20 = 1.80 \text{ m.}$

N = Número de pasadas

e = Espesor de la capa

$$R = \frac{1,000 \times 4 \times 0.80 \times 1.80}{4} = 1,440 \text{ m}^2/\text{h.}$$

a) Base Granular

Area : 8,240.35 m².

Tiempo : $\frac{8,240.35}{1,440.00} = 5.72 \text{ h.}$

Rodillos Tandem

También se considera una velocidad de 4 km/h., un traslape de 0.30 m. y un ancho de 1.60 m.

Ancho efectivo : $1.60 - 0.30 = 1.30 \text{ m.}$

$$R = \frac{1,000 \times 4 \times 0.80 \times 1.30}{2} = 2,080 \text{ m}^2/\text{h}$$

b) Base Granular

Area : 8,240.35 m².

Tiempo : $\frac{8,240.35}{2,080.00} = 3.96 \text{ h.}$

Rodillos Neumáticos

Se usa para el acabado con una velocidad de 20 km/h., el ancho es de 2.26 m., con un traslapado de 0.30 m.

Ancho efectivo : $2.26 - 0.30 = 1.96$

$$R = \frac{1,000 \times 20 \times 0.80 \times 1.96}{2} = 15,680 \text{ m}^2/\text{h.}$$

a) Base Granular

Area : 8,240.35 m².

Tiempo : $\frac{8,240.35}{15,680.00} = 0.53 \text{ h.}$

Tiempo Total Necesario para Rodillar

a) Base Granular

$$T = 5.72 + 3.96 + 0.53 = 10.21 \text{ h.}$$

5.8.5.0 Rendimiento de Refine, Perfilado y Compactación de Base Granular y Sub-Rasante

Tiempos :

Motoniveladora : 8.00 hrs.

Rodillos : 10.21 hrs.

18.21 hrs.

Area de trabajo : 8,240.35 m².

Rendimiento : $\frac{8,240.35}{18.21} = 452.52 \text{ m}^2/\text{h.}$

18.21

R = 452.52 x 10 = 4,525.20 m²/d.

R = 4,525.20 m²/d.

CAPITULO VI

6.0.0.0 SEÑALIZACION

6.1.0.0 FUNCION

La función de una señal es la de controlar la operación de los vehículos en un camino, propiciando el ordenamiento del flujo del tránsito e informando a los conductores de todo lo que se relaciona con el camino que recorren. Para ello debe cumplir cinco condiciones elementales:

- a) Debe ser necesaria
- b) Debe destacar
- c) Ser de fácil interpretación
- d) Debe estar adecuadamente colocada
- e) Infundir respeto

6.2.0.0 AUTORIDAD

Es esencial que las señales sean colocadas por la entidad gubernamental competente, única manera de que puedan ser respetadas y sancionados sus infractores. Es por esto, que de acuerdo con los Art. 37 y 38 del Reglamento General de tránsito, la Dirección de Caminos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones es la única entidad llamada a diseñar y colocar las señales de tránsito en las carreteras de la República, no pudiendo ninguna entidad colocar dichas señales sin estar autorizadas por la citada Dirección.

6.2.1.0 **Uso Excesivo de Señales**

Se recomienda en general que las señales tanto preventivas como de reglamentación se usen solo cuando sean necesarias para evitar que el

excesivo número de ellas las haga ineficaces. En la referente a las señales de dirección y marcas en el pavimento, sucede lo contrario en vista que la frecuencia de ellas tiende a conservar al conductor informado de la ruta, dirigiéndola al lugar de su destino.

6.3.0.0 CLASIFICACION

Están agrupadas de la siguiente forma:

6.3.1.0 Señales Preventivas

Son las que tienen por objeto indicar con anticipación la proximidad de condiciones peligrosas ya sean éstas eventuales o permanentes.

6.3.2.0 Señales de Reglamentación

Son las que tienen por objeto la regulación del tránsito automotor. Indican por lo general restricciones y reglamentaciones que afectan el uso de la vía. Se encuentran en este grupo los siguientes:

- a) Relativas al derecho de paso
- b) Prohibitivas y restrictivas
- c) De sentido de circulación

6.3.3.0 Señales Informativas

Son las que tienen por objeto guiar en todo momento el conductor e informarle, tanto sobre la ruta a seguir como de las distancias que debe recorrer. Comprende los siguientes tipos:

- a) De dirección
- b) Indicadora de ruta

c) Información general

6.4.0.0 DISEÑO

En la época actual en que la velocidad de los vehículos ha sido enormemente incrementada, es preciso que las señales de tránsito sean reconocidas y comprendidas en forma inmediata, de manera que el conductor pueda en todo momento sentirse seguro. Por ello es indispensable que su diseño sea lo mas sencillo posible y que la misma señal sea usada en los mismos casos. Si a esto agregamos uniformidad en forma, color, dimensiones símbolos, letras, literaturas, reflectorización y ubicación; los conductores, se acostumbrarán a interpretarlas rápida y eficazmente.

6.4.1.0 Forma

Las formas variarán de acuerdo al tipo de señal. Las formas usadas son: la romboidal, octogonal, triangular, rectangular, circular y algunas otras formas especiales como la cruz de San Andrés y los escudos indicadores de ruta.

6.4.2.0 Color

Los tonos de los colores serán los siguientes: amarillo caminero, rojo, verde, azul, blanco y negro que se aplicarán según cada caso particular y que están de acuerdo a los diferentes tipos de señales.

6.4.3.0 Dimensiones

Las dimensiones de las señales de tránsito mostradas en esta tesis son las mínimas recomendadas para carreteras en condiciones normales. El incremento de ellas será permisible y deseable, siempre y cuando las investigaciones y estudios efectuados en el campo demuestren la necesidad de

ello. Las dimensiones mínimas establecidas serán reducidas en zonas urbanas. Las dimensiones de las señales están indicadas en la descripción correspondiente.

6.4.4.0 Símbolos

El diseño de los símbolos son las más simples y de fácil interpretación posible. Teniéndose en cuenta que es preferible el uso de simples signos convencionales a los mensajes escritos por la facilidad de lectura o interpretación, especialmente en el caso de señales preventivas. Durante el período de introducción de nuevos símbolos para la educación del público, se complementará el símbolo con un mensaje escrito.

6.4.5.0 Leyendas

Muchos mensajes, especialmente los de reglamentación y los informativos no pueden ser convenientemente expresados con símbolos, es por esto que se hace necesario el empleo de leyendas. En este trabajo estas serán lo más breve y claras posibles; y las letras serán lo suficientemente grandes, como para ser leídas a determinada distancia.

El diseño de las letras ha sido adoptado de acuerdo al tipo aprobado por el Comité sobre "Uniformidad de Señales y Controles de Tránsito" de los EE.UU y sus dimensiones y tipos se indican en detalle.

Se emplearán por lo general letras mayúsculas, exceptuando algunas señales informativas, en las que usarán, para una mejor lectura, letras minúsculas.

6.4.6.0 Bordes

Los bordes de las señales serán de un espesor de un (1 cm) y tendrán el mismo color del fondo de la señal. Las esquinas del mismo serán

redondeadas con un radio igual a 4 cm.

6.4.7.0 Marco

Las señales de tránsito tendrán salvo casos excepcionales, un marco del mismo color que las letras o símbolos. Para las señales de dimensionales normales, es decir de 0.60 m x 0.60 m y las de 0.90 m x 0.60 m se usará el marco mínimo de 2 cm de ancho; pudiéndose aumentar estas dimensiones a medida que la señal sea de mayor tamaño. Las esquinas del marco se redondearán en la misma forma que la plancha.

La señal "Vía Preferencial" llevará un marco de 10 cm de ancho.

6.4.8.0 Iluminación

Siendo imprescindible que las señales comuniquen sus mensajes a toda hora, se recomienda la iluminación o reflectorización de ellas. La iluminación se obtendrá de la siguiente manera:

- 1) Por medio de una luz detrás de la cara de la señal, iluminando el símbolo o el fondo o ambas, a través de un material transparente.
- 2) Por medio de una luz independiente separada de la señal y que ilumina uniformemente toda la cara de la misma.
- 3) Usando una luz incandescente que siga la forma de los símbolos o de la leyenda.

En todo caso la iluminación mostrará los mismos colores de noche que aquellos que se ven durante el día.

Las señales elevadas serán iluminadas, pues su reflectorización no es efectiva, ya que la luz de los vehículos no incide directamente sobre ellas.

6.4.9.0 ReflectORIZACIÓN

Las señales reflectorizantes serán de material reflectorizante a fin de que se reproduzca exactamente el color tanto del símbolo o leyenda como del fondo y borde al ser iluminado por los faros del automóvil.

El material reflectorizante reflejará un alto porcentaje de la luz que recibe en forma uniforme en toda la superficie de la señal y en un ángulo tal que alcance la posición normal de los ojos del conductor. Pintura reflectante. Esta deberá dar una reflexión brillante de toda el área cubierta. Usualmente está constituida de diminutas esferas de vidrio, uniformemente distribuidas en toda la superficie. Cada esfera actúa como un reflector individual pero el efecto que produzca al ser iluminado por los faros debe ser uniforme y brillante. Con el uso de pigmentos se deben obtener los mismos colores de noche que de día.

6.5.0.0 UBICACION

Las señales de tránsito, como regla general se colocarán a la derecha en el sentido del tránsito. En algunos casos será necesario colocarlos en alto sobre el camino, cuando no hay espacio suficiente al lado del camino o cuando se necesita algún control en una u otra vía que sea diferente de las demás.

En casos excepcionales se colocarán al lado izquierdo; este es el caso de signos suplementarios en carreteras de cuatro vías de tránsito separadas por una berma central.

La distancia del eje vertical de la señal al borde de la calzada no será menor de 1.20 m. ni mayor de 3.00 m. salvo casos excepcionales (ver anexo Tomo II).

6.5.1.0 Altura

La altura mínima permisible entre el borde inferior de la señal y la superficie de rodadura será de 1.50 m. En el caso que hubiere necesidad de colocarse varias señales sobre el mismo soporte, esta altura puede reducirse hasta 1.20 m. En casos especiales la Dirección de Caminos autorizará otra altura de colocación, siempre que ello se justifique (Ver anexo Tomo II).

6.5.2.0 Angulo de Colocación

Deberán formar ángulo recto con el eje del camino, excepto en el caso de señales reflectantes en que se colocarán ligeramente inclinadas con respecto a la normal, para su mejor reflectorización.

6.6.0.0 SEÑALES ELEVADAS

Las señales elevadas son justificables solo cuando el mensaje es aplicable a una (o unas) vía en particular, o cuando las condiciones del tránsito vehicular (vías anchas muy transitadas o autopistas) son tales, que la señal elevada es necesaria para una adecuada visibilidad. En el presente trabajo se utilizarán con los siguientes fines:

- a) Para obtener la efectividad necesaria en la regulación, de tránsito por intermedio de la señalización.
- b) Como previo aviso a un desvío de una carretera muy transitada.
- c) Cuando no hay espacio a los lados del camino para colocar las señales.

- d) Cuando el público que transita la vía, no es del lugar y necesita ser efectivamente guiado.
- e) Cuando los desvíos en la carretera serán espaciados a menos del 1.5 km.
- f) Cuando los lados de la carretera son muy iluminados y deslumbran la visión de las señales laterales.
- g) Cuando en una autopista no está señalado el paso de peatones.

6.6.1.0 Materiales

Las señales se confeccionarán en una factoría central o se adquirirán en una sola firma comercial, con el objeto de obtener una deseable uniformidad.

Todo material que garantice la resistencia a la formación y a la decoloración de las señales, serán utilizadas para su fabricación.

La placa sobre la que la inscribe la señal propiamente dicha será preferentemente metálica de 1/16" de espesor siendo recomendable que sea de aluminio.

La Dirección de Caminos podrá aprobar en casos especiales, el empleo de placas de señales manufacturadas de manera distinta a la descrita. El criterio en este caso puede ser el de aprovechar materiales propios de cada zona.

Cuando se permite el empleo de otros materiales diferentes de los recomendados, pueden recurrirse a placas formadas por planchas de cilindros

fijadas sobre un marco de madera o metal. Pueden también considerarse tableros de madera; en este caso se exigirá madera de buena calidad, seca, libre de nudos y otros defectos. El machimbrado será paralelo a la fibra, la cual seguirá la mayor dimensión de la señal. El espesor del tablero no será menor de 1", la madera protegerá mediante dos manos de revestimientos, con algún producto adecuado, que se aplicará ya sea por inmersión pulverización o a brocha. El triplay asegurado en un marco de madera, puede ser considerado solo en casos excepcionales, por su poca resistencia al intemperismo. La madera prensada, la maderita, el nordex, etc. pueden también tenerse en cuenta en algunos casos. El eternit no es recomendable por su fragilidad. En el caso de placas metálicas pueden emplearse láminas metálicas sin esfuerzo o láminas de menor espesor debidamente reforzadas con angulares. En cualquier caso se protegerá el elemento metálico de la corrosión aplicando por lo menos dos manos de pintura anticorrosiva. El pintado de la señal en los casos descritos se hace siguiendo un procedimiento adecuado que permita la obtención de una superficie aceptable en la cual el diseño está bien definido y las líneas, letras o símbolos sean regulares y nítidos. Se exigirá asimismo, que no existan sobre la superficie pintada, grieta, costras, ampollas, etc.

6.6.2.0 Postes

Para los postes que servirán de apoyo a las señales, se usará el fierro perfilado o el concreto armado. En el primer caso se utilizarán perfiles en U o doble T; las dimensiones mínimas serán de 4" x 2" y de 3" x 6" respectivamente, entendiéndose como primera dimensión, la base de la sección transversal del perfil. Se cuidará que su empleo se haga en zonas, en las que el fenómeno de corrosión no sea importante y en todo caso se asegurará su protección, mediante la aplicación de pintura anticorrosiva adecuada. En casos especiales se podrá utilizar rieles simples, elementos reticulados, etc. previa autorización de la Dirección de Caminos. En el caso de usarse postes de concreto armado, se utilizarán elementos prefabricados de sección trapezoidal (6" x 2" x 8") construidos en planta.

El poste de concreto armado deberá ser aprobado en su diseño estructural y en su apariencia final, por la Dirección de Caminos (Ver anexo Tomo II).

En cualquier caso, los postes utilizados para las señales tendrán una altura de 3.00 m. y llevarán perforaciones cada 15 cm. en el sentido longitudinal. Las señales se sujetarán al poste mediante pernos apropiados.

La Dirección de Caminos podrá aprobar en casos especiales el empleo de postes de madera, sobre todo si se trata de aprovechar materiales apropiados de la zona; en esos casos, se exigirá madera de buena calidad, sana, seca y sin defectos. El poste será de una sola pieza, sin empalmes y se protegerá con dos manos de algún producto adecuado, especial para madera. Dicha protección se aplicará por inmersión, pulverización o ha mano (brocha).

Los postes de madera pueden ser también empleados como poste kilométricos (Ver anexo Tomo II), utilizando troncos de árboles, siempre que sean de buena calidad. Así mismo, pueden utilizarse como postes kilométricos, bloques de piedra labrada, en las zonas, en las que su empleo sea económico.

La fijación del poste al terreno, se hará enterrando su extremo inferior hasta una profundidad suficiente. Se recomienda, para asegurar su permanencia, una cimentación de concreto pobre.

6.6.3.0 Pernos y Huecos

Los pernos a emplearse para sujetar las señales a los postes serán de aluminio o fierro galvanizado o cadmiado, de 1/4" de diámetro y deberán remacharse en su parte posterior, después de colocados para evitar que se aflojen y caigan.

Se empleará una arandela de asbesto entre la cabeza del tornillo y la cara pintada de la señal y arandelas metálicas de presión en la parte posterior.

Los huecos de la señal serán de 3/8" de diámetro y se ubicarán en la forma que este Manual establece.

6.7.0.0 CONSERVACION

Todas las señales deberán ser mantenidas en su posición, limpia y legibles en todo tiempo. Las señales donadas deberán ser reemplazadas inmediatamente pues son infectivas y pierden su autoridad para controlar el tráfico.

Se deberá efectuar una revisión de las mismas una vez al año, siendo necesario eliminar las hierbas o cualquier objeto que obstruya su visibilidad, limpiando aquellas que no sean perfectamente visibles y reemplazar las que se encuentren en mal estado.

En el caso de señales iluminadas, será preferible reemplazar los elementos iluminantes sin esperar que estos se malogren.

6.7.1.0 Renovación

Se considerará la posibilidad de mantener la señalización antigua (o reciente que no cumple con las presentes especificaciones) mientras no sea posible su renovación.

6.8.0.0 DISPOSITIVOS AUXILIARES

Dentro del grupo de señales se incluirán dispositivos auxiliares para el control del tráfico.

Ellos son:

- a) Tranqueras
- b) Delineadores, etc.

6.9.0.0 MARCAS

Las marcas sobre el pavimento u obstáculos serán usados con el objeto de reglamentar el movimiento de los vehículos a incrementar la seguridad de su operación. En cualquier caso servirán como suplemento a los dispositivos de control del tránsito; en otros constituirá el único medio.

6.10.0.0 DISPOSICIONES GENERALES

1º Estará prohibido colocar una señal o aparato que sirva para regular el tránsito, alguna inscripción o símbolo sin relación con el objeto de tal señal o aparato.

2º Todo letrero, aviso o dispositivo, que pudiera ser confundido con las señales y demás aparatos que sirvan para regular el tránsito o que pudiera dificultar la comprensión de éstos, estará prohibido.

3º A fin de facilitar la interpretación de las señales se pondrán en casos excepcionales agregar indicaciones mediante placas rectangulares colocadas debajo de las señales, previa autorización de la Dirección de Caminos.

4º Los colores de las señales deberán ser los que prescribe el Manual de señalización del M.T.C.

5º Debe tratar de evitarse la colocación de un número excesivo de señales, ya que se pierde efectividad.

6º Todo programa de señalización debe suponer un estudio previo de carácter estrictamente técnico.

6.11.0.0 SEÑALES PREVENTIVAS

6.11.1.0 Definición

Se usarán para indicar con anticipación, la aproximación de ciertas condiciones del camino o concurrentes a él, que implican un peligro real o potencial que pueda ser evitado disminuyendo la velocidad del vehículo o tomando ciertas precauciones necesarias.

6.11.2.0 Forma

Serán de forma romboidal con uno de sus vértices hacia abajo.

6.11.2.1 Tamaño

Las dimensiones de las señales preventivas serán tales que el mensaje será fácilmente comprensible y visible variando el tamaño. En el presente trabajo donde la velocidad directriz es inferior a 60 km./h las señales preventivas serán de 0.60 m. x 0.60 m. Solamente en zonas urbanas y cuando el empleo de placas normales (0.60 x 0.60) no sea posible sus dimensiones podrán ser reducidas a 0.45m. x 0.45 m.

Las dimensiones mínimas serán:

- Bordes (amarillo) mínimo 0.01 m y máximo 0.02 m.
- Marco (negro) mínimo 0.01 m y máximo 0.02 m.

6.11.3.0 Uso

Se usará una señal apropiada para prevenir la presencia de:

- a) Una o varias curvas, que ofrezcan peligro por sus características físicas o por falta de visibilidad para efectuar la maniobra de alcance y paso a otro vehículo.
- b) Para indicar la intersección de dos caminos, por lo general estas señales denominadas de "Cruce" se complementarán con la señal de "Alta", a la de "Vía Preferencial" colocada en la carretera de menos importancia o en la de volumen vehicular más bajo.
- c) Para advertir al conductor de las condiciones y obstáculos no previstos en el proyecto, y que pueden ser permanentes o solamente temporales.

6.11.4.0 Ubicación

La distancia del lugar de peligro a que se colocarán, será determinada de tal manera que asegure su mayor eficacia, tanto de día como de noche, teniendo en cuenta las condiciones particulares del camino y de la circulación.

Las distancias recomendadas son:

- a) La zona urbana : 60 m. a 75 m.
- b) En zona rural : 90 m. a 180 m.
- c) En autopista : 500 m.

6.11.5.0 Color

Fondo : Amarillo caminero
Símbolos, letras y marco: Negro
Borde : Amarillo caminero

A excepción de la señal "Paso a nivel con vía férrea".

6.12.0.0 SEÑALES DE REGLAMENTACION

6.12.1.0 Definición

La señal de reglamentación indican una orden y por lo tanto hacen conocer al usuario del camino la existencia de ciertas limitaciones y prohibiciones que regulan el uso de él, y cuya violación constituye una contravención.

6.12.2.0 Clasificación

Las señales de esta clase se dividen en la siguiente forma:

- a) **Señales relativas al derecho de paso.-** Son las que indican preferencia de paso u orden de detención.
- b) **Señales prohibitivas y restrictivas.-** Son las que tienen por objeto regular el tránsito indicando a los conductores de vehículos las limitaciones que se le imponen para el uso del camino.
- c) **Señales de sentido de circulación.-** Son las que se utilizan en el cruce de un camino con las calles de una población para indicar el sentido de la circulación.

6.12.3.0 Forma

Las formas de las señales de reglamentación serán las siguientes:

- 1º Señales relativas al derecho de paso

- a) La señal de "Alto" será de forma octogonal
- b) La señal de "Vía Preferencial" será de forma triangular con el vértice en la parte inferior.

2º Señales prohibitivas y restrictivas

Serán de forma rectangular con la mayor dimensión vertical.

3º Señales de sentido de circulación

Serán de forma rectangular con la mayor dimensión horizontal.

6.12.4.0 Colores

Los colores de las señales de reglamentación serán los siguientes:

1º Señalización relativas al derecho de paso:

- a) La señal de "Alto" será de color rojo con letras y bordes blancos.
- b) La señal de "Vía Preferencial" será de color blanco con franja perimetral roja.

2º Señales prohibitivas y restrictivas:

Serán de color blanco con letras, símbolo y marco negros. El círculo será de color rojo a excepción de aquellas señales que indiquen el fin de una prohibición o restricción las que llevarán el círculo de color negro.

La faja oblicua trazada desde el cuadrante superior izquierdo al cuadrante inferior derecho del círculo y que intercepta el diámetro horizontal de

éste a 45°, indicadora de una prohibición será de color negro. Se colocará en la parte inferior una leyenda complementaria breve.

3º Señales de sentido de circulación

Serán de color negro con flecha blanca; la leyenda dentro de la flecha llevará letras negras.

6.12.5.0 Tamaño

El tamaño de las señales restrictivas será de 0.80 m x 1.20 m. Las señales de "Alto", "Ceda el Paso" y "Sentido de Circulación" tendrán dimensiones particulares.

6.13.0.0 SEÑALES INFORMATIVAS

6.13.1.0 Definición

Las señales informativas son esencialmente para guiar al conductor de un vehículo a través de determinada ruta, dirigiéndolo al lugar de su destino. También tienen por objeto identificar puntos notables como: ciudades, ríos lugares históricos, etc., y darle en general cualquier información que pueda ayudar en la forma más simple y directa.

6.13.2.0 Clasificación

Las señales informativas están agrupadas de la siguiente forma:

a) **Señales de Dirección.**- Son las que tendrán por objeto guiar a los conductores de vehículos hacia su destino o puntos intermedios.

1º Señales de destino

- 2º Señales de destino con indicación de distancia
- 3º Señales de indicación de distancia
- 4º Cuadro de distancias

b) Señales indicadoras de ruta.- Son aquellas que servirán para mostrar el número de rutas de los caminos, de acuerdo a la clasificación respectiva, y se utilizarán a lo largo de todas las carreteras para facilitar a los conductores de vehículos, la identificación de la carretera por la que están transitando, así como el de las carreteras que se van a intersectar, las cuales se dividen en:

- 1º Señales indicadoras de rutas
- 2º Señales auxiliares

c) Señales de información general.- Son aquellas que se utilizarán con el fin de indicar al usuario, la ubicación de lugares de interés general, tales como poblaciones, cursos de agua, lugares históricos o turísticos y de servicio público, como puestos de primeros auxilios, hospitales, teléfonos, etc.

6.13.3.0 Forma

La forma de las señales informativas será la siguiente:

- a) **Señales de dirección:** Serán de forma rectangular con la mayor dimensión horizontal.
- b) **Indicadoras de rutas:** Tienen formas especiales como escudos, círculos, etc.

- c) **Señales de información general:** Serán de forma rectangular con la mayor dimensión vertical.

6.13.4.0 Color

Las señales de dirección serán de fondo verde con marco, letras y símbolos blancos. Las señales de información general serán de fondo azul con un recuadro blanco y símbolo negro. La señal "Puesto de Primeros Auxilios" será de fondo azul, con un recuadro blanco y símbolo rojo. La señal "Silencio Hospital" será de fondo azul con letras blancas. Las señales de identificación de ruta serán de fondo blanco con signos letras y marcos negros.

6.13.5.0 Tamaño

a) **En las señales de dirección.-** El tamaño de la señal dependerá principalmente de la longitud, altura y serie de las letras que formen el mensaje, en vista que la señal es diseñada para una adecuada legibilidad. Las señales informativas en ningún caso llevarán más de 3 renglones de leyenda las señales elevadas no tendrán más de dos renglones de leyenda.

b) **Las señales indicadoras de ruta tendrán.-** dimensiones especiales.

c) **Las señales de información general.-** Serán de 0.80 m. x 1.20 m.

6.13.6.0 Normas de Diseño

1º El borde y marco de la señal tendrán un ancho mínimo de 1 cm. y máximo de 2 cm.

2º Las esquinas de la placa se redondearán con un radio de curvatura entre 2 cm. como mínimo y 6 cm. como máximo, de acuerdo al tamaño de la señal.

3º La distancia de la línea anterior del marco a los límites superior e inferior de los renglones inmediatos, será de $1/2$ a $3/4$ de altura de las letras mayúsculas.

4º La distancia entre renglones, será de $1/2$ a $3/4$ de la altura de las letras mayúsculas.

5º La distancia de la línea interior del marco a la primera o a la última letra del renglón más largo, variará entre 0.5 a 1.0 de la altura de las letras mayúsculas.

6º La distancia entre palabras variará entre 0.5 a 1.0 de la altura de las letras mayúsculas.

7º Cuando hayan números, la distancia mínima horizontal entre palabra y números será igual a la altura de la letra mayúscula.

8º Cuando haya flechas, la distancia mínima entre palabra y flecha será igual a la altura de las letras mayúsculas.

9º La distancia máxima entre flecha y escudo será de 0.5 de la altura de las letras mayúsculas.

10º La altura de las letras minúsculas será de 0.75 de la altura de las mayúsculas con que se inicie el renglón.

11º El diseño de la flecha es el mismo para que sus tres posiciones sea horizontal, vertical y diagonal. Su longitud, será de 1.5 veces la altura de la letra mayúscula.

Cuando la señal tenga dos renglones, con flechas en posición vertical, se podrá usar una sola flecha, con una altura equivalente a la suma de las alturas de las letras mayúsculas, más el espacio entre renglones.

Para dos renglones con flechas en posición diagonal se podrá usar una sola flecha, cuya longitud será la suma de las alturas de las letras, más el espacio entre renglones y aumentada en una cuarta parte de la suma anterior.

12º La distancia horizontal entre la línea interior del borde y la flecha más cercana será de 0.5 a 1.0 veces la altura de la letra mayúscula con que se inicie el renglón.

13º El orden en el que se colocarán las poblaciones en la señal, será el siguiente: En primer lugar aquella situación en dirección recta, a continuación la que está ubicada hacia la izquierda y por último lo que está ubicada hacia la derecha.

14º Las señales informativas de dirección deben limitarse, a tres líneas de leyenda en las señales que se hallan al costado de la calzada, y a dos líneas, en las señales elevadas.

Esta limitación es conveniente para que toda la leyenda permanezca dentro de la línea efectiva de visión del conductor.

15º El tamaño mínimo de las letras mayúsculas será de 25 cm. de alto y de 20 cm., si es que son minúsculas.

6.14.0.0 MARCAS SOBRE EL PAVIMENTO

6.14.1.0 Definición

Las marcas sobre el pavimento u obstáculos serán usadas con el objeto de reglamentar el movimiento de los vehículos e incrementar la seguridad en su operación. En algunos casos sirve como suplemento a las señales o semáforos en el control de tránsito; en otros constituyen el único medio. En general desempeñan un factor importantísimo en la operación de los vehículos en la vía.

6.14.2.0 Autoridad Legal

Las líneas y marcas en los pavimentos y obstáculos de las carreteras del Perú, dado su carácter de orientación general, sólo podrán ser diseñados y colocados por la Dirección de Caminos, y ninguna compañía o persona podrá colocarlas salvo que éstas sean entregadas a contrata, debiendo seguirse las especificaciones que con tal objeto se establezcan.

6.14.3.0 Clasificación

Las marcas sobre el pavimento serán agrupadas en la siguiente forma:

a) **Marcas Longitudinales** Son líneas guías para los conductores y consistirán en:

1º **Líneas Contínuos** Cuando se emplea una línea contínua, ella restringe la circulación de tal manera que ningún vehículo pueda cruzar esta línea o circular sobre ella.

2º Líneas Discontínuas Son líneas directrices, que tienen por objeto guiar y facilitarle libre circulación en las diferentes vías; pueden ser cruzadas, siempre que ello se efectúe dentro de las condiciones normales de seguridad.

Se utilizan de la siguiente manera:

- Línea Central
- Línea Separadora de carriles de circulación
- Línea que prohíbe el alcance y paso a otro vehículo
- Línea de Borde de pavimento.

b) Marcas Transversales Comprenden aquellas bien sea para indicación complementaria de parada o para limitar áreas destinadas al cruce de peatones. Se emplea para determinar:

- Líneas de Parada
- Líneas para cruce de peatones

c) Otras Marcas Sirven para indicar al tránsito vehicular, ciertos riesgos canalizarlo y completar la indicación de las señales.

Comprende:

- Líneas de aproximación a obstáculos
- Marcas de encauzamiento del tránsito vehicular
- Marcas para cruce de Ferrocarril
- Marcas para estacionamiento de vehículos.

CAPITULO VII

7.0.0.0 PROGRAMACION DE OBRA

7.1.0.0 OBJETIVO

El objetivo del planeamiento y programación es el óptimo desarrollo de los trabajos el menor costo posible para la realización de la obra.

7.1.1.0 **Planeamiento**

Es la elaboración ordenada y sistemática de un conjunto de trabajo a realizarse en el futuro, con la finalidad de lograr un eficiente resultado. En la planeación se resuelve cuestiones relacionadas con:

- Planos completos y especificaciones
- Intervención de técnicas y personal especializado
- Conocimiento de mano de obra y equipo
- Conocimiento de rendimiento de mano de obra y equipo

7.1.1.1 **Programación**

Es la asignación de recursos a las diferentes actividades con el objeto de conocer la duración, se fijan fechas de iniciación y terminación de las actividades: se asigna la mano de obra y equipo necesario para terminar la obra en el plazo señalado.

7.1.1.2 **Métodos de Planeamiento y Programación**

Método GANTT o de Barras

Método C.P.M (Critical Path Method)

Método Probabilístico Pert(Program Evaluation and Review Technique).

7.1.1.3 Método Gantt

Conocido también como "Diagrama de Barras", es el más usado para representar el programa de un proceso productivo.

El proceso que sigue el Método Gantt, es el siguiente:

- 1º Se determina las actividades principales del proceso productivo.
- 2º Se estima la duración
- 3º Se representa cada actividad mediante una barra recta cuya longitud es a escala la duración efectiva de la actividad.
- 4º Se hace una lista de actividades de manera que cada actividad corresponda a un renglón de la lista y estableciendo un orden de ejecución de las actividades, se sitúa la barra que representa a cada actividad a lo largo de una escalera de tiempos efectivos, que se coloca a la misma dirección de los renglones y que es común a todas las actividades.

Se convierte la escala de tiempo efectivos en una escala de "Días Calendario".

7.1.1.4 Deficiencias del Método Gantt

- 1º Debido a la dificultad para representar la secuencia de

ejecución de un gran número de actividades, solo es posible descomponer el proceso en actividades principales. El planeamiento y programación de las actividades menores se deja a juicio del personal directivo secundario.

- 2º Se mezcla el planeamiento y programación
- 3º No se sabe cuales son las actividades dominantes en cuanto a dirección del proyecto.

7.1.1.5 Método C.P.M. o de la Sucesión de Trabajos

Es un nuevo método que tiene su origen en EE.UU y que rápidamente está logrando una gran aceptación en nuestro medio debido a que se basa en procedimientos sencillos y lógicos.

El método de la sucesión crítica de los trabajos o de la ruta crítica, es esencialmente una representación gráfica de los razonamientos que se necesitan para hacer un trabajo.

El procedimiento consiste principalmente en dividir el trabajo en distintas tareas, asignar una duración de cada una de ellas y representar el orden de los trabajos mediante un diagrama de forma de RED. Luego estudiando los recorridos que se pueden seguir en la RED, se determina cual es la trayectoria o sucesión de trabajos que toma mayor cantidad de tiempo.

Esa trayectoria a la "Sucesión Crítica" que representa la serie de impedimentos que mas retarda el progreso de la tierra a realizar, hasta que se acelera los trabajos de esa serie o sucesión.

7.1.1.6 Fases del C.P.M.-

El método puede dividirse en tres fases generales:

- 1º Preparación de una tabla de las actividades o tareas de que se compone la obra, y representación de esas actividades mediante un Diagrama de Fechas.
- 2º Programación de las actividades de distribución uniforme de las necesidades de mano de obra, maquinaria. Aquí se estudian las relaciones de tiempo-costos y se trata de organizar el Diagrama de manera que se fije la terminación total de la obra del tiempo previsto.
- 3º Observación del progreso real de la obra (control) y adaptación del Diagrama cuando las circunstancias lo aconsejan.

Al poner en práctica el método de la ruta crítica representa cada "Actividad" por una flecha, con su extremo posterior indicando el comienzo de cada actividad y su punta marcando el fin.

En los puntos de contacto de las flechas se colocan círculos que se denominan "eventos". Un evento representa simplemente el momento en que se inicia o termina una actividad.

El evento no consume tiempo, pero la actividad si consume.

7.1.1.7 Conceptos Fundamentales que deben tenerse presente en el Método C.P.M.

Duración de cada actividad o tarea (d)

- 1º **Inicio mas Temprano.- (ES)** Es el momento más temprano que se puede iniciar las actividades.

2º **Inicio mas Tardío.- (LS)** Es el momento más en que se puede iniciar la actividad sin alterar la duración del proyecto

$$Ls = LF - d$$

3º **Terminación mas Temprano.- (EF)** Es el momento más temprano en que se puede terminar una actividad.

$$EF = Es + d$$

4º **Terminación mas Tardía.- (LF)** Es el momento más tardío en que se puede terminar una actividad sin alterar la duración del proyecto.

5º **Holgura Total.- (HT)** Es el máximo tiempo que una actividad puede ser retrasada sin aumentar la duración del proyecto.

$$H_T = L_T - E_T$$

6º **Holgura Libre.- (HL)** Es el máximo tiempo que una actividad puede ser retrasada sin intervenir en las actividades que le siguen.

$$HL = (ES_s - EF) \text{ (ES}_s\text{: es de la tarea S este)}$$

7º **Holgura Independiente.- (HI)** Es el máximo tiempo que una actividad puede ser retrasada sin interferir la terminación de las actividades que lo proceden ni la iniciación de las actividades que lo siguen:

$$HI = (ES_s - LF_a) \text{ D (Lf}_a\text{: Es de la tarea ant.)}$$

8º **Actividad Crítica.-** La holgura total nula

$$ES = LS : \text{También } EF = LF$$

9º **Ruta Crítica.-** Conjunto de actividades críticas que determinan la duración del proyecto y que tienen holgura nula.

10º **Dummy.-** Es una falsa tarea, no tiene tiempo ni maquinaria se representa con líneas a rayas.

7.1.1.8 Ventajas del C.P.M.

- 1º Estimula la observación analítica
- 2º Permite descomponer un proceso productivo en actividades de diferentes órdenes de importancia y organizar el planeamiento, programación y ejecución de acuerdo a esa descomposición.
- 3º Localiza las actividades que determinan la duración de la obra.
- 4º Proporciona una evaluación cuantitativa de las márgenes de tiempo.
- 5º Muestra la programación más económica de todas las actividades para un plazo de ejecución de terminado.
- 6º Provee los datos necesarios para seleccionar la mejor fecha de terminación de la obra.
- 7º Ayuda a valorar diversas alternativas.
- 8º Tiende a evitar omisiones
- 9º Permite determinar de antemano los recursos en cualquier momento durante la ejecución de proceso.

7.1.2.0 Calendario de Trabajo

Tiene por finalidad repartir las actividades de acuerdo al tiempo disponible.

En el presente proyecto se nos ha fijado un plazo de 07 meses para la construcción de los 4.20 km. de carretera, que corresponde al desvío en el trazo original de la vía de evitamiento; debido a que nuestro proyecto tiene poco movimiento de tierra, así mismo obra de arte en menor cuantía.

Por tal motivo, consideraremos 07 meses en la programación en función de nuestros metrados y rendimientos (a partir de los meses donde se inicia la época de verano en nuestra zona).

MESES	Nº DE DIAS	DIAS FERIADOS	DIAS UTILES
Mayo	31	06	25
Junio	30	06	24
Julio	31	07	24
Agosto	31	05	26
Setiembre	30	04	26
Octubre	31	05	26
Noviembre	30	05	25
TOTAL			176 días

7.1.2.1 Asignación de Tiempos a cada Actividad

1º **Trabajos Preliminares.-** Comprende la instalación de campamentos, movilización de equipo, materiales de construcción y otras labores para dar inicio a la obra, se le asignó 10 días.

2º **Reconocimiento y Trazo.-** El reconocimiento promedio del equipo de hombres es de 10 kilómetros por metro. El tiempo empleado por 4.07 km. es de 16 días.

3º Limpieza y Desforestación.- El área ha trabajar en la zona de trabajo es de 16 hectáreas (20 mts. a cada lado del eje de la vía), el rendimiento del tractor es de 0.8 has/día. Por lo tanto el tiempo necesario será :

$$\frac{(20 + 20) \times 0.40}{0.8} = 20 \text{ días}$$

4º Replanteo y Rayado de Taludes.- Se estima un tiempo de 08 días.

5º Construcción de Trochas.- Se construirá un promedio de 2 kilómetros, para el transporte de materiales de las canteras a la planta, ya que generalmente existen en la actualidad vías de acceso a estas canteras.

Se estima que un tractor empujador D-7 tiene un rendimiento de 1/2 kilómetro de trocha por día, luego el tiempo asignado será de 16 días.

6º Alcantarillas.- Los rendimientos para cada una de las etapas, se ha obtenido de la Cámara de Construcción de la Tabla de Coeficientes del Ing. Milton Chávez y de datos prácticos obtenidos por la Compañía: Graña y Montero.

	<u>Metro</u>	<u>Días</u>
- Excavación en Tierra Compacta para Alcan. Rend.80 m ³ /día/cuad.; 1 cuad.	46.32 m ³	1
- Montaje y colocación de Alcan. Rend.20 ml/día/cuad.; 1 cuad.	35.98 ml	2
- Encofrado y Desencofrado Rend.16 m ² /día/cuad.; 3 cuad.	82.18 m ²	2

- Transporte de agregado Cantera "B" para concreto obras de drenaje.		1
- Concreto Rend.30 m ³ /día/cuad.: 2 cuad.	43.63	1
- Curado obras de drenaje		<u>7</u> 14
7º Preparación de Cantera "A" Remoción de cantera (calculado)		1 día
8º Preparación de Cantera "B"		
- Remoción del 1er. estrato, capa de grava mayor de 3"		3 días
- Extracción de material de 2do. estrato: grava-arena de bajo contenido de arena predominando grava de 2-3"		<u>6 días</u> 9 días
9º Preparación de Cantera "C"		
- Remoción de 1ra. capa, tierra de cultivo		4 días
- Remoción de 2da. capa arcilla		<u>2 días</u> 6 días
10º Corte y Explanación en Tierra		
Compensación transversal	=	2.28 horas
Compensación longitudinal Segmento A	=	1.48 horas

Segmento B	=	19.26 horas
Segmento C	=	42.22 horas
Bote I	=	7.57 horas
Bote II	=	55.63 horas
Bote III	=	96.94 horas
Material de préstamo	=	<u>139.90</u> horas
		36.53 Días
Total Considerado	=	37 días

11º Perfilado y Compactación de Sub-Rasante

El equipo tiene un rendimiento de	=	4,525.20 m ² /día
Area Sub-rasante: 8,240.35 + 107.04	=	8,347.39 m ²
Tiempo : $\frac{8,347.34}{4,525.20}$	=	1.84 días = 2 días

12º Transporte del Material para la Base Granular

Volumen :	659.23 m ³
De la Cantera "A" (80%)	= $65.92 \div (86.8 \times 10) = 0.08$
De la Cantera "B" (90%)	= $527.38 \div (108 \times 10) = 0.49$
De la Cantera "C" (10%)	= $65.92 \div (130 \times 10) = 0.05$

$$T = 1 \text{ día (considerado)}$$

13º Construcción Base Granular

Metrado	:	8,240.35 m ²
Rend.	:	4,525.20 m ² /día

$$T = \frac{8,240.35}{4,525.20} = 2 \text{ días}$$

14º Preparación de Cantera "D" (Triturado de piedra)

$$\text{Volumen} : 305.35 + 699.17 = 1,004.52 \text{ m}^3$$

$$\text{Cantera "D" } 100\% \times 1,004.52 = 1,004.52 \text{ m}^3$$

$$\text{Rendimiento planta triturada} : 320 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$c \ T = 1,004.52 \div 320 = 3.14 \text{ días} = 3 \text{ días}$$

15º Preparación de Mezcla Asfáltica en Obra para cada Actividad.

$$T = 17 \text{ días (Tiempo considerado)}$$

16º Transporte de la Mezcla para el Asfalto

Se estima en 3 días

17º Construcción del Asfalto

ACTIVIDAD	METRADO	REND/DIA	DIAS
Base Granular	37,037.00	4,000 m ² /d	9
Imprimación	37,037.00	5,700 m ² /d	7
Curado Imprimación			1
Tratamiento Superficial Bicapa			
Primera Capa	35,409.00	4,000 m ² /d	9
Segunda Capa	35,409.00	4,000 m ² /d	9
			35

18º Limpieza y Señalización

Se estima

2 días

19º Entrega

Tiempo asignado

1 día

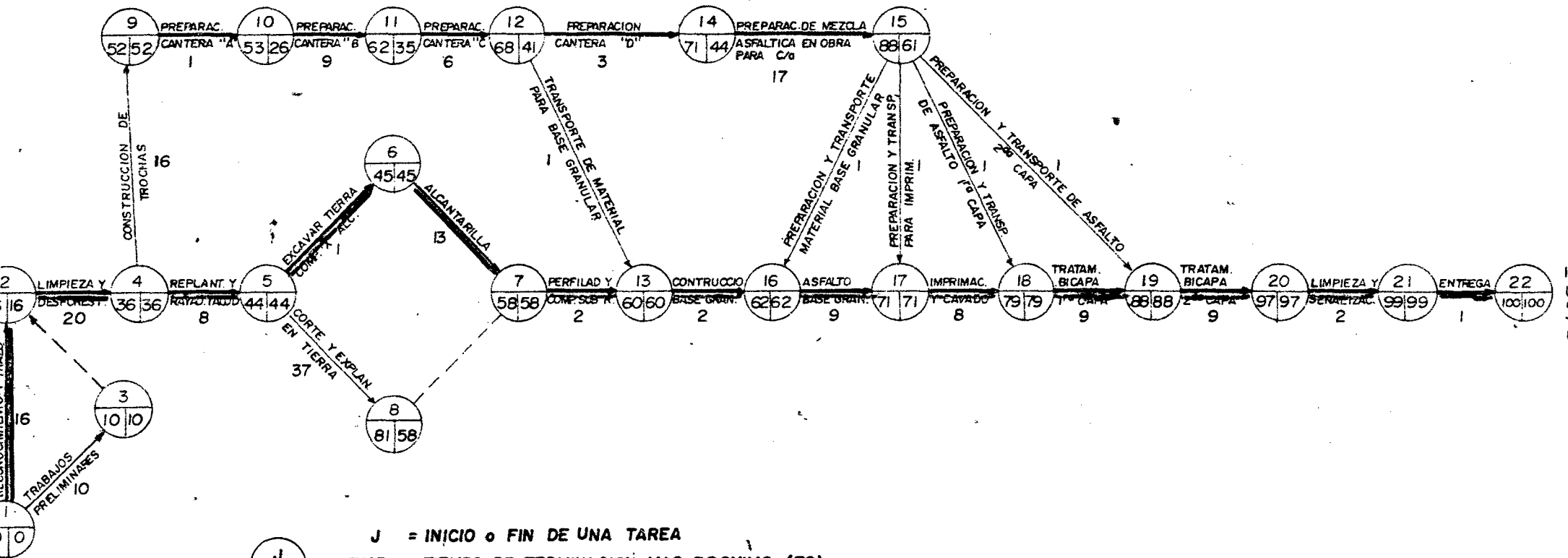
7.2.0.0 DURACION DE ACTIVIDADES

	<u>Nº de Días</u>
(1 - 2) Reconocimiento y Trazo	16
(1 - 3) Trabajos Preliminares	10
(2 - 4) Limpieza y Desforestación	20
(4 - 5) Replanteo y Rayado de Taludes	08
(4 - 9) Construcción de Trochas	16
(5 - 6) Excavación de Tierra Compacta para Alcan.	01
(6 - 7) Alcantarillas	13
(5 - 8) Corte y Explanación en Tierra	37
(7 - 13) Perfilado y Compactación Sub-Rasante	02
(9 - 10) Preparación Cantera "A"	01
(10 - 11) Preparación Cantera "B"	09
(11 - 12) Preparación Cantera "C"	06
(12 - 13) Transporte de material para Base Granular	01
(13 - 16) Construcción Base Granular	02
(12 - 14) Preparación (Remoción y Triturado)	03
Cantera D	
(14 - 15) Preparación de Mezcla Asfáltica en obra para cada actividad.	17
(15 - 16) Preparación y Transporte Material Granular	01
(16 - 17) Asfalto Base Granular	09
(15 - 17) Preparación y Transporte para Imprimación	01
(17 - 18) Imprimación y Curado	08
(15 - 18) Preparación y Transporte de Primera Capa	01
(18 - 19) Tratamiento Bicapa: Primera Capa	09
(15 - 19) Preparación y Transporte de Asfalto Segunda Capa.	09
(19 - 20) Tratamiento Bicapa: Segunda Capa	09
(20 - 21) Limpieza y Señalización	02
(21 - 22) Entrega	01

7.3.0.0 CALCULO DE LA RED

TAREAS	ES	LF	D	EF	LS	RC	HT	HL	HI
1 - 2	0	16	16	16	0	x	0	0	0
1 - 3	0	10	10	10	0	x	0	0	0
2 - 4	16	36	20	36	16	x	0	0	0
4 - 5	36	44	8	44	36	x	0	0	0
4 - 9	36	52	16	52	36		0	0	0
5 - 6	44	45	1	45	44	x	0	0	0
6 - 7	45	58	13	58	45	x	0	0	0
5 - 8	44	58	37	81	21		23	0	0
7 - 13	58	60	2	60	58	x	0	0	0
9 - 10	52	26	1	53	25		27	0	0
10 - 11	53	35	9	62	26		27	0	0
11 - 12	62	41	6	68	35		27	0	2
12 - 13	68	60	1	69	59		9	9	0
13 - 16	60	62	2	62	60		0	0	0
12 - 14	68	44	3	71	41		27	0	0
14 - 15	71	61	17	88	44		27	0	0
15 - 16	88	62	1	89	61		27	27	0
16 - 17	62	71	9	71	62	x	0	0	0
15 - 17	88	71	1	89	70		18	18	0
17 - 18	71	79	8	79	71	x	0	0	4
15 - 18	88	79	1	89	78		10	10	6
18 - 19	79	88	9	88	79	x	0	0	8
15 - 19	88	88	1	89	87	x	01	01	0
19 - 20	88	97	9	97	88	x	0	0	0
20 - 21	97	99	2	99	97	x	0	0	0
21 - 22	99	100	1	100	99	x	0	0	0

RED DE ACTIVIDADES PARA LA CONSTRUCCION DE LA VARIANTE

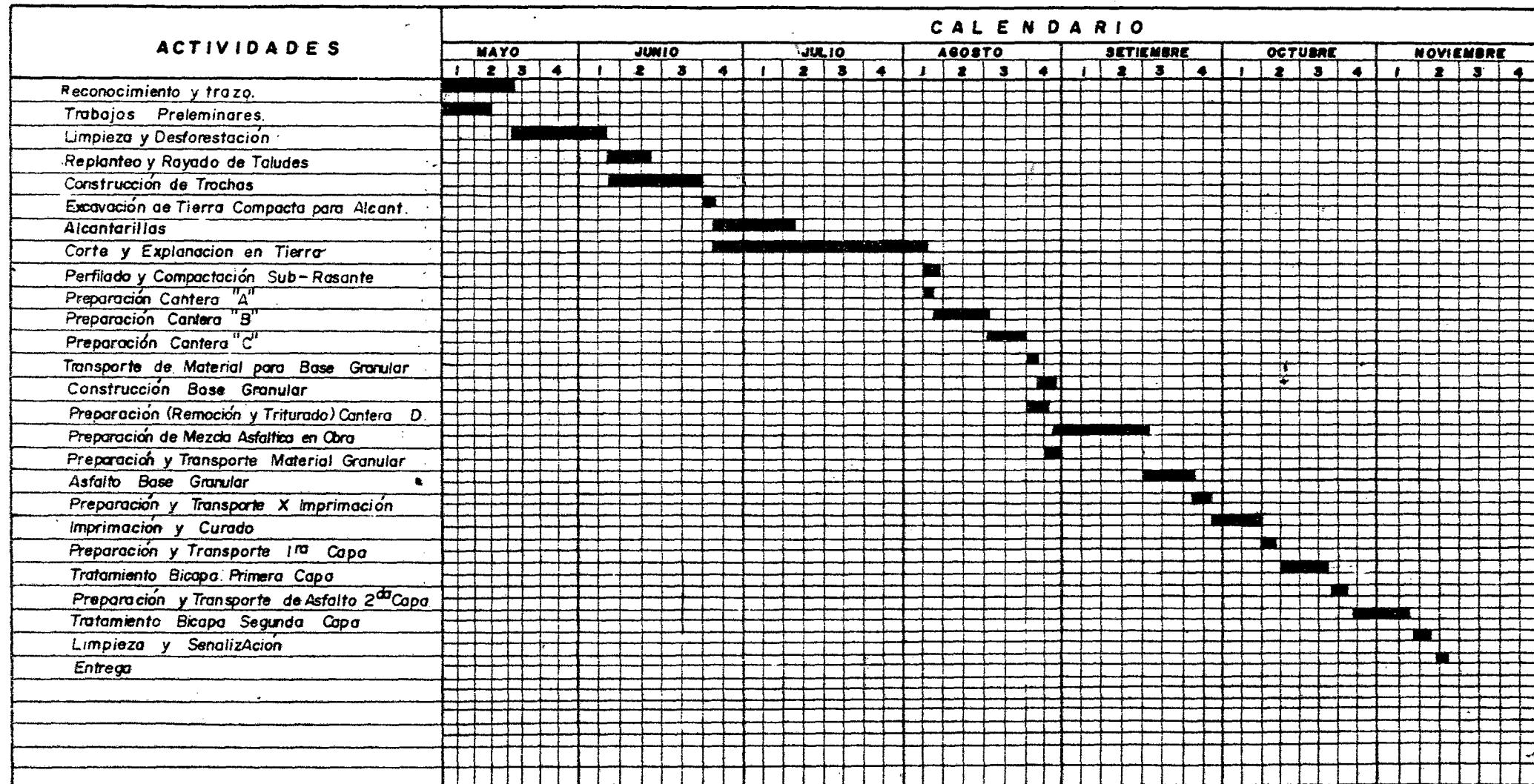


J = INICIO o FIN DE UNA TAREA
TMP = TIEMPO DE TERMINACION MAS PROXIMO (ES)
TMT = TIEMPO DE TERMINACION MAS TARDE
== RUTA CRITICA
ES — ACTIVIDAD — **ES SIGUIENTE**
LF ANTERIOR — **LF**

DIAGRAMA DE GANTT

Proyecto : VIA DE EVITAMIENTO

Obra : CONSTRUCCION DE UNA VARIANTE EN EL TRAMO ORIGINAL



7.6.0.0.

PROGRAMA DE COMPUTO CPM

Cálculo Matemático de la Ruta Crítica

El presente programa ha sido desarrollado en FOX PRO LAN 2.6. Se ha elegido un lenguaje de programación normalmente utilizado para aplicaciones comerciales en vez de uno utilizado para aplicaciones científicas, debido a que como el METODO DE LA RUTA CRITICA es aplicable a proyectos de cualquier índole, este lenguaje nos da como resultado un programa accesible a todo tipo de usuario.

Para encontrar la Ruta Crítica, nos basamos en el cálculo de los coeficientes ES (Inicio más temprano), LS (Inicio más tardío), EF (Terminación más temprano) y LF (Terminación más tardía) para cada actividad. Una vez obtenidos éstos, se realiza la comparación entre ES y LS ó EF y LF , asignándole la condición crítica a una actividad si ambos son iguales.

Como se observa en el Diagrama de Flujo, para el cálculo de EF se ha empleado el método de hallar el máximo valor de todas las flechas que terminan en el evento analizado. Así mismo para el cálculo de LS se utiliza el mínimo valor de todas las flechas que parten del evento analizado.

Al realizar las pruebas de este programa, nos encontramos con que es exacto para redes formuladas correctamente y tiene fallas cuando el trazo de las redes tiene alguna deficiencia.

No hace falta decir que este es un programa preliminar, que será posteriormente mejorado y ampliado de acuerdo a las necesidades.

En el desarrollo del presente programa, es digno mencionar el invaluable apoyo de la Ing. Cecilia Fernández Morales docente del Centro de Capacitación en Informática de la UNSM.



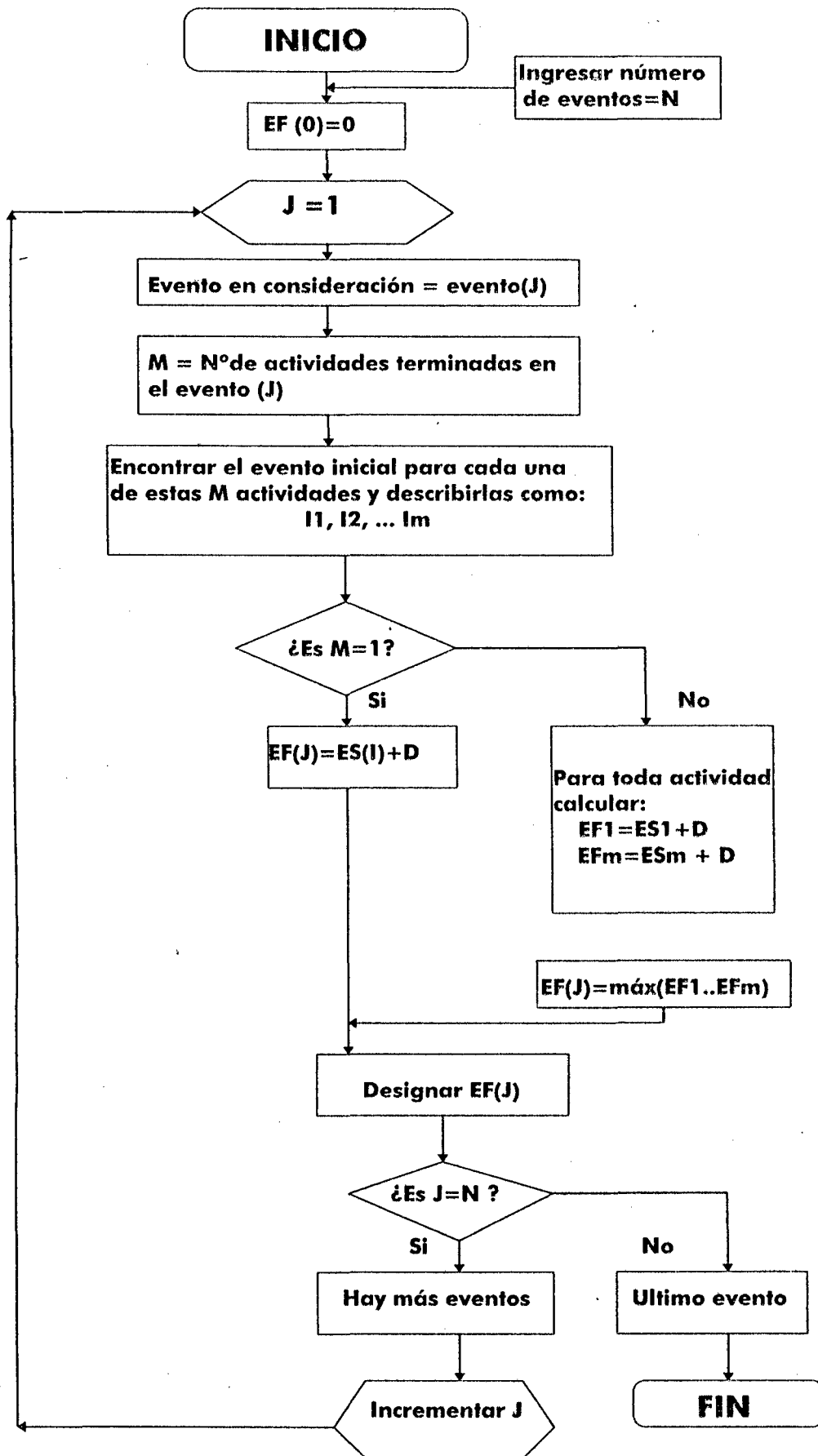


DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL CALCULO DE RUTA

PROGRAMA PARA EL CALCULO DE LA RUTA CRITICA

```
1 * Program.: RUTA.PRG
2 * Autor.. : R.DEL AGUILA P./C. FERNANDEZ M.
3 * Date....: 02/08/95
4 * Notice..: Copyright (c) 1995,
5 * Version.: FoxPRO LAN 2.6
6 * Notes...: PROGRAMA PARA CALCULO DE RUTA CRITICA
7
8 IF DPDESCRI=SPACE(30)
9     ??CHR(7)
10    WAIT WINDOW "No se ha definido el
11    PROYECTO"+CHR(13)+'<Enter> para continuar'
12    RETURN
13 ENDIF
14 IDPROY=' I'+DPROY
15 N=0
16 SELE A
17 USE &DPROY index &IDPROY
18 REPLACE ALL ES WITH 0 EF WITH 0
19 @20,00 TO 20,79 CLEAR
20 @20,00 SAY 'INGRESE EL NUMERO TOTAL DE EVENTOS EN LA
21 RED:' GET N PICT '999'
22 READ
23 @20,00 TO 20,79 CLEAR
24 DIMENSION ES(N)
25 DIMENSION EF(N)
26 EF(1)=0
27 E=2
28 DO WHILE E#N+1
29     *BROW
30     M=1
31     COUNT FOR J=E TO M
32     SET FILTER TO J=E
33     GO TOP
34     *BROW
35     IF M=1
36         INI=I
37         FIN=J
38         DUR=D
39         ES(INI)=EF(INI)
40         EF(FIN)=ES(INI)+DUR
41         REPLACE ES WITH ES(INI)
42         REPLACE EF WITH EF(FIN)
43         IMP=MAX(IMP,EF)
44     ELSE
45         DIMENSION X(M)
46         INI=I
47         FIN=J
48         DUR=D
```

```
49     ES(INI)=EF(INI)
50     X(1)=ES(INI)+DUR
51     EF(FIN)=X(1)
52     REPLACE ES WITH ES(INI)
53     REPLACE EF WITH EF(FIN)
54     IMP=MAX(IMP,EF)
55     FOR T=2 TO M
56         SKIP
57         INI=I
58         FIN=J
59         DUR=D
60         ES(INI)=EF(INI)
61         X(T)=ES(INI)+DUR
62         REPLACE EF WITH X(T)
63         REPLACE ES WITH ES(INI)
64         IMP=MAX(IMP,EF)
65         EF(FIN)=MAX(X(T),X(T-1))
66     NEXT
67 ENDIF
68 E=E+1
69 IF E=N+1
70     EXIT
71 ENDIF
72 SET FILTER TO
73 ENDDO
74 CLOSE DATA
75 RETURN
```

CAPITULO VIII

8.0.0.0 PRESUPUESTO GENERAL

8.1.0.0 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

La determinación del costo unitario de las diferentes obras a ejecutar, en la construcción de la carretera del proyecto de tesis, considerando los siguientes items:

8.2.0.0 GASTOS GENERALES Y UTILIDAD

Este ítem se ha estimado en un 48.85%, que corresponde generalmente a las obras ejecutadas bajo la modalidad de administración directa; dentro del cual están considerados los gastos de oficina central, los del personal administrativo y técnico en la zona de trabajo, así como el aspecto financiero (intereses, impuestos, etc.) se considera asimismo una ganancia justa para el contratista.

8.3.0.0 GASTOS DIRECTOS

- 1º Mano de Obra
- 2º Materiales
- 3º Equipo

8.3.1.0 Mano de Obra

El costo de mano de obra es de acuerdo a los montos oficiales

que rigen para la Región de San Martín, los cuales ya incluyen los beneficios sociales. Además de otros acuerdos entre el empleador y el obrero.

8.3.2.0 Materiales

Este ítem contiene la adquisición de materiales de construcción, compra de materiales de explosión y adquisición de material seleccionado.

La adquisición de los materiales de construcción se harán en la ciudad de Tarapoto a fin de impulsar el desarrollo regional, a excepción de los agregados que son obtenidos de las diferentes canteras mencionadas anteriormente y las alcantarillas TMC que serán adquiridas en la ciudad de Lima, adicionándose el flete al precio unitario.

La compra de los materiales de explosión, por la situación social que se vive en el País no es fácil de adquirir, por lo que los precios son variados y su adquisición se hace en la ciudad de Lima, teniendo que adicionar el flete de los precios unitarios.

En lo que respecta a material seleccionado, en este caso material granular para la base granular en su mayoría y material para obra de concreto se hace de las diferentes canteras que están ubicadas de la siguiente manera:

- Cantera en el cauce del río cumbaza ubicada en el caserío de Santa Rosa, margen izquierda del río cumbaza con material granular grueso.
- Cantera del distrito de Maceda ubicada a 18 kilómetros de la ciudad de Tarapoto, a partir del km. 0 + 000 en dirección a Moyobamba. Esta cantera tiene una gran potencia.

- Cantera en el cauce del río huallaga ubicada en el distrito de Shapaja, margen izquierda del río huallaga con material granular grueso para ser seleccionado, triturado y utilizado para la base asfáltica.

- Cantera ubicada en el kilómetro 2 aproximadamente a la margen izquierda de este proyecto, la cual es una cantera donde se extraerá material fino para ser mezclado con la Cantera B, es una cantera de gran potencia.

8.3.3.0 EQUIPO

Para el sistema de alquiler de equipo mecánico se ha optado, por el sistema de alquiler horario con tarifas que establece el Ministerio de Transportes y Comunicaciones publicadas en diario oficial El Peruano, afectadas en un 10% mas por no adecuarse a la realidad en lo referente a inflación.

Es importante mencionar en este ítem que de acuerdo a lo establecido para las obras de construcción el pago por desgaste de herramientas es el 5% del costo de mano de obra.

8.4.0.0

PRESUPUESTO DE OBRA

Tinear. 37e

PARTIDA Nº	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	METRADO	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
1.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES	- - -	Global(1% de 4+5+6+7)	- - -	- - -	8,065.05
2.00.00	RECONOCIMIENTO Y TRAZO	Km	4.07	598.41	- - -	2,435.53
3.00.00	LIMPIEZA Y DESFORESTACION	Ha	20.35	1,798.01	- - -	36,589.50
4.00.00	EXPLANACIONES					
4.10.00	Excavación en Tierra Comp.sin Transp.	M3	5,765.00	1.25	7,206.25	
4.20.00	Excavación en Tierra Comp.con Transp.	M3	7,664.00	3.70	28,356.80	
4.30.00	Relleno en Tierra Compacta	M3	27,112.00	2.93	79,438.16	
4.40.00	Perfilado y Compact. de la Sub-rasante	M2	39,479.00	2.58	101,855.82	216,783.03
5.00.00	PREPARACION DE LA CANTERA "D"	- - -	Global	- - -	- - -	18,970.71
6.00.00	DRENAJE					
6.10.00	Alcantarilla TMC ϕ 36" (C = 14)	MI	10.36	408.79	4,235.06	
6.20.00	Alcantarilla TMC ϕ 60" (C = 12)	MI	25.62	727.60	18,641.11	22,876.17

PRESUPUESTO DE OBRA

Tipicar 373

PARTIDA Nº.	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	METRADO	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
7.00.00	PAVIMENTOS					
7.10.00	Base Granular	M2	37,037.00	3.01	111,481.37	
7.20.00	Imprimación	M2	37,037.00	2.27	84,073.99	
7.30.00	Tratamiento Superficial Bicapa					
7.30.10	Primera Capa	M2	35,409.00	5.89	208,559.01	
7.30.20	Segunda Capa	M2	35,409.00	4.06	143,760.54	547,874.91
8.00.00	SEÑALIZACION	- - -	Global(1% de 4+5+6+7)	- - -	- - -	8,065.05
GASTO DIRECTO						861,659.95
GASTOS GENERALES (38.85%)						334,754.89
UTILIDAD (10 %)						86,166.00
T O T A L				S/.	1'282,580.80	

SON: Un millón doscientos ochenta y ocho mil quinientos ochenta y 80/100 nuevos soles

8.5.0.0 FORMULA POLINOMICA

Presupuesto base - junio 1995

$$K = 0.054 \frac{J_r}{J_o} + 0.322 \frac{E_r}{E_o} + 0.131 \frac{ACM_r}{ACM_o} + 0.063 \frac{AFK_r}{AFK_o} + 0.102 \frac{S_r}{S_o} + 0.328 \frac{GGU_r}{GGU_o}$$

NOMENCLATURA	DESCRIPCION	%	IU
J	Mano de Obra (incluye leyes Sociales)	100.00	47
E	Maquinaria y Equipo Nacional	12.20	48
	Maquinaria y Equipo Importado	76.70	49
	Herramientas	11.10	37
ACM	Agregado	98.71	05
	Cemento	1.08	21
	Madera	0.21	43
AFK	Alcantarilla	20.60	09
	Acero para Construcción	79.24	02
	Kerosene	0.16	53
S	Asfalto	100.00	13
GGU	Gastos Generales y Utilidad	100.00	39

I. CUADRO DE MATERIALES

MATERIALES	UNIDAD	CANTI DAD	LUGAR	COSTO (Incl.flete)	MERMAS (5 %)	ALMAC.Y MANIP. 2%	COSTO EN OBRA
Asfalto Líquido RC - 250	Gln.	30,870	Talara	3.80	0.19	0.08	125,640.90
Kerosene Industrial	Gln.	1,900	Lima	4.00	0.20	0.08	8,132.00
Cemento	Bls.	200	Chiclayo	17.50	0.88	0.35	3,746.00
Pintura Anticorrosiva	Gln.	20	Tarapoto	15.00	0.75	0.30	321.00
Alcantarilla TMC ϕ 36"	MI	10.36	Lima	233.76	---	4.68	2,470.24
Alcantarilla TMC ϕ 60"	MI	27.62	Lima	550.66	---	11.01	15,513.33
Madera Tornillo	P2	100	Tarapoto	1.50	---	0.03	153.00
Clavo	Kg.	100	Tarapoto	2.50	---	0.05	255.00
Alambre N° 8	Kg.	80	Tarapoto	2.50	---	0.05	204.00
Thiner	Gln.	06	Tarapoto	15.00	---	0.75	94.50
Lija	Und.	120	Tarapoto	1.20	---	0.02	146.40

II RELACION DE EQUIPO DE LABORATORIO

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
1.00	PARA CONTROL GENERICO	
1.1	Juego de Mallas: 3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", N° 4, N° 6, N° 8, N° 10, N° 16, N° 20, N° 30, N° 50, N° 80, N° 100, N° 200 y Accesorios	1
1.2	Horno Térmostático	1
1.3	Balanza de 5 kg. capacidad, sensibilidad al 0.1 g.	1
1.4	Aparato Casagrande con su respectivo acanalador	1
1.5	Balanza de 3 brazos de precisión de capacidad 300 g. y sensible al 0.01 g.	1
1.6	Equipo miscelaneo (cazok, bronchas, pesa, filtros, espátulas, escobilla de bronce, etc.)	1
1.7	Equipo de equivalente de arena, compactación y CBR	1
1.8	Equipo CBR (Prensa, moldes, escantillones, mallas grandes de 3/4" y N° 4, pisón, etc).	1
1.9	Equipo de Densidad in situ (balanza de 20 kg. de capacidad, cono, botella, plato perforado, mallas N°s 10 y 20, cincel, comba. etc.)	3
1.10	Equipo de compactación (moldes para proctor estandar y modificado, pizones, bandejas, balanza de 20 kg. aprox. 1 gr.)	1

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
2.0	PARA CONTROL DE CONCRETO	
2.1	Prensa hidráulica 100 tn	1
2.2	Moldes para preparación de testigos de concreto	12
2.3	Equipo de recubrimiento (Cappin)	1
2.4	Equipo para determinación de Slump (revenimiento)	1
3.0	PARA CONTROL DE ASFALTO	
3.1	Viscosímetro Saybol con orificio furol	1
3.2	Aparato de penetración y copa abierta de cleveland	1
3.3	Máquina de los Angeles	1
3.4	Máquina de Marshall	1
3.5	Máquina de compresión asial	1

III EQUIPO MECANICO

Para la elaboración de los trabajos se considera necesario contar con un Pool de Maquinarias, constituido por el siguiente Equipo:

CANTIDAD	DESCRIPCION	POTENCIA
08	Volquetes	10 m3
03	Tractores	140 - 160 HP
01	Tractor de Tiro	80 HP
02	Cargador Frontal	160 - 195 HP
02	Motoniveladoras	125 HP
02	Rodillos Vibratorios	70 - 100 HP
02	Vibradora	7 HP
01	Zaranda Vibratoria	
01	Faja Transportadora	
01	Mezcladora	11 P3
01	Cisternas	2,000 Gls
02	Grupos Electr6genos	
01	Compactadora Manual	7 HP
01	Motobomba de 4"	
01	Camión Imprimador	168 - 210 HP
01	Barredora Mecánica	10 - 20 HP
01	Esparcidora de Agregados	
01	Rodillo Neumático	80 - 100 HP

8.7.0.0 CRONOGRAMA DE ADQUISICION DE MATERIALES

MATERIALES	Und	Cant.	M E S E S						
			1	2	3	4	5	6	7
Asfalto Liquido RC 250	Gln	30,870					—		
Kerosene Industrial	Gln	1,900					—		
Cemento	Bls.	200			—				
Pintura Anticorrosiva	Gln	20			—				
Alcantarilla TMC ϕ 36"	MI	10.36		—					
Alcantarilla TMC ϕ 60"	MI	27.62		—					
Madera Tornillo	P2	100			—				
Clavo	P2	100			—				
Alambre N ^o 8	Kg	80			—				
Thiner	Gln	06			—				
Lija	Und	120			—				

8.8.0.0

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PARTIDA: 8.8.1.0

LUGAR: Tarapoto-Morales FECHA: Abril 1995

Reconocimiento y Trazo

ESPECIFICACIONES:

COSTO POR: km

RENDIMIENTO: 1 km/d

HECHO POR: RAP

REVISADO POR: LPR

	DENOMINACION	UNID.	CANTD.	P.UNIT.	P.PARC.
A	MATERIALES				
B	MANO DE OBRA				
01	Capataz	h.h.	10	8.40	84.00
02	Operarios	h.h.	20	7.23	144.60
06	Peones	h.h.	60	5.87	352.20
C	EQUIPO - HERRAMIENTA - VARIOS				
	5 % Mano de Obra Peones				17.61
				TOTAL	598.41

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PARTIDA: 8.8.2.0
Roce y Limpieza

LUGAR:Tarapoto-Morales **FECHA:** Abril 1995

ESPECIFICACIONES:

COSTO POR: ha
HECHO POR: RAP

RENDIMIENTO: 0.8 Ha/d
REVISADO POR: LPR

	DENOMINACION	UNID.	CANTD.	P.UNIT.	P.PARC.
A	MATERIALES				
B	MANO DE OBRA				
01	Capataz	h.h	12.50	8.40	105.00
06	Peones	h.h	75.00	5.87	440.25
C	EQUIPO - HERRAMIENTA - VARIOS				
	5% Mano de Obra Peones				22.01
01	Tractor D-7G (140 - 160 HP)	h.m	12.50	98.46	1,230.75
				TOTAL	1,798.01

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PARTIDA: 8.8.3.0 Movi.Tierra **LUGAR:**Tarapoto-Morales **FECHA:** Abril 1995
 8.8.3.1, 8.8.3.3, 8.8.3.5 Compen.
 Transv., Longitudinal y Botes

ESPECIFICACIONES: Tierra **COSTO POR:** m³ **RENDIMIENTO:** 1,000 m³/d
 Compacta **HECHO POR:** RAP **REVISADO POR:** LPR

	DENOMINACION	UNID.	CANTD.	P.UNIT.	P.PARC.
A	MATERIALES				
B	MANO DE OBRA				
0.2	Capataz	h.h	0.01	8.40	0.08
03	Peones	h.h	0.03	5.87	0.18
C	EQUIPO - HERRAMIENTA - VARIOS				
	5% Mano de Obra Peones				0.01
01	Tractor D-7G (140 - 160 HP)	h.m.	0.01	98.46	0.98
				TOTAL	1.25

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PARTIDA: 8.8.3.2 - 8.8.3.4
Compensación Transversal
y Longitudinal

LUGAR: Tarapoto-Morales **FECHA: Abril 1995**

ESPECIFICACIONES: Roca
Suelta

COSTO POR: m3
HECHO POR: RAP

RENDIMIENTO: 850 m3/d
REVISADO POR: LPR

	DENOMINACION	UNID.	CANTD.	P.UNIT.	P.PARC.
A	MATERIALES				
B	MANO DE OBRA				
0.2	Capataz	h.h	0.01	8.40	0.08
02	Operarios	h.h	0.02	7.23	0.14
03	Peones	h.h	0.04	5.87	0.23
C	EQUIPO - HERRAMIENTA - VARIOS				
	5% Mano de Obra Peones				0.01
01	Tractor D-7G (140 - 160 HP)	h.m.	0.01	98.46	0.98
				TOTAL	1.44

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PARTIDA: 8.8.3.6.
Préstamos

LUGAR:Tarapoto-Morales **FECHA:** Abril 1995

ESPECIFICACIONES: Tierra
Compacta

COSTO POR: m3
HECHO POR: RAP

RENDIMIENTO: 1,000 m3/d
REVISADO POR: LPR

	DENOMINACION	UNID.	CANTD.	P.UNIT.	P.PARC.
A	MATERIALES				
B	MANO DE OBRA				
0.2	Capataz	h.h	0.01	8.40	0.08
03	Peones	h.h	0.03	5.87	0.18
C	EQUIPO - HERRAMIENTA - VARIOS				
	5% Mano de Obra Peones				0.01
01	Cargador Frontal 160 - 195 HP	h.m.	0.01	124.70	1.25
03	Volquetes de 10 m3 (330 HP)	h.m.	0.03	72.79	2.18
				TOTAL	3.70

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PARTIDA: 8.8.3.7
Rellenos

LUGAR:Tarapoto-Morales **FECHA:** Abril 1995

ESPECIFICACIONES: Tierra
 Compacta

COSTO POR: m³
HECHO POR: RAP

RENDIMIENTO: 1.500 m³/d
REVISADO POR: LPR

	DENOMINACION	UNID.	CANTD.	P.UNIT.	P.PARC.
A	MATERIALES				
B	MANO DE OBRA				
01	Capataz	h.h	0.01	8.40	0.08
02	Peones	h.h	0.01	5.87	0.06
C	EQUIPO - HERRAMIENTA - VARIOS				
	5 % Mano de Obra Peones				0.01
01	Motoniveladora 125 HP	h.m.	0.01	78.34	0.78
01	Rodillo Vibra.Pata de Cabra de 100-135 HP	h.m.	0.01	45.86	0.46
01	Tractor de Orugas 140-160 HP	h.m.	0.01	98.46	0.98
01	Rodillo Tandem Vibratorio Autopropulsado	h.m.	0.01	54.30	0.54
	80-110 HP				
01	Motobomba de 4"	h.m.	0.01	1.78	0.02
				TOTAL	2.93

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PARTIDA: 8.8.3.8

LUGAR: Tarapoto-Morales FECHA: Abril 1995

Perfilado, Refine y Compactación
de la Sub-rasante

ESPECIFICACIONES:

COSTO POR: m²RENDIMIENTO: 3,720 M²/d

HECHO POR: RAP

REVISADO POR: LPR

	DENOMINACION	UNID.	CANTD.	P.UNIT.	P.PARC.
A	MATERIALES				
B	MANO DE OBRA				
01	Capataz	h.h.	0.01	8.40	0.08
02	Peones	h.h.	0.01	5.87	0.06
C	EQUIPO - HERRAMIENTA - VARIOS				
	5 % Mano de Obra Peones				0.01
01	Motoniveladora 125 HP	h.m.	0.01	78.34	0.78
01	Rodillo Vibrat.Pata de Cabra de100-135 HP	h.m.	0.01	45.86	0.46
01	Tractor de Orugas de 140 - 160 HP	h.m.	0.01	98.46	0.98
01	Rodillo Tandem Autopropulsado (5 tn)	h.m.	0.01	19.30	0.19
01	Motobomba de 4"	h.m.	0.01	1.78	0.02
				TOTAL	2.58

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PARTIDA: 8.8.4.0

LUGAR: Tarapoto-Morales FECHA: Abril 1995

Drenaje

ESPECIFICACIONES: Alcanta
rillas TMC / 36" y 60" de
diámetro Tierra Comp. 10.36 m.COSTO POR: m³
HECHO POR: RAPRENDIMIENTO: 310 m³/d
REVISADO POR: LPR

A: EXCAVACION

	DENOMINACION	UNID.	CANTD.	P.UNIT.	P.PARC.
A	MATERIALES				
B	MANO DE OBRA				
01	Capataz	h.h.	0.03	8.40	0.25
02	Peones	h.h.	0.06	5.87	0.35
C	EQUIPO - HERRAMIENTA - VARIOS				
	5 % Mano de Obra Peones				0.02
01	Cargador Frontal 125-155 HP	h.m.	0.03	107.35	3.22
				TOTAL	3.84

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PARTIDA: 8.8.4.0

LUGAR: Tarapoto-Morales FECHA: Abril 1995

Drenaje

ESPECIFICACIONES:

COSTO POR: m2

RENDIMIENTO: 6 m2/d

HECHO POR: RAP

REVISADO POR: LPR

B : CONSTRUCCION DE LA CAMA DE ASIEN TO

	D E N O M I N A C I O N	UNID.	CANTD.	P.UNIT.	P.PARC.
A	M A T E R I A L E S				
	Arena	m3	0.30	15.00	4.50
B	M A N O D E O B R A				
01	Capataz	h.h.	1.67	8.40	14.00
01	Operario	h.h.	1.67	7.23	12.07
04	Peones	h.h.	6.67	5.87	39.05
C	EQUIPO - HERRAMIENTA - VARIOS				
	5 % Mano de Obra Peones				1.95
01	Compactadora tipo plancha (7 HP)	h.m.	1.67	13.08	21.80
				TOTAL	88.87

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PARTIDA: 8.8.4.0

LUGAR: Tarapoto-Morales FECHA: Abril 1995

Drenaje

ESPECIFICACIONES:

COSTO POR: m2

RENDIMIENTO: 10 m2/d

HECHO POR: RAP

REVISADO POR: LPR

C : MONTAJE DE TUBERIA

	DENOMINACION	UNID.	CANTD.	P.UNIT.	P.PARC.
A	MATERIALES				
B	MANO DE OBRA				
01	Capataz	h.h.	01	8.40	8.40
05	Peones	h.h	05	5.87	29.35
C	EQUIPO - HERRAMIENTA - VARIOS				
	5 % Mano de Obra Peones				1.46
				TOTAL	39.22

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PARTIDA: 8.8.4.0

LUGAR: Tarapoto-Morales FECHA: Abril 1995

Drenaje

ESPECIFICACIONES:

COSTO POR: m2

RENDIMIENTO: 16 m2/d

HECHO POR: RAP

REVISADO POR: LPR

D: ENCOFRADO

	DENOMINACION	UNID.	CANTD.	P.UNIT.	P.PARC.
A	MATERIALES				
	Madera Tornillo (05 usos)	P2	9.00	1.50	13.50
	Clavos	Kg	0.30	2.50	0.75
	Alambre N° 8	Kg	0.06	1.70	0.10
B	MANO DE OBRA				
01	Operario	h.h.	0.63	7.23	4.55
02	Peones	h.h	1.25	5.87	7.34
C	EQUIPO - HERRAMIENTA - VARIOS				
	5 % Mano de Obra Peones				0.37
				TOTAL	26.61

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO

PARTIDA: 8.8.4.0
Drenaje

LUGAR:Tarapoto-Morales **FECHA:** Abril 1995

ESPECIFICACIONES:

COSTO POR: m3
HECHO POR: RAP

RENDIMIENTO: 16 m2/d
REVISADO POR: LPR

E: DESENCOFRADO

	DENOMINACION	UNID.	CANTD.	P.UNIT.	P.PARC.
A	MATERIALES				
B	MANO DE OBRA				
01	Operario	h.h.	0.63	7.23	4.55
01	Peones	h.h	0.63	5.87	3.70
C	EQUIPO - HERRAMIENTA - VARIOS				
	5 % Mano de Obra Peones				0.18
				TOTAL	8.43

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PARTIDA: 8.8.4.0
Drenaje

LUGAR:Tarapoto-Morales **FECHA:** Abril 1995

ESPECIFICACIONES:

COSTO POR: m3
HECHO POR: RAP

RENDIMIENTO: 30 m3/d
REVISADO POR: LPR

F: CONCRETO CICLOPEO 1:6 + 25% PM

	DENOMINACION	UNID.	CANTD.	P.UNIT.	P.PARC.
A	MATERIALES				
	Piedra mediana	m3	0.31	15.00	4.65
	Hormigón	m3	0.94	15.00	14.10
	Cemento	Bls.	4.72	21.00	99.12
B	MANO DE OBRA				
01	Capataz	h.h.	0.33	8.40	2.77
05	Operarios	h.h.	1.67	7.23	12.07
08	Peones	h.h.	2.67	5.87	15.67
C	EQUIPO - HERRAMIENTA - VARIOS				
	5 % Mano de Obra Peones				0.78
01	Mezcladora 11 p3	h.m.	0.33	3.73	1.23
02	Vibradoras 7 HP	h.m.	0.67	1.50	1.01
				TOTAL	151.40

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PARTIDA: 8.8.5.0 Pavimentos LUGAR: Tarapoto-Morales FECHA: Abril 1995
8.8.5.1. Base Granular

ESPECIFICACIONES: Espesor e = 10 cm. COSTO POR: m2 HECHO POR: RAP RENDIMIENTO: 4,000 m2/d REVISADO POR: LPR

	D E N O M I N A C I O N	U N I D.	C A N T D.	P. U N I T.	P. P A R C.
A	M A T E R I A L E S				
	Material de Cantera B (Cargío y Transporte 87%	m3	0.01	75.00	0.75
	Material de Cantera C (Cargío y Transporte 13%	m3	0.01	10.00	0.10
B	M A N O D E O B R A				
01	Capataz	h.h	0.01	8.40	0.08
01	Controlador	h.h	0.01	7.23	0.07
06	Peones	h.h	0.01	5.87	0.06
C	EQUIPO - HERRAMIENTA - VARIOS				
01	Motoniveladora 125 HP	h.m	0.01	78.34	0.78
01	Rodillo Tandem Vibratorio Autopropulsado 80 - 110 HP	h.m.	0.01	54.30	0.54
01	Rodillo Neumático Autopropulsado 81 - 100 HP	h.m.	0.01	34.59	0.35
01	Camión Cisterna 145 - 165 HP	h.m.	0.01	25.97	0.26
01	Motobomba de 4" (12 HP)	h.m.	0.01	2.18	0.02
				TOTAL	3.01

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PARTIDA: 8.8.5.2
Imprimación

LUGAR:Tarapoto-Morales **FECHA:** Abril 1995

ESPECIFICACIONES:

COSTO POR: m²
HECHO POR: RAP

RENDIMIENTO: 5,700 m²/d
REVISADO POR: LPR

	DENOMINACION	UNID.	CANTD.	P.UNIT.	P.PARC.
A	MATERIALES				
	Asfalto Líquido RC 250 (80%)	Gls.	0.26	3.80	0.99
	Kerosene Industrial (20%)	Gls.	0.05	3.10	0.16
B	MANO DE OBRA				
01	Capataz	h.h.	0.01	8.40	0.08
01	Controlador	h.h.	0.01	7.23	0.07
06	Peones	h.h.	0.01	5.87	0.06
C	EQUIPO - HERRAMIENTA - VARIOS				
	5 % Mano de Obra Peones				0.01
01	Camión Imprimador 168-210 HP (1,800 Gls)	h.m.	0.01	41.18	0.41
01	Barredora Mecanica 10-20 HP	h.m.	0.01	21.45	0.21
01	Tractor de Tiro MF 290 (80 HP)	h.m.	0.01	27.69	0.28
				TOTAL	2.27

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PARTIDA: 8.8.5.3.
Tratamiento Superficial Bicapa

LUGAR: Tarapoto-Morales **FECHA: Abril 1995**

ESPECIFICACIONES:
 1ra. Capa

COSTO POR: m²
HECHO POR: RAP

RENDIMIENTO: 4,000 m²/d
REVISADO POR: LPR

	D E N O M I N A C I O N	UNID.	CANTD.	P.UNIT.	P.PARC.
A	M A T E R I A L E S				
	Asfalto Líquido RC 250 (1.5 lt/m ² x 0.2642 Gln/lt)	Gls.	0.40	3.80	1.52
	Piedra Chancada Catera"D"(20 lt/m ² x 0.001m ³ /lt)	M3	0.02	130.00	2.60
B	M A N O D E O B R A				
0.5	Capataz	h.h.	0.01	8.40	0.08
01	Controlador	h.h.	0.01	7.23	0.07
08	Peones	h.h.	0.01	5.87	0.06
C	EQUIPO - HERRAMIENTA - VARIOS				
	5 % Mano de Obra Peones				0.01
01	Esparcidora de Agregados	h.m.	0.01	41.18	0.41
01	Camión Imprimador 1,800 gln.	h.m.	0.01	41.18	0.41
01	Rodillo Liso Vibratorio Autopropulsado 7-9 tn	h.m.	0.01	37.98	0.38
01	Rodillo Neumáticos Autopropulsado	h.m.	0.01	34.59	0.35
	81 - 100 HP				
				TOTAL	5.89

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PARTIDA: 8.8.5.4.

LUGAR: Tarapoto-Morales FECHA: Abril 1995

Tratamiento Superficial Bicapa

ESPECIFICACIONES:

COSTO POR: m2

RENDIMIENTO: 4,000 m2/d

Segunda Capa

HECHO POR: RAP

REVISADO POR: LPR

	DENOMINACION	UNID.	CANTD.	P.UNIT.	P.PARC.
A	MATERIALES				
	Asfalto Líquido RC 250 (1 lt/m2 x 0.2642 gln/lts)	Gls.	0.26	3.80	0.99
	Piedra Chancada Cantera "D"	M3	0.01	130	1.30
	(12 lt/m2 x 0.001 m3/lt)				
B	MANO DE OBRA				
0.5	Capataz	h.h.	0.01	8.40	0.08
01	Controlador	h.h.	0.01	7.23	0.07
06	Peones	h.h.	0.01	5.87	0.06
C	EQUIPO - HERRAMIENTA - VARIOS				
	5 % Mano de Obra Peones				0.01
01	Camión Imprimador 168 - 210 HP	h.m.	0.01	41.18	0.41
01	Esparcidora de Agregados	h.m.	0.01	41.18	0.41
01	Rodillo Liso Vibratorio Autopulsado	h.m.	0.01	37.98	0.38
	(7 9 tn)				
01	Rodillo Neumático Autopulsado	h.m.	0.01	34.59	0.35
	81 - 100 HP				
				TOTAL	4.06

ANALISIS DE COSTO UNITARIO

PARTIDA: 8.8.5.5.

LUGAR: Tarapoto-Morales FECHA: Abril 1995

Bermas

ESPECIFICACIONES:

COSTO POR: m²RENDIMIENTO: 4.000 m²/d

e = 0.05 m

HECHO POR: RAP

REVISADO POR: LPR

	D E N O M I N A C I O N	UNID.	CANTD.	P.UNIT.	P.PARC.
A	M A T E R I A L E S				
	Piedra Chancada (1.20 x 0.05)	M3	0.06	60.00	3.60
	Agua 100 lts/m ³ (0.100 x 0.05)	M3	0.01	8.00	0.08
B	M A N O D E O B R A				
0.5	Capataz	h.h.	0.01	8.40	0.08
01	Controlador	h.h.	0.01	7.23	0.07
06	Peones	h.h.	0.01	5.87	0.06
C	EQUIPO - HERRAMIENTA - VARIOS				
	5 % Mano de Obra Peones				0.01
01	Motoniveladora 125 HP	h.m.	0.01	78.34	0.78
01	Rodillo Liso Vibratorio Autopropulsado	h.m.	0.01	37.98	0.38
	(7 - 9 tn)				
01	Rodillo Neumático Autopropulsado	h.m.	0.01	34.59	0.35
				TOTAL	5.41

8.9.0.0 COSTOS INDIRECTOS

Es la sumatoria de los gastos técnicos-administrativos necesarios para la correcta realización de un proceso productivo; dentro de estos costos se han considerado :

- Haberes, alimentación y beneficios sociales del personal profesional, administrativo, técnico y auxiliar.
- Traslado del personal especializado a obra
- Alquileres y mantenimiento de oficinas y talleres
- Movilización y desmovilización de campamentos
- Equipo de apoyo (camionetas), topografía, laboratorio, oficina, seguridad y señalización.
- Gastos de oficina central, seguros y de licitación pública
- Gastos financieros: 3.71%

El total de estos gastos alcanzan el 38.85% del costo directo, alcanzando un monto de S/. 334,754.89

8.9.1.0 Análisis de Costos Indirectos

8.9.1.1 Costos Indirectos propios de Oficina Central

DESCRIPCION	UNI DAD	CANTI DAD	PRECIO UNIT.	PAR CIAL	TOTAL
1.00 Alquiler Oficina Central					
Oficina Central	Mes	8	700	5,600	
Mantenimiento	Mes	8	150	1,200	
Afectable a Obra	%	50			3,400
2.00 Personal Profesional y Técnico Administrativo					
01 Ingeniero de obras	Mes	8	2,800	22,400	
01 Coordinador	Mes	8	2,000	16,000	
01 Contador	Mes	8	1,000	8,000	
01 Secretaria	Mes	8	500	4,000	
01 Auxiliar	Mes	6	350	2,100	
01 Radio Operador	Mes	6	400	2,400	
Leyes Sociales	%	50		27,450	
Afectable a Obra	%	50			41,175
3.00 Seguros					
Seguros de personal, equipo y enseres	Estim.	Estim.		3,800	
Personal de Seguridad	Estim.	Estim.		3,200	
4.00 Equipo de Oficina					
Amortización de Máquinas y Mobiliario	Estim.	Estim.		2,300	
5.00 Impresos y Utiles de Escritorio	Estim.	Estim.		1,800	
6.00 Movilidad Local a la Obra	Estim.	Estim.		1,800	
7.00 Gastos de Licitación y Notariales	Estim.	Estim.		1,800	
T O T A L					59,275

8.9.1.2 Costos Indirectos Propios de la Obra

DESCRIPCION	UNI DAD	CANTI DAD	PRECIO UNIT.	PAR CIAL	TOTAL
1.00 Componentes					
Oficina	Mes	8	700	5,600	
Mantenimiento	Mes	8	150	1,200	
Almacén-Taller	Mes	8	500	4,000	
Mantenimiento y Servicios	Mes	8	100	800	
					<u>11,600</u>
2.00 Movilización y Desmovilización					
Campamento	Estim			1,200	
Moviliario y Enseres	Estim			800	
					<u>2,000</u>
3.00 Dirección Técnico-Administrativo					
A) Personal Profesional y Técnico					
01 Ingeniero Residente de Obra	Mes	8	2,000	16,000	
02 Ingenieros Asistentes	Mes	8	1,500	24,000	
01 Capataz General	Mes	6	1,000	6,000	
01 Topógrafo	Mes	6	800	4,800	
01 Dibujante	Mes	8	500	4,000	
01 Técnico Laboratorista	Mes	6	800	4,800	
Leyes Sociales	%	50		29,800	
B) Personal Administrativo y Auxiliar					<u>89,400</u>
01 Administrador	Mes	8	900	7,200	
01 Planillero	Mes	8	700	5,600	
02 Almaceneros	Mes	7	600	8,400	
01 Secretaria	Mes	7	500	3,500	
03 Guardianes	Mes	8	300	7,200	
01 Auxiliar de Topografía	Mes	6	300	1,800	
01 Auxiliar de Laboratorio	Mes	6	300	1,800	
02 Portamiras	Mes	6	250	3,000	
Leyes Sociales	%	50		19,250	
4.00 Alimentación					<u>57,750</u>
A) Personal Profesional y Técnico					
04 Profesionales	Mes	8	300	9,600	
03 Técnicos	Mes	6	300	5,400	
B) Personal Administrativo y Auxiliar					<u>15,000</u>
05 Auxiliares	Mes	8	250	10,000	
04 Administrativos	Mes	6	250	6,000	
03 Administrativos	Mes	7	250	5,250	
					<u>21,250</u>

DESCRIPCION	UNI DAD	CANTI DAD	PRECIO UNIT.	PAR CIAL	TOTAL
5.00 Equipos No incluidos como Costos Directos					
01 Camioneta	Mes	8	1.800	14,400	
01 Equipo de Topografía	Mes	6	1.800	10,800	
01 Equipo de Laboratorio	Mes	6	1.800	10,800	
Equipo de Oficina	Estim			1,202.16	
Equipo de Señalización y seguridad	Estim			1,202.15	
					<u>38,404.31</u>
6.00 Caminos de Acceso a Canteras y Campamentos					
Caminos de acceso	Estim			1,800	
Mantenimiento	Estim			1,000	
Abastecimiento de Agua	Estim			1,000	
					<u>3,800</u>
7.00 Traslado de Personal a Obra (incluye retorno)					
A) Pasajes de Lima-Tarapoto (avión)					
01 Ingeniero Residente	Pasaje	2	175	350	
02 Ingenieros Asistentes	Pasaje	2	175	700	
01 Capataz General	Pasaje	2	175	350	
01 Topógrafo	Pasaje	2	175	350	
01 Dibujante	Pasaje	2	175	350	
01 Técnico Laboratorista	Pasaje	2	175	350	
01 Administrador	Pasaje	2	175	350	
01 Planillero	Pasaje	2	175	350	
01 Auxiliar de Topografía	Pasaje	2	175	350	
01 Auxiliar de Laboratorio	Pasaje	2	175	350	
01 Radio Operador	Pasaje	2	175	350	
					<u>4,200</u>
B) Viáticos de Tarapoto a Obra (1/2 hora)	Mes	8	18	108	
					<u>108</u>
T O T A L					<u>243,512.31</u>

8.9.1.3 GASTOS FINANCIEROS

Fondo de Garantía

Del Capital Retenido

Primera Retención	0.05 N/3	0.01667
Última Retención	0.05	0.0500

Retención Promedio 0.03334

Tiempo de Retención 6 + 3 9 meses

Interés de Retención

$0.075 \times 0.03334 \times 3 \times 0.75$	0.0056
$0.075 \times 0.03334 \times 9 \times 0.25$	<u>0.0056</u>
	0.0112

Porcentaje = 1.12

Adelanto en Efectivo

Gasto por concepto de adelanto

Adelanto	60 %
Monto de adelanto	0.60 N

Carta Renovable cada 3 meses

Tiempo de Retención 6 + 3 9 meses
(3er Trimestre)

Primer Trimestre
 $\frac{3}{2} (0.045 \times 0.60 \text{ N} \times \frac{3}{12})$ 0.0101

Segundo Trimestre
 $\frac{2}{2} (0.045 \times 0.60 \text{ N} \times \frac{3}{12})$ 0.0068

Tercer Trimestre
 $\frac{1}{2} (0.045 \times 0.60 \text{ N} \times \frac{3}{12})$ 0.0034
0.0203

Porcentaje = 2.03 %

Total Gastos Financieros = 3.71 %

RESUMEN

	CANTIDAD	PORCENTAJE
Total Costos Indirectos Propios de Oficina Central	59,275.00	6.88
Total Costos Indirectos Propios de la Obra	243,512.31	28.26
Total Gastos Financieros		3.71
		38.85

8.10.0.0 UTILIDAD

Se ha considerado conforme a dispositivos una utilidad razonable de 10% del total de obra, resultando un monto de S/. 86,166.00.

8.11.0.0 SUPERVISION

La supervisión de una determinada obra o proyecto está sujeto a las Normas Peruanas para la Administración y Supervisión de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, siendo una partida netamente administrativa y, que en el caso de ser necesario su aplicación deberá ser afectado económicamente en un 5% como máximo del monto total de la obra.

CAPITULO IX

9.0.0.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1.0.0 CONCLUSIONES

- Luego de haber realizado todo los análisis correspondientes respecto a transitabilidad, se nota que es de suma importancia llevar a cabo la construcción de una vía de descongestionamiento que conlleve al mejoramiento vial de nuestra ciudad.
- En la ejecución de esta vía se deberá aplicar métodos y sistemas actuales tanto en la construcción como en el uso, es decir para nuestra zona se aplica el tratamiento superficial bicapa por su bajo costo, que no requiere de una compleja infraestructura, ya que la continua aplicación de estos tipos de pavimentos en nuestra zona nos viene enseñando buenos resultados, casos de pistas y carreteras con que contamos.
- Es ventajoso así mismo ir desarrollando las alternativas que al principio del presente trabajo se presentan, tales como la Ruta "A" que implica la construcción de una alternativa a corto plazo que momentáneamente permitirá el descongestionamiento del tránsito vehicular, que cada día va en continuo crecimiento. Esta ruta en su construcción representa un bajo costo.
Seguidamente se presenta dos alternativas denominado

Ruta "B" y "C" a mediano plazo, donde la Ruta "C" se presenta como la más conveniente, por su recorrido corto, pero de gran aprovechamiento socio-económico, ya que unirá en su ruta zonas altamente Agrícolas, Recreativas y Campestres. Al construirse esta ruta, la ruta anterior de corto plazo pasará a ser una vía auxiliar de esta gran vía que se plantea, luego con el continuo crecimiento poblacional de nuestra ciudad se tendrá que realizar otro estudio mayor de una verdadera vía de evitamiento que bordee los perímetros de la ciudad, quizás nacerá en el distrito de Cacatachi, integrando los distritos de San Juan, Santa Rosa, para culminar en Juan Guerra, llegándose de esta manera a crear un cinturón de circulación vial con sus respectivas vías auxiliares de ingreso a la ciudad, todas de alta velocidad.

9.2.0.0 RECOMENDACIONES

- Como punto principal se recomienda la ejecución rápida de las vías que están presentando, ya que se incrementará el desarrollo socio-económico de la región, puesto que la construcción de vías de circulación significan desarrollo de un lugar.
- Es necesario también continuar investigando nuevas vías que permitan el mejor aprovechamiento de nuestros recursos, de los productos agrícolas, de nuestros centros turísticos, etc teniendo siempre en cuenta la conservación ecológica que es punto principal en el desarrollo biológico de todo ser humano.
- Se recomienda así mismo uniformizar criterios entre todas las instituciones o entes profesionales, de tal manera que la

continua construcción de vías no deteriore en su avance o desarrollo aspectos importantes de la vida de un poblador, tales como su medio ambiente, construcciones habitacionales; es decir para ejecutar una vía se tendrá que compartir opiniones entre Arquitectos, Ingenieros, Ecologistas y todos aquellos que tengan que ver en bien del desarrollo de nuestra zona.

- Es importante también realizar campaña de enseñanza al público sobre circulación vial que implica también circulación peatonal, ya que al crear estos tipos de vías, que son de alta velocidad y como es natural pasan siempre por zonas urbano-rurales, es necesario enseñar lo que esto significa para evitar en el futuro continuos accidentes de tránsito, ya que lo que se trata es de desarrollar la región sin poner en riesgo la preservación de la vida humana que es el punto principal a tenerse en cuenta en todo proyecto.

- Por último en el desarrollo sano y saludable de nuestra región no debe existir individualismo ni egos personales ni institucionales, que obstaculicen la buena ejecución de un proyecto, al contrario como se comentó anteriormente se deberá reunir todas las profesiones a fin de sacar un buen resultado; es por esta razón que creemos poner en su conocimiento para el análisis y ejecución respectiva, las alternativas propuestas a corto y mediano plazo, habiéndose desarrollado ampliamente en el presente trabajo el de mediano plazo, por ser la más factible y de mayor tiempo de duración.

9.3.0.0 REFLEXIONES FINALES

Después de lo anteriormente explicado y afirmado en forma técnica y científica, surge indiscutiblemente la afirmación que no cabe o no debe existir la posibilidad de cruce de una vía, fraccionando en dos el Campus Universitario ateniéndose todo esto a los siguientes fundamentos:

- La denominada "VIA DE EVITAMIENTO" original no debe continuar su ejecución "partiendo" la Ciudad Universitaria de la UNSM-T, ya que va en contra de la unidad académica y física de nuestra Primera Casa de Estudios Superiores, al impactar negativamente en su funcionamiento académico-Administrativo, pues afectaría el bienestar de la población universitaria, que es parte de la población Sanmartinense; y, ecológicamente es inviable, por cuanto los ruidos y humos de los numerosos vehículos que transitarían afectarían el medio ambiente universitario y de la población urbano marginal de Morales y Tarapoto.

- Una vía de evitamiento, es precisamente aquella que evita ingresar una ciudad (sus calles, plazas, parques, etc) por lo tanto es inadmisibile su paso por una ciudad universitaria.

- Una vía de evitamiento tiene como una de sus funciones evitar accidentes y preservar la vida, al no pasar por zonas de alta densidad poblacional como Colegios, Universidades, Industrias, Fabricas, Barrios populosos, etc. como es el caso de la Av. Orellana que pasa por el Instituto Superior Pedagógico, Colegio Jiménez Pimentel, Complejo Universitario, Vulcanizadoras, Cementerio, Plantas de Metal mecánica, Plaza de Armas de Morales, etc; así como la Ciudad Universitaria de gran densidad estudiantil.

- Una vía de evitamiento se construye para tráfico pesado e intenso, a fin de evitar el deterioro de los pavimentos de la ciudad que provienen de esfuerzos vecinales, los que deben quedar para tráficos no intensos y poco pesados.

- Una vía de evitamiento tiene carácter inter-urbano por lo que no conecta puntos específicos de una ciudad sino vías de carácter Provincial, Regional y Nacional. La descarga (mercadería y pasajeros), se efectúa a través de terminales terrestres en las afueras de la ciudad, esto trae mayor movimiento económico y circulante que se queda en la ciudad al permitir que la carga y pasajeros lleguen a su destino final mediante camionetas, taxis, mototaxis, carretilleros y cargueros propios del lugar.

- Una vía de evitamiento fuera de la ciudad descongestionará sensiblemente a la vía Tarapoto-Morales por donde circula diariamente más del 80% de su tráfico y de su población por la importancia Turística - Comercial y Recreativa de los balnearios aledaños, con el consiguiente peligro y embotellamiento de tráfico.

- Una vía de evitamiento debe orientarse a ampliar o mejor desarrollar los circuitos turísticos y recreacionales, los que en el caso de Tarapoto se ubican mayormente en la ribera derecha del Río Cumbaza, por lo que tal vía debe proyectarse hacia dicha margen.

- Una vía de evitamiento tiende a crecer en relación directa con el aumento de tráfico y de la velocidad de circulación requiriendo cada vez mayor ancho. Por tal motivo una vía de 30 mts. de ancho que seccione la Ciudad Universitaria requerirá a corto plazo mayor ancho y por lo tanto sustraerá más áreas académicas a la UNSM-T; caso contrario se convertirá en un "Cuello de Botella" para el tráfico, inutilizándose por consiguiente el poco tiempo como "Vía de Evitamiento".

- Una vía de evitamiento que seccione a la Ciudad Universitaria de la UNSM-T es absolutamente inadmisibles ya que rompe la unidad académica de sus ambientes - servicios higiénicos, laboratorios, bibliotecas, aulas, etc, actualmente en construcción que quedarían a uno y otro lado de la mencionada vía, con el consiguiente malestar al requerirse el uso de dichos ambientes, así como la tensión nerviosa continua para cruzarla, que redundaría en el Rendimiento Académica del estudiantado.

BIBLIOGRAFIA

- Camera Peruana de la Construcción. Enero 1,992. "Reglamento Nacional de Construcción"; Editorial Exigraf, Perú.
- Chávez C, Milton. Abril 1,989. "Introducción a las Técnicas de Planificación y Programación de Proyectos"; Editorial Libun, Perú.
- Crespo Villalaz, Carlos. 1,986. "Vías de Comunicación"; Editorial Limusa, Mexico.
- Delgado Contreras, Genaro. Agosto 1,991. "Costos y Presupuestos"; Editorial Ciencias, Perú.
- Hewes - Oglesby. Setiembre 1,960. "Ingeniería de Carreteras"; Editorial Continental, Mexico.
- Luthin N, James. 1,986. "Drenaje de Tierras"; Editorial Limusa, Mexico.
- Moncayo V, Jesus. Abril 1,985. "Manual de Pavimentos"; Editorial Libun, Perú.
- Universidad Nacional de Ingeniería. Febrero 1,985. "Normas Peruanas de Carreteras"; Editorial Libun, Perú.
- Valle Rodas, Raúl. Junio 1,982. "Carreteras Calles y Aeropistas; Editorial El Ateneo, Argentina.

