

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESTUDIO VIAL DE LA PLATAFORMA DE LA LÍNEA  
FÉRREA EN DESUSO, DESDE LA AV. NAPO HASTA LA  
AUTOPISTA GENERAL RUMIÑAHUI

Previa la obtención del título de:

INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR:

SR. IVÁN GUILLERMO ORTEGA

CAPT. ALEX VINUEZA LUNA

SR. CHRISTIAN E. ZARAGOCÍN

**SANGOLQUÍ, 24 de febrero de 2006**

## EXTRACTO

**ESTE DOCUMENTO CONTIENE EL ESTUDIO PRELIMINAR DE UNA VÍA QUE UNE LA AV. GENERAL RUMIÑAHUI CON LA AV. NAPO, QUE PUEDE SER DE UTILIDAD PARA LOS ORGANISMOS ENCARGADOS DE LA VIALIDAD DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO CON EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE INTERSECCIONES Y DISEÑO DE UN PASO VEHICULAR A DESNIVEL. ESTE PROYECTO SE HA REALIZADO A UN NIVEL DE PREFACTIBILIDAD, PRESENTANDO LOS JUSTIFICATIVOS NECESARIOS QUE RESPALDAN ESTA PROPUESTA QUE SIN DUDA AYUDARÁ A DISMINUIR LOS CONFLICTOS DE TRÁFICO DE LA AV. VELASCO IBARRA, AV. GENERAL RUMIÑAHUI, AV. NAPO, CALLE PEDRO PINTO Y EL TRÉBOL.**

## EXTRACT

**THIS DOCUMENT CONTAINS THE PRELIMINARY STUDY OF A ROAD, THAT JOINS THE GENERAL RUMIÑAHUI AVENUE, WITH THE NAPO AVENUE, AND THAT CAN BEING OF UTILITY FOR THE TAKEN CHARGE ORGANISMS OF THE VIABILITY OF THE METROPOLITAN DISTRICT OF QUITO; WHIT THE GEOMETRIC DESIGN OF INTERSECTIONS AND DESIGN OF A HIGH LEVEL BRIDGE. THIS PROJECT HAS BEEN CARRIED OUT WITH A LEVEL OF PRE-FEASIBILITY, PRESENTING THE NECESSARY JUSTIFICATIONS, DOCUMENTS THAT SUPPORT THIS PROPOSAL, THAT WITHOUT DOUBT WILL HELP TO REDUCE THE CONFLICTS OF TRAFFIC OF THE VELASCO IBARRA AV., GENERAL RUMIÑAHUI AV., NAPO AV, PEDRO PINTO STREET AND THE CLOVER.**

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por los Srs. Iván Guillermo Ortega Fernández, Capt. Alex Vinicio Vinueza Luna, Christian Enrique Zaragocín Pacheco como requerimiento parcial a la obtención del título de INGENIERO CIVIL.

---

Sangolquí, 15 de diciembre de 2005

---

ING. VÍCTOR HUGO MIER

PROFESOR DIRECTOR

---

ING. PABLO CAIZA

PROFESOR CODIRECTOR

## **DEDICATORIA**

A mi DIOS, principio y fin de mi existencia.

A mi esposa MARIA DE LOS ÁNGELES, mujer llena de ternura y amor

A mis hijos ANDRÉS, ALEX Y SEBASTIÁN, razón de mi existencia.

A mi madre DOLORES LUNA, ese ángel que día a día supo cuidarme y guiarme.

A mi padre SEGUNDO VINUEZA (+) que con su ejemplo supo hacer de mi un hombre de bien.

A mis hermanos BYRON y LOLITA, por apoyarme y formar parte de mi vida

Con amor,

**ALEX VINUEZA**

## **DEDICATORIA**

A mi familia, a mis sobrinos, al Ing. Ignacio Dávila, a mis amigos, al fútbol, a la natación, a la naturaleza y a las mujeres también.

**GUILLERMO ORTEGA**

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme la vida y la salud.

A NORMI, mi Mami, por tener la suficiente paciencia conmigo, por tener la sabiduría para inculcarme los mejores valores, por ayudarme a cargar el gran peso de los momentos difíciles y ser la fiel compañera en mis momentos de gloria.

A CARLITOS, mi Papi, por darme su apoyo incondicional guiándome en todo momento, por conseguir que yo siga por el camino correcto brindándome la oportunidad de superarme, enseñándome que con esfuerzo y humildad se consiguen las cosas . “Per aspera ad astra”.

A mis hermanas, CINDY y CAROLITA, que me han brindado su apoyo y cariño en toda mi vida.

A GABY, quien con amor supo darme su apoyo para culminar mi carrera profesional.

A mi hija VALENTINA, por ser la razón de mi superación, y regalarme día a día su ternura, su dulzura y su amor.

A mi hijo CHRISTIAN y a mis familiares.

**CHRISTIAN E. ZARAGOCÍN**

## **AGRADECIMIENTO**

Expresamos nuestro sincero agradecimiento a la Escuela Politécnica del Ejército y en especial a la Facultad de Ingeniería Civil por los conocimientos brindados que han contribuido para el desarrollo de nuestra carrera.

A los señores profesores, en especial a los Ingenieros Víctor Hugo Mier y Pablo Caiza por transmitirnos sin celo todos sus conocimientos y la experiencia adquirida durante su vida profesional, guiándonos de la mejor manera en la elaboración del presente proyecto de grado.

**ALEX, GUILLERMO, CHRISTIAN**

# ÍNDICE

<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Área de influencia.....	5
1.3. Objetivo del estudio.....	7
1.3.1 Objetivos específicos.....	7
1.3.2 Meta del proyecto .....	7
1.4. Importancia y justificación .....	8
1.5. Alcance de los estudios .....	9
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>10</b>
<b>TRÁNSITO</b> .....	<b>10</b>
2.1. Inventarios .....	10
2.2. Volumen de tránsito .....	11
2.3. Origen y destino .....	16
2.4. Diagnóstico.....	18
2.4.1 Oferta.....	18
2.4.1.1 Distancias y tiempos de recorrido .....	19
2.4.2 Demanda.....	22
2.5. Factor de hora de máxima demanda.....	29
2.6. Capacidad vial .....	29
2.6.1 Volumen de servicio.....	30
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>36</b>
<b>TOPOGRAFÍA</b> .....	<b>36</b>
3.1. Levantamiento topográfico.....	36
3.1.1 Introducción.....	36
3.1.2 Actividades del levantamiento topográfico .....	36
3.1.2.1 Trabajos preliminares .....	36
3.1.2.2 Trabajos de campo.....	37
3.2. Trabajo de gabinete .....	41
3.2.1 Procesamiento y bajada de puntos.....	41
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>62</b>
<b>PROYECTO GEOMÉTRICO</b> .....	<b>62</b>
4.1. Elección de la ruta .....	63
4.1.1 Normas de diseño .....	63
4.1.2 Anteproyecto .....	64
4.1.2.1 Tráfico de diseño .....	64
4.1.2.2 Clasificación de la vía .....	64
4.1.2.3 Velocidad de diseño .....	65
4.1.2.4 Alineamiento horizontal .....	66
4.1.2.4.1 Peralte .....	68
4.1.2.4.2 Sobreancho .....	68
4.1.2.5 Alineamiento vertical .....	77
4.1.2.5.1 Pendientes máximas y mínimas.....	77
4.1.2.5.2 Curvas verticales .....	78



4.1.2.5.3	Curvas convexas y cóncavas .....	78
4.1.2.5.4	Resumen del diseño vertical .....	80
4.1.2.6	Sección transversal .....	80
4.1.2.7	Curva de masas .....	85
4.1.2.3	Resumen del diseño horizontal.....	72
4.2.	Proyecto geométrico intersección.....	91
4.2.1	Intersección a nivel.....	91
4.2.2	Paso elevado .....	91
4.2.2.1	Paso elevado alternativa 1 .....	92
4.2.2.2	Paso elevado alternativa 2 .....	92
4.3.	Planos .....	93
<b>CAPÍTULO V .....</b>		<b>95</b>
<b>ESTUDIO DE SUELOS.....</b>		<b>95</b>
5.1.	Exploración y toma de muestras.....	95
5.2.	Ensayos de laboratorio .....	97
5.2.1	Contenido de humedad .....	98
5.2.2	Densidad de campo.....	98
5.2.3	Granulometría.....	98
5.2.4	Límites de consistencia.....	99
5.2.5	Compactación Próctor modificada .....	99
5.2.6	Ensayo CBR .....	100
5.3.	Análisis de resultados .....	101
5.4	Estabilidad de taludes existentes .....	101
5.5	Estudios de fuentes de materiales pétreos .....	104
5.5.1	Ensayos de laboratorio .....	106
<b>CAPÍTULO VI.....</b>		<b>144</b>
<b>DRENAJE VIAL .....</b>		<b>144</b>
6.1.	Estudio hidrológico .....	144
6.2.	Cálculo de caudales de diseño.....	149
6.2.1	Cálculo del caudal probable .....	149
6.2.2	Cálculo del caudal de diseño .....	150
6.3.	Diseño de cunetas .....	152
6.4.	Sección y tipo de cunetas .....	157
6.5.	Diseño de alcantarillas.....	158
6.6.	Sección y tipo de alcantarillas .....	162
<b>CAPÍTULO VII.....</b>		<b>164</b>
<b>PAVIMENTO .....</b>		<b>164</b>
7.1.	Clasificación general de pavimentos .....	164
7.2.	Alternativas de diseño .....	164
7.2.1	Metodología AASHTO .....	165
7.2.2	Metodología Racional .....	165
7.3	Tránsito de diseño.....	166
7.4.	Diseño de pavimento tramo (1+050 a 1+550). Método AASHTO .....	167
7.5.	Diseño de pavimento tramos (0+00 a 1+050 / 1+550 a 2+950). Método AASHTO .....	171
7.6.	Comprobación de los diseños obtenidos método racional .....	173
7.7.	Comparación de solicitaciones y cargas.....	176
7.8.	Resumen de diseños definitivos .....	177

<b>CAPÍTULO VIII .....</b>	<b>179</b>
<b>DISEÑO DE ESTRUCTURAS TIPO.....</b>	<b>179</b>
8.1. Columnas.....	179
8.2. Losa .....	193
8.2.1 Determinación del espesor de losa .....	195
8.2.2 Diseño de la losa entre vigas .....	195
8.2.2.1 Cálculo del momento flector debido a cargas muertas.....	195
8.2.3 Diseño de la losa en voladizo .....	200
8.2.3.1 Cálculo del momento flector debido a cargas muertas.....	200
8.2.3.2 Cálculo del momento flector debido a cargas vivas.....	202
8.2.3.3 Cálculo del momento flector de diseño .....	204
8.3 Vigas.....	208
8.3.1 Determinación del ancho colaborante .....	209
8.3.2 Calculo de la carga muerta .....	209
8.3.3 Calculo de la carga muerta superpuesta .....	210
8.3.4 Cálculo del ancho transformado de la losa.....	211
8.3.5 Cálculo de los momentos debido a carga muerta y carga muerta superpuesta	212
8.3.6 Calculo de los momentos debido a carga viva más impacto .....	212
8.3.6.1 Determinación del centro de gravedad de las cargas.....	214
8.3.7 Cálculo de momentos de inercia.....	216
8.3.8 Cálculo y verificación de esfuerzos.....	218
8.3.8.1 Esfuerzo en la fibra inferior de la viga de acero.....	219
8.3.8.2 Esfuerzo en la fibra superior de la viga de acero.....	220
8.3.8.3 Esfuerzo en la fibra superior del hormigón .....	221
8.4. Muro .....	222
<b>CAPÍTULO IX.....</b>	<b>230</b>
<b>IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>230</b>
9.1. Contenido de un Estudio de Impacto Ambiental (EsIA).....	231
9.1.1 Métodos que se utilizó para identificar impactos .....	232
9.1.1.1 Método de Leopold.....	232
9.1.2 Medidas Correctoras.....	232
9.2. Descripción general del área del proyecto.....	233
9.2.1 Localización y Clima.....	233
9.2.2 Hidrología.....	234
9.2.3 Características geológicas y geotécnicas.....	235
9.2.3.1 Geomorfología.....	235
9.2.3.2 Formaciones superficiales .....	236
9.2.3.3 Geología estructural.....	236
9.2.3.4 Riesgo sísmico.....	236
9.2.4 Calidad del agua .....	237
9.2.5 Calidad del aire .....	237
9.2.6 Ruido .....	238
9.2.7 Características ecológicas del área .....	239
9.3. Autopista Napo-Monjas con solución en sus intersecciones.....	239
9.3.1 Estado actual.....	239
9.3.2 Proyecto.....	241
9.4. Identificación y cuantificación de impactos ambientales.....	244
9.5. Medidas correctoras.....	253
9.5.1 Medidas correctoras para el proyecto en función de los factores.....	253
9.5.1.1 Tierra.- (Suelos, Morfología del terreno) .....	253

9.5.1.2 Agua.- (Superficial).....	254
9.5.1.3 Atmósfera.- (Calidad).....	255
9.5.1.4 Procesos.- (Estabilidad de taludes).....	255
9.5.1.5 Flora.- (Árboles).....	256
9.5.1.6 Fauna.- (Aves, animales terrestres, insectos).....	257
9.5.1.7 Usos del suelos.- (Residencial, comercial, industrial).....	257
9.5.1.8 Recre.- (Deporte).....	259
9.5.1.9 Estética e interés humano.- (Parque ecológico).....	260
9.5.1.10 Factor cultural.- (Salud).....	261
9.5.1.11 Instalaciones prefabricadas y actividades.- (Transporte, Redes de servicios, eliminación residuos).....	261
9.5.2 Medidas correctoras para el proyecto en función de las acciones.....	263
9.5.2.1 Transformación de terreno y construcción.....	263
9.5.2.1.1 Construcción de autopista y puentes.....	264
9.5.2.1.2 Excavación y relleno.....	265
9.5.2.1.3 Revestimiento de canales.....	265
9.5.2.2 Modificación del régimen.....	266
9.5.2.2.1 Alteración de la cubierta vegetal.....	266
9.5.2.3 Transformación de terrenos y construcción.....	266
9.5.2.3.1 Talas y claras.....	266
9.5.2.4 Cambios en el tránsito.....	267
9.5.2.4.1 Automóviles y camiones.....	267
9.5.2.5 Acumulación y tratamientos de residuos.....	268
9.5.2.5.1 Acumulación de restos, rechazos y sobrantes.....	268
9.5.2.5.2 Emisiones líquidas, de los tubos de escape y chimenea.....	268
<b>CAPÍTULO X.....</b>	<b>269</b>
<b>CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO.....</b>	<b>269</b>
10.1 Rubros.-.....	269
10.2 Precios unitarios.-.....	270
10.3. Especificaciones técnicas.-.....	289
10.3.1 Rubro 302 – 1. - Desbroce, desbosque y limpieza.-.....	289
10.3.2 Rubro 303-2(1) Excavación sin clasificar.-.....	290
10.3.3 Rubro 307-1(1) Excavación y relleno para estructuras.-.....	292
10.3.4 Rubro 307-3(1) Excavación para cunetas y encauzamientos.-.....	293
10.3.5 Rubro 308-1.01 Acabado de la obra básica existente.....	293
10.3.6 Rubro 403-1C Sub-base clase 3.-.....	295
10.3.7 Rubro 404-1 (1) Base clase 1.-.....	298
10.3.8 Rubro 405-1.01 Asfalto RC para imprimación.-.....	300
10.3.9 Rubro 405-5 Hormigón asfáltico mezclado en planta.-.....	306
10.3.10 Rubro 503-(2) Hormigón simple “b” f’c = 180Kg/cm2. y 210Kg./cm2..	312
10.3.11 Rubro 601-1 Tubería de hormigón armado para alcantarilla D = 1.20 m.- .....	320
10.3.12 Rubro 708-5(1) Señales al lado de la carretera.-.....	327
10.3.13 Rubro 829-3 Guarda caminos tipo viga metálica.-.....	329
10.3.14 Rubro 705-(1) Marcas de pavimento.-.....	330
10.3.15 Rubro 206-01.2 Área plantada (árboles y arbustos) y Rubro 206-01.3 Área encespada.-.....	334
10.4 Presupuesto.-.....	339

<b>CAPÍTULO XI.....</b>	<b>343</b>
<b>PROYECTO FINAL .....</b>	<b>343</b>
11.1. Análisis económico .....	343
11.2. Financiamiento .....	346
11.3. Conclusiones.....	347
11.4. Recomendaciones .....	349

## LISTADO DE CUADROS

<b>CAPÍTULO II.....</b>	
<b>TRÁNSITO .....</b>	
<b>Cuadro 2.1.</b> Formato de encuesta para vehículos livianos y pesados .....	17
<b>Cuadro 2.2.</b> Formato de encuesta para buses .....	18
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	
<b>DRENAJE VIAL .....</b>	
<b>Cuadro 6.1.</b> Diseño de cuneta tipo calculado por el método racional Alternativa 2..	155
<b>Cuadro 6.1.</b> Diseño de cunetas tipo calculado por el método racional Alternativa 3.	157
<b>Cuadro 6.1.</b> Diseño de cunetas tipo calculado por el método racional Alternativa 1.	155
<b>Cuadro 6.2.</b> Resumen de las cunetas de calzada para los diferentes tramos. ....	157
<b>Cuadro 6.3.</b> Diseño de alcantarillas.....	161
<b>Cuadro 6.4.</b> Resumen de los diámetros de las alcantarillas .....	163
<b>CAPÍTULO VII.....</b>	
<b>PAVIMENTO .....</b>	
<b>Cuadro 7.1.</b> Porcentaje de vehículos pesados en el carril de diseño .....	167
<b>Cuadro 7.2.</b> Clasificación funcional de la vía. ....	168
<b>Cuadro 7.3.</b> Desviación estándar según el porcentaje de confiabilidad.....	169
<b>Cuadro 7.4.</b> Ventana de inicio del software CEDEM .....	173
<b>Cuadro 7.5.</b> Ventana de ingreso de datos tramo (1+050 – 1+550) .....	174
<b>Cuadro 7.6.</b> Ventana de resultados correspondientes al tramo (1+050 – 1+550) .....	175
<b>Cuadro 7.7.</b> Ventana ingreso de datos tramos (0+050 – 0+550 / 1+550 – 2+950)....	175
<b>Cuadro 7.8.</b> Ventana de resultados tramo (0+050 – 0+550 / 1+550 – 2+950) .....	176

## LISTADO DE TABLAS

<b>CAPÍTULO II.....</b>	
<b>TRÁNSITO .....</b>	
<b>Tabla 2.1.</b> Resultados del día de máxima demanda en la estación 1 .....	15
<b>Tabla 2.2.</b> Resultados del día de máxima demanda en la estación 2.....	15
<b>Tabla 2.3.</b> Tiempos y distancias de recorrido.....	19
<b>Tabla 2.4.</b> Resultados de la encuesta Origen y Destino en Pesados.....	23
<b>Tabla 2.5.</b> Resultados de la encuesta a usuarios y chóferes de bus urbano.....	23
<b>Tabla 2.6.</b> Total de vehículos livianos, buses y pesados ya afectados por los porcentajes.....	23
<b>Tabla 2.7.</b> Número de vehículos matriculados por uso. Fuente: INEC.....	25
<b>Tabla 2.8.</b> Estadísticas de Comercio Exterior. Banco Central del Ecuador .....	26
<b>Tabla 2.9.</b> Tasas de crecimiento anual provincia, cantón y ciudad. Fuente INEC .....	27
<b>Tabla 2.10.</b> Tabla de índices, peso asignado e índice final .....	28
<b>Tabla 2.11.</b> Valores de TPDA en vehículos livianos equivalentes.....	28
<b>Tabla 2.12.</b> Niveles de servicio y volúmenes de servicio máximo para carreteras de 2 carriles bajo condiciones de flujo continuo.....	32
<b>Tabla 2.13.</b> Efecto combinado del ancho de carril y de la distancia a obstáculos laterales sobre la capacidad y los volúmenes de servicio C y D en carreteras de 2 carriles bajo condiciones de circulación continua.....	33
<b>Tabla 2.14.</b> Efecto combinado del ancho de carril y de la distancia a obstáculos laterales sobre la capacidad y los volúmenes de servicio B y E en carreteras de 2 carriles bajo condiciones de circulación continua.....	33
<b>Tabla 2.15.</b> Factor vehículos livianos equivalentes y porcentaje de pesados y buses..	34
<b>Tabla 2.16.</b> Factores de ajuste por vehículos pesados y buses en carreteras de 2 carriles.....	34
<b>Tabla 2.17.</b> Volumen de vehículos en la hora de máxima demanda en el día de máxima demanda.....	35
<b>CAPÍTULO III .....</b>	
<b>TOPOGRAFÍA .....</b>	
<b>Tabla 3.1.</b> Características generales de la Sokkia Set-5f.....	37
<b>Tabla 3.2.</b> Puntos de las estaciones procesados y compensados.....	43
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	
<b>PROYECTO GEOMÉTRICO .....</b>	
<b>Tabla 4.1.</b> Clasificación de vía según TPDA futuro. Fuente MOP.....	65
<b>Tabla 4.2.</b> Velocidades de diseño para vía de clase I según tipo de terreno. Fuente MOP .....	65
<b>Tabla 4.3.</b> Valores de los elementos para el diseño geométrico. Fuente MOP.....	67
<b>Tabla 4.4.</b> Valores de elementos para el diseño geométrico para tres alternativas .....	68
<b>Tabla 4.5.</b> Variación del valor del sobreancho para el vehículo de diseño, según radio y velocidad. Fuente MOP.....	71
<b>Tabla 4.6.</b> Reporte Curvas Horizontales Alternativa 1.....	73
<b>Tabla 4.6.</b> Valores de sobreancho para cada alternativa.....	72
<b>Tabla 4.7.</b> Reporte Curvas Horizontales Alternativa 2.....	75
<b>Tabla 4.8.</b> Reporte Curvas Horizontales Alternativa 3.....	76
<b>Tabla 4.9.</b> Curvas verticales convexas mínimas según velocidad de diseño y distancia de visibilidad de parada. Fuente MOP .....	79
<b>Tabla 4.10.</b> Curvas verticales cóncavas mínimas según velocidad de diseño y distancia de visibilidad de parada. Fuente MOP .....	79

<b>Tabla 4.11.</b> Resumen de datos de entrada .....	80
<b>Tabla 4.12.</b> Reporte Curvas Verticales Alternativa 1 .....	81
<b>Tabla 4.13.</b> Reporte Curvas Verticales Alternativa 2.....	82
<b>Tabla 4.14.</b> Reporte Curvas Verticales Alternativa 3.....	83
<b>Tabla 4.15.</b> Curva de masas de la alternativa 3. ....	86
<b>Tabla 4.16.</b> Sobre ancho en función del radio y vehículo de diseño .....	93
<b>CAPÍTULO V .....</b>	
<b>ESTUDIO DE SUELOS.....</b>	
<b>Tabla 5.1.</b> Clasificación de suelo en cada abscisa de perforación.....	99
<b>Tabla 5.2.</b> Resumen de resultados de los diferentes ensayos de suelos.....	101
<b>Tabla 5.3.</b> Valores de diseño recomendados en las Normas de Diseño del MOP.....	103
<b>Tabla 5.4.</b> Recomendaciones de relaciones de talud del libro de Rico y Del Castillo	103
<b>Tabla 5.5.</b> Resultados del ensayo de abrasión realizado en laboratorios EMOP-Q ...	105
<b>Tabla 5.6.</b> Ensayo de abrasión de la Mina de Nayón, realizado por EMOP-Q .....	105
<b>Tabla 5.7.</b> Ensayo de abrasión de la Mina de Pintag, realizado por EMOP-Q .....	106
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	
<b>DRENAJE VIAL .....</b>	
<b>Tabla 6.1.</b> Zonificación de intensidades. Fuente INAMHI. ....	145
<b>Tabla 6.2.</b> Coeficiente de escorrentía C. Fuente INAMHI.....	150
<b>Tabla 6.3.</b> Coeficientes de rugosidad n (fuente INAMHI).....	151
<b>Tabla 6.4.</b> “Tabla de Thormann-Franke”. Fuente INAMHI.....	160
<b>CAPÍTULO VII.....</b>	
<b>PAVIMENTO .....</b>	
<b>Tabla 7.1.</b> Datos correspondientes al TPDA para diseño de pavimentos.....	166
<b>Tabla 7.2.</b> Número de ejes equivalentes de 8.2 Tn.....	168
<b>Tabla 7.3.</b> Espesores de capas tramos (0+00 a 1+050 / 1+550 a 2+950) .....	172
<b>CAPÍTULO IX.....</b>	
<b>IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	
<b>Tabla 9.1.</b> Fuentes conocidas de ruido en nuestra vida diaria. Fuente: Manual de Evaluación de Impacto Ambiental, 1997, Pág. 371. ....	238
<b>Tabla 9.2.</b> Acciones y factores para la matriz Leopold propuesta por El Departamento de Autopistas de Oregon (1973).....	244
<b>Tabla 9.3.</b> Valores de magnitud e importancia propuesta por Leopold.....	247
<b>Tabla 9.4.</b> Valores de magnitud e importancia propuestas.....	248
<b>Tabla 9.5.</b> Resumen de resultados de acciones de la matriz causa-efecto.....	249
<b>Tabla 9.6.</b> Matriz Leopold Fase de Construcción.....	250
<b>Tabla 9.7.</b> Matriz Leopold Fase de Operación y Fase de Mantenimiento.....	251
<b>Tabla 9.8.</b> Resumen de resultados de factores de la matriz causa-efecto .....	252
<b>CAPÍTULO X .....</b>	
<b>CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO.....</b>	
<b>Tabla 10.1.</b> Análisis de Precios Unitarios. Rubro Desbroce, Desbosque y Limpieza.	271
<b>Tabla 10.2.</b> Análisis de Precios Unitarios. Rubro Excavación sin Clasificar.....	272
<b>Tabla 10.3.</b> Análisis de Precios Unitarios. Rubro Excavación y Relleno para Estructuras .....	273

<b>Tabla 10.4.</b> Análisis de Precios Unitarios. Excavación para Cunetas y Encauzamientos.	274
<b>Tabla 10.5.</b> Análisis de Precios Unitarios. Rubro Acabado de Obra Básica Existente.	275
<b>Tabla 10.6.</b> Análisis de Precios Unitarios. Rubro Subbase Clase 3.	276
<b>Tabla 10.7.</b> Análisis de Precios Unitarios. Rubro Base Clase 1.	277
<b>Tabla 10.8.</b> Análisis de Precios Unitarios. Asfalto RC para Imprimación.	278
<b>Tabla 10.9.</b> Análisis de Precios Unitarios. Hormigón Asfáltico Mezclado en Planta 3".	279
<b>Tabla 10.10.</b> Análisis de Precios Unitarios. Rubro Hormigón Estructural de Cemento Pórtland Clase C f'c 180 Kg./cm <sup>2</sup> .	280
<b>Tabla 10.11.</b> Análisis de Precios Unitarios. Rubro Hormigón Estructural de Cemento Pórtland Clase B f'c = 210 Kg./cm <sup>2</sup> .	281
<b>Tabla 10.12.</b> Análisis de Precios Unitarios. Rubro Acero de Refuerzo en Barra fy = 4200 Kg./cm <sup>2</sup> .	282
<b>Tabla 10.13.</b> Análisis de Precios Unitarios. Rubro Tubería de Hormigón Armado para Alcantarilla D =1.20 m.	283
<b>Tabla 10.14.</b> Análisis de Precios Unitarios. Rubro Señales al Lado de la Carretera.	284
<b>Tabla 10.15.</b> Análisis de Precios Unitarios. Rubro Guarda caminos Tipo Viga Metálica.	285
<b>Tabla 10.16.</b> Análisis de Precios Unitarios. Rubro Marcas de Pavimento.	286
<b>Tabla 10.17.</b> Análisis de Precios Unitarios. Rubro Área Plantada (Árboles y Arbustos).	287
<b>Tabla 10.18.</b> Análisis de Precios Unitarios. Rubro Área Encespada.	288
<b>Tabla 10.19.</b> Límites granulométricos (Tabla 404-1.1 – fp). Fuente: MOP.	299
<b>Tabla 10.20.</b> Granulometría para mezcla asfáltica (Tabla 405-5.1). Fuente MOP.	307
<b>Tabla 10.21.</b> Radios para el dobla de barras (Tabla 504-3.1) Fuente MOP.	316
<b>Tabla 10.22.</b> Cantidades de Obra.	341
<b>Tabla 10.23.</b> Presupuesto Referencial de la vía propuesta.	343

## **CAPÍTULO XI.....**

### **PROYECTO FINAL .....**

<b>Tabla 11.1.</b> Beneficios en dólares por ahorro en consumo de combustible, aceite y llantas.	344
<b>Tabla 11.2.</b> Ahorro por diferencia de circulación.	346
<b>Tabla 11.3.</b> TPDA correspondiente a la estación Peaje.	346
<b>Tabla 11.4.</b> Valores de recaudación por incremento en el valor del Peaje.	347



## LISTADO DE FIGURAS

<b>CAPÍTULO I</b> .....	
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	
<b>Figura 1.1.</b> Sector Peaje. Apreciación tomada desde el satélite y obtenida con Google Earth .....	2
<b>Figura 1.2.</b> Sector Pasteurizadora, Avenida Napo. Apreciación tomada desde el satélite y obtenida con Google Eearth .....	3
<b>Figura 1.3.</b> Plano de ubicación de la plataforma de la línea férrea. Zona de Influencia.	6
<b>CAPÍTULO II</b> .....	
<b>TRÁNSITO</b> .....	
<b>Figura 2.1.</b> Porcentajes de vehículos livianos, en ambos sentidos de circulación.....	20
<b>Figura 2.3.</b> Cantidades promedio de personas que viajan en bus y que van y vienen del sur. ....	21
<b>CAPÍTULO IX</b> .....	
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b> .....	
<b>Figura 9.1.</b> Foto satelital Google Earth y leyenda. ....	233
<b>Figura 9.2.</b> Fotos Satelitales Google Earth. A la izquierda está la Av. Napo y a la derecha la Autopista General Rumiñahui. ....	234
<b>Figura 9.3.</b> Corte Transversal 1+500.....	235
<b>Figura 9.4.-</b> División de sectores. Fotos satelitales Google Earth.....	239

## LISTADO DE FOTOS

<b>CAPÍTULO II</b> .....	
<b>TRÁNSITO</b> .....	
<b>Foto 2.1.</b> Estaciones definidas para el conteo vehicular .....	12
<b>Foto 2.2.</b> Contadores mecánicos, cronómetro y formato .....	14
<b>Foto 2.3.</b> Encuesta de Origen y Destino realizada por conscriptos.....	17
<b>CAPÍTULO III</b> .....	
<b>TOPOGRAFÍA</b> .....	
<b>Foto 3.1.</b> Placa PV-Q2-36 del 2005 .....	38
<b>Foto 3.2.</b> Equipo: GPS L1 ASHTECH PRO MARK 2 en la estación 1 y 21.....	39
<b>Foto 3.3.</b> Equipo: Nivel SOKKIA y regla durante la nivelación. ....	40
<b>Foto 3.4.</b> Varilla de acero en la estación 1 y circulo con pintura en la estación 21 .....	40
<b>CAPÍTULO V</b> .....	
<b>ESTUDIO DE SUELOS</b> .....	
<b>Foto 5.1.</b> Obtención de una muestra inalterado abscisa 0+550.....	96
<b>Foto 5.2.</b> Calicata abscisa 2+050 .....	96

## LISTADO DE GRÁFICO

<b>CAPÍTULO II.....</b>	
<b>TRÁNSITO .....</b>	
<b>Gráfico 2.1.</b> Diagrama esquemático de localización estación 1 .....	12
<b>Gráfico 2.2.</b> Diagrama esquemático de localización de la estación 2 .....	13
<b>Gráfico 2.3.</b> Diagrama esquemático de localización de la estación 3 .....	13
<b>Gráfico 3.12.</b> Cuadro Terrain Model Explorer .....	55
<b>Gráfico 3.22.</b> Generar curvas de nivel .....	62
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	
<b>PROYECTO GEOMÉTRICO.....</b>	
<b>Gráfico 4.1.</b> Valores de peralte para velocidad de 60 Km/h según el radio. Fuente MOP .....	69
<b>Gráfico 4.2.</b> Valores de peralte para velocidad de 80 Km/h según el radio. Fuente MOP .....	71
<b>Gráfico 4.4.</b> Sección típica para terreno montañoso de vía Clase I.....	84
<b>CAPÍTULO V .....</b>	
<b>ESTUDIO DE SUELOS.....</b>	
<b>Gráfico 5.1.</b> Diagrama esquemático de localización de pozos .....	97
<b>Gráfico 5.1.</b> Fotografía aérea de ubicación de la ciudad de Pintag .....	106
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	
<b>DRENAJE VIAL .....</b>	
<b>Gráfico 6.1.</b> Zonificación de intensidades de precipitación. Fuente INAMHI.....	145
<b>Gráfico 6.2.</b> “Isolíneas de intensidades de precipitación para un período de retorno de 25 años en función de la máxima en 24 horas registro de información 1964 – 1998”. Fuente INAMHI. ....	146
<b>Gráfico 6.3.</b> Sección típica de la cuneta triangular.....	157
<b>Gráfico 6.4.</b> Sección típica de la alcantarilla.....	162

## LISTADO DE ANEXOS

<b>CAPÍTULO III .....</b>	
<b>TOPOGRAFÍA .....</b>	
<b>Anexo 3.1</b> Monografía de punto .....	44
<b>Anexo 3.2</b> Coordenadas georeferenciadas del proyecto .....	44
<b>Anexo 3.3</b> Faja topográfica del proyecto .....	45
<b>Anexo 3.4</b> Utilización del programa Autodesk Land.....	46
<b>CAPÍTULO V .....</b>	
<b>ESTUDIO DE SUELOS.....</b>	
<b>Anexo 5.1</b> Ensayo de cocontenido de humedad .....	108
<b>Anexo 5.2.</b> Ensayos de Densidad de campo.....	109
<b>Anexo 5.3.</b> Ensayo granulométrico y ensayo de límites de consistencia.....	116
<b>Anexo 5.4.</b> Ensayo compactación próctor modificada.....	123
<b>Anexo 5.5.</b> Resultado y Gráfico del ensayo CBR.....	130
<b>PLANOS.....</b>	352

## **RESUMEN**

El proyecto “ESTUDIO VIAL DE LA PLATAFORMA DE LA LÍNEA FÉRREA EN DESUSO, DESDE LA AVENIDA NAPO HASTA LA AUTOPISTA GENERAL RUMIÑAHUI” presenta como aspectos principales un extenso estudio de tránsito del cual se obtuvieron los justificativos necesarios para el diseño de la vía demostrando que su posible construcción alivianará los actuales conflictos de tránsito que se producen en la Av. Velasco Ibarra, Autopista General Rumiñahui, Av. Napo y el sector de El Trébol.

En el proyecto geométrico se proponen 3 alternativas de diseño vial respaldadas por la topografía realizada en el sector y por los correspondientes estudios de suelos y pavimentos realizando ensayos en los laboratorios de la ESPE.

Además se plantean como soluciones a las intersecciones que genera la propuesta vial, un paso a nivel y un paso elevado para el que se realizó el cálculo básico de la superestructura e infraestructura.

El estudio de impacto ambiental muestra en forma general las posibles agresiones al medio ambiente por construcción de una vía y sus principales formas de mitigación, y la evaluación económica fue desarrollada a nivel de prefactibilidad exponiendo una idea clara del costo de la obra vial y del puente, y su posible financiamiento.

El proyecto cumple con su objetivo al plantear una alternativa de diseño que cumple con normas técnicas y que beneficia directamente al desarrollo del sector.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

Actualmente el nivel de flujo vehicular en todo el mundo se ha incrementado paulatinamente y en la última década ha tenido un aumento exagerado, es así que nuestra ciudad capital no es la excepción. Este crecimiento en el parque automotor es consecuencia de varias realidades que entre otras está el deficiente servicio de transporte público y también el ligero desarrollo en el que se encuentra el Ecuador puesto que la gente tiene la mentalidad de que, se debe tener vehículo, convirtiéndose en la meta primordial de la mayoría de personas que tienen una actividad laboral. Concatenado a este fenómeno se tiene las increíbles facilidades de endeudamiento y de obtención de créditos para la compra de vehículos, es por eso que paralelamente a ese crecimiento debemos pensar en la construcción de nuevas vías y en el mejoramiento de las ya existentes.

En la década de los 90 la ciudad de Quito era aún bastante transitable, con vías tanto longitudinales como transversales con un nivel de servicio vial óptimo y con una avenida perimetral nueva que servía con toda la eficiencia al tráfico de ese entonces como la Av. Occidental. Al presente todas las vías principales y avenidas perimetrales están saturadas y ese es el caso de la Av. Napo que ha llegado a colmar su capacidad en hora pico, esto se debe a que por ahí circulan vehículos que van y vienen de varios sectores de Quito y que tomando la Av. Velasco Ibarra se distribuyen en el trébol con el objetivo de dirigirse ya sea hacia el sur o al norte por

los túneles, por la Oriental hacia la Vicentina y viceversa y también un importante flujo vehicular que va y viene desde el Valle de los Chillos y viceversa.

La idea principal de este proyecto es mitigar la conflictividad del tráfico provocado tanto en el sector de la Pasteurizadora como en el Peaje e indirectamente descongestionar el Trébol con la construcción de una vía que una la Av. Napo con la Autopista General Rumiñahui en el sector de Monjas. Con esta vía se logrará que gran parte del tráfico que se dirige desde y hacia el sur tenga una alternativa, a la vez que se descongestionarían aproximadamente en un 20 % las dos filas de autos que se forman en la autopista General Rumiñahui desde el sector del peaje hasta el Trébol y de igual manera en la Av. Napo.



**Figura 1.1.** Sector Peaje. Apreciación tomada desde el satélite y obtenida con Google Earth

Para su realización se definió como el mejor desarrollo el de la plataforma de la línea férrea existente y en desuso puesto que se puede aprovechar dicha plataforma

con características viales, obviamente realizando un mejoramiento en el diseño, para lo cual se hizo un extenso estudio de tránsito y se determinaron todos los justificativos posibles para la construcción de esta vía. Uno de los principales impedimentos fue la utilización misma de la plataforma puesto que había opiniones sobre una posible reactivación del ferrocarril para lo que se realizó una visita a la ENFE (Empresa Nacional de Ferrocarriles del Ecuador) obteniendo la siguiente información:



**Figura 1.2.** Sector Pasteurizadora, Avenida Napo. Apreciación tomada desde el satélite y obtenida con Google Eearth

La empresa “Compañía de Ferrocarriles de Quito y Guayaquil” comenzó la construcción en 1899 de la vía del tren. El 25 de junio de 1908 el ferrocarril hace su entrada triunfal en Quito.



La ENFE (Empresa nacional de Ferrocarriles del Ecuador) ve como una solución la concesión del ferrocarril que serviría para la construcción de una nueva vía para este tipo de servicio, desde Quito a Guayaquil, la construcción de la nueva vía está siendo estudiada por la Corporación de Comercio Canadiense, (CCC), esto gracias a la firma de un convenio entre los gobiernos de Canadá y Ecuador. La CCC busca los recursos para financiar los estudios de prefactibilidad de este proyecto.

La construcción de este nuevo ferrocarril podría justificarse debido al nivel de transporte de carga que existe entre Quito y Guayaquil; sin embargo, esto tendrá que ser evaluado por el estudio de la CCC.

Actualmente existe servicio de ferrocarril en el país pero no es muy utilizado como medio de transporte sino como una gran atracción turística, es por eso que se ha visto la posibilidad de aprovechar un tramo que no está en uso desde hace aproximadamente treinta y cinco años y que serviría para descongestionar el tráfico vehicular que se acumula en los sectores de la Pasteurizadora y El Trébol debido a la gran demanda de vehículos que se dirigen al Valle de los Chillos, al sector de la Vicentina o hacia los túneles de San Juan, con esta alternativa se posibilitaría la descarga de tráfico en ese sector, proporcionando mayor fluidez a los usuarios que no necesariamente tengan por destino el Valle de los Chillos, o los sectores que se ubican a lo largo de la Av. Napo.

Después de visitar la ENFE y conversar con el Presidente de esta entidad, nos comunicó que no existía aún ninguna propuesta en concreto para la rehabilitación del ferrocarril y por eso habían permitido a la EMOP (Empresa Metropolitana de Obras Públicas) usar el espacio correspondiente a la línea férrea en desuso sobre la Av.

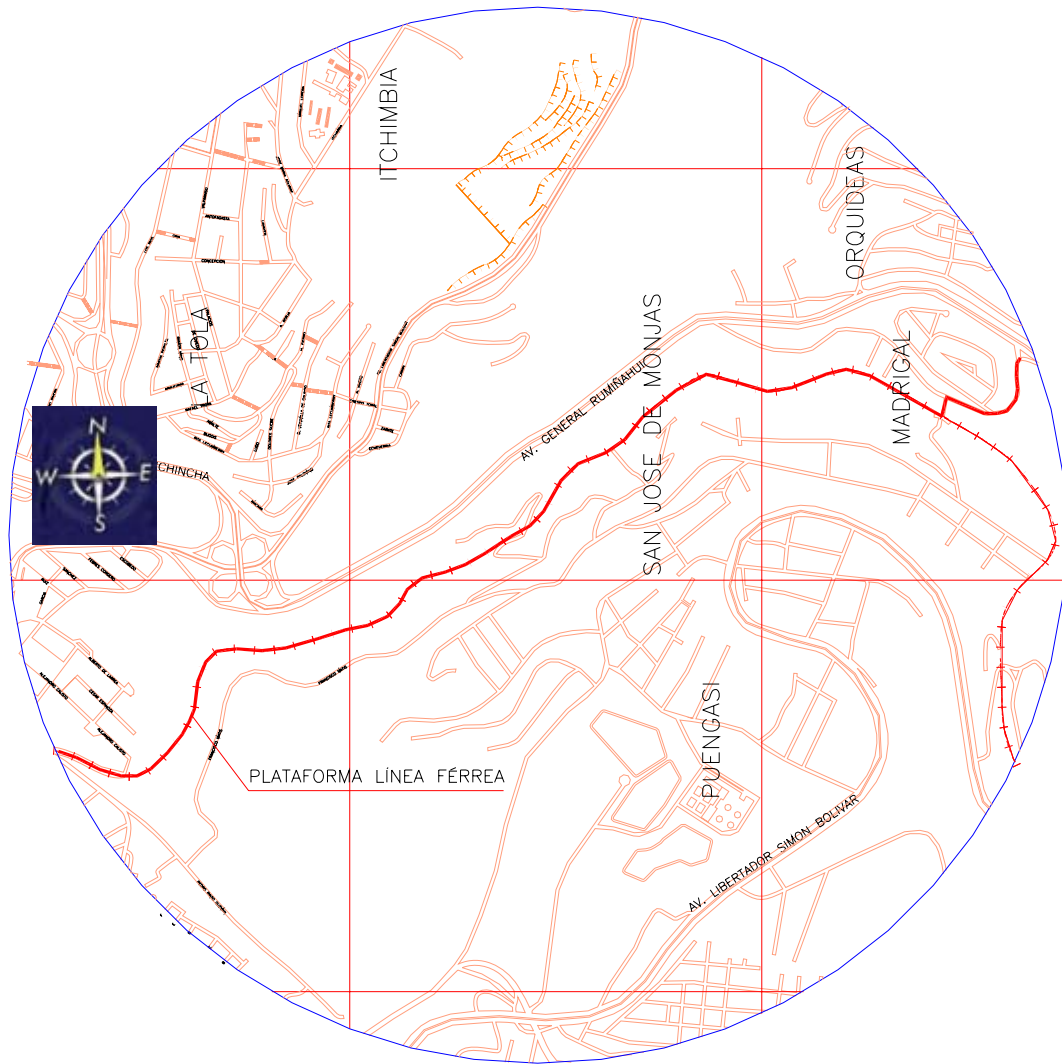
Napo y que de igual manera lo harían en el caso de que este proyecto se haga una realidad, manifestando que si llegara en un futuro a realizarse la rehabilitación de la red ferroviaria, que es una posibilidad muy remota por cuestiones económicas fundamentalmente, pedirían a la EMOP la devolución de esos espacios.

Los problemas de tráfico que compete analizar en el sector de la Pasteurizadora, el Trébol y el Peaje son los siguientes:

- Alto índice de accidentes de tráfico
- Disminución de la capacidad vial causada por deficiencias en la geometría vial.
- Escasez de seguridad vial
- Altos tiempos y costos de recorrido, debido a congestiones y demoras
- Falta de señalización horizontal y vertical
- Contaminación por: humos, ruidos, etc.

## **1.2. Área de influencia**

Los beneficiarios directos de la realización de este proyecto son todas las personas que se dirigen desde el sur de la ciudad de Quito utilizando la autopista General Rumiñahui hacia el Valle de los Chillos y viceversa. Con esta obra se lograría mitigar notablemente la conflictividad vial en la calle Pedro Pinto Guzmán que es el único enlace que hay desde la Av. Napo hasta el Trébol y luego a la autopista.



**Figura 1.3.** Plano de ubicación de la plataforma de la línea férrea. Zona de Influencia.

El área de influencia directa es la comprendida por todo el sector de San José de Monjas sector que se subdivide en Monjas alto y Monjas bajo. Toda esta zona está conformada por un terreno montañoso que ha sido trabajado en el tramo que comprende la línea férrea en desuso y que para este proyecto se define entre las coordenadas UTM (777165 – 9973508) hasta coordenadas UTM (779437 – 9974400) medido en el sistema Psad 56.

### **1.3. Objetivo del estudio**

Formular un proyecto y propuesta de solución vial para disminuir los conflictos viales, utilizando la plataforma de la línea férrea en desuso desde la Av. Napo hasta la Autopista General Rumiñahui.

#### **1.3.1 Objetivos específicos**

- Realizar el anteproyecto de la obra vial, conociendo los elementos del proyecto geométrico.
- Desarrollar un estudio con un alcance de factibilidad en lo referente al área vial y de prefactibilidad para el resto de estudios.
- Demostrar con la realización de este estudio la disminución del alto índice de conflictos (congestión, contaminación, accidentes) de tráfico en la Av. Napo, calle Pedro Pinto (sector Pasteurizadora) y El Trébol.
- Elaborar un presupuesto referencial que permita realizar una comparación costo-beneficio, que determine la factibilidad o no, de construir el proyecto.

#### **1.3.2 Meta del proyecto**

Diseñar una vía con una longitud aproximada de 3 Km. que cumpla con los niveles de servicio adecuados, aprovechando la plataforma de la línea férrea en desuso, en un tiempo de 6 meses y que su diseño permita menos congestiones y demoras, reducción de la contaminación y el aumento de la seguridad vial en general.

#### **1.4. Importancia y justificación**

En la provincia de Pichincha, la tasa de propiedad es de 80 vehículos livianos por cada mil habitantes, estadísticamente se estableció que en los últimos 6 años el crecimiento ha sido de un 3.62 % anual por lo que se estima que para el año 2021 se incrementará a 200 vehículos livianos por cada mil habitantes. Esta proyección significa que el volumen de tráfico se quintuplicará por lo que es preocupante el futuro del tráfico en el Distrito Metropolitano de Quito, ya que las vías no tendrán suficiente capacidad para soportar el volumen que se avecina. Por tal razón el Ing. Víctor Mier plantea 4 ejes en los que se deben sustentar las soluciones a futuro que son:

1. Mejoramiento del Transporte Público
2. Optimización de la actual Red Vial
3. Distribución en el Tiempo de la Red Vial.
4. Evitar Viajes

En los que los dos primeros ejes son de planteamiento a corto y mediano plazo, el tercer eje a mediano plazo y el cuarto eje a largo plazo.

En el Distrito se encuentran zonas muy conflictivas especialmente en horas pico, entre las más importantes y de pronta solución hemos considerado a la comprendida en los sectores Pasteurizadora, El trébol y El Peaje porque en la zona Sur de la ciudad y en el Valle de Los Chillos habita y trabaja gran cantidad de gente que necesariamente debe desplazarse por la Av. Napo y/o por El Peaje provocando grandes congestiones y pérdidas de tiempo ocasionadas por un alto índice vehicular.

## **1.5. Alcance de los estudios**

Los estudios de este proyecto están enfocados básicamente a los temas de Tránsito, Transporte y Vialidad, es por eso que el alcance en estos campos, es a nivel de factibilidad. Es así que se ha hecho un intensivo estudio de tránsito en lugares donde se considera que es bastante representativo el flujo vehicular con la finalidad de tener los justificativos necesarios para la posible construcción de la vía. De igual manera el diseño de la vía está planteado a realizarse a nivel de factibilidad dada la particularidad de que en el tramo propuesto para su realización existe ya una plataforma, si bien es cierto utilizada en su tiempo para la circulación del ferrocarril, pero que, de alguna manera facilita el escogitamiento de un sitio idóneo para una vía, entonces el alcance de los estudios es optimizar el diseño de esta plataforma otorgándole las características viales necesarias que satisfagan a los usuarios.

Los estudios restantes serán realizados a nivel de prefactibilidad dado que se trata de un proyecto de grado, y un proyecto vial es el trabajo de un grupo multidisciplinario de profesionales especializados, pero se espera que en el momento que el área de planificación vial de la Empresa Metropolitana de Quito decida realizar esta alternativa, se tome en cuenta este proyecto.

## CAPÍTULO II

### TRÁNSITO

#### 2.1. Inventarios

Para tener una idea global del sitio donde se realizará la vía es necesario partir de la realización de un inventario con toda la información posible para en su momento determinar alternativas de diseño.

El inventario consistió en una descripción detallada del sitio mismo de la vía y de su zona de influencia para lo cual se inició en el sector Pasteurizadora, aquí se tiene una intersección a nivel en la que no se visualiza ningún tipo de señalización la cual ya está siendo implementada por la EMSAT. Siguiendo por la plataforma de la línea férrea desde la abscisa 0+00 hasta la abscisa 0+175 se encuentra en el costado norte una pared de lindero y al lado sur desde 0+00 hasta 0+050 una malla de lindero y desde ese punto hasta la abscisa 0+200 existen al costado sureste varias viviendas. Desde la abscisa 0+200 hasta la abscisa 0+400 en el lado sureste existe un talud con una pendiente con un ángulo aproximado de  $30^\circ$  y a lado noroeste una quebrada profunda pero no de una superficie considerable. Desde la última abscisa hasta la abscisa 1+00 al costado sureste se encuentra un talud cuya pendiente tiene un ángulo aproximado de  $60^\circ$  sobre el cual se encuentra un bosque y al costado noroeste una quebrada cuya pendiente también tiene un ángulo aproximado de  $60^\circ$  igualmente con árboles. Siguiendo por la plataforma existen varios tramos en donde se puede apreciar vestigios de la riel del ferrocarril y al costado noroeste se puede mirar la autopista general Rumiñahui por la considerable pendiente que existe. A lo largo de este tramo

en varios sectores existen flujos de agua que fueron considerados en el capítulo correspondiente a drenaje vial. Estos flujos provienen de la parte más alta del bosque.

En la abscisa 1+450 se encuentra una intersección con la calle 28 de Noviembre que tiene un ancho de cuatro metros y por la cual se puede llegar a la calle Cordillera del Cóndor. De ahí en el costado sur oeste existe un camino muy rústico el cual comunica a varias familias que viven en las laderas, desde este lugar se observan varios números de viviendas construidas tanto en las laderas del costado noroeste como en las del costado sureste varias de ellas sin respetar el derecho de vía. Llegando al abscisa 2+500 lo destacable es que se tiene un mayor ancho de plataforma y el derecho de vía, en la abscisa 2+900 se llega a la calle Mariano Hinojosa con la cual se uniría la vía planteada y que conecta directamente a la autopista general Rumiñahui, esta es una calle adoquinada en buen estado en la que llegando a la intersección con la autopista se tiene al lado suroeste un talud muy alto y al lado noreste un pequeño talud por el cual se propone empatar un paso a desnivel.

## **2.2. Volumen de tránsito**

Para determinar el volumen vehicular que circulará en la vía propuesta se definieron 3 estaciones de aforo; cada estación dividida en 2 subestaciones de conteo por cada sentido de circulación vehicular.

1. ESTACIÓN 1: Paso peatonal ubicado en la Avenida General Rumiñahui, Sector de Monjas
2. ESTACIÓN 2: Paso peatonal ubicado en la Avenida Napo, Sector Luluncoto



3. ESTACIÓN 3: Semáforo ubicado en la Avenida General Rumiñahui, Sector El Triángulo



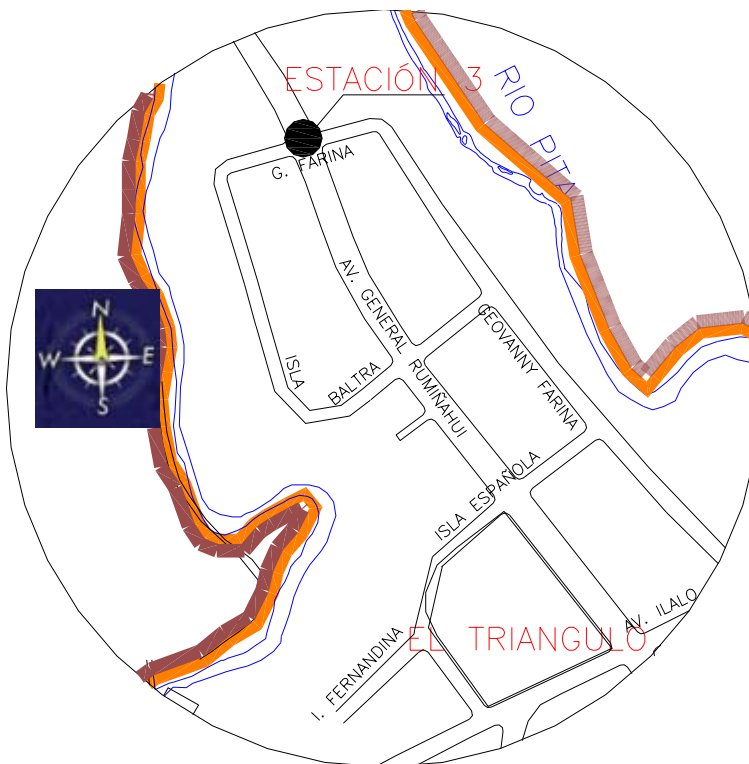
Foto 2.1. Estaciones definidas para el conteo vehicular



Gráfico 2.1. Diagrama esquemático de localización estación 1



**Gráfico 2.2.** Diagrama esquemático de localización de la estación 2



**Gráfico 2.3.** Diagrama esquemático de localización de la estación 3

Definidas las estaciones se realizó un conteo vehicular clasificado el cual se ejecutó con un grupo de 8 personas que recibieron la capacitación debida y que trabajaron durante 7 días y 14 horas de mayor demanda de cada día en la segunda semana del mes de Julio, haciendo un conteo dividido en periodos de 15 minutos. La planificación por día se la hizo asignando a cada subestación 2 personas, una para realizar un conteo y clasificación de vehículos pesados y buses, y otra para el conteo de vehículos livianos ambas dotadas de contadores mecánicos, cronómetro y de formatos para la anotación de totales al final de cada periodo. En horas de menor demanda hubo la posibilidad de que trabaje solo una persona por cada subestación permitiendo que la otra tome un descanso y así disminuir considerablemente la posibilidad de errores por cansancio o fatiga de los operadores.



**Foto 2.2.** Contadores mecánicos, cronómetro y formato

La clasificación de los vehículos se la realizó considerando que los resultados de la misma sirvieron para definir el TPDA de diseño geométrico y el TPDA de diseño de pavimentos que es presentado en el capítulo 7. La clasificación considerada fue:

- ♣ Livianos (automóviles, camionetas, busetas pequeñas de no más de 2 ejes y 4 llantas)

- ♣ Buses (interprovinciales, interparroquiales, urbanos, estudiantiles y de turismo)
- ♣ Pesados:
  - ◆ Camión de 2 ejes
  - ◆ Camión de 3 ejes
  - ◆ Camión de 2 ejes más semiremolque de 2 ejes
  - ◆ Camión de 3 ejes más semiremolque de 2 ejes
  - ◆ Camión de 3 ejes más semiremolque de 3 ejes

De la semana de conteo se obtuvieron los volúmenes totales de vehículos livianos, buses y pesados por cada día para con esos resultados determinar el día de máxima demanda en las estaciones 1 y 2, los mismos que en resumen se indican a continuación en las siguientes tablas:

**Tabla 2.1** Resultados del día de máxima demanda en la estación 1

<b>VIERNES 15 DE JULIO DE 2005</b>						
<b>SENTIDO</b>	<b>TRÉBOL-PEAJE</b>			<b>PEAJE-TRÉBOL</b>		
<b>VEHÍCULO</b>	<b>LIVIANOS</b>	<b>BUSES</b>	<b>PESADOS</b>	<b>LIVIANOS</b>	<b>BUSES</b>	<b>PESADOS</b>
<b>SUBTOTALES</b>	17,379	2,659	591	22,849.000	2,793.000	636.000
<b>TOTALES</b>	20,629			26,278		

**Tabla 2.2** Resultados del día de máxima demanda en la estación 2

<b>MIÉRCOLES 20 DE JULIO DE 2005</b>						
<b>SENTIDO</b>	<b>TRÉBOL-NAPO</b>			<b>NAPO-TRÉBOL</b>		
<b>VEHÍCULO</b>	<b>LIVIANOS</b>	<b>BUSES</b>	<b>PESADOS</b>	<b>LIVIANOS</b>	<b>BUSES</b>	<b>PESADOS</b>
<b>SUBTOTALES</b>	8,490.875	4,203.250	350.875	11,444.833	3,373.625	545.917
<b>TOTALES</b>		13,045.000			15,364.375	

Al hacer la comparación de las dos tablas anteriores se puede ver que en la estación 1 circula un mayor volumen vehicular, por tanto, se define que el volumen a

utilizarse como máximo para este estudio es el del día viernes 15 de julio de 2005 en la estación 1.

Este conteo realizado permite conocer el volumen de tráfico que circula tanto en la Avenida General Rumiñahui como en la Avenida Napo pero este solo es el primer paso para determinar el volumen de tránsito probable que circulará en la vía que se propone.

El segundo paso fue la realización de un conteo vehicular adicional, y encuestas de origen y destino que se explicarán más adelante. El citado conteo vehicular se lo realizó en la estación 3, el viernes 5 de agosto, tomando en cuenta que el viernes es el día de máxima demanda, con el fin de hacer una comprobación de los resultados obtenidos, donde se notó una menor circulación de vehículos livianos y de buses, y un ligero aumento en el volumen de vehículos pesados. Esta variación se debe a que entre la estación 3 y la estación 2 existe un considerable tamaño de población, lo cual aumenta el volumen de vehículos livianos en el recorrido hacia el peaje, tanto de ida como de venida, además que hay gente abastecida por líneas de buses que inician y terminan su recorrido en ciertos tramos de ese trayecto, y otras que vienen desde el sector de Conocoto, lo que explica de igual manera el aumento de buses en la estación 2. Y por último el aumento de vehículos pesados se debe a que no necesariamente pasan por el peaje, teniendo la alternativa de utilizar el camino antiguo.

### **2.3. Origen y destino**

Las encuestas de origen y destino fueron realizadas por 8 conscriptos a los cuales se les dispuso 2 por cada sentido de circulación para realizar encuestas a

vehículos livianos, un conscripto por cada sentido con la disposición de encuestar a vehículos pesados y uno más por cada sentido con el fin de que subiéndose a los buses encueste a choferes y ocupantes. Se prepararon carteles informativos que se ubicaron varios metros atrás del encuestador para que los conductores sepan de lo que se trata la encuesta con anticipación.



**Foto 2.3.** Encuesta de Origen y Destino realizada por conscriptos

A fin de tener una alta confiabilidad previamente se determinó obtener una muestra del 20 % del total de vehículos contados en el sector del peaje y se hizo en un total de 12 horas, trabajo que se facilitó con la ayuda de los conscriptos ya que la gente encuestada tenía seguridad y confianza al responder las preguntas. Para las encuestas se preparó el siguiente formato:

**Cuadro 2.1:** Formato de encuesta para vehículos livianos y pesados

ESTUDIO ORIGEN Y DESTINO NAPO-MONJAS			
SENTIDO TRÉBOL-PEAJE (LIVIANOS)			
Viene del Sur?	SI		NO
Utilizó la Napo?	SI		NO
# de viajes de ida al día?			
# de días a la semana?			
# de pasajeros			

ESTUDIO ORIGEN-DESTINO NAPO-MONJAS			
SENTIDO PEAJE-TRÉBOL (PESADOS)			
Va al Sur?	SI		NO
Utilizó la Napo?	SI		NO
# de viajes al día?			
# de días a la semana?			

Este formato se preparó para encuestar a usuarios de vehículos livianos y pesados con la finalidad de conocer el volumen clasificado de vehículos que van y vienen del sur, que además utilizan la Avenida Napo, y con qué frecuencia lo hacen.

Adicionalmente se preparó un formato para entrevistar a usuarios de líneas de buses y a sus choferes, formato con el que se preguntó la capacidad del bus, el número de ocupantes en ese momento y cuántas personas se dirigen hacia el sur.

**Cuadro 2.2:** Formato de encuesta para buses

<b>ESTUDIO ORIGEN-DESTINO NAPO-MONJAS</b>	
<b>SENTIDO PEAJE-TRÉBOL (BUSES)</b>	
capacidad total	
ocupantes?	
# que van al sur?	

De esta encuesta se obtuvo información del número de personas que se dirigen hacia el sur y que obligadamente tienen que viajar en bus hasta el trébol, con el objeto de calcular un número aproximado de buses que circularían por la vía en estudio.

## **2.4. Diagnóstico**

Con toda la información obtenida se realizó una tabulación de datos para con eso deducir los resultados y analizarlos para posteriormente establecer la oferta y la demanda que puede ofrecer el planteamiento de la vía.

### **2.4.1 Oferta**

Se tiene como oferta todas las posibles soluciones que nos ofrecería la construcción de esta vía, soluciones que sin lugar a dudas avalan y justifican su realización, y que se detallan a continuación:

### 2.4.1.1 Distancias y tiempos de recorrido

Se realizó en auto el recorrido peaje-trébol-pasteurizadora y se estableció un tiempo de 10'33'' y una distancia de 5473 m, en planos se estableció 3124m como longitud de la vía propuesta, y con estos valores se calculó tiempos imponiéndose velocidades mediante la fórmula de  $X=V \times T$ , dónde X es la distancia recorrida, V es la velocidad media y T es el tiempo en recorrer la distancia, los resultados se presentan en la siguiente tabla:

**TABLA 2.3.** Tiempos y distancias de recorrido

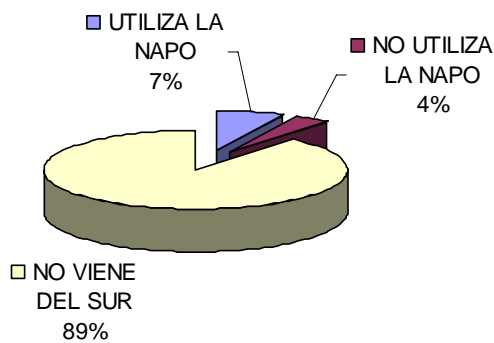
RECOORIDO	VÍA UTILIZADA	TIEMPO		DISTANCIA (m)	VELOCIDAD (Km/h)	VARIACIÓN (%)
		(min)	(sec)			
PEAJE-PASTEURIZADORA	Av. General Rumiñahui	10	33	5473	31	42.69
PEAJE-PASTEURIZADORA	Vía propuesta	6	3	3124	31	
PEAJE-PASTEURIZADORA	Av. General Rumiñahui	5	18	5473	60	42.69
PEAJE-PASTEURIZADORA	Vía propuesta	3	8	3124	60	
PEAJE-PASTEURIZADORA	Av. General Rumiñahui	4	6	5473	80	42.69
PEAJE-PASTEURIZADORA	Vía propuesta	2	21	3124	80	

- ◆ De la tabla anterior, se concluyó por motivo de disminución en el tiempo y distancia de recorrido, que se tendría un importante ahorro de dinero dado que actualmente se puede circular por la Av. General Rumiñahui en el recorrido Peaje-Pasteurizadora a una velocidad máxima de 31 Km/h en un tiempo de 10'33'', al circular por la vía propuesta si se circula a la misma velocidad se tendrá un ahorro de tiempo y distancia del 42.69% teniendo un tiempo de 6'3'' y una disminución de 2.35 Km. Por la vía propuesta se circulará a 80 Km/h en los primeros años de servicio y con esta velocidad se realizaría el recorrido en un tiempo 2'21'' versus el tiempo de 10'33'' que se hace en la actualidad.

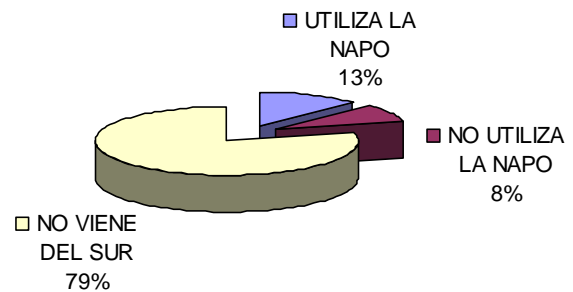


- ◆ De acuerdo a los resultados de las encuestas se tiene que el tránsito formado por vehículos livianos en el sentido trébol-peaje y peaje-trébol, en hora de máxima demanda, será disminuido en un 10 % promedio, dado que este porcentaje corresponde a los vehículos que se dirigen desde y hacia el sur y que utilizan la Avenida Napo.

RESULTADOS ENCUESTA LIVIANOS  
(SENTIDO TRÉBOL-PEAJE)

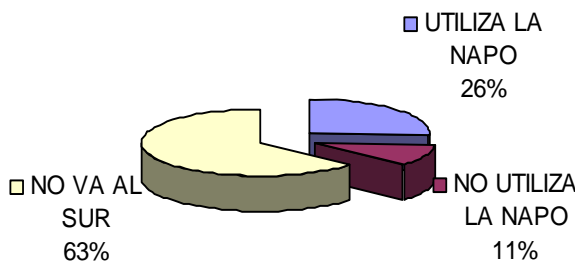


RESULTADOS ENCUESTA LIVIANOS  
(SENTIDO PEAJE-TRÉBOL)

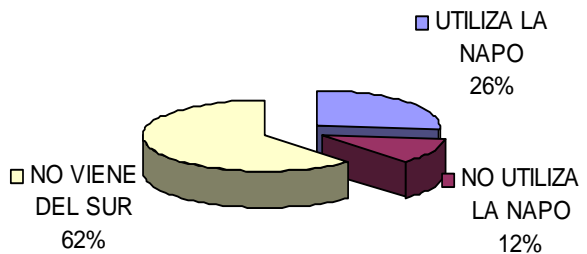


**Figura 2.1.** Porcentajes de vehículos livianos, en ambos sentidos de circulación.

RESULTADOS ENCUESTAS PESADOS  
(SENTIDO PEAJE-TRÉBOL)

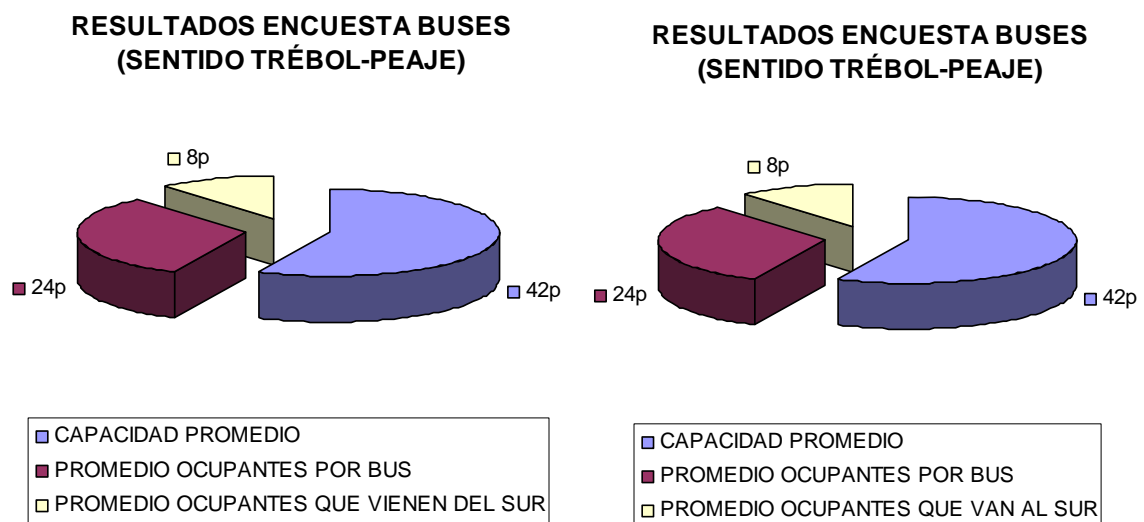


RESULTADOS ENCUESTA PESADOS  
(SENTIDO TRÉBOL-PEAJE)



**Figura 2.2.** Porcentajes de vehículos pesados, en ambos sentidos de circulación.

- ◆ De la misma forma de las encuestas se tiene que el tránsito formado por vehículos pesados en el sentido trébol-peaje y peaje-trébol, en hora de máxima demanda, será disminuido en un 26 % promedio.
- ◆ La oferta que se genera de las encuestas de los buses es que al existir una vía que una la Avenida Napo con la autopista General Rumiñahui hay un volumen de personas que en lugar de tomar un bus hasta el trébol para luego tomar otro y dirigirse ya sea al Valle de los Chillos o en su defecto a la Av. Napo podría tomar uno solo y de esta forma disminuiría el tiempo de viaje y el costo de un pasaje.



**Figura 2.3.** Cantidades promedio de personas que viajan en bus y que van y vienen del sur.

Del análisis realizado que se esquematiza en la figura 2.3 se concluye que 8 personas en promedio por cada bus utilizarían la vía, si se conoce que la capacidad promedio de personas en un bus es de 42, entonces esto corresponde al 19.05 % de personas por cada sentido de circulación.

## 2.4.2 Demanda

De acuerdo los resultados obtenidos tanto en el conteo vehicular como en el estudio de origen y destino se tiene que existe una gran demanda para la utilización de la vía propuesta la que se explicará a continuación:

- ◆ El volumen de vehículos livianos que transitan en ambos sentidos de circulación tanto en la Av. Napo cuanto en el Peaje es el 10 %, que corresponde a un alto número de usuarios. Figura 2.1

- ◆ El volumen de vehículos pesados que transitan en ambos sentidos de circulación tanto en la Av. Napo cuanto en el Peaje corresponde al 27% que es un porcentaje aún más alto que el de vehículos livianos. Figura 2.2

- ◆ Y por último se tiene que el 19.05 % de personas, usuarios del transporte urbano necesitarían la construcción de la vía tanto por optimización de tiempo, cuánto por ahorro económico de pasajes. Figura 2.3

Además se demuestra en volúmenes referidos al Tráfico Promedio Diario Anual que los porcentajes antes mencionados representan un alto volumen vehicular que sumado a todas las razones de tiempo y dinero, en principio, justifican la construcción de la vía.

El porcentaje de afectación para vehículos livianos es del 7.32 % en el sentido Trébol-Peaje y de 12.63 % para el sentido Peaje Trébol.

**Tabla 2.4. Resultados de la encuesta Origen y Destino en Pesados.**

ESTUDIO ORIGEN-DEST NAPO-MONJAS					ESTUDIO ORIGEN-DEST NAPO-MONJAS				
SENTIDO TREBOL-PEAJE (PESADOS)					SENTIDO PEAJE-TRÉBOL (LIVIANOS)				
Total de Encuestados	234				Total de Encuestados	226			
Viene del Sur?	SI	89	NO	145	Va al Sur?	SI	83	NO	143
Utilizó la Napo?	SI	61	NO	28	Utilizó la Napo?	SI	59	NO	24
# de viajes de ida al día?	453				# de viajes de ida al día?	128			
# de días a la semana?	276				# de días a la semana?	313			

El porcentaje de afectación para vehículos pesados es del 26% para ambos sentidos de circulación.

Finalmente se presentan los resultados de la encuesta en buses:

**Tabla 2.5. Resultados de la encuesta a usuarios y chóferes de bus urbano.**

ESTUDIO ORIGEN-DESTINO NAPO-MONJAS			ESTUDIO ORIGEN-DESTINO NAPO-MONJAS		
SENTIDO TREBOL-PEAJE (BUSES)			SENTIDO PEAJE-TRÉBOL (BUSES)		
Total de Encuestados	289	PROMEDIO	Total de Encuestados	304	PROMEDIO
Capacidad total	12042	42	Capacidad total	12800	42
Ocupantes?	6826	24	Ocupantes?	7623	25
# que van al sur?	2389	8	# que vienen del sur?	2680	9

**Tabla 2.6. Total de vehículos livianos, buses y pesados ya afectados por los porcentajes.**

SENTIDO	TRÉBOL-PEAJE			PEAJE-TRÉBOL		
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	LIVIANOS	BUSES	PESADOS
SUMATORIA	8,440	3,662	879	16,776	3,958	854
<b>TOTAL TRÉBOL-PEAJE=</b>	12,980		<b>TOTAL PEAJE-TRÉBOL=</b>	21,589		

TPDA preliminar = Sumatoria de vehículos / 7 días de la semana

TPDA preliminar = 4,938

Posteriormente, para poder utilizar estos valores en el diseño de la vía, se realizó una corrección de los mismos mediante el uso de datos proporcionados por Petrocomercial y Petróleos y Servicios con respecto a venta de combustible anual, de

estos datos se obtuvo un diagrama de galones de combustible versus meses del año, con el objetivo de ingresar con el valor de TPDA y ver si este valor está abajo o arriba del promedio.

SEGÚN PETROCOMERCIAL:

PROMEDIO DE VENTA DE COMBUSTIBLES EN ENERO 2004 A DICIEMBRE 2005=	25,451,712.92
VENTA DE COMBUSTIBLES EN EL MES DE JULIO DE 2004=	26,329,125.00
FACTOR=	<b>0.97</b>

SEGÚN PETROLEOS Y SERVICIOS:

PROMEDIO DE VENTA DE COMBUSTIBLES EN ENERO 2004 A DICIEMBRE 2005=	4,799,856.42
VENTA DE COMBUSTIBLES EN EL MES DE JULIO DE 2004=	4,884,394.00
FACTOR=	<b>0.98</b>

**TPDA CORREGIDO SEGÚN EL FACTOR= 4,774**

A pesar de que se observa que no hay una variación significativa se escogió el factor de 0.97 obtenido de las ventas de combustible por parte de Petrocomercial por tratarse de una empresa mucho más grande y con más volumen de ventas.

Luego es necesario calcular el índice de crecimiento vehicular o el índice de combustibles dato que servirá para obtener el TPDA futuro mediante la fórmula:

$$TPDA_f = TPDA \times (1 + i)^n$$

Donde:

TPDA f: Tráfico promedio diario anual futuro

TPDA: Tráfico promedio diario anual

i: Índice de crecimiento

n: Periodo de diseño.

El índice para el cálculo del tráfico futuro se obtuvo al establecer una ponderación con índices de combustibles, de matriculación vehicular, importación de

vehículos y partes, producción nacional y población. Estos índices han sido consultados en Petrocomercial, INEC y Banco Central del Ecuador.

El índice obtenido de venta de combustibles en los años 2004 y 2003 se calcula de la siguiente manera:

Venta total de combustibles año 2004 según Petrocomercial: 10,938,337,287.00

Venta total de combustibles año 2003 según Petrocomercial: 10,501,325,133.00

Variación porcentual año 2004/2003: 1.0416

Entonces este valor corresponde al 4.16 % como índice de combustibles.

Ahora se calcula el índice de vehículos matriculados de acuerdo a la siguiente tabla, facilitada por el INEC, datos con los que se calcula la variación porcentual desde al año 1995 hasta el año 2004 de total de vehículos matriculados.

**Tabla 2.7.** Número de vehículos matriculados por uso. Fuente: INEC.

AÑO	USO DEL VEHÍCULO				
	TOTAL	PARTICULAR	ALQUILER	ESTADO	MUNICIPAL
1.995	527.714	498.3	21.244	7.074	1.096
1.996	541.361	512.377	20.471	6.954	1.559
1.997	561.864	531.189	22.842	6.184	1.649
1.998	587.350	554.04	25.611	5.959	1.74
1.999	624.924	592.252	25.7	5.284	1.688
2000	646.040	617.116	23.047	4.481	1.396
2.001	621.181	594.206	20.503	4.882	1.59
2.002	663.231	624.466	32.176	4.786	1.803
2.003	723.176	679.548	34.949	6.712	1.967
2.004	764.086	726.867	29.691	5.225	2.303

Variación porcentual 1996/1995	2.59
Variación porcentual 1997/1996	3.79
Variación porcentual 1998/1997	4.54
Variación porcentual 1999/1998	6.40
Variación porcentual 2000/1999	3.38
Variación porcentual 2001/2000	-3.85
Variación porcentual 2002/2001	6.77
Variación porcentual 2003/2002	9.04
Variación porcentual 2004/2003	5.66

**Promedio índice de crecimiento vehicular 4.26**

Se observa que la variación porcentual de los años 2001 y 2000 es negativa, siendo este un resultado ilógico, que se toma en cuenta dado que probablemente en esos años hubo alguna situación especial por lo que cierto número de propietarios no matricularon su vehículo y es por eso que se ve un considerable aumento en la variación porcentual del siguiente año, es decir los vehículos no desaparecieron, simplemente se matricularon el siguiente año.

Luego se considera el índice de importación de vehículos y sus partes que es un dato obtenido del Banco Central del Ecuador y que se lo encuentra en la siguiente tabla.

**Tabla 2.8.** Estadísticas de Comercio Exterior. Banco Central del Ecuador

<b>Principales productos de importación desde EEUU</b>						
Valores en USD millones FOB						
	<b>Subpartida Arancelaria</b>	<b>Producto</b>	<b>Ene.-Ago. 2004</b>	<b>Ene.-Ago. 2005</b>	<b>Participación Año 2005 (%)</b>	<b>Tasa de Crecimiento (%)</b>
1	230801	Aparatos eléctricos	246,139	376,095	32.5	52.8
2	230799	Otras manufacturas de metales	121,272	133,220	11.5	9.9
3	210399	Otros químicos y farmaceuticos	116,260	130,371	11.3	12.1
4	230702	Máquina ind. y sus partes	98,777	103,062	8.9	4.3
5	231401	Manuf. de cuero, plástico y caucho	68,079	75,141	6.5	10.4
6	231699	Otras mercancías	70,884	69,250	6.0	-2.3
7	230701	Vehículos y sua partes	31,453	32,543	2.8	3.5
8	230601	Derivados de petróleo	35,811	22,758	2.0	-36.5
9	231201	Manufacturas de papel y cartón	15,597	22,445	1.9	43.9
10	111199	Otros prod. agrícolas	17,052	19,341	1.7	13.4
<b>TOTAL</b>			<b>821,325</b>	<b>984,226</b>	<b>85.2</b>	<b>19.8</b>

El índice correspondiente a la producción nacional es de 2.3% perteneciente al producto interno bruto del Ecuador (PIB), dato obtenido de la página web [www.guiadelmundo.com](http://www.guiadelmundo.com).

Finalmente se obtuvo el índice de crecimiento anual de población correspondiente a la provincia de Pichincha tomado de la siguiente tabla que contiene los resultados de los censos desde 1950 hasta el último que fue en el año 2001, para este estudio se tomó la tasa del año 2001. Se consideró la tasa de crecimiento anual del 2.8% correspondiente a la provincia de Pichincha puesto que la vía propuesta daría servicio tanto al cantón Quito como al cantón Rumiñahui.

**Tabla 2.9.** Tasas de crecimiento anual provincia, cantón y ciudad. Fuente INEC.

EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA, CANTÓN QUITO Y CIUDAD DE QUITO Censos 1950 - 2001							
AÑO CENSAL	POBLACIÓN			TASA DE CRECIMIENTO ANUAL %			
	PROVINCIA PICHINCHA	CANTÓN QUITO	CIUDAD QUITO	PERÍODO	PROVINCIA	CANTÓN	CIUDAD
1950	386,520	319,221	209,932				
1962	587,835	510,286	354,746	1950-1962	3.50	3.92	4.38
1974	988,306	782,651	599,828	1962-1974	4.51	3.71	4.56
1982	1,382,125	1,116,035	866,472	1974-1982	3.96	4.19	4.34
1990	1,756,228	1,409,845	1,100,847	1982-1990	2.99	2.92	2.99
2001	2,388,817	1,839,853	1,399,378	1990-2001	2.80	2.42	2.18

Para conseguir el índice final se asigna un peso a cada índice dependiendo de la importancia de cada uno luego multiplicando cada índice por su peso y sumando cada resultado se obtiene el índice buscado.



**Tabla 2.10.** Tabla de índices, peso asignado e índice final

DESCRIPCIÓN	ÍNDICES (I)	PESO (P)	(I x P)
CRECIMIENTO VEHICULAR	4.26	0.30	1.28
COMBUSTIBLES	4.16	0.30	1.25
IMPORTACIÓN VEHÍCULOS	2.30	0.20	0.46
PIB	3.50	0.10	0.35
POBLACIÓN	2.80	0.10	0.28
<b>SUMATORIA</b>			<b>3.62</b>

El índice ponderado promedio es de 3.62%, dato que será utilizado para los cálculos del TPDA al tránsito futuro.

Finalmente para obtener ya el TPDA de diseño se deben transformar los vehículos livianos, buses y pesados a vehículos livianos equivalentes para lo cual utilizamos como referencia las tablas del Highway Manual Capacity, obteniendo la tabla siguiente:

**Tabla 2.11.** Valores de TPDA en vehículos livianos equivalentes.

	LIVIANOS	BUSES	PESADOS
<b>TPDA</b>	3,602	1,089	248
<b>TPDA CON FACTOR (crecimiento vehicular)</b>	3,482	1,052	239
<b>FACTOR (para vehículos livianos equivalentes)</b>	1	1.6	2
<b>TOTAL</b>	<b>3,482</b>	<b>1,684</b>	<b>479</b>

Alcanzando de esta forma el TPDA de diseño y con este también los TPDA futuros calculados para un periodo de diseño de 10 y de 20 años.

**TPDA (vehículos livianos equivalentes) = 5,645**

**TPDAF(10)= 8,055**

**TPDAF(20)= 11,495**

## 2.5. Factor de hora de máxima demanda

Es el resultado de dividir el volumen de en la hora de máxima demanda para el volumen que se sucede en un período menor a esa hora, multiplicado por el número de veces que ese período se sucede en esa hora.

$$FHMD = \frac{VHMD}{VPMD \times NVP}$$

Para este cálculo se consideró períodos de 15 minutos obteniendo los siguientes volúmenes parciales:

119	<b>EN 15 MIN</b>
145	<b>EN 15 MIN</b>
141	<b>EN 15 MIN</b>
155	<b>EN 15 MIN</b>
<b>561 TOTAL EN HMD</b>	

Aplicado la fórmula el FHMD es igual a 0.90, lo que indica que el flujo vehicular no tiene variaciones importantes dentro de la hora de máxima demanda.

## 2.6. Capacidad vial

La capacidad vial es el número máximo de vehículos que circulan en una vía bajo condiciones ideales de tránsito y del camino. Se calculó la capacidad de la propuesta de vía considerando el TPDA inicial, a 10 años y a 20 años para conocer sus niveles de servicio.

La fórmula para calcular la capacidad vial que se utilizó es la siguiente:

$$C = 2000 \times N \times W \times T$$

En donde:

C = Capacidad vehicular

N = Número de carriles

W = Factor de ajuste por anchura de carril y distancia libre de obstáculos

T = Factor de ajuste por vehículos pesados (Tc) o buses (Tb)

### 2.6.1 Volumen de servicio

Es el número de vehículos que circulan por una vía en un determinado tiempo y se calculó con la siguiente fórmula:

$$V_s = 2000 \times N \times \left( \frac{v}{c} \right) \times W \times T$$

En donde:

Vs = Volumen de servicio

N = Número de carriles

v/c = Relación entre volumen y capacidad

W = Factor de ajuste por anchura de carril y distancia libre de obstáculos

T = Factor de ajuste por vehículos pesados (Tc) o buses (Tb)

Para obtener los volúmenes de servicio y capacidad se consideró como referencia las tablas del Highway Manual Capacity y los datos de la propuesta de vía que constan en el capítulo IV y son los siguientes:

- Autopista de 2 carriles, 1 por sentido, de 3.65 m cada uno
- Espaldón de 2 m

- Sin parterre
- Terreno montañoso
- Porcentaje de camiones 8.5 %
- Porcentaje de buses 29.8 %
- Velocidad de Proyecto de 80 Km/h

Con estos datos se calcularon los volúmenes de servicio para los niveles C, D y E, no así para los niveles A y B debido a que la velocidad de proyecto es de 80 Km/h y no puede alcanzar las velocidades de 110 Km/h y 95 Km/h correspondientes a los niveles A y B respectivamente.

Para obtener  $v/c$  se entra a la tabla 2.12 con la Velocidad del proyecto y el porcentaje de la distancia de visibilidad de rebase que se obtuvo al dividir la longitud de los tramos rectos de la vía propuesta para la longitud total, todo esto por cien, dando un resultado de 38%.

Para los niveles C, D y E se obtuvo los valores  $v/c$  de 0.38, 0.66 y 1 respectivamente.

Los factores de ajuste por ancho de carril y distancia a obstáculos laterales  $W$  se lo obtuvo de la tabla 2.13 y 2.14, a las que se ingresa con los datos de distancia desde la orilla del carril al obstáculo y el ancho del carril que es de 3,65m.

La distancia desde la orilla del carril al obstáculo es de 0,30 m., considerando como orilla del carril las líneas amarillas pintadas en la vía y como

obstáculo el vehículo que circula en el sentido contrario, debido a que en la vía propuesta no se plantean parterres ni veredas.

**Tabla 2.12.** Niveles de servicio y volúmenes de servicio máximo para carreteras de 2 carriles bajo condiciones de flujo continuo.

NIVEL DE SERVICIO	CONDICIONES DEL FLUJO DE TRÁNSITO		DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE > 500 m (%)	VOLUMEN DE SERVICIO-CAPACIDAD (v/c)					VOLUMEN DEL SERVICIO MÁXIMO BAJO CONDICIONES IDEALES INCLUYENDO VELOCIDAD DE PROYECTO PONDERADA DE 110 Km/h (total de vehículos ligeros por hora en ambas direcciones)	
	DESCRIPCIÓN	VELOCIDAD DE OPERACIÓN (Km/h)		VALOR LÍMITE PARA VELOCIDAD DE PROYECTO PONDERADA DE 110 Km/h	VALOR PARA UNA VELOCIDAD DE PROYECTO PONDERADA DE:					
					95 Km/h	80 Km/h	70 Km/h	65 Km/h		55 Km/h
A	FLUJO LIBRE	> o = 95	< o =	-	-	-	-	-	400	
			100	0.2	-	-	-	-		
			80	0.18	-	-	-	-		
			60	0.15	-	-	-	-		
			40	0.12	-	-	-	-		
			0	0.04	-	-	-	-		
B	FLUJO ESTABLE (Velocidad superior del rango)	> o = 80	< o =	< o =	-	-	-	-	900	
			100	0.45	0.4	-	-	-		
			80	0.42	0.35	-	-	-		
			60	0.38	0.3	-	-	-		
			40	0.34	0.24	-	-	-		
			0	0.24	0.12	-	-	-		
C	FLUJO ESTABLE	> o = 65	< o =	< o =	< o =	< o =	-	-	1400	
			100	0.7	0.66	0.56	0.51	-		
			80	0.68	0.61	0.53	0.46	-		
			60	0.65	0.56	0.47	0.41	-		
			40	0.62	0.51	0.38	0.32	-		
			0	0.54	0.38	0.18	0.12	-		
D	FLUJO PRÓXIMO AL INESTABLE	> o = 55	< o =	< o =	< o =	< o =	< o =	-	1700	
			100	0.85	0.83	0.75	0.67	0.58		
			80	0.84	0.81	0.72	0.62	0.55		
			60	0.83	0.79	0.69	0.57	0.51		
			40	0.82	0.76	0.66	0.52	0.45		
			0	0.81	0.71	0.61	0.44	0.35		
E	FLUJO INESTABLE	50	NO ES APLICABLE	< o = 1.00					2000	
F	FLUJO FORZADO	< 50	NO ES APLICABLE	NO SIGNIFICATIVO					MUY VARIABLE (Desde 0 hasta la capacidad)	

**Tabla 2.13** Efecto combinado del ancho de carril y de la distancia a obstáculos laterales sobre la capacidad y los volúmenes de servicio C y D en carreteras de 2 carriles bajo condiciones de circulación continua.

DISTANCIA DESDE LA ORILLA DEL CARRIL AL OBSTÁCULO (m)	FACTORES DE AJUSTE <sup>a</sup> WL Y WC POR ANCHO DE CARRIL Y DISTANCIA A OBSTÁCULOS LATERALES															
	OBSTÁCULO EN UN SOLO LADO <sup>b</sup>								OBSTÁCULO EN AMBOS LADOS <sup>b</sup>							
	CARRILES EN METROS															
	3.65		3.35		3.05		2.75		3.65		3.35		3.05		2.75	
	NIVEL		NIVEL		NIVEL		NIVEL		NIVEL		NIVEL		NIVEL		NIVEL	
C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	
1.80	1.000	1.000	0.867	0.873	0.783	0.797	0.720	0.740	1.000	1.000	0.867	0.873	0.783	0.797	0.720	0.740
1.20	0.963	0.967	0.837	0.843	0.757	0.773	0.700	0.720	0.927	0.933	0.803	0.817	0.727	0.743	0.670	0.690
0.60	0.917	0.923	0.790	0.800	0.717	0.733	0.660	0.680	0.823	0.837	0.717	0.733	0.650	0.670	0.597	0.623
0.30 →	<b>0.888</b>	<b>0.897</b>	0.767	0.778	0.697	0.713	0.640	0.660	0.772	0.788	0.670	0.690	0.608	0.632	0.558	0.587
0.00	0.860	0.870	0.743	0.757	0.677	0.693	0.620	0.640	0.720	0.740	0.623	0.647	0.567	0.593	0.520	0.550

**Tabla 2.14** Efecto combinado del ancho de carril y de la distancia a obstáculos laterales sobre la capacidad y los volúmenes de servicio B y E en carreteras de 2 carriles bajo condiciones de circulación continua.

DISTANCIA DESDE LA ORILLA DEL CARRIL AL OBSTÁCULO (m)	FACTORES DE AJUSTE <sup>a</sup> WL Y WC POR ANCHO DE CARRIL Y DISTANCIA A OBSTÁCULOS LATERALES															
	OBSTÁCULO EN UN SOLO LADO <sup>b</sup>								OBSTÁCULO EN AMBOS LADOS <sup>b</sup>							
	CARRILES EN METROS															
	3.65		3.35		3.05		2.75		3.65		3.35		3.05		2.75	
	NIVEL		NIVEL		NIVEL		NIVEL		NIVEL		NIVEL		NIVEL		NIVEL	
B	Ec	B	Ec	B	Ec	B	Ec	B	Ec	B	Ec	B	Ec	B	Ec	
1.80	1.00	1.00	0.86	0.88	0.77	0.81	0.70	0.76	1.00	1.00	0.86	0.88	0.77	0.81	0.70	0.76
1.20	0.96	0.97	0.83	0.85	0.74	0.79	0.68	0.74	0.92	0.94	0.79	0.83	0.71	0.76	0.65	0.71
0.60	0.91	0.93	0.78	0.81	0.70	0.75	0.64	0.70	0.81	0.85	0.70	0.75	0.63	0.69	0.57	0.65
0.30 →	0.880	<b>0.905</b>	0.755	0.790	0.680	0.730	0.620	0.680	0.755	0.805	0.650	0.710	0.585	0.655	0.530	0.615
0.00	0.85	0.88	0.73	0.77	0.66	0.71	0.60	0.66	0.70	0.76	0.60	0.67	0.54	0.62	0.49	0.58

Los factores de ajuste obtenidos fueron:

**W para nivel C= 0.888**  
**W para nivel D= 0.897**  
**W para nivel E= 0.905**

Para determinar el factor de ajuste por pesados y por buses se ingresa a la tabla 2.16 con los factores de vehículos ligeros equivalentes y con los porcentajes de vehículos pesados y buses obtenidos del conteo vehicular y que se resume en la tabla siguiente:

**Tabla 2.15** Factor vehículos livianos equivalentes y porcentaje de pesados y buses.

	Factor vehículos livianos equivalentes	Volumen resultado del conteo vehicular.	Volumen de vehículos livianos equivalentes	Porcentaje
→ Pesados	2	239	478	8.47%
→ Buses	1.6	1052	1683	29.83%
Livianos	1	3482	3482	61.70%

**Tabla 2.16** Factores de ajuste por vehículos pesados y buses en carreteras de 2 carriles.

VEHICULOS LIGEROS EQUIVALENTE S Et o Eb	FACTOR DE AJUSTE POR CAMIONES Tc ó TI (Bc ó BI POR AUTOBUSES)																									
	PORCENTAJE DE CAMIONES, Pt (ó AUTOBUSES, Pb)																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	25	30	35	40	45	50	55	60			
→ 1.6	0.994	0.988	0.982	0.972	0.952	0.960	0.950	0.958	0.948	0.942	0.922	0.920	0.900	0.894	0.878	0.992	0.826	0.800	0.770	0.754	0.738	0.718	0.702			
→ 2	0.990	0.980	0.970	0.960	0.940	0.940	0.930	0.930	0.920	0.910	0.890	0.880	0.860	0.850	0.830	0.900	0.770	0.740	0.710	0.690	0.670	0.650	0.630			
3	0.980	0.960	0.940	0.930	0.910	0.890	0.880	0.860	0.850	0.830	0.810	0.780	0.760	0.740	0.710	0.670	0.630	0.590	0.560	0.530	0.500	0.480	0.450			
4	0.970	0.940	0.920	0.890	0.870	0.850	0.830	0.810	0.790	0.770	0.740	0.700	0.680	0.650	0.630	0.570	0.530	0.490	0.450	0.430	0.400	0.380	0.360			

Los factores de ajustes Tc y Bc fueron:

$$\begin{aligned} Tc &= 0.925 \\ Bc &= 0.826 \end{aligned}$$

Considerando los factores de ajuste la fórmula utilizada fue:

$$V_s = 2000 \times N \times \left( \frac{v}{c} \right) \times W \times Tc \times Bc$$

Los volúmenes de servicio para cada nivel son:

Volumen de servicio para nivel C	1,032
Volumen de servicio para nivel D	1,809
Volumen de servicio para nivel E	2,766

De los volúmenes de tráfico se tienen los datos del volumen de vehículos de la hora de máxima demanda del día de máxima demanda que se presenta a continuación:

**Tabla 2.17.** Volumen de vehículos en la hora de máxima demanda en el día de máxima demanda.

	<b>Livianos</b>	<b>Buses</b>	<b>Pesados</b>
<b>Peaje-Trebol</b>	378	57	10
<b>Trebol-Peaje</b>	67	43	6
<b>Subtotal</b>	445	100	16
<b>TOTAL EN LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA</b>	<b>561</b>		

Se calculó el tráfico futuro a 10 y a 20 años para el volumen en la hora de máxima demanda resultando los siguientes valores:

<b>TPDAF(10)=</b>	<b>800</b>
<b>TPDAF(20)=</b>	<b>1,142</b>

Comparando el TPDA a 10 años

Al hacer una comparación del volumen de vehículos en la hora de máxima demanda a 20 años con los niveles de servicio C = 1,032 y D = 1,809, la vía propuesta funcionará a 20 años con un nivel de servicio C tendiendo al nivel D.

Como se puede ver en la tabla 2.12, el valor de v/c es igual a 1, por tanto el volumen de servicio correspondiente al nivel E = 2,766, que es la capacidad de la vía.



## **CAPÍTULO III**

### **TOPOGRAFÍA**

#### **3.1. Levantamiento topográfico**

##### **3.1.1 Introducción**

La base principal para todo trabajo de ingeniería civil es el levantamiento topográfico, es muy importante debido a que se necesita saber las características de la zona donde se va a implantar el mejoramiento de la vía, de acuerdo a esto se va a verificar la forma del terreno (curvas de nivel) y sus características (llano o plano, ondulado, montañoso). Los levantamientos topográficos son sumamente necesarios para planificar y construir un proyecto.

Levantamiento topográfico, <sup>1</sup> “es el arte de medir distancias horizontales y verticales entre puntos y objetos sobre la superficie terrestre, medir ángulos entre rectas terrestres y localizar puntos por medio de distancias y ángulos previamente determinados.”

##### **3.1.2 Actividades del levantamiento topográfico**

###### **3.1.2.1 Trabajos preliminares**

- Selección de personal y equipo

---

<sup>1</sup> Libro de topografía de Álvaro Torres N. capítulo 1

- Búsqueda de materiales (varillas de acero para estacas, pintura, combo, etc.)
- Reconocimiento de la ruta
- Ubicación de puntos críticos de la ruta en el proyecto.

### 3.1.2.2 Trabajos de campo

Para realizar este trabajo se utilizo:

- Estación total SOKKIA SET-5F.
- Equipo: GPS L1 ASHTECH PRO MARK 2 (GPS de alta precisión).
- Nivel de campo SOKKIA.

La estación total SOKKIA SET-5F escogida para realizar el trabajo tiene las siguientes características<sup>2</sup>:

**Tabla 3.1.** Características generales de la Sokkia Set-5f

Pantalla:	2 pantallas, 20 caracteres x 4 líneas
Teclado:	5 teclas programables
Apagado, ahorro de energía:	30 min. Tecla ON/OFF
Salida de datos:	RS-232C
Temperatura de operación:	-20°C hasta 50°C
Altura del instrumento:	193mm desde el plato base nivelante.
Peso:	5,8 Kg. Incluido la batería

<sup>2</sup> Recopilado del manual de la estación total SOKKIA SET 5-F

Fuente de alimentación:	Batería de Ni-Cd recargable, (6V)
Tiempo de funcionamiento:	Medida rápida y sencilla cada 3,5 seg.
Precisión angular:	5"

En un levantamiento topográfico es necesario saber las coordenadas georeferenciadas y la altura sobre el nivel del mar de por lo menos un punto. Estos datos, para el proyecto de tesis, fueron adquiridos de una monografía de punto en el IGM (Instituto Geográfico Militar) la que se presenta en el Anexo 3.1, cuya descripción se encuentra en la placa de nombre PV-Q2-36 del 2005 empotrada en la esquina de la cancha de ecuavoley que se encuentra en la intersección de la vía Pedro Pinto Guzmán y la Av. Napo, la misma que presenta la cota 2826.159 m.s.n.m.



**Foto 3.1.** Placa PV-Q2-36 del 2005

También se utilizó el Equipo: GPS L1 ASHTECH PRO MARK 2 (GPS de alta precisión), para realizar este trabajo se ubicó un GPS L1 en la ESPE (fijo), y otro GPS en la estaca donde se implantó la primera estación, (Ver foto

3.2 izquierda), por el lapso de 1 hora se esperó para que el GPS L1 recepte la mayor cantidad de satélites (receptó 20 satélites), luego por triangulación entre el GPS ubicado en la ESPE, el satélite y el GPS de la primera estación se obtuvieron las coordenadas U.T.M. georeferenciadas del proyecto, de la misma manera se colocó el GPS L1 en la estación 21 que se encuentra ubicada en la Av. General Rumiñahui (Ver foto 3.2 derecha) para obtener las coordenadas finales georeferenciadas del proyecto (Ver anexo 3.2).



**Foto 3.2.** Equipo: GPS L1 ASHTECH PRO MARK 2 en la estación 1 y 21

Cabe anotar que la cota obtenida con el GPS tiene una variación con respecto a la cota real, en vista que el GPS L1 tiene error de hasta 25m por variación entre elipsoide y geoide. Para solucionar este inconveniente con la ayuda del nivel de campo SOKKIA se arrastró la cota desde la monografía comprada en el IGM PV-Q2-36 de 1995 (cota 2826.159) hasta la primera estación (cota 2825.588) en donde se empezaría la poligonal abierta, además luego de realizar el levantamiento topográfico se realizó la nivelación desde la estación 1 hasta la estación 21 de ida y de vuelta, deduciéndose un error de 3cm.

Los errores se repartieron, dividiendo los 3cm para las 21 estaciones resultando una corrección de 0.143 mm.



**Foto 3.3.** Equipo: Nivel SOKKIA y regla durante la nivelación.

En la realización de la topografía se utilizó varillas de acero como estacas, pintadas la cabeza de rojo, en vista que estas tienen mayor duración que las estacas de madera, las mismas que se encuentran a 3cm del nivel del terreno, y en la estación 21 se marcó un círculo con pintura roja y un punto en el interior, en vista que no se podía colocar la varilla de acero. Se levantaron 21 estaciones hasta llegar a la Avenida Gral. Rumiñahui.



**Foto 3.4.** Varilla de acero en la estación 1 y círculo con pintura en la estación 21.

## **3.2. Trabajo de gabinete**

### **3.2.1 Procesamiento y bajada de puntos**

Para realizar una buena topografía se requiere de un buen procesamiento de puntos, para esto se utiliza un cable de transmisión de datos desde la estación total hasta el procesador con la ayuda de un programa de la fabrica SOKKIA. Se deben colocar los Bauds a 9200 que es la velocidad de transmisión de datos. Una vez importados los datos al procesador, se utiliza el programa Excel, en donde se debe compensar el error que existe en cada cambio de estación, sacando una media del error entre cada una de las estaciones y compensando a cada uno de los puntos. Los datos obtenidos con este procedimiento se detallan en la tabla 3.2.

Una vez que se tiene los puntos del levantamiento en la hoja de Excel, se copió estos puntos a un block de notas, este archivo sirvió para exportar a cualquier programa de topografía, en este caso se realizó el procesamiento de datos en el programa Autodesk Land, con lo que se obtuvo los puntos, triangulación y curvas de nivel tal como se ve en la faja que se indica en el Anexo 3.3. Una descripción clara de los pasos que siguieron para el procesamiento de puntos en el software se presenta en el Anexo 3.4.

La zona tiene las siguientes características topográficas. Al inicio de la vía se encuentra la línea férrea en desuso que va desde la Av. Napo y pasa junto a la pasteurizadora, sigue una plataforma de 4m de ancho, continua al costado sureste de la Av. Gral. Rumiñahui y se dirige hasta el puente blanco, sus pendientes son suaves; a 200m del inicio de la línea férrea en desuso se encuentra una quebrada

de 9m de profundidad y un ancho de 20m; 100m mas adelante inicia un bosque de eucaliptos de 500m de longitud a los dos costados de la plataforma; existen laderas con diferencias de alturas que van desde los 4m hasta los 20m en el costado sureste de la línea férrea en desuso, al costado noroeste se aprecia una ladera que llega hasta la Av. Gral. Rumiñahui con una diferencia de altura de menos 50m; las primeras viviendas empiezan a partir de la abscisa 1+100 y se encuentran en las laderas a los costados de la plataforma; en la abscisa 1+200 hay una pequeña quebrada, en la abscisa 1+400 existe una intersección vial y en la abscisa 2+650 existe una vía que va a interceptar a la Av. Gral. Rumiñahui cuya pendiente del terreno baja desde la cota 2843m hasta la cota 2818m en 230m de longitud.

**Tabla 3.2.** Puntos de las estaciones procesados y compensados.

<b>Nº</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Elevación</b>	<b>Descripción</b>
1	9974178.2684	777681.0443	2825.59	Est.
2	9974124.3914	777839.2697	2827.94	Est.
3	9974158.1962	777912.2148	2828.84	Est.
4	9974258.1429	777977.2241	2830.57	Est.
5	9974417.5768	778028.1290	2831.39	Est.
6	9974441.6906	778081.7819	2831.58	Est.
7	9974447.1424	778251.0326	2831.61	Est.
8	9974493.2694	778372.6229	2833.13	Est.
9	9974574.9816	778512.4825	2832.16	Est.
10	9974618.4527	778553.1709	2832.25	Est.
11	9974627.8160	778636.3119	2832.73	Est.
12	9974673.4920	778714.8907	2844.70	Est.
13	9974882.4982	778924.6261	2831.60	Est.
14	9975009.0633	779086.2569	2835.62	Est.
15	9975102.6742	779218.4384	2838.01	Est.
16	9975104.7012	779607.8984	2837.09	Est.
17	9974943.0836	779906.5748	2846.44	Est.
18	9975010.0226	779936.7231	2837.62	Est.
19	9975000.5650	779941.0953	2836.83	Est.
20	9975143.7845	780082.3825	2825.39	Est.
21	9975183.7500	780064.5982	2817.713	Est.
1	9974174.3520	777678.288	2826.159	Hito.





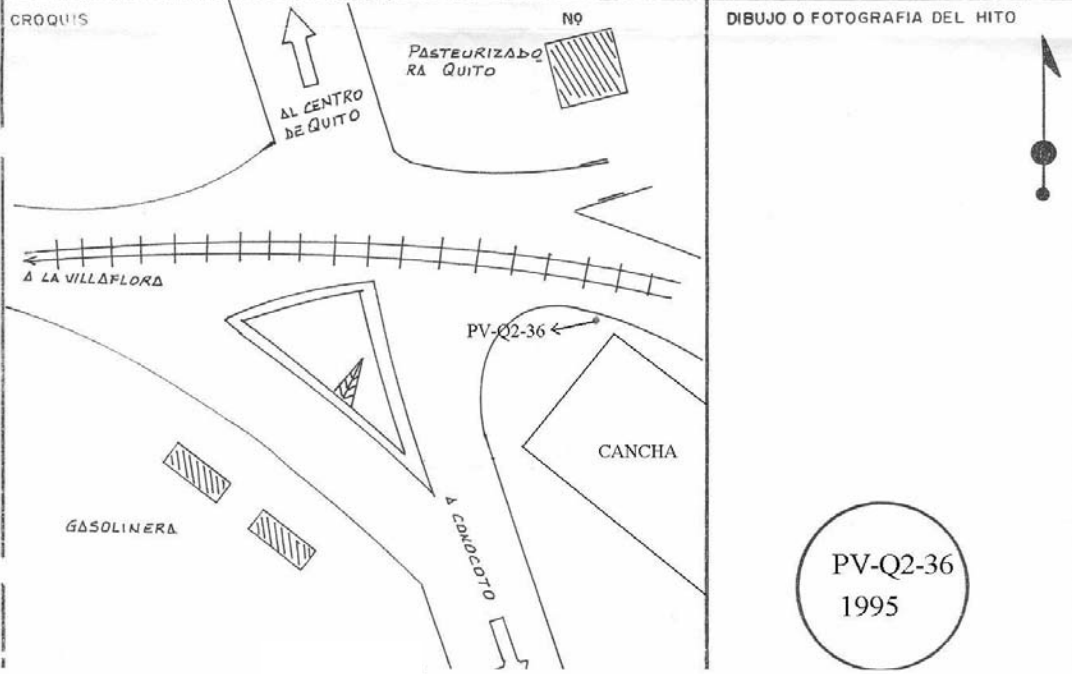
ANEXO 3.1  
**MONOGRAFIA DEL HITO DE NIVELACION**

NOMBRE DE LA LINEA QUITO - ALANGASTI + LA MERCED PAIS ECUADOR PROVINCIA BICHINCHA  
 AÑO 1995 LINEA X-A Nº 1A CANTON QUITO  
 MOJON        HITO ( ) PLACA ( X ) CLAVO        PARROQUIA ELOY ALFARO  
 ORDEN 1º ALTITUD 2.826,159 (G) FECHA DE MONUMENTACION 1995  
 PSAD-56 E-777678,288 N-9974174,352 JEFE DE EQUIPO SR.L. CHAUCA  
 WGS-84 E-777428,921 N-9973807,477

DESCRIPCION  
       A LARGO DE LA CARRETERA LULUNCOTO + CHACHARQUINGO  
 ENTRE LA AV. ORIENTAL Y CHAGUARQUINGO PARTIENDODE (SITIO)         
MOJON MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL EN EL M. DE DEFENSA NACIONAL  
 LA MARCA ESTA A 1.02 (KM) ALLADO -S- DE LA RUTA A 0.00  
 METROS DE SU EJE Y SOBRESALE 0.00 CENTIMETROS DEL TERRENO  
 EL PUNTO ANTERIOR SE HALLA A 1.02 (KM) DE DISTANCIA  
 UBICACION         
        
LA PLACA SE ENCUENTRA EMPOTRADA JUNTO A LA CANCHA EN LA INTERSECCION DE LA VIA A CONOCOTO Y AL CENTRO DE QUITO

REFERENCIAS PARA LLEGAR AL PUNTO	METROS	AZ M g
DESDE <u>EJE DE VIA A CONOCOTO.</u>	<u>5.10</u>	<u>355º</u>
<u>TORRE DE ENERGIA ELECTRICA.</u>	<u>8.60</u>	<u>95º</u>
<u>RIEL DE FERROCARRIL.</u>	<u>13.40</u>	<u>130º</u>

DESCRITO        POR SR.L. CHAUCA 24-XI -1992



## ANEXO 3.2

### “Coordenadas de Estaciones”

“Tesis PSAD56”

**Sistema Coordinado Horizontal:** “””Provisional S. AMER. 1956-Mean”

**Fecha:** “””09/28/05”

**Sistema de Altura:** “””Altura de Elips“

**Proyecto:** “” “PruebaPSAD56.spr“

**Exactitud Horizontal Deseada:** “””0,040m + 1ppm”

**Exactitud Vertical Deseada:** “””0,060m + 2ppm”

**Nivel de Confianza:** “””Err. Al 95%”

**Unidades Lineales de Medición:** “””Metros”

**Equipo:** GPS L1 ASHTECH PRO MARK 2

### Coordenadas Geográficas

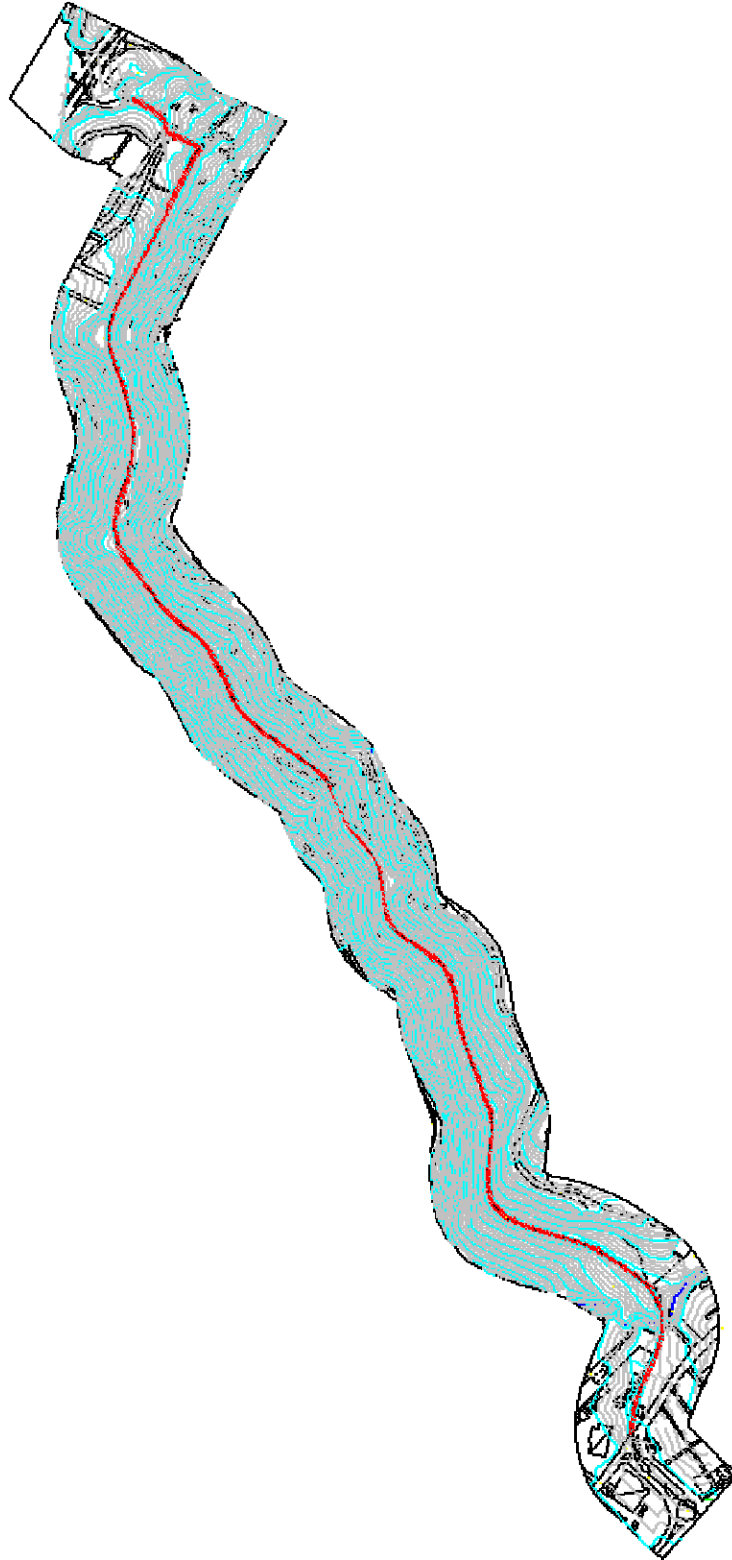
<u>Est.</u>	<u>Nombre de Estación</u>	<u>Coordenadas</u>	<u>Error</u>	<u>Fijac.</u>	<u>Posición”</u>
“1”	“BASE”	Lat. “0° 18’ 47,70287” S” Lon. “78° 26’ 35,56675” W” Elev. “2492,753”	“0,000” “0,000” “0,000”	“Fijo” “Fijo” “Fijo”	“Ajustado”
“2”	“EST1”	Lat. “0° 14’ 00,21070” S” Lon. “78° 30’ 19,51920” W” Elev. “2825,588”	“0,023” “0,023” “0,025”		“Ajustado”
“3”	“E-21”	Lat. “0° 13’ 27,48890” S” Lon. “78° 29’ 02,13180” W” Elev. “2817,713”	“0,023” “0,023” “0,025”		“Ajustado”

### Coordenadas Planas U.T.M.

<u>Est.</u>	<u>Nombre de Estación</u>	<u>Coordenadas</u>
“1”	“BASE”	E: 784608,461 m N: 9965341,259 m Z: 2492,753 m
“2”	“EST1”	E: 777681,044 m N: 9974178,268 m Z: 2825,588 m
“3”	“E-21”	E: 780064,598 m N: 9975183,750 m Z: 2817,713 m

### ANEXO 3.3

### FAJA TOPOGRÁFICA DEL PROYECTO



## ANEXO 3.4

### UTILIZACIÓN DEL PROGRAMA AUTODESK LAND

<sup>3</sup>“AutoCAD Land Development Desktop para profesionales del área de la Ingeniería Civil Sus rutinas tienen como fuente el programa Civil/Survey S8 de Autodesk. Su plataforma de trabajo es el AutoCAD Map R3, sobre AutoCAD 2000.

Los trabajos, en los cuales la aplicación de este programa hace más eficiente su desarrollo, son los siguientes:

- Planimetría (producción de planos topográficos en planta).
- Loteos y parcelaciones.
- Modelos tridimensionales de terreno.
- Curvas de nivel.
- Obtención de cortes del terreno.
- Cálculo de volúmenes producidos por proyectos, tales como excavaciones, plataformas, terrazas, pilas, botaderos, etc.
- Informes de cubicación de los proyectos antes expuestos.
- Diseño en planta de caminos, canales, presas o de cualquier otro proyecto que se desarrolle a lo largo de un eje (este módulo no permite el diseño en alzada y su posterior cubicación).

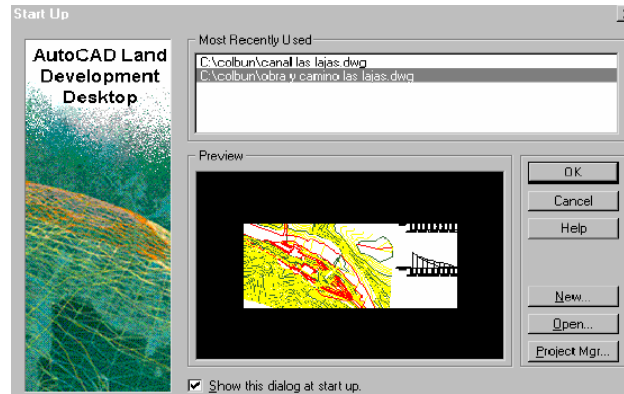
Los archivos gráficos que se obtienen como resultado son de extensión "\*.dwg". Estos pueden ser recuperados por el AutoCAD 2000, sin necesidad de que este incluya el AutoCAD Land Development Desktop.

---

<sup>3</sup> Manual de AutoCAD Land Development Desktop

## COMO COMENZAR.

Cuando se ingresa al programa se despliega un cuadro de diálogo, que permite "ABRIR" un dibujo existente o "CREAR" uno nuevo. Este cuadro se muestra a continuación:

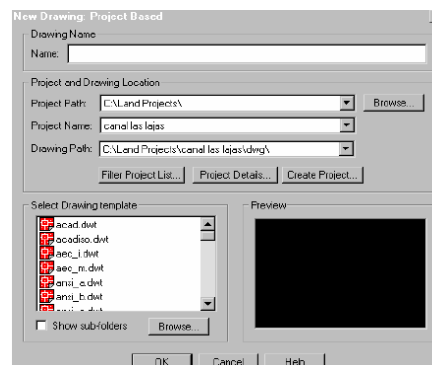


**Gráfico.** Como comenzar

## CREAR UN DIBUJO NUEVO

Para crear un dibujo nuevo, hay que usar la tecla " New" del cuadro " Start Up". Se despliega una caja de diálogo, que se muestra a continuación:

En el espacio vacío, debajo de " Drawing Name" se escribe el nombre del nuevo archivo que se va a crear. En AutoCAD Land Development Desktop, es obligatorio asociarle un proyecto al dibujo, sino, el programa no trabaja. Por lo tanto, el siguiente paso se refiere a eso.



**Gráfico.** Como crear un dibujo nuevo

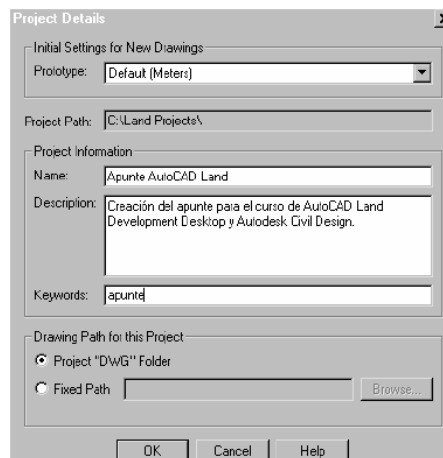
## CREAR UN PROYECTO

La opción que se ocupa para esto, es la tecla " Create Project". El cuadro que se muestra a continuación, es el que se despliega al apretar esta tecla. En el primer renglón, en "Prototype", se elige entre las alternativas "Default (Meters)" o " Default (Imperial)", para seleccionar las unidades básicas del dibujo. La primera se refiere a unidades métricas (metros, milímetros, etc.) y las segundas a unidades inglesas (pulgadas y pies). Bajo el título de " Project Information", existen tres espacios vacíos para ingresar la información del proyecto que se está creando:

Name: Se debe ingresar el nombre que se le desea dar al proyecto.

Description: Se ingresa una descripción del proyecto.

Keywords: Se ingresa una palabra clave, es optativo llenar este espacio.



**Gráfico.** Como crear un proyecto nuevo

Después de ingresar estos datos, apretar la tecla " OK", el programa despliega un nuevo cuadro. En él, pide definir algunas características para la base de datos de puntos, válidas sólo para este proyecto en particular. Los puntos que forman parte de la base de datos, provienen generalmente de un levantamiento topográfico o de perfiles transversales. También pueden ser puntos generados dentro del programa, como vértices o puntos especiales de un diseño proyectado. En cualquier caso, son puntos distintos al "

point" de AutoCAD. Se trata de varias entidades, un punto y textos, que se unen, generando un bloque de AutoCAD. A estos puntos nos referiremos, desde ahora en adelante, como " Puntos COGO". Aunque, generalmente, se les llamará simplemente PUNTOS, porque, debido al contexto, no habrá malentendidos.

Este punto es un bloque compuesto por un punto y tres atributos, tal como lo muestra la siguiente imagen.

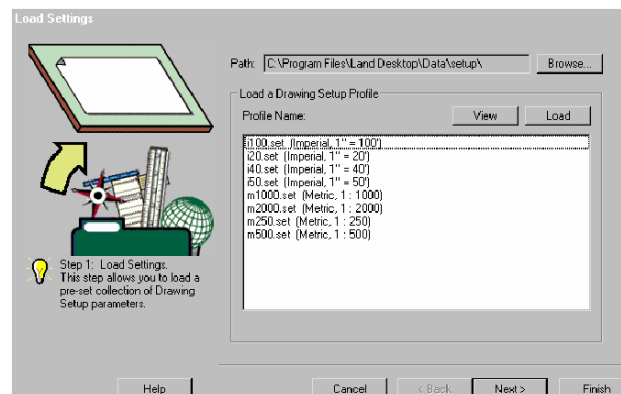
98  
X120.850  
eje

Sus tres atributos son: el número del punto (ej. 98), la cota (ej. 120.850) y la descripción (ej. eje). No puede haber dos puntos con el mismo nombre en la base de datos. Al contrario ocurre con la descripción, que se puede repetir en tantos puntos como sean necesarios.

## CONFIGURACIÓN DEL DIBUJO

El programa solicita, como siguiente paso, configurar los parámetros del dibujo (unidades lineales y angulares, tamaño de letra y de hoja, algunos colores de layers, etc.).

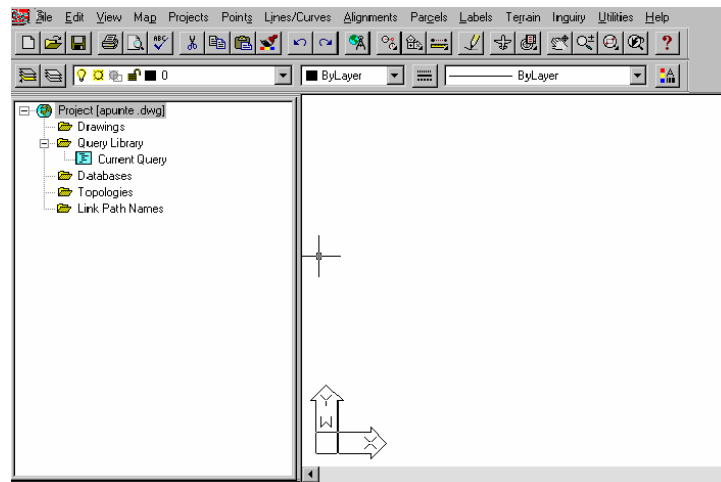
Para ello presenta el siguiente cuadro de diálogo:



**Gráfico.** Como configurar el dibujo

El botón next sirve para definir las unidades lineales y angulares, definir las escalas de dibujo y el tamaño de hoja que se va a utilizar, definen las características geográficas que regirán el plano, define si el plano o dibujo va a estar rotado, respecto al norte, y/o trasladado, respecto a sus coordenadas base ("x=este=0" e "y=norte=0"), define el tamaño de letra que se desea usar, además define los bordes de la lamina y la escala a la que se va a trabajar, para finalizar el programa muestra un resumen de todos los parámetros que han sido definidos y que regirán en el dibujo.

Una vez finalizada la configuración del dibujo, se ingresa a la pantalla de dibujo de AutoCAD Land Development Desktop. A la izquierda aparecerá un espacio de trabajo, denominado " Project Workspace".



**Gráfico.** Espacio de trabajo

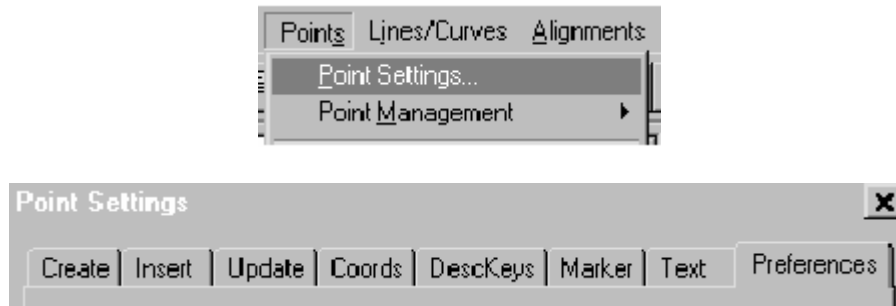
### **MANEJO DE PUNTOS: MENÚ “POINTS”**

En este menú se encuentran todas las funciones de administración y manejo de puntos COGO: Ingreso de puntos a la base de datos, eliminación de éstos de la base o del dibujo, corrección de sus coordenadas y cota, recuperación de ellos al dibujo, generación de informes, etc. Existen múltiples herramientas para manejar los puntos.



Antes de empezar a trabajar con puntos, es importante definir algunos parámetros.

El comando que se utiliza para ésto, se llama " Point Settings".



**Gráfico.** Como manejar los puntos

Cada carpeta es una pantalla individual, en la cual se deben definir los parámetros de trabajo para los puntos.

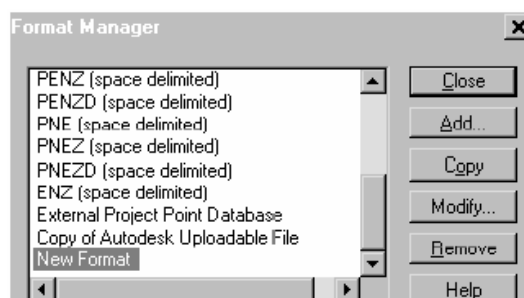
## CREACIÓN DE PUNTOS

El programa tiene cuatro sub-menús, en los cuales se encuentran los comandos para crear puntos, nosotros vamos a utilizar el menú " import / export points " se encuentran los comandos que permiten importar puntos sobre un modelo digital de terrenos.



**Gráfico.** Como crear puntos

El comando " Format Manager" permite crear formatos de lectura de archivos de puntos. Al seleccionarlo, se ingresa al siguiente cuadro de diálogo:



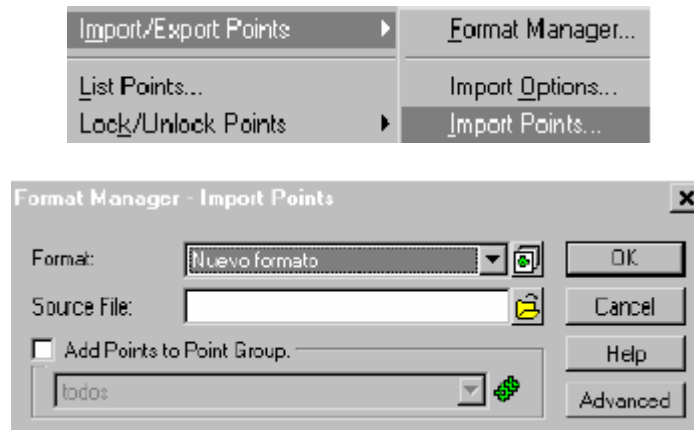
**Gráfico.** Formato de lectura de archivos

En este cuadro se pueden seleccionar algunos formatos de lectura existentes.

## IMPORTACIÓN DE PUNTOS

Después de haber definido el formato de lectura y las opciones de importación, se importan los puntos a la base de datos. Para ello, se utiliza el comando " Import Points".

Al seleccionarlo, se despliega el siguiente cuadro de diálogo:



**Gráfico.** Como importar y exportar puntos

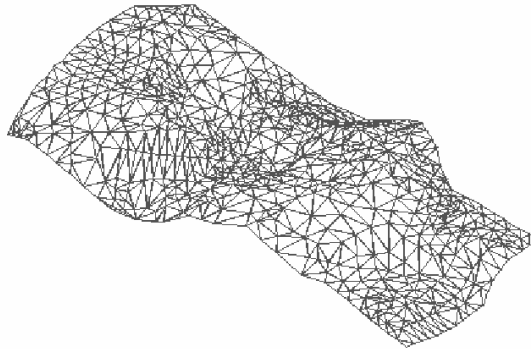
Format : En este espacio se selecciona el formato de lectura que se usará, de la lista disponible al apretar la flecha que indica hacia abajo.

Source File : En este espacio se selecciona el archivo que se leerá, indicando los directorios dónde se ubica, o utilizando el símbolo de la carpeta para buscarla entre los directorios.

Add Points to Point Group : Esta opción se enciende si se desea que los puntos importados formen parte de un "Grupo de Puntos= Point Group". Los "Grupos de Puntos". Se puede seleccionar un grupo existente, de la lista disponible al apretar la flecha que indica hacia abajo, o crear uno nuevo.

## **MODELAMIENTO DIGITAL DEL TERRENO: MENÚ "TERRAIN".**

El modelo digital de terreno que crea AutoCAD Land Development Desktop es una malla de triángulos irregulares en tercera dimensión, cuyos vértices representan los puntos topográficos o los vértices de las curvas de nivel digitalizadas.



**Gráfico.** Malla de triángulos en 3D

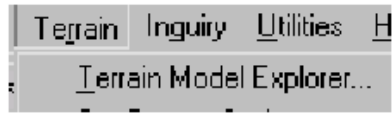
Primero se calculará la malla, luego se usarán los comandos que permiten visualizar la superficie en tercera dimensión, se calcularán las curvas de nivel del terreno, finalmente se generarán cortes de la malla.

## **MODELAMIENTO DIGITAL DE UN TERRENO.**

El proceso de modelar un terreno se compone de tres pasos básicos :

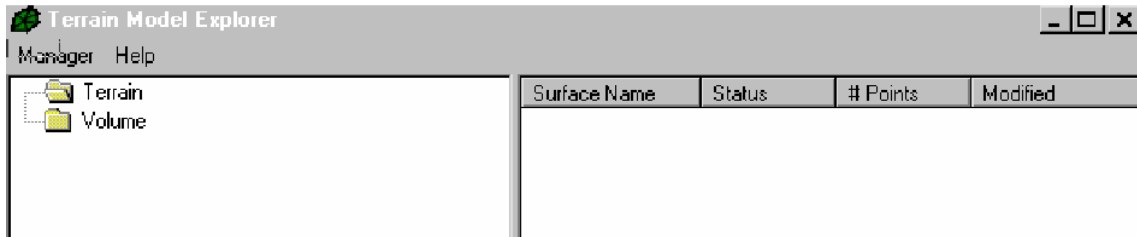
- 1.- Selección de los datos o información topográfica con la cual se calculará la superficie.
- 2.- Cálculo de la malla o superficie con la información seleccionada en el paso anterior.
- 3.- Corrección de la malla. Se arreglan los errores cometidos por el programa durante el cálculo.

Estos puntos se desarrollarán detalladamente uno por uno. El programa AutoCAD Land Development Desktop contiene todas las herramientas en una ventana de nombre "Terrain Model Explorer". El comando que abre esta ventana se encuentra en el menú "Terrain":



**Gráfico.** Malla de triángulos en 3D

Al seleccionar este comando se despliega el siguiente cuadro:

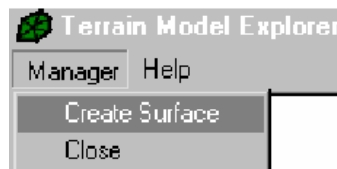


**Gráfico 3.12.** Cuadro Terrain Model Explorer

Al seleccionar la carpeta " Terrain", debería aparecer la lista de superficies disponibles en el proyecto. En este caso no sucede, porque aún no ha sido ninguna creada. Las superficies son directorios, en los cuales se guarda tanto la información, que se tomará en cuenta para calcular la malla, como también la misma malla. Por lo tanto, antes de iniciar el proceso de modelar un terreno es necesario crear una superficie.

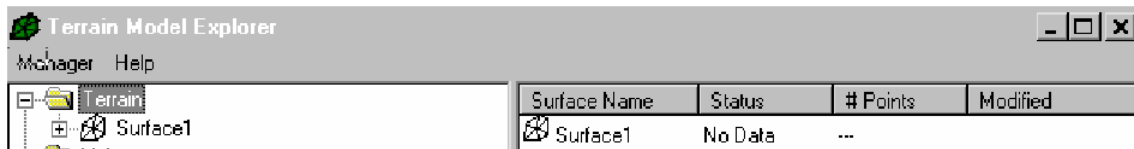
### CREACIÓN DE UNA NUEVA SUPERFICIE

En el menú " Manager" se encuentra el comando " Create Surface", que permite crear superficies.



**Gráfico.** Creación de una nueva superficie

Al seleccionarlo, se crea de inmediato una superficie de nombre " Surface1". Como aún no se ha seleccionado ninguna información topográfica para esta superficie, aparece en la ventana a la derecha, debajo del título " Status", la expresión " No Data". Esto significa que no ha sido seleccionado ningún dato para construir la malla.



**Gráfico.** Cuadro Terrain Model Explorer

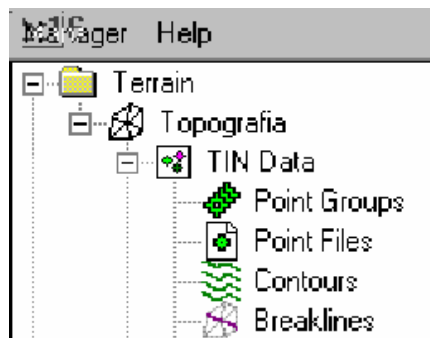
El nombre " Surface1" es asignado por el programa, no es un nombre conveniente de usar, porque no describe a la superficie que se modelará. Por lo tanto, lo común es cambiarle de nombre. Para ello, se debe seleccionar con el Mouse la superficie y luego apretar el botón derecho del mismo. Al hacerlo, se despliega el siguiente menú:



El comando que se utiliza para renombrar la superficie es " Rename", aquí se debe ingresar el nombre que se le desea asignar a la superficie. En esta ocasión se escribió "Topografía". Esto significa, que el programa va a crear un subdirectorio, con ese nombre, en el directorio **Land Projects**, con el objeto de guardar ahí toda la información relativa con la superficie.

## SELECCIÓN DE LOS DATOS O INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA CON LA CUAL SE CALCULARÁ LA SUPERFICIE

Los comandos para seleccionar la información topográfica, se encuentran al apretar dos veces con el mouse (doble "click"), sobre la superficie en la cual se desea trabajar. Al realizar esta operación, se despliega una lista de distintas instrucciones, tal como lo muestra el gráfico, los comandos de selección de información Topográfica, se encuentran, específicamente, bajo el título de " TIN Data".



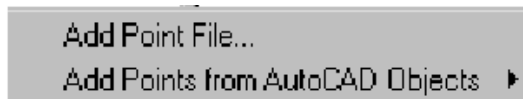
**Gráfico.** Cuadro Terrain Model Explorer

Existen tres posibles fuentes de información topográfica:

- **Puntos topográficos**, provenientes de un levantamiento topográfico: "Point Groups" y "Point Files".
- **Curvas de nivel**, provenientes de un levantamiento aerofotogramétrico o de una digitalización de algún plano existente: "Contours".
- **Accidentes o quiebres**, tales como, quebradas, cumbres, ríos, caminos, canales, etc.: "Breaklines".

En nuestro caso como utilizamos puntos provenientes del levantamiento topográfico se describirá "Point Files".

Point Files: Al seleccionar esta instrucción el programa muestra dos alternativas de selección de puntos:

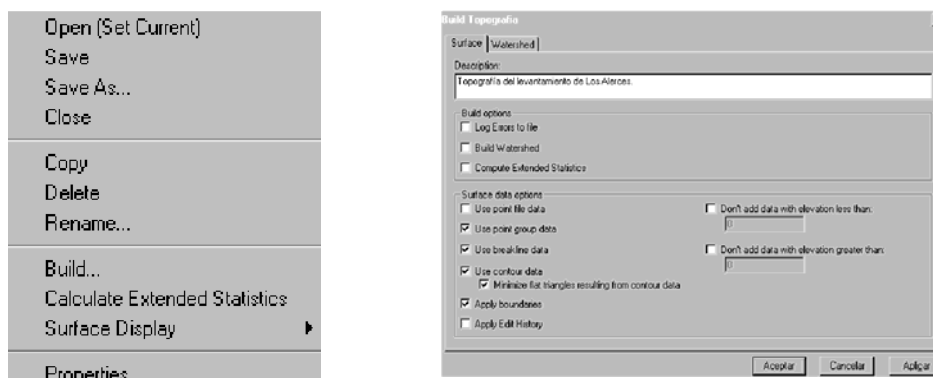


**Gráfico.** Archivo de puntos

Point File: Este comando permite seleccionar puntos ubicados en un archivo ASCII externo. Éstos no corresponden a puntos COGO. No ingresarán jamás a la base de datos, solamente serán utilizados como información topográfica para calcular el modelo de terreno. Formarán parte de los vértices de la malla de triángulos.

### **CÁLCULO DE LA MALLA O SUPERFICIE CON LA INFORMACIÓN SELECCIONADA:**

Con el comando “ Build” se hace el cálculo de la superficie o malla triangular en tercera dimensión. Al seleccionarlo, se despliega un cuadro de diálogo, que contiene dos carpetas, " Surface" y " Watershed". La primera, incluye todas las herramientas relativas a la construcción de la malla, la segunda, se refiere al cálculo de posibles cuencas sobre la superficie recién calculada. Carpeta "Surface": Description



**Gráfico.** Construcción de la malla

Description: Este espacio está destinado para ingresar una descripción de la superficie que se calculará.

Build Options : Las opciones que se encuentran bajo este título, no son imprescindibles para el cálculo de la superficie.

Log Errors to file: Si se enciende esta opción, cualquier error que ocurra durante el cálculo del modelo de terreno, se guardará en un archivo de nombre "\*.err", ubicado en un subdirectorio de Land Projects.

Build Watershed: Si se enciende esta opción, se calcularán las posibles cuencas existentes en el modelo de terreno recién construido y se indicarán gráficamente en el dibujo. Las variables que definen las cuencas, deberán estar ingresadas, previamente, en la carpeta " Watershed", que será explicada más adelante.

Compute Extended Statistics: Si se enciende esta opción, el programa entrega mayor información sobre la superficie recién calculada. Los datos que expone son:

Number of triangles: Número de triángulos resultantes del cálculo de la superficie.

Mean elevation: Cota promedio de la superficie

Minimum triangle área: Área del menor triángulo.

Maximum triangle área: Área del mayor triángulo.

2D surface área: Área horizontal de toda la superficie.

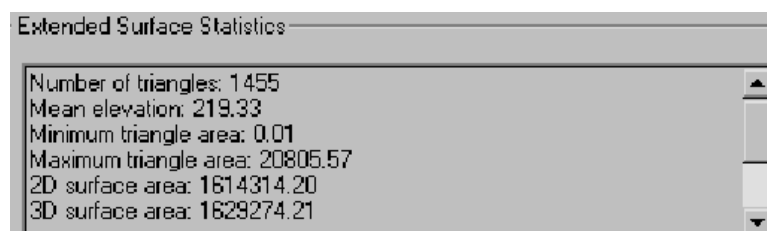
3D surface área: Área en pendiente de toda la superficie.

Minimum grade: Pendiente mínima de la superficie.

Maximum grade: Pendiente máxima de la superficie.

Average grade: Pendiente promedio de la superficie.

Estos datos los entrega en una ventana, que tiene como título "Extended Surface Statistics". Esta se encuentra en el cuadro principal del " Terrain Model Explorer". El siguiente gráfico muestra un ejemplo:



**Gráfico.** Datos con los que será construida la malla



Surface Data Options: Los comandos que se encuentran bajo este título permiten seleccionar cuáles de los datos creados en el punto de Selección de los datos o información topográfica con la cual se calculará la superficie, participarán en la construcción del modelo de terreno. Se deben encender todas las alternativas de datos, que hayan sido definidas y que ahora realmente se quieran usar.

Use point file data: Se debe encender esta opción, si se desea usar los datos seleccionados con el comando "Point Files". Que es el que nosotros estamos utilizando.

Don't add data with elevation less than : Esta opción encendida permite limitar el cálculo de la malla a una cota mínima. Ésta debe ser ingresada en la ventana ubicada debajo de la alternativa. Cualquier dato, que tenga una cota menor que la ingresada, no será tomado en cuenta.

Don't add data with elevation greater than : Esta opción encendida permite limitar el cálculo de la malla a una cota máxima. Ésta debe ser ingresada en la ventana ubicada debajo de la alternativa. Cualquier dato, que tenga una cota mayor que la ingresada, no será tomado en cuenta.

Carpeta "Watershed": En esta carpeta se definen las condiciones de las cuencas que se desean encontrar en la superficie que se construirá, en nuestro caso no es muy necesario.

Al aceptar se realizara la malla.

#### 3.2.4. CURVAS DE NIVEL:

En el menú "Terrain" se encuentran todos los comandos relacionados con curvas de nivel.

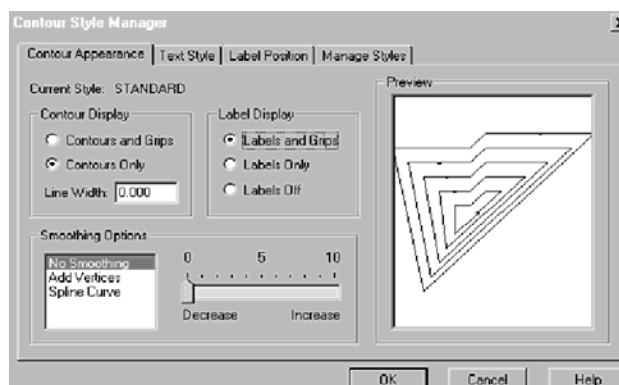


**Gráfico.** Crear curvas de nivel

## DEFINICIÓN DE ESTILOS DE CURVAS DE NIVEL

Antes de crear las curvas de nivel, se debe seleccionar un estilo de curva existente o crear uno que cumpla los requerimientos para la ocasión. Para ello existe un Administrador de Estilos de Curvas de Nivel. Se ingresa a él con el comando "Contour Style Manager". Al seleccionarlo, se despliega un cuadro de diálogo que contiene cuatro carpetas. En ellas se pueden definir diversas características para las curvas de nivel. Cada vez que se defina algún parámetro distinto, se podrá visualizar el efecto de aquella definición sobre las curvas en un cuadro, que se encuentra al costado izquierdo, de título "Preview". De esa manera, es posible decidir con mayor certeza, si se desea definir tal o cual característica. Las carpetas serán descritas en forma individual a continuación:

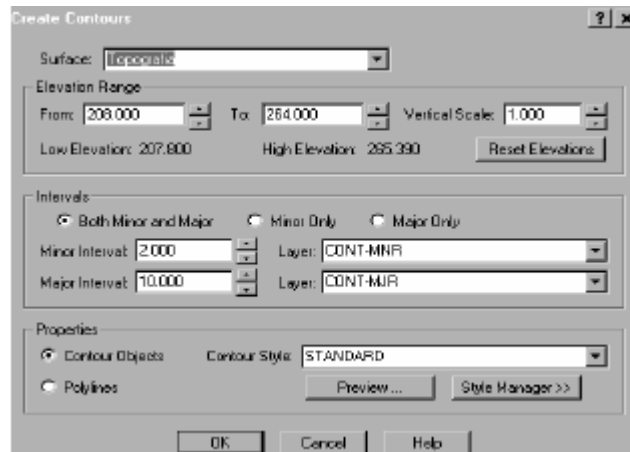
Carpeta "Contour Appearance": En esta carpeta se define cómo va a ser la apariencia de las curvas de nivel.



**Gráfico.** Crear estilo de curvas de nivel

## GENERACIÓN DE CURVAS DE NIVEL:

El cálculo de las curvas de nivel se realiza con el comando “ Create Contours”. Al seleccionarlo, se despliega el siguiente cuadro de diálogo:



**Gráfico 3.22** Generar curvas de nivel

Al realizar clic en OK se generaran las curvas de nivel.”

## **CAPÍTULO IV**

### **PROYECTO GEOMÉTRICO**

Teniendo los datos del estudio de tránsito se pasó al proyecto geométrico de la vía propuesta, que se la planteó en 3 alternativas de diseño tomando en cuenta la topografía del sector, la existencia de la plataforma de la línea férrea en desuso, y las viviendas que existen en ciertos tramos a los costados de la plataforma de la misma.

#### **4.1. Elección de la ruta**

La elección de la ruta estuvo prácticamente definida pues, este proyecto consta con una implantación previa para el paso del tren cuya ruta estuvo definida, pero se debió considerar que el tren fue construido hace 35 años, por tanto el diseño de la línea férrea en desuso es para una velocidad de 40 Km/h. Es por esto que se decidió realizar tres alternativas de trazado, una que siga la plataforma de la línea férrea sin sufrir mayores modificaciones, otra rigiéndose puntualmente a las normas de Diseño Geométrico de Carreteras del MOP 2003 y una última, tomando en cuenta velocidades de diseño no muy conservadoras. Cabe recalcar que las tres alternativas tienen como referencia principal la plataforma de la línea férrea en desuso.

##### **4.1.1 Normas de diseño**

Los diseños de ingeniería vial deben regirse a normas y especificaciones emitidas por los organismos correspondientes. En el Ecuador los proyectos viales

se ejecutan regulados por las normativas del Ministerio de Obras Públicas. Es por eso que para esta propuesta de vía se utilizó las siguientes publicaciones:

- Normas de Diseño Geométrico de Carreteras del MOP 1973.
- Normas de Diseño Geométrico de Carreteras del MOP 2003.
- Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F 2002

## **4.1.2 Anteproyecto**

### **4.1.2.1 Tráfico de diseño**

Para el diseño de esta vía el TPDA fue de 11.495 vehículos para un período de 20 años, además se calculó un TPDA de 8.055 vehículos para un período de 10 años, ya que este valor fue utilizado en las tablas de las normas del MOP y el TPDA de 20 años fue mayor al especificado en los rangos de clasificación de carreteras.

### **4.1.2.2 Clasificación de la vía**

Esta se determinó de acuerdo a la clasificación propuesta según las normas del MOP, que clasifica a las vías en 5 clases de acuerdo tabla 4.1.

Como se puede ver en la tabla 4.1, el TPDA proyectado a 20 años superó el mayor valor del TPDA de la tabla 4.1 que corresponde a una vía de Clase I, por eso se consideró el TPDA proyectado a 10 años de 8055 vehículos. De acuerdo a la nota en la tabla 4.1, dice que debe investigarse la

necesidad de construir una autopista por exceso de vehículos en 10 años. Esta posibilidad se descartó por cuestiones sociales y de topografía, dado que la construcción de una autopista afectaría en mayor medida a las viviendas del sector, y por la existencia de una pendiente pronunciada en el lado noroeste de la ruta el costo subiría extremadamente. Sin embargo sería motivo de un estudio más profundo analizar la factibilidad de una autopista. Para efectos de este estudio se realizó un diseño tomando en cuenta las normas para una vía de Clase I.

**Tabla 4.1.** Clasificación de vía según TPDA futuro. Fuente MOP.

CLASE	TPDA futuro (15 a 20 años)
I	3000-8000
II	1000-3000
III	300-1000
IV	100-300
V	menos de 100

\* El TPDA indicado es el promedio anual de tráfico diario proyectado a 15-20 años, cuando se proyecta un TPDA en exceso de 7000 en 10 años debe investigarse la necesidad de construir una autopista. (Las normas para estas serán parecidas a las de la Clase I, con velocidad de diseño de 10 Km/h más para clase de terreno).

#### 4.1.2.3 Velocidad de diseño

Lo que da calidad de servicio a la vía, es la velocidad de diseño, ya que la calidad depende del flujo vehicular. Es por eso que la carretera debe ser proyectada sobre la base de una velocidad previamente definida, que sería la máxima velocidad de circulación de un vehículo, guiado por su conductor con seguridad. Para la vía propuesta se trabajó con la siguiente tabla.

**Tabla 4.2.** Velocidades de diseño para vía de clase I según tipo de terreno. Fuente MOP

NORMAS	CLASE I					
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA		
	Llano	Ondulado	Montañoso	Llano	Ondulado	Montañoso
Velocidad (km/h)	110	100	80	100	80	60
*Las normas anotadas "Recomendables" se emplearán cuando el TPDA es cerca al límite superior de la clase, o cuando se puede implementar sin incurrir en costos de construcción, se puede variar algo de las normas absolutas, cuando se considere necesario el mejorar una carretera existente siguiendo generalmente le trazado actual.						

La plataforma de la línea férrea en desuso se encuentra en una montaña, razón por la que se escogió el tipo de terreno montañoso y se definió velocidades de diseño para las tres alternativas de vía con lo siguientes criterios:

**Alternativa 1:** Velocidad de Diseño = 60 Km/h, correspondiente a la velocidad absoluta para el tipo de terreno montañoso. Se tomó en cuenta este valor con el objetivo de no modificar mayormente los radios de giro del diseño de la plataforma de la línea férrea.

**Alterativa 2:** Velocidad de Diseño = 80 Km/h, correspondiente a la velocidad recomendable para el tipo de terreno montañoso. Se tomó este valor por que el TPDA es muy alto y está cerca al límite superior de la clase.

**Alternativa 3:** Velocidad de Diseño = 70 Km/h, valor promedio entre las velocidades de las anteriores alternativas.

#### 4.1.2.4 Alineamiento horizontal

<sup>4</sup>El alineamiento horizontal es la proyección del eje del camino sobre un plano horizontal. Los elementos que integran esta proyección son las tangentes y las curvas, sean estas circulares o de transición.

Se estableció los datos del diseño del alineamiento horizontal de acuerdo a la tabla siguiente:

**Tabla 4.3** Valores de los elementos para el diseño geométrico. Fuente MOP.

NORMAS	CLASE I					
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA		
	Llano	Ondulado	Montañoso	Llano	Ondulado	Montañoso
Radiomínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110
Distancia de visibilidad de parada (m)	180	160	110	160	110	70
Distancia de visibilidad de rebase (m)	830	690	565	690	565	415
Peralte	máximo = 10%					

Los datos escogidos por las características del terreno son los que se encuentran en las celdas “ABSOLUTA”-Montañoso, para la alternativa 1, “RECOMENDABLE”-Montañoso para la alternativa 2, y un promedio entre las 2 para las alternativa 3. Quedando establecidos los valores de la tabla 4.4

Se ha tratado en lo posible seguir la ruta de la plataforma de la línea férrea en desuso, por esta razón en la mayoría de curvas horizontales se han

---

<sup>4</sup> Normas de Diseño Geométrico de Carreteras del MOP 2003



utilizado los radios mínimos teniendo en ciertas curvas que disminuir el radio mínimo por cuestiones de topografía. No se utilizó curvas espirales por que su utilización implicaba considerables aumentos en el corte del terreno.

**Tabla 4.4** Valores de elementos para el diseño geométrico para tres alternativas.

<b>ELEMENTOS GEOMÉTRICOS</b>	<b>Alternativa 1</b>	<b>Alternativa 2</b>	<b>Alternativa 3</b>
<b>Radiomínimo de curvas horizontales (m)</b>	110	210	160
<b>Distancia de visibilidad de parada (m)</b>	70	110	90
<b>Distancia de visibilidad de rebase (m)</b>	415	565	490
<b>Peralte</b>	máximo = 10%		

#### 4.1.2.4.1 Peralte

El peralte máximo para la Clase I es del 10%, este varía de acuerdo a los radios y velocidades que se utilicen en el diseño de curvas horizontales de cada alternativa para lo cual a continuación se presentan tablas normadas del MOP donde se encuentra la variación de peraltes.

#### 4.1.2.4.2 Sobreancho

El sobreancho varía según la velocidad de diseño, el radio de giro y la longitud del vehículo DE-610 con longitud de 7.32m desde la parte delantera hasta el eje trasero. Según el MOP, por razones de costo el valor mínimo es de 40 cm. para velocidades mayores de 50 Km/h. Por tanto los valores del sobreancho se presentan en la tabla 4.5.

Velocidad de diseño (Kph)	60	Gradiente Longitudinal	0,60		
Ancho de vía (m)	7,30	Pendiente de la vía (%)	2,00		
		Peralte máximo (%)	10,00		
Radio (m)	Peralte (%)	Sobreebanco (m)	Longitud X (m)	Longitud de transición L (m)	
				Mínima	Máxima
115	10,0	0,68	12	61	72
130	9,7	0,60	12	59	69
150	9,2	0,52	12	56	64
160	9,1	0,48	12	55	63
200	8,2	0,37	12	50	55
210	8,0		12	49	49
250	7,2		12	44	44
300	6,2		12	38	38
350	5,4		12	33	33
400	4,8		12	29	29
480	4,3		12	26	26
500	4,0		12	24	24
600	3,4		12	21	21
700	3,0		12	18	18
750	2,8		12	17	17
800	2,6		12	16	16
900	2,3		12	14	14
1000	2,1		12	13	13
1100	C.P		12	12	12
1200	S.N				

S.N = Sección Normal

C.P = Curva con Peralte

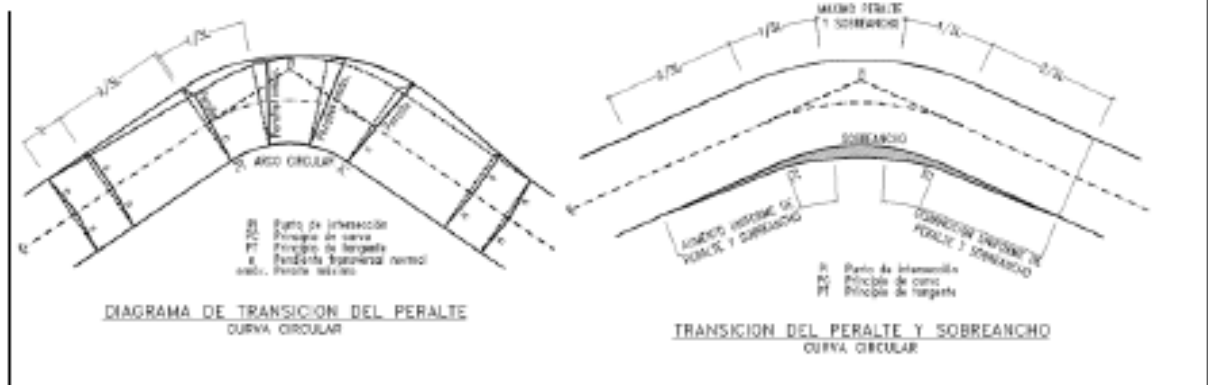


Gráfico 4.1. Valores de peralte para velocidad de 60 Km/h según el radio. Fuente MOP

Velocidad de diseño (Kph)	80	Gradiente Longitudinal	0,50		
Ancho de vía (m)	7,30	Pendiente de la vía (%)	2,00		
		Peralte máximo (%)	10,00		
Radio (m)	Peralte (%)	Sobreaño (m)	Longitud X (m)	Longitud de transición L (m)	
				Mínima	Máxima
210	10,0	0,50	15	73	83
250	9,6	0,41	15	70	78
275	9,3	0,37	15	68	75
300	9,0		15	66	66
350	8,4		15	61	61
400	7,8		15	57	57
435	7,4		15	54	54
460	7,2		15	53	53
500	6,7		15	49	49
535	6,4		15	47	47
600	5,8		15	42	42
700	5,0		15	37	37
750	4,8		15	35	35
800	4,5		15	33	33
900	4,0		15	29	29
1000	3,6		15	26	26
1100	3,3		15	24	24
1200	3,1		15	23	23
1300	2,9		15	21	21
1400	2,7		15	20	20
1500	2,5		15	18	18
1600	2,4		15	18	18
1700	2,3		15	17	17
1800	2,1		15	15	15
1900	C.P		15	15	15
2000	S.N				
S.N = Sección Normal		C.P = Curva con Peralte			

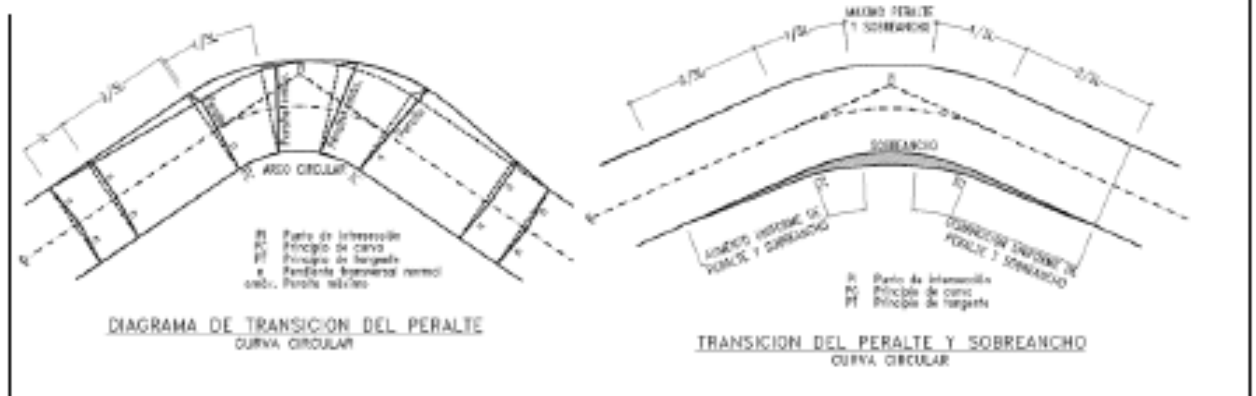
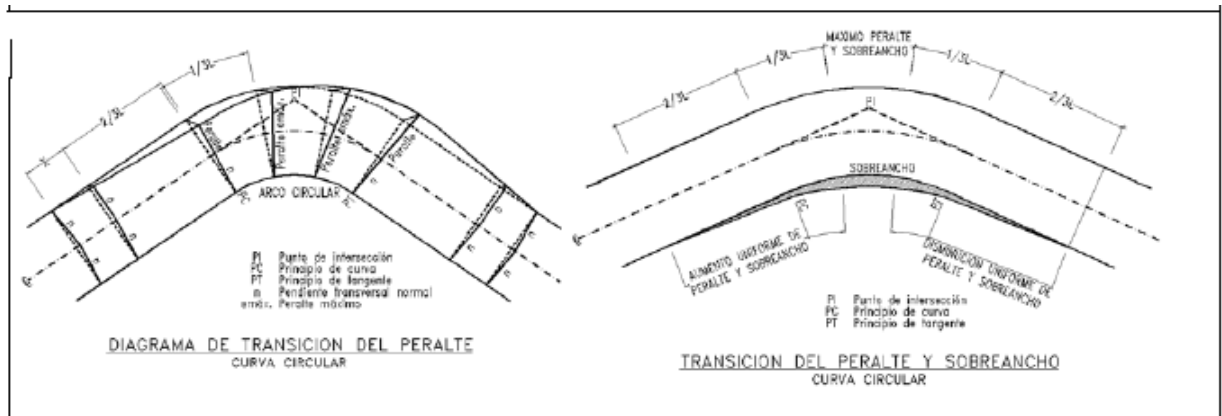


Gráfico 4.2. Valores de peralte para velocidad de 80 Km/h según el radio. Fuente MOP



Velocidad de diseño (Kph)	70	Gradiente Longitudinal	0,55		
Ancho de vía (m)	7,30	Pendiente de la vía (%)	2,00		
		Peralte máximo (%)	10,00		
Radio (m)	Peralte (%)	Sobrealancho (m)	Longitud X (m)	Longitud de transición L (m)	
				Mínima	Máxima
160	10,0	0,56	13	66	77
200	9,3	0,45	13	62	69
210	9,2	0,42	13	61	68
250	8,5	0,35	13	56	62
300	7,7		13	51	51
350	7,0		13	46	46
400	6,4		13	42	42
460	5,7		13	38	38
500	5,3		13	35	35

**Gráfico 4.3.** Valores de peralte para velocidad de 70 Km/h según el radio. Fuente MOP.

**Tabla 4.5.** Variación del valor del sobrealancho para el vehículo de diseño, según radio y velocidad. Fuente MOP.

Número de carriles: 2  
L(m)= 7

Radios(m)	60	70	80	90	100	110	120
110	1,02						
120	0,96						
130	0,90						
140	0,86						
150	0,82						
160	0,78	0,86					
200	0,67	0,74					
210	0,65	0,72	0,79				
250	0,58	0,64	0,70				
275	0,54	0,60	0,66				
300	0,51	0,57	0,63	0,68			
350		0,51	0,57	0,62	0,67		
400		0,47	0,52	0,57	0,62		
430		0,46	0,50	0,55	0,60	0,64	
520		0,40	0,45	0,49	0,53	0,58	0,62
600			0,41	0,45	0,49	0,53	0,57
700				0,41	0,45	0,49	0,52
800					0,41	0,45	0,49
900						0,42	0,45
1000						0,40	0,43
1100							0,41
1200							0,39

Los valores del sobreancho para cada una de las alternativas se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 4.6** Valores de sobreancho para cada alternativa.

<b>ELEMENTOS GEOMÉTRICOS</b>	<b>Alternativa 1</b>	<b>Alternativa 2</b>	<b>Alternativa 3</b>
<b>Radiomínimo de curvas horizontales (m)</b>	110	210	160
<b>Distancia de visibilidad de parada (m)</b>	70	110	90
<b>Sobreancho (m)</b>	1.02	0.79	0.86

#### **4.1.2.4.3 Resumen del diseño horizontal**

Una vez definido todos los elementos geométricos se realizó el diseño horizontal para cada una de las alternativas, con la ayuda del software técnico Autodesk Land Desktop, programa que después de ingresar los datos y criterios para el diseño, facilitó los siguientes resultados:

**Tabla 4.6** Reporte Curvas Horizontales Alternativa1

Tangente intermedia				
Longitud:	4.42	Curso:	S	89° 23' 35" E

Curva Horizontal # 1				
Datos Curva Circular				
Alfa:	23° 16' 04"	Sentido:	DERECHA	
Radio:	220			
Longitud:	89.34	Tangente:	45.29	
Flecha	4.52	External:	4.61	
Cuerda:	88.73	Curso:	S	77° 45' 33" E

Tangente intermedia				
Longitud:	56.7	Curso:	S	66° 07' 31" E

Curva Horizontal # 2				
Datos Curva Circular				
Alfa:	78° 48' 47"	Sentido:	IZQUIERDA	
Radio:	110			
Longitud:	151.31	Tangente:	90.38	
Flecha	25.01	External:	32.37	
Cuerda:	139.66	Curso:	N	74° 28' 05" E

Tangente intermedia				
Longitud:	52.06	Curso:	N	35° 03' 42" E

Curva Horizontal # 3				
Datos Curva Circular				
Alfa:	16° 49' 16"	Sentido:	DERECHA	
Radio:	220			
Longitud:	64.59	Tangente:	32.53	
Flecha	2.37	External:	2.39	
Cuerda:	64.36	Curso:	N	26° 39' 04" E

Tangente intermedia				
Longitud:	88.98	Curso:	N	18° 03' 52" E

Curva Horizontal # 4				
Datos Curva Circular				
Alfa:	81° 24' 11"	Sentido:	DERECHA	
Radio:	110			
Longitud:	156.28	Tangente:	94.62	
Flecha	26.61	External:	35.1	
Cuerda:	143.47	Curso:	N	58° 45' 57" E

Tangente intermedia				
Longitud:	3.09	Curso:	S	80° 31' 57" E

Curva Horizontal # 5				
Datos Curva Circular				
Alfa:	32° 16' 22"	Sentido:	IZQUIERDA	
Radio:	220			
Longitud:	123.92	Tangente:	63.65	
Flecha	8.67	External:	9.02	
Cuerda:	122.29	Curso:	N	83° 19' 52" E

Tangente intermedia				
Longitud:	61.58	Curso:	N	67° 11' 41" E

Curva Horizontal # 6				
Datos Curva Circular				
Alfa:	13° 25' 42"	Sentido:	DERECHA	
Radio:	220			
Longitud:	51.56	Tangente:	25.9	
Flecha	1.51	External:	1.52	
Cuerda:	51.44	Curso:	N	73° 54' 32" E

Tangente intermedia				
Longitud:	57.96	Curso:	N	80° 37' 23" E

Curva Horizontal # 7				
Datos Curva Circular				
Alfa:	47° 07' 43"	Sentido:	IZQUIERDA	
Radio:	110			
Longitud:	90.48	Tangente:	47.98	
Flecha	9.17	External:	10.01	
Cuerda:	87.95	Curso:	N	57° 03' 32" E

Tangente intermedia				
Longitud:	33.51	Curso:	N	33° 29' 40" E

Curva Horizontal # 8				
Datos Curva Circular				
Alfa:	47° 23' 00"	Sentido:	DERECHA	
Radio:	110			
Longitud:	90.97	Tangente:	48.27	
Flecha	9.27	External:	10.12	
Cuerda:	88.4	Curso:	N	57° 11' 10" E

Tangente intermedia				
Longitud:	36.35	Curso:	N	80° 52' 41" E

Curva Horizontal # 9				
Datos Curva Circular				
Alfa:	30° 59' 34"	Sentido:	IZQUIERDA	
Radio:	110			
Longitud:	59.5	Tangente:	30.5	
Flecha	4	External:	4.15	
Cuerda:	58.78	Curso:	N	65° 22' 54" E

Tangente intermedia				
Longitud:	27	Curso:	N	49° 53' 07" E

Curva Horizontal # 10				
Datos Curva Circular				
Alfa:	16° 12' 37"	Sentido:	DERECHA	
Radio:	220			
Longitud:	62.24	Tangente:	31.33	
Flecha	2.2	External:	2.22	
Cuerda:	62.04	Curso:	N	57° 59' 25" E

<b>Tangente intermedia</b>				
<b>Longitud:</b>	24.38	<b>Curso:</b>	N	66° 05' 44" E

<b>Curva Horizontal # 11</b>				
<b>Datos Curva Circular</b>				
<b>Alfa:</b>	30° 44' 35"	<b>Sentido:</b>	IZQUIERDA	
<b>Radio:</b>	140			
<b>Longitud:</b>	75.12	<b>Tangente:</b>	38.49	
<b>Flecha</b>	5.01	<b>External:</b>	5.19	
<b>Cuerda:</b>	74.22	<b>Curso:</b>	N	50° 43' 26" E

<b>Tangente intermedia</b>				
<b>Longitud:</b>	85.96	<b>Curso:</b>	N	35° 21' 08" E

<b>Curva Horizontal # 12</b>				
<b>Datos Curva Circular</b>				
<b>Alfa:</b>	28° 20' 13"	<b>Sentido:</b>	DERECHA	
<b>Radio:</b>	220			
<b>Longitud:</b>	108.81	<b>Tangente:</b>	55.54	
<b>Flecha</b>	6.69	<b>External:</b>	6.9	
<b>Cuerda:</b>	107.7	<b>Curso:</b>	N	49° 31' 15" E

<b>Tangente intermedia</b>				
<b>Longitud:</b>	52.99	<b>Curso:</b>	N	63° 41' 21" E

<b>Curva Horizontal # 13</b>				
<b>Datos Curva Circular</b>				
<b>Alfa:</b>	23° 43' 52"	<b>Sentido:</b>	IZQUIERDA	
<b>Radio:</b>	110			
<b>Longitud:</b>	45.56	<b>Tangente:</b>	23.11	
<b>Flecha</b>	2.35	<b>External:</b>	2.4	
<b>Cuerda:</b>	45.24	<b>Curso:</b>	N	51° 49' 25" E

<b>Tangente intermedia</b>				
<b>Longitud:</b>	48.9	<b>Curso:</b>	N	39° 57' 29" E

<b>Curva Horizontal # 14</b>				
<b>Datos Curva Circular</b>				
<b>Alfa:</b>	11° 23' 00"	<b>Sentido:</b>	DERECHA	
<b>Radio:</b>	110			
<b>Longitud:</b>	21.85	<b>Tangente:</b>	10.96	
<b>Flecha</b>	0.54	<b>External:</b>	0.54	
<b>Cuerda:</b>	21.82	<b>Curso:</b>	N	45° 38' 59" E

<b>Tangente intermedia</b>				
<b>Longitud:</b>	110.36	<b>Curso:</b>	N	51° 20' 29" E

<b>Curva Horizontal # 15</b>				
<b>Datos Curva Circular</b>				
<b>Alfa:</b>	58° 36' 11"	<b>Sentido:</b>	DERECHA	
<b>Radio:</b>	110			
<b>Longitud:</b>	112.51	<b>Tangente:</b>	61.73	
<b>Flecha</b>	14.07	<b>External:</b>	16.14	
<b>Cuerda:</b>	107.67	<b>Curso:</b>	N	80° 38' 34" E

<b>Tangente intermedia</b>				
<b>Longitud:</b>	23.52	<b>Curso:</b>	S	70° 03' 20" E

<b>Curva Horizontal # 16</b>				
<b>Datos Curva Circular</b>				
<b>Alfa:</b>	8° 11' 23"	<b>Sentido:</b>	IZQUIERDA	
<b>Radio:</b>	220			
<b>Longitud:</b>	31.45	<b>Tangente:</b>	15.75	
<b>Flecha</b>	0.56	<b>External:</b>	0.56	
<b>Cuerda:</b>	31.42	<b>Curso:</b>	S	74° 09' 02" E

<b>Tangente intermedia</b>				
<b>Longitud:</b>	18.93	<b>Curso:</b>	S	78° 14' 44" E

<b>Curva Horizontal # 17</b>				
<b>Datos Curva Circular</b>				
<b>Alfa:</b>	32° 12' 06"	<b>Sentido:</b>	IZQUIERDA	
<b>Radio:</b>	220			
<b>Longitud:</b>	123.65	<b>Tangente:</b>	63.5	
<b>Flecha</b>	8.63	<b>External:</b>	8.98	
<b>Cuerda:</b>	122.02	<b>Curso:</b>	N	85° 39' 14" E

<b>Tangente intermedia</b>				
<b>Longitud:</b>	59	<b>Curso:</b>	N	69° 33' 11" E

<b>Curva Horizontal # 18</b>				
<b>Datos Curva Circular</b>				
<b>Alfa:</b>	48° 30' 42"	<b>Sentido:</b>	DERECHA	
<b>Radio:</b>	120			
<b>Longitud:</b>	101.6	<b>Tangente:</b>	54.07	
<b>Flecha</b>	10.59	<b>External:</b>	11.62	
<b>Cuerda:</b>	98.59	<b>Curso:</b>	S	86° 11' 28" E

<b>Tangente intermedia</b>				
<b>Longitud:</b>	221.91	<b>Curso:</b>	S	61° 56' 08" E

<b>Curva Horizontal # 19</b>				
<b>Datos Curva Circular</b>				
<b>Alfa:</b>	82° 03' 24"	<b>Sentido:</b>	IZQUIERDA	
<b>Radio:</b>	110			
<b>Longitud:</b>	157.54	<b>Tangente:</b>	95.72	
<b>Flecha</b>	27.02	<b>External:</b>	35.81	
<b>Cuerda:</b>	144.42	<b>Curso:</b>	N	77° 02' 10" E

<b>Tangente intermedia</b>				
<b>Longitud:</b>	91.19	<b>Curso:</b>	N	36° 00' 28" E

<b>Curva Horizontal # 20</b>				
<b>Datos Curva Circular</b>				
<b>Alfa:</b>	91° 42' 42"	<b>Sentido:</b>	DERECHA	
<b>Radio:</b>	50			
<b>Longitud:</b>	80.03	<b>Tangente:</b>	51.52	
<b>Flecha</b>	15.18	<b>External:</b>	21.79	
<b>Cuerda:</b>	71.76	<b>Curso:</b>	N	81° 51' 49" E

<b>Tangente intermedia</b>				
<b>Longitud:</b>	24.51	<b>Curso:</b>	S	52° 16' 50" E

<b>Curva Horizontal # 21</b>				
<b>Datos Curva Circular</b>				
<b>Alfa:</b>	12° 26' 53"	<b>Sentido:</b>	DERECHA	
<b>Radio:</b>	379.98			
<b>Longitud:</b>	82.55	<b>Tangente:</b>	41.44	
<b>Flecha:</b>	2.24	<b>External:</b>	2.25	
<b>Cuerda:</b>	82.39	<b>Curso:</b>	S	42° 54' 48" E

**Tabla 4.7** Reporte Curvas Horizontales Alternativa 2

<b>Tangente intermedia</b>				
<b>Longitud:</b>	76.66	<b>Curso:</b>	S	73-29-02 E

<b>Tangente intermedia</b>				
<b>Longitud:</b>	503.06	<b>Curso:</b>	N	48° 21' 22" E

<b>Curva Horizontal # 1</b>				
<b>Datos Curva Circular</b>				
<b>Alfa:</b>	85° 27' 17"	<b>Sentido:</b>	IZQUIERDA	
<b>Radio:</b>	210.00			
<b>Longitud:</b>	313.21	<b>Tangente:</b>	193.97	
<b>Flecha:</b>	55.74	<b>External:</b>	75.87	
<b>Cuerda:</b>	284.97	<b>Curso:</b>	N	63° 47' 20" E

<b>Curva Horizontal # 5</b>				
<b>Datos Curva Espiral</b>				
<b>Alfa:</b>	59° 32' 46"	<b>Sentido:</b>	DERECHA	
<b>Radio:</b>	210.00			
<b>Longitud:</b>	218.25	<b>Tangente:</b>	120.14	
<b>Flecha:</b>	27.72	<b>External:</b>	31.94	
<b>Cuerda:</b>	208.56	<b>Curso:</b>	N	78° 07' 45" E

<b>Tangente intermedia</b>				
<b>Longitud:</b>	37.64	<b>Curso:</b>	N	21° 03' 41" E

<b>Tangente intermedia</b>				
<b>Longitud:</b>	36.52	<b>Curso:</b>	S	72° 05' 52" E

<b>Curva Horizontal # 2</b>				
<b>Datos Curva Circular</b>				
<b>Alfa:</b>	61° 37' 47"	<b>Sentido:</b>	DERECHA	
<b>Radio:</b>	210.00			
<b>Longitud:</b>	225.89	<b>Tangente:</b>	125.26	
<b>Flecha:</b>	29.65	<b>External:</b>	34.52	
<b>Cuerda:</b>	215.15	<b>Curso:</b>	N	51° 52' 35" E

<b>Curva Horizontal # 6</b>				
<b>Datos Curva Circular</b>				
<b>Alfa:</b>	35° 54' 45"	<b>Sentido:</b>	IZQUIERDA	
<b>Radio:</b>	210.00			
<b>Longitud:</b>	131.63	<b>Tangente:</b>	68.06	
<b>Flecha:</b>	10.23	<b>External:</b>	10.75	
<b>Cuerda:</b>	129.48	<b>Curso:</b>	N	89° 56' 45" E

<b>Tangente intermedia</b>				
<b>Longitud:</b>	153.53	<b>Curso:</b>	N	82° 41' 29" E

<b>Tangente intermedia</b>				
<b>Longitud:</b>	#¡VALOR!	<b>Curso:</b>	N	71° 59' 23" E

<b>Curva Horizontal # 3</b>				
<b>Datos Curva Circular</b>				
<b>Alfa:</b>	20° 35' 1"	<b>Sentido:</b>	IZQUIERDA	
<b>Radio:</b>	210.00			
<b>Longitud:</b>	75.44	<b>Tangente:</b>	38.13	
<b>Flecha:</b>	3.38	<b>External:</b>	3.43	
<b>Cuerda:</b>	75.04	<b>Curso:</b>	N	72° 23' 58" E

<b>Curva Horizontal # 7</b>				
<b>Datos Curva Circular</b>				
<b>Alfa:</b>	49° 22' 56"	<b>Sentido:</b>	DERECHA	
<b>Radio:</b>	210.00			
<b>Longitud:</b>	181.00	<b>Tangente:</b>	96.55	
<b>Flecha:</b>	19.20	<b>External:</b>	21.13	
<b>Cuerda:</b>	175.45	<b>Curso:</b>	S	83° 19' 09" E

<b>Tangente intermedia</b>				
<b>Longitud:</b>	332.61	<b>Curso:</b>	N	62° 06' 27" E

<b>Tangente intermedia</b>				
<b>Longitud:</b>	130.48	<b>Curso:</b>	S	58° 36' 54" E

<b>Curva Horizontal # 4</b>				
<b>Datos Curva Circular</b>				
<b>Alfa:</b>	13° 45' 6"	<b>Sentido:</b>	IZQUIERDA	
<b>Radio:</b>	350.00			
<b>Longitud:</b>	84.00	<b>Tangente:</b>	42.21	
<b>Flecha:</b>	2.52	<b>External:</b>	2.54	
<b>Cuerda:</b>	83.80	<b>Curso:</b>	N	55° 13' 54" E

<b>Curva Horizontal # 8</b>				
<b>Datos Curva Circular</b>				
<b>Alfa:</b>	85° 22' 38"	<b>Sentido:</b>	IZQUIERDA	
<b>Radio:</b>	110.00			
<b>Longitud:</b>	163.91	<b>Tangente:</b>	101.47	
<b>Flecha:</b>	29.15	<b>External:</b>	39.65	
<b>Cuerda:</b>	149.16	<b>Curso:</b>	N	78° 41' 47" E



Curva Horizontal # 9				
Datos Curva Circular				
Alfa:	91° 42' 42"	Sentido:	DERECHA	
Radio:	50.00			
Longitud:	80.03	Tangente:	51.52	
Flecha:	15.18	External:	21.79	
Cuerda:	71.76	Curso:	N	77° 02' 10" E

Tangente intermedia				
Longitud:	179.06	Curso:	N	36° 00' 28" E

**Tabla 4.8** Reporte Curvas Horizontales Alternativa 3

Tangente intermedia				
Longitud:	96.70	Curso:	S	66° 12' 18" E

Tangente intermedia				
Longitud:	325.15	Curso:	N	56° 06' 31" E

Curva Horizontal # 1				
Datos Curva Circular				
Delta:	79° 12' 08"	Sentido:	IZQUIERDA	
Radius:	160.00			
Longitud:	221.18	Tangente:	132.37	
Flecha:	36.72	External:	47.66	
Cuerda:	203.98	Curso:	N	74° 11' 38" E

Curva Horizontal # 4				
Datos Curva Circular				
Delta:	05° 23' 50"	Sentido:	IZQUIERDA	
Radius:	350.00			
Longitud:	19.78	Tangente:	16.50	
Flecha:	0.39	External:	389.00	
Cuerda:	32.96	Curso:	N	53° 24' 36" E

Tangente intermedia				
Longitud:	168.69	Curso:	N	34° 35' 33" E

Tangente intermedia				
Longitud:	472.72	Curso:	N	50° 42' 40" E

Curva Horizontal # 2				
Datos Curva Circular				
Delta:	38° 37' 56"	Sentido:	DERECHA	
Radius:	210.00			
Longitud:	141.60	Tangente:	73.61	
Flecha:	11.82	External:	12.53	
Cuerda:	138.93	Curso:	N	53° 54' 31" E

Curva Horizontal # 5				
Datos Curva Circular				
Delta:	38° 57' 55"	Sentido:	DERECHA	
Radius:	160.00			
Longitud:	108.81	Tangente:	56.61	
Flecha:	9.16	External:	9.72	
Cuerda:	106.73	Curso:	N	70° 11' 38" E

Tangente intermedia				
Longitud:	316.29	Curso:	N	73° 55' 19" E

Tangente intermedia				
Longitud:	375.46	Curso:	N	89° 40' 36" E

Curva Horizontal # 3				
Datos Curva Circular				
Delta:	17° 48' 48"	Sentido:	IZQUIERDA	
Radius:	210.00			
Longitud:	65.29	Tangente:	32.91	
Flecha:	2.53	External:	2.56	
Cuerda:	65.03	Curso:	N	65° 00' 55" E

Curva Horizontal # 6				
Datos Curva Circular				
Delta:	27° 32' 29"	Sentido:	DERECHA	
Radius:	160.00			
Longitud:	76.91	Tangente:	39.21	
Flecha:	4.60	External:	4.74	
Cuerda:	76.17	Curso:	S	76° 33' 10" E

Tangente intermedia				
Longitud:	132.40	Curso:	S	62° 46' 55" E

Curva Horizontal # 7				
Datos Curva Circular				
Delta:	80° 12' 09"	Sentido:	IZQUIERDA	
Radius:	110.00			
Longitud:	153.98	Tangente:	92.63	
Flecha:	25.86	External:	33.81	
Cuerda:	141.71	Curso:	N	77° 07' 00" E

Curva Horizontal # 8				
Datos Curva Circular				
Delta:	91° 40' 51"	Sentido:	DERECHA	
Radius:	50.00			
Longitud:	79.70	Tangente:	51.18	
Flecha:	15.06	External:	21.55	
Cuerda:	71.53	Curso:	N	82° 03' 43" E

Tangente intermedia				
Longitud:	113.56	Curso:	N	36° 23' 15" E

Tangente intermedia				
Longitud:	86.22	Curso:	S	52° 16' 50" E

#### 4.1.2.5 Alineamiento vertical

Este diseño es el complemento del diseño horizontal, consiste en la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subrasante.

##### 4.1.2.5.1 Pendientes máximas y mínimas

De acuerdo a las normas MOP la pendiente máxima para una vía Clase I es del 7 % a fin de permitir velocidades razonables de circulación, aunque también podrían ser pendientes mayores pero con tangentes cortas por ejemplo para 14% longitud de 250m y para 12% longitud de hasta 500m. La pendiente mínima usual es del 0.5 % porque siempre que el terreno lo permita debe haber una pendiente para que corra el agua por las cunetas, aunque puede ser 0% por ejemplo en terrenos planos en la Costa donde se colocan tuberías longitudinales y luego se bombea el agua. Para cada una de las alternativas se ha tratado en lo posible de utilizar pendientes del 2 % salvo en la intersección con la calle Mariano Hinojosa en la que obligadamente se tiene una pendiente forzada pero que no sobrepasó la máxima.

#### **4.1.2.5.2 Curvas verticales**

La curva vertical que más se acomoda por razones de visibilidad y que favorece a los cambios de velocidad es la parábola simple que se aproxima a una curva circular, este tipo de curva se utilizó en las tres alternativas de diseño tanto en curvas cóncavas como en convexas.

Al estar ya definida una plataforma sobre la ruta, no se tienen mayores cambios de pendiente por tanto no fue necesario el uso de curvas forzadas y los valores de longitud de curva vertical en su totalidad son mayores que la mínima propuesta por el MOP que es el resultado de la multiplicación de la velocidad de diseño en Km/h por 0,60 dando la longitud mínima de curva en metros.

#### **4.1.2.5.3 Curvas convexas y cóncavas**

En el software utilizado para el diseño se trabajó con la constante K de curvas cóncavas y convexas mínimas propuestas por el MOP. K es la relación entre la longitud de la curva vertical y la diferencia algebraica de gradientes expresada en porcentaje. Se ingresó al software con la constante K, y se obtuvieron longitudes de curva que fueron redondeadas, resultando un alineamiento vertical con requerimientos de distancia de visibilidad de parada aceptables. Los valores mínimos de K se presentan en las siguientes tablas.

**Tabla 4.9.** Curvas verticales convexas mínimas según velocidad de diseño y distancia de visibilidad de parada. Fuente MOP

Velocidad de diseño kph	Distancia de Visibilidad para Parada-"s" (metros)	Coeficiente $K=S^2/426$	
		Calculado	Redondeado
20	20	0,94	1
25	25	1,47	2
30	30	2,11	2
35	35	2,88	3
40	40	3,76	4
45	50	5,87	6
50	55	7,1	7
60	70	11,5	→ 12
70	90	19,01	→ 19
80	110	28,4	→ 28
90	135	42,78	43
100	160	60,09	60
110	180	76,06	80
120	220	113,62	115

**Tabla 4.10.** Curvas verticales cóncavas mínimas según velocidad de diseño y distancia de visibilidad de parada. Fuente MOP

Velocidad de diseño kph	Distancia de Visibilidad para Parada-"s" (metros)	Coeficiente $K=S^2/122+3,5 S$	
		Calculado	Redondeado
20	20	2.08	2
25	25	2.98	3
30	30	3.96	4
35	35	5.01	5
40	40	6.11	6
45	50	8.42	8
50	55	9.62	10
60	70	13.35	→ 13
70	90	18.54	→ 19
80	110	23.87	→ 24
90	135	30.66	31
100	160	37.54	38
110	180	43.09	43
120	220	54.26	54

#### 4.1.2.5.4 Resumen del diseño vertical

**Tabla 4.11.** Resumen de datos de entrada

ALTERNATIVA #	PENDIENTE (%)		K	
	MÍNIMA	MÁXIMA	CÓNCAVA	CONVEXA
1	0.5	7.0	13	12
2	0.5	7.0	19	19
3	0.5	7.0	24	28

Una vez definidos todos los elementos geométricos se realizó el diseño vertical para cada una de las alternativas, con la ayuda del software técnico Autodesk Land Desktop, programa que después de ingresar los datos de la tabla 4.12 y aplicando criterios para el diseño, proporcionó los resultados de las tablas 4.12, 4.13, 4.14.

#### 4.1.2.6 Sección transversal

<sup>5</sup> “La sección transversal típica a adoptarse para una carretera depende casi exclusivamente del volumen de tráfico y del terreno y por consiguiente de la velocidad de diseño más apropiada para dicha carretera”.

Por tanto, considerando una vía de Clase I se adoptó para las tres alternativas un ancho de carril de 3.65 m dando un ancho de calzada de 7.30 m con anchos de espaldones de 2 m., bombeo del 2% y gradiente transversal para espaldones del 3% tal como se ve en el gráfico 4.4

---

<sup>5</sup> Normas de Diseño Geométrico del MOP 2003

**Tabla 4.12** Reporte Curvas Verticales Alternativa 1

<b>Curva Vertical # 1</b>			
<b>Información Curva Vertical (curva convexa)</b>			
<b>Abscisa PVC:</b>	0+555	<b>Cota:</b>	2829.2
<b>Abscisa PVI:</b>	0+600	<b>Cota:</b>	2829.7
<b>Abscisa PVT:</b>	0+645	<b>Cota:</b>	2829.5
<b>Pendiente entrante (%):</b>	1.13	<b>Pendiente saliente (%):</b>	-0.52
<b>Diferencia de pendientes (%):</b>	1.66	<b>K:</b>	54.27
<b>Longitud Curva:</b>	90		
<b>Punto Alto:</b>	0+616.508	<b>Cota:</b>	2829.5

<b>Curva Vertical # 2</b>			
<b>Información Curva Vertical (curva cóncava)</b>			
<b>Abscisa PVC:</b>	0+950	<b>Cota:</b>	2827.9
<b>Abscisa PVI:</b>	1+000	<b>Cota:</b>	2827.6
<b>Abscisa PVT:</b>	1+050	<b>Cota:</b>	2828.4
<b>Pendiente entrante (%):</b>	-0.52	<b>Pendiente saliente (%):</b>	1.57
<b>Diferencia de pendientes (%):</b>	2.09	<b>K:</b>	47.81
<b>Longitud Curva:</b>	100		
<b>Punto Bajo:</b>	0+975.100	<b>Cota:</b>	2827.8

<b>Curva Vertical # 3</b>			
<b>Información Curva Vertical (curva convexa)</b>			
<b>Abscisa PVC:</b>	1+230	<b>Cota:</b>	2831.2
<b>Abscisa PVI:</b>	1+300	<b>Cota:</b>	2832.3
<b>Abscisa PVT:</b>	1+370	<b>Cota:</b>	2831.5
<b>Pendiente entrante (%):</b>	1.57	<b>Pendiente saliente (%):</b>	-1.17
<b>Diferencia de pendientes (%):</b>	2.73	<b>K:</b>	51.22
<b>Longitud Curva:</b>	140		
<b>Punto Alto:</b>	1+310.244	<b>Cota:</b>	2831.8

<b>Curva Vertical # 4</b>			
<b>Información Curva Vertical (curva cóncava)</b>			
<b>Abscisa PVC:</b>	1+550	<b>Cota:</b>	2829.4
<b>Abscisa PVI:</b>	1+600	<b>Cota:</b>	2828.8
<b>Abscisa PVT:</b>	1+650	<b>Cota:</b>	2829.3
<b>Pendiente entrante (%):</b>	-1.17	<b>Pendiente saliente (%):</b>	0.92
<b>Diferencia de pendientes (%):</b>	2.09	<b>K:</b>	47.81
<b>Longitud Curva:</b>	100		
<b>Punto Bajo:</b>	1+605.777	<b>Cota:</b>	2829.1

<b>Curva Vertical # 5</b>			
<b>Información Curva Vertical (curva convexa)</b>			
<b>Abscisa PVC:</b>	1+950	<b>Cota:</b>	2832
<b>Abscisa PVI:</b>	2+000	<b>Cota:</b>	2832.5
<b>Abscisa PVT:</b>	2+050	<b>Cota:</b>	2832.3
<b>Pendiente entrante (%):</b>	0.92	<b>Pendiente saliente (%):</b>	-0.4
<b>Diferencia de pendientes (%):</b>	1.32	<b>K:</b>	75.47
<b>Longitud Curva:</b>	100		
<b>Punto Alto:</b>	2+019.811	<b>Cota:</b>	2832.4

<b>Curva Vertical # 6</b>			
<b>Información Curva Vertical (curva cóncava)</b>			
<b>Abscisa PVC:</b>	2+255	<b>Cota:</b>	2831.5
<b>Abscisa PVI:</b>	2+300	<b>Cota:</b>	2831.3
<b>Abscisa PVT:</b>	2+345	<b>Cota:</b>	2832.7
<b>Pendiente entrante (%):</b>	-0.4	<b>Pendiente saliente (%):</b>	3.21
<b>Diferencia de pendientes (%):</b>	3.61	<b>K:</b>	24.96
<b>Longitud Curva:</b>	90		
<b>Punto Bajo:</b>	2+264.985	<b>Cota:</b>	2831.5

<b>Curva Vertical # 7</b>			
<b>Información Curva Vertical (curva convexa)</b>			
<b>Abscisa PVC:</b>	2+505	<b>Cota:</b>	2837.9
<b>Abscisa PVI:</b>	2+640	<b>Cota:</b>	2842.2
<b>Abscisa PVT:</b>	2+775	<b>Cota:</b>	2833.6
<b>Pendiente entrante (%):</b>	3.21	<b>Pendiente saliente (%):</b>	-6.4
<b>Diferencia de pendientes (%):</b>	9.6	<b>K:</b>	28.11
<b>Longitud Curva:</b>	270		
<b>Punto Alto:</b>	2+595.108	<b>Cota:</b>	2839.3

<b>Curva Vertical # 8</b>			
<b>Información Curva Vertical (curva cóncava)</b>			
<b>Abscisa PVC:</b>	2+808.119	<b>Cota:</b>	2831.4
<b>Abscisa PVI:</b>	2+873.119	<b>Cota:</b>	2827.3
<b>Abscisa PVT:</b>	2+938.119	<b>Cota:</b>	2826.6
<b>Pendiente entrante (%):</b>	-6.4	<b>Pendiente saliente (%):</b>	-1.03
<b>Diferencia de pendientes (%):</b>	5.37	<b>K:</b>	24.22
<b>Longitud Curva:</b>	130		

**Tabla 4.13** Reporte Curvas Verticales Alternativa 2.

<b>Curva Vertical # 1</b>			
<b>Información Curva Vertical (curva convexa)</b>			
<b>Abscisa PVC:</b>	1+050	<b>Cota:</b>	7.296
<b>Abscisa PVI:</b>	1+100	<b>Cota:</b>	7.765
<b>Abscisa PVT:</b>	1+150	<b>Cota:</b>	7.46
<b>Pendiente entrante (%):</b>	0.937	<b>Pendiente saliente (%):</b>	-0.61
<b>Diferencia de pendientes (%):</b>	1.547	<b>K:</b>	64.661
<b>Longitud Curva:</b>	100		
<b>Punto Alto:</b>	1+110.573	<b>Cota:</b>	7.58

<b>Curva Vertical # 3</b>			
<b>Información Curva Vertical (curva convexa)</b>			
<b>Abscisa PVC:</b>	2+460	<b>Cota:</b>	10.479
<b>Abscisa PVI:</b>	2+620	<b>Cota:</b>	12.765
<b>Abscisa PVT:</b>	2+780	<b>Cota:</b>	-3.253
<b>Pendiente entrante (%):</b>	1.429	<b>Pendiente saliente (%):</b>	-10.01
<b>Diferencia de pendientes (%):</b>	11.439	<b>K:</b>	27.973
<b>Longitud Curva:</b>	320		
<b>Punto Alto:</b>	2+499.962	<b>Cota:</b>	10.764

<b>Curva Vertical # 2</b>			
<b>Información Curva Vertical (curva cóncava)</b>			
<b>Abscisa PVC:</b>	1+870	<b>Cota:</b>	3.069
<b>Abscisa PVI:</b>	1+920	<b>Cota:</b>	2.765
<b>Abscisa PVT:</b>	1+970	<b>Cota:</b>	3.479
<b>Pendiente entrante (%):</b>	-0.61	<b>Pendiente saliente (%):</b>	1.429
<b>Diferencia de pendientes (%):</b>	2.038	<b>K:</b>	49.06
<b>Longitud Curva:</b>	100		
<b>Punto Bajo:</b>	1+899.915	<b>Cota:</b>	2.978
	2+620		12.765
			-10.011
			320

**Tabla 4.14** Reporte Curvas Verticales Alternativa 3.

<b>Curva Vertical # 1</b>			
<b>Información Curva Vertical (curva convexa)</b>			
<b>Abscisa PVC:</b>	1+020	<b>Cota:</b>	2845.101
<b>Abscisa PVI:</b>	1+060	<b>Cota:</b>	2845.901
<b>Abscisa PVT:</b>	1+100	<b>Cota:</b>	2845.101
<b>Pendiente entrante (%):</b>	2	<b>Pendiente saliente (%):</b>	-2
<b>Diferencia de pendientes (%):</b>	4	<b>K:</b>	20
<b>Longitud Curva:</b>	80		
<b>Punto Alto:</b>	1+060	<b>Cota:</b>	2845.501

<b>Curva Vertical # 3</b>			
<b>Información Curva Vertical (curva convexa)</b>			
<b>Abscisa PVC:</b>	2+185	<b>Cota:</b>	2844.401
<b>Abscisa PVI:</b>	2+260	<b>Cota:</b>	2845.901
<b>Abscisa PVT:</b>	2+335	<b>Cota:</b>	2842.016
<b>Pendiente entrante (%):</b>	2	<b>Pendiente saliente (%):</b>	-5.18
<b>Diferencia de pendientes (%):</b>	7.18	<b>K:</b>	20.891
<b>Longitud Curva:</b>	150		
<b>Punto Alto:</b>	2+226.781	<b>Cota:</b>	2844.819

<b>Curva Vertical # 2</b>			
<b>Información Curva Vertical (curva cóncava)</b>			
<b>Abscisa PVC:</b>	1+623	<b>Cota:</b>	2834.641
<b>Abscisa PVI:</b>	1+660	<b>Cota:</b>	2833.901
<b>Abscisa PVT:</b>	1+697	<b>Cota:</b>	2834.641
<b>Pendiente entrante (%):</b>	-2	<b>Pendiente saliente (%):</b>	2
<b>Diferencia de pendientes (%):</b>	4	<b>K:</b>	18.5
<b>Longitud Curva:</b>	74		
<b>Punto Bajo:</b>	1+660	<b>Cota:</b>	2834.271



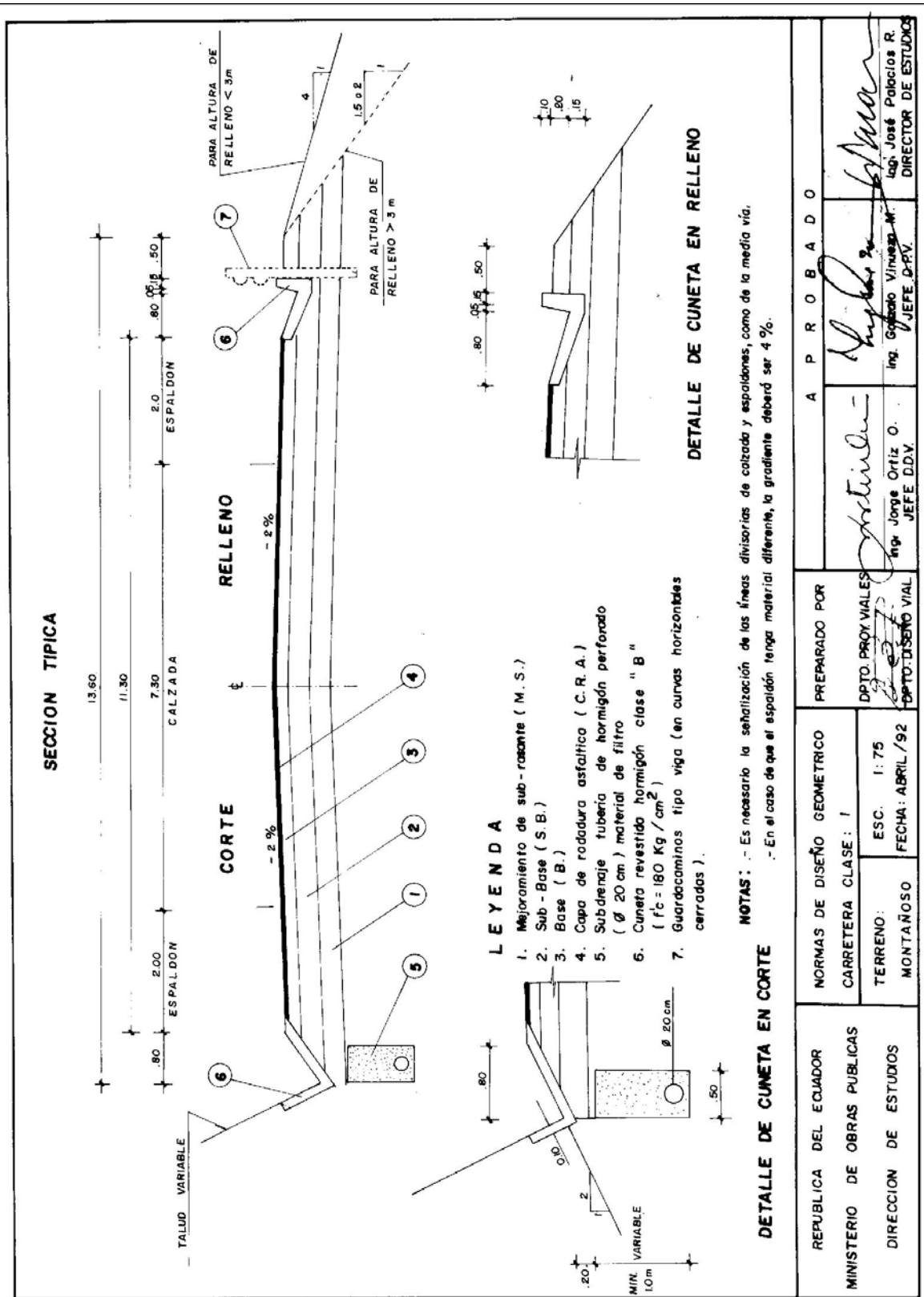


Gráfico 4.4. Sección transversal típica para terreno montañoso de vía Clase I

Cabe recalcar que en esta sección transversal no se considera la colocación de parterres ni longitud de almacenamiento de carril de giro, para no ampliar el ancho de la sección y no incurrir en mayores expropiaciones, volúmenes de corte y de relleno. Sin embargo se considera cada 300 metros paradas de buses a ambos costados de la vía; que pueden servir como carriles auxiliares de rebasamiento hasta que se consoliden las áreas aledañas a la vía y requieran de ese servicio en forma permanente.

#### **4.1.2.7 Curva de masas**

Después de estudiar las alternativas se escogió la número 3 por tener un diseño con curvas amplias, tangentes largas y porque en esta alternativa se priorizó el corte que el relleno.

A continuación en la tabla 4.15 se presentan los resultados de curva de masas de la alternativa 3.

Esta alternativa fue diseñada sobre una plataforma existente correspondiente a la línea férrea en desuso y arroja un volumen acumulado de corte de 186,640.74 m<sup>3</sup> y un volumen acumulado de relleno de 60,455.41 m<sup>3</sup>, resultando una diferencia en corte de 126,185.33 m<sup>3</sup>.

**Tabla 4.15.** Curva de masas de la alternativa 3.

<i>ESTACIÓN</i>	<i>ÁREAS</i> <i>Metros Cuadrados</i>		<i>VOLÚMENES</i> <i>Metros Cúbicos</i>		<i>VOLUMEN ACUMULADO</i> <i>Metros Cúbicos</i>	
	<i>CORTE</i>	<i>RELLENO</i>	<i>CORTE</i>	<i>RELLENO</i>	<i>CORTE</i>	<i>RELLENO</i>
0+000	9.082	0.000	155.975	1.829	155.975	1.829
0+020	6.515	0.183	155.751	6.050	311.726	7.880
0+040	9.060	0.422	155.781	20.825	467.507	28.705
0+060	6.518	1.660	97.183	31.797	564.690	60.502
0+080	3.200	1.519	35.793	19.013	600.483	79.516
0+096.702	1.086	0.757	2.679	2.559	603.162	82.074
0+100	0.480	0.739	18.032	11.953	621.194	94.027
0+110	3.005	1.613	47.163	15.161	668.356	109.187
0+120	6.289	1.456	54.750	12.379	723.106	121.567
0+130	4.543	1.057	49.314	9.854	772.420	131.421
0+140	5.192	0.946	38.118	7.356	810.537	138.777
0+150	2.295	0.579	17.492	11.468	828.029	150.245
0+160	1.157	1.741	12.528	19.006	840.557	169.252
0+170	1.341	1.956	6.822	34.987	847.380	204.238
0+180	0.000	4.956	38.489	61.235	885.868	265.473
0+190	7.586	7.373	68.992	150.697	954.860	416.170
0+200	5.980	23.338	48.021	249.274	1002.881	665.444
0+210	3.742	27.888	37.116	240.472	1039.998	905.916
0+220	3.949	21.490	50.155	162.469	1090.152	1068.386
0+230	6.110	11.670	33.328	110.457	1123.480	1178.843
0+240	0.491	10.718	2.480	180.687	1125.960	1359.529
0+250	0.000	25.717	0.772	178.991	1126.732	1538.521
0+260	0.155	10.375	0.772	103.589	1127.504	1642.110
0+270	0.000	10.570	0.000	189.428	1127.504	1831.538
0+280	0.000	27.639	2.038	198.123	1129.541	2029.661
0+290	0.405	12.341	13.656	126.312	1143.197	2155.973
0+300	2.296	13.232	28.528	128.748	1171.726	2284.721
0+310	3.356	12.830	27.969	99.777	1199.695	2384.498
0+317.877	3.687	12.794	7.860	27.183	1207.555	2411.681
0+320	3.717	12.813	191.164	322.806	1398.719	2734.487
0+340	15.399	19.468	205.341	420.188	1604.059	3154.675
0+360	5.135	22.551	113.489	486.099	1717.548	3640.774
0+380	6.214	26.059	301.380	485.196	2018.928	4125.970
0+400	23.924	22.461	253.535	342.756	2272.463	4468.726
0+420	1.430	11.815	142.015	176.375	2414.478	4645.100
0+440	12.772	5.823	325.776	97.397	2740.253	4742.498
0+460	19.806	3.917	598.777	39.470	3339.030	4781.968
0+480	40.072	0.030	282.851	0.098	3621.881	4782.066

<i>ESTACIÓN</i>	<i>ÁREAS</i>		<i>VOLÚMENES</i>		<i>VOLUMEN ACUMULADO</i>	
	<i>Metros Cuadrados</i>		<i>Metros Cúbicos</i>		<i>Metros Cúbicos</i>	
	<i>CORTE</i>	<i>RELLENO</i>	<i>CORTE</i>	<i>RELLENO</i>	<i>CORTE</i>	<i>RELLENO</i>
U+486.565	46.101	0.000				
0+490	49.461	0.001	161.744	0.001	3783.625	4782.067
0+500	60.652	0.000	542.648	0.003	4326.273	4782.070
0+510	73.140	0.000	659.476	0.000	4985.749	4782.070
0+520	86.870	0.349	789.237	1.758	5774.986	4783.828
0+530	101.687	0.000	931.223	1.758	6706.209	4785.586
0+540	118.028	0.000	1085.789	0.000	7791.998	4785.586
0+550	118.196	0.035	1166.236	0.177	8958.234	4785.764
0+560	140.964	0.279	1278.020	1.591	10236.254	4787.355
0+570	161.177	0.051	1489.491	1.675	11725.745	4789.030
0+580	173.323	0.124	1647.013	0.885	13372.758	4789.915
0+590	173.728	0.000	1704.723	0.622	15077.481	4790.537
0+600	154.398	0.414	1606.587	2.085	16684.067	4792.622
0+610	142.221	0.089	1448.744	2.551	18132.812	4795.174
0+620	91.321	0.220	1137.902	1.578	19270.713	4796.751
0+628.159	55.388	8.902	583.005	38.160	19853.718	4834.912
0+640	21.765	27.345	456.776	214.593	20310.494	5049.505
0+660	4.615	32.369	263.802	597.133	20574.296	5646.638
0+680	0.000	127.706	46.149	1600.750	20620.445	7247.388
0+700	49.086	77.933	490.860	2056.393	21111.305	9303.781
0+720	0.000	152.934	490.860	2308.665	21602.165	11612.447
0+740	36.006	64.775	360.059	2177.085	21962.224	13789.531
0+760	22.953	61.585	589.590	1263.603	22551.814	15053.134
0+780	0.000	143.547	229.531	2051.323	22781.345	17104.457
0+800	0.000	144.674	0.000	2882.212	22781.345	19986.669
0+820	8.698	56.166	86.978	2008.398	22868.324	21995.068
0+840	2.637	53.006	113.347	1091.719	22981.670	23086.787
0+860	19.202	48.070	218.391	1010.762	23200.062	24097.549
0+880	6.654	64.903	258.566	1129.726	23458.628	25227.275
0+900	43.499	89.603	501.536	1545.059	23960.164	26772.334
0+920	81.791	109.225	1252.900	1988.280	25213.064	28760.613
0+940	97.399	111.659	1791.899	2208.834	27004.963	30969.447
0+944.444	101.727	110.429	442.504	493.530	27447.467	31462.977
0+950	108.037	108.656	583.126	603.325	28030.593	32066.302
0+960	30.457	83.634	686.453	954.629	28717.046	33020.930
0+970	8.424	68.938	200.481	757.563	28917.528	33778.493
0+980	30.200	58.786	202.652	634.624	29120.180	34413.117
0+990	30.162	61.091	306.479	598.080	29426.659	35011.197
1+000	0.000	184.189	151.670	1225.405	29578.329	36236.602
1+009.734	31.295	41.131	151.145	1086.374	29729.475	37322.976
			217.385	414.370	29946.860	37737.346

<i>ESTACIÓN</i>	<i>ÁREAS</i>		<i>VOLÚMENES</i>		<i>VOLUMEN ACUMULADO</i>	
	<i>Metros Cuadrados</i>		<i>Metros Cúbicos</i>		<i>Metros Cúbicos</i>	
	<i>CORTE</i>	<i>RELLENO</i>	<i>CORTE</i>	<i>RELLENO</i>	<i>CORTE</i>	<i>RELLENO</i>
1+020	11.055	39.594	1021.425	419.596	30968.285	38156.942
1+040	91.088	2.366	2381.093	23.655	33349.378	38180.598
1+060	147.022	0.000	3780.969	0.000	37130.347	38180.598
1+080	231.075	0.000	4825.029	0.000	41955.376	38180.598
1+100	251.428	0.000	3528.760	0.000	45484.136	38180.598
1+120	101.448	0.000	1020.592	53.338	46504.729	38233.935
1+140	0.611	5.334	6.110	1597.721	46510.839	39831.656
1+160	0.000	154.438	47.182	1594.009	46558.021	41425.665
1+180	4.718	4.963	174.177	97.916	46732.197	41523.581
1+200	12.700	4.829	143.444	96.713	46875.641	41620.294
1+220	1.645	4.842	355.840	84.586	47231.481	41704.880
1+240	33.939	3.616	511.098	65.856	47742.580	41770.736
1+260	17.171	2.969	180.507	63.326	47923.087	41834.062
1+280	0.880	3.363	56.488	74.561	47979.575	41908.623
1+300	4.769	4.093	436.526	88.710	48416.101	41997.333
1+320	38.884	4.778	359.886	41.705	48775.987	42039.038
1+328.281	48.036	5.294	83.825	9.189	48859.811	42048.227
1+330	49.472	5.371	514.807	55.321	49374.619	42103.548
1+340	53.172	5.661	386.977	52.882	49761.595	42156.430
1+350	23.783	4.896	230.690	47.479	49992.285	42203.909
1+360	22.109	4.594	27.872	5.732	50020.157	42209.641
1+361.251	22.239	4.562	449.888	82.814	50470.045	42292.454
1+380	25.751	4.272	457.946	81.857	50927.991	42374.312
1+400	20.043	3.914	352.462	79.359	51280.454	42453.671
1+420	15.203	4.022	365.251	77.871	51645.705	42531.542
1+440	21.322	3.765	247.275	69.635	51892.980	42601.177
1+460	3.405	3.198	107.890	166.238	52000.871	42767.415
1+480	7.384	13.426	841.257	134.256	52842.128	42901.671
1+500	76.742	0.000	2221.020	0.000	55063.148	42901.671
1+520	145.360	0.000	3139.906	0.000	58203.055	42901.671
1+540	168.631	0.000	2824.495	2.944	61027.550	42904.615
1+560	113.819	0.294	1955.786	3.628	62983.336	42908.242
1+580	81.760	0.068	1525.524	2.520	64508.860	42910.763
1+600	70.793	0.184	1338.994	3.808	65847.853	42914.571
1+620	63.107	0.197	1254.827	31.293	67102.680	42945.864
1+640	62.376	2.932	650.156	80.486	67752.836	43026.350
1+660	2.640	5.117	551.047	76.550	68303.883	43102.901
1+680	52.465	2.538	1395.213	46.328	69699.096	43149.228
1+700	87.056	2.094	2134.757	22.470	71833.854	43171.699
1+720	126.420	0.153	2986.947	2.795	74820.801	43174.494

<i>ESTACIÓN</i>	<i>ÁREAS</i>		<i>VOLÚMENES</i>		<i>VOLUMEN ACUMULADO</i>	
	<i>Metros Cuadrados</i>		<i>Metros Cúbicos</i>		<i>Metros Cúbicos</i>	
	<i>CORTE</i>	<i>RELLENO</i>	<i>CORTE</i>	<i>RELLENO</i>	<i>CORTE</i>	<i>RELLENO</i>
1+740	172.275	0.127	4190.278	41.133	79011.079	43215.626
1+760	246.753	3.987	5089.201	43.470	84100.280	43259.097
1+780	262.168	0.360	5196.057	5.576	89296.337	43264.672
1+800	257.438	0.197	4389.929	15.815	93686.266	43280.487
1+820	181.555	1.384	2340.743	11.652	96027.010	43292.139
1+833.975	153.442	0.283	859.686	1.042	96886.696	43293.180
1+840	143.307	0.058	1383.596	7.408	98270.291	43300.588
1+850	144.530	1.398	1323.468	9.048	99593.759	43309.636
1+860	130.919	0.378	1341.025	1.907	100934.784	43311.543
1+870	147.649	0.000	1433.730	7.218	102368.514	43318.760
1+880	149.330	1.432	1688.415	14.264	104056.928	43333.024
1+890	199.723	1.373	2363.854	7.070	106420.782	43340.094
1+900	288.165	0.014	2933.166	1.853	109353.948	43341.947
1+910	317.350	0.350	2932.495	3.054	112286.443	43345.001
1+920	288.510	0.251	2362.964	2.100	114649.407	43347.101
1+930	200.450	0.162	1519.435	4.368	116168.842	43351.469
1+940	113.393	0.695	280.874	5.002	116449.715	43356.471
1+942.787	94.484	2.823	1189.918	30.631	117639.633	43387.102
1+960	43.771	0.736	437.706	687.833	118077.339	44074.936
1+980	0.000	68.047	105.168	1004.230	118182.507	45079.165
2+000	10.517	32.376	105.168	1446.045	118287.676	46525.210
2+020	0.000	112.229	359.225	1806.181	118646.900	48331.391
2+040	35.922	68.390	719.709	1469.945	119366.610	49801.337
2+060	36.048	78.605	722.654	1678.254	120089.264	51479.591
2+080	36.217	89.220	862.849	1786.928	120952.113	53266.519
2+100	50.068	89.472	892.867	1625.346	121844.980	54891.865
2+120	39.219	73.062	557.736	1119.030	122402.716	56010.895
2+140	16.555	38.841	517.544	868.651	122920.260	56879.546
2+160	35.200	48.024	731.888	933.987	123652.148	57813.533
2+180	37.989	45.374	784.759	614.691	124436.907	58428.224
2+200	40.487	16.095	1704.922	160.947	126141.828	58589.170
2+220	130.005	0.000	3772.210	2.554	129914.039	58591.724
2+240	247.216	0.255	5575.402	2.554	135489.441	58594.278
2+260	310.325	0.000	5375.981	11.971	140865.422	58606.249
2+280	227.273	1.197	3679.484	12.556	144544.906	58618.804
2+300	140.675	0.058	1605.150	48.811	146150.056	58667.615
2+318.250	35.230	5.291	52.599	11.583	146202.655	58679.199
2+320	26.870	7.582	156.915	156.415	146359.570	58835.613
2+330	5.741	22.909	48.180	199.459	146407.751	59035.072
2+340	4.171	16.192	58.867	139.630	146466.617	59174.702

ESTACIÓN	ÁREAS		VOLÚMENES		VOLUMEN ACUMULADO	
	Metros Cuadrados		Metros Cúbicos		Metros Cúbicos	
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO
2+350	7.691	11.275	61.628	166.847	146528.245	59341.549
2+360	4.316	21.516	30.949	211.466	146559.194	59553.015
2+370	1.295	19.996	37.088	142.043	146596.282	59695.058
2+380	5.676	7.741	75.960	77.728	146672.242	59772.786
2+390	9.746	7.369	57.837	37.254	146730.080	59810.041
2+395.160	12.906	6.684	63.906	28.109	146793.986	59838.150
2+400	13.505	4.933	389.670	51.537	147183.656	59889.687
2+420	25.462	0.221	628.930	16.010	147812.586	59905.697
2+440	37.431	1.380	941.652	23.018	148754.238	59928.716
2+460	56.735	0.922	1356.398	11.289	150110.636	59940.005
2+480	78.905	0.207	2046.445	24.576	152157.081	59964.580
2+500	125.739	2.250	2466.477	42.391	154623.559	60006.971
2+520	120.908	1.989	1021.141	44.268	155644.699	60051.239
2+527.560	149.220	9.722	376.701	23.067	156021.401	60074.306
2+530	153.269	9.733	1653.215	71.594	157674.616	60145.900
2+540	170.845	4.957	1648.367	26.622	159322.984	60172.522
2+550	152.670	0.292	1654.881	10.921	160977.864	60183.443
2+560	172.340	1.856	1845.520	9.449	162823.384	60192.892
2+570	190.007	0.071	1992.240	0.582	164815.624	60193.474
2+580	200.962	0.048	2034.449	0.236	166850.072	60193.710
2+590	198.142	0.000	1871.953	1.991	168722.026	60195.701
2+600	169.846	0.403	1645.777	2.171	170367.802	60197.872
2+610	155.161	0.042	1639.161	0.496	172006.964	60198.369
2+620	168.821	0.060	1691.929	6.810	173698.892	60205.179
2+630	165.276	1.337	1576.111	6.603	175275.004	60211.782
2+640	147.582	0.000	1422.265	5.942	176697.268	60217.724
2+650	136.366	1.199	1309.860	7.077	178007.128	60224.801
2+660	124.649	0.247	1242.308	4.402	179249.436	60229.203
2+670	122.322	0.656	1236.089	5.594	180485.525	60234.798
2+680	124.624	0.494	189.943	2.414	180675.468	60237.212
2+681.538	123.349	2.734	2372.103	84.854	183047.570	60322.065
2+700	133.625	6.459	1952.437	98.144	185000.007	60420.209
2+720	61.618	3.356	1002.950	33.596	186002.958	60453.805
2+740	38.677	0.004	521.790	0.882	186524.747	60454.687
2+760	13.502	0.084	115.991	0.725	186640.739	60455.412
2+777.181	0.000	0.000	0.000	0.000	186640.739	60455.412
2+780	0.000	0.000	0.000	0.000	186640.739	60455.412
2+790	0.000	0.000	0.000	0.000	186640.739	60455.412
2+800	0.000	0.000	0.000	0.000	186640.739	60455.412
2+810	0.000	0.000	0.000	0.000	186640.739	60455.412
2+820	0.000	0.000	0.000	0.000	186640.739	60455.412

## **4.2. Proyecto geométrico intersección**

El presente proyecto tiene 2 intersecciones de gran importancia. La primera la forma con la Av. Napo y la segunda y más crítica, la forma con la Autopista General Rumiñahui. Con las visitas de campo realizadas a ambas intersecciones se decidió por estimarse lo más procedente, dar una solución a nivel en la Av. Napo en el sitio de la Pasteurizadora, y en el sitio de intersección con la autopista se plantearon 2 alternativas de solución, un paso deprimido y un paso elevado. Las descripciones gráficas finales se las puede ver en los anexos correspondientes a planos.

### **4.2.1 Intersección a nivel.**

Al analizar en forma general la circulación y posible flujo vehicular en el sector de la pasteurizadora, las características del terreno, la estimación de costo, etc., se propuso una intersección a nivel. Esta solución fue dada mediante señalización vertical y horizontal empatando el alineamiento de la vía propuesta con el de la Av. Napo y se aprovecho un estudio realizado por la EMSAT en el que ya se hizo mejoras en el sitio.

### **4.2.2 Paso elevado**

En el sector de Monjas en donde se une la vía propuesta con la Av. General Rumiñahui, se definió como alternativa un paso elevado, y no un paso deprimido debido al gran volumen de vehículos que circulan por esta autopista, y la construcción de un paso de estas características produciría una gran congestión



hasta que se concluya la obra, debido a que se debe cerrar un sentido de la autopista durante su construcción, y actualmente en la hora de máxima demanda los vehículos que circulan por la autopista van a una velocidad máxima de 30 Km/h y parando constantemente hasta llegar al trébol.

Por los motivos expuestos se propuso la solución de un paso elevado mediante un puente mixto de vigas de acero con losa de hormigón armado, dado que su construcción permitirá lanzar las vigas de acero a los estribos previamente construidos permitiendo la normal circulación del tránsito.

Se dio dos alternativas de paso elevado para el sentido de circulación del tráfico peaje-trébol, las mismas que se detallan a continuación.

#### **4.2.2.1 Paso elevado alternativa 1**

Se propuso un puente elevado que parte desde el carril derecho del lado este de la Autopista General Rumiñahui en el sentido del tráfico peaje-trébol con un enlace. En esta propuesta, el puente cruza de extremo a extremo de la autopista para que los vehículos puedan llegar hasta la vía propuesta. Por cuestiones económicas esta alternativa geométrica no es recomendable, dado que para su realización se debe cortar un gran volumen de tierra, además que la longitud del recorrido del puente es mayor.

#### **4.2.2.2 Paso elevado alternativa 2**

Esta alternativa inicia en el carril izquierdo del lado este de la Autopista General Rumiñahui en sentido del tráfico peaje trébol, la diferencia está en que

se aprovechó el amplio parterre central, reduciéndolo para aumentar el carril en dirección al puente, eliminándose el corte del talud y disminuyendo la distancia de recorrido, teniendo una pendiente del 5% y en el puente un radio de 50 m y con un sobreancho que se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 4.16.** Sobre ancho en función del radio y vehículo de diseño

Número de carriles: 1  
L(m)= 7

Radios(m)	20	25	30	35	40	45	50
18	1,89						
20	1,71	1,82					
25	1,40	1,50	1,60	1,70			
30	1,19	1,28	1,38	1,47			
35	1,05	1,13	1,21	1,30			
40	0,93	1,01	1,09	1,17			
42	0,90	0,97	1,05	1,13	1,20		
50	0,78	0,85	0,92	0,99	1,06		
56	0,71	0,77	0,84	0,91	0,97	1,04	
60	0,67	0,73	0,80	0,86	0,93	0,99	
70	0,59	0,65	0,71	0,77	0,83	0,89	
75	0,56	0,62	0,67	0,73	0,79	0,85	0,90
80	0,53	0,59	0,64	0,70	0,75	0,81	0,87
85	0,51	0,56	0,61	0,67	0,72	0,78	0,83
90	0,48	0,54	0,59	0,64	0,69	0,75	0,80
100	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75
110	0,41	0,46	0,51	0,56	0,60	0,65	0,70
120	0,39	0,43	0,48	0,52	0,57	0,62	0,66
130	0,36	0,41	0,45	0,50	0,54	0,58	0,63
140	0,34	0,39	0,43	0,47	0,51	0,56	0,60

### 4.3. Planos

Después de haber realizado todos los estudios y diseños se obtuvieron los planos finales para:

- Diseño geométrico de 3 Alternativas de vía.
- Diseño de señalización de 3 Alternativas de vía.
- Detalle de intersecciones.

- Diseño hidráulico de 3 Alternativas de vía.

Todo este grupo de planos se encuentran en los Anexos, como parte final del presente estudio.

## CAPÍTULO V

### ESTUDIO DE SUELOS

<sup>6</sup>“Con mucha frecuencia los suelos disponibles para construcción no pueden llenar los requisitos de resistencia e incompresibilidad indispensables para su uso en terraplenes o subrasantes. El proceso por el cual se mejora el suelo para que pueda alcanzar los requisitos fijados se llama estabilización. En su más amplio sentido, la estabilización incluye la compactación, el drenaje, la preconsolidación y la protección de la superficie contra la erosión y la infiltración de la humedad.”

Por lo citado anteriormente el estudio de suelos es el paso previo e importante para obtener un buen diseño de pavimento y de las obras de arte.

#### 5.1. Exploración y toma de muestras

De acuerdo a las normas del MOP, se tomaron muestras de suelo cada 500 m en el eje de la línea férrea en desuso. Para este trabajo se contrataron 2 peones de obra a los que se les dispuso hacer las calicatas, tomando primeramente muestras inalteradas a 0.50 m de profundidad y con un peso aproximado de 1 Kg, luego se excavó hasta una profundidad de 1.00 m con el objetivo de conseguir una muestra alterada e integral con un peso aproximado de 50 Kg.

---

<sup>6</sup> Tomado del libro “Introducción a la Mecánica de Suelos y cimentaciones de Sowers George.



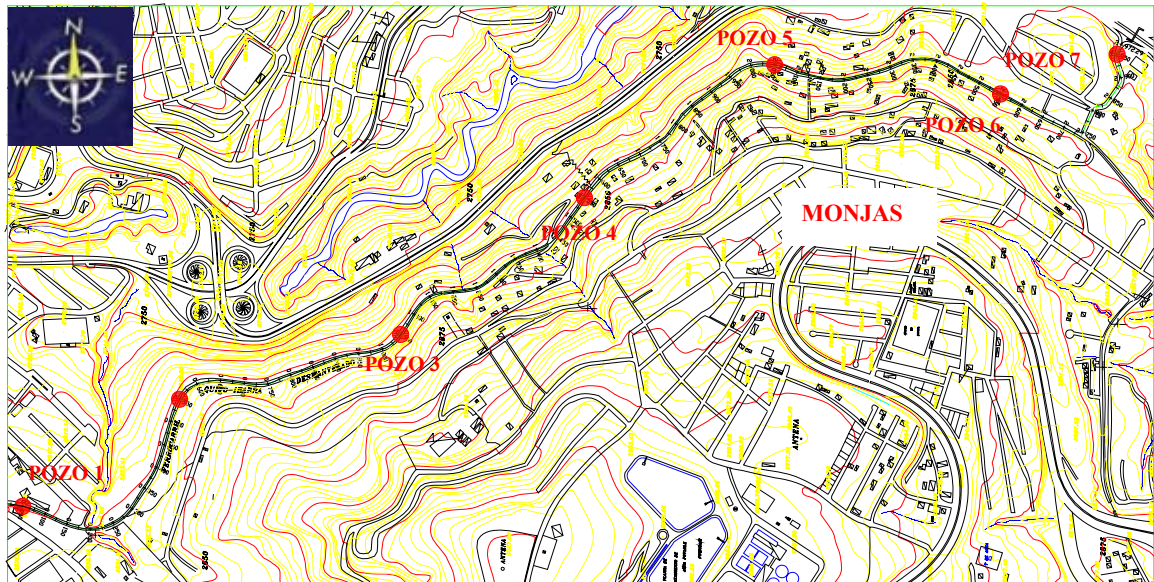
**Foto 5.1.** Obtención de una muestra inalterada abscisa 0+550

De un ensayo de observación de campo en cada calicata, se puede observar una singular estratificación que corresponde a un tratamiento de suelo que fue realizado para soportar el tránsito del tren, luego si se tiene el suelo propio del sector.



**Foto 5.2.** Calicata abscisa 2+050

En total se realizaron 7 calicatas, iniciando en la abscisa 0+050, a continuación se presenta un diagrama de ubicación de los pozos.



**Gráfico 5.1.** Diagrama esquemático de localización de pozos

Pozo 1	abscisa 0+050	Pozo 5	abscisa 2+050
Pozo 2	abscisa 0+550	Pozo 6	abscisa 2+550
Pozo 3	abscisa 1+050	Pozo 7	abscisa 2+950
Pozo 4	abscisa 1+550		

## 5.2. Ensayos de laboratorio

Realizada la toma de muestras, en laboratorio de suelos y pavimentos de la ESPE se realizaron los siguientes ensayos que son descritos brevemente.

- Densidad de campo
- Contenido de humedad

- Granulometría
- Límites de consistencia
- Compactación Próctor modificado
- Ensayo CBR

### **5.2.1 Contenido de humedad**

Se adquirieron los pesos de muestras de suelo puestas en envases con su humedad original para luego mediante un horno secar las muestras y por diferencia obtener un porcentaje de humedad, este ensayo se lo realizó con varias muestras de cada pozo para luego tener un promedio de cada porcentaje de humedad. Los resultados de los ensayos se muestran en el Anexo 5.1.

### **5.2.2 Densidad de campo**

Para este ensayo se talló un cubo de 5x5 cm., correspondiente al suelo de cada pozo y se obtuvieron pesos, se amarró con un hilo para luego bañar cada cubo con parafina con el objeto de obtener un volumen sumergiendo la muestra en agua y así tener la densidad con la relación peso sobre volumen. Los resultados de este ensayo se presentan en el Anexo 5.2 para cada una de las muestras.

### **5.2.3 Granulometría**

Para la realización de este ensayo se secaron al sol todas las muestras alteradas para luego pasarlas por los tamices N° 4, 10, 40 y 200 y con esto se obtuvieron porcentajes de retenidos y pasantes para realizar la clasificación según

el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) obteniendo las descripciones que se presentan en la tabla 5.1. Los resultados del ensayo de granulometría se presentan en el Anexo 5.3.

**Tabla 5.1.** Clasificación de suelo en cada abscisa de perforación

<b>ABSCISA Km.</b>	<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
0+050	SM	Arena limosa
0+550	SM	Arena limosa
1+050	SW / SP - SM	Suelo franco
1+550	SW / SP - SM	Suelo franco
2+050	SW / SP - SM	Suelo franco
2+550	SW / SP - SM	Suelo franco
2+950	SW / SP - SC	Suelo franco

#### **5.2.4 Límites de consistencia**

Estos límites son los que indican el porcentaje de humedad con el que se produce el cambio de estado del suelo, de sólido a plástico y luego de plástico a líquido. Para su obtención se practicaron los ensayos de Casagrande y el ensayo de Límite Plástico. Los resultados de estos ensayos se encuentran en el Anexo 5.3.

#### **5.2.5 Compactación Próctor modificada**

Un suelo en estado natural mediante un acopio de materiales generalmente no reúne las condiciones necesarias como para comportarse como un asiento



resistente e impermeable por la alta relación de vacíos, por la orientación de las partículas, deficiencias de calidad, y deterioro de las propiedades como consecuencia del aumento de humedad. Es por eso que al suelo es necesario apisonarlo hasta alcanzar la máxima densidad y al realizar el Próctor se hace una simulación del apisonamiento que recibirá el suelo antes de la construcción de la vía.

Este ensayo se realizó de acuerdo a la norma ASTM D. AASHO: Veinticinco golpes con un pisón que pesa 10 libras, cayendo de una altura de 46 cm., en cada una de las cinco capas iguales de material colocado en un molde cilíndrico de 10,16 cm. de diámetro y 1/30 de pie cúbico de capacidad. El esfuerzo es de 56,200 libras/pie por pie cúbico, que es comparable al que se obtiene con los equipos de compactación más pesados, en condiciones favorables de trabajo. Los resultados de este ensayo se encuentran en el Anexo 5.4.

### **5.2.6 Ensayo CBR**

Al realizar este ensayo se obtiene el índice de California (CBR), que es una medida de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo por punzonamiento, bajo condiciones de densidad y humedad cuidadosamente controladas.

El CBR de un suelo varía con la compactación, el contenido de humedad al compactar y el contenido de humedad cuando se ensaya.

Como se dijo anteriormente la práctica en el laboratorio intenta imitar el comportamiento que presentará la subrasante cuando se la estudia como

estructura del pavimento, y así mediante el empleo de un pistón estándar se mide la resistencia del suelo compactado a la penetración. Los resultados y gráficos para el cálculo del CBR de diseño se presentan en el Anexo 5.5.

### 5.3. Análisis de resultados

Después de haber cumplido con los ensayos necesarios para el estudio se obtuvieron resultados satisfactorios sin ningún inconveniente que amerite un estudio más detallado. Estos resultados se exponen en su totalidad y para cada tramo de la vía en estudio, en la parte correspondiente a “ANEXOS” sin embargo a continuación se presenta la tabla con el resumen de resultados obtenidos en cada uno de los ensayos.

**Tabla 5.2.** Resumen de resultados de los diferentes ensayos de suelos

ENSAYO \ ABSCISA	0+050	0+550	1+050	1+550	2+050	2+550	2+950
LÍMITE LÍQUIDO	np	30.50	np	33.50	np	34.70	34.30
LÍMITE PLÁSTICO	np	27.70	np	25.00	np	28.70	22.20
ÍNDICE PLÁSTICO	np	2.90	np	8.50	np	6.00	12.10
CLASIFICACIÓN	SM	SM	SW/SP-SM	SW/SP-SM	SW/SP-SM	SW/SP-SM	SW/SP-SC
HUMEDAD NATURAL	19.78	16.50	17.42	23.15	22.15	22.31	18.99
HUMEDAD ÓPTIMA	23.00	28.00	17.50	22.00	21.00	24.00	19.50
DENSIDAD MÁXIMA	1510.00	1450	1725	1612	1660	1565	1645
DENSIDAD MÁXIMA (95%)	1434.50	1377.50	1638.75	1531.40	1577.00	1486.75	1562.75
CBR (95%)	14	6.3	36.8	35	23	14.4	16.2
CBR DE DISEÑO	10	10	35	35	10	10	10

### 5.4. Estabilidad de taludes existentes

<sup>7</sup>“Entre las más corrientes fallas de masas de tierra están las que se producen por taludes inestables. La gravedad en la forma del peso de la masas del suelo y del agua que pudiera estar sobre ella, es la fuerza principal que tiende a producir la falla,

<sup>7</sup> Tomado del libro “Introducción a la Mecánica de Suelos y Cimentaciones de Sowers George.

mientras que la resistencia al esfuerzo cortante del suelo es la principal fuerza resistente.”

Los taludes son superficies inclinadas con respecto a la horizontal que se adoptan permanentemente a las masas de suelo, en la propuesta de vía se consideran tres alternativas de diseño geométrico, dos de ellas se desarrollan con un serio problema de cortes y rellenos transversales, mientras que la otra mantiene la geometría de la línea férrea que causa menor cantidad de movimiento de tierras.

<sup>8</sup>“Los taludes en corte y en relleno son muy importantes en la seguridad y buena apariencia de una carretera, además de influir en su costo de mantenimiento. Aunque su diseño depende de las condiciones de los suelos y de las características geométricas de la vía, como regla general los taludes deben diseñarse con la menor pendiente económicamente permisible. En terrenos ondulados y montañosos, en donde las condiciones de los suelos constituyen un factor determinante y el movimiento de tierras es el rubro mayor en la construcción, se recomienda dar especial consideración a los taludes en corte en las curvas horizontales, a fin de proveer una adecuada distancia de visibilidad a un costo razonable.

En terrenos planos, donde la excavación y el relleno constituyen relativamente un pequeño porcentaje dentro del costo de construcción, se recomiendan taludes para corte y para relleno, como se indica en la siguiente tabla:”

---

<sup>8</sup> Tomado de las Normas de Diseño Geométrico 2003 del MOP.

**Tabla 5.3.** Valores de diseño recomendados en las Normas de Diseño del MOP.

VALORES DE DISEÑO RECOMENDABLES DE LOS TALUDES EN TERRENOS PLANOS		
Clase de Carretera	TALUD	
	CORTE	RELLENO
R-I o R-II > 8000 TPDA	3:1 * **	4:1
I 3000 a 8000 TPDA	3:1	4:1
II 1000 a 3000 TPDA	2:1	3:1
III 300 a 1000 TPDA	2:1	2:1
IV 100 a 300 TPDA	1,8-1:1	1,5-2:1
V Menos de 100 TPDA	1,8-1:1	1,5-2:1

Por tratarse de un estudio a un nivel de prefactibilidad para el presente proyecto se puede tomar como referencia para el diseño de taludes la tabla anterior adoptando los valores para corte y relleno los correspondientes a la carretera de clase I resaltando que para un estudio de proyecto definitivo la selección de taludes debe ser materia de un estudio particular en cada caso, tomando en cuenta la naturaleza del terreno y las condiciones geológicas existentes.

Pero si se toman en cuenta las recomendaciones que hace el libro de Rico y Del Castillo que sugiere las relaciones de talud según el tipo de suelo que se encuentra en el proyecto se puede ser menos conservador en el escogitamiento de la relación del talud como se ve en la siguiente tabla:

**Tabla 5.4.** Recomendaciones de relaciones de talud del libro de Rico y Del Castillo

MATERIAL	HASTA	De 5 a	De 10 a	Mayor a
	5m	10m	15m	15 m
Arena limosa y limos compactados	1:2	1:3	1:3	1:3
Arena limosa y limo poco compactados	1:1	1:1	1:1.25	1:1.25
Arena limosa y limo menos compactado	1:4	1:4	1:2	1:4-1:3
Arcillas poco arenosas	1:2	1:2	1:2-1:3	1:2-1:3

Como en las normas de diseño del MOP no existe una tabla con valores recomendables en taludes de terrenos montañosos y basados en la actual estabilidad de los taludes de alturas importantes que presenta el sector al no presentar ningún indicio de deslizamientos, se toma como principal referencia la tabla de Rico y Del Castillo teniendo como talud de diseño el de 1:3 que atañe a un suelo de arena limosa con una altura de 10 a 15 metros para corte y para relleno se asume la relación 1:2

### **5.5. Estudios de fuentes de materiales pétreos**

Para una posible construcción de esta propuesta vial se necesita el conocimiento de las minas que estarían en condición de abastecer el material necesario e idóneo. En el cantón Quito y cantón Rumiñahui existen una variedad de minas proveedoras de materiales pétreos de construcción que se encuentran en los sectores de Pintag, Nayón, Pifo, Cutuglagua, Mitad del Mundo, Caizán.

Para tener una mejor referencia sobre provisión de materiales para pavimentos y obras de arte se realizó una visita a la Planta de Asfaltos de la EMOP-Q (Empresa Metropolitana de Obras Públicas de Quito) y se hizo una consulta al Jefe de ese departamento, que nos explicó que el material que utiliza la empresa es el del sector de Pintag porque es el que mejor califica con las normas del MOP y que cumple con todas las especificaciones para base y subbase. Para obras en la ciudad se prefiere trabajar con dicho material aunque el costo sea un poco mayor por cuestión de transporte, pero lo importante es la calidad del material.

Para fundamentar la información obtenida se realizó una comparación de resultados de ensayos del material de la mina de Nayón bajo y del material de la mina de Pintag facilitados por le EMOP-Q de acuerdo a la tabla siguiente:

**Tabla 5.5.** Resultados del ensayo de abrasión realizado en laboratorios EMOP-Q

<b>MATERIAL</b>	<b>SECTOR</b>	<b>% ABRASIÓN</b>
AGREGADO GRUESO	NAYÓN BAJO	33
AGREGADO GRUESO	PINTAG	27

Como se puede observar el material con menor desgaste es el de la mina de Pintag, los informes de los ensayos de abrasión para las minas de Pintag y Nayón se detallan a continuación:

**UNIDAD DE FISCALIZACIÓN  
LABORATORIO DE SUELOS**

Informe de Abrasión N° 001

PROYECTO: Material Sr. Paco Vallejo  
MUESTRA: Tomada en mina Nayon  
USO: Agregado 3/4" Cribado

CONTRATISTA: Sr. Paco Vallejo  
FECHA: 28/07/2005

Peso Original	5000 g
Peso Retenido tamiz No. 12	3370
Peso que pasa tamiz No. 12	1630
Porcentaje de desgaste	33%
Especificado	
Número de bolas	11
Graduación	B
No. Revol.	500

  
**Ing. Victor Molina**  
 Jefe Laboratorio de Suelos

  
**Sr. Eduardo Cadena**  
 Laboratorista

**Tabla 5.6.** Ensayo de abrasión de la Mina de Nayón, realizado por EMOP-Q


**UNIDAD DE FISCALIZACION  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
ENSAYO DE ABRACION**

INFORME: N° 01

PROYECTO :CARPETA ASFALTICA  
SECTOR:PLANTA ASF. EMOP.  
AGREGADO GRUESO  
MUESTRA TOMADA EN:STOCK EXISTENTE.  
USO:CARPETA.

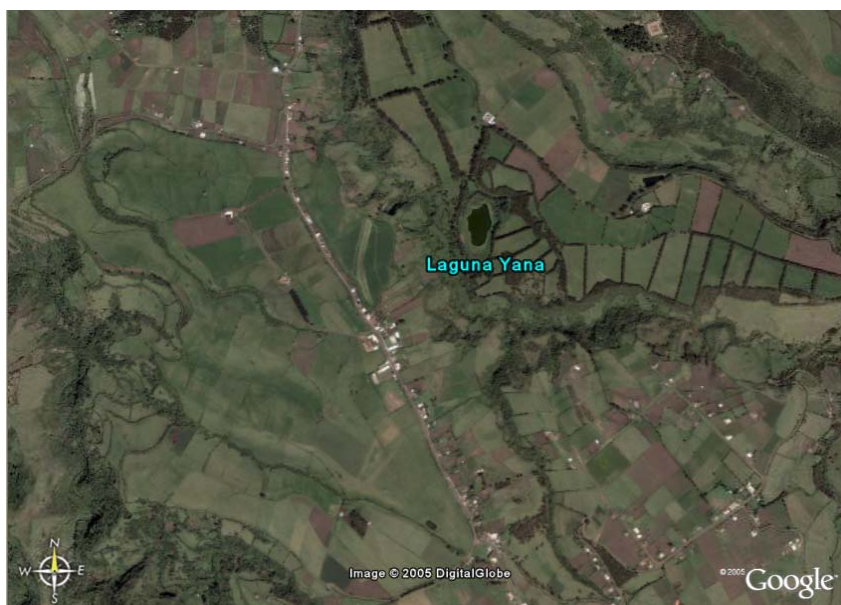
MINA:PINTAG  
FECHA DE RECEPCION :05 -06 -22  
FECHA DE ENSAYO: 05 -06 -23

PESO ORIGINAL	5000	Grs.
PESO RETENIDO TAMIZ No. 12	3.660	Grs.
PESO QUE PASA TAMIZ No. 12	1.340	Grs.
PORCENTAJE DE DESGASTE :	27%	
UNIFORMIDAD	0,19 < 0,20	
No. DE BOLAS	8	
GRADUACION:	TIPO "C"	
No. REVOLUCIONES.	500	R.P.M.
ESPECIFICADO		

  
ING. VICTOR MOLINA  
JEFE LABORATORIO SUELOS

  
SR. VINICIO ARBOLEDA  
LABORATORISTA

**Tabla 5.7.** Ensayo de abrasión de la Mina de Pintag, realizado por EMOP-Q



**Gráfico 5.1.** Fotografía aérea de ubicación de la ciudad de Pintag

### **5.5.1 Ensayos de laboratorio**

Entonces por razones técnicas basadas en la información recibida se propone el material existente en las minas del sector de Pintag y para comprobar la veracidad de los resultados se realizó en el laboratorio de la ESPE el ensayo de abrasión para el agregado de la Mina La Esperanza ubicada en el sector de Pintag obteniendo excelentes resultados.

El material de Pintag tiene antecedentes que avalan su calidad dado que es un material proveniente del flujo de lava volcánica arrastrado por el río Pita y por esta razón el canto rodado es un material pétreo de excelentes condiciones para la construcción.

Para la ejecución del ensayo de abrasión se tomó un peso original de 5000 gr. de material, el que fue introducido en la máquina de los ángeles conjuntamente con 11 bolas de acero de peso estándar, posteriormente se hizo girar a 500 rpm. para luego pesar el material retenido en el tamiz N° 12 que corresponde al material no desgastado por el choque con las bolas de acero y finalmente por diferencia se obtuvo el peso del material por desgaste y se sacó un porcentaje del total de la muestra.

De los resultados obtenidos de este ensayo se tiene un porcentaje de abrasión de 26.9 %, valor que es de buenas condiciones para utilización en base y subbase de carreteras ya que en las normas del MOP se admite hasta un 40% de abrasión.



## ANEXO 5.1

### ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

		0+050		0+550		1+050		1+550		2+050		2+550		2+950	
Profundidad del ensayo	m	1		1		1		1		1		1		1	
TARA No.		15	15	E2	E2	1	1	7	7	B5	B5	L3	L3	F6	F6
Peso tara	g	11,9	11,9	14,4	14,4	14,4	14,4	13,3	13,3	11,4	11,4	14	14	13,7	13,7
Peso tara+suelo húmedo	g	54,9	54,9	61	61	63,6	63,6	54,8	54,8	51,1	51,1	58,4	58,4	56,3	56,3
Peso tara+suelo seco	g	47,8	47,8	54,4	54,4	56,3	56,3	47	47	43,9	43,9	50,3	50,3	49,5	49,5
Peso agua	g	7,1	7,1	6,6	6,6	7,3	7,3	7,8	7,8	7,2	7,2	8,1	8,1	6,8	6,8
Peso suelo seco	g	35,9	35,9	40	40	41,9	41,9	33,7	33,7	32,5	32,5	36,3	36,3	35,8	35,8
% Humedad		19,8	19,8	16,5	16,5	17,4	17,4	23,1	23,1	22,2	22,2	22,3	22,3	19,0	19,0
% Humedad promedio		19,8		16,5		17,4		23,1		22,2		22,3		19,0	

**ANEXO 5.2.1**

**ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO ABSCISA 0+050**

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES																																										
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO																																										
<b>Fecha</b> 04/07/2005		<b>ABSCISA</b> 0+050	<b>Proceso No.</b> 1																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">MUESTRA No.</th> <th colspan="2"></th> </tr> <tr> <th>NÚMERO DEL ENSAYO</th> <th style="width: 20%;">1a</th> <th style="width: 20%;">1b</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>PESO DEL SUELO</b> (g)</td> <td align="center">256,80</td> <td align="center">256,80</td> </tr> <tr> <td><b>PESO DEL SUELO + PARAFINA</b> (g)</td> <td align="center">274,30</td> <td align="center">274,30</td> </tr> <tr> <td><b>VOLUMEN DEL SUELO + PARAFINA</b> (cm<sup>3</sup>)</td> <td align="center">176,60</td> <td align="center">176,60</td> </tr> <tr> <td><b>PESO DE LA PARAFINA</b> (g)</td> <td align="center">17,50</td> <td align="center">17,50</td> </tr> <tr> <td><b>VOLUMEN DE LA PARAFINA</b> (cm<sup>3</sup>)</td> <td align="center">19,89</td> <td align="center">19,89</td> </tr> <tr> <td><b>VOLUMEN DE LA MUESTRA</b> (cm<sup>3</sup>)</td> <td align="center">156,71</td> <td align="center">156,71</td> </tr> <tr> <td><b>DENSIDAD HÚMEDA</b> (g/cm<sup>3</sup>)</td> <td align="center">1,639</td> <td align="center">1,639</td> </tr> <tr> <td><b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> (%)</td> <td align="center" colspan="2">23,080</td> </tr> <tr> <td><b>DENSIDAD SECA</b> (g/cm<sup>3</sup>)</td> <td align="center">1,331</td> <td align="center">1,331</td> </tr> <tr> <td><b>DENSIDAD SECA MÁXIMA</b> (g/cm<sup>3</sup>)</td> <td align="center">1,51</td> <td align="center">1,51</td> </tr> <tr> <td><b>GRADO DE COMPACTACIÓN</b></td> <td align="center">88,17</td> <td align="center">88,17</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>OBSERVACIONES:</b>                  Temperatura del Ensayo: 22</p>				MUESTRA No.			NÚMERO DEL ENSAYO	1a	1b	<b>PESO DEL SUELO</b> (g)	256,80	256,80	<b>PESO DEL SUELO + PARAFINA</b> (g)	274,30	274,30	<b>VOLUMEN DEL SUELO + PARAFINA</b> (cm <sup>3</sup> )	176,60	176,60	<b>PESO DE LA PARAFINA</b> (g)	17,50	17,50	<b>VOLUMEN DE LA PARAFINA</b> (cm <sup>3</sup> )	19,89	19,89	<b>VOLUMEN DE LA MUESTRA</b> (cm <sup>3</sup> )	156,71	156,71	<b>DENSIDAD HÚMEDA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	1,639	1,639	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> (%)	23,080		<b>DENSIDAD SECA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	1,331	1,331	<b>DENSIDAD SECA MÁXIMA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	1,51	1,51	<b>GRADO DE COMPACTACIÓN</b>	88,17	88,17
MUESTRA No.																																										
NÚMERO DEL ENSAYO	1a	1b																																								
<b>PESO DEL SUELO</b> (g)	256,80	256,80																																								
<b>PESO DEL SUELO + PARAFINA</b> (g)	274,30	274,30																																								
<b>VOLUMEN DEL SUELO + PARAFINA</b> (cm <sup>3</sup> )	176,60	176,60																																								
<b>PESO DE LA PARAFINA</b> (g)	17,50	17,50																																								
<b>VOLUMEN DE LA PARAFINA</b> (cm <sup>3</sup> )	19,89	19,89																																								
<b>VOLUMEN DE LA MUESTRA</b> (cm <sup>3</sup> )	156,71	156,71																																								
<b>DENSIDAD HÚMEDA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	1,639	1,639																																								
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> (%)	23,080																																									
<b>DENSIDAD SECA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	1,331	1,331																																								
<b>DENSIDAD SECA MÁXIMA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	1,51	1,51																																								
<b>GRADO DE COMPACTACIÓN</b>	88,17	88,17																																								
<b>ENSAYÓ:</b> GRUPO DE TESIS	<b>CALCULÓ:</b> GRUPO DE TESIS	<b>VERIFICÓ:</b> GRUPO DE TESIS																																								

## ANEXO 5.2.2

### ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO ABSCISA. 0+550.

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES																																											
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO																																											
<b>Fecha</b>		<b>ABSCISA</b>		<b>Proceso No.</b>																																							
04/07/2005		0+550		1																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">MUESTRA No.</th> <th colspan="2"></th> </tr> <tr> <th>NÚMERO DEL ENSAYO</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">1a</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">1b</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>PESO DEL SUELO</b> (g)</td> <td style="text-align: center;"><b>356,80</b></td> <td style="text-align: center;"><b>356,80</b></td> </tr> <tr> <td><b>PESO DEL SUELO + PARAFINA</b> (g)</td> <td style="text-align: center;"><b>374,00</b></td> <td style="text-align: center;"><b>374,00</b></td> </tr> <tr> <td><b>VOLUMEN DEL SUELO + PARAFINA</b> (cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;"><b>239,70</b></td> <td style="text-align: center;"><b>239,70</b></td> </tr> <tr> <td><b>PESO DE LA PARAFINA</b> (g)</td> <td style="text-align: center;">17,20</td> <td style="text-align: center;">17,20</td> </tr> <tr> <td><b>VOLUMEN DE LA PARAFINA</b> (cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">19,55</td> <td style="text-align: center;">19,55</td> </tr> <tr> <td><b>VOLUMEN DE LA MUESTRA</b> (cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">220,15</td> <td style="text-align: center;">220,15</td> </tr> <tr> <td><b>DENSIDAD HÚMEDA</b> (g/cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">1,621</td> <td style="text-align: center;">1,621</td> </tr> <tr> <td><b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> (%)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">21,182</td> </tr> <tr> <td><b>DENSIDAD SECA</b> (g/cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">1,337</td> <td style="text-align: center;">1,337</td> </tr> <tr> <td><b>DENSIDAD SECA MÁXIMA</b> (g/cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">1,45</td> <td style="text-align: center;">1,45</td> </tr> <tr> <td><b>GRADO DE COMPACTACIÓN</b></td> <td style="text-align: center;">92,23</td> <td style="text-align: center;">92,23</td> </tr> </tbody> </table>					MUESTRA No.			NÚMERO DEL ENSAYO	1a	1b	<b>PESO DEL SUELO</b> (g)	<b>356,80</b>	<b>356,80</b>	<b>PESO DEL SUELO + PARAFINA</b> (g)	<b>374,00</b>	<b>374,00</b>	<b>VOLUMEN DEL SUELO + PARAFINA</b> (cm <sup>3</sup> )	<b>239,70</b>	<b>239,70</b>	<b>PESO DE LA PARAFINA</b> (g)	17,20	17,20	<b>VOLUMEN DE LA PARAFINA</b> (cm <sup>3</sup> )	19,55	19,55	<b>VOLUMEN DE LA MUESTRA</b> (cm <sup>3</sup> )	220,15	220,15	<b>DENSIDAD HÚMEDA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	1,621	1,621	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> (%)	21,182		<b>DENSIDAD SECA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	1,337	1,337	<b>DENSIDAD SECA MÁXIMA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	1,45	1,45	<b>GRADO DE COMPACTACIÓN</b>	92,23	92,23
MUESTRA No.																																											
NÚMERO DEL ENSAYO	1a	1b																																									
<b>PESO DEL SUELO</b> (g)	<b>356,80</b>	<b>356,80</b>																																									
<b>PESO DEL SUELO + PARAFINA</b> (g)	<b>374,00</b>	<b>374,00</b>																																									
<b>VOLUMEN DEL SUELO + PARAFINA</b> (cm <sup>3</sup> )	<b>239,70</b>	<b>239,70</b>																																									
<b>PESO DE LA PARAFINA</b> (g)	17,20	17,20																																									
<b>VOLUMEN DE LA PARAFINA</b> (cm <sup>3</sup> )	19,55	19,55																																									
<b>VOLUMEN DE LA MUESTRA</b> (cm <sup>3</sup> )	220,15	220,15																																									
<b>DENSIDAD HÚMEDA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	1,621	1,621																																									
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> (%)	21,182																																										
<b>DENSIDAD SECA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	1,337	1,337																																									
<b>DENSIDAD SECA MÁXIMA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	1,45	1,45																																									
<b>GRADO DE COMPACTACIÓN</b>	92,23	92,23																																									
<b>OBSERVACIONES:</b> Temperatura del Ensayo: 22																																											
<b>ENSAYÓ:</b> GRUPO DE TESIS		<b>CALCULÓ:</b> GRUPO DE TESIS		<b>VERIFICÓ:</b> GRUPO DE TESIS																																							

### ANEXO 5.2.3

#### ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO ABSCISA 1+050.

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES																																										
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO																																										
<b>Fecha</b> 04/07/2005		<b>ABSCISA</b> 1+050	<b>Proceso No.</b> 1																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">MUESTRA No.</th> <th colspan="2"></th> </tr> <tr> <th>NÚMERO DEL ENSAYO</th> <th style="width: 20%;">1a</th> <th style="width: 20%;">1b</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>PESO DEL SUELO</b> (g)</td> <td style="text-align: center;"><b>287,40</b></td> <td style="text-align: center;"><b>287,40</b></td> </tr> <tr> <td><b>PESO DEL SUELO + PARAFINA</b> (g)</td> <td style="text-align: center;"><b>302,60</b></td> <td style="text-align: center;"><b>302,60</b></td> </tr> <tr> <td><b>VOLUMEN DEL SUELO + PARAFINA</b> (cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;"><b>106,80</b></td> <td style="text-align: center;"><b>106,80</b></td> </tr> <tr> <td><b>PESO DE LA PARAFINA</b> (g)</td> <td style="text-align: center;">15,20</td> <td style="text-align: center;">15,20</td> </tr> <tr> <td><b>VOLUMEN DE LA PARAFINA</b> (cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">17,27</td> <td style="text-align: center;">17,27</td> </tr> <tr> <td><b>VOLUMEN DE LA MUESTRA</b> (cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">89,53</td> <td style="text-align: center;">89,53</td> </tr> <tr> <td><b>DENSIDAD HÚMEDA</b> (g/cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">3,210</td> <td style="text-align: center;">3,210</td> </tr> <tr> <td><b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> (%)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">21,182</td> </tr> <tr> <td><b>DENSIDAD SECA</b> (g/cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">2,649</td> <td style="text-align: center;">2,649</td> </tr> <tr> <td><b>DENSIDAD SECA MÁXIMA</b> (g/cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">1,73</td> <td style="text-align: center;">1,73</td> </tr> <tr> <td><b>GRADO DE COMPACTACIÓN</b></td> <td style="text-align: center;">153,57</td> <td style="text-align: center;">153,57</td> </tr> </tbody> </table>				MUESTRA No.			NÚMERO DEL ENSAYO	1a	1b	<b>PESO DEL SUELO</b> (g)	<b>287,40</b>	<b>287,40</b>	<b>PESO DEL SUELO + PARAFINA</b> (g)	<b>302,60</b>	<b>302,60</b>	<b>VOLUMEN DEL SUELO + PARAFINA</b> (cm <sup>3</sup> )	<b>106,80</b>	<b>106,80</b>	<b>PESO DE LA PARAFINA</b> (g)	15,20	15,20	<b>VOLUMEN DE LA PARAFINA</b> (cm <sup>3</sup> )	17,27	17,27	<b>VOLUMEN DE LA MUESTRA</b> (cm <sup>3</sup> )	89,53	89,53	<b>DENSIDAD HÚMEDA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	3,210	3,210	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> (%)	21,182		<b>DENSIDAD SECA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	2,649	2,649	<b>DENSIDAD SECA MÁXIMA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	1,73	1,73	<b>GRADO DE COMPACTACIÓN</b>	153,57	153,57
MUESTRA No.																																										
NÚMERO DEL ENSAYO	1a	1b																																								
<b>PESO DEL SUELO</b> (g)	<b>287,40</b>	<b>287,40</b>																																								
<b>PESO DEL SUELO + PARAFINA</b> (g)	<b>302,60</b>	<b>302,60</b>																																								
<b>VOLUMEN DEL SUELO + PARAFINA</b> (cm <sup>3</sup> )	<b>106,80</b>	<b>106,80</b>																																								
<b>PESO DE LA PARAFINA</b> (g)	15,20	15,20																																								
<b>VOLUMEN DE LA PARAFINA</b> (cm <sup>3</sup> )	17,27	17,27																																								
<b>VOLUMEN DE LA MUESTRA</b> (cm <sup>3</sup> )	89,53	89,53																																								
<b>DENSIDAD HÚMEDA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	3,210	3,210																																								
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> (%)	21,182																																									
<b>DENSIDAD SECA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	2,649	2,649																																								
<b>DENSIDAD SECA MÁXIMA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	1,73	1,73																																								
<b>GRADO DE COMPACTACIÓN</b>	153,57	153,57																																								
<b>OBSERVACIONES:</b> Temperatura del Ensayo: 22																																										
<b>ENSAYÓ:</b> GRUPO DE TESIS	<b>CALCULÓ:</b> GRUPO DE TESIS	<b>VERIFICÓ:</b> GRUPO DE TESIS																																								

## ANEXO 5.2.4

### ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO ABSCISA 1+550.

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES																																										
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO																																										
<b>Fecha</b> 04/07/2005		<b>ABSCISA</b> 1+550	<b>Proceso No.</b> 1																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;"><b>MUESTRA No.</b></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td><b>NÚMERO DEL ENSAYO</b></td> <td style="width: 20%; text-align: center;">1a</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">1b</td> </tr> <tr> <td><b>PESO DEL SUELO</b> (g)</td> <td style="text-align: center;">321,90</td> <td style="text-align: center;">321,90</td> </tr> <tr> <td><b>PESO DEL SUELO + PARAFINA</b> (g)</td> <td style="text-align: center;">332,30</td> <td style="text-align: center;">332,30</td> </tr> <tr> <td><b>VOLUMEN DEL SUELO + PARAFINA</b> (cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">126,20</td> <td style="text-align: center;">126,20</td> </tr> <tr> <td><b>PESO DE LA PARAFINA</b> (g)</td> <td style="text-align: center;">10,40</td> <td style="text-align: center;">10,40</td> </tr> <tr> <td><b>VOLUMEN DE LA PARAFINA</b> (cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">11,82</td> <td style="text-align: center;">11,82</td> </tr> <tr> <td><b>VOLUMEN DE LA MUESTRA</b> (cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">114,38</td> <td style="text-align: center;">114,38</td> </tr> <tr> <td><b>DENSIDAD HÚMEDA</b> (g/cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">2,814</td> <td style="text-align: center;">2,814</td> </tr> <tr> <td><b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> (%)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">21,182</td> </tr> <tr> <td><b>DENSIDAD SECA</b> (g/cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">2,322</td> <td style="text-align: center;">2,322</td> </tr> <tr> <td><b>DENSIDAD SECA MÁXIMA</b> (g/cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">1,61</td> <td style="text-align: center;">1,61</td> </tr> <tr> <td><b>GRADO DE COMPACTACIÓN</b></td> <td style="text-align: center;">144,07</td> <td style="text-align: center;">144,07</td> </tr> </table>				<b>MUESTRA No.</b>			<b>NÚMERO DEL ENSAYO</b>	1a	1b	<b>PESO DEL SUELO</b> (g)	321,90	321,90	<b>PESO DEL SUELO + PARAFINA</b> (g)	332,30	332,30	<b>VOLUMEN DEL SUELO + PARAFINA</b> (cm <sup>3</sup> )	126,20	126,20	<b>PESO DE LA PARAFINA</b> (g)	10,40	10,40	<b>VOLUMEN DE LA PARAFINA</b> (cm <sup>3</sup> )	11,82	11,82	<b>VOLUMEN DE LA MUESTRA</b> (cm <sup>3</sup> )	114,38	114,38	<b>DENSIDAD HÚMEDA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	2,814	2,814	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> (%)	21,182		<b>DENSIDAD SECA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	2,322	2,322	<b>DENSIDAD SECA MÁXIMA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	1,61	1,61	<b>GRADO DE COMPACTACIÓN</b>	144,07	144,07
<b>MUESTRA No.</b>																																										
<b>NÚMERO DEL ENSAYO</b>	1a	1b																																								
<b>PESO DEL SUELO</b> (g)	321,90	321,90																																								
<b>PESO DEL SUELO + PARAFINA</b> (g)	332,30	332,30																																								
<b>VOLUMEN DEL SUELO + PARAFINA</b> (cm <sup>3</sup> )	126,20	126,20																																								
<b>PESO DE LA PARAFINA</b> (g)	10,40	10,40																																								
<b>VOLUMEN DE LA PARAFINA</b> (cm <sup>3</sup> )	11,82	11,82																																								
<b>VOLUMEN DE LA MUESTRA</b> (cm <sup>3</sup> )	114,38	114,38																																								
<b>DENSIDAD HÚMEDA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	2,814	2,814																																								
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> (%)	21,182																																									
<b>DENSIDAD SECA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	2,322	2,322																																								
<b>DENSIDAD SECA MÁXIMA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	1,61	1,61																																								
<b>GRADO DE COMPACTACIÓN</b>	144,07	144,07																																								
<b>OBSERVACIONES:</b> Temperatura del Ensayo: 22																																										
<b>ENSAYÓ:</b> GRUPO DE TESIS	<b>CALCULÓ:</b> GRUPO DE TESIS	<b>VERIFICÓ:</b> GRUPO DE TESIS																																								

## ANEXO 5.2.5

### ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO ABSCISA 2+050.

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES																																										
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO																																										
<b>Fecha</b> 04/07/2005		<b>ABSCISA</b> 2+050	<b>Proceso No.</b> 1																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">MUESTRA No.</th> <th colspan="2"></th> </tr> <tr> <th>NÚMERO DEL ENSAYO</th> <th style="width: 20%;">1a</th> <th style="width: 20%;">1b</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PESO DEL SUELO (g)</td> <td style="text-align: center;">272,70</td> <td style="text-align: center;">272,70</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL SUELO + PARAFINA (g)</td> <td style="text-align: center;">332,30</td> <td style="text-align: center;">332,30</td> </tr> <tr> <td>VOLUMEN DEL SUELO + PARAFINA (cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">126,20</td> <td style="text-align: center;">126,20</td> </tr> <tr> <td>PESO DE LA PARAFINA (g)</td> <td style="text-align: center;">59,60</td> <td style="text-align: center;">59,60</td> </tr> <tr> <td>VOLUMEN DE LA PARAFINA (cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">67,73</td> <td style="text-align: center;">67,73</td> </tr> <tr> <td>VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">58,47</td> <td style="text-align: center;">58,47</td> </tr> <tr> <td>DENSIDAD HÚMEDA (g/cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">4,664</td> <td style="text-align: center;">4,664</td> </tr> <tr> <td>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">21,182</td> </tr> <tr> <td>DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">3,849</td> <td style="text-align: center;">3,849</td> </tr> <tr> <td>DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">1,66</td> <td style="text-align: center;">1,66</td> </tr> <tr> <td>GRADO DE COMPACTACIÓN</td> <td style="text-align: center;">231,84</td> <td style="text-align: center;">231,84</td> </tr> </tbody> </table>				MUESTRA No.			NÚMERO DEL ENSAYO	1a	1b	PESO DEL SUELO (g)	272,70	272,70	PESO DEL SUELO + PARAFINA (g)	332,30	332,30	VOLUMEN DEL SUELO + PARAFINA (cm <sup>3</sup> )	126,20	126,20	PESO DE LA PARAFINA (g)	59,60	59,60	VOLUMEN DE LA PARAFINA (cm <sup>3</sup> )	67,73	67,73	VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	58,47	58,47	DENSIDAD HÚMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	4,664	4,664	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	21,182		DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	3,849	3,849	DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm <sup>3</sup> )	1,66	1,66	GRADO DE COMPACTACIÓN	231,84	231,84
MUESTRA No.																																										
NÚMERO DEL ENSAYO	1a	1b																																								
PESO DEL SUELO (g)	272,70	272,70																																								
PESO DEL SUELO + PARAFINA (g)	332,30	332,30																																								
VOLUMEN DEL SUELO + PARAFINA (cm <sup>3</sup> )	126,20	126,20																																								
PESO DE LA PARAFINA (g)	59,60	59,60																																								
VOLUMEN DE LA PARAFINA (cm <sup>3</sup> )	67,73	67,73																																								
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	58,47	58,47																																								
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	4,664	4,664																																								
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	21,182																																									
DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	3,849	3,849																																								
DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm <sup>3</sup> )	1,66	1,66																																								
GRADO DE COMPACTACIÓN	231,84	231,84																																								
<b>OBSERVACIONES:</b> Temperatura del Ensayo: 22																																										
<b>ENSAYÓ:</b> GRUPO DE TESIS	<b>CALCULÓ:</b> GRUPO DE TESIS	<b>VERIFICÓ:</b> GRUPO DE TESIS																																								

## ANEXO 5.2.6

### ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO ABCISA 2+550.

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES																																										
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO																																										
<b>Fecha</b> 04/07/2005		<b>ABCISA</b> 2+550	<b>Proceso No.</b> 1																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;"><b>MUESTRA No.</b></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td><b>NÚMERO DEL ENSAYO</b></td> <td style="text-align: center;">1a</td> <td style="text-align: center;">1b</td> </tr> <tr> <td><b>PESO DEL SUELO</b> (g)</td> <td style="text-align: center;">392,40</td> <td style="text-align: center;">392,40</td> </tr> <tr> <td><b>PESO DEL SUELO + PARAFINA</b> (g)</td> <td style="text-align: center;">401,20</td> <td style="text-align: center;">401,20</td> </tr> <tr> <td><b>VOLUMEN DEL SUELO + PARAFINA</b> (cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">162,00</td> <td style="text-align: center;">162,00</td> </tr> <tr> <td><b>PESO DE LA PARAFINA</b> (g)</td> <td style="text-align: center;">8,80</td> <td style="text-align: center;">8,80</td> </tr> <tr> <td><b>VOLUMEN DE LA PARAFINA</b> (cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">10,00</td> <td style="text-align: center;">10,00</td> </tr> <tr> <td><b>VOLUMEN DE LA MUESTRA</b> (cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">152,00</td> <td style="text-align: center;">152,00</td> </tr> <tr> <td><b>DENSIDAD HÚMEDA</b> (g/cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">2,582</td> <td style="text-align: center;">2,582</td> </tr> <tr> <td><b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> (%)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">21,182</td> </tr> <tr> <td><b>DENSIDAD SECA</b> (g/cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">2,130</td> <td style="text-align: center;">2,130</td> </tr> <tr> <td><b>DENSIDAD SECA MÁXIMA</b> (g/cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">1,57</td> <td style="text-align: center;">1,57</td> </tr> <tr> <td><b>GRADO DE COMPACTACIÓN</b></td> <td style="text-align: center;">136,12</td> <td style="text-align: center;">136,12</td> </tr> </table>				<b>MUESTRA No.</b>			<b>NÚMERO DEL ENSAYO</b>	1a	1b	<b>PESO DEL SUELO</b> (g)	392,40	392,40	<b>PESO DEL SUELO + PARAFINA</b> (g)	401,20	401,20	<b>VOLUMEN DEL SUELO + PARAFINA</b> (cm <sup>3</sup> )	162,00	162,00	<b>PESO DE LA PARAFINA</b> (g)	8,80	8,80	<b>VOLUMEN DE LA PARAFINA</b> (cm <sup>3</sup> )	10,00	10,00	<b>VOLUMEN DE LA MUESTRA</b> (cm <sup>3</sup> )	152,00	152,00	<b>DENSIDAD HÚMEDA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	2,582	2,582	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> (%)	21,182		<b>DENSIDAD SECA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	2,130	2,130	<b>DENSIDAD SECA MÁXIMA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	1,57	1,57	<b>GRADO DE COMPACTACIÓN</b>	136,12	136,12
<b>MUESTRA No.</b>																																										
<b>NÚMERO DEL ENSAYO</b>	1a	1b																																								
<b>PESO DEL SUELO</b> (g)	392,40	392,40																																								
<b>PESO DEL SUELO + PARAFINA</b> (g)	401,20	401,20																																								
<b>VOLUMEN DEL SUELO + PARAFINA</b> (cm <sup>3</sup> )	162,00	162,00																																								
<b>PESO DE LA PARAFINA</b> (g)	8,80	8,80																																								
<b>VOLUMEN DE LA PARAFINA</b> (cm <sup>3</sup> )	10,00	10,00																																								
<b>VOLUMEN DE LA MUESTRA</b> (cm <sup>3</sup> )	152,00	152,00																																								
<b>DENSIDAD HÚMEDA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	2,582	2,582																																								
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> (%)	21,182																																									
<b>DENSIDAD SECA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	2,130	2,130																																								
<b>DENSIDAD SECA MÁXIMA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	1,57	1,57																																								
<b>GRADO DE COMPACTACIÓN</b>	136,12	136,12																																								
<b>OBSERVACIONES:</b> Temperatura del Ensayo: 22																																										
<b>ENSAYÓ:</b> GRUPO DE TESIS	<b>CALCULÓ:</b> GRUPO DE TESIS	<b>VERIFICÓ:</b> GRUPO DE TESIS																																								

## ANEXO 5.2.7

### ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO ABSCISA 2+950.

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES																																										
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO																																										
<b>Fecha</b> 04/07/2005		<b>ABSCISA</b> 2+950	<b>Proceso No.</b> 1																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">MUESTRA No.</th> <th colspan="2"></th> </tr> <tr> <th>NÚMERO DEL ENSAYO</th> <th style="width: 20%;">1a</th> <th style="width: 20%;">1b</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>PESO DEL SUELO</b> (g)</td> <td style="text-align: center;"><b>393,70</b></td> <td style="text-align: center;"><b>393,70</b></td> </tr> <tr> <td><b>PESO DEL SUELO + PARAFINA</b> (g)</td> <td style="text-align: center;"><b>438,20</b></td> <td style="text-align: center;"><b>438,20</b></td> </tr> <tr> <td><b>VOLUMEN DEL SUELO + PARAFINA</b> (cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;"><b>163,30</b></td> <td style="text-align: center;"><b>163,30</b></td> </tr> <tr> <td><b>PESO DE LA PARAFINA</b> (g)</td> <td style="text-align: center;">44,50</td> <td style="text-align: center;">44,50</td> </tr> <tr> <td><b>VOLUMEN DE LA PARAFINA</b> (cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">50,57</td> <td style="text-align: center;">50,57</td> </tr> <tr> <td><b>VOLUMEN DE LA MUESTRA</b> (cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">112,73</td> <td style="text-align: center;">112,73</td> </tr> <tr> <td><b>DENSIDAD HÚMEDA</b> (g/cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">3,492</td> <td style="text-align: center;">3,492</td> </tr> <tr> <td><b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> (%)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">21,182</td> </tr> <tr> <td><b>DENSIDAD SECA</b> (g/cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">2,882</td> <td style="text-align: center;">2,882</td> </tr> <tr> <td><b>DENSIDAD SECA MÁXIMA</b> (g/cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;"><b>1,65</b></td> <td style="text-align: center;"><b>1,65</b></td> </tr> <tr> <td><b>GRADO DE COMPACTACIÓN</b></td> <td style="text-align: center;">175,19</td> <td style="text-align: center;">175,19</td> </tr> </tbody> </table>				MUESTRA No.			NÚMERO DEL ENSAYO	1a	1b	<b>PESO DEL SUELO</b> (g)	<b>393,70</b>	<b>393,70</b>	<b>PESO DEL SUELO + PARAFINA</b> (g)	<b>438,20</b>	<b>438,20</b>	<b>VOLUMEN DEL SUELO + PARAFINA</b> (cm <sup>3</sup> )	<b>163,30</b>	<b>163,30</b>	<b>PESO DE LA PARAFINA</b> (g)	44,50	44,50	<b>VOLUMEN DE LA PARAFINA</b> (cm <sup>3</sup> )	50,57	50,57	<b>VOLUMEN DE LA MUESTRA</b> (cm <sup>3</sup> )	112,73	112,73	<b>DENSIDAD HÚMEDA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	3,492	3,492	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> (%)	21,182		<b>DENSIDAD SECA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	2,882	2,882	<b>DENSIDAD SECA MÁXIMA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	<b>1,65</b>	<b>1,65</b>	<b>GRADO DE COMPACTACIÓN</b>	175,19	175,19
MUESTRA No.																																										
NÚMERO DEL ENSAYO	1a	1b																																								
<b>PESO DEL SUELO</b> (g)	<b>393,70</b>	<b>393,70</b>																																								
<b>PESO DEL SUELO + PARAFINA</b> (g)	<b>438,20</b>	<b>438,20</b>																																								
<b>VOLUMEN DEL SUELO + PARAFINA</b> (cm <sup>3</sup> )	<b>163,30</b>	<b>163,30</b>																																								
<b>PESO DE LA PARAFINA</b> (g)	44,50	44,50																																								
<b>VOLUMEN DE LA PARAFINA</b> (cm <sup>3</sup> )	50,57	50,57																																								
<b>VOLUMEN DE LA MUESTRA</b> (cm <sup>3</sup> )	112,73	112,73																																								
<b>DENSIDAD HÚMEDA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	3,492	3,492																																								
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> (%)	21,182																																									
<b>DENSIDAD SECA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	2,882	2,882																																								
<b>DENSIDAD SECA MÁXIMA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	<b>1,65</b>	<b>1,65</b>																																								
<b>GRADO DE COMPACTACIÓN</b>	175,19	175,19																																								
<b>OBSERVACIONES:</b> Temperatura del Ensayo: 22																																										
<b>ENSAYÓ:</b> GRUPO DE TESIS	<b>CALCULÓ:</b> GRUPO DE TESIS	<b>VERIFICÓ:</b> GRUPO DE TESIS																																								



## ANEXO 5.3.1

### ENSAYO GRANULOMÉTRICO Y ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA

#### ABSCISA 0+050.

ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO

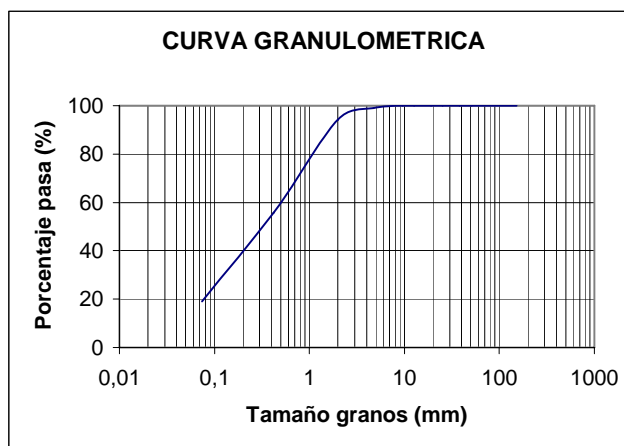
LABORATORIO DE SUELOS

**PROYECTO:** PLATAFORMA VIAL DESDE LA AV. NAPO HASTA AV. GRAL. RUMIÑAHUI

<b>LOCALIZACION:</b> ABSISA 0+050	<b>CLASIFICACION SUELOS</b>
<b>PERFORACION:</b> 1	
<b>MUESTRA No :</b> # 1	
<b>PROFUNDIDAD:</b> 1 m	
<b>FECHA:</b> 22-sep-05	

	NUM	PESO HUMEDO (g)	PESO SECO (g)	PESO CAPSULA (g)	CONT. HUMEDAD (%)	CONT. MEDIO HUMEDAD
1. CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL		54,90	47,80	11,90	19,78	19,78
2. LIMITE LIQUIDO		<b>SUELO NO PLASTICO</b>				
3. LIMITE PLASTICO		<b>SUELO NO PLASTICO</b>				

4. GRANULOMETRIA			
PESO INICIAL (W/D) D		D	
300,00 g			
PESO INICIAL PARA CALCULO		300,00 g	
TAMIZ	PESO RET.ACUM.	PORCENTAJE	
		RETENIDO	PASA
3"	0,0g	0	100
0	0,0g	0	100
1 1/2"	0,0g	0	100
1"	0,0g	0	100
3/4"	0,0g	0	100
1/2"	0,0g	0	100
3/8"	0,0g	0	100
No 4	2,9g	1	99
No 10	17,6g	6	94
No 40	132,9g	44	56
No 200	242,7g	81	19
PAS200	55g		



**RESULTADOS**

5. TIPOS DE SUELO	
GRAVA	1%
ARENA	80%
LIMO/ARCILLA	19%

<b>SUCS:</b>	SM
<b>AASHTO:</b>	A-2-4
<b>IG(86):</b>	0

## ANEXO 5.3.2

### ENSAYO GRANULOMÉTRICO Y ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA

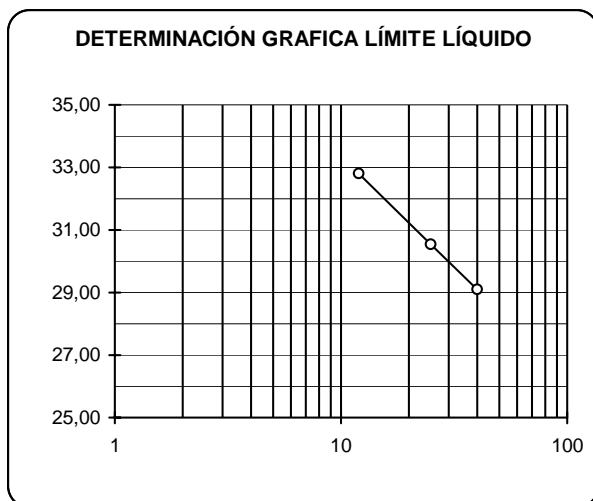
#### ABSCISA 0+550

#### ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO LABORATORIO DE SUELOS

**PROYECTO:** PLATAFORMA VIAL DESDE LA AV. NAPO HASTA LA AV. GRAL. RUMIÑAHUI

<b>SITIO:</b> ABSISA 0+550 <b>PERFORACIÓN No.:</b> 1 <b>MUESTRA No.:</b> 1 <b>PROF.:</b> 1 m	<b>CLASIFICACION SUELOS</b>
<b>DATE:</b> 22-sep-05	

	Golpes	Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	Peso tara (g)	% Agua (g)	Valor Prom
<b>1. % HUMEDAD NATURAL</b>		61,00	54,40	14,40	16,50	16,50
		61,00	54,40	14,40	16,50	
<b>2. LIMITE LIQUIDO</b>	12	28,20	24,80	14,40	32,69	30,55
	25	28,00	24,70	14,00	30,84	
	40	27,10	23,60	11,50	28,93	
<b>3. LIMITE PLASTICO</b>		6,50	6,20	5,00	25,00	27,66
		8,50	8,00	6,30	29,41	
		11,40	11,00	9,60	28,57	



<b>4. GRANULOMETRÍA</b>			
PESO IN.	300,00 g	(W/D)	D
PESO IN. PARA CALCULO	300,00 g		
TAMIZ	PESO RET.ACUM.	PORCENTAJE	
		RETEN	PASANTE
2"	0,00g	0	100
1 1/2"	0,00g	0	100
1"	0,00g	0	100
3/4"	0,00g	0	100
1/2"	0,00g	0	100
3/8"	0,00g	0	100
No 4	9,60g	3	97
No 10	62,50g	21	79
No 40	163,90g	55	45
No 200	256,30g	85	15

#### RESUMEN

<b>5. TIPO DE SUELO</b>	
GRAVA	3%
ARENA	82%
LIMO/ARC	15%

LL=	30,5%
LP=	27,7%
IP=	2,9%

<b>SUCS:</b>	SM
<b>AASHTO:</b>	A-1-b
<b>IG(86):</b>	0

### ANEXO 5.3.3

## ENSAYO GRANULOMÉTRICO Y ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA

### ABSCISA 1+050

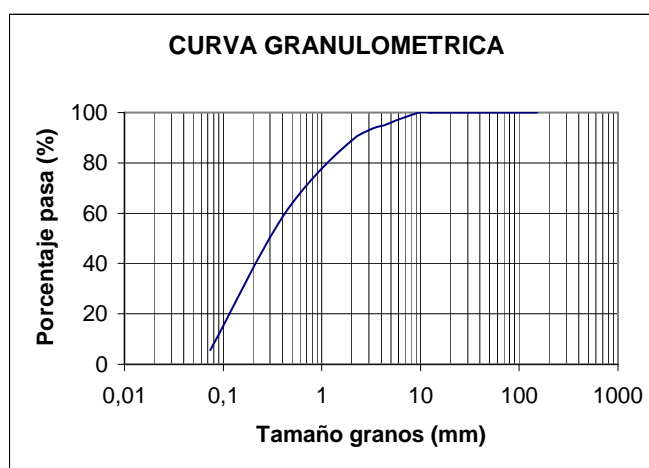
#### ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO LABORATORIO DE SUELOS

**PROYECTO:** PLATAFORMA VIAL DESDE LA AV. NAPO HASTA LA AV. GRAL. RUMIÑAHUI

<b>LOCALIZACION:</b>	ABSISA 1+050	<b>CLASIFICACION SUELOS</b>	
<b>PERFORACION:</b>	1		
<b>MUESTRA No :</b>	# 1		
<b>PROFUNDIDAD:</b>	1 m		<b>FECHA:</b> 22-sep-05

	NUM	PESO HUMEDO (g)	PESO SECO (g)	PESO CAPSULA (g)	CONT. HUMEDAD %	CONT. MEDIO HUMEDAD
1. CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL		63,60	56,30	14,40	17,42	17,42
2. LIMITE LIQUIDO		SUELO NO PLASTICO				
3. LIMITE PLASTICO		SUELO NO PLASTICO				

4. GRANULOMETRIA			
PESO INICIAL	(W/D)	D	
	300,00 g		
PESO INICIAL PARA CALCULO	300,00 g		
TAMIZ	PESO RET.ACUM.	PORCENTAJE	
		RETENIDO	PASA
3"	0,0g	0	100
0	0,0g	0	100
1 1/2"	0,0g	0	100
1"	0,0g	0	100
3/4"	0,0g	0	100
1/2"	0,0g	0	100
3/8"	0,0g	0	100
No 4	13,2g	4	96
No 10	33,5g	11	89
No 40	120,6g	40	60
No 200	283,1g	94	6
PAS200	16g		



#### RESULTADOS

5. TIPOS DE SUELO	
GRAVA	4%
ARENA	90%
LIMO/ARCILLA	6%

SUCS:	SW/SP-SM
AASHTO:	A-3
IG(86):	0

## ANEXO 5.3.4

### ENSAYO GRANULOMÉTRICO Y ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA

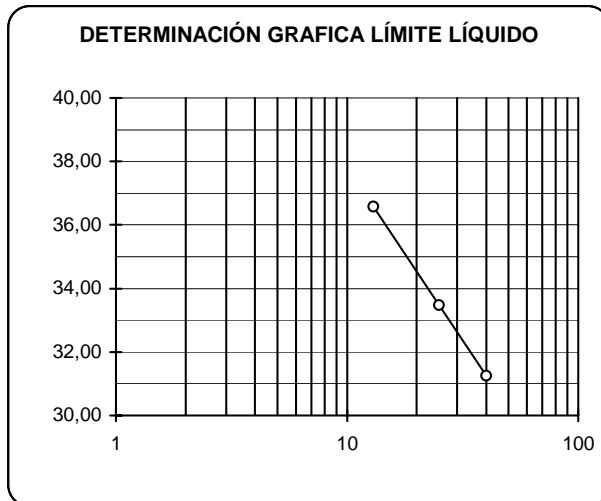
#### ABSCISA 1+550

#### ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO LABORATORIO DE SUELOS

**PROYECTO:** PLATAFORMA VIAL DESDE LA AV. NAPO HASTA LA AV. GRAL. RUMIÑAHUI

<b>SITIO:</b> ABSISA	1+550	<b>CLASIFICACION SUELOS</b>	
<b>PERFORACIÓN No:</b>	1		
<b>MUESTRA No.</b>	1		
<b>PROF.</b>	1 m		<b>DATE:</b> 22-sep-05

	Golpes	Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	Peso tara (g)	% Agua (g)	Valor Prom
<b>1. % HUMEDAD NATURAL</b>		54,80	47,00	13,30	23,15	23,15
		54,80	47,00	13,30	23,15	
<b>2. LIMITE LIQUIDO</b>	13	28,80	24,20	11,60	36,51	33,48
	30	29,80	25,30	11,60	32,85	
	40	30,90	26,30	11,50	31,08	
<b>3. LIMITE PLASTICO</b>		10,30	9,50	6,60	27,59	24,96
		6,10	5,90	5,10	25,00	
		21,59	21,30	20,00	22,31	



<b>4. GRANULOMETRÍA</b>			
PESO IN.	300,00 g	(W/D)	D
PESO IN.PARA CALCULO	300,00 g		
TAMIZ	PESO RET.ACUM.	PORCENTAJE	
		RETEN	PASANTE
2"	0,00g	0	100
1 1/2"	0,00g	0	100
1"	0,00g	0	100
3/4"	0,00g	0	100
1/2"	0,00g	0	100
3/8"	0,00g	0	100
No 4	15,50g	5	95
No 10	62,60g	21	79
No 40	174,90g	58	42
No 200	272,80g	91	9

#### RESUMEN

<b>5. TIPO DE SUELO</b>	
<b>GRAVA</b>	5%
<b>ARENA</b>	86%
<b>LIMO/ARC</b>	9%

LL=	33,5%
LP=	25,0%
IP=	8,5%

<b>SUCS:</b>	SW/SP-SM
<b>AASHTO:</b>	A-2-4
<b>IG(86):</b>	0

## ANEXO 5.3.5

### ENSAYO GRANULOMÉTRICO Y ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA

#### ABSCISA 2+050

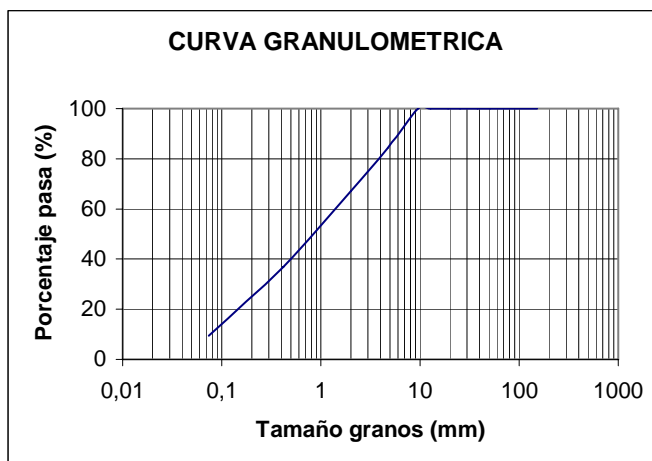
#### ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO LABORATORIO DE SUELOS

**PROYECTO:** PLATAFORMA VIAL DESDE LA AV. NAPO HASTA LA AV. GRAL. RUMIÑAHUI

<b>LOCALIZACION:</b>	ABSISA 2+050	<b>CLASIFICACION SUELOS</b>	
<b>PERFORACION:</b>	1		
<b>MUESTRA No :</b>	# 1		
<b>PROFUNDIDAD:</b>	1 m		<b>FECHA:</b> 22-sep-05

	NUM	PESO HUMEDO (g)	PESO SECO (g)	PESO CAPSULA (g)	CONT. HUMEDAD %	CONT. MEDIO HUMEDAD
1. CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL		51,10	43,90	11,40	22,15	22,15
2. LIMITE LIQUIDO		SUELO NO PLASTICO				
3. LIMITE PLASTICO		SUELO NO PLASTICO				

4. GRANULOMETRIA			
PESO INICIAL	(W/D)	D	
	300,00 g		
PESO INICIAL PARA CALCULO	300,00 g		
TAMIZ	PESO RET.ACUM.	PORCENTAJE	
		RETENIDO	PASA
3"	0,0g	0	100
0	0,0g	0	100
1 1/2"	0,0g	0	100
1"	0,0g	0	100
3/4"	0,0g	0	100
1/2"	0,0g	0	100
3/8"	0,0g	0	100
No 4	46,6g	16	84
No 10	98,4g	33	67
No 40	189,5g	63	37
No 200	272,0g	91	9
PAS200	27g		



#### RESULTADOS

5. TIPOS DE SUELO	
GRAVA	16%
ARENA	75%
LIMO/ARCILLA	9%

SUCS:	SW/SP-SM
AASHTO:	A-1-b
IG(86):	0

## ANEXO 5.3.6

### ENSAYO GRANULOMÉTRICO Y ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA

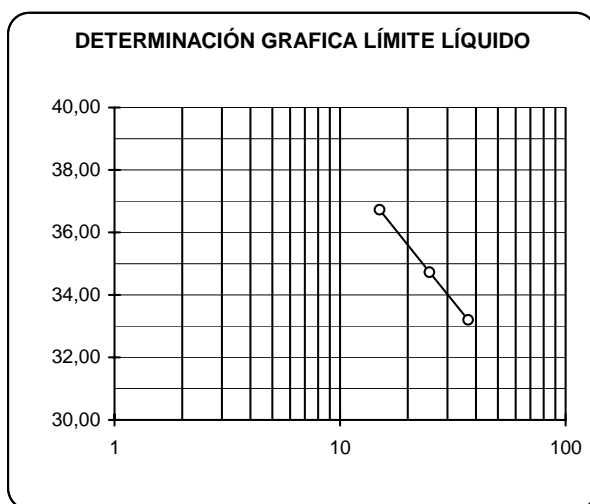
#### ABSCISA 2+550

#### ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO LABORATORIO DE SUELOS

**PROYECTO:** PLATAFORMA VIAL DESDE LA AV. NAPO HASTA LA AV. GRAL. RUMIÑAHUI

<b>SITIO:</b> ABSISA	2+550	<b>CLASIFICACION SUELOS</b>
<b>PERFORACIÓN No:</b>	1	
<b>MUESTRA No.</b>	1	
<b>PROF.</b>	1 m	
		<b>DATE:</b> 22-sep-05

	Golpes	Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	Peso tara (g)	% Agua (g)	Valor Prom
<b>1. % HUMEDAD NATURAL</b>		58,40	50,30	14,00	22,31	22,31
		58,40	50,30	14,00	22,31	
<b>2. LIMITE LIQUIDO</b>	15	29,30	25,10	13,70	36,84	34,72
	24	22,60	19,90	12,10	34,62	
	37	19,60	17,60	11,60	33,33	
<b>3. LIMITE PLASTICO</b>		10,25	10,15	9,80	28,57	28,67
		20,32	20,26	20,06	28,50	
		5,57	5,46	5,08	28,95	



<b>4. GRANULOMETRÍA</b>			
PESO IN.	300,00 g	(W/D)	D
PESO IN. PARA CALCULO		300,00 g	
TAMIZ	PESO RET. ACUM.	PORCENTAJE	
		RETEN	PASANTE
2"	0,00g	0	100
1 1/2"	0,00g	0	100
1"	0,00g	0	100
3/4"	0,00g	0	100
1/2"	0,00g	0	100
3/8"	0,00g	0	100
No 4	9,90g	3	97
No 10	63,90g	21	79
No 40	176,90g	59	41
No 200	270,90g	90	10

#### RESUMEN

<b>5. TIPO DE SUELO</b>	
GRAVA	3%
ARENA	87%
LIMO/ARC	10%

LL=	34,7%
LP=	28,7%
IP=	6,0%

<b>SUCS:</b>	SW/SP-SM
<b>AASHTO:</b>	A-2-4
<b>IG(86):</b>	0

## ANEXO 5.3.7

### ENSAYO GRANULOMÉTRICO Y ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA

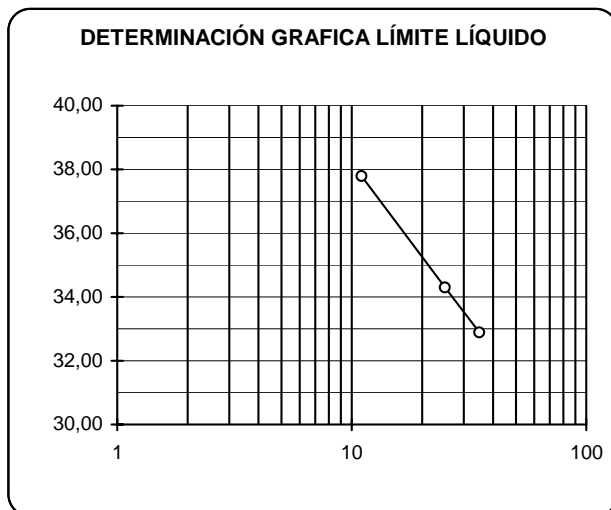
#### ABSCISA 2+950

**ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO  
LABORATORIO DE SUELOS**

**PROYECTO:** PLATAFORMA VIAL DESDE LA AV. NAPO HASTA AV. GRAL. RUMIÑAHUI

<b>SITIO:</b> ABSISA 2+950	<b>CLASIFICACION SUELOS</b>
<b>PERFORACIÓN No.:</b> 1	
<b>MUESTRA No.:</b> 1	
<b>PROF.:</b> 1 m	
<b>DATE:</b> 22-sep-05	

	Golpes	Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	Peso tara (g)	% Agua (g)	Valor Prom
<b>1. % HUMEDAD NATURAL</b>		56,30	49,50	13,70	18,99	18,99
		56,30	49,50	13,70	18,99	
<b>2. LIMITE LIQUIDO</b>	35	24,60	21,36	11,50	32,86	34,30
	25	22,20	19,44	11,40	34,33	
	11	25,80	22,51	13,80	37,77	
<b>3. LIMITE PLASTICO</b>		10,61	10,40	9,79	34,43	22,22
		5,71	5,70	5,07	1,59	
		20,99	20,80	20,18	30,65	



<b>4. GRANULOMETRÍA</b>			
PESO IN. 300,00 g		(W/D)	D
PESO IN. PARA CALCULO		300,00 g	
TAMIZ	PESO RET. ACUM.	PORCENTAJE	
		RETEN	PASANTE
2"	0,00g	0	100
1 1/2"	0,00g	0	100
1"	0,00g	0	100
3/4"	0,00g	0	100
1/2"	0,00g	0	100
3/8"	6,70g	2	98
No 4	42,90g	14	86
No 10	109,10g	36	64
No 40	208,60g	70	30
No 200	277,50g	93	8

<b>5. TIPO DE SUELO</b>	
<b>GRAVA</b>	14%
<b>ARENA</b>	78%
<b>LIMO/ARC</b>	8%

#### RESUMEN

LL=	34,3%
LP=	22,2%
IP=	12,1%

<b>SUCS:</b>	SW/SP-SC
<b>AASHTO:</b>	A-2-6
<b>IG(86):</b>	0

## ANEXO 5.4.1

### ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADA ABSCISA 0+050

<b>PROYECTO:</b> PLATAFORMA VIAL AV. NAPO - AV. GRAL. RUMIÑAHUI	<b>LABORATORIO SUELOS</b>
<b>SECTOR:</b> PASTEURIZADORA	<b>REALIZADO POR:</b> GRUPO DE TESIS
<b>LUGAR DE ORIGEN:</b> KM 0+050	<b>CALCULADO POR:</b> GRUPO DE TESIS
<b>MUESTRA:</b> Nª1	<b>FECHA:</b> Agosoto 2005

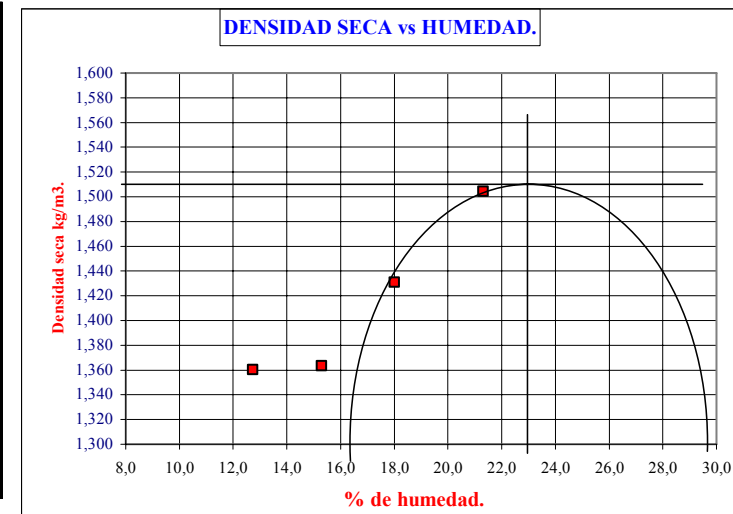
#### ENSAYO DE COMPACTACION

<b>METODO DEL ENSAYO</b>	<b>MOLDE # 1</b>	<b>PESO</b>	4270 gramos
<b>ASSTHO</b>	<b># DE CAPAS: 5</b>	<b>VOLUMEN</b>	932,6 cm <sup>3</sup> .
<b>CLASE</b>	<b># DE GOLPES: 25</b>	<b>DIAMETRO</b>	10,1 cm

**DENSIDAD MÁXIMA** 1510 Kg/m<sup>3</sup>      **OPTIMA HUMEDAD:** 23,00

#### DENSIDAD

MUESTRA N°	1		2		3		4	
PESO SUELO + MOLDE	5700		5736		5845		5972	
DENSIDAD HUMEDA	1,533		1,572		1,689		1,825	
DENSIDAD SECA	1,360		1,363		1,431		1,505	
<b>% DE HUMEDAD</b>								
<b>TARA N°</b>	<b>f5</b>	<b>j10</b>	<b>1a</b>	<b>k4</b>	<b>38</b>	<b>8</b>	<b>VIII</b>	<b>t44</b>
PESO HUMEDO +TARA	47,4	46,5	39,5	52,5	39,1	48,4	48,3	53,6
PESO SECO +TARA	44,3	42,9	35,6	47,4	34,90	43,20	42,1	46,4
PESO TARA	20,5	14	10,6	13,4	11,20	14,80	13	12,6
% DE HUMEDAD	13,03	12,46	15,60	15,00	17,72	18,31	21,31	21,30
PROMEDIO % HUMEDAD	12,74		15,30		18,02		21,30	
<b>OBSERVACIONES:</b>								





## ANEXO 5.4.2

### ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADA ABCISA 0+550

<b>PROYECTO:</b> PLATAFORMA VIAL AV. NAPO - AV. GRAL. RUMIÑAHUI		<b>LABORATORIO SUELOS</b>	
<b>SECTOR:</b> PASTEURIZADORA		<b>REALIZADO POR:</b> GRUPO DE TESIS	
<b>LUGAR DE ORIGEN:</b>	KM 0+550	<b>CALCULADO POR:</b> GRUPO DE TESIS	
<b>MUESTRA:</b>	Nª1	<b>FECHA:</b> Agosoto 2005	

#### ENSAYO DE COMPACTACION

<b>METODO DEL ENSAYO</b>	<b>MOLDE # 1</b>	<b>PESO</b>	4270 gramos
<b>ASSTHO</b>	<b># DE CAPAS: 5</b>	<b>VOLUMEN</b>	932,6 cm 3.
<b>CLASE</b>	<b># DE GOLPES: 25</b>	<b>DIAMETRO</b>	10,1 cm

**DENSIDAD MÁXIMA** 1470 Kg/m3
**OPTIMA HUMEDAD:** 26,00

#### DENSIDAD

MUESTRA N°	1		2		3		4	
PESO SUELO + MOLDE	5702		5849		6004		5982	
DENSIDAD HUMEDA	1,536		1,693		1,859		1,836	
DENSIDAD SECA	1,302		1,386		1,465		1,417	

% DE HUMEDAD	1		2		3		4	
	317	7	111	101	17	L3	J10	G9
PESO HUMEDO +TARA	49,4	41,4	29,4	41,8	49,7	48,7	56,1	44,2
PESO SECO +TARA	43,90	37,10	26,7	36,8	42,20	41,30	46,5	36,7
PESO TARA	13,00	13,30	14,4	14,5	14,20	14,00	14	11,3
% DE HUMEDAD	17,80	18,07	21,95	22,42	26,79	27,11	29,54	29,53
PROMEDIO % HUMEDAD	17,93		22,19		26,95		29,53	

**OBSERVACIONES:**

### ANEXO 5.4.3

## ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADA ABSCISA 1+050

<b>PROYECTO:</b> PLATAFORMA VIAL AV. NAPO - AV. GRAL. RUMIÑAHUI	<b>LABORATORIO SUELOS</b>
<b>SECTOR:</b> PASTEURIZADORA	<b>REALIZADO POR:</b> GRUPO DE TESIS
<b>LUGAR DE ORIGEN:</b> KM 1+050	<b>CALCULADO POR:</b> GRUPO DE TESIS
<b>MUESTRA:</b> Nª1	<b>FECHA:</b> Agosoto 2005

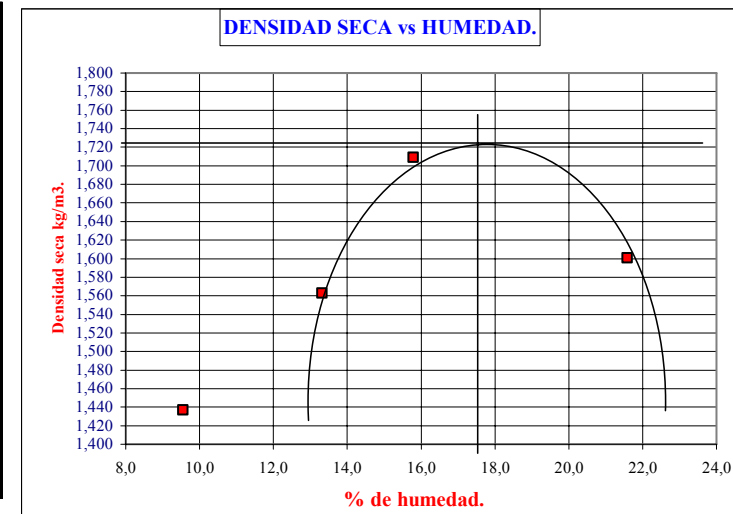
### ENSAYO DE COMPACTACION

<b>METODO DEL ENSAYO</b>	<b>MOLDE # 1</b>	<b>PESO</b>	4300 gramos
<b>ASSTHO</b>	<b># DE CAPAS: 5</b>	<b>VOLUMEN</b>	927,3 cm 3.
<b>CLASE</b>	<b># DE GOLPES: 25</b>	<b>DIAMETRO</b>	10,08 cm

**DENSIDAD MÁXIMA** 1725 Kg/m3      **OPTIMA HUMEDAD:** 17,50

#### DENSIDAD

MUESTRA N°	1		2		3		4	
PESO SUELO + MOLDE	5760		5942		6135		6105	
DENSIDAD HUMEDA	1,575		1,771		1,979		1,947	
DENSIDAD SECA	1,437		1,563		1,709		1,601	
<b>% DE HUMEDAD</b>								
<b>TARA N°</b>	<b>f6</b>	<b>f66</b>	<b>b5</b>	<b>j4</b>	<b>256</b>	<b>1</b>	<b>200</b>	<b>15</b>
PESO HUMEDO +TARA	58,4	58,4	35,5	28,1	34,4	41,5	54,3	40,6
PESO SECO +TARA	54,5	54,5	32,5	26,3	31,50	38,00	47,1	35,5
PESO TARA	13,7	13,7	11,4	11,8	14,20	14,40	13,7	11,9
% DE HUMEDAD	9,56	9,56	14,22	12,41	16,76	14,83	21,56	21,61
PROMEDIO % HUMEDAD	<b>9,56</b>		<b>13,32</b>		<b>15,80</b>		<b>21,58</b>	
<b>OBSERVACIONES:</b>								



## ANEXO 5.4.4

### ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADA ABCISIA 1+550.

<b>PROYECTO:</b> PLATAFORMA VIAL AV. NAPO - AV. GRAL. RUMIÑAHUI	<b>LABORATORIO SUELOS</b>
<b>SECTOR:</b> MONJAS	<b>REALIZADO POR:</b> GRUPO DE TESIS
<b>LUGAR DE ORIGEN:</b> KM 1+550	<b>CALCULADO POR:</b> GRUPO DE TESIS
<b>MUESTRA</b> Nª1	<b>FECHA</b> Agosoto 2005

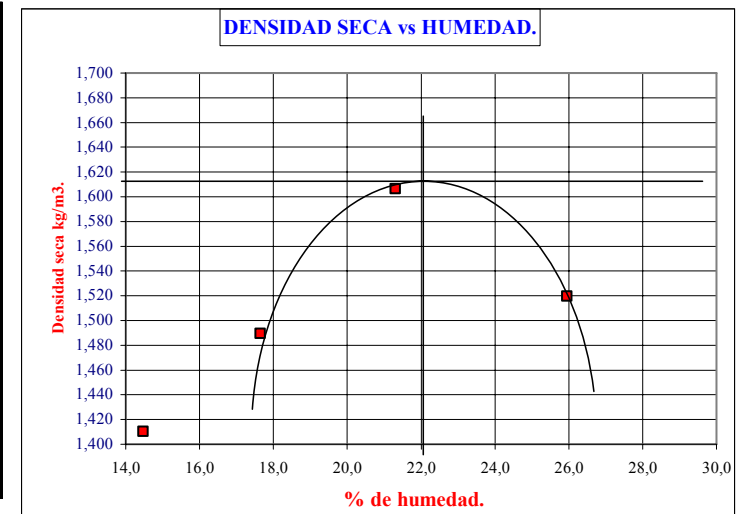
#### ENSAYO DE COMPACTACION

<b>METODO DEL ENSAYO</b>	<b>MOLDE # 1</b>	<b>PESO</b>	4300 gramos
<b>ASSTHO</b>	<b># DE CAPAS: 5</b>	<b>VOLUMEN</b>	927,3 cm 3.
<b>CLASE</b>	<b># DE GOLPES: 25</b>	<b>DIAMETRO</b>	10,08 cm

**DENSIDAD MÁXIMA** 1612 Kg/m3      **OPTIMA HUMEDAD:** 22,00

#### DENSIDAD

MUESTRA N°	1		2		3		4	
PESO SUELO + MOLDE	5797		5925		6107		6075	
DENSIDAD HUMEDA	1,614		1,752		1,949		1,914	
DENSIDAD SECA	<b>1,410</b>		<b>1,490</b>		<b>1,607</b>		<b>1,520</b>	
<b>% DE HUMEDAD</b>								
<b>TARA N°</b>	<b>20</b>	<b>101</b>	<b>53</b>	<b>n8</b>	<b>j4</b>	<b>15</b>	<b>256</b>	<b>1</b>
PESO HUMEDO +TARA	35,4	31,1	27,8	34,3	31,6	30,8	38,7	57,2
PESO SECO +TARA	32,5	28,6	25,3	30,9	27,90	27,70	33,7	48,3
PESO TARA	12	11,7	10,6	12,3	11,80	11,90	14,2	14,4
% DE HUMEDAD	14,15	14,79	17,01	18,28	22,98	19,62	25,64	26,25
PROMEDIO % HUMEDAD	<b>14,47</b>		<b>17,64</b>		<b>21,30</b>		<b>25,95</b>	
<b>OBSERVACIONES:</b>								



## ANEXO 5.4.5

### ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADA ABSCISA 2+050

<b>PROYECTO:</b> PLATAFORMA VIAL AV. NAPO - AV. GRAL. RUMIÑAHUI	<b>LABORATORIO SUELOS</b>
<b>SECTOR:</b> MONJAS	<b>REALIZADO POR:</b> GRUPO DE TESIS
<b>LUGAR DE ORIGEN:</b> KM 2+050	<b>CALCULADO POR:</b> GRUPO DE TESIS
<b>MUESTRA:</b> Nª1	<b>FECHA:</b> Agosoto 2005

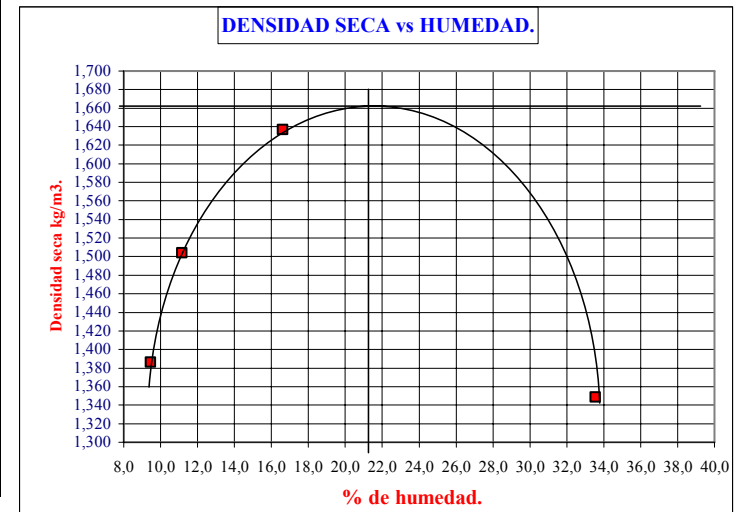
#### ENSAYO DE COMPACTACION

<b>METODO DEL ENSAYO</b>	<b>MOLDE # 1</b>	<b>PESO</b>	4300 gramos
<b>ASSTHO</b>	<b># DE CAPAS: 5</b>	<b>VOLUMEN</b>	927,3 cm <sup>3</sup> .
<b>CLASE</b>	<b># DE GOLPES: 25</b>	<b>DIAMETRO</b>	10,08 cm

**DENSIDAD MÁXIMA** 1660 Kg/m<sup>3</sup>      **OPTIMA HUMEDAD:** 21,00

#### DENSIDAD

MUESTRA N°	1		2		3		4	
PESO SUELO + MOLDE	5707		5850		6070		5970	
DENSIDAD HUMEDA	1,517		1,672		1,909		1,801	
DENSIDAD SECA	1,386		1,504		1,637		1,349	
<b>% DE HUMEDAD</b>								
<b>TARA N°</b>	<b>c10</b>	<b>230</b>	<b>11</b>	<b>261</b>	<b>b9</b>	<b>11</b>	<b>b5</b>	<b>c5</b>
PESO HUMEDO +TARA	29,5	20,9	34,9	32,1	34,8	28,7	27,5	29
PESO SECO +TARA	28	20,1	32,6	30	31,40	26,40	24,1	25,4
PESO TARA	12	11,7	10,6	12,3	11,80	11,90	14,2	14,4
% DE HUMEDAD	9,38	9,52	10,45	11,86	17,35	15,86	34,34	32,73
PROMEDIO % HUMEDAD	<b>9,45</b>		<b>11,16</b>		<b>16,60</b>		<b>33,54</b>	
<b>OBSERVACIONES:</b>								



## ANEXO 5.4.6

### ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADA ABSCISA 2+550

<b>PROYECTO:</b> PLATAFORMA VIAL AV. NAPO - AV. GRAL. RUMIÑAHUI	<b>LABORATORIO SUELOS</b>
<b>SECTOR:</b> MONJAS	<b>REALIZADO POR:</b> GRUPO DE TESIS
<b>LUGAR DE ORIGEN:</b> KM 2+550	<b>CALCULADO POR:</b> GRUPO DE TESIS
<b>MUESTRA:</b> Nª1	<b>FECHA:</b> Agosoto 2005

#### ENSAYO DE COMPACTACION

<b>METODO DEL ENSAYO</b>	<b>MOLDE # 1</b>	<b>PESO</b>	3315 gramos
<b>ASSTHO</b>	<b># DE CAPAS: 5</b>	<b>VOLUMEN</b>	939,5 cm <sup>3</sup> .
<b>CLASE</b>	<b># DE GOLPES: 25</b>	<b>DIAMETRO</b>	10,12 cm

**DENSIDAD MÁXIMA** 1565 Kg/m<sup>3</sup>      **OPTIMA HUMEDAD:** 24,00

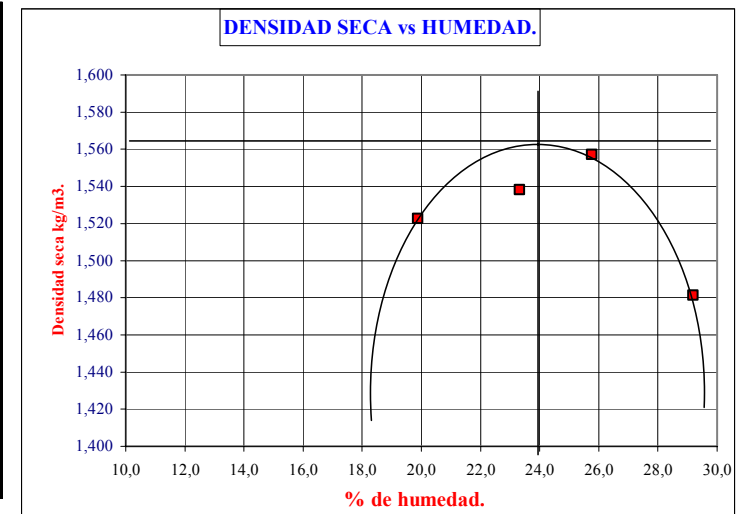
#### DENSIDAD

MUESTRA N°	1	2	3	4
PESO SUELO + MOLDE	5030	5097	5155	5113
DENSIDAD HUMEDA	1,825	1,897	1,959	1,914
DENSIDAD SECA	1,523	1,538	1,557	1,481
<b>% DE HUMEDAD</b>				

TARA N°	7	L2	H3	F6	G5	B9	N3	101
PESO HUMEDO +TARA	33,8	32,6	52,3	40	59	72,3	42	74,9
PESO SECO +TARA	30,40	29,20	45,2	34,9	49,70	60,50	35,3	60,9
PESO TARA	13,30	12,10	13,6	13,8	14,00	14,20	11,6	14,4
% DE HUMEDAD	19,88	19,88	22,47	24,17	26,05	25,49	28,27	30,11
PROMEDIO % HUMEDAD	<b>19,88</b>		<b>23,32</b>		<b>25,77</b>		<b>29,19</b>	

**OBSERVACIONES:**



## ANEXO 5.4.7

### ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADA ABSCISA 2+950

<b>PROYECTO:</b> PLATAFORMA VIAL AV. NAPO - AV. GRAL. RUMIÑAHUI	<b>LABORATORIO SUELOS</b>
<b>SECTOR:</b> AV. GENERAL RUMIÑAHUI	<b>REALIZADO POR:</b> GRUPO DE TESIS
<b>LUGAR DE ORIGEN:</b> KM 2+950	<b>CALCULADO POR:</b> GRUPO DE TESIS
<b>MUESTRA:</b> Nª1	<b>FECHA:</b> Agosoto 2005

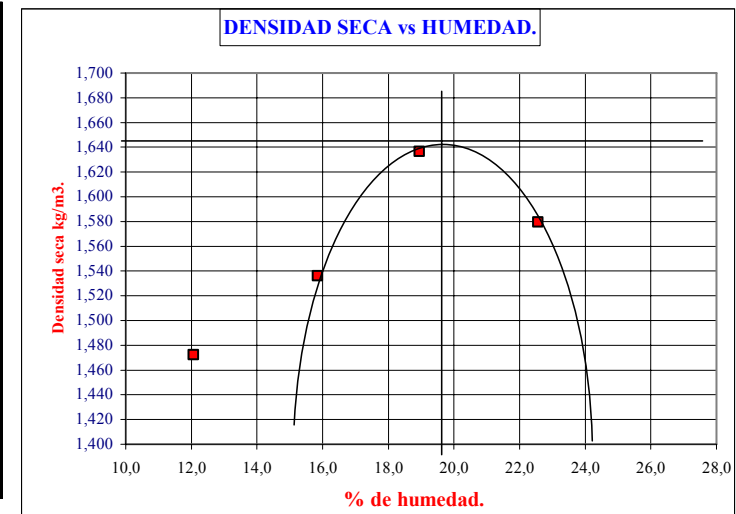
#### ENSAYO DE COMPACTACION

<b>METODO DEL ENSAYO</b>	<b>MOLDE # 1</b>	<b>PESO</b>	4300 gramos
<b>ASSTHO</b>	<b># DE CAPAS: 5</b>	<b>VOLUMEN</b>	927,3 cm 3.
<b>CLASE</b>	<b># DE GOLPES: 25</b>	<b>DIAMETRO</b>	10,08 cm

**DENSIDAD MÁXIMA** 1645 Kg/m3      **OPTIMA HUMEDAD:** 19,50

#### DENSIDAD

MUESTRA N°	1		2		3		4	
PESO SUELO + MOLDE	5830		5950		6105		6095	
DENSIDAD HUMEDA	1,650		1,779		1,947		1,936	
DENSIDAD SECA	1,472		1,536		1,636		1,579	
<b>% DE HUMEDAD</b>								
<b>TARA N°</b>	<b>H3</b>	<b>303</b>	<b>J9</b>	<b>J9</b>	<b>G9</b>	<b>99</b>	<b>L2</b>	<b>N1</b>
PESO HUMEDO +TARA	32,9	28,3	32,7	32,7	34,9	28,2	36,9	42,1
PESO SECO +TARA	30,6	26,7	29,8	29,8	31,10	25,60	32,3	36,6
PESO TARA	13,7	11,5	11,5	11,5	11,30	11,70	12,1	12
% DE HUMEDAD	13,61	10,53	15,85	15,85	19,19	18,71	22,77	22,36
PROMEDIO % HUMEDAD	<b>12,07</b>		<b>15,85</b>		<b>18,95</b>		<b>22,57</b>	
<b>OBSERVACIONES:</b>								



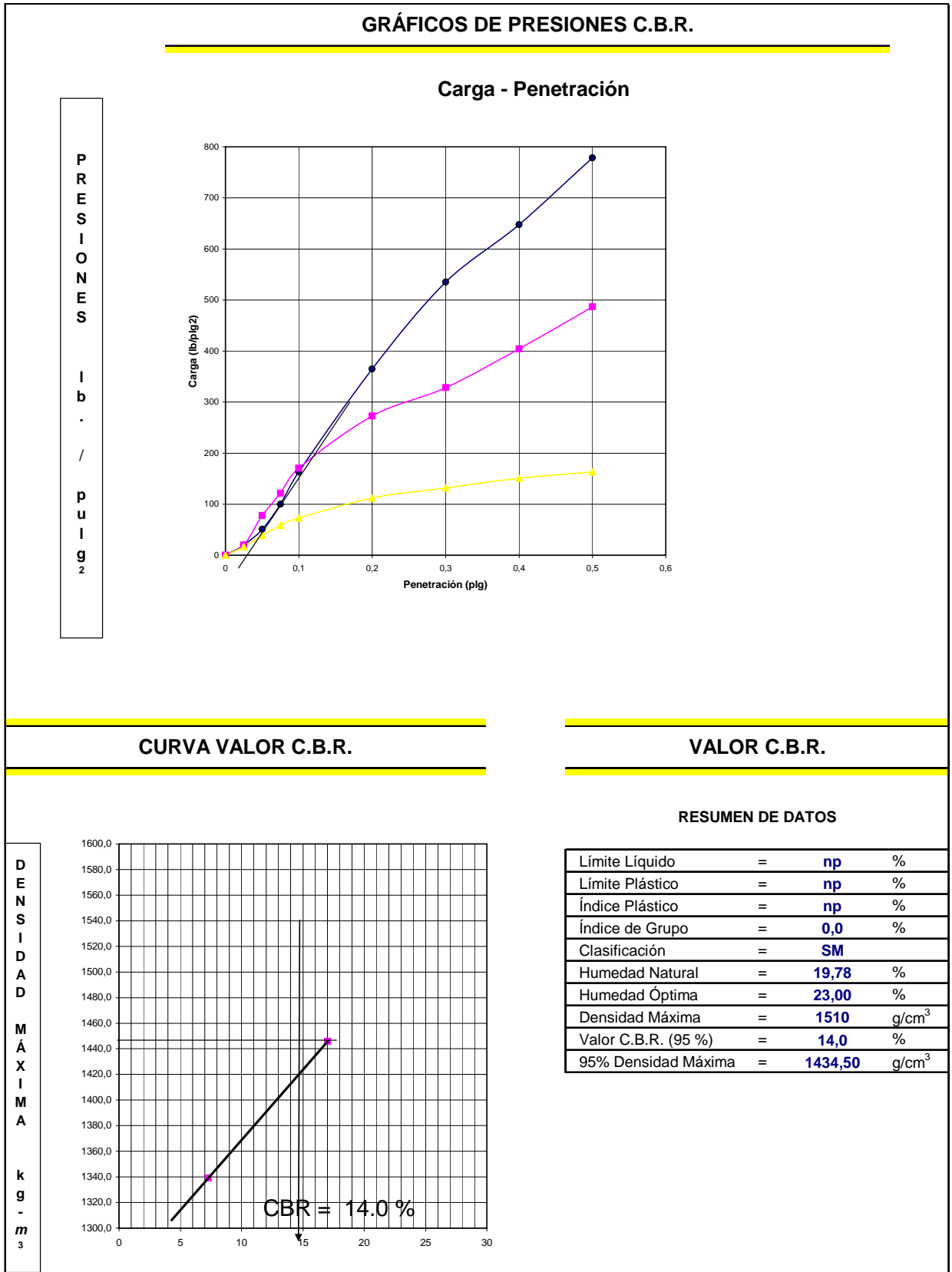
## ANEXO 5.5.1.1

### RESULTADO DEL ENSAYO CBR PARA LA ABSCISA 0+050

MOLDE No.	20				5				8			
No. DE CAPAS	3				3				3			
No. DE GOLPES POR CAPAS	56				25				10			
	$\phi= 15,26$		$h= 12,69$		$\phi= 15,28$		$h= 12,72$		$\phi= 15,27$		$h= 12,81$	
<b>CONDICIONES DE LA MUESTRA</b>	ANT. SATU.	DES. SATU.		ANT. SATU.	DES. SATU.		ANT. SATU.	DES. SATU.		ANT. SATU.	DES. SATU.	
PESO MUESTRA HÚM. + MOLDE A	11528	11620		11182	11395		10868	11230				
PESO MOLDE B	7160	7160		7040	7040		7046	7046				
PESO MUESTRA HÚMEDA C = A - B	4368	4460		4142	4355		3822	4184				
CONSTAN MOLDE (VOLUMEN) D=volumen	2321	2321		2333	2333		2346	2346				
DENSIDAD HÚMEDA E = C/D*1000	1882	1922		1776	1867		1629	1784				
DENSIDAD SECA F = E / (1 + G)	1574	1521		1446	1451		1339	1376				
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPIENTE No.	VIII	I8	J10	200	E2	P41	205	230	X1	17	2	11
PESO MUESTRA HÚM. + RECIPIENTE G	33,30	28,80	37,10	65,60	29,20	34,90	48,30	40,10	32,60	36,70	58,30	51,80
PESO MUESTRA SECA + RECIPIENTE H	30,00	26,10	32,60	54,10	26,40	31,20	40,20	33,70	29,30	32,70	48,00	43,00
PESO AGUA I = G - H	3,30	2,70	4,50	11,50	2,80	3,70	8,10	6,40	3,30	4,00	10,30	8,80
PESO RECIPIENTE J	12,90	12,50	14,00	13,70	14,40	14,60	12,30	11,10	14,10	14,20	12,70	13,70
PESO MUESTRA SECA K = H - J	17,10	13,60	18,60	40,40	12,00	16,60	27,90	22,60	15,20	18,50	35,30	29,30
CONTENIDO DE HUMEDAD L = (I / K)*100	19,30	19,85	24,19	28,47	23,33	22,29	29,03	28,32	21,71	21,62	29,18	30,03
CONTENIDO PROMEDIO DE HUMEDAD M = (L1+L2)/2	19,58		26,33		22,81		28,68		21,67		29,61	
<b>PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA</b>												
MOLDE No.	20				5				8			
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUES DE SATURACIÓN N	11620				11395				11230			
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN P	11528				11182				10868			
PESO AGUA ABSORBIDA Q = N - P	92				213				362			
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA R=(Q/C)*100	2,06				4,89				8,65			
<b>DATOS DE ESPONJAMIENTOS</b>												
FECHA Y HORA	TIEMPO EN DÍAS	MOLDE No. 20			MOLDE No. 5			MOLDE No. 8				
		DIAL	ESPONJAMIENTO		DIAL	ESPONJAMIENTO		DIAL	ESPONJAMIENTO			
		0.001plg	mm	%	0.001plg	mm	%	0.001plg	mm	%		
2005-07-09	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2005-07-10	2	1,0	0,0	0,0	2,5	0,1	0,0	2,0	0,1	0,0	0,0	
2005-07-11	3	1,0	0,0	0,0	3,0	0,1	0,0	2,0	0,1	0,0	0,0	
2005-07-12	4	1,5	0,0	0,0	3,0	0,1	0,0	4,5	0,1	0,1	0,1	
<b>DATOS DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN</b>												
PENETRACIÓN EN PULGADAS	CARGAS TIPO lb/pulg <sup>2</sup>	MOLDE No. 20			MOLDE No. 5			MOLDE No. 8				
		CARGA DE ENSAYO		CBR CCRR	CARGA DE ENSAYO		CBR CCRR	CARGA DE ENSAYO		CBR CCRR		
		DIAL	lb/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lb/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lb/pulg <sup>2</sup>	%		
0		0	0		0	0		0	0			
0,025		8	19,5		8	19,5		7	17,0			
0,050		21	51,1		32	77,9		16	38,9			
0,075		41	99,8		50	121,7		24	58,4			
0,100	1000	67	163,0	24,00	70	170,3	17,03	30	73,0	7,30		
0,200	1500	150	365,0	24,33	112	272,5	18,17	46	111,9	7,46		
0,300	1900	220	535,3		135	328,5		54	131,4			
0,400	2300	266	647,3		166	403,9		62	150,9			
0,500	2600	320	778,7		200	486,7		67	163,0			

## ANEXO 5.5.1.2

### GRÁFICO DE RESULTADO DEL ENSAYO CBR PARA LA ABSCISA 0+050.





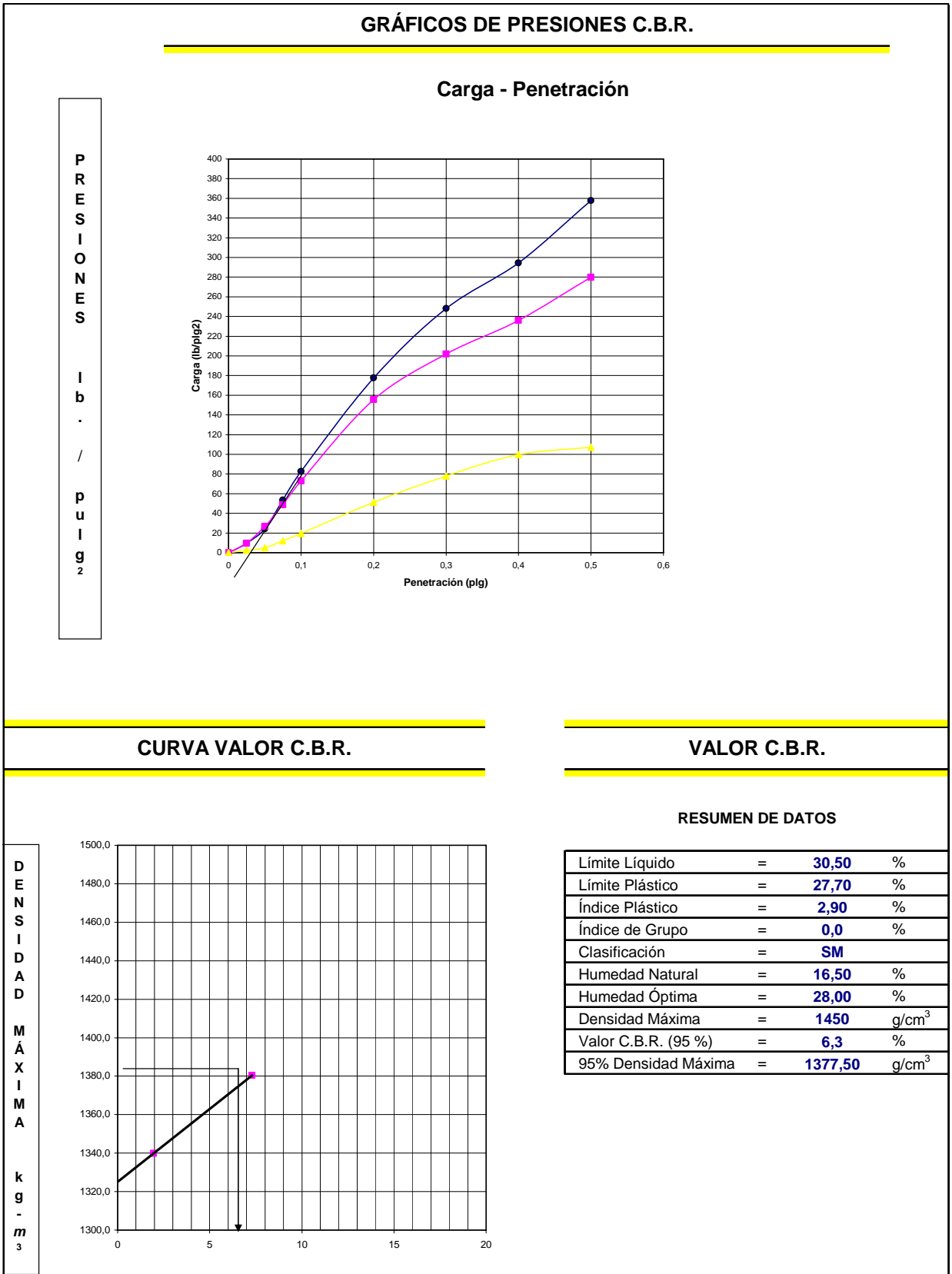
## ANEXO 5.5.2.1

### RESULTADO DEL ENSAYO CBR PARA LA ABSCISA 0+550

MOLDE No.	15				110				14			
No. DE CAPAS	3				3				3			
No. DE GOLPES POR CAPAS	56				25				10			
	$\phi = 15,24$		$h = 12,7$		$\phi = 15,2$		$h = 12,68$		$\phi = 15,08$		$h = 12,68$	
<b>CONDICIONES DE LA MUESTRA</b>	ANT. SATU.	DES. SATU.		ANT. SATU.	DES. SATU.		ANT. SATU.	DES. SATU.		ANT. SATU.	DES. SATU.	
PESO MUESTRA HÚM. + MOLDE A	11366	11451		11192	11345		11134	11290				
PESO MOLDE B	7147	7147		7115	7115		7088	7088				
PESO MUESTRA HÚMEDA C = A - B	4219	4304		4077	4230		4046	4202				
CONSTAN MOLDE (VOLUMEN) D=volumen	2317	2317		2301	2301		2265	2265				
DENSIDAD HÚMEDA E = C/D*1000	1821	1858		1772	1838		1787	1855				
DENSIDAD SECA F = E / (1 + G)	1424	1396		1380	1392		1340	1412				
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPIENTE No.	101	111	62	G2	2	N3	206	L3	H3	L2	M2	14
PESO MUESTRA HÚM. + RECIPIENTE G	46,30	39,00	47,30	63,00	42,20	42,40	46,80	58,30	44,20	28,00	41,80	41,50
PESO MUESTRA SECA + RECIPIENTE H	39,40	33,60	39,40	49,70	35,70	35,60	39,20	47,20	35,70	24,50	34,60	34,30
PESO AGUA I = G - H	6,90	5,40	7,90	13,30	6,50	6,80	7,60	11,10	8,50	3,50	7,20	7,20
PESO RECIPIENTE J	14,40	14,40	12,10	14,00	12,80	11,60	14,40	14,00	13,60	12,10	11,50	11,60
PESO MUESTRA SECA K = H - J	25,00	19,20	27,30	35,70	22,90	24,00	24,80	33,20	22,10	12,40	23,10	22,70
CONTENIDO DE HUMEDAD L = (I / K)*100	27,60	28,13	28,94	37,25	28,38	28,33	30,65	33,43	38,46	28,23	31,17	31,72
CONTENIDO PROMEDIO DE HUMEDAD M = (L1+L2)/2	27,86		33,10		28,36		32,04		33,34		31,44	
<b>PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA</b>												
MOLDE No.	15				110				14			
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUES DE SATURACIÓN N	11451				11345				11290			
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN P	11366				11192				11134			
PESO AGUA ABSORBIDA Q = N - P	85				153				156			
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA R = (Q/C)*100	1,97				3,62				3,71			
<b>DATOS DE ESPONJAMIENTOS</b>												
FECHA Y HORA	TIEMPO EN DÍAS	MOLDE No. 15			MOLDE No. 110			MOLDE No. 14				
		DIAL	ESPONJAMIENTO		DIAL	ESPONJAMIENTO		DIAL	ESPONJAMIENTO			
		0.001plg	mm	%	0.001plg	mm	%	0.001plg	mm	%		
2005-07-09	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2005-07-10	2	2,8	0,1	0,0	0,5	0,0	0,0	3,0	0,1	0,0	0,0	
2005-07-11	3	2,9	0,1	0,0	0,5	0,0	0,0	2,0	0,1	0,0	0,0	
2005-07-12	4	3,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,0	2,0	0,1	0,0	0,0	
<b>DATOS DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN</b>												
PENETRACIÓN EN PULGADAS	CARGAS TIPO lb/pulg <sup>2</sup>	MOLDE No. 15			MOLDE No. 110			MOLDE No. 14				
		CARGA DE ENSAYO		CBR CCRR	CARGA DE ENSAYO		CBR CCRR	CARGA DE ENSAYO		CBR CCRR		
		DIAL	lb/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lb/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lb/pulg <sup>2</sup>	%		
0		0	0		0	0		0	0			
0,025		4	9,7		4	9,7		1	2,4			
0,050		10	24,3		11	26,8		2	4,9			
0,075		22	53,5		20	48,7		5	12,2			
0,100	1000	34	82,7	11,80	30	73,0	7,30	8	19,5	1,95		
0,200	1500	73	177,6	11,84	64	155,7	10,38	21	51,1	3,41		
0,300	1900	102	248,2		83	202,0		32	77,9			
0,400	2300	121	294,4		97	236,0		41	99,8			
0,500	2600	147	357,7		115	279,8		44	107,1			

## ANEXO 5.5.2.2

### GRÁFICO DE RESULTADO DEL ENSAYO CBR PARA LA ABSCISA 0+550



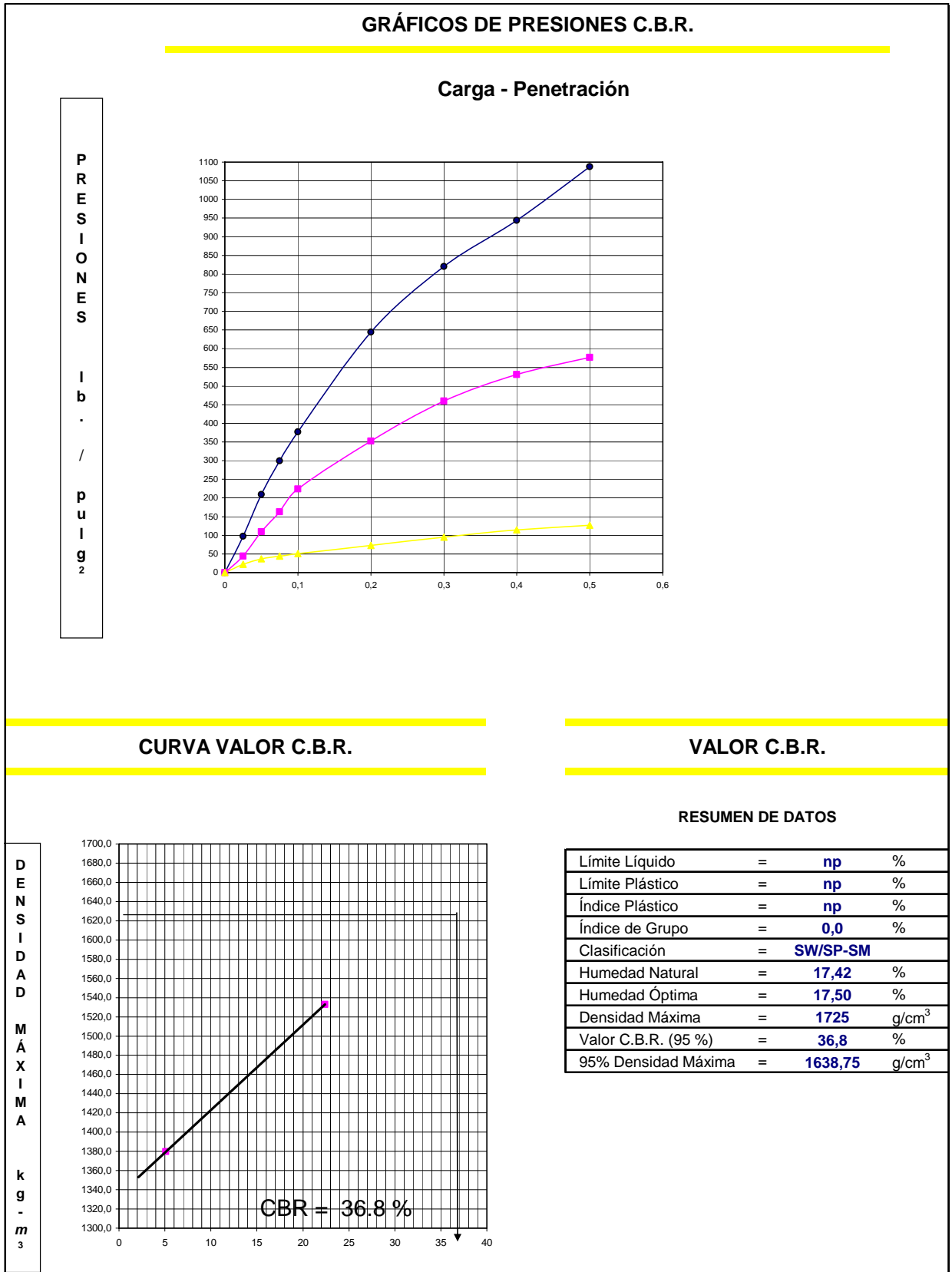
### ANEXO 5.5.3.1

#### RESULTADO DEL ENSAYO CBR PARA LA ABSCISA 1+050.

MOLDE No.	25				17				14			
No. DE CAPAS	3				3				3			
No. DE GOLPES POR CAPAS	56				25				10			
	$\phi = 15,22$		$h = 12,66$		$\phi = 15,24$		$h = 12,7$		$\phi = 15,22$		$h = 12,7$	
<b>CONDICIONES DE LA MUESTRA</b>	ANT. SATU.	DES. SATU.		ANT. SATU.	DES. SATU.		ANT. SATU.	DES. SATU.		ANT. SATU.	DES. SATU.	
PESO MUESTRA HÚM. + MOLDE A	11496	11697		11257	11550		10809	11225				
PESO MOLDE B	7152	7152		7161	7161		7073	7073				
PESO MUESTRA HÚMEDA C = A - B	4344	4545		4096	4389		3736	4152				
CONSTAN MOLDE (VOLUMEN) D=volumen	2303	2303		2317	2317		2311	2311				
DENSIDAD HÚMEDA E = C/D*1000	1886	1973		1768	1895		1617	1797				
DENSIDAD SECA F = E / (1 + G)	1633	1623		1533	1529		1380	1423				
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPIENTE No.	200	7	B5	C1	A2	134	H3	N3	225	205	303	D2
PESO MUESTRA HÚM. + RECIPIENTE G	21,70	20,20	44,30	31,90	21,10	32,10	35,40	39,40	38,20	36,80	40,70	46,60
PESO MUESTRA SECA + RECIPIENTE H	20,60	19,30	38,40	28,30	19,80	29,60	31,40	33,80	34,70	33,10	34,60	39,30
PESO AGUA I = G - H	1,10	0,90	5,90	3,60	1,30	2,50	4,00	5,60	3,50	3,70	6,10	7,30
PESO RECIPIENTE J	13,70	13,30	11,40	11,40	11,10	13,70	13,70	11,60	13,60	12,30	11,50	11,40
PESO MUESTRA SECA K = H - J	6,90	6,00	27,00	16,90	8,70	15,90	17,70	22,20	21,10	20,80	23,10	27,90
CONTENIDO DE HUMEDAD L = (I / K)*100	15,94	15,00	21,85	21,30	14,94	15,72	22,60	25,23	16,59	17,79	26,41	26,16
CONTENIDO PROMEDIO DE HUMEDAD M = (L1+L2)/2	15,47		21,58		15,33		23,91		17,19		26,29	
<b>PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA</b>												
MOLDE No.	25				17				14			
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUES DE SATURACIÓN N	11697				11550				11225			
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN P	11496				11257				10809			
PESO AGUA ABSORBIDA Q = N - P	201				293				416			
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA R = (Q/C)*100	4,42				6,68				10,02			
<b>DATOS DE ESPONJAMIENTOS</b>												
FECHA Y HORA	TIEMPO EN DÍAS	MOLDE No. 25			MOLDE No. 17			MOLDE No. 14				
		DIAL	ESPONJAMIENTO		DIAL	ESPONJAMIENTO		DIAL	ESPONJAMIENTO			
		0.001plg	mm	%	0.001plg	mm	%	0.001plg	mm	%		
2005-07-09	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2005-07-10	2	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	5,0	0,1	0,1	0,1	
2005-07-11	3	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	5,0	0,1	0,1	0,1	
2005-07-12	4	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	5,0	0,1	0,1	0,1	
<b>DATOS DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN</b>												
PENETRACIÓN EN PULGADAS	CARGAS TIPO lb/pulg <sup>2</sup>	MOLDE No. 25			MOLDE No. 17			MOLDE No. 14				
		CARGA DE ENSAYO		CBR CCRR	CARGA DE ENSAYO		CBR CCRR	CARGA DE ENSAYO		CBR CCRR		
		DIAL	lb/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lb/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lb/pulg <sup>2</sup>	%		
0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0,025		40	97,3	18	43,8	9	21,9	15	36,5	18	43,8	
0,050		86	209,3	45	109,5	15	36,5	18	43,8	21	51,1	
0,075		123	299,3	67	163,0	22,39	51,1	30	73,0	21	51,1	
0,100	1000	155	377,2	37,72	92	223,9	22,39	21	51,1	5,11	12,65	
0,200	1500	265	644,8	42,99	145	352,8	23,52	30	73,0	4,87	12,65	
0,300	1900	337	820,0	189	459,9	39	94,9	47	114,4	52	126,5	
0,400	2300	388	944,1	218	530,5	47	114,4	52	126,5	52	126,5	
0,500	2600	447	1087,7	237	576,7	52	126,5	52	126,5	52	126,5	

ANEXO 5.5.3.2

GRÁFICO DE RESULTADO DEL ENSAYO CBR PARA LA ABSCISA 1+050



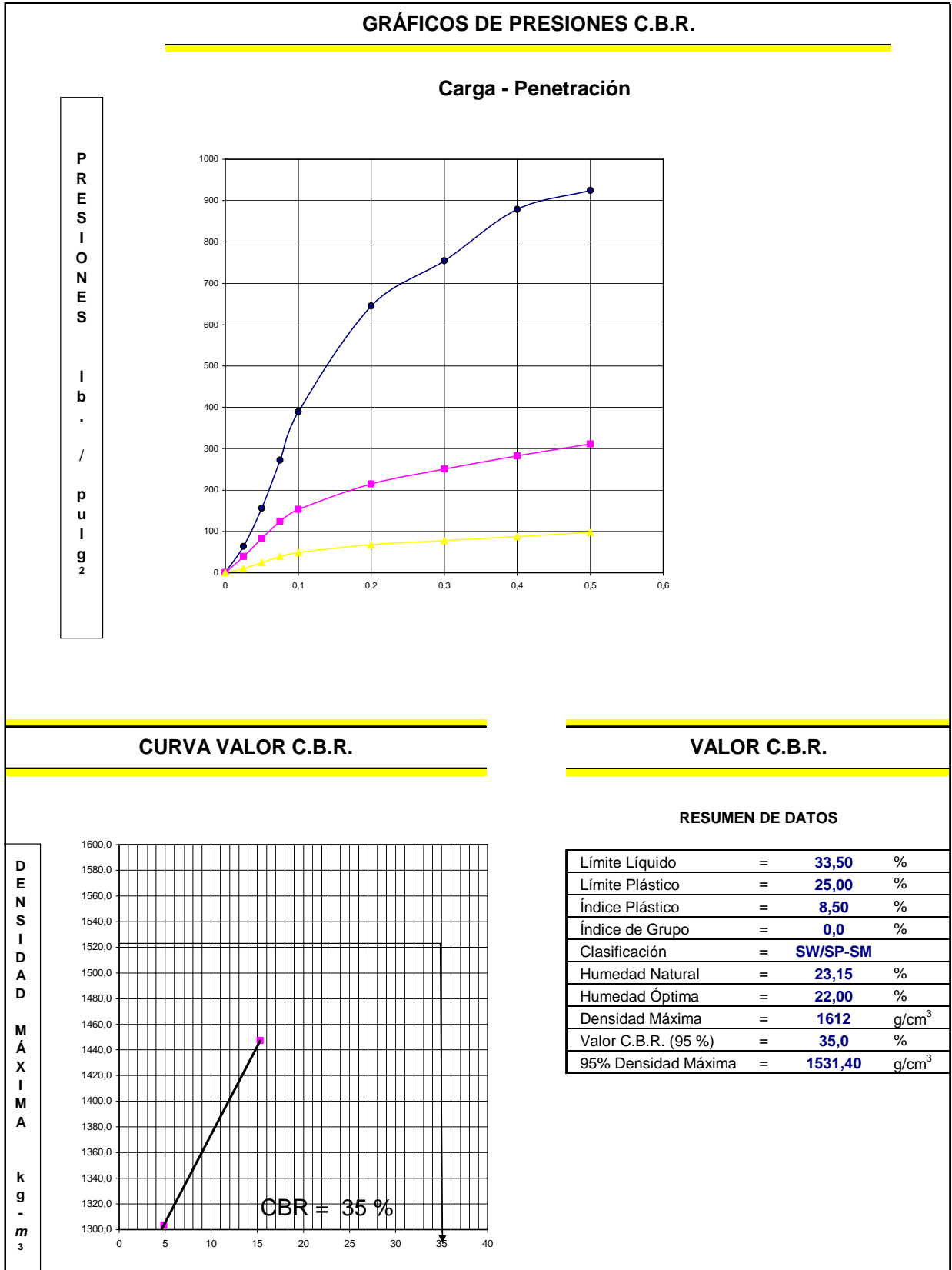
## ANEXO 5.5.4.1

### RESULTADO DEL ENSAYO CBR PARA LA ABSCISA 1+550.

MOLDE No.	9				10				1							
No. DE CAPAS	3				3				3							
No. DE GOLPES POR CAPAS	56				25				10							
	ø= 15,24		h= 12,78		ø= 15,24		h= 12,69		ø= 15,25		h= 12,68					
CONDICIONES DE LA MUESTRA		ANT. SATU.		DES. SATU.		ANT. SATU.		DES. SATU.		ANT. SATU.		DES. SATU.				
		11390		11628		11085		11455		10710		11230				
PESO MUESTRA HÚM. + MOLDE	A		11390		11628		11085		11455		10710		11230			
PESO MOLDE	B		7152		7152		7152		7152		7179		7179			
PESO MUESTRA HÚMEDA	C = A - B		4238		4476		3933		4303		3531		4051			
CONSTAN MOLDE (VOLUMEN)	D=volumen		2331		2331		2315		2315		2316		2316			
DENSIDAD HÚMEDA	E = C/D*1000		1818		1920		1699		1859		1525		1749			
DENSIDAD SECA	F = E / (1 + G)		1543		1526		1447		1417		1303		1290			
CONTENIDO DE HUMEDAD		ARRIBA		ABAJO		ARRIBA		ABAJO		ARRIBA		ABAJO				
		G9		C10		206		G5		7		261		17		
RECIPIENTE No.	G		39,00		42,60		44,80		44,60		42,40		41,40			
PESO MUESTRA HÚM. + RECIPIENTE	G		39,00		42,60		44,80		44,60		42,40		41,40			
PESO MUESTRA SECA + RECIPIENTE	H		34,80		38,10		39,00		37,90		38,20		37,20			
PESO AGUA	I = G - H		4,20		4,50		5,80		6,70		4,20		4,20			
PESO RECIPIENTE	J		11,30		12,70		14,40		14,00		13,80		13,30			
PESO MUESTRA SECA	K = H - J		23,50		25,40		24,60		23,90		24,40		23,90			
CONTENIDO DE HUMEDAD	L = (I / K)*100		17,87		17,72		23,58		28,03		17,21		17,57			
CONTENIDO PROMEDIO DE HUMEDAD	M = (L1+L2)/2		17,79		25,81		17,39		31,15		16,96		35,57			
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA																
MOLDE No.	9				10				1							
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUES DE SATURACIÓN	N				11628				11455				11230			
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN	P				11390				11085				10710			
PESO AGUA ABSORBIDA	Q = N - P				238				370				520			
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	R=(Q/C)*100				5,32				8,60				12,84			
DATOS DE ESPONJAMIENTOS																
FECHA Y HORA	TIEMPO EN DÍAS	MOLDE No. 9			MOLDE No. 10			MOLDE No. 1								
		DIAL	ESPONJAMIENTO		DIAL	ESPONJAMIENTO		DIAL	ESPONJAMIENTO							
		0.001plg	mm	%	0.001plg	mm	%	0.001plg	mm	%						
2005-07-12	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
2005-07-13	2	18,0	0,5	0,3	16,0	0,4	0,2	20,0	0,5	0,3	22,0	0,6	0,3			
2005-07-14	3	22,0	0,6	0,3	18,0	0,5	0,3	22,0	0,6	0,3	24,0	0,6	0,3			
2005-07-15	4	24,0	0,6	0,3	19,0	0,5	0,3	24,0	0,6	0,3	24,0	0,6	0,3			
DATOS DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN																
PENETRACIÓN EN PULGADAS	CARGAS TIPO lb/pulg <sup>2</sup>	MOLDE No. 9			MOLDE No. 10			MOLDE No. 1								
		CARGA DE ENSAYO		CBR CCRR	CARGA DE ENSAYO		CBR CCRR	CARGA DE ENSAYO		CBR CCRR						
		DIAL	lb/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lb/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lb/pulg <sup>2</sup>	%						
0		0	0		0	0		0	0		0	0				
0,025		26	63,3		16	38,9		4	9,7		4	9,7				
0,050		64	155,7		34	82,7		10	24,3		10	24,3				
0,075		112	272,5		51	124,1		16	38,9		16	38,9				
0,100	1000	160	389,3	38,93	63	153,3	15,33	20	48,7	4,87	20	48,7				
0,200	1500	265	644,8	42,99	88	214,1	14,28	28	68,1	4,54	28	68,1				
0,300	1900	310	754,3		103	250,6		32	77,9		32	77,9				
0,400	2300	361	878,4		116	282,3		36	87,6		36	87,6				
0,500	2600	380	924,7		128	311,5		40	97,3		40	97,3				

## ANEXO 5.5.4.2

### GRÁFICO DE RESULTADO DEL ENSAYO CBR PARA LA ABSCISA 1+550



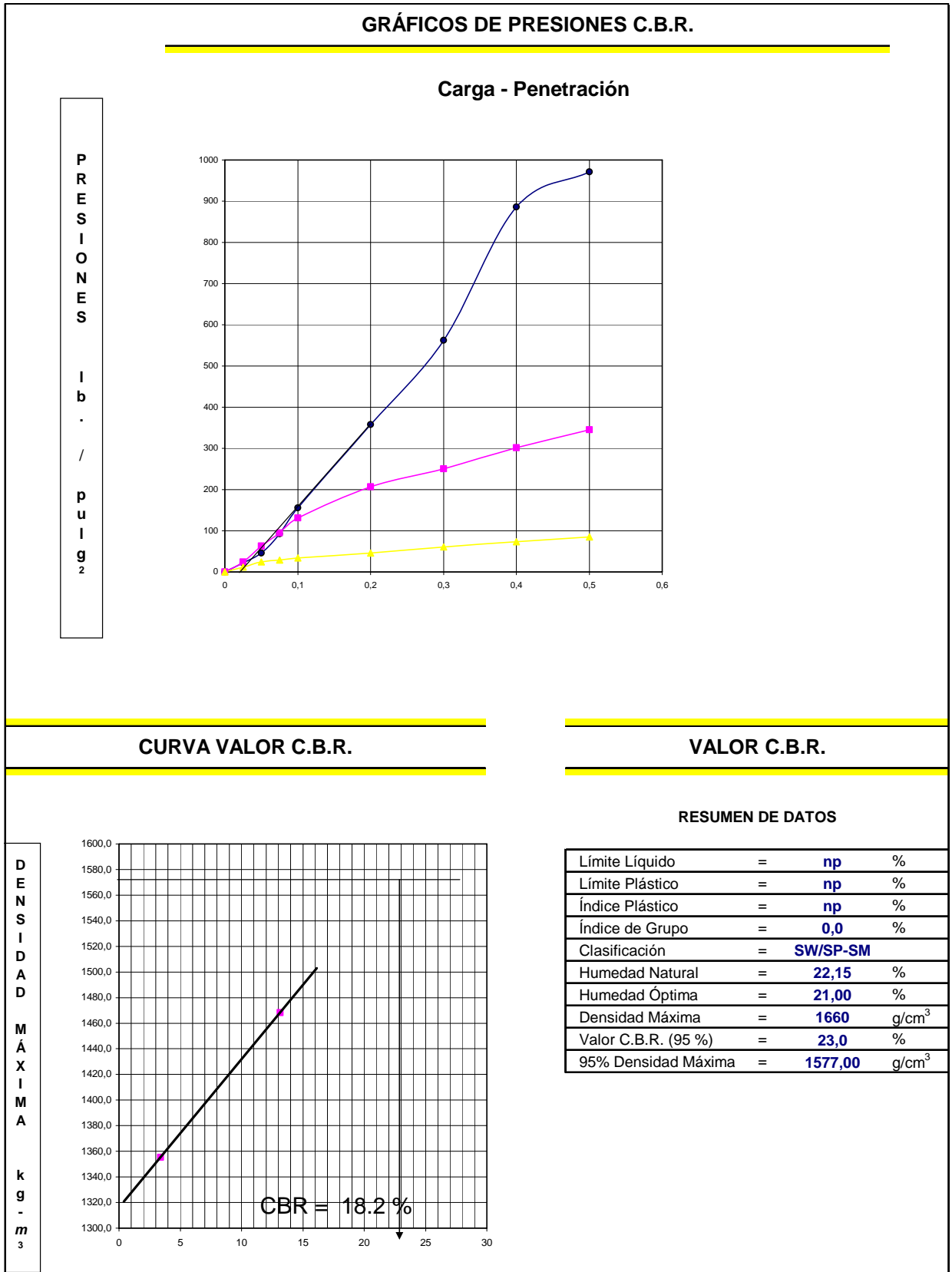
## ANEXO 5.5.5.1

### RESULTADO DEL ENSAYO CBR PARA LA ABSCISA 2+050

MOLDE No.	1			10			9					
No. DE CAPAS	3			3			3					
No. DE GOLPES POR CAPAS	56			25			10					
	$\phi = 15,25$		$h = 12,68$		$\phi = 15,24$		$h = 12,69$		$\phi = 15,24$		$h = 12,78$	
<b>CONDICIONES DE LA MUESTRA</b>	ANT. SATU.		DES. SATU.		ANT. SATU.		DES. SATU.		ANT. SATU.		DES. SATU.	
PESO MUESTRA HÚM. + MOLDE A	11467		11579		11160		11420		10887		11237	
PESO MOLDE B	7179		7179		7152		7152		7152		7152	
PESO MUESTRA HÚMEDA C = A - B	4288		4400		4008		4268		3735		4085	
CONSTAN MOLDE (VOLUMEN) D=volumen	2316		2316		2315		2315		2331		2331	
DENSIDAD HÚMEDA E = C/D*1000	1851		1900		1731		1844		1602		1752	
DENSIDAD SECA F = E / (1 + G)	1553		1515		1468		1464		1355		1333	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPIENTE No.	2	7	F6	230	J10	B5	P41	H3	L3	205	F2	111
PESO MUESTRA HÚM. + RECIPIENTE G	29,70	29,20	55,90	44,80	34,20	28,00	50,80	44,10	40,20	35,40	43,10	60,30
PESO MUESTRA SECA + RECIPIENTE H	26,90	26,70	47,20	38,10	31,10	25,50	42,80	38,30	36,10	31,90	35,40	49,30
PESO AGUA I = G - H	2,80	2,50	8,70	6,70	3,10	2,50	8,00	5,80	4,10	3,50	7,70	11,00
PESO RECIPIENTE J	12,70	13,30	13,70	11,10	14,00	11,40	14,70	13,60	14,00	12,30	10,80	14,40
PESO MUESTRA SECA K = H - J	14,20	13,40	33,50	27,00	17,10	14,10	28,10	24,70	22,10	19,60	24,60	34,90
CONTENIDO DE HUMEDAD L = (I / K)*100	19,72	18,66	25,97	24,81	18,13	17,73	28,47	23,48	18,55	17,86	31,30	31,52
CONTENIDO PROMEDIO DE HUMEDAD M = (L1+L2)/2	19,19		25,39		17,93		25,98		18,20		31,41	
<b>PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA</b>												
MOLDE No.	1			10			9					
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUES DE SATURACIÓN N	11579			11420			11237					
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN P	11467			11160			10887					
PESO AGUA ABSORBIDA Q = N - P	112			260			350					
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA R = (Q/C)*100	2,55			6,09			8,57					
<b>DATOS DE ESPONJAMIENTOS</b>												
FECHA Y HORA	TIEMPO EN DÍAS	MOLDE No. 1			MOLDE No. 10			MOLDE No. 9				
		DIAL	ESPONJAMIENTO		DIAL	ESPONJAMIENTO		DIAL	ESPONJAMIENTO			
		0.001plg	mm	%	0.001plg	mm	%	0.001plg	mm	%		
2005-07-15	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2005-07-16	2	10,0	0,3	0,1	15,0	0,4	0,2	14,0	0,4	0,2	0,2	
2005-07-17	3	10,0	0,3	0,1	18,0	0,5	0,3	16,0	0,4	0,2	0,2	
2005-07-18	4	10,0	0,3	0,1	18,0	0,5	0,3	16,0	0,4	0,2	0,2	
<b>DATOS DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN</b>												
PENETRACIÓN EN PULGADAS	CARGAS TIPO lb/pulg <sup>2</sup>	MOLDE No. 1			MOLDE No. 10			MOLDE No. 9				
		CARGA DE ENSAYO		CBR CCRR	CARGA DE ENSAYO		CBR CCRR	CARGA DE ENSAYO		CBR CCRR		
		DIAL	lb/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lb/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lb/pulg <sup>2</sup>	%		
0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0,025		9	21,9	10	24,3	5	12,2	5	12,2	5	12,2	
0,050		19	46,2	26	63,3	10	24,3	10	24,3	10	24,3	
0,075		38	92,5	39	94,9	12	29,2	12	29,2	12	29,2	
0,100	1000	64	155,7	21,00	54	131,4	13,14	14	34,1	3,41	3,41	
0,200	1500	147	357,7	23,85	85	206,8	13,79	19	46,2	3,08	3,08	
0,300	1900	231	562,1	103	250,6	25	60,8	25	60,8	25	60,8	
0,400	2300	364	885,7	124	301,7	30	73,0	30	73,0	30	73,0	
0,500	2600	399	970,9	142	345,5	35	85,2	35	85,2	35	85,2	

ANEXO 5.5.5.2

GRÁFICO DE RESULTADO DEL ENSAYO CBR PARA LA ABCISIA 2+050.





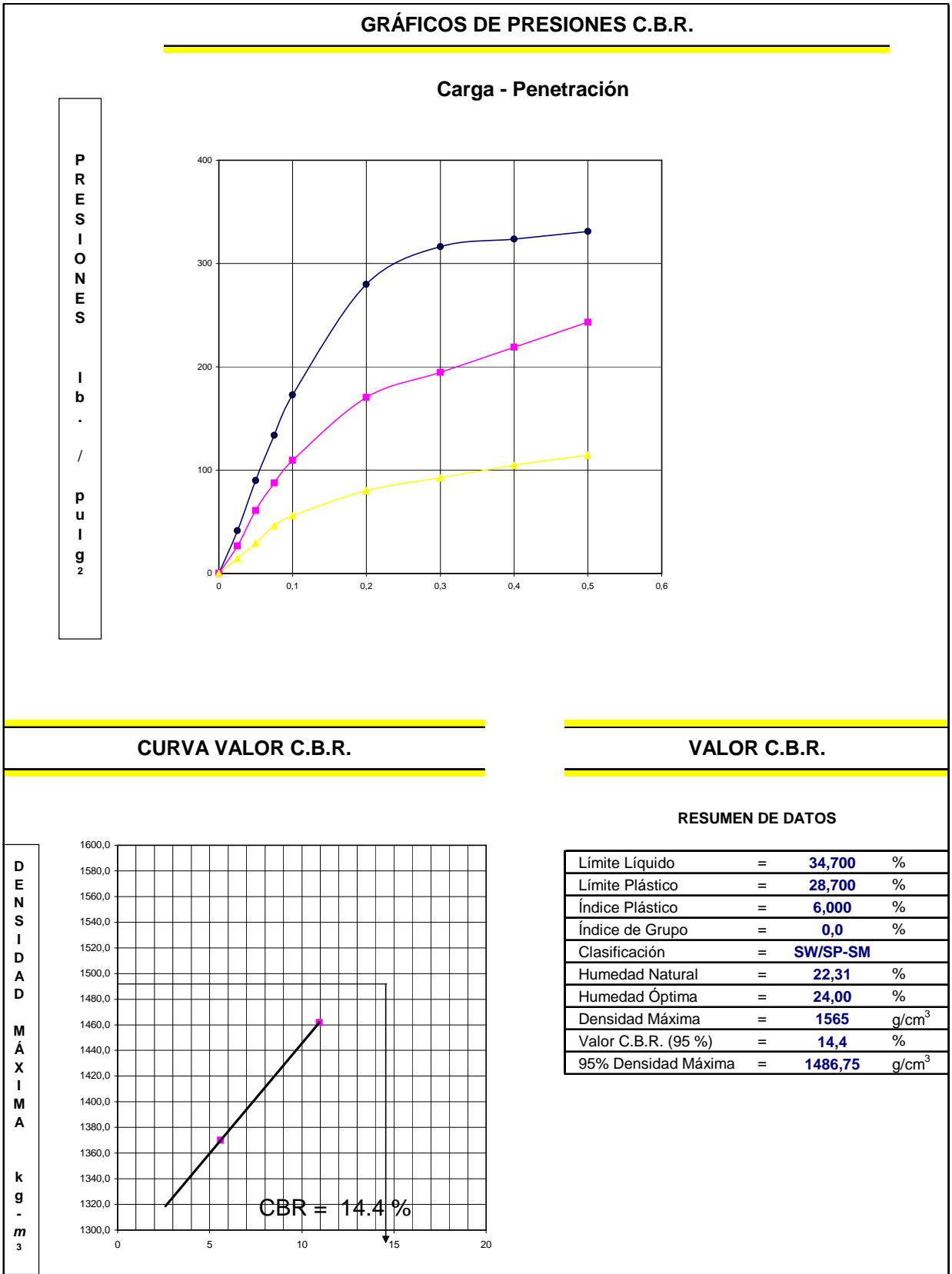
## ANEXO 5.5.6.1

### RESULTADO DEL ENSAYO CBR PARA LA ABSCISA 2+550

MOLDE No.	25				19				14			
No. DE CAPAS	3				3				3			
No. DE GOLPES POR CAPAS	56				25				10			
	$\phi = 15,22$		$h = 12,66$		$\phi = 15,24$		$h = 12,7$		$\phi = 15,22$		$h = 12,7$	
<b>CONDICIONES DE LA MUESTRA</b>	ANT. SATU.		DES. SATU.		ANT. SATU.		DES. SATU.		ANT. SATU.		DES. SATU.	
PESO MUESTRA HÚM. + MOLDE A	11505		11613		11310		11560		10962		11280	
PESO MOLDE B	7152		7152		7161		7161		7073		7073	
PESO MUESTRA HÚMEDA C = A - B	4353		4461		4149		4399		3889		4207	
CONSTAN MOLDE (VOLUMEN) D=volumen	2303		2303		2317		2317		2311		2311	
DENSIDAD HÚMEDA E = C/D*1000	1890		1937		1791		1899		1683		1821	
DENSIDAD SECA F = E / (1 + G)	1512		1474		1462		1446		1370		1358	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPIENTE No.	101	B9	111	225	F2	7	14	F2	J4	5	I8	D2
PESO MUESTRA HÚM. + RECIPIENTE G	40,60	35,10	47,10	54,10	37,80	40,70	50,70	36,50	38,40	41,10	46,00	47,20
PESO MUESTRA SECA + RECIPIENTE H	35,40	30,90	39,60	44,00	32,80	35,70	41,00	30,60	33,30	37,60	37,20	38,40
PESO AGUA I = G - H	5,20	4,20	7,50	10,10	5,00	5,00	9,70	5,90	5,10	3,50	8,80	8,80
PESO RECIPIENTE J	14,50	14,20	14,40	13,50	10,80	13,30	11,60	10,70	11,90	21,60	12,50	11,40
PESO MUESTRA SECA K = H - J	20,90	16,70	25,20	30,50	22,00	22,40	29,40	19,90	21,40	16,00	24,70	27,00
CONTENIDO DE HUMEDAD L = (I / K)*100	24,88	25,15	29,76	33,11	22,73	22,32	32,99	29,65	23,83	21,88	35,63	32,59
CONTENIDO PROMEDIO DE HUMEDAD M = (L1+L2)/2	25,02		31,44		22,52		31,32		22,85		34,11	
<b>PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA</b>												
MOLDE No.	25				19				14			
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUES DE SATURACIÓN N	11613				11560				11280			
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN P	11505				11310				10962			
PESO AGUA ABSORBIDA Q = N - P	108				250				318			
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA R=(Q/C)*100	2,42				5,68				7,56			
<b>DATOS DE ESPONJAMIENTOS</b>												
FECHA Y HORA	TIEMPO EN DÍAS	MOLDE No. 25			MOLDE No. 19			MOLDE No. 14				
		DIAL	ESPONJAMIENTO		DIAL	ESPONJAMIENTO		DIAL	ESPONJAMIENTO			
		0.001plg	mm	%	0.001plg	mm	%	0.001plg	mm	%		
2005-07-12	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2005-07-13	2	20,0	0,5	0,3	46,0	1,2	0,7	44,0	1,1	0,6	0,6	
2005-07-14	3	27,0	0,7	0,4	52,0	1,3	0,7	49,0	1,2	0,7	0,7	
2005-07-15	4	30,0	0,8	0,4	55,0	1,4	0,8	52,0	1,3	0,7	0,7	
<b>DATOS DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN</b>												
PENETRACIÓN EN PULGADAS	CARGAS TIPO lb/pulg <sup>2</sup>	MOLDE No. 25			MOLDE No. 19			MOLDE No. 14				
		CARGA DE ENSAYO		CBR CCRR	CARGA DE ENSAYO		CBR CCRR	CARGA DE ENSAYO		CBR CCRR		
		DIAL	lb/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lb/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lb/pulg <sup>2</sup>	%		
0		0	0		0	0		0	0			
0,025		17	41,4		11	26,8		6	14,6			
0,050		37	90,0		25	60,8		12	29,2			
0,075		55	133,8		36	87,6		19	46,2			
0,100	1000	71	172,8	17,28	45	109,5	10,95	23	56,0	5,60		
0,200	1500	115	279,8	18,66	70	170,3	11,36	33	80,3	5,35		
0,300	1900	130	316,3		80	194,7		38	92,5			
0,400	2300	133	323,6		90	219,0		43	104,6			
0,500	2600	136	330,9		100	243,3		47	114,4			

ANEXO 5.5.6.2

GRÁFICO DE RESULTADO DEL ENSAYO CBR PARA LA ABSCISA 2+550.



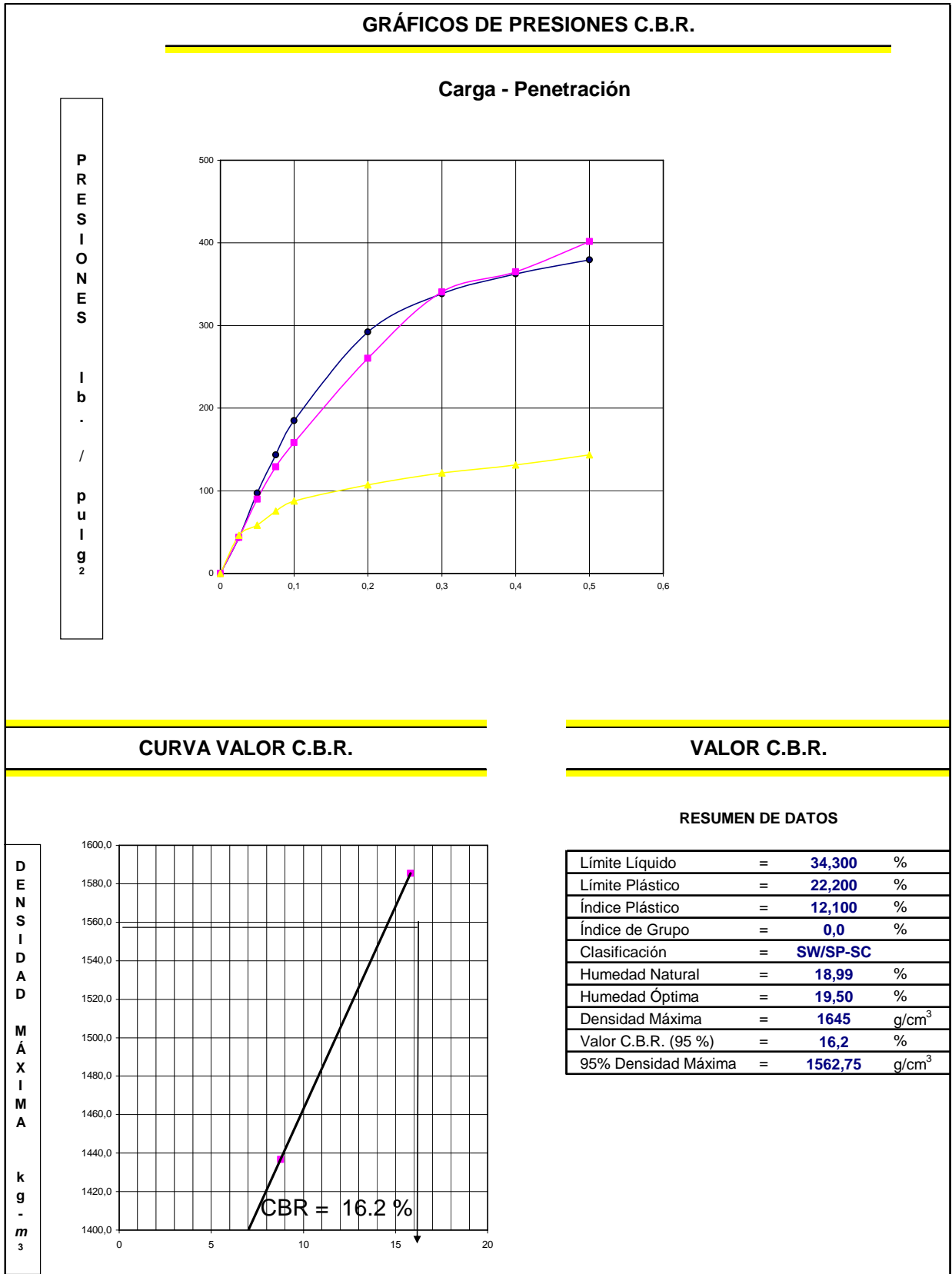
## ANEXO 5.5.7.1

### RESULTADO DEL ENSAYO CBR PARA LA ABSCISA 2+950.

MOLDE No.		20				8				5			
No. DE CAPAS		3				3				3			
No. DE GOLPES POR CAPAS		56				25				10			
		$\phi = 15,26$		$h = 12,69$		$\phi = 15,27$		$h = 12,81$		$\phi = 15,28$		$h = 12,72$	
<b>CONDICIONES DE LA MUESTRA</b>		ANT. SATU.		DES. SATU.		ANT. SATU.		DES. SATU.		ANT. SATU.		DES. SATU.	
PESO MUESTRA HÚM. + MOLDE	A	11465		11585		11430		11576		11010		11300	
PESO MOLDE	B	7160		7160		7046		7046		7040		7040	
PESO MUESTRA HÚMEDA	C = A - B	4305		4425		4384		4530		3970		4260	
CONSTAN MOLDE (VOLUMEN)	D=volumen	2321		2321		2346		2346		2333		2333	
DENSIDAD HÚMEDA	E = C/D*1000	1855		1907		1869		1931		1702		1826	
DENSIDAD SECA	F = E / (1 + G)	1578		1533		1585		1560		1437		1399	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPIENTE No.		225	18	J4	M2	A2	P41	B9	230	111	X1	H3	P41
PESO MUESTRA HÚM. + RECIPIENTE	G	30,70	26,90	30,30	38,10	37,80	44,00	40,40	26,90	40,90	41,60	51,10	57,20
PESO MUESTRA SECA + RECIPIENTE	H	28,20	24,70	27,10	32,30	33,70	39,60	35,30	23,90	36,70	37,40	42,70	46,80
PESO AGUA	I = G - H	2,50	2,20	3,20	5,80	4,10	4,40	5,10	3,00	4,20	4,20	8,40	10,40
PESO RECIPIENTE	J	13,50	12,50	11,80	11,50	11,10	14,60	14,20	11,10	14,40	14,20	13,60	14,60
PESO MUESTRA SECA	K = H - J	14,70	12,20	15,30	20,80	22,60	25,00	21,10	12,80	22,30	23,20	29,10	32,20
CONTENIDO DE HUMEDAD	L = (I / K)*100	17,01	18,03	20,92	27,88	18,14	17,60	24,17	23,44	18,83	18,10	28,87	32,30
CONTENIDO PROMEDIO DE HUMEDAD	M = (L1+L2)/2	17,52		24,40		17,87		23,80		18,47		30,58	
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA													
MOLDE No.		20				8				5			
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUES DE SATURACIÓN		N		11585		11576		11300		11010		11300	
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN		P		11465		11430		11010		11010		11010	
PESO AGUA ABSORBIDA		Q = N - P		120		146		290		290		290	
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA		R=(Q/C)*100		2,71		3,22		6,81		6,81		6,81	
DATOS DE ESPONJAMIENTOS													
FECHA Y HORA	TIEMPO EN DÍAS	MOLDE No. 20			MOLDE No. 8			MOLDE No. 5					
		DIAL	ESPONJAMIENTO		DIAL	ESPONJAMIENTO		DIAL	ESPONJAMIENTO				
		0.001plg	mm	%	0.001plg	mm	%	0.001plg	mm	%			
2005-07-12	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2005-07-13	2	0,0	0,0	0,0	13,0	0,3	0,2	25,0	0,6	0,4	0,4	0,4	
2005-07-14	3	0,0	0,0	0,0	18,0	0,5	0,3	29,0	0,7	0,4	0,4	0,4	
2005-07-15	4	0,0	0,0	0,0	20,0	0,5	0,3	29,0	0,7	0,4	0,4	0,4	
DATOS DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN EN PULGADAS	CARGAS TIPO lb/pulg <sup>2</sup>	MOLDE No. 20			MOLDE No. 8			MOLDE No. 5					
		CARGA DE ENSAYO		CBR CCRR	CARGA DE ENSAYO		CBR CCRR	CARGA DE ENSAYO		CBR CCRR			
		DIAL	lb/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lb/pulg <sup>2</sup>	%	DIAL	lb/pulg <sup>2</sup>	%			
0		0	0		0	0		0	0				
0,025		18	43,8		18	43,8		19	46,2				
0,050		40	97,3		37	90,0		24	58,4				
0,075		59	143,6		53	129,0		31	75,4				
0,100	1000	76	184,9	18,49	65	158,2	15,82	36	87,6	8,76			
0,200	1500	120	292,0	19,47	107	260,4	17,36	44	107,1	7,14			
0,300	1900	139	338,2		140	340,7		50	121,7				
0,400	2300	149	362,6		150	365,0		54	131,4				
0,500	2600	156	379,6		165	401,5		59	143,6				

ANEXO 5.5.7.2

GRÁFICO DE RESULTADO DEL ENSAYO CBR PARA LA ABSCISA 2+950



# CAPÍTULO VI

## DRENAJE VIAL

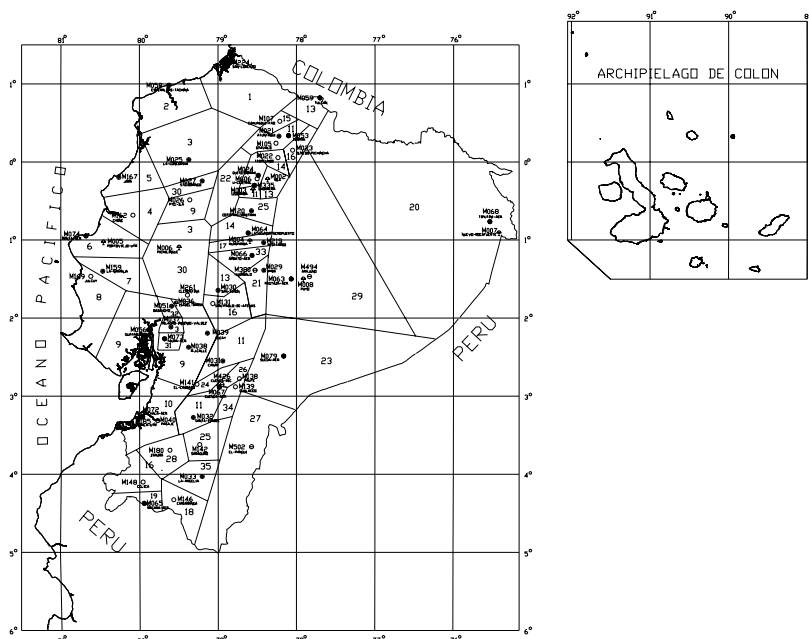
### 6.1. Estudio hidrológico

Para realizar el análisis hidrológico de la plataforma vial sobre la línea férrea en desuso desde la Av. Napo hasta la Av. Gral. Rumiñahui se utilizó las coordenadas geográficas de la estación número 1 (ver capítulo III topografía anexo 3.2) del proyecto que son:

Lat.  $0^{\circ} 14'00.21070''$  S

Long.  $78^{\circ} 30'19.51920''$  W

Con estas coordenadas se ingresó al Gráfico 6.1 del manual de análisis de lluvias intensas INAMHI, para obtener la zona 12 de las 35 zonas que existen en el país, y la información de la estación más cercana que es M024 QUITO-INAMHI.



**Gráfico 6.1** Zonificación de intensidades de precipitación. Fuente INAMHI

Con la zona definida se utilizó la Tabla 6.1 del manual de lluvias intensas INAMHI, para obtener la ecuación que va a definir la intensidad para un periodo de retorno dado.

**Tabla 6.1** Zonificación de intensidades. Fuente INAMHI.

ZONA	DURACIÓN	ECUACIÓN
1	5 min. < 130 min.	$I_{TR} = 47.926 t^{-0.3387} Id_{TR}$
	130 min. < 1440 min.	$I_{TR} = 787.57 t^{-0.9154} Id_{TR}$
2	5 min. < 30 min.	$I_{TR} = 19.305 t^{-0.1332} Id_{TR}$
	30 min. < 1440 min.	$I_{TR} = 115.4 t^{-0.6546} Id_{TR}$
3	5 min. < 90 min.	$I_{TR} = 53.369 t^{-0.3278} Id_{TR}$
	90 min. < 1440 min.	$I_{TR} = 639.52 t^{-0.8838} Id_{TR}$
4	5 min. < 20 min.	$I_{TR} = 56.507 t^{-0.2694} Id_{TR}$
	20 min. < 1440 min.	$I_{TR} = 247.71 t^{-0.7621} Id_{TR}$
5	5 min. < 40 min.	$I_{TR} = 54.719 t^{-0.3875} Id_{TR}$
	40 min. < 1440 min.	$I_{TR} = 197.81 t^{-0.7378} Id_{TR}$
6	5 min. < 120 min.	$I_{TR} = 57.598 t^{-0.4267} Id_{TR}$
	120 min. < 1440 min.	$I_{TR} = 344.08 t^{-0.7982} Id_{TR}$
7	5 min. < 60 min.	$I_{TR} = 97.055 t^{-0.403} Id_{TR}$
	60 min. < 1440 min.	$I_{TR} = 869.87 t^{-0.9346} Id_{TR}$
8	5 min. < 30 min.	$I_{TR} = 80.068 t^{-0.3683} Id_{TR}$
	30 min. < 1440 min.	$I_{TR} = 351.73 t^{-0.7977} Id_{TR}$
9	5 min. < 116 min.	$I_{TR} = 40.035 t^{-0.341} Id_{TR}$
	116 min. < 1440 min.	$I_{TR} = 355.49 t^{-0.8043} Id_{TR}$
10	5 min. < 88 min.	$I_{TR} = 40.414 t^{-0.3124} Id_{TR}$
	88 min. < 1440 min.	$I_{TR} = 356.17 t^{-0.8009} Id_{TR}$
11	5 min. < 60 min.	$I_{TR} = 137.27 t^{-0.5153} Id_{TR}$
	60 min. < 1440 min.	$I_{TR} = 578.56 t^{-0.8736} Id_{TR}$
12	5 min. < 50 min.	$I_{TR} = 138.01 t^{-0.4882} Id_{TR}$
	50 min. < 1440 min.	$I_{TR} = 674.13 t^{-0.8935} Id_{TR}$
13	5 min. < 36 min.	$I_{TR} = 76.96 t^{-0.2953} Id_{TR}$

	36 min. < 1440 min.	$I_{TR} = 642.11 t^{-0.8898} Id_{TR}$
--	---------------------	---------------------------------------

De esta tabla se obtuvieron las ecuaciones representativas de la zona 12 para calcular la intensidad.

ZONA	DURACIÓN	ECUACIÓN
12	5min<50min	$I_{TR} = 138.01 * Id_{TR} * t^{-0.4882}$
	50min<1440min	$I_{TR} = 674.13 * Id_{TR} * t^{-0.8935}$

$I_{TR}$  = intensidad de precipitación para cualquier periodo de retorno en mm/h

$Id_{TR}$  = intensidad diaria para un periodo de retorno dado mm/h

t = tiempo de duración de la lluvia en minutos o tiempo de concentración

Para obtener el  $Id_{TR}$  se utilizó el Gráfico 6.2, del manual de análisis de lluvias intensas INAMHI.



**Gráfico 6.2.** “Isolíneas de intensidades de precipitación para un período de retorno de 25 años en función de la máxima en 24 horas registro de información 1964 – 1998”. Fuente INAMHI.

Este gráfico se utilizó tomando en cuenta el periodo de retorno TR= 25 años, en estas isóneas y con la ubicación de las coordenadas geográficas, se escogió la isónea mas cercana y nos dio un valor  $I_{dTR} = 2.6$  mm/h.

Para obtener el tiempo de concentración total, se calculó el tiempo de concentración en la calzada y el tiempo de concentración en el talud, para definir el tiempo de concentración tanto para la calzada como para el talud, se aplicó la siguiente fórmula empírica en minutos:

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

L = longitud del área de drenaje en metros

H = desnivel entre el extremo de la cuenca y el punto de descarga en metros

$t_c$  = tiempo de concentración o de duración (min.).

El tiempo de concentración es el tiempo que se demora una partícula de agua en llegar desde la parte mas alejada hasta el punto donde va a recogerse.

Para calcular el  $t_c$  en la calzada, se utilizó la longitud del área de drenaje (L) de acuerdo a la distancia que se van a colocar las alcantarillas, es decir en el perfil vertical se ubicó las abscisas entre una alcantarilla y otra, de igual manera se utilizó del perfil vertical el desnivel (H) entre una alcantarilla o la parte mas alta del eje del proyecto y otra alcantarilla; hay que recordar que se deben colocar por lo menos 4 alcantarillas por Km.



Para calcular el  $t_c$  en el talud, se utilizó la longitud del área de drenaje ( $L$ ) en planta, desde el eje de la vía hacia el talud de acuerdo a la distancia que se vaya a drenar, de igual manera se ubicó el desnivel ( $H$ ) entre la parte mas alta del talud y el eje de la vía.

Para calcular el  $t_c$  total, se sumó el  $t_c$  en la calzada más el  $t_c$  en el talud. El valor de  $t_c$  es muy pequeño debido a que la cuenca es pequeña, por este motivo se escogió el tiempo de concentración mínimo que es de 5 min., entonces se utilizó la ecuación para calcular la intensidad ( $I_{TR}$ ) para un tiempo de concentración de 5min < 50 min., que es:

$$I_{TR} = 138.01 * I_{d_{TR}} * t^{-0.4882}$$

$t$  = tiempo de concentración (min.).

$I_{TR}$  = intensidad de precipitación para cualquier periodo de retorno en mm/h.

El análisis hidrológico indicó que para la propuesta vial, en cada uno de los tramos a diseñarse, es decir entre alcantarilla y alcantarilla, en un periodo de retorno de 25 años, se obtuvo una intensidad diferente para cada tramo, este valor sirvió para calcular el caudal probable y compararlo con el caudal de diseño.

El caudal de diseño se utilizó para realizar los cálculos de cunetas y alcantarillas. Los cálculos de los tiempos de concentración se realizaron conjuntamente con los cálculos de diseño de cunetas numeral 6.3., además se realizó un programa en Excel para la realización de los cálculos correspondientes a este

capítulo, el mismo que se encuentra en el CD que se entrega con el proyecto de grado.

## 6.2. Cálculo de caudales de diseño

### 6.2.1 Cálculo del caudal probable

El caudal probable es el máximo caudal que puede existir en un periodo de retorno dado, para la propuesta de vía el periodo de retorno es de 25 años y se calculó con la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Q = caudal m<sup>3</sup>/seg.

C = coeficiente de escorrentía.

I<sub>TR</sub> = intensidad para un periodo de retorno de 25 años

A = área a drenarse

Para escoger el coeficiente de escorrentía, se tomó en cuenta el tipo del suelo semipermeable de acuerdo a los análisis de suelos y se entró a la tabla 6.2 con la cobertura vegetal correspondiente a -bosques densa vegetación-, de acuerdo a la vegetación existente en el sector del proyecto vial y su pendiente suave de promedio (1%) de acuerdo al alineamiento vertical.

**Tabla 6.2.** Coeficiente de escorrentía C. Fuente INAMHI.

COEFICIENTE DE ESCORRENTIA C						
		PENDIENTE DEL TERRENO				
COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PRONUNCIADA 50%	ALTA 20%	MEDIA 5%	SUAVE 1%	DESPRECIABLE
SIN VEGETACION	IMPERMEABLE	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	SEMIPERMEABLE	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	PERMEABLE	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
CULTIVOS	IMPERMEABLE	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	SEMIPERMEABLE	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	PERMEABLE	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
PASTOS VEGETACION LIGERA	IMPERMEABLE	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	SEMIPERMEABLE	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	PERMEABLE	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
HIERVA GRAMA	IMPERMEABLE	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	SEMIPERMEABLE	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	PERMEABLE	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
BOSQUES DENSA VEGETACION	IMPERMEABLE	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	SEMIPERMEABLE	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	PERMEABLE	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Nota: El caudal probable debe ser menor que el caudal de diseño, caso contrario cuando fluya el caudal probable por la cuneta se desbordaría.

### 6.2.2 Cálculo del caudal de diseño

Para calcular el caudal de diseño, se tomó en cuenta que los canales son causes artificiales de forma rectangular, trapezoidal o triangular que sirven para conducir el agua; el flujo del agua en un canal se produce sin presión, es decir que siempre existe una superficie libre en la cual actúa la presión atmosférica local.

Cuando se realiza el diseño de un canal a cielo abierto se tiene como dato la pendiente J (sacada del perfil longitudinal) para los diferentes tramos, entre alcantarilla y alcantarilla, también se tiene como dato el coeficiente de rugosidad (n) que va de acuerdo al tipo de revestimiento del canal como se ve en la Tabla 6.3

**Tabla 6.3.** Coeficientes de rugosidad n (fuente INAMHI)

**Coeficientes de Rugosidad para Tuberías Nuevas**

Material	C Hazen-Williams	Darcy-Weisbach (mm) $\epsilon$	n – Manning
Fundición	130 - 140	0.26	0.012 - 0.015
Hormigón	120 - 140	0.3 - 3.0	0.012 - 0.017
Hierro Galvanizado	120	0.15	0.015 - 0.017
Plástico	140 - 150	0.0015	0.011 - 0.015
Acero	140 - 150	0.045	0.015 - 0.017
Cerámica	110	----	0.013 - 0.015

El área mojada y el perímetro mojado se determinaron en función de las medidas de las cunetas, del calado que es impuesto y de la altura de la cuneta que también es impuesta, para luego encontrar los valores finales de diseño.

Para calcular el caudal de diseño en una sección triangular se utilizó los siguientes datos:

Coeficiente de rugosidad (hormigón)  $n = 0.013$

Calado impuesto  $d = 0.30$  m

Altura de la alcantarilla impuesta  $h = 0.40$  m

Las ecuaciones que se utilizaron son:

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

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

### 6.3. Diseño de cunetas

El diseño hidráulico de cunetas laterales se realizó bajo el principio de flujo con movimiento uniforme, es decir que el calado se mantiene uniforme a lo largo de la cuneta.

La sección típica que se utilizó para los diferentes tramos y las diferentes alternativas varía solamente en las dimensiones de B1 y B2 porque la altura de la cuneta se adoptó 0.40 m y un calado de 0.30 m, el gráfico 6.3 indica la sección típica de la cuneta y sus dimensiones adoptadas.

Con estos datos y aplicando las formulas explicadas en el numeral 6.2 se procede al cálculo de las dimensiones de la cuneta para las diferentes alternativas.

En el cuadro 6.1 “diseño de cunetas tipo” se presenta el cálculo para las tres alternativas viales, la misma que se explica a continuación:

En la primera columna (TRAMO), se definió el numero de tramos (distancia de alcantarilla a alcantarilla); en la segunda columna (ABSCISA), se definió de que abscisa a que abscisa va cada tramo; en la tercera columna (LONGITUD) se calculó la longitud que tiene cada tramo, es decir la abscisa final menos la abscisa inicial; en la cuarta columna (PENDIENTE) se utilizó las pendientes del perfil vertical para cada tramo; en la quinta columna (ANCHO DE CALZADA) se utilizó la sección transversal de la vía, es decir el ancho de la calzada; en la sexta columna (ANCHO DEL TALUD) se definió el ancho del talud; en la séptima columna (ÁREA DE

CALZADA) se calculó el producto del ancho de calzada por la longitud, en la octava columna (ÁREA DE TALUD) se realizó el producto del ancho de talud por la longitud, en la novena columna (ÁREA TOTAL) se sumó el área de calzada más área del talud, en la décima columna (H) se calculó el desnivel entre la abscisa final y la abscisa inicial; en la décimo primera columna (tc CUNETETA) y décimo segunda columna (tc TALUD) se calculó de acuerdo al análisis realizado en el numeral 6.1; en la décimo tercera columna (tc TOTAL) se realizó la suma del tc cuneta más tc talud; en la décimo cuarta columna (INTENSIDAD) se obtuvo de acuerdo al análisis realizado en el numeral 6.1; en la décimo quinta columna (CAUDAL) se calculó de acuerdo a lo explicado en el numeral 6.2.1.

En la parte inferior de la tabla se calculó el caudal de diseño, en las columnas (BASE) correspondientes a B1 y a B2 se impuso dimensiones de tal forma que se cumpla que el caudal de diseño sea mayor que el caudal probable para una altura de la cuneta de calzada fija y para un calado fijo; en las columnas (BASE) correspondientes a b1 y a b2 se calculó la distancia que va a tener el agua que va a fluir por la cuneta de calzada (ver esquema junto al cuadro que se está describiendo); en la columna (CALADO) por lo general se coloca 10cm menos que la altura de la cuneta de calzada; en la columna (ÁREA) se calculó el área mojada de la cuneta de calzada; en la columna (PERÍMETRO MOJADO) se calculó la longitud mojada de las paredes del canal; en la columna (RADIO HIDRÁULICO) se realizó la relación entre el área y el perímetro mojado; en la columna (VELOCIDAD) se calculó con la fórmula de Manning explicada en el numeral 6.2.1; en la columna (CAUDAL) se obtuvo el caudal de diseño realizando el producto del área por la velocidad; cabe recalcar que el caudal de diseño debe ser mayor que el caudal probable, si esto no sucede se deben aumentar las columnas (BASE) correspondientes a B1 y a B2, si se

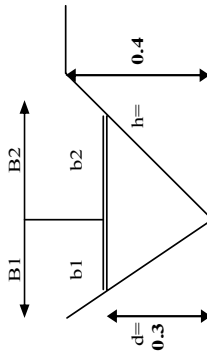
obtuviera un ancho de cuneta demasiado exagerada se debe variar la altura de la cuneta de calzada en consecuencia subiría el calado.

**Cuadro 6.1 Diseño de cunetas tipo**  
**Calculo método racional alternativa 1**

TALUD		
TRAMO	L talud	H talud
I	50	4
II	50	18
III	50	17
IV	50	26
V	50	30
VI	50	35
VII	50	33
VIII	50	25
IX	50	25
X	50	30
XI	50	24
XII	50	22
XIII	50	14

ZONA 12 MAPA INAMHI  
 COEFICIEN. DE ESCORRENTIA C 0.3  
 PERIODO DE RETORNO TR 25 años  
 $0.0195 * (L^2 / H)^{0.385}$   
 TIEMPO DE CONCENTRACION tc 138.01 \*  $I_d^{0.4882}$   
 INTENSIDAD I 2.6 mm/h  
 $I_{dTR} MAX$  0.75 m/seg  
 VELOCIDAD PERMISIBLE Q= CIA/3.60 m3/seg  
 CAUDAL PROBABLE 0.013 canal de hormigón  
 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD n

TRAMO	ABSCISA		longitud mts.	pendiente %	A. calzada m/s	A. talud m	A. calzada		Á. talud	Area total	H m	tc-cuneta min	tc-total min	Intensidad mm/seg	Caudal probable
	inicio	final					Ha	Ha							
I	0+000	0+210	210	1.13	7.3	50	0.153	1.050	1.203	2.373	6.725	1.048	7.774	131.850	0.132
II	0+210	0+430	220	1.13	7.3	50	0.161	1.100	1.261	2.486	6.971	0.588	7.558	133.673	0.140
III	0+430	0+616.508	186.508	1.13	7.3	50	0.136	0.933	1.069	2.108	6.138	0.601	6.739	141.374	0.126
IV	0+616.508	0+787	170.492	0.52	7.3	50	0.124	0.852	0.977	0.887	7.723	0.510	8.233	128.206	0.104
V	0+787	0+975.100	188.1	0.52	7.3	50	0.137	0.941	1.078	0.978	8.330	0.483	8.813	124.016	0.111
VI	0+975.100	1+142.672	167.572	1.57	7.3	50	0.122	0.838	0.960	2.631	4.980	0.455	5.435	157.021	0.126
VII	1+142.672	1+310.244	167.572	1.57	7.3	50	0.122	0.838	0.960	2.631	4.980	0.465	5.446	156.874	0.126
VIII	1+310.244	1+605.777	295.533	1.17	7.3	50	0.216	1.478	1.693	3.458	8.633	0.518	9.151	121.760	0.172
IX	1+605.777	1+805.777	200	0.92	7.3	50	0.146	1.000	1.146	1.146	7.011	0.518	7.529	133.928	0.128
X	1+805.777	2+019.511	213.734	0.92	7.3	50	0.156	1.069	1.225	1.966	7.379	0.483	7.861	131.130	0.134
XI	2+019.511	2+264.985	245.474	0.4	7.3	50	0.179	1.227	1.407	1.407	11.312	0.526	11.838	107.376	0.126
XII	2+264.985	2+595.108	330.123	3.21	7.3	50	0.241	1.651	1.892	10.597	6.374	0.544	6.918	139.576	0.220
XIII	2+595.108	2+838	242.892	6.4	7.3	50	0.177	1.214	1.392	15.545	3.859	0.647	4.506	172.073	0.200



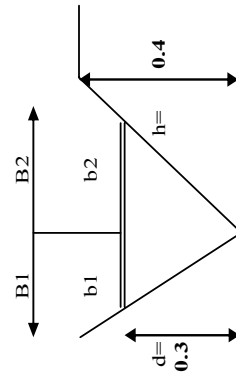
TRAMO	BASE B1	BASE B2	BASE b1	BASE b2	CALADO d	AREA m2	PERIMET m	R. HIDRAULICO	VEL. m/seg	CAUDAL m3/seg
I	0.2	0.5	0.150	0.375	0.3	0.079	0.816	0.097	1.7209	0.136
II	0.25	0.5	0.188	0.375	0.3	0.084	0.834	0.101	1.7754	0.150
III	0.2	0.5	0.150	0.375	0.3	0.079	0.816	0.097	1.7209	0.136
IV	0.25	0.6	0.188	0.450	0.3	0.096	0.895	0.107	1.2494	0.119
V	0.25	0.6	0.188	0.450	0.3	0.096	0.895	0.107	1.2494	0.119
VI	0.2	0.5	0.150	0.375	0.3	0.079	0.816	0.097	2.0285	0.160
VII	0.2	0.5	0.150	0.375	0.3	0.079	0.816	0.097	2.0285	0.160
VIII	0.25	0.6	0.188	0.450	0.3	0.096	0.895	0.107	1.874	0.179
IX	0.25	0.5	0.188	0.375	0.3	0.084	0.834	0.101	1.6019	0.135
X	0.25	0.5	0.188	0.375	0.3	0.084	0.834	0.101	1.6019	0.135
XI	0.3	0.7	0.225	0.525	0.3	0.113	0.980	0.115	1.494	0.129
XII	0.2	0.5	0.150	0.375	0.3	0.079	0.816	0.097	2.9005	0.228
XIII	0.2	0.5	0.150	0.375	0.3	0.079	0.816	0.097	4.0956	0.323

### Cuadro 6.1 Diseño de cunetas tipo Calculo método racional alternativa 2

TRAMO	L.talud	H.talud
I	50	4
II	50	18
III	50	17
IV	50	30
V	50	33
VI	50	25
VII	50	25
VIII	50	24
IX	50	22
X	50	14
XI	50	14

ZONA 12 MAPA INAMHI  
 COEFICIEN. DE ESCORRENTIA C 0.3  
 PERIODO DE RETORNO TR 2.5 años  
 $0.0195 \cdot (L^3/H)^{0.385}$   
 TIEMPO DE CONCENTRACION tc  $138.01 \cdot Id_{TR} \cdot t^{-0.4882}$   
 INTENSIDAD I 2.6 mm/h  
 $Id_{TR,MAX}$  0.75 m/seg  
 VELOCIDAD PERMISIBLE 0.75 m/seg  
 CAUDAL PROBABLE Q=CIA/360 canal de hormigón  
 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD n 0.013

TRAMO	ABSCISA		longitud mts.	pendiente %	A.calzada mts	A.talud m	A.calzada Ha	A.talud Ha.	Area total Ha	H m	tc.cuneta min	tc.talud min	tc.total min	Intensidad mm/seg	Caudal probable
	inicio	final													
I	0+000	0+250	250	0.937	7.3	50	0.183	1.250	1.433	2.343	8.267	1.048	9.315	120.705	0.144
II	0+250	0+500	250	0.937	7.3	50	0.183	1.250	1.433	2.343	8.267	0.588	8.854	123.733	0.148
III	0+500	0+750	250	0.937	7.3	50	0.183	1.250	1.433	2.343	8.267	0.601	8.867	123.644	0.148
IV	0+750	1+110.573	360.573	0.937	7.3	50	0.263	1.803	2.066	3.379	10.960	0.483	11.442	109.173	0.188
V	1+110.573	1+300	189.427	0.61	7.3	50	0.138	0.947	1.085	1.156	7.876	0.465	8.341	127.390	0.115
VI	1+300	1+600	300	0.61	7.3	50	0.219	1.500	1.719	1.830	11.222	0.518	11.740	107.815	0.154
VII	1+600	1+899.915	299.915	0.61	7.3	50	0.219	1.500	1.719	1.829	11.219	0.518	11.737	107.826	0.154
VIII	1+899.915	2+200	300.085	1.429	7.3	50	0.219	1.500	1.719	4.288	8.088	0.526	8.614	125.408	0.180
IX	2+200	2+499.962	299.962	1.429	7.3	50	0.219	1.500	1.719	4.286	8.085	0.544	8.629	125.299	0.179
X	2+499.962	2+750	250.038	10	7.3	50	0.183	1.250	1.433	25.004	3.323	0.647	3.970	183.043	0.219
XI	2+750	2+949.900	199.9	10	7.3	50	0.146	1.000	1.145	19.990	2.797	0.647	3.444	196.194	0.187



TRAMO	BASE B1	BASE B2	BASE b1	BASE b2	BASE b2	CALADO d	AREA m2	PERIMET m	R. HIDRAULICO m	VEL. m/seg	CAUDAL m3/seg
I	0.2	0.65	0.150	0.488	0.3	0.096	0.908	0.105	1.6608	0.159	
II	0.2	0.65	0.150	0.488	0.3	0.096	0.908	0.105	1.6608	0.159	
III	0.2	0.65	0.150	0.488	0.3	0.096	0.908	0.105	1.6608	0.159	
IV	0.25	0.75	0.188	0.563	0.3	0.113	0.991	0.113	1.7454	0.196	
V	0.2	0.6	0.150	0.450	0.3	0.090	0.876	0.103	1.3177	0.119	
VI	0.25	0.75	0.188	0.563	0.3	0.113	0.991	0.113	1.4083	0.158	
VII	0.25	0.75	0.188	0.563	0.3	0.113	0.991	0.113	1.4083	0.158	
VIII	0.25	0.6	0.188	0.450	0.3	0.096	0.895	0.107	2.0711	0.198	
IX	0.2	0.6	0.150	0.450	0.3	0.090	0.876	0.103	2.0167	0.182	
X	0.2	0.4	0.150	0.300	0.3	0.068	0.760	0.089	4.8437	0.327	
XI	0.2	0.4	0.150	0.300	0.3	0.068	0.760	0.089	4.8437	0.327	

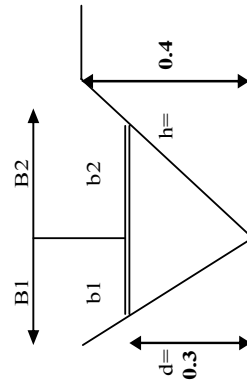


### Cuadro 6.1 Diseño de cunetas tipo Cálculo método racional alternativa 3

TRAMO	L talud	H talud
I	50	4
II	50	18
III	50	17
IV	50	26
V	50	30
VI	50	35
VII	50	33
VIII	50	25
IX	50	25
X	50	30

ZONA 12 MAPA INAMHI  
 COEFICIENTE DE ESCORRENTIA C 0.3  
 PERIODO DE RETORNO TR 2.5 años  
 $0.0195*(L^3/H)^{0.385}$   
 TIEMPO DE CONCENTRACION tc 138.01\*Id<sub>TR</sub>\*t<sup>-0.4882</sup>  
 INTENSIDAD I 2.6 mm/h  
 Id<sub>TR</sub> MAX 0.75 m/seg  
 VELOCIDAD PERMISIBLE Q=CIA/360 m3/seg  
 CAUDAL PROBABLE 0.013 canal de hormigón  
 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD n

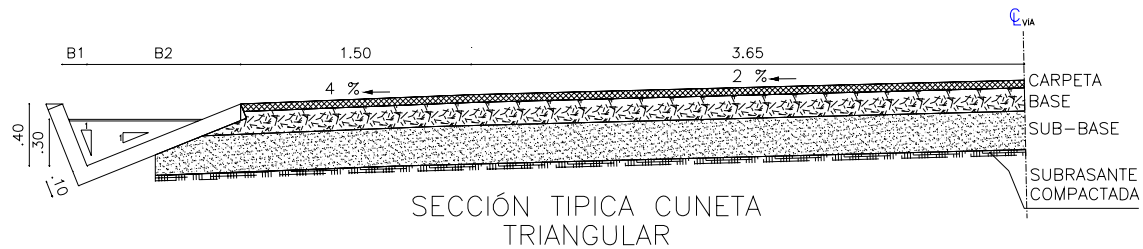
CUNETAS LATERAL															
TRAMO	ABSCISA		longitud mits.	pendiente %	A. calzada mts	A. talud m	A. calzada Ha	A. talud Ha.	Area total Ha	H m	tc. cuneta min	tc. talud min	tc. total min	Intensidad mm/seg	Caudal probable
	inicio	final													
I	0+000	0+250	250	2	7.3	50	0.183	1.250	1.433	5.000	6.174	1.048	7.222	136.672	0.163
II	0+250	0+500	250	2	7.3	50	0.183	1.250	1.433	5.000	6.174	0.588	6.761	141.144	0.168
III	0+500	0+750	250	2	7.3	50	0.183	1.250	1.433	5.000	6.174	0.601	6.774	141.011	0.168
IV	0+750	1+060	310	2	7.3	50	0.226	1.550	1.776	6.200	7.286	0.510	7.796	131.666	0.195
V	1+060	1+360	300	2	7.3	50	0.219	1.500	1.719	6.000	7.104	0.483	7.587	133.424	0.191
VI	1+360	1+660	300	2	7.3	50	0.219	1.500	1.719	6.000	7.104	0.455	7.559	133.664	0.191
VII	1+660	1+860	200	2	7.3	50	0.146	1.000	1.146	4.000	5.199	0.465	5.664	153.884	0.147
VIII	1+860	2+260	400	2	7.3	50	0.292	2.000	2.292	8.000	8.866	0.518	9.384	120.274	0.230
IX	2+260	2+560	300	2	7.3	50	0.219	1.500	1.719	6.000	7.104	0.518	7.622	133.124	0.191
X	2+560	2+760	200	2	7.3	50	0.146	1.000	1.146	4.000	5.199	0.483	5.682	153.654	0.147



TRAMO	BASE B1	BASE B2	BASE b1	BASE b2	CALADO d	AREA m2	PERIMET m	R. HIDRAULICO m	VEL. m/seg	CAUDAL m3/seg
I	0.2	0.5	0.150	0.375	0.3	0.079	0.816	0.097	2.2895	0.180
II	0.2	0.5	0.150	0.375	0.3	0.079	0.816	0.097	2.2895	0.180
III	0.2	0.5	0.150	0.375	0.3	0.079	0.816	0.097	2.2895	0.180
IV	0.25	0.5	0.188	0.375	0.3	0.084	0.834	0.101	2.3619	0.199
V	0.25	0.5	0.188	0.375	0.3	0.084	0.834	0.101	2.3619	0.199
VI	0.25	0.5	0.188	0.375	0.3	0.084	0.834	0.101	2.3619	0.199
VII	0.2	0.5	0.150	0.375	0.3	0.079	0.816	0.097	2.2895	0.180
VIII	0.25	0.6	0.188	0.450	0.3	0.096	0.895	0.107	2.4502	0.234
IX	0.25	0.5	0.188	0.375	0.3	0.084	0.834	0.101	2.3619	0.199
X	0.2	0.5	0.150	0.375	0.3	0.079	0.816	0.097	2.2895	0.180

#### 6.4. Sección y tipo de cunetas

La sección típica que se presenta a continuación en el Gráfico 6.3, tiene diferentes valores de B1 y B2.



**Gráfico 6.3.** Sección típica de la cuneta triangular.

El resumen para las tres alternativas del proyecto vial se presenta en el cuadro 6.2 en donde se indicó las diferentes dimensiones de las cunetas de calzada para los diferentes tramos, la longitud que se debe construir con estas dimensiones, la altura que tiene la cuneta y el calado con el que va a funcionar.

**Cuadro 6.2.** Resumen de las cunetas de calzada para los diferentes tramos.

#### ALTERNATIVA 1

TRAMO	ABSCISA		LONG. m	BASE B1	BASE B2	CALADO d	H. CUNETAS M
	INICIO	FINAL					
I	0+000	0+210	210	0.2	0.5	0.3	0.4
II	0+210	0+430	220	0.25	0.5	0.3	0.4
III	0+430	0+616.508	186.508	0.2	0.5	0.3	0.4
IV	0+616.508	0+787	170.492	0.25	0.6	0.3	0.4
V	0+787	0+975.100	188.1	0.25	0.6	0.3	0.4
VI	0+975.100	1+142.672	167.572	0.2	0.5	0.3	0.4
VII	1+142.672	1+310.244	167.572	0.2	0.5	0.3	0.4
VIII	1+310.244	1+605.777	295.533	0.25	0.6	0.3	0.4
IX	1+605.777	1+805.777	200	0.25	0.5	0.3	0.4
X	1+805.777	2+019.511	213.734	0.25	0.5	0.3	0.4
XI	2+019.511	2+264.985	245.474	0.3	0.7	0.3	0.4
XII	2+264.985	2+595.108	330.123	0.2	0.5	0.3	0.4
XIII	2+595.108	2+838	242.892	0.2	0.5	0.3	0.4

## ALTERNATIVA 2

TRAMO	ABSCISA		LONG. m	BASE		CALADO d	H. CUNETETA M
	INICIO	FINAL		B1	B2		
I	0+000	0+210	210	0.2	0.5	0.3	0.4
II	0+210	0+430	220	0.25	0.5	0.3	0.4
III	0+430	0+616.508	186.508	0.2	0.5	0.3	0.4
IV	0+616.508	0+787	170.492	0.25	0.6	0.3	0.4
V	0+787	0+975.100	188.1	0.25	0.6	0.3	0.4
VI	0+975.100	1+142.672	167.572	0.2	0.5	0.3	0.4
VII	1+142.672	1+310.244	167.572	0.2	0.5	0.3	0.4
VIII	1+310.244	1+605.777	295.533	0.25	0.6	0.3	0.4
IX	1+605.777	1+805.777	200	0.25	0.5	0.3	0.4
X	1+805.777	2+019.511	213.734	0.25	0.5	0.3	0.4
XI	2+019.511	2+264.985	245.474	0.3	0.7	0.3	0.4
XII	2+264.985	2+595.108	330.123	0.2	0.5	0.3	0.4
XIII	2+595.108	2+838	242.892	0.2	0.5	0.3	0.4

## ALTERNATIVA 3

TRAMO	ABSCISA		LONG. m	BASE		CALADO d	H. CUNETETA M
	INICIO	FINAL		B1	B2		
I	0+000	0+250	250	0.2	0.5	0.3	0.4
II	0+250	0+500	250	0.2	0.5	0.3	0.4
III	0+500	0+750	250	0.2	0.5	0.3	0.4
IV	0+750	1+060	310	0.25	0.5	0.3	0.4
V	1+060	1+360	300	0.25	0.5	0.3	0.4
VI	1+360	1+660	300	0.25	0.5	0.3	0.4
VII	1+660	1+860	200	0.2	0.5	0.3	0.4
VIII	1+860	2+260	400	0.25	0.6	0.3	0.4
IX	2+260	2+560	300	0.25	0.5	0.3	0.4
X	2+560	2+760	200	0.2	0.5	0.3	0.4

### 6.5. Diseño de alcantarillas

Para el diseño de alcantarillas se utilizó las tablas de THORMANN-FRANKE

(Tabla 6.4) la misma que se calculó con las siguientes ecuaciones:

$$\frac{Q'}{Q_{\text{lleno}}} = \text{valor}$$

$Q'$  = caudal de la cuneta que va a la alcantarilla

$Q_{\text{lleno}}$  = caudal de la alcantarilla a flujo lleno

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}}$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$R = \frac{D}{4}$$

$$Q_{lleno} = A * V$$

J = pendiente que tiene la alcantarilla

Al realizar la relación entre  $Q' / Q$  arroja un valor, con este valor se ingresó a la tabla 6.4 de THORMANN-FRANKE en la columna de  $Q' / Q$ , y se pudo obtener los valores de las dos columnas que se encuentran a la derecha del valor de  $Q' / Q$ .

La columna  $h / D$  ( $h$ =calado,  $D$ = diámetro) se iguala al valor obtenido en esta columna y se puede determinar el calado con el que va a funcionar la alcantarilla, puesto que el diámetro es impuesto, con el criterio que el calado se recomienda que funcione a los dos tercios del diámetro.

De la misma manera se realiza en la tercera columna  $v' / V$ .

$v'$  = velocidad a la que va a funcionar la alcantarilla

$V$  = velocidad de la alcantarilla a flujo lleno

$v' / V$  se iguala al valor y despejando se puede determinar  $v'$ .

La velocidad en la alcantarilla debe cumplir con la siguiente condición:

$$0.5 < v' < 3.6$$

Si el valor de  $v'$  se acerca o baja de 0.5 quiere decir que en la alcantarilla existirá sedimentación.

Si el valor de  $v'$  se acerca o sube de 3.6 quiere decir que en la alcantarilla existirá erosión.

**Tabla 6.4.** “Tabla de Thormann-Franke”. Fuente INAMHI

TABULACIÓN DE LAS FÓRMULAS DE THORMANN Y FRANKE QUE RELACIONAN LOS CAUDALES, VELOCIDADES Y ALTURAS DE LLENADO A SECCIONES LLENA Y PARCIAL

TABLA DE THORMANN-FRANKE

Q/Q'	h/D	V'/V	Q/Q'	h/D	V'/V	Q/Q'	h/D	V'/V
0.001	0.023	0.17	0.075	0.182	0.60	0.490	0.494	1.00
0.002	0.032	0.21	0.076	0.183	0.60	0.500	0.500	1.00
0.003	0.038	0.24	0.077	0.185	0.61	0.510	0.506	1.00
0.004	0.044	0.26	0.078	0.186	0.61	0.520	0.512	1.01
0.005	0.049	0.28	0.079	0.187	0.61	0.530	0.519	1.01
0.006	0.053	0.29	0.080	0.188	0.61	0.540	0.525	1.02
0.007	0.057	0.30	0.081	0.189	0.62	0.550	0.531	1.02
0.008	0.061	0.32	0.082	0.191	0.62	0.560	0.537	1.02
0.009	0.065	0.33	0.083	0.192	0.62	0.570	0.543	1.03
0.010	0.068	0.34	0.084	0.193	0.62	0.580	0.550	1.03
0.011	0.071	0.35	0.085	0.194	0.62	0.590	0.556	1.03
0.012	0.074	0.36	0.086	0.195	0.63	0.600	0.562	1.04
0.013	0.077	0.36	0.087	0.196	0.63	0.610	0.568	1.04
0.014	0.080	0.37	0.088	0.197	0.63	0.620	0.575	1.04
0.015	0.083	0.38	0.089	0.199	0.63	0.630	0.581	1.05
0.016	0.086	0.39	0.090	0.200	0.63	0.640	0.587	1.05
0.017	0.088	0.39	0.091	0.201	0.64	0.650	0.594	1.05
0.018	0.091	0.40	0.092	0.202	0.64	0.660	0.600	1.05
0.019	0.093	0.41	0.093	0.203	0.64	0.670	0.607	1.06
0.020	0.095	0.41	0.094	0.204	0.64	0.680	0.613	1.06
0.021	0.098	0.42	0.095	0.205	0.64	0.690	0.620	1.06
0.022	0.100	0.42	0.096	0.206	0.65	0.700	0.626	1.06
0.023	0.102	0.43	0.097	0.207	0.65	0.710	0.633	1.06
0.024	0.104	0.43	0.098	0.208	0.65	0.720	0.640	1.07
0.025	0.106	0.44	0.099	0.210	0.65	0.730	0.646	1.07
0.026	0.108	0.45	0.100	0.211	0.65	0.740	0.653	1.07
0.027	0.110	0.45	0.105	0.216	0.66	0.750	0.660	1.07
0.028	0.112	0.45	0.110	0.221	0.67	0.760	0.667	1.07
0.029	0.114	0.46	0.115	0.226	0.68	0.770	0.675	1.07
0.030	0.116	0.46	0.120	0.231	0.69	0.775	0.682	1.07
0.031	0.118	0.47	0.125	0.236	0.69	0.780	0.682	1.07
0.032	0.120	0.47	0.130	0.241	0.70	0.790	0.689	1.07
0.033	0.122	0.48	0.135	0.245	0.71	0.800	0.697	1.07
0.034	0.123	0.48	0.140	0.250	0.72	0.805	0.701	1.08
0.035	0.125	0.48	0.145	0.254	0.72	0.810	0.705	1.08
0.036	0.127	0.49	0.150	0.259	0.73	0.815	0.709	1.08
0.037	0.129	0.49	0.155	0.263	0.74	0.820	0.713	1.08
0.038	0.130	0.50	0.160	0.268	0.74	0.825	0.717	1.08
0.039	0.132	0.50	0.165	0.272	0.75	0.830	0.721	1.08
0.040	0.134	0.50	0.170	0.276	0.76	0.835	0.725	1.08
0.041	0.135	0.51	0.175	0.281	0.76	0.840	0.729	1.07
0.042	0.137	0.51	0.180	0.285	0.77	0.845	0.734	1.07
0.043	0.138	0.51	0.185	0.289	0.77	0.850	0.738	1.07
0.044	0.140	0.52	0.190	0.293	0.78	0.855	0.742	1.07
0.045	0.141	0.52	0.195	0.297	0.78	0.860	0.747	1.07
0.046	0.143	0.52	0.200	0.301	0.79	0.865	0.751	1.07
0.047	0.145	0.53	0.210	0.309	0.80	0.870	0.756	1.07
0.048	0.146	0.53	0.220	0.316	0.81	0.875	0.761	1.07
0.049	0.148	0.53	0.230	0.324	0.82	0.880	0.766	1.07
0.050	0.149	0.54	0.240	0.331	0.83	0.885	0.777	1.07
0.051	0.151	0.54	0.250	0.339	0.84	0.890	0.775	1.07
0.052	0.152	0.54	0.260	0.346	0.85	0.895	0.781	1.07
0.053	0.153	0.55	0.270	0.353	0.86	0.900	0.786	1.07
0.054	0.155	0.55	0.280	0.360	0.86	0.905	0.791	1.07
0.055	0.156	0.55	0.290	0.367	0.87	0.910	0.797	1.07
0.056	0.158	0.55	0.300	0.374	0.88	0.915	0.802	1.06
0.057	0.159	0.56	0.310	0.381	0.89	0.920	0.808	1.06
0.058	0.160	0.56	0.320	0.387	0.89	0.925	0.814	1.06
0.059	0.162	0.56	0.330	0.394	0.90	0.930	0.821	1.06
0.060	0.163	0.57	0.340	0.401	0.91	0.935	0.827	1.06
0.061	0.164	0.57	0.350	0.407	0.92	0.940	0.834	1.05
0.062	0.166	0.57	0.360	0.414	0.92	0.945	0.841	1.05
0.063	0.167	0.57	0.370	0.420	0.93	0.950	0.849	1.05
0.064	0.168	0.58	0.380	0.426	0.93	0.955	0.856	1.05
0.065	0.170	0.58	0.390	0.433	0.94	0.960	0.865	1.04
0.066	0.171	0.58	0.400	0.439	0.95	0.965	0.874	1.04
0.067	0.172	0.58	0.410	0.445	0.95	0.970	0.883	1.04
0.068	0.174	0.59	0.420	0.451	0.96	0.975	0.894	1.03
0.069	0.175	0.59	0.430	0.458	0.96	0.980	0.905	1.03
0.070	0.176	0.59	0.440	0.464	0.97	0.985	0.919	1.02
0.071	0.177	0.59	0.450	0.470	0.97	0.990	0.935	1.02
0.072	0.179	0.59	0.460	0.476	0.98	0.995	0.955	1.01
0.073	0.180	0.60	0.470	0.482	0.99	1.000	1.000	1.00
0.074	0.181	0.60	0.480	0.488	0.99			

En el cuadro 6.3 “diseño de alcantarillas” se presenta el cálculo para las tres alternativas viales, la misma que se explica a continuación:

En la primera columna (ABSCISA DE ALCANTARILLA), se definieron las cotas donde se ubicarán las alcantarillas de acuerdo a las longitudes de las cunetas de calzada; en la segunda columna (Q` DE DISEÑO), se tomó del caudal que se calculó en el diseño de la cuneta de calzada; en la tercera columna (D. ALCANTARILLA) se debe imponer el diámetro, haciéndole variar hasta que trate de cumplir que el calado funcione a los dos tercios del diámetro; en la cuarta, quinta, sexta, séptima y octava columna se utilizó lo explicado al inicio de este acápite; en la novena columna (Q`/Q lleno) se realizó la relación entre el caudal de la cuneta y el caudal lleno, con este valor se ingresa a la Tabla 6.4; se controló que el calado se encuentre a los dos tercios del diámetro y que la velocidad se encuentre en el rango explicado anteriormente.

### Cuadro 6.3. Diseño de alcantarillas

#### CALCULO DE ALCANTARILLAS ALTERNATIVA 1 FORMULA DE MEANING Y TABLAS DE THORMANN-FRANKE

alcantarill	Q` cunet.	D alcant.	R	área	V	Q lleno	Q`/Q lleno	d/D	v`/V	d	v`
abscisa	diseño	m	m	m <sup>2</sup>	m/seg.	m <sup>3</sup> /seg.				m	m/seg.
0+000	<b>0.136</b>	<b>0.4</b>	0.1	0.126	1.657	0.208	0.651	<b>0.594</b>	<b>1.05</b>	0.238	1.740
0+210	<b>0.150</b>	<b>0.4</b>	0.1	0.126	1.657	0.208	0.719	<b>0.64</b>	<b>1.07</b>	0.256	1.773
0+430	<b>0.136</b>	<b>0.4</b>	0.1	0.126	1.657	0.208	0.651	<b>0.594</b>	<b>1.05</b>	0.238	1.740
0+787	<b>0.119</b>	<b>0.4</b>	0.1	0.126	1.657	0.208	0.574	<b>0.55</b>	<b>1.03</b>	0.220	1.707
0+975.100	<b>0.279</b>	<b>0.5</b>	0.125	0.196	1.923	0.378	0.739	<b>0.653</b>	<b>1.07</b>	0.327	2.058
1+142.672	<b>0.160</b>	<b>0.4</b>	0.1	0.126	1.657	0.208	0.767	<b>0.675</b>	<b>1.07</b>	0.270	1.773
1+605.777	<b>0.314</b>	<b>0.5</b>	0.125	0.196	1.923	0.378	0.833	<b>0.725</b>	<b>1.08</b>	0.363	2.077
1+805.777	<b>0.135</b>	<b>0.4</b>	0.1	0.126	1.657	0.208	0.649	<b>0.594</b>	<b>1.05</b>	0.238	1.740
2+264.985	<b>0.358</b>	<b>0.5</b>	0.125	0.196	1.923	0.378	0.947	<b>0.849</b>	<b>1.05</b>	0.425	2.019
2+838	<b>0.323</b>	<b>0.5</b>	0.125	0.196	1.923	0.378	0.854	<b>0.742</b>	<b>1.07</b>	0.371	2.058

**CALCULO DE ALCANTARILLAS ALTERNATIVA 2  
FORMULA DE MEANING Y TABLAS DE THORMANN-FRANKE**

pendiente alcantarill  $m = 1 \%$   
 coef. rugosidad  $n = 0.013$  para hormigón  
 velocidad permisible **0.5**  $< V < 3.6$

*Ingrese datos de  
Tabla de Thormann-franke*

alcantarill	Q` cunet.	D alcant.	R	área	V	Q lleno	Q`/Q lleno	d/D	v`/V	d	v`
abscisa	diseño	m	m	m2	m/seg.	m3/seg.				m	m/seg.
0+000	<b>0.159</b>	<b>0.4</b>	0.1	0.126	1.657	0.208	0.763	<b>0.667</b>	<b>1.07</b>	0.267	1.773
0+250	<b>0.159</b>	<b>0.4</b>	0.1	0.126	1.657	0.208	0.763	<b>0.667</b>	<b>1.07</b>	0.267	1.773
0+500	<b>0.159</b>	<b>0.4</b>	0.1	0.126	1.657	0.208	0.763	<b>0.667</b>	<b>1.07</b>	0.267	1.773
0+750	<b>0.196</b>	<b>0.4</b>	0.1	0.126	1.657	0.208	0.943	<b>0.841</b>	<b>1.05</b>	0.336	1.740
1+300	<b>0.119</b>	<b>0.4</b>	0.1	0.126	1.657	0.208	0.569	<b>0.543</b>	<b>1.03</b>	0.217	1.707
1+600	<b>0.158</b>	<b>0.4</b>	0.1	0.126	1.657	0.208	0.761	<b>0.667</b>	<b>1.07</b>	0.267	1.773
1+899.915	<b>0.356</b>	<b>0.5</b>	0.125	0.196	1.923	0.378	0.944	<b>0.841</b>	<b>1.05</b>	0.421	2.019
2+200	<b>0.182</b>	<b>0.4</b>	0.1	0.126	1.657	0.208	0.872	<b>0.756</b>	<b>1.07</b>	0.302	1.773
2+750	<b>0.327</b>	<b>0.5</b>	0.125	0.196	1.923	0.378	0.866	<b>0.751</b>	<b>1.07</b>	0.376	2.058
2+949.9	<b>0.327</b>	<b>0.5</b>	0.125	0.196	1.923	0.378	0.866	<b>0.751</b>	<b>1.07</b>	0.376	2.058

**CALCULO DE ALCANTARILLAS ALTERNATIVA 3  
FORMULA DE MEANING Y TABLAS DE THORMANN-FRANKE**

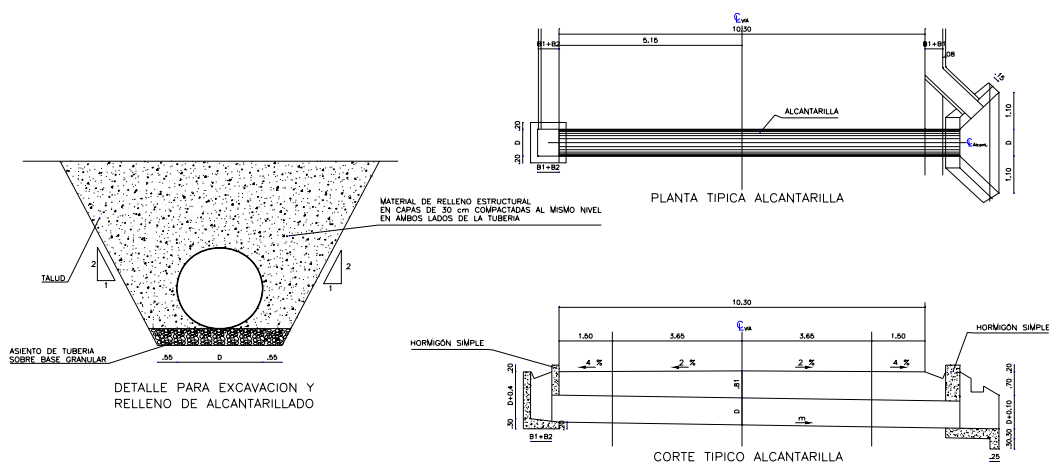
pendiente alcantarill  $m = 1 \%$   
 coef. rugosidad  $n = 0.013$  para hormigón  
 velocidad permisible **0.5**  $< V < 3.6$

*Ingrese datos de  
Tabla de Thormann-franke*

alcantarill	Q` cunet.	D alcant.	R	área	V	Q lleno	Q`/Q lleno	d/D	v`/V	d	v`
abscisa	diseño	m	m	m2	m/seg.	m3/seg.				m	m/seg.
0+000	<b>0.180</b>	<b>0.4</b>	0.1	0.126	1.657	0.208	0.866	<b>0.751</b>	<b>1.07</b>	0.300	1.773
0+250	<b>0.180</b>	<b>0.4</b>	0.1	0.126	1.657	0.208	0.866	<b>0.751</b>	<b>1.07</b>	0.300	1.773
0+500	<b>0.180</b>	<b>0.4</b>	0.1	0.126	1.657	0.208	0.866	<b>0.751</b>	<b>1.07</b>	0.300	1.773
0+750	<b>0.199</b>	<b>0.4</b>	0.1	0.126	1.657	0.208	0.957	<b>0.865</b>	<b>1.04</b>	0.346	1.724
1+360	<b>0.199</b>	<b>0.4</b>	0.1	0.126	1.657	0.208	0.957	<b>0.865</b>	<b>1.04</b>	0.346	1.724
1+660	<b>0.4</b>	<b>0.6</b>	0.15	0.283	2.172	0.614	0.618	<b>0.575</b>	<b>1.04</b>	0.345	2.258
1+860	<b>0.234</b>	<b>0.5</b>	0.125	0.196	1.923	0.378	0.621	<b>0.575</b>	<b>1.04</b>	0.288	2.000
2+560	<b>0.199</b>	<b>0.4</b>	0.1	0.126	1.657	0.208	0.957	<b>0.856</b>	<b>1.05</b>	0.342	1.740
2+760	<b>0.180</b>	<b>0.4</b>	0.1	0.126	1.657	0.208	0.866	<b>0.751</b>	<b>1.07</b>	0.300	1.773

**6.6. Sección y tipo de alcantarillas**

El resumen para las tres alternativas del proyecto vial se presenta en el cuadro 6.4 en donde se indican las dimensiones de las alcantarillas para las diferentes abscisas.



**Gráfico 6.4. Sección típica de la alcantarilla.**

**Cuadro 6.4.** Resumen de los diámetros de las alcantarillas

ALTERNATIVA 1

<b>ALCANTARILLA</b>	<b>DIÁMETRO</b>
<b>Abscisa</b>	<b>M</b>
0+000	0.4
0+210	0.4
0+430	0.4
0+787	0.4
0+975.100	0.5
1+142.672	0.4
1+605.777	0.5
1+805.777	0.4
2+264.985	0.5
2+838	0.5

ALTERNATIVA 2

<b>ALCANTARILLA</b>	<b>DIÁMETRO</b>
<b>abscisa</b>	<b>m</b>
0+000	0.4
0+250	0.4
0+500	0.4
0+750	0.4
1+300	0.4
1+600	0.4
1+899.915	0.5
2+200	0.4
2+750	0.5
2+949.9	0.5

ALTERNATIVA 3

<b>ALCANTARILLA</b>	<b>DIÁMETRO</b>
<b>abscisa</b>	<b>m</b>
0+000	0.4
0+250	0.4
0+500	0.4
0+750	0.4
1+360	0.4
1+660	0.6
1+860	0.5
2+560	0.4
2+760	0.4



## **CAPÍTULO VII**

### **PAVIMENTO**

Con el avance tecnológico de la época actual y por la gran experiencia que se tiene en el campo del diseño de pavimentos hoy por hoy se deberían tener vías en condiciones aceptables al final del periodo de diseño, de acuerdo a la variedad de seminarios dictados por profesionales colombianos aquí en el Ecuador, se sabe de los grandes logros conseguidos por ese país en el campo de la optimización de los pavimentos. Es por eso que en este capítulo se hizo el diseño de pavimentos con la metodología AASHTO y una comprobación del diseño con un software colombiano que fue cedido en una de las visitas colombianas realizadas a la ESPE.

#### **7.1. Clasificación general de pavimentos**

Una clasificación general para la propuesta de nueva vía es la siguiente:

- Pavimentos flexibles
- Pavimentos rígidos
- Pavimentos articulados (adoquinado)

#### **7.2. Alternativas de diseño**

Dentro de las alternativas de diseño se plantean la Metodología AASHTO y la Metodología Racional, las cuales abarcan algunos tipos de diseño de pavimentos respectivamente.

### **7.2.1 Metodología AASHTO**

Esta es una metodología tradicional desarrollada en USA y usada en el Ecuador muchos años, la cual presenta un diseño de pavimento de 4 capas que son:

1. Mejoramiento de la Subrasante
2. Subbase
3. Base y
4. Carpeta Asfáltica.

A este tipo de diseño se lo conoce como pavimento flexible y está basado en el criterio de normas y fórmulas obtenidas de resultados de laboratorio.

### **7.2.2 Metodología Racional**

<sup>9</sup>“Uno de los métodos que ha sobresalido en los últimos años es este método, puesto que en su desarrollo tienen en cuenta diferentes parámetros que hacen de cada diseño algo particular. Este se ha caracterizado por el avalúo de esfuerzos y deformaciones que de acuerdo al comportamiento mecánico de la estructura del pavimento se presentan, dependen de las características de los materiales que la conforman, de la capa sobre la cual se están soportando (subrasante), y de igual forma de las cargas aplicadas durante el periodo de diseño, entre otras.”

---

<sup>9</sup> Tomado del manual del programa para el diseño de pavimentos mediante el uso del Método Racional de la Pontificia Universidad Javeriana de Colombia. Facultad de Ingeniería Civil.

Es decir con este método se considera al pavimento como una estructura y está basado bajo el criterio de la obtención de esfuerzos y deformaciones.

Del estudio de suelos y la obtención de la capacidad portante se determinaron 3 tramos para el diseño de pavimentos. Teniendo un CBR de muy buenas condiciones igual a 35 en dos tramos, y un CBR bajo, igual a 10 para el tramo restante, se planteó un diseño de pavimento flexible basado en el método AASHTO para cada CBR, diseños que fueron comprobados con el método Racional recomendado por la experiencia colombiana puesto que se trata de un diseño más conservador.

### 7.3. Tránsito de diseño

De los resultados obtenidos en el estudio de tránsito se tienen los siguientes datos para el diseño:

**Tabla 7.1.** Datos correspondientes al TPDA para diseño de pavimentos.

TIPOS DE VEHICULOS :	DATOS DEL T.P.D.A. :
LIVIANOS :	3,482
BUSES :	1,052
2D: CAMION DE 2 EJES :	153
3A: CAMION DE 3 EJES :	69
T2S2: CAMION 2 E+SEMIR 2 E :	11
T3S2: CAMION 3 E+SEMIR 2 E :	5
T3S3: CAMION 3 E+SEMIR 3 E :	2
<b>TOTAL :</b>	<b>4,774</b>

En el cuadro el TPDA se considera como el tránsito promedio diario esperado en el primer año de servicio de la vía por cada tipo de vehículo pesado, en los dos sentidos.

#### 7.4. Diseño de pavimento tramo (1+050 a 1+550). Método AASHTO

Primeramente se determina el número de repeticiones de eje de 8.2 Tn para un año que se determina multiplicando el TPDA por el factor de tránsito, de ahí se tiene:

$$\text{Factor} = [(1 + (g/100))^{-1}] / (g/100)$$

En dependencia del número de carriles en cada dirección, se asume un porcentaje de vehículos pesados circulando por el carril de diseño de acuerdo al análisis que se explica en el siguiente cuadro:

**Cuadro 7.1.** Porcentaje de vehículos pesados en el carril de diseño

CARRILES	% VEHICULOS PESADOS EN EL CARRIL DE DISEÑO
1	100
2	80-100
3	60-80
4 ó más	50-75

La distribución direccional del tráfico se considera 50/50, puesto que un similar volumen de vehículos pasa por el un sentido de circulación como por el otro.

Entonces:

$$\text{TRÁFICO DE DISEÑO} = \text{TRÁFICO DIARIO INICIAL} \times \text{FACTOR DE CRECIMIENTO} \times \frac{\text{DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL}}{100} \times \frac{\text{PESADOS CARRIL DISEÑO}}{100} \times 365$$

$$\text{\#EJES EQUIVALENTES DE 8.2 TON} = \text{TRÁFICO DE DISEÑO} \times \text{FACTOR DE EQUIVALENCIA DE EJES}$$

**Tabla 7.2.** Número de ejes equivalentes de 8.2 Tn.


**DATOS :**

PERIODO DE DISEÑO (años) :	15
CRECIMIENTO ANUAL DEL TRAFICO (%) :	3.62
FACTOR DE CRECIMIENTO DEL TRAFICO :	19.47
% DISTRIBUCION DIRECCIONAL :	50
% VEH. PESADOS EN CARRIL DE DISEÑO :	80

TIPOS DE VEHICULOS	TRAFICO DIARIO	TRAFICO DE DISEÑO	FACTOR DE EQUIV. EJES	NO. DE EJES EQUIV. 8,2 ton.
PANELES Y CAMIONETAS	3,482.00	9,896,725	0.0489	483,950
BUSES	1,052.00	2,990,050	1.5085	4,510,491
CAMION DE 2 EJES	153.00	434,865	4.1348	1,798,079
CAMION DE 3 EJES	69.00	196,115	3.0840	604,820
CAMION 2 E+SEMIREMOLQUE 2 E	11.00	31,265	1.3870	43,364
CAMION 3 E+SEMIREMOLQUE 2 E	5.00	14,211	2.0240	28,764
CAMION 3 E+SEMIREMOLQUE 3 E	2.00	5,685	2.3000	13,074
<b>TOTAL DE VEHICULOS</b>	<b>4,774.00</b>		<b>TOTAL DE EJES</b>	<b>7,482,541</b>


A partir del cálculo anterior y siguiendo el procedimiento del método se obtienen los números estructurales para el periodo de diseño de 15 años periodo que fue fijado después de hacer varios cálculos con periodos de diseño mayores y que arrojaban pavimentos muy costosos, por tanto para mantener en buen estado la estructura del pavimento se propone un mantenimiento cada 5 años y terminado el periodo de diseño la realización de un recapeo. Previamente se debe seleccionar un nivel de confiabilidad correspondiente a la clasificación funcional de la vía de acuerdo al análisis que se explica en el siguiente cuadro:

**Cuadro 7.2.** Clasificación funcional de la vía.

CLASIFICACION FUNCIONAL	NIVELES RECOMENDADOS	
	URBANOS	RURALES
Carreteras interestatales y autopistas	85 - 99,9	80 - 99.9
Arterias principales 	80 - 99	75 - 95
Vías colectoras	80 - 95	75 - 95
Vías locales	50 - 80	50 - 80

Del cuadro anterior se asumió el valor de confiabilidad de 90 que está dentro del rango dado para arterias principales en un nivel urbano y con este se halla el valor de la desviación normal estándar de -1.282 según el cuadro siguiente:

**Cuadro 7.3.** Desviación estándar según el porcentaje de confiabilidad

CONFIABILIDAD (%)	DESVIACIÓN ESTANDAR
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90 	-1.282
95	-1.645
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.09

Después se asumió 0.45 como valor representativo del error estándar combinado de la predicción del tráfico y el comportamiento previsto del pavimento que para pavimentos flexibles el rango es de 0,40 a 0,50.

Posteriormente se tomó el módulo de elasticidad efectivo de la subrasante, determinado según los criterios de la metodología AASHTO 1993 y se calculó previamente la pérdida esperada en el índice de servicio presente (PSI) del pavimento con la siguiente fórmula:

$$\text{Pérdida de PSI} = \text{PSI inicial} - \text{PSI final}$$

Un pavimento recién construido tendrá un PSI inicial entre 4,5 y 4,2. El valor final sugerido por AASHTO para el diseño de vías importantes es de 2,5 a 3,0, para

las restantes podrá ser de 2,0, por tanto para la vía propuesta se asumieron como PSI inicial el valor de 4,5 y el valor final de 2,5.

Recopilando los datos se tiene:

EJES ACUMULADOS 8,2 ton :	7,482,541
EJES ACUM. AJUSTADOS 8,2 ton :	7,482,541
CONFIABILIDAD (%) :	90
DESVIACION ESTANDAR :	-1.282
ERROR ESTANDAR COMBINADO :	0.45
MODULO SUBRASANTE (kg/cm <sup>2</sup> ) :	3,500
MODULO DE LA SUBBASE (kg/cm <sup>2</sup> ) :	3,000
MODULO DE LA BASE (kg/cm <sup>2</sup> ) :	12,000
MODULO HOR. ASFALTICO (kg/cm <sup>2</sup> ) :	30,000
PERDIDA TOTAL DE P S I :	2.0
PERDIDA AJUSTADA DE P S I :	2.0

Para obtener el módulo elástico de la subrasante de este tramo se multiplicó el CBR de 35 x 100, dando como módulo el valor de 3,500. Hay que destacar que los módulos de subbase, base y hormigón asfáltico fueron asumidos de acuerdo a parámetros AASHTO ya que se debería trabajar con módulos resilientes correspondientes a capas con agregados propios del país, pero debido a la falta de interés en la investigación de pavimentos no se han obtenido estos valores.

Luego se varía el número estructural (SN) hasta lograr que el resultado de la ecuación de comprobación sea igual al logaritmo del número de ejes acumulados.

Así se obtiene el SN requerido:

<b>AJUSTE DEL SN3 :</b>	
NUMERO ESTRUCT. REQUERIDO :	<b>2.3</b>
LOG (EJES ACUMULADOS) :	6.9
ECUACION DE COMPROBACION :	6.9
<b>AJUSTE DEL SN2 :</b>	
NUMERO ESTRUCT. REQUERIDO :	<b>2.2</b>
LOG (EJES ACUMULADOS) :	6.9
ECUACION DE COMPROBACION :	6.6
<b>AJUSTE DEL SN1 :</b>	
NUMERO ESTRUCT. REQUERIDO :	<b>1.46</b>
LOG (EJES ACUMULADOS) :	6.9
ECUACION DE COMPROBACION :	6.9

Por último se realizó el diseño de la estructura del pavimento que permita cumplir con los números estructurales de acuerdo al esquema de diseño de la AASHTO.

**Tabla 7.2.** Espesores de capas para el tramo (1+050 – 1+550).

DESCRIPCIÓN	NUMERO ESTRUCTURAL REAL (cm)		ESPESOR (cm)	ESPESOR AJUSTADO (cm)	
	D1* :	REAL,cm :		AJUST,cm :	
CAPA ASFALTICA :	D1* :	REAL,cm :	8.4	AJUST,cm :	8
	SN1* :	1.39			
BASE DE AGREGADOS :	D2* :	REAL,cm :	15.5	AJUST,cm :	15
	SN2* :	0.79			
SUBBASE GRANULAR :	D3* :	REAL,cm :	3.8	AJUST,cm :	10

Como se puede observar el espesor de la capa de subbase granular es bastante bajo, esto se debe a que estos tramos tienen un suelo con excelentes características para el diseño contribuidas por un posible mejoramiento realizado para la circulación del ferrocarril que pasó por el sector aproximadamente 70 años, y por esa razón el CBR obtenido fue alto y resulta un espesor para esta capa igual al mínimo según las normas.

Para la capa de base de agregados y la carpeta asfáltica se ajustan los valores de espesor obtenidos del cálculo con el mejor criterio.

#### **7.5. Diseño de pavimento tramos (0+00 a 1+050 / 1+550 a 2+950). Método AASHTO**

Siguiendo los mismos pasos para el diseño anterior y utilizando las tablas, datos y resultados que son comunes para los dos diseños se tiene lo siguiente:



EJES ACUMULADOS 8,2 ton :	7,482,541
EJES ACUM. AJUSTADOS 8,2 ton :	7,482,541
CONFIABILIDAD (%) :	90
DESVIACION ESTANDAR :	-1.282
ERROR ESTANDAR COMBINADO :	0.45
MODULO SUBRASANTE (kg/cm <sup>2</sup> ) :	1,000
MODULO DE LA SUBBASE (kg/cm <sup>2</sup> ) :	3,000
MODULO DE LA BASE (kg/cm <sup>2</sup> ) :	12,000
MODULO HOR. ASFALTICO (kg/cm <sup>2</sup> ) :	30,000
PERDIDA TOTAL DE P S I :	2.0
PERDIDA AJUSTADA DE P S I :	2.0

Ajuste del número estructural para cada capa de la estructura de pavimento:

<b>AJUSTE DEL SN3 :</b>	
NUMERO ESTRUCT REQUERIDO :	<b>3.7</b>
LOG (EJES ACUMULADOS) :	6.9
ECUACION DE COMPROBACION :	6.9
<b>AJUSTE DEL SN2 :</b>	
NUMERO ESTRUCT REQUERIDO :	<b>2.5</b>
LOG (EJES ACUMULADOS) :	6.9
ECUACION DE COMPROBACION :	6.9
<b>AJUSTE DEL SN1 :</b>	
NUMERO ESTRUCT REQUERIDO :	<b>1.45</b>
LOG (EJES ACUMULADOS) :	6.9
ECUACION DE COMPROBACION :	6.9

El valor del CBR de la subrasante para estos tramos es de 10 que es 3.5 veces menor que el CBR del diseño anterior es por eso que el espesor en las capas es mucho mayor diseñado de igual manera para un periodo de 15 años.

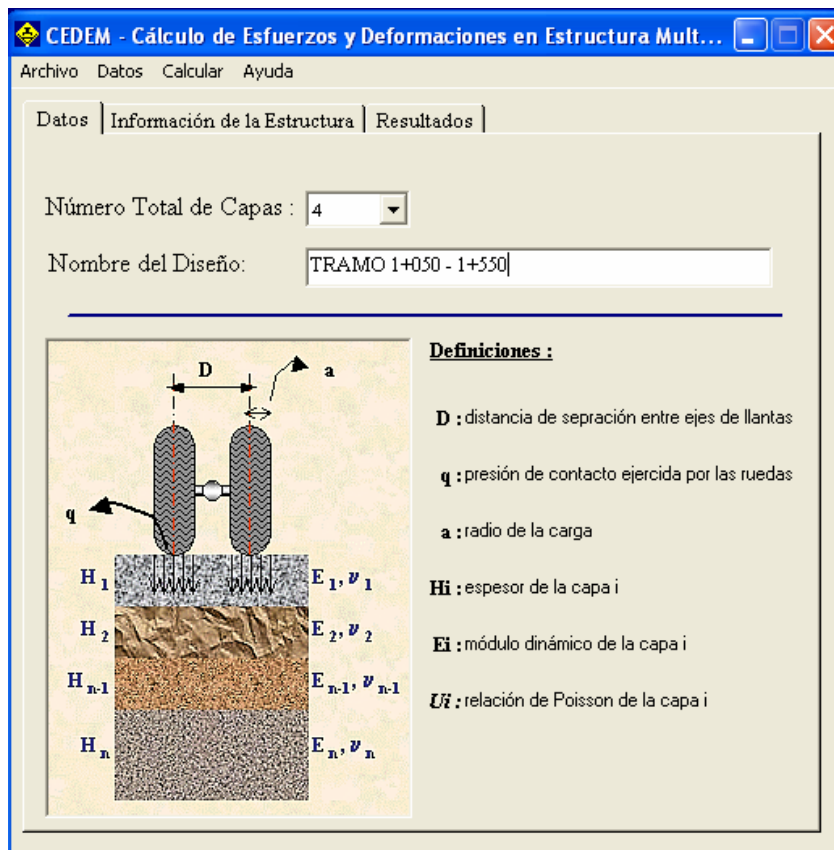
**Tabla 7.3.** Espesores de capas tramos (0+00 a 1+050 / 1+550 a 2+950)

DESCRIPCIÓN	NUMERO ESTRUCTURAL REAL (cm)		ESPEJOR (cm)	ESPEJOR AJUSTADO (cm)	
	D1* :	REAL,cm :		AJUST,cm :	
CAPA ASFALTICA :	D1* :	REAL,cm :	8.4	AJUST,cm :	8
	SN1* :	1.39			
BASE DE AGREGADOS :	D2* :	REAL,cm :	21.3	AJUST,cm :	20
	SN2* :	1.05			
SUBBASE GRANULAR :	D3* :	REAL,cm :	37.2	AJUST,cm :	35

## 7.6. Comprobación de los diseños obtenidos método racional

Para la comprobación de este diseño se va a utilizar el software CEDEM proporcionado libremente por la Pontificia Universidad Javeriana de Colombia, en vista de que ha sido probado en el laboratorio de suelos y pavimentos de la ESPE y presenta resultados aceptables. Este programa arroja resultados de deformaciones que serán comparadas con las deformaciones admisibles de acuerdo a los diseños obtenidos.

**Cuadro 7.4.** Ventana de inicio del software CEDEM



En esta ventana se ingresa el número de capas del diseño que son 4 ya incluida la subrasante y se le asigna un nombre de diseño que para este caso es el tramo 1+050

– 1+550, además presenta definiciones de la nomenclatura de criterios básicos que se usa en el programa con un gráfico explicativo.

La siguiente ventana que se presenta es para ingreso de información de la estructura donde se ingresan datos como radio de carga, presión de contacto, distancia entre ejes de llantas y de cada capa los valores de módulo elástico, coeficiente de Poisson, espesor de acuerdo al diseño y si las capas están ligadas, que para este caso serán no ligadas.

**Cuadro 7.5.** Ventana de ingreso de datos tramo (1+050 – 1+550)

Capa N°	E [ MPa ]	$\mu$ [ ]	H [ m ]	Ligada / No ligada
1	3000	0.35	0.08	N
2	1200	0.35	0.15	N
3	300	0.35	0.10	N
4	350	0.40		
5				
6				

Y por último al hacer clic en el botón calcular se presenta una ventana con resultados de deformaciones y esfuerzos verticales y horizontales para cada capa, deflexión y radio de curvatura, de todos estos valores obtenidos se utilizan los correspondientes a carga vertical y deformación vertical de la subrasante, además el correspondiente a la deformación horizontal de la capa de hormigón asfáltico, con la

finalidad de hacer una comparación de solicitaciones y cargas que servirán para definir si el diseño adoptado es el indicado o si se lo debe variar ya sea en más o en menos dependiendo de un factor de seguridad que se describirá más adelante.

**Cuadro 7.6.** Ventana de resultados correspondientes al tramo (1+050 – 1+550)

Capa N°	Z [ m ]	Epsilon T	Sigma T [ MPa ]	Epsilon Z	Sigma Z [ MPa ]
1	0.00	175.0E-6	1.0401	-56.7E-6	0.5598
	0.08	-253.0E-6	-0.8790	316.0E-6	0.3793
2	0.08	193.0E-6	0.5200	-47.7E-6	0.3793
	0.23	-273.0E-6	-0.3579	296.0E-6	0.1377
3	0.23	22.0E-6	0.0781	288.0E-6	0.1377
	0.33	-258.0E-6	-0.0322	470.0E-6	0.1295
4	0.33	65.7E-6	0.1203	104.0E-6	0.1295
5					
6					

Deflexión : 23.55 [ mm/100 ]  
Radio de Curvatura : 187.42 [ m ]

**Cuadro 7.7.** Ventana ingreso de datos tramos (0+050 – 0+550 / 1+550 – 2+950)

Número de Capas : 4  
Radio de la Carga (a) : 0.108 [ m ]  
Presión de Contacto (q) : 0.56 [ MPa ]  
Distancia entre Ejes de Llantas (D) : 0.324 [ m ]

Capa N°	E [ MPa ]	μ [ ]	H [ m ]	Ligada / No ligada
1	3000	0.35	0.08	N
2	1200	0.35	0.20	N
3	300	0.35	0.35	N
4	100	0.40		
5				
6				

**Cuadro 7.8.** Ventana de resultados tramo (0+050 – 0+550 / 1+550 – 2+950)

Capa N°	Z [ m ]	Epsilon T	Sigma T [ MPa ]	Epsilon Z	Sigma Z [ MPa ]
1	0.00	165.0E-6	1.0115	-55.8E-6	0.5598
	0.08	-245.0E-6	-0.8453	313.0E-6	0.3946
2	0.08	214.0E-6	0.5710	-84.3E-6	0.3946
	0.28	-270.0E-6	-0.3814	274.0E-6	0.0978
3	0.28	161.0E-6	0.1213	64.5E-6	0.0978
	0.63	-222.0E-6	-0.0749	306.0E-6	0.0424
4	0.63	63.5E-6	0.0384	119.0E-6	0.0424
5					
6					

Deflexión : 43.76 [ mm/100 ]

Radio de Curvatura : 201.63 [ m ]

### 7.7. Comparación de solicitaciones y cargas

Las fórmulas para el cálculo de las deformaciones admisibles son las siguientes:

$\varepsilon_v = 1.1 \times 10^{-2} N^{-0.23}$  Fórmula de deformación admisible según el CBR, para subrasante.

$\sigma_{ad} = \frac{0.9607 * CBR^{1.2}}{N^{0.229}}$  Fórmula de carga admisible según el CBR

Al realizar los cálculos correspondientes se obtienen los siguientes resultados:

**TRAMO (1+050 – 1+550)**

	Producidos	Admisibles	Producidas - admisibles	FS >1
N	7.48E+06			
Def. h (hormigón asfáltico))	-2.44E-04			
Def. v (Subrasante)	2.58E-04	2.89E-04	3.06E-05	1.1
Carga (Kg/cm2)	1.30E+00	1.83E+00	5.30E-01	1.4

**TRAMO (0+050 – 0+550 / 1+550 – 2+950)**

	Producidos	Admisibles	Producidas - admisibles	FS >1
N	7.48E+06			
Def. h (hormigón asfáltico))	-2.44E-04			
Def. v (Subrasante)	2.22E-04	2.89E-04	6.66E-05	1.3
Carga (Kg/cm2)	4.24E-01	4.06E-01	-1.81E-02	1.0

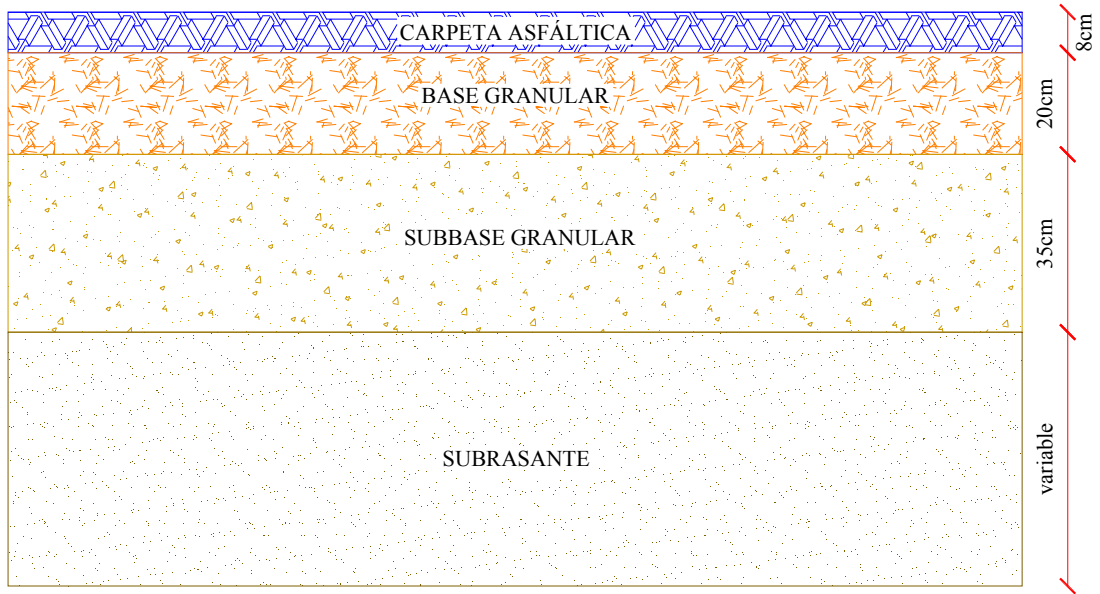
Como podemos ver para ambos diseños el factor de seguridad es  $\geq$  que 1 con lo que se puede aceptar el diseño propuesto.

**7.8. Resumen de diseños definitivos**

**TRAMO 1+050 – 1+550**



**TRAMO 0+00 a 1+050 / 1+550 a 2+950**



## CAPÍTULO VIII

### DISEÑO DE ESTRUCTURAS TIPO

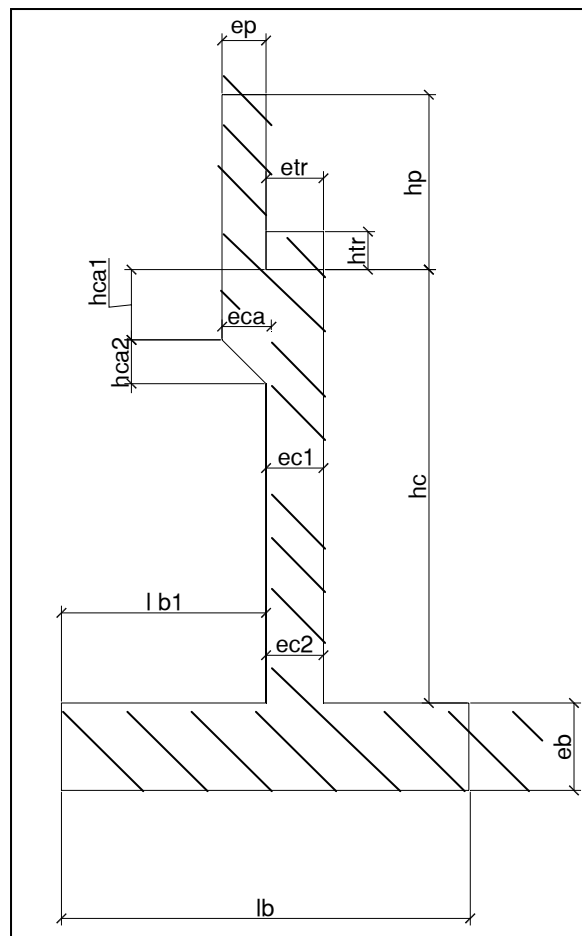
Para dirigirse desde la Av. General Rumiñahui a la Av. Napo por la vía propuesta, se recomendó en la intersección el diseño de un puente de un solo carril que ingresa en el parterre central de la Av. General Rumiñahui con una rampa hasta llegar a un puente curvo en su parte más elevada, uniendo la Av. General Rumiñahui y la vía en estudio como se explicó en el Capítulo 4. El ancho del puente es de 5 m correspondiente al ancho de un solo carril y su luz 33m. Para este diseño se tomó como modelo el puente elevado de la Av. República que tiene un ancho de calzada de 4.10m y 0.30m para cada baranda dando un ancho total de 4.70m. El puente curvo planteado, inicia en la cota 2+807 y finaliza en la cota 2+840. A continuación se presentan los cálculos para el diseño de una columna o estribo tipo, tablero tipo y vigas metálicas tipo de acuerdo al método AASHTO. También se realizó el cálculo de un muro tipo debido que en el lado noreste de la plataforma, desde la abscisa 0+660, el diseño geométrico de la Alternativa 3 pasa por un relleno de 7m de alto y 300m de longitud aproximadamente, debido a la gran pendiente existente.

#### 8.1. Columnas

Se entiende por columnas a un elemento de soporte. Es por eso que se ha diseñado para el proyecto vial un estribo que soportará las cargas verticales que transmite la superestructura, pero también el empuje de los suelos. Se analizó para cuatro estados de carga, y se usan los siguientes datos.



## PRIMER ESTADO DE CARGA: PP + E + CV



### DATOS DE LA GEOMETRÍA DEL ESTRIBO

#### **Cabezal**

$hca1$  = altura del cabezal 1 = 0.70 m

$hca2$  = altura del cabezal 2 = 0.55 m

$eca$  = espesor del cabezal = 0.6 m

#### Cuerpo

$hc$  = altura del cuerpo = 5.96 m

$ec1$  = espesor del cuerpo 1 = 0.40 m

$ec2$  = espesor del cuerpo 2 = 0.50 m

#### **Cimentación**

$l_b$  = longitud de la base = 7.00 m

$l_{b1}$  = longitud de la base 1 = 3.50 m

$e_b$  = espesor de la base = 1.50 m

#### DATOS DE SUELO Y CARGAS

$\gamma_c$  = peso específico del hormigón = 2.40 T/m<sup>3</sup>

$\gamma_s$  = peso específico del suelo = 1.90 T/m<sup>3</sup>

$\phi$  = coeficiente de fricción del suelo = 35

$\mu$  = coeficiente de rozamiento del suelo = 0.7

$\sigma_{adm}$  = esfuerzo admisible del suelo = 26 T/m<sup>2</sup>

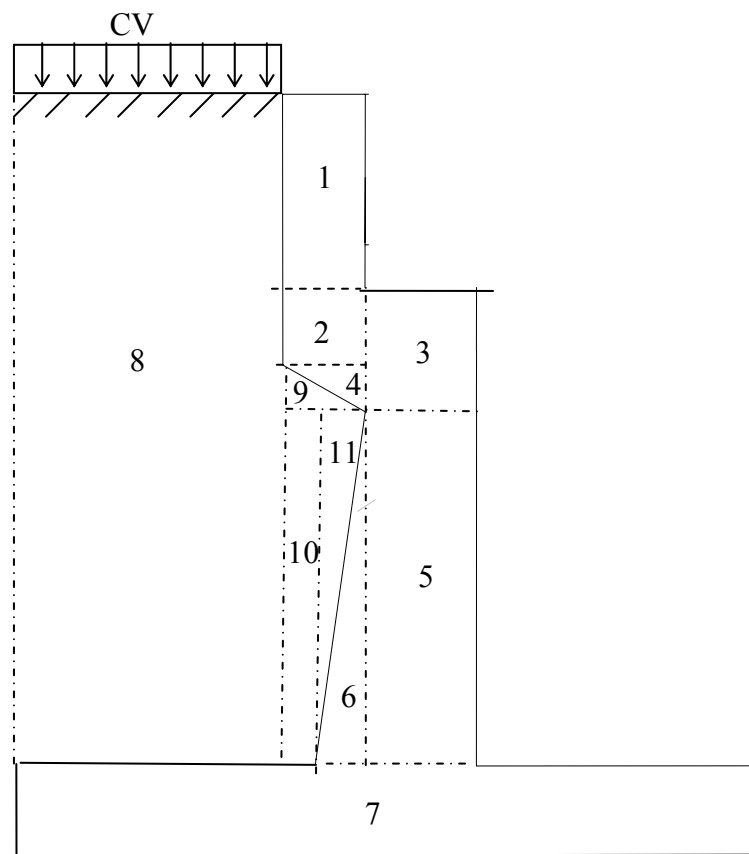


FIG.	ÁREA	LONG.	VOL.	$\gamma$	PESO	BRAZO	MOMENTO RESISTENTE
1	0.520	1	0.520	2.4	1.248	3.875	4.836
2	0.420	1	0.420	2.4	1.008	3.700	3.730
3	0.500	1	0.500	2.4	1.200	3.200	3.840
4	0.165	1	0.165	2.4	0.396	3.600	1.426
5	1.884	1	1.884	2.4	4.522	3.200	14.469
6	0.236	1	0.236	2.4	0.565	3.430	1.939
7	10.500	1	10.500	2.4	25.200	3.500	88.200
8	24.120	1	24.120	1.9	45.828	5.500	252.054
9	0.165	1	0.165	1.9	0.314	3.800	1.191
10	2.355	1	2.355	1.9	4.475	3.750	16.779
11	0.236	1	0.236	1.9	0.447	3.460	1.548
CV	1.800	1	1.800	1.9	3.420	5.500	18.810
$\Sigma v =$					88.622	<b>MR =</b>	408.822

$$E = \frac{1}{2} \gamma * h^2 * tg^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) = 16,64Ton$$

$$Ka = \frac{1 - \text{sen}35}{1 + \text{sen}35} = 0.27$$

$$Mv = (E \times \text{brazo}) + (CV \times h \times Ka \times \gamma_{\text{suelo}})(\text{brazo})$$

$$MV = 16,64(4,18) + (0.6 * 8.04 * 0.27 * 1.9)(5.92)$$

$$Mv = 83.219$$

$$Fsv = \frac{Mr}{Mv} > 2 \quad ; \quad 4.91 > 2 \quad ; \quad \text{Factor de seguridad volcamiento. OK}$$

$$Fsd = \frac{\mu \sum v}{E_H} > 1.5 \quad ; \quad 3.246 > 1.5 \quad ; \quad \text{Factor de seguridad deslizamiento. OK}$$

$$e = \frac{L}{2} - \frac{Mr - Mv}{\sum v} = -0.17$$

$$e_{\max} = \frac{L}{6} = 1.16 \quad ; \quad \text{OK}$$

$$\sigma = \frac{\sum v}{L} \pm \frac{6 * \sum v * e^6}{L^2} = 12.66 \pm (-1.845)$$

$$\sigma_1 = 10.815T / m^2$$



$$\sigma_2 = 14.505T / m^2$$

### SEGUNDO ESTADO DE CARGA: PP + E + SISMO

El peso propio da el Mr y  $\Sigma v$ , resta la CV, entonces:

$$Mr = 408.826 - 18.81 = 390.016 \text{ Tm}$$

$$\Sigma v = 88.62 - 3.42 = 85.2 \text{ T}$$

FIG.	ÁREA	LONG.	VOL.	$\gamma$	PESO	%	FH	BRAZO	MR
1	0.520	1	0.520	2.4	1.248	0.1	0.1248	8.500	1.061
2	0.420	1	0.420	2.4	1.008	0.1	0.1008	7.110	0.717
3	0.500	1	0.500	2.4	1.200	0.1	0.1200	6.835	0.820
4	0.165	1	0.165	2.4	0.396	0.1	0.0396	6.576	0.260
5	1.884	1	1.884	2.4	4.522	0.1	0.4522	3.855	1.743
6	0.236	1	0.236	2.4	0.565	0.1	0.0565	3.070	0.174
7	10.500	1	10.500	2.4	25.200	0.1	2.5200	0.750	1.890
8	24.120	1	24.120	1.9	45.828	0.1	4.5828	5.520	25.297
9	0.165	1	0.165	1.9	0.314	0.1	0.0314	6.393	0.200
10	2.355	1	2.355	1.9	4.475	0.1	0.4475	3.855	1.725
11	0.236	1	0.236	1.9	0.447	0.1	0.0447	4.640	0.208
E					16.641	1.1	18.3051	4.180	76.515
<b><math>\Sigma v =</math></b>					<b>101.84</b>	<b>FH =</b>	<b>26.82</b>	<b>MR =</b>	<b>110.61</b>

$$F_{sv} = \frac{Mr}{Mv} > 2 \quad ; \quad 3.52 > 2 \quad ; \quad \text{OK}$$

$$Fsd = \frac{\mu \sum v}{E_H} > 1.5 \quad ; \quad 2.22 > 1.5 \quad ; \quad \text{OK}$$

$$e = \frac{L}{2} - \frac{Mr - Mv}{\sum v} = -0.22$$

$$e_{\max} = \frac{L}{6} = 1.16 \quad ; \quad \text{OK}$$

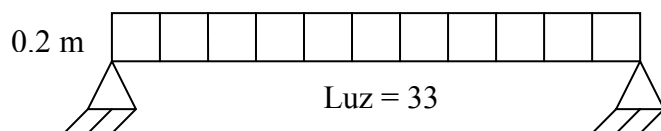
$$\sigma = \frac{\sum v}{L} \pm \frac{6 * \sum v * e^6}{L^2} = 12.17 \pm (-2.295)$$

$$\sigma_1 = 14.47 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_2 = 9.88 \text{ T/m}^2$$

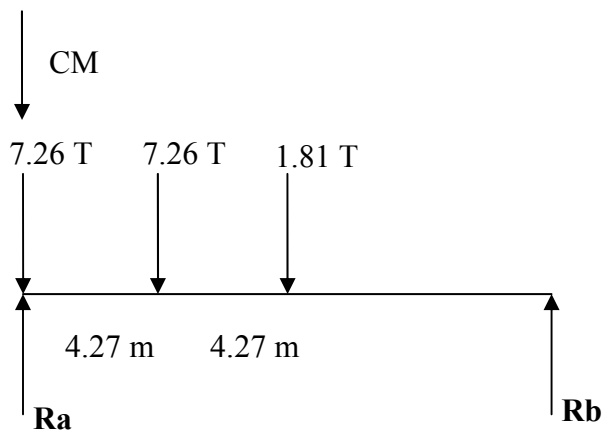


**TERCER ESTADO DE CARGA: PP + E + R cv + R cm.**



$$\text{Peso} = 33 * 1 * 0.2 * 2.4 = 15.84 \text{ T/m}$$

$$\text{CM} = (15.84 \text{ T/m}) / 2 = 7.92 \text{ T/m}$$



$$\sum F_v = 0$$

$$R_a + r_B = 16.33$$

$$\sum M_a = 0$$

$$-7.26(4.27) - 1.81(8.54) = -R_b(33)$$

$$R_b = 1.41T$$

$$\sum M_b = 0$$

$$7.26(33) + 7.26(28.73) + 1.81(24.46) = R_a(33)$$

$$R_b = 14.92T$$

$$R_{cv} = 14.92T$$

A viga = 0.051 m<sup>2</sup> ; son 2 vigas.

$$\gamma_s = 7.85 \text{ T/m}^3$$

$$\text{CM viga} = (0.051) \cdot (33/2) \cdot 7.85 = 6.605 \text{ T}$$

$$\text{CM vigas} = 6.605 \cdot 2 = 13.21 \text{ T}$$

$$\text{CM total} = 14.525 \text{ T}$$

	<b>Peso</b>	<b>Brazo</b>	<b>Mr</b>
<b>PP</b>	85.200		330.016
<b>Rcm</b>	14.525	3.375	49.022
<b>Rev</b>	14.922	3.375	50.362
	114.647		429.400

$$M_v = 16.641 \text{ T (4.18 m)} = 69,559 \text{ Tm}$$

$$F_{sv} = \frac{Mr}{M_v} > 2 \quad ; \quad 7.035 > 2 \quad ; \quad \text{OK}$$

$$F_{sd} = \frac{\mu \sum v}{E_H} > 1.5 \quad ; \quad 4.82 > 1.5 \quad ; \quad \text{OK}$$

$$e = \frac{L}{2} - \frac{Mr - M_v}{\sum v} = -0.16$$

$$e_{\max} = \frac{L}{6} = 1.16 \quad ; \quad \text{OK}$$

$$\sigma = \frac{\sum v}{L} \pm \frac{6 * \sum v * e^2}{L^2} = 16.378 \pm (-2.274)$$

$$\sigma_1 = 14.103 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_2 = 18.652 \text{ T/m}^2$$



**CUARTO ESTADO DE CARGA: PP + E + R cm. + Sismo infraestructura + Sismo superestructura.**

	<b>Peso</b>	<b>Mr</b>
<b>PP</b>	85.200	390.016
<b>Rcm</b>	14.525	49.021
	99.725	439.037

	<b>Peso</b>	<b>Mr</b>
<b>Sismo Infra</b>	8.520	34.094
<b>Empuje</b>	18.305	76.515
<b>Sismo super</b>	1.453	10.835
	28.278	121.444

$$F_{sv} = \frac{Mr}{Mv} > 2 \quad ; \quad 3.61 > 2 \quad ; \quad \text{OK}$$

$$F_{sd} = \frac{\mu \sum v}{E_H} > 1.5 \quad ; \quad 2.469 > 1.5 \quad ; \quad \text{OK}$$

$$e = \frac{L}{2} - \frac{Mr - Mv}{\sum v} = 0.315$$

$$e_{\max} = \frac{L}{6} = 1.16 \quad ; \quad \text{OK}$$

$$\sigma = \frac{\sum v}{L} \pm \frac{6 * \sum v * e^2}{L^2} = 14.246 \pm (3.846)$$

$$\sigma_1 = 18.093T / m^2$$

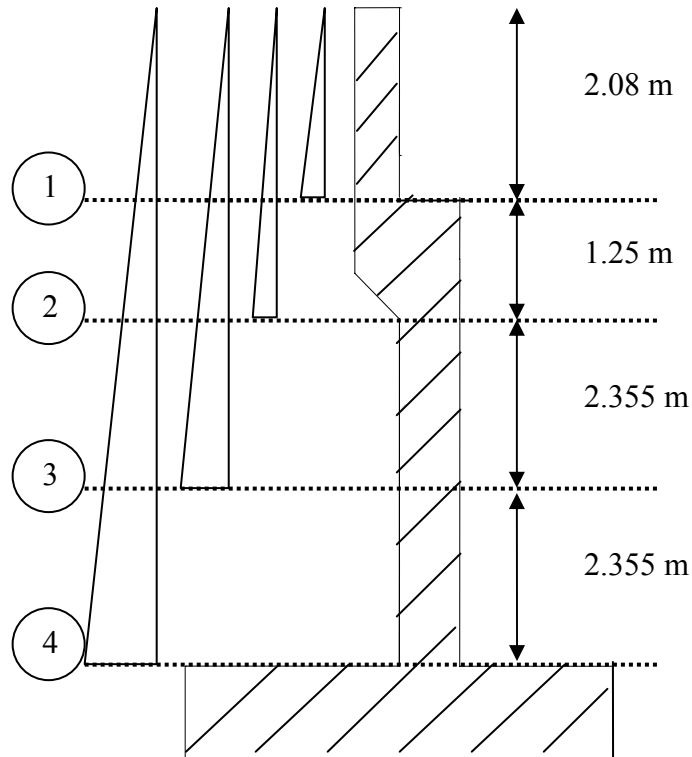
$$\sigma_2 = 10.40T / m^2$$





## DISEÑO DE LA PANTALLA

Se comprobó para el estado de carga crítico, que normalmente es el que incluye sismo.



Segundo estado de carga: PP + E + Sismo

Plano	E	brazo	M	CM	Mu
1	1.220	0.693	0.845	1.400	1.184
2	3.128	1.110	3.472	1.400	4.861
3	9.117	1.895	17.277	1.400	24.187
4	18.238	2.680	48.878	1.400	68.429

Para el diseño ocupo los momentos del segundo estado de carga:

Plano	d(cm.)	b(cm.)	$\rho_{cal}$	$\rho_{usar}$	As	Armadura
1	25	100	0.00050	0.0018	4.5	1 $\Phi$ 25@80
2	40	100	0.00081	0.0018	7.2	1 $\Phi$ 25@40
3	42.5	100	0.00368	0.00368	15.65	1 $\Phi$ 32@40
4	45	100	0.00996	0.00996	44.82	1 $\Phi$ 32@20

## ARMADURA DE DISTRIBUCIÓN

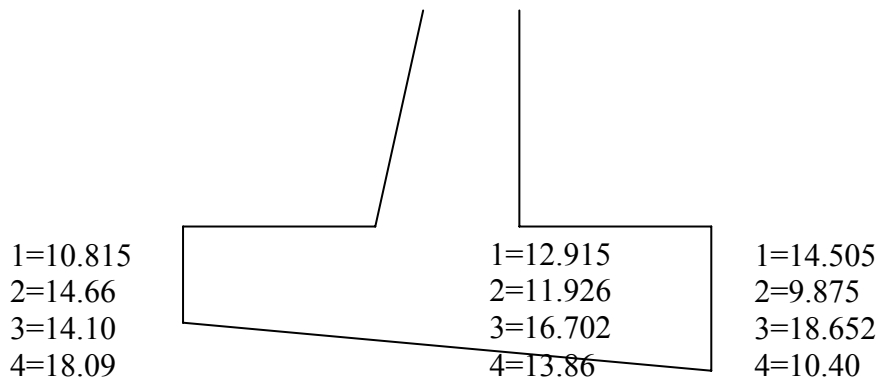
$$A_s = \rho * b * d$$

$$A_s = 0.0018 * 140 * 100$$

$$A_s = 25.2 \text{ cm}^2$$

$$1\Phi 25 @ 80$$

## CÁLCULO DEL DEDO



Diseño para el tercer estado de carga

$$M = \frac{b^2}{6} (2P_1 + P_3)$$

$$M = \frac{3^2}{6} (2 * 18.652 + 16.702)$$

$$M = 81.009 \text{ Tm}$$

$$M_u = 1.4 M$$

$$M_u = 113.4126 \text{ Tm}$$

$$d = 140 \text{ cm}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$f_c = 240 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\rho = 0.00156 \text{ ocupo } \rho_{\min} = 0.0033$$

$$A_s = \rho * b * d$$

$$A_s = 46.2 \text{ cm}^2$$

$$1\Phi 32 @ 20$$

### CÁLCULO DEL CORTANTE

$$M = \frac{q * L^2}{2}$$

Despejo la carga q

$$q = \frac{2M}{L^2}$$

$$q = \frac{2(113.4126)}{3^2}$$

$$q = 25.2 \text{ T}$$

$$v_u = \frac{25.20 * 10^3}{\phi * b * d}$$

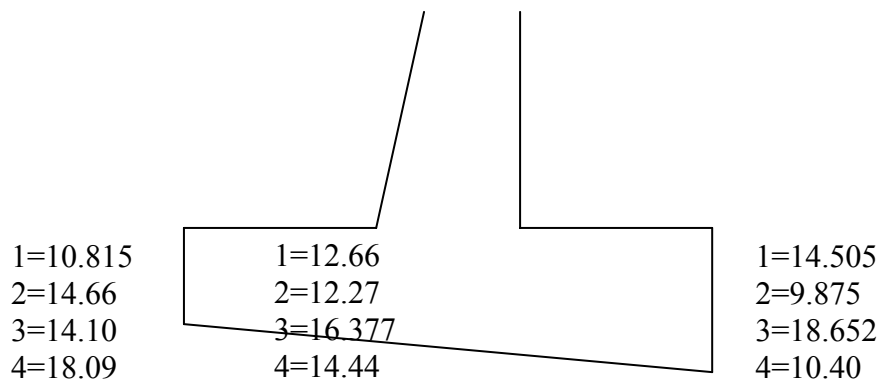
$$v_u = 2.11 \text{ Kg/cm}^2$$

$$v_{\text{resist}} = 0.53 \sqrt{f_c}$$

$$V_{\text{resist}} = 8.21 \text{ Kg/cm}^2$$

$$v_u < v_{\text{resist}} \quad \text{OK}$$

## CÁLCULO DEL TALÓN



Diseño para el tercer estado de carga

$$M = \frac{b^2}{6}(2P_1 + P_3)$$

$$M = \frac{3.5^2}{6}(2 * 14.103 + 16.377)$$

$$M = 91.023 \text{ Tm}$$

$$M_u = 1.4 M$$

$$M_u = 127.432 \text{ Tm}$$

$$d = 140 \text{ cm}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$f_c = 240 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\rho = 0.00175 \text{ ocupo } \rho_{\min} = 0.0033$$

$$A_s = \rho * b * d$$

$$A_s = 46.2 \text{ cm}^2$$

$$1\Phi 32 @ 20$$

## CÁLCULO DEL CORTANTE

$$M = \frac{q * L^2}{2}$$

Despejo la carga q

$$q = \frac{2M}{L^2}$$

$$q = \frac{2(127.432)}{3.5^2}$$

$$q = 20.80 \text{ T/m}$$

$$v_u = \frac{20.80 * 10^3}{\phi * b * d}$$

$$v_u = 1.75 \text{ Kg/cm}^2$$

$$v_{resist} = 0.53 \sqrt{f'c}$$

$$V_{resist} = 8.21 \text{ Kg/cm}^2$$

$$v_u < v_{resist} \quad \text{OK}$$

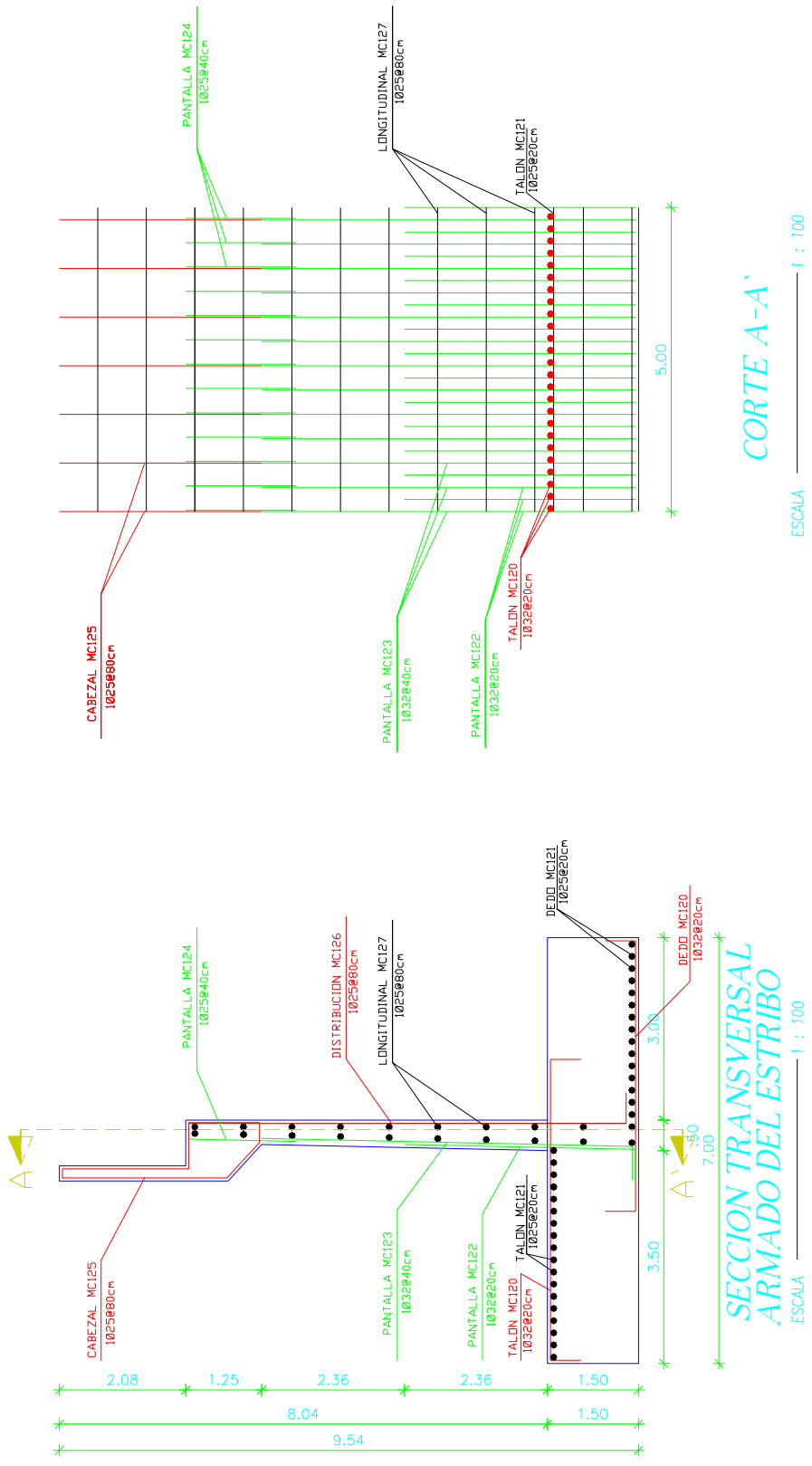
### **CÁLCULO DE LA ARAMADURA LONGITUDINAL**

$$\text{ocupo } \rho = 0.0018$$

$$A_s = \rho * b * d$$

$$A_s = 25.2 \text{ cm}^2$$

$$1\Phi 25 @ 20$$



## 8.2. Losa

Para calcular la losa (en el caso de puentes se denomina tablero), se utilizó el método de factores de carga y resistencia utilizando los siguientes datos:

DATOS			
ZONA SÍSMICA	Z	4	
LONGITUD DEL PUENTE	Lt	33	m
ANCHO TOTAL CALZADA	At	5	m
SEPARACIÓN ENTRE VIGAS PRINCIPALES	S	3.4	m
LONGITUD DEL VOLADIZO	L voladizo	0.8	m
LONGITUD DE VEREDA	L vereda	0.7	m
LONGITUD DE BARANDA	L baranda	0.2	m
ESPESOR DE PAVIMENTO	Ep	5	cm.
ACERO DE HORMIGÓN ARMADO A63-42H	Fy	4200	Kg./cm <sup>2</sup>
HORMIGÓN LOSA H30	f <sub>c</sub>	250	Kg./cm <sup>2</sup>
	γ HA	2.5	ton/m <sup>3</sup>
PAVIMENTO ASFÁLTICO	γ pavimento	2.4	ton/m <sup>3</sup>
CARGA DE RUEDA HS-MOP	P	7.26	ton
CARGA PEATONAL	q peatonal	415	Kg./m <sup>2</sup>
PESO VEREDA	q vereda	369	Kg./m
PESO BARRERA DE HORMIGÓN	q barrera	236	Kg./m
ALA=	Ala	0.5	m
DISTANCIA ENTRE BORDES DE ALA=	dist. borde ala	2.9	m

### 8.2.1 Determinación del espesor de losa

De acuerdo a la norma AASHTO, cuando una losa es continua sobre uno o más apoyos el espesor mínimo está dado por la siguiente fórmula:

$$e_{\min} = \frac{S + 3.05}{30}$$

Longitud de vano efectiva  $S = 3.2 \text{ m}$

$S$  es la distancia entre los bordes de las alas más un medio del ancho de ala, reemplazando tenemos:

$$e_{\min} = 0.20 \text{ m}$$

### 8.2.2 DISEÑO DE LA LOSA ENTRE VIGAS

#### 8.2.2.1 Cálculo del momento flector debido a cargas muertas.

La carga muerta se consideró como una carga distribuida actuando sobre la longitud efectiva del vano de la losa y por 1 m de ancho para poder diseñar, entonces se obtuvo:

$$DL = (e_{\text{llosa}} \times \gamma_{\text{HA}} + e_p \times \gamma_{\text{pavimento}}) * 1 \text{ m}$$

$$DL = 0.62 \text{ ton/m}$$



Según las normas AASHTO el momento debido a esta carga uniforme se calculó mediante esta aproximación:

$$M_{DL} = \frac{DL \times S^2}{10}$$

$$M_{DL} = 0.717 \text{ ton-m/m}$$

### 8.2.2.2 Cálculo del momento flector debido a cargas vivas

Previo al cálculo del momento flector debido a cargas vivas, se calculó los factores que modifican la magnitud de este momento.

- **Coefficiente de impacto**

Es un porcentaje al que se le sumó la unidad para crear directamente el factor multiplicador.

$$I = \frac{15.24}{L_c + 38} \leq 0.30$$

La luz de cálculo de viga  $L_c$  es igual a la longitud total del puente,  $L_t$

$$I = 0.21$$

Según la norma AASHTO cuando se calcula tableros de hormigón armado se utiliza

$$I = 1.3$$

- **Coefficiente de mayoración MOP**

Se consideró para el diseño, un camión HS-MOP incrementado su peso en un 20% y se utilizó el factor de mayoración:

$$C_{mop} = 1.377$$

El momento flector debido a la carga viva del camión esta dado por

$$M_{LL} = 0.8 \left( \frac{S + 0.61}{9.74} \right) \times P$$

P es la carga de rueda que tiene un camión HS-MOP su valor es:

$$P = 7.26 \text{ ton}$$

S es la longitud de vano efectiva en metros

Reemplazando se obtuvo

$$M_{LL} = 2.24 \text{ ton-m/m}$$

Este valor se debe multiplicarse por el coeficiente de impacto y por el coeficiente MOP

$$M_{LL+I} = M_{LL} \times I \times C_{MOP}$$

$$M_{LL+I} = 3.75 \text{ ton-m/m}$$

- **Cálculo del momento flector de diseño**

De acuerdo al método de factores de carga y resistencia esta dado por la ecuación:

$$M_{DIS} = 1.3 (M_{DL} + 1.67 M_{LL+I})$$

Con los valores calculados anteriormente y reemplazando en esta ecuación se obtuvo:

$$Mdis = 9.073146605 \text{ ton-m/m}$$

Para determinar el acero requerido, se calculó la cuantía con la siguiente ecuación:

$$\rho = 0.85 * \frac{f'c}{fy} * \left[ 1 - \left( 1 - \frac{2 * Mdis}{\phi * 0.85 * f'c * b * d^2} \right)^{\frac{1}{2}} \right]$$

En esta ecuación se reemplazó los siguientes datos:

$$Mdis = 907314.6605 \text{ kg-cm/m}$$

$$\phi = 0.9$$

$$Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$d = 17 \text{ cm. Lo que considera recubrimiento de 3 cm.}$$

$$\text{Rec.} = 3 \text{ cm.}$$

$$b = 100 \text{ cm. El análisis es por metro de ancho de losa}$$

$$\beta = 0.85$$

Con estos datos se obtuvo la cuantía, cuantía mínima, balanceada y máxima

$$\underline{\rho = 0.00913 \quad \text{OK}}$$

$$\underline{\rho \text{ min.} = 0.00333}$$

$$\underline{\rho b = 0.02550}$$

$$\underline{\rho \text{ máx.} = 0.01275}$$

Con el valor de la cuantía se calculó el área de acero con la siguiente ecuación

$$\boxed{A_s = \rho * b * d}$$

$$A_s = 15.52 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s \text{ min.} = 5.67 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\emptyset \text{ varilla a utilizar} = 16 \text{ mm}$$

$$\# \text{ Varillas} = 3.0u$$

$$\text{Espaciamiento} = 34 \text{ cm.}$$

$$\emptyset 16 @ 30$$

$$\emptyset 16 \text{ cada } 30 = 6.03 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Esta es la armadura mínima que se utilizó, pero se debe calcular el área suplementaria de acero que necesitamos.

$$A \text{ suples} = 9.49 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\emptyset \text{ varilla a utilizar} = 16$$

$$\# \text{ Varillas} = 4.7 = 5$$

$$\text{Espaciamiento} = 20 \text{ cm.}$$

$$\emptyset 16 @ 30$$

Se calculó la armadura de repartición de la losa, de acuerdo a la norma AASTHO esta es un porcentaje de armadura requerida por flexión y esta dada

por:

$$\boxed{\text{Armadura de repartición} = \frac{121}{\sqrt{S}} \leq 67\%}$$

Donde S es la longitud efectiva = 3.2 m

Reemplazando, se requiere que el 68.18 % <  $\rho = 67$  %

Como es mayor utilizó el 67%

A repartición = 10.40 cm<sup>2</sup>/m

Ø varilla a utilizar = 16

# Varillas = 5.2 = 5.0

Espaciamiento = 20 cm.

Ø 16 @ 20

### 8.2.3 DISEÑO DE LA LOSA EN VOLADIZO

#### 8.2.3.1 Cálculo del momento flector debido a cargas muertas

Se analizó todos los elementos que intervienen en el momento flector debido a carga muerta en el voladizo.

- **Pavimento**

El peso del pavimento sobre el voladizo, se obtuvo de:

$E_p = 0.05$  m

$\gamma_{\text{pavimento}} = 2.4$  Ton/m<sup>3</sup>

$$q_{\text{pavimento}} = e * \gamma_{\text{pavimento}}$$

$q_{\text{pavimento}} = 0.12$  Ton/m<sup>2</sup>

El momento que genera esta carga en el voladizo fue:

$$M_{pav} = \frac{q_{pavimento} \cdot L^2}{2}$$

L pavimento voladizo = 0.1 m

M pavimento = 0.0006 ton-m/m

- **Losa**

El peso de la losa sobre el voladizo fue:

E losa = 0.2 m

$\gamma_{HA}$  = 2.5 ton/m<sup>3</sup>

$$q_{losa} = e_{losa} \cdot \gamma_{HA}$$

q losa = 0.5 Ton/m<sup>2</sup>

El momento que genera esta carga con respecto a la longitud máxima del voladizo:

L losa voladizo = 0.8 m

$$M_{losa} = \frac{q_{losa} \cdot L_{voladizo}^2}{2}$$

M losa = 0.16 ton-m/m

- **Barrera**

El peso de la barrera corresponde a:

q barrera = 0.236 Ton/m

L barrera = 0.7 m

$$M_{barrera} = q_{barrera} \cdot L$$

M barrera = 0.165 ton-m/m

- **Vereda**

q vereda = 0.369 Ton/m

L vereda= 0.7 m

$$M_{vereda} = q_{vereda} \cdot L$$

M vereda = 0.258 ton-m/m

- **El total del momento flector debido a cargas muertas es:**

$$M_{DL} = M_{pav} + M_{losa} + M_{barr} + M_{ver}$$

M<sub>DL</sub> = 0.58 ton-m/m

### 8.2.3.2 Cálculo del momento flector debido a cargas vivas

- **Carga de Camión**

Debido que existe barrera de hormigón, se analizó el caso con el camión al borde de ella (En realidad debe ubicarse a una distancia de 30.48 cm. desde la cara de la barrera) la distancia donde el camión se debe ubicar es Xc = 0.1952 m

Se calculó la longitud efectiva de la losa resistiendo esta carga de camión, que de acuerdo a la norma AASHTO esta dada por:

$$E = 0.8 \cdot x_c + 1.4$$

$$E = 1.55616 \text{ m}$$

El momento flector debido a la carga viva del camión esta dada por:

$$M_{camión}^* = \frac{P \cdot x_c}{E}$$

$$P = 7.26 \text{ ton}$$

$$M^*_{camión} = 0.91 \text{ ton-m/m}$$

Al valor anterior se le multiplicó por el factor de impacto y el coeficiente de mayoración MOP, lo que nos entregó el momento de camión real.

$$I = 1.21$$

$$C_{mop} = 1.377$$

$$M_{camión} = M_{camión}^* \cdot I \cdot C_{MOP}$$

$$M_{camión} = 1.52 \text{ ton-m/m}$$

- **Carga de peatones**

La carga peatonal recomendado por el Manual de Carreteras de la dirección de Vialidad es:

$$q_{peatonal} = 415 \text{ Kg./m}^2$$

$$\text{Ancho del pasillo} = 0.5 \text{ m}$$

$$q_{peatonal} = 207.5 \text{ kg/m}$$

La distancia que genera el momento de los peatones, corresponde al centro del pasillo, luego el brazo de palanca de esta carga es:



$$X_p = 0.25$$

El momento de la carga peatonal es:

$$M_{peatonal} = q_{peatonal} \cdot x_p$$

$$M_{peatonal} = 0.051875 \text{ ton-m/m}$$

El momento flector debido a las cargas vivas es:

$$M_{LL} = M_{camión} + M_{peatones}$$

$$M_{LL} = 1.58 \text{ ton-m/m}$$

### 8.2.3.3 Cálculo del momento flector de diseño

$$M_{DIS} = 1.3 \cdot (M_{DL} + 1.67 \cdot M_{LL})$$

$$M_{DIS} = 4.18 \text{ ton-m/m}$$

Para determinar el acero requerido, se calculó la cuantía con la siguiente ecuación:

$$\rho = 0.85 \cdot \frac{f'_c}{f_y} * \left[ 1 - \left( 1 - \frac{2 * M_{dis}}{\phi * 0.85 * f'_c * b * d^2} \right)^{\frac{1}{2}} \right]$$

En la ecuación anterior se remplazó los siguientes datos:

$$M_{dis} = 417873.8595 \text{ kg-cm./m}$$

$$\phi = 0.9$$

$$F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f'_c = 250 \text{ Kg./cm}^2$$

$$d = 17 \text{ cm.}$$

$$\text{Rec.} = 3 \text{ cm.}$$

$b = 100$  cm. El análisis es por metro de ancho de losa

$$\beta = 0.85$$

$$\rho = 0.00398 \quad \text{OK}$$

$$\rho_{\text{min.}} = 0.00333$$

$$\rho_b = 0.02550$$

$$\rho_{\text{máx.}} = 0.01275$$

Para determinar el área de acero se calculó con la siguiente ecuación:

$$A_s = \rho * b * d$$

$$A_s = 6.77 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s \text{ min.}} = 5.67 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\varnothing \text{ varilla a utilizar} = 16 \text{ mm}$$

$$\# \text{ Varillas} = 2.8 = 3.0$$

$$\text{Espaciamiento} = 34 \text{ cm.}$$

$$\varnothing 16 @ 30$$

$$\varnothing 16 \text{ cada } 30 = 6.03 \text{ cm}^2/\text{m}$$

El área de acero suplementaria que se necesitó es:

$$A_{\text{suples}} = 0.74 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\varnothing \text{ varilla a utilizar} = 8 \text{ mm}$$

$$\# \text{ Varillas} = 1.5 = 2.0$$

$$\text{Espaciamiento} = 50 \text{ cm.}$$

$$\varnothing 8 @ 50$$

La armadura de repartición de la losa fue:

$$\text{Armadura de repartición} = \frac{121}{\sqrt{L\text{volado}}} \leq 67\%$$

L volado = 0.8 m

Se requiere de = 135.28 % < o = 67 %

Utilizamos el 67%

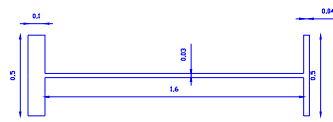
A repartición = 4.54 cm<sup>2</sup>/m

Ø varilla a utilizar = 12 mm

# Varillas = 5.0

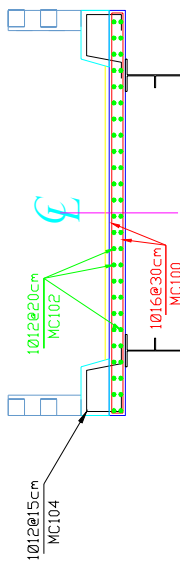
Espaciamiento = 20 cm.

Ø 12 @ 20



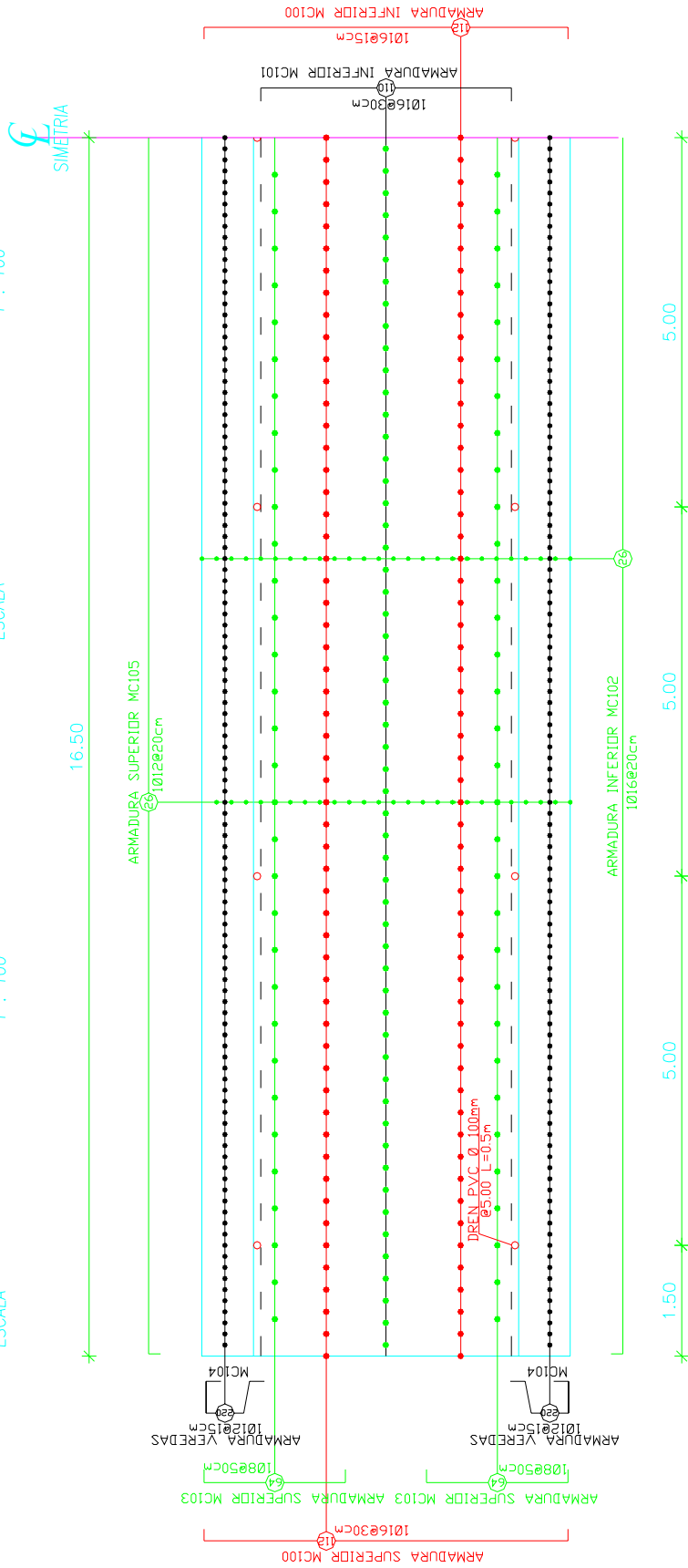
SECCION TRANSVERSAL DE LA VIGA METALICA

ESCALA 1 : 100



SECCION TRANSVERSAL ARMADO DEL TABLERO

ESCALA 1 : 100



PLANTA DE ARMADO DEL TABLERO

ESCALA 1 : 100

### 8.3. Vigas

Se diseñó las vigas principales de acero a través del método de tensiones admisibles, el puente esta formado de dos tramos simplemente apoyados, y se utilizó los siguientes datos:

#### DATOS

LONGITUD TOTAL DEL PUENTE	Lt	33	m
LUZ DE VIGAS	L	33	m
LUZ DE CALCULO VIGAS	Lc	33	m
SEPARACIÓN ENTRE VIGAS PRINCIPALES	S	3.4	m
LONGITUD DEL VOLADIZO	L voladizo	0.8	m
LONGITUD DE PASILLOS	L pasillos	0.7	m
ESPESOR DE LOSA	E	20	cm
ESPESOR DE PAVIMENTO	Ep	5	cm
ESPESOR DEL PASILLO	E pas	55	cm.
ACERO ESTRUCTURAL A60	Fy	2531	Kg./cm <sup>2</sup>
	$\gamma$ s	7.85	ton/m <sup>3</sup>
ACERO DE HORMIGÓN ARMADO	Fy	4200	Kg./cm <sup>2</sup>
HORMIGÓN LOSA	f <sub>c</sub>	250	Kg./cm <sup>2</sup>
	$\gamma$ HA	2.5	ton/m <sup>3</sup>
ANCHO DE CALZADA	AC	3.6	m
ANCHO DEL PASILLO	AP	70	cm.
NUMERO DE VIGAS PRINCIPALES	N	2	
PAVIMENTO ASFÁLTICO	$\gamma$ paviment.	2.4	ton/m <sup>3</sup>
PESO BARRERA	PNJ	0.236	ton/m
CONSTRUCCIÓN SIN ALZAPRIMADO			

### 8.3.1 Determinación del ancho colaborante

El ancho efectivo colaborante se definió como el MÍNIMO valor de:

Un cuarto de la longitud del vano

Distancia del borde del tablero al centro del vano entre vigas principales

12 veces el mínimo espesor de la losa

Primer criterio  $L/4 = 8.25 \text{ m}$

Segundo criterio  $S = 2.5 \text{ m}$

Tercer criterio  $12x_{\text{emin}} = 2.58 \text{ m}$

Entonces se utilizó el segundo criterio

$$b_{\text{ef}} = 2.5 \text{ m}$$

### 8.3.2 Calculo de la carga muerta

En esta etapa solo trabaja la viga de acero.

Las cargas muertas que actúan sobre la viga fue: el peso propio de la viga de acero, la losa de hormigón, el moldaje.

Se asumió un peso para elementos secundarios de:  $0.03 \text{ ton/m}$

Peso de la viga:  $0.400 \text{ ton/m}$

DL viga = peso de la viga + peso elem. Secundarios  $DL \text{ viga} = 0.43 \text{ ton/m}$

DL losa =  $\gamma_{\text{HA}} \times e \times S$   $DL \text{ losa} = 1.7 \text{ ton/m}$

DL encofrado = 0.100ton/m

DL encofrado = 0.1 ton/m

La carga muerta que actúa sobre el acero fue: DL= 2.230 ton/m

### 8.3.3 Calculo de la carga muerta superpuesta

En esta etapa trabaja la sección compuesta de acero-hormigón.

La carga superpuesta son las cargas ubicadas sobre el puente después que el H.A. ha fraguado, las cargas actuantes corresponden al peso del pavimento, baranda, pasillos, iluminación etc. La norma AASHTO considera que estas cargas deben ser uniformemente distribuidas entre todas las vigas principales.

$$SDL_{\text{barandas}} = \frac{2\text{barandas} * \text{pesobarandas}}{\text{numero devigasprincipales}}$$

SDLbarandas = 0.236 ton/m

$$SDL_{\text{pavimento}} = \frac{\gamma_{\text{pavim}} * e_p * \text{anchocalzada}}{\text{numero devigasprincipales}}$$

SDLpavimento = 0.216 ton/m

$$SDL_{\text{PASILLO}} = \frac{\gamma_{\text{HA}} * \left( \frac{2}{3} \text{ESPESORMAXPASILLO} \right) * \text{ANCHOPASILLO}}{\text{NUMERODEVIGASPRINCIPALES}}$$

SDLPASILLO = 0.321 ton/m

La carga muerta superpuesta sobre la sección fue: SDL = 0.773 ton/m

### 8.3.4 Cálculo del ancho transformado de la losa

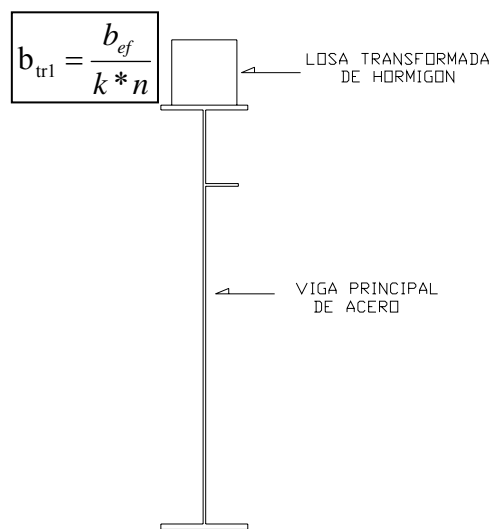
El valor de la razón de módulos,  $n$ , se puede aproximar por los valores que entrega la norma AASHTO y que solo dependen del  $f_c$  usado en la losa en este caso corresponde:  $n = 8$

El ancho de la sección transformada varía y depende de si las cargas están actuando por largos períodos después que la losa y la viga han comenzado a trabajar en forma conjunta. Las cargas vivas no caen en ésta clasificación por que son de corta duración. Las cargas muertas de H.A. y viga de acero tampoco, porque ellas actúan previamente a que la acción compuesta tome lugar. Sin embargo, las cargas muertas superpuestas actúan después de que el hormigón ha fraguado, por lo tanto debe usarse un valor  $k=3$  en el calculo del ancho transformado de la losa. (Para cargas vivas se utilizó el valor.  $k=1$ )

$k = 3$  para cargas muertas

$k = 1$  para cargas vivas

$b_{ef} =$  ancho cooperante





Para cargas vivas actuando sobre la viga (k=1)  $b_{tr1} = 31.25$  cm.

Para cargas muertas superpuestas (k=3)  $b_{tr3} = 10$  cm.

### 8.3.5 Cálculo de los momentos debido a carga muerta y carga muerta superpuesta

$$M_{DL} = \frac{q_{DL} * L_c^2}{8}$$

$$M_{DL} = 303.50 \text{ ton-m}$$

$$M_{SDL} = \frac{q_{SDL} * L_c^2}{8}$$

$$M_{SDL} = 105.20 \text{ ton-m}$$

### 8.3.6 Calculo de los momentos debido a carga viva más impacto

#### •Coeficiente de impacto

$$I = \frac{15.24}{L_c + 38.1} \leq 0.30$$

$$I = 0.214 < 0.3 \text{ OK}$$

$$\text{Uso } I = 1.214$$

#### •Coeficiente de distribución

El coeficiente de distribución depende del tipo de cubierta y del número de fajas de tráfico en este caso:

1. Losa H.A.
2. Una línea de tráfico
3. Sobre vigas principales de acero

El factor de distribución esta dado por:

$$FD = \frac{S}{1.676}$$

$$FD = 1.332$$

• **Coefficiente de mayoración MOP**

En un camión HS 20-44 de acuerdo a la normativa AASHTO, incrementado su peso en un 37.7% se usó:

$$C_{MOP} = 1.377$$

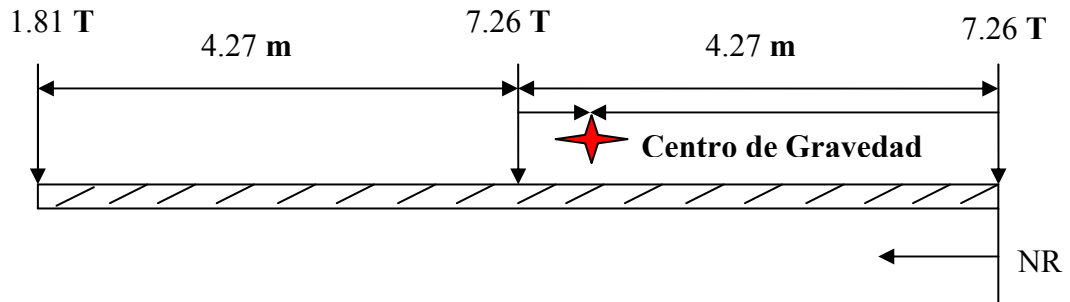
No se consideró una reducción de la intensidad de carga, permitida por la norma AASHTO debido a que solo existen una vía de tránsito, en caso de ser un número superior, es posible hacer la mencionada reducción de acuerdo al artículo 3.12 de la norma AASHTO (sección 3.1003.2 del manual de carreteras).

El cálculo del máximo momento debido a las cargas de camión se realizó por el movimiento de las cargas de diseño a través de la longitud del vano hasta inducir el máximo momento flector.

Para un set de cargas móviles, el máximo momento ocurre "cuando la línea central del vano, coincide con la mitad de la distancia entre el centro de gravedad

de las cargas y la carga concentrada más cercana", por lo que se necesitó determinar el centro de gravedad de las cargas.

### 8.3.6.1 Determinación del centro de gravedad de las cargas



Centro de gravedad de cargas:

	P(ton)	X(m)	PX(ton-m)
P1=	7.26	0	0
P2=	7.26	4.267	30.98
P3=	1.81	8.534	15.45
SUMA	16.33		46.42

$$X' = 2.84 \text{ m}$$

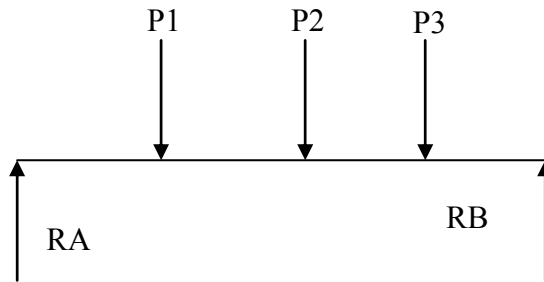
$$X = \text{distejes} - X'$$

$$X = 1.424 \text{ m}$$

La línea central del vano debe ubicarse en la mitad de la distancia X calculada anteriormente (en otras palabras a X/2 del centro de gravedad de las

cargas y a  $X/2$  de la carga concentrada más cercana).

El máximo momento ocurre en el punto donde está ubicada la carga central de 7,26 ton. De la estática, es posible obtener este momento, obteniéndose un valor de:



#### DATOS

carga P1	P1=	1.81	Ton
carga P2	P2=	7.26	Ton
carga P3	P3=	7.26	Ton
distancia desde RA hasta P1	RAP1=	11.52	M
distancia desde RA hasta P2	RAP2=	15.79	M
distancia desde RA hasta P3	RAP3=	20.05	M
distancia desde RA hasta RB	RARB=	33	M

$$RA = 7.813 \text{ ton}$$

$$RB = 8.517 \text{ ton}$$

$$RA+RB = 16.330 \text{ ton OK}$$

$$MLL = 115.62 \text{ ton-m}$$

Valor que es necesario multiplicar por los factores de modificación de carga descritos al principio del paso.

$$M_{LL+I} = M_{LL} * I * FD * C_{MOP}$$

$$M_{LL+I} = 257.53 \text{ ton-m}$$

### 8.3.7 Cálculo de momentos de inercia

Para el estado de carga 1, cuando sólo trabaja la viga de acero, el momento de inercia de la sección resistente, es justamente el momento de inercia de la sección transversal de la viga.

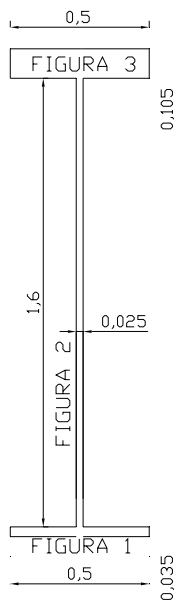


FIG	B (m)	h (m)	área	Yi	Yi*área	di=Yi-Y <sub>CG</sub>	di <sup>2</sup>	di <sup>2</sup> * área	I
1	0.500	0.035	0.018	0.0175	0.000306	-1.094	1.198	0.021	0.000
2	0.025	1.600	0.040	0.835	0.033400	-0.277	0.077	0.003	0.009
3	0.500	0.105	0.053	1.6875	0.088594	0.576	0.331	0.017	0.000
		1.74	0.110		0.122300			0.041	0.009

$$Y_{CG} = 1.112 \text{ m}$$

$$I_{TOTAL} = 0.0500 \text{ m}^4$$

Para el estado de carga 2, cuando actúan cargas permanentes después de que el hormigón de la losa ha fraguado, es decir, las cargas muertas superpuestas, se usa el valor de btr3 calculado anteriormente, se utilizó el valor k=3 esto para tomar en cuenta los efectos de creep, los cuales son causados por cargas de larga duración, sobre la sección compuesta.

FIG	b (m)	h (m)	área	Yi	Yi*área	di=Yi- Y <sub>CG</sub>	di <sup>2</sup>	di <sup>2</sup> * área	I
1	0.500	0.035	0.018	0.018	0.000306	-1.210	1.465	0.0256	1.78646E-06
2	0.025	1.600	0.040	0.835	0.033400	-0.393	0.154	0.0062	0.008533333
3	0.500	0.105	0.053	1.688	0.088594	0.460	0.211	0.0111	4.82344E-05
4	0.104	0.200	0.021	1.840	0.038333	0.612	0.375	0.0078	6.94444E-05
			0.131		0.160633			0.0507	0.008652799

$$Y_{CG} = 1.228 \text{ m}$$

$$I_{SDL} = 0.0594 \text{ m}^4$$

Para el estado de carga 3, cuando actúa la carga viva del camión de diseño, se usó el valor de btr1, usando el valor k=1 la sección resistente de las cargas vivas, se desarrollan a continuación.

FIG	b (m)	h (m)	área	Yi	Yi*área	di=Yi-YCG	di^2	di^2 * área	I
1	0.500	0.035	0.018	0.018	0.00031	-1.358	1.845	0.032	0.0000018
2	0.025	1.600	0.040	0.835	0.03340	-0.541	0.292	0.012	0.0085333
3	0.500	0.105	0.053	1.688	0.08859	0.312	0.097	0.005	0.0000482
4	0.313	0.200	0.063	1.840	0.11500	0.464	0.216	0.013	0.0002083
		1.940	0.173		0.23730			0.063	0.0087917

$$Y_{CG} = 1.376 \text{ m}$$

$$I_{LL} = 0.0713 \text{ m}^4$$

### 8.3.8 Cálculo y verificación de esfuerzos

Se realizó el cálculo de las tensiones admisibles tanto del acero como del hormigón.

Para el acero:  $F^S \text{ adm. Tracción} = 0.55 * F_y$ .

$$F^S \text{ adm. Tracción} = 1392.05 \text{ kg/cm}^2$$

$$F^S \text{ adm. Compresión} = 0.48 * F_y$$

$$F^S \text{ adm. Compresión} = 1214.88 \text{ kg/cm}^2$$

Para el hormigón:  $F^C \text{ adm.} = 0.4 * f_c$

$$F^C \text{ adm.} = 100 \text{ kg/cm}^2$$

Se debe verificar los esfuerzos en ciertos puntos críticos de la sección transversal, esto es en las fibras tanto superiores como inferiores de la viga de acero, y en las fibras superiores de la losa de hormigón.

### 8.3.8.1 Esfuerzo en la fibra inferior de la viga de acero

El objetivo fue verificar lo siguiente:

$$f_{inferior}^S = f_{DL} + f_{SDL} + f_{LL+I} < F_{adm}^S$$

El máximo esfuerzo en una viga sujeta a flexión está dada por:

$$f = \frac{M * c}{I}$$

Donde: f = esfuerzo de la viga

M = momento flector

C = distancia desde el eje neutro a la fibra extrema

I = M de inercia de la sección transversal resistente

El valor de la variable c se puede obtener de los esquemas de las secciones transversales resistentes siendo para este primer caso, la distancia desde el centroide hasta la fibra inferior.

$$f_{DL} = \frac{M_{DL} * c}{I_{DL}}$$

$$f_{DL} = 674.81 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{SDL} = \frac{M_{SDL} * c}{I_{SDL}}$$



$$f_{SDL} = 217.59 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{LL+I} = \frac{M_{LL+I} * c}{I_{LL+I}}$$

$$f_{LL+I} = 496.55 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{S \text{ inferior}} = 1388.95 \text{ kg/cm}^2 < 1392.05 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{OK}$$

### 8.3.8.2 Esfuerzo en la fibra superior de la viga de acero

Se debe verificar para:

$$f_{\text{superior}}^S = f_{DL} + f_{SDL} + f_{LL+I} < F_{\text{adm compresión}}^S$$

El proceso es el mismo pero se debe tener en cuenta que el valor de  $c$ , es la distancia desde el eje neutro hasta la fibra superior de acero, es decir, a la altura total de la viga se le restó el centroide de cada sección.

$$f_{DL} = \frac{M_{DL} * c}{I_{DL}}$$

$$f_{DL} = 381.27 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{SDL} = \frac{M_{SDL} * c}{I_{SDL}}$$

$$f_{SDL} = 90.78 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{LL+I} = \frac{M_{LL+I} * c}{I_{LL+I}}$$

$$f_{LL+I} = 131.51 \text{ kg/cm}^2$$

$$f^S_{\text{superior}} = 603.57 \text{ kg/cm}^2 < 1214.88 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{OK}$$

### 8.3.8.3 Esfuerzo en la fibra superior del hormigón

Se tomó la distancia desde el eje neutro hasta ésta fibra en cuestión. Además se debe recordar que debe dividirse por  $kn$ , donde  $k$  es el factor que toma en cuenta los efectos de creep (1 o 3) y  $n$  es la razón de módulos.

Se debe verificar:

$$f^S_{\text{superior}} = f_{SDL} + f_{LL+I} < F^S_{\text{adm compresión}}$$

$$f_{SDL} = \frac{M_{SDL} * c}{k * n * I_{SDL}}$$

$$f_{SDL} = 5.26 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{LL+I} = \frac{M_{LL+I} * c}{k * n * I_{LL+I}}$$

$$f_{LL+I} = 25.46 \text{ kg/cm}^2$$

$$f^S_{\text{superior}} = 30.72 \text{ kg/cm}^2 < 100 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{OK}$$

#### 8.4. Muro

Para la alternativa 3 se diseñó un muro tipo de 7 m de alto que va desde la cota 0+660 hasta la cota 0+980 la misma que servirá para sostener la vía en los rellenos que existan en la misma.

#### DATOS:

Altura =	7.00 m
Conglomerado $\gamma$ =	1.90T/m <sup>3</sup>
$\Phi$ =	30.00
Sobrecarga =	0.60T/m <sup>2</sup>
Esfuerzo =	26.00 Kg/cm <sup>2</sup>
Coef. Fricción =	0.80
Material $\gamma_c$ =	2.40 T/m <sup>3</sup>
$f'c$ =	240.0kg/cm <sup>2</sup>
$f_y$ =	4200.0kg/cm <sup>2</sup>
Recubrimiento=	3.50cm
Zona Sísmica =	0.4
Importancia =	1

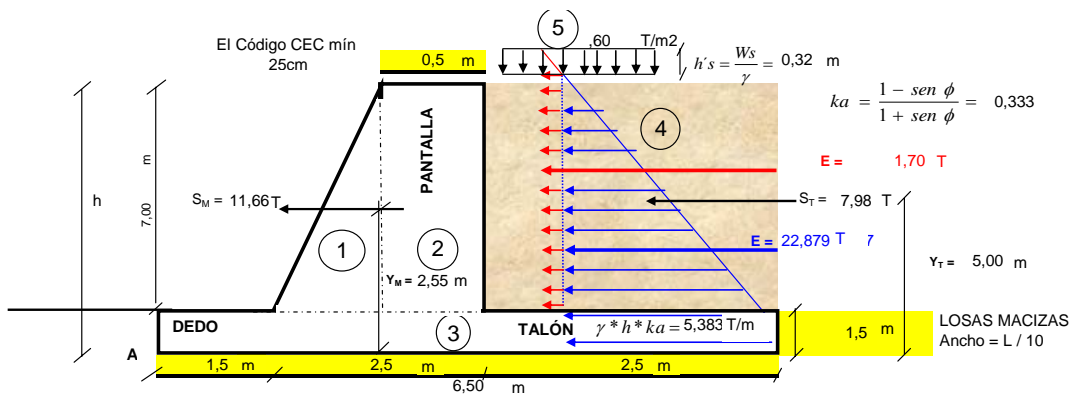


FIG.	ÁREA / VOLUMEN	W (T)	BRAZO X (m)	M (T.m)
1	7,000	16,800	2,833	47,600
2	3,500	8,400	3,750	31,500
3	9,750	23,400	3,250	76,050
4	17,500	33,25	5,250	174,563
5	1,500	1,500	5,250	7,875
		<b>R (T) =</b>	<b>83,35</b>	<b>337,588</b>

MOMENTO DE ESTABILIDAD = 337.59 T m

BRAZO Y (m)	AREA*Y	BRAZO Y (m)	AREA*Y
3,833	26,833		
5,000	17,500		
0,750	7,313		
		5,000	87,500
	<b>51,646</b>		<b>87,500</b>

FUERZA SÍSMICA DEL MURO:

$$S_M = 0.6 * Z * I * W_{MURO} = 11.66 T$$

### FUERZA SÍSMICA DEL CONGLOMERADO:

$$S_T = 0.6 * Z * I * W_T = 7.98 \text{ T}$$

### UBICACIÓN DE S<sub>M</sub>:

$$Y_M = \frac{\sum A_M Y_M}{\sum A_M} = 2.55 \text{ m}$$

### MOMENTO DE VOLCAMIENTO:

$$M_V = (E_{SUELO} * \frac{h}{3}) + (E_{SOBCARGA} * \frac{h}{2}) + (S_M * Y_M) + (S_T * Y_T) = 141.70 \text{ m}$$

### EXCENTRICIDAD:

$$l_x = \frac{L}{2} - X = 0.90 \text{ m}$$

### REACCIÓN DEL SUELO:

$$\rightarrow + \sum M_A = 0$$

$$R * X + M_V - M_{ESTAB} = 0$$

$$X = 2.35 \text{ m}$$

### REACCIÓN DEL SUELO:

$$\sigma_{SUELO} = 260.00 \text{ t/m}$$

$$\sigma = \frac{P}{A} \left( 1 \pm \frac{6 * l_x}{L} \right) \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \sigma 1 = 23.47 \text{ T/m}^2 \\ \sigma 2 = 2.17 \text{ T/m}^2 \end{array} \right.$$

$\sigma 1$  =EL SUELO RESISTE NO SE HUNDE

$\sigma 2$  =EL SUELO RESISTE NO SE HUNDE

#### COEFICIENTES

SUELO	VOLCAMIEN.	DESLIZAM
GRANULAR	$\geq 1.5$	$\geq 1.5$
COHESIVOS	$\geq 2.0$	$\geq 1.5$

#### FACTOR DE SEGURIDAD A VOLTEOS:

$$fs_{VOLTEO} \geq 2$$

$$fs_{VOLTEO} = \frac{M_E}{M_V} = 2.382 \quad \text{NO HAY PROBLEMA}$$

#### FACTOR DE DESPLAZAMIENTO:

$$fs_{DESLIZ} \geq 1.5$$

$$fs_{DESLIZ} = \frac{\mu * W}{E_{SUELO} + E_{SOBRECRG} + S_M + S_T} = 1.51 \quad \text{NO HAY PROBLEMA}$$

El cortante crítico se da a una distancia  $d = 243.00$  cm.

El factor de mayoración de Cargas Horizontales es 1.7

$$v = \frac{Vu}{\phi * b * d} = \frac{E_T * 1.7 * 1000}{0.85 * (h - 2 * rec) * b} = 2.02 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{SÍ CUMPLE}$$

$$C.E.C : v_{ADMISIBLE} = 0.53\sqrt{f'c} = 8.21 \text{ kg/cm}^2$$

$$ACI.2000 = v_{ADMISIBLE} = 0.55\sqrt{f'c} = 8.52 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_{ADMISIBLE} > v_{CRÍTICO} \Rightarrow \text{NO\_PROBLEMA}$$

### CÁLCULO DE PANTALLA:

### LÍNEA DE PRESIONES Y ESFUERZOS INTERNOS DEL CANTILIVER

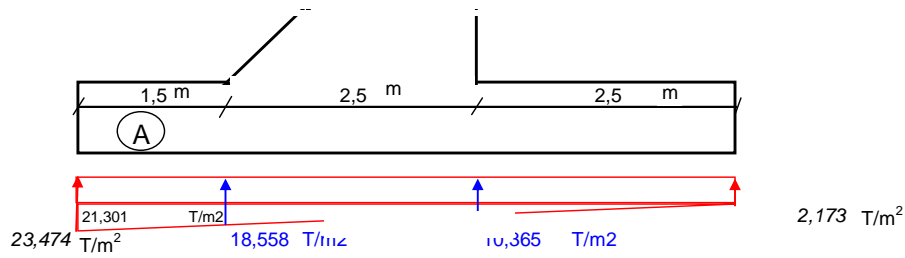
DOVELA	E. SUELO	E. SOBREC.	M VOLCA	FIGURA	BASE FIG.	Mu =1.7* MVOL
1,4	0,621	0,280	0,486	1	0,400	0,826
				2	0,500	
2,8	2,483	0,560	3,101	1	0,800	5,272
				2	0,500	
4,2	5,586	0,840	9,584	1	1,200	16,293
				2	0,500	
5,6	9,931	1,120	21,673	1	1,600	36,845
				2	0,500	
7	15,517	1,400	41,106	1	2,000	69,879
				2	0,500	

d (cm)	v (kg/cm <sup>2</sup> )	As MIN (cm <sup>2</sup> )	ρ	As (cm <sup>2</sup> )	OBSERVACION	VARILLA
83,00	0,217	28,655	3,171E-05	0,263	As MIN	<u>1ø8@100</u>
123,00	0,495	42,464	9,227E-05	1,135	As MIN	<u>1ø12@100</u>
163,00	0,788	56,274	1,625E-04	2,649	As MIN	<u>1ø14@50</u>
203,00	1,089	70,083	2,371E-04	4,813	As MIN	<u>1ø18@50</u>
243,00	1,392	83,893	3,141E-04	7,632	As MIN	<u>1ø22@50</u>

### ARMADURA DE TEMPERATURA:

$$A_{S_{TEMP}} = 0.0018 * b * d = 14,94 \text{ cm}^2$$

## CÁLCULO DEL DEDO:



$$M = \frac{L^2}{6} (2LEJANOS + 1CERCANO)$$

$$M = 24,564 \quad \text{Tm}$$

$$Mu = 1.7 * M = 41,760 \quad \text{Tm}$$

$$V = \frac{V_1 + V_2}{2} * 1000 * L - WD * 1000 = 26123,66 \quad \text{kg}$$

$$d = h - (2 * rec) = 143,00 \quad \text{cm}$$

$$v_u = \frac{1.7 * V}{0.85 * b * d} = 3,654 \quad \text{kg}$$

$$v_u < v_{ad.} \Rightarrow \quad \text{CUMPLE}$$

$$\rho = 0.85 * \frac{f'c}{fy} * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Mu}{0.85 * 0.9 * f'c * b * d^2}} \right) = 5,43E-04$$

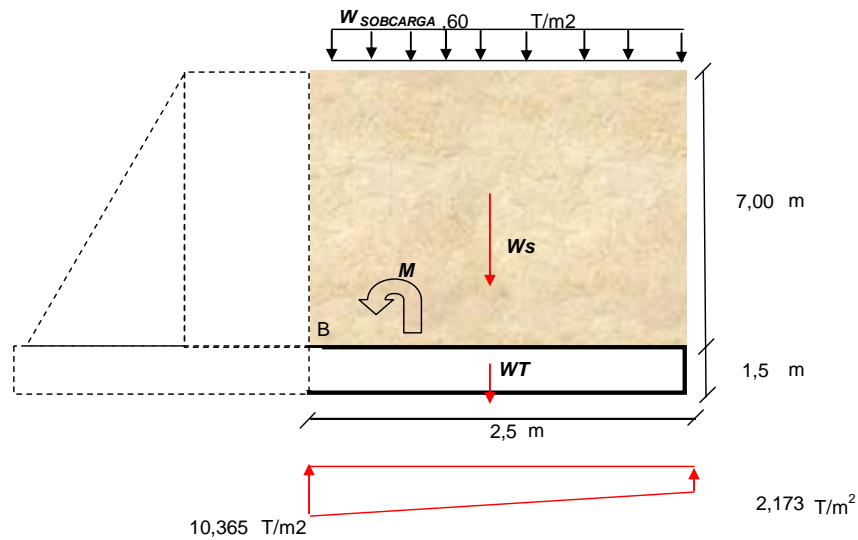
$$As = \rho * b * d = 7,769 \quad \text{cm}^2 \quad \text{COLOCAMOS } As \text{ MIN}$$

### ARMADURA DE TEMPERATURA:

$$As_{TFMP} = 0.0018 * b * d = 25,740 \quad \text{cm}^2$$



## CÁLCULO DEL TALÓN:



$$W_s = \gamma * 1m * h = 13,30 \quad T/m$$

$$\dots\dots\dots d = 143,00 \quad cm$$

$$W_T = L * 1m * ANCHO = 3,75 \quad T/m$$

$$\curvearrowright + \sum M_B = 0 \Rightarrow M = -28,114 \quad Tm$$

$$Mu = (1.7 \text{ ó } 1.4) * M$$

$$\Rightarrow Mu = -39,360 \quad Tm$$

$$\rho = 0.85 * \frac{f'_c}{f_y} * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Mu}{0.85 * 0.9 * f'_c * b * d^2}} \right) = 5,12E-04$$

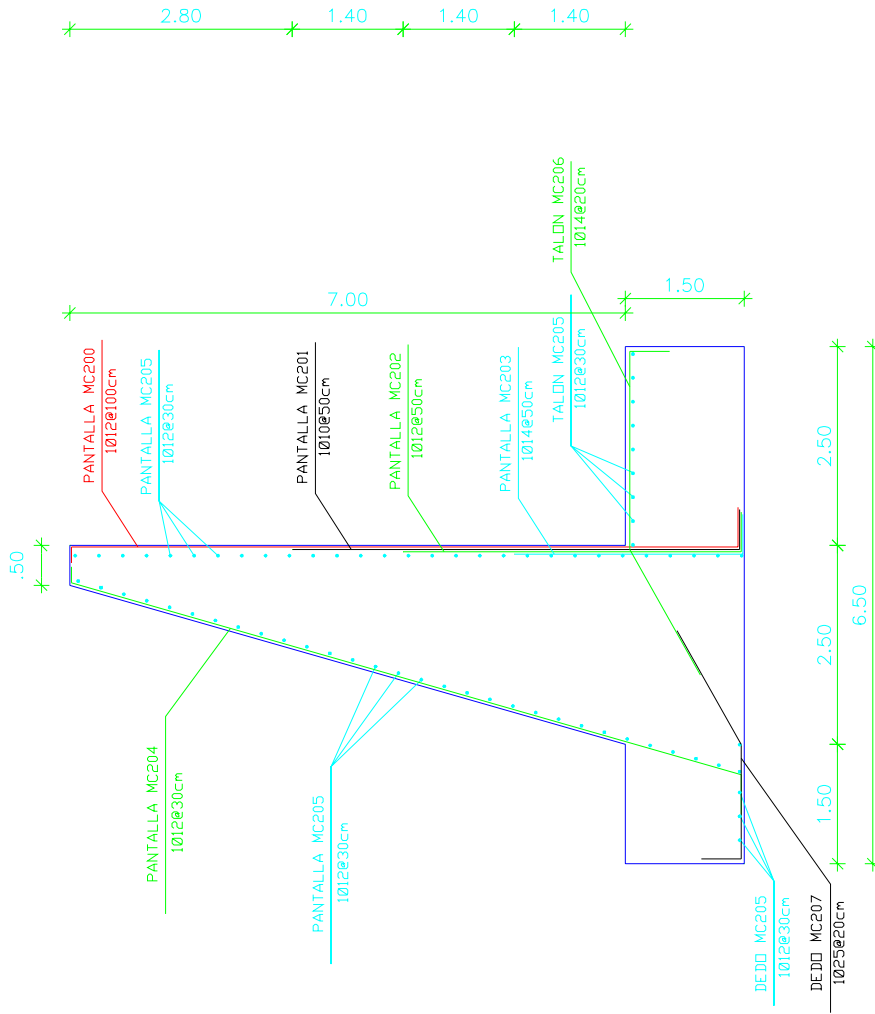
$$A_s = \rho * b * d = 7,320 \quad cm^2 \quad COLOCAMOS \text{ As MIN}$$

$$V = \left( \frac{V_1 + V_2}{2} * 1000 * L \right) - (W_s * L * 1000) - (W_T * L * 1000) - (W_{SOBCARGA} * L * 1000)$$

$$\dots\dots\dots \Rightarrow V = -28077,700 \quad kg$$

$$v_u = \frac{1.4 * V}{0.85 * b * d} = 3,234 \quad kg$$

$$v_u < v_{ad} \Rightarrow \text{CUMPLE}$$



## SECCION TRANSVERSAL ARMADO DEL MURO

ESQUEMA — SIN ESCALA

## CAPÍTULO IX

### IMPACTO AMBIENTAL

<sup>1</sup>”Los beneficios socioeconómicos proporcionados por los proyectos de caminos y carreteras, incluyen la confiabilidad bajo todas las condiciones climáticas, la reducción de los costos de transporte, el mayor acceso a los mercados para los cultivos y productos locales, el acceso a nuevos centros de empleo, la contratación de trabajadores locales en el proyecto en sí, el mayor acceso a la atención médica y otros servicios sociales, y el fortalecimiento de las economías locales. Sin embargo, los nuevos caminos y carreteras pueden producir complejos impactos negativos.

Los impactos directos de los proyectos de caminos y carreteras, resultan de su construcción, operación y mantenimiento. Los impactos más importantes relacionados con la construcción, son aquellos que corresponden a la limpieza, nivelación, o construcción del piso: pérdida de la capa vegetal, exclusión de otros usos para la tierra; modificación de patrones naturales de drenaje; cambio en la elevación de las aguas subterráneas; deslaves, erosión y sedimentación de ríos y lagos; degradación de vistas o destrucción de sitios culturales; e interferencia con la movilización de animales silvestres, ganado y residentes locales. Muchos de estos impactos pueden surgir, no sólo en el sitio de construcción, sino también en el sitio de las pedreras, “canteras apropiadas” y áreas de almacenamiento de materiales que sirven al proyecto. Adicionalmente, pueden darse impactos ambientales y socioculturales adversos en proyectos tanto de construcción como de mantenimiento, como la contaminación del aire y del suelo, proveniente de las plantas de asfalto, el polvo y el ruido del equipo de construcción y la dinamita; el uso de

---

<sup>1</sup> Libro de Consulta para Evaluación Ambiental Volumen II, Lineamientos sectoriales.

pesticidas, derrames de combustible y aceites; la basura; y, en proyectos grandes, la presencia de mano de obra no residente.”

Este estudio pretende identificar, evaluar y valorar los posibles impactos ambientales que la construcción, operación y mantenimiento de la vía ocasionará.

Para efectos de este estudio, se analizó los impactos ambientales con la matriz causa-efecto de Leopold que permitió establecer la valoración de las acciones que causan modificaciones en el medio ambiente. También dimos medidas de atenuación que se aplican a los impactos negativos más desfavorables.

### **9.1. Contenido de un Estudio de Impacto Ambiental (EsIA)**

Pese a existir diversidad de metodologías todo estudio de impacto ambiental deberá contener los siguientes puntos comunes:

1. Descripción de área de estudio
2. Descripción del proyecto a ejecutar y situación actual.
3. Identificar y evaluar la magnitud de los impactos positivos y negativos (EIA).
4. Interpretación de los resultados obtenidos
5. Emitir las medidas correctoras.
6. Recomendaciones de operación y mantenimiento

### **9.1.1 Métodos que se utilizó para identificar impactos**

Las metodologías no proporcionan respuestas completas a todas las preguntas sobre los impactos de un posible proyecto. Los propósitos importantes del uso de metodologías se citan a continuación:

- Asegurar que se han incluido en el estudio todos los factores ambientales pertinentes.
- Proporcionar un medio de síntesis de la información.

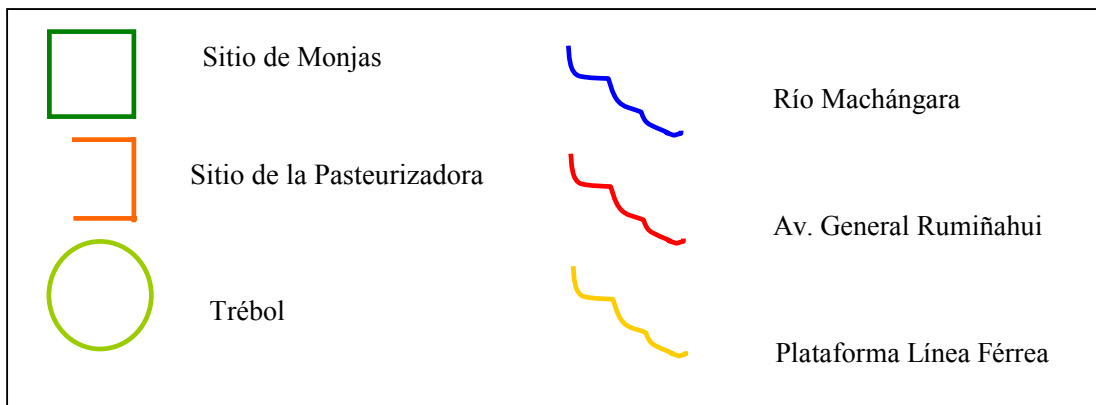
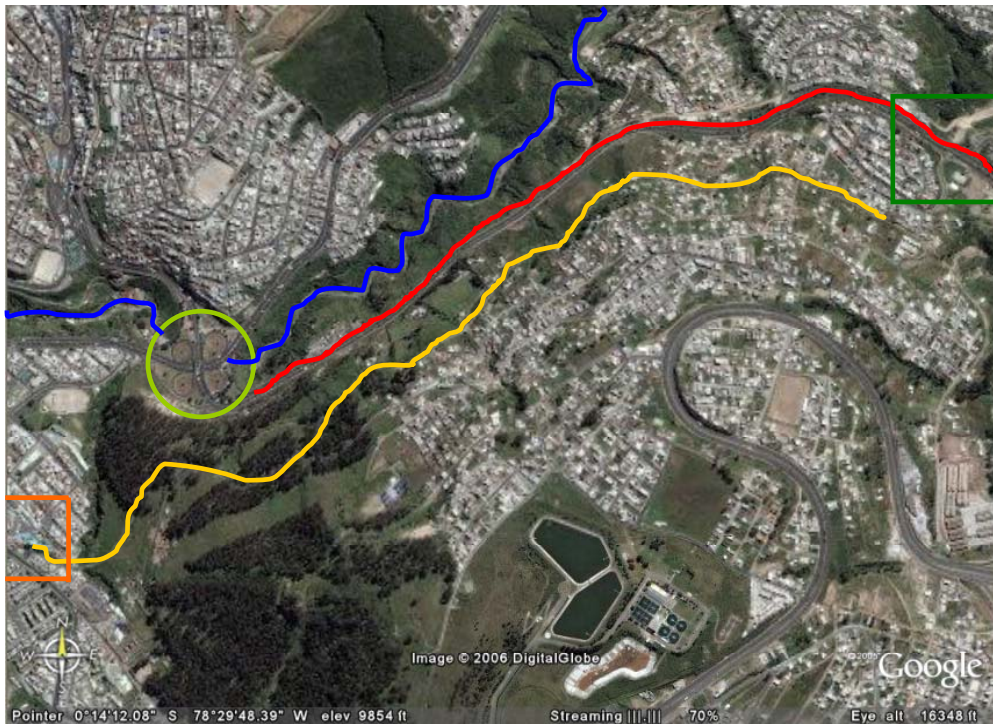
#### **9.1.1.1 Método de Leopold**

Las matrices causa-efecto son sobre todo, métodos de identificación y valorización que pueden ser ajustados a las distintas fases del proyecto, arrojando datos cualitativos y cuantitativos, realizando un análisis de las relaciones de causalidad entre una acción dada y sus posibles efectos en el medio.

### **9.1.2 Medidas Correctoras**

Son el conjunto de obras físicas, planes, proyectos específicos, que se deben construir o materializar para reducir al mínimo, o eliminar totalmente, los impactos negativos del proyecto en el ecosistema comprendido dentro de la zona de influencia.

## 9.2. Descripción general del área del proyecto



**Figura 9.1.- Foto satelital Google Earth y leyenda.**

### 9.2.1 Localización y Clima

La obra esta ubicada en el sureste del DM de Quito en el barrio San José de Monjas. Va desde la Av. Napo norte hasta Autopista General Rumiñahui saliendo por el barrio San José se Monjas. La plataforma de la línea férrea en desuso es plana, en el lado noroeste de ella hay quebradas, al sureste hay pendientes y esta ubicada a 2830 m.s.n.m. aproximadamente.

El clima tiene grandes contrastes que se presentan durante el transcurso de un mismo día. La temperatura fluctúa de 10 a 25 grados centígrados, la humedad promedio es de 63 %, siendo la máxima 86% y la mínima 40%. La velocidad del viento promedio es de 9.5 km/h.

La población del DM Quito es de 1'399.378 habitantes hasta el 2001 con una tasa de crecimiento de 2.8%.



**Figura 9.2.** Fotos Satelitales Google Earth. A la izquierda está la Av. Napo y a la derecha la Autopista General Rumiñahui.

### 9.2.2 Hidrología

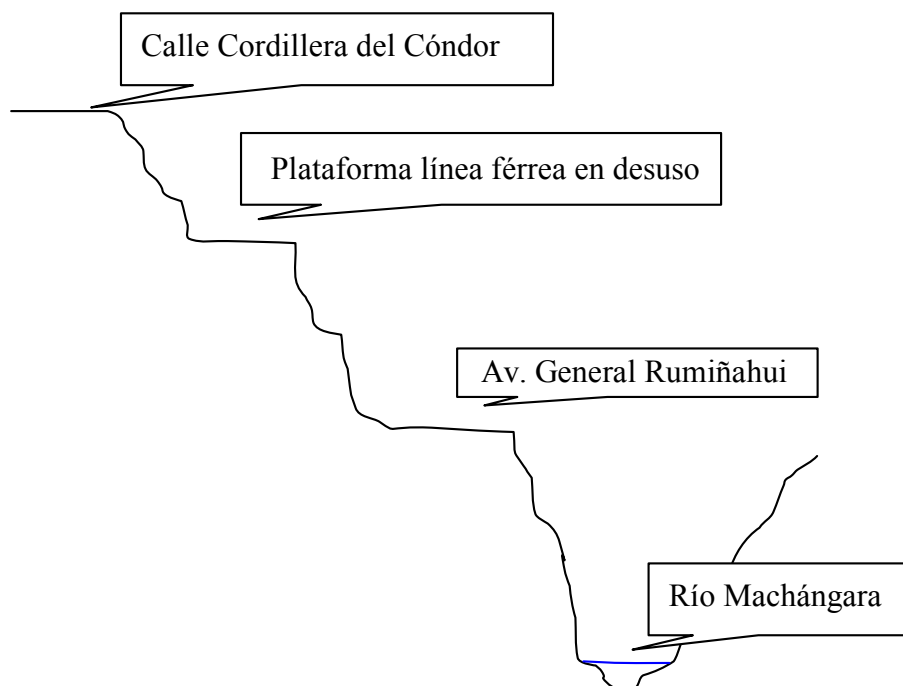
El río Machángara se encuentra a 115 m. hacia el noroeste y a 135 m. de alto desde el río hasta la plataforma de la línea férrea en desuso. Actualmente presenta contaminación, que genera mal olor en el entorno, presencia de basura, escombros y roedores en las laderas de la quebrada. Se arrastra descargas clandestinas de aguas servidas hacia el río (principalmente de fábricas). Cabe

indicar que el Plan General de Desarrollo Territorial (2001) estableció como uno de sus proyectos fundamentales y prioritarios la recuperación del río Machángara. Este afán coincide con los objetivos de la Corporación de Salud Ambiental de Quito, y ha permitido desarrollar, en conjunto, el proyecto “PARQUE LINEAL MACHÁNGARA” como una propuesta integral que comprende dos componentes esenciales: la descontaminación del río y la recuperación de la quebrada y áreas verdes para conformar espacios recreativos de alta calidad paisajística y ambiental.

### 9.2.3 Características geológicas y geotécnicas

#### 9.2.3.1 Geomorfología

El sector a estudiar tiene quebradas al lado noroeste y pendiente al lado sureste casi en su totalidad.



**Figura 9.3.** Corte Transversal 1+500



Desde la plataforma de la línea férrea en desuso hasta la Av. General Rumiñahui la quebrada tiene pendiente con ángulo de  $60^\circ$  con una altura de 90 m, y desde la autopista al río Machángara la quebrada tiene pendiente con ángulo de  $70^\circ$  y una altura de 90 m. En cambio en el lado Sureste, desde la plataforma de la línea férrea en desuso hasta la calle Cordillera del Cóndor hay una pendiente con ángulo de  $60^\circ$  y una altura de 60 m. El suelo tiene las características de acuerdo a las que se indican en el Capítulo 5, correspondiente a Estudio de Suelos.

#### **9.2.3.2 Formaciones superficiales**

La ciudad está rodeada de los volcanes Pichincha, Cotopaxi, Antisana y Cayambe. La placa de Nazcar que se desplaza hacia el este con una velocidad aproximada de 6,5 cm. al año y la Sudamericana que se dirige hacia el oeste, con una velocidad aproximada de 3 cm. al año provocan una colisión de estas placas que ha generado esfuerzos de compresión y con ello, la edificación de la Cordillera de los Andes.

#### **9.2.3.3 Geología estructural**

La ubicación del Ecuador cerca de la zona donde convergen las placas Nazcar y Sudamericana determina una importante actividad sísmica en su territorio.

#### **9.2.3.4 Riesgo sísmico**

En el caso del D.M. Quito, durante la colonia se registraron 3 terremotos con intensidades de grado 9, dos de grado 8 y al menos 4 de grado 7; esto

representa un periodo de retorno de 50 años para que en el D.M. Quito se produzca un sismo de intensidad 7 o más en la escala MSK. El último tuvo lugar en marzo de 1987.

#### **9.2.4 Calidad del agua**

Como se menciono, el río Machángara está contaminado aun por aguas servidas domésticas e industriales hasta que se concluya el proyecto mencionado en el numeral 9.2.2.

El agua que baja de la quebrada hacia la Autopista General Rumiñahui, tomando como referencia el kilómetro 1+500 de la plataforma, tienen mal olor. El resto no, y bajan desde la autopista, por medio de un buen alcantarillado, al río Machángara.

#### **9.2.5 Calidad del aire**

En la Av. Napo hay una gran contaminación. Se siente el humo que emanan los automotores debido a la congestión que existe en las horas pico. También en ese lado, se encuentra la Pasteurizadora Quito S.A.

En la Autopista General Rumiñahui, existe el mismo problema con el automotor en horas pico.

En toda la plataforma de la línea férrea en desuso el aire se lo puede considerar puro debido a que el tráfico vehicular es despreciable. Pero

aproximadamente en la mitad del tramo existen descargas de aguas servidas leves y el olor en ese sector es desagradable.

### 9.2.6 Ruido

El ruido producido tanto en Av. Napo como en la Autopista General Rumiñahui está entre 80 y 110 dBA aproximadamente, según la tabla 9.1.

Mientras que entre las 2 intersecciones el ruido es despreciable debido que son muy pocos los vehículos que circulan por la plataforma de la línea férrea en desuso.

**Tabla 9.1.** Fuentes conocidas de ruido en nuestra vida diaria. Fuente: Manual de Evaluación de Impacto Ambiental, 1997, Pág. 371.

SPL, dBA	Ejemplo
0	Umbral de audición
20	Estudio para películas sonoras
30	Estudio de radio difusión
40	Habitación muy tranquila
50	Vivienda
60	Conversación normal
70	Tráfico a 30 m
74	Automóvil circulando a 6m
80	Furgoneta a 6 m
90	Metro a 6 m
100	Telar en industria textil
110	Motocicleta a 6 m
120	Pico máximo de grupo de rock and roll
140	Avión a reacción volando a 6 m

### 9.2.7 Características ecológicas del área

El río Machángara se implanta al noroeste de la plataforma de la línea férrea en desuso y en el lado sureste hay un bosque de eucaliptos con aproximadamente 37.73 Hectáreas.

## 9.3. Autopista Napo-Monjas con solución en sus intersecciones

### 9.3.1 Estado actual

El ancho de la plataforma de la línea férrea en desuso es de 5 m. mínimo y tiene un máximo de 10 m. con una longitud de 3 Km. aproximadamente.



Figura 9.4.- División de sectores. Fotos satelitales Google Earth.

Existe el río Machángara al lado noroeste de la plataforma de la línea férrea en desuso y en el lado sureste hay un bosque de aproximadamente 37.73 Hectáreas.

El suelo tiene las características de acuerdo a las que se indican en el Capítulo 5, correspondiente a Estudio de Suelos.

Se puede dividir la longitud de la vía a analizar en 4 partes:

1. El sitio de la Pasteurizadora.
2. Del Km. 0+000 al Km. 1+550. Entre estas abscisas hay un bosque de 37.73 He. aproximadamente, de las cuales 12.58 He. están hacia el lado noreste y 25.15 al suroeste de la plataforma de la línea férrea en desuso.
3. Del Km.1+550 hasta el 2+950 está en proceso de consolidación en su gran mayoría, más hacia el lado suroeste de la plataforma, y
4. el sitio de Monjas en la Autopista General Rumiñahui.

En el sitio de la Pasteurizadora hay congestión vehicular, se siente la contaminación, el uso del suelo es urbano-comercial. No existe buena señalización. Actualmente la EMSAT esta realizando trabajos para mejorar la señalización y el tráfico. También en este sector hay una cancha de ecuavoley de cemento.

La plataforma de la línea férrea en desuso en el Km. 0+000 hasta el Km. 1+550 tiene un ancho de 10 m en los primeros 100 m. de longitud, y luego el ancho es de 5 m. atravesando por el bosque de eucaliptos.

Desde el Km. 1+550 hasta el 2+950 el ancho mínimo es de 5m y el máximo de 8m. Este tramo atraviesa por una zona prácticamente urbana en el lado sureste de la plataforma de la línea férrea en desuso.

En la Autopista General Rumiñahui a lado sureste, existen dos cancha pequeñas de fútbol, una de cemento y otra de tierra. A lado suroeste hay casas sobre una pendiente. Al noreste se encuentra monjas bajo y al noroeste hay una quebrada.

### **9.3.2 Proyecto**

El proyecto propone el recorrido y direccionamiento actuales, pero se los mejoró geométricamente, tanto en diseño vertical como horizontal. Hay ampliación en la mayoría del trazado, y se trata de tener corte en vez de relleno debido a la pronunciada quebrada que existe a lado noroeste de la plataforma de la línea férrea en desuso. La vía a diseñar es de dos carriles, uno por sentido y cada uno de 3,65 m., con espaldones de 2.00 m., dando un ancho de 11,30 m. sin considerar cunetas y taludes de corte y relleno.

Además el proyecto propuso solución en sus dos intersecciones. En la Av. Napo se dio una solución a nivel, mediante señalización vertical y horizontal. Y en la Autopista General Rumiñahui se dio una solución a desnivel mediante un puente de un carril para los vehículos que viene desde el peaje y que van hacia el sur.

El proceso, una vez realizada la contratación comienza con la elección del campamento, movilización e instalación del mismo. Debe ser un lugar higiénico para preservar la salud de los trabajadores. Si no lo hay, se debe escoger el mejor sitio y realizar obras para dar las condiciones óptimas al lugar. Debe proporcionar letrinas, y estas deben ser ubicadas considerando la dirección del viento. El agua para higiene personal debe ser potable. Puede ser mediante una acometida, si no, se debe traer agua potable mediante tanqueros. (Como el proyecto es en una zona urbana, se puede contratar mano de obra del lugar para evitar la construcción del campamento).

Se selecciona el lugar donde se guarda y da mantenimiento a la maquinaria pesada. El cual debe estar lo más alejado de las zonas urbanas y tener un sistema adecuado de recolección de lubricantes que van a derramar las máquinas. Puede ser ubicando perimetralmente un canal recolector de hormigón que desemboque en pozos metálicos.

Se procederá con la remoción de obstáculos misceláneos (casas y otras construcciones), cercas, alcantarillas, teniendo en cuenta la adecuación, reconstrucción, construcción y expropiación.

Se deberá hacer trabajos de excavación y conformación de subrasante con maquinaria pesada. Lo cual implica la remoción de la capa vegetal, cortes y rellenos que pueden producir deslizamientos debido a las pendientes y quebradas pronunciadas del sector. Se excavará y rellenará como se indique en los planos, hasta obtener nivel de la obra básica. Se sugiere poner muros de gaviones en los

taludes en relleno para evitar deslizamientos. Y cunetas de coronación en los taludes en corte para protegerlos.

Se rechazará material inadecuado, material de derrumbes y deslizamientos, los cuales deben ser transportados a botaderos previamente designados mediante volquetas.

Después de la obra básica, por tramos se irá colocando la base y subbase la cual proviene de la mina seleccionada en el Capítulo 5, correspondiente a Estudio de Suelos. Este material se lo transportará por medio de volquetas y será compactada con apisonadoras. Luego se seleccionará el lugar donde ira la planta de asfalto, el cual deberá estar lo más lejos de la zona urbana debido al ruido y contaminación que esta produce. Ahí se procesa el asfalto y luego con una distribuidora por tramos se colocará la carpeta en la vía, la cual se la deberá apisonar.

Después se pondrá la señalización y dispositivos de control de tráfico necesarios, puentes peatonales y paradas de buses, para proteger al peatón.

En el paso elevado, se sugirió la construcción de un puente mixto, de vigas metálicas con losa de hormigón armado para evitar la interrupción del tráfico en la Autopista General Rumiñahui al lanzar las vigas a los estribos que deben estar previamente construidos.



#### 9.4. Identificación y cuantificación de impactos ambientales

Para cuantificar las acciones y los factores, se utilizó el método propuesto por Leopold y se tomó en cuenta el área de referencia, que es aquella área que teniendo contacto directo con el proyecto se halla directamente ligada al mismo.

Los factores y acciones, se escogieron de la lista propuesta por el departamento de autopista de Oregon (1973), que desarrolló una matriz de interacción para la identificación de impactos, con 84 factores (filas) y 72 acciones (columnas), en donde se indican los impactos para A.- Elementos del diseño y la ubicación, B.- Durante las obras y C.- Explotación u operación y mantenimiento. Los elementos de la matriz se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 9.2.** Acciones y factores para la matriz Leopold propuesta por El Departamento de Autopistas de Oregon (1973).

CONDICIONES AMBIENTALES		ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR IMPACTO	
A CARACTERÍSTICAS FÍSICAS QUÍMICAS		A ELEMENTO DEL DISEÑO Y LA UBICACIÓN	
A 1	Tierra	A 1	Modificación del régimen
	a Recursos minerales (preciosos)		a Modificación de hábitad
	b Recursos minerales (comunes)		b Alteración de la hidrología
	c Suelos		c Canalizaciones
	d Morfología terreno		d Riesgos
			e Explanación y pavimentación
A 2	Agua	A 2	Transformaciones de terreno y construcción
	a Superficiales		a Construcción de autopista y puentes
	b Océanos y estuarios		b Construcción de autopista y caminos
	c Subterránea		c Construcción de barreras incluso vallas
	d Nieve y hielo		d Dragado y alineación de canales
	e Recargas-percolación		e Revestimiento de canales
	f Calidad		f Presas y embalsamientos
	g Temperatura		g Muelles y espigones
A 3	Atmósfera		h Instalaciones recreativas
	a Calidad		i Excavación y relleno

		<b>b</b>	Clima			<b>j</b>	Construcción de túneles e instalaciones subterráneas
		<b>c</b>	Temperatura			<b>k</b>	Control de la erosión
						<b>l</b>	Paisajismo
<b>A</b>	<b>4</b>		<b>Procesos</b>			<b>m</b>	Dragado de dársena
		<b>a</b>	Avenidas			<b>n</b>	Relleno y drenaje de marisma
		<b>b</b>	Erosión (eólicas o hídrica)			<b>o</b>	Alteración de rutas escénicas
		<b>c</b>	Sedimentación (eólica o hídrica)			<b>p</b>	Eliminación de vertederos y escombreras
		<b>d</b>	Disolución				
		<b>e</b>	Compactación y asentamientos		<b>A</b>	<b>3</b>	<b>Excavación de pozos</b>
		<b>f</b>	Estabilidad (deslizamientos y vuelcos)		<b>A</b>	<b>4</b>	<b>Renovación y protección de recursos</b>
		<b>g</b>	Movimientos de masas de aire			<b>a</b>	Reforestación
		<b>h</b>	Incendios			<b>b</b>	Adecuación de cunetas y taludes
		<b>i</b>	Evaporación				
					<b>A</b>	<b>5</b>	<b>Cambios en el tráfico</b>
<b>B</b>			<b>CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS</b>			<b>a</b>	ferrocarril
						<b>b</b>	Automóviles
<b>B</b>	<b>1</b>		<b>Flora</b>			<b>c</b>	Camiones
		<b>a</b>	Árboles			<b>d</b>	Tráfico fluvial y en canales
		<b>b</b>	Arbustos			<b>e</b>	Navegación de recreo
		<b>c</b>	Herbáceas			<b>f</b>	Caminos
		<b>d</b>	Cultivos			<b>g</b>	Comunicaciones
		<b>e</b>	Microflora			<b>h</b>	Oleoducto
		<b>f</b>	Plantas acuáticas				
		<b>g</b>	Especies en peligro		<b>B</b>		<b>DURANTE LAS OBRAS</b>
		<b>h</b>	Barreras				
		<b>i</b>	Corredores		<b>B</b>	<b>1</b>	<b>Modificación del régimen</b>
						<b>a</b>	Introducción de flora y fauna exótica
<b>B</b>	<b>2</b>		<b>Fauna</b>			<b>b</b>	Controles biológicos
		<b>a</b>	Aves			<b>c</b>	Alteraciones de la cubierta del suelo
		<b>b</b>	Animales terrestres			<b>d</b>	Alteraciones de drenaje
		<b>c</b>	Peces y crustáceos			<b>e</b>	Control del río y modificación del caudal
		<b>d</b>	Otros organismos acuáticos			<b>f</b>	Quemas
		<b>e</b>	Insectos				
		<b>f</b>	Micro fauna		<b>B</b>	<b>2</b>	<b>Transformación de terrenos y construcción</b>
		<b>g</b>	Especies en peligro			<b>a</b>	Voladuras y barrenas
		<b>h</b>	Barreras			<b>b</b>	Relleno y drenaje de marisma
		<b>i</b>	Corredores			<b>c</b>	Talas y claras
						<b>d</b>	Presas y embalsamientos
<b>C</b>			<b>FACTORES CULTURALES</b>				
					<b>B</b>	<b>3</b>	<b>Extracción de recursos</b>
<b>C</b>	<b>1</b>		<b>Usos del suelo</b>			<b>a</b>	Voladuras y barrenas
		<b>a</b>	Naturaleza			<b>b</b>	Excavaciones superficiales
		<b>b</b>	Espacio abiertos			<b>c</b>	Excavaciones subterráneas
		<b>c</b>	Humedades			<b>d</b>	Excavaciones pozos y eliminación fluidos
		<b>d</b>	Bosques			<b>e</b>	Dragados
		<b>e</b>	Patios				
		<b>f</b>	Agricultura		<b>B</b>	<b>4</b>	<b>Cambios en el tráfico</b>
		<b>g</b>	Residencial			<b>a</b>	Ferrocarril
		<b>h</b>	Comercial			<b>b</b>	Automóvil
		<b>i</b>	Industrial			<b>c</b>	Camiones
		<b>j</b>	Lagos y ríos			<b>d</b>	Tráfico fluvial y en canales
						<b>e</b>	Navegación de recreo

<b>C 2</b>	<b>Recreo</b>		<b>f</b>	Caminos y senderos
	<b>a</b>	Caza	<b>g</b>	Comunicaciones
	<b>b</b>	Pesca	<b>h</b>	Oleoductos
	<b>c</b>	Navegación		
	<b>d</b>	Baños	<b>B 5</b>	<b>Acumulación y tratamiento de residuos</b>
	<b>e</b>	Acampadas	<b>a</b>	Vertedero
	<b>f</b>	Excursionismo	<b>b</b>	Acumulación de restos, rechazos y sobrantes
	<b>g</b>	Picnic	<b>c</b>	Emisiones líquidas y de los tubos de escape
	<b>h</b>	Instalaciones de recreo	<b>d</b>	Emisiones de chimeneas y tubos de escape
	<b>i</b>	Deportes de invierno	<b>e</b>	Derrames de lubricantes
	<b>j</b>	Escala de rocas		
<b>C 3</b>	<b>Estética e interés humano</b>		<b>B 6</b>	<b>Estabilización química del suelo</b>
	<b>a</b>	Vistas escénicas y panorámicas	<b>B 7</b>	<b>Accidentes</b>
	<b>b</b>	Caudales naturales	<b>a</b>	Explosiones
	<b>c</b>	Cualidades de espacio abierto	<b>b</b>	Derrames y escapes
	<b>d</b>	Composición del paisaje	<b>c</b>	Emisiones de chimeneas y tubos de escape
	<b>e</b>	Rasgos físicos singulares		
	<b>f</b>	Parques y reservas	<b>C</b>	<b>EXPLORACIÓN</b>
	<b>j</b>	Monumentos		
	<b>h</b>	Especies o ecosistemas raros o únicos	<b>C 1</b>	<b>Acumulación y tratamiento de residuos</b>
	<b>i</b>	Sitios y objetos históricos y arqueológicos	<b>a</b>	Vertidos de efluentes líquidos
	<b>j</b>	Presencia de rasgos incompatibles	<b>b</b>	Aspecto de las fosas sépticas
			<b>c</b>	Emisiones de chimeneas y tubos de escape
<b>C 4</b>	<b>Estatus cultural</b>			
	<b>a</b>	Pautas culturales	<b>C 2</b>	<b>Tratamientos químicos</b>
	<b>b</b>	Salud	<b>a</b>	Fertilizantes
	<b>c</b>	Densidad de población	<b>b</b>	Deshielo químico
	<b>d</b>	Instituciones	<b>c</b>	Control de malas hierbas
	<b>e</b>	Grupos minoritarios	<b>d</b>	Control de incendios
	<b>f</b>	Grupos económicos		
<b>C 5</b>	<b>Instalaciones prefabricadas y actividades</b>			
	<b>a</b>	Construcciones	<b>C 3</b>	<b>Accidentes</b>
	<b>b</b>	Transporte	<b>a</b>	Exposiciones
	<b>c</b>	Redes de servicios	<b>b</b>	Vertidos y escapes
	<b>d</b>	Eliminación residuos	<b>c</b>	Fallos operativos
	<b>e</b>	Barreras		
	<b>f</b>	Corredores		
	<b>g</b>	Actividades del gobierno		

De esta lista se escogió y aumentó las acciones y factores que corresponden al proyecto, basándose en los estudios de campo, aéreo fotogrametrías, descripción

realizada en el numeral 9.3 del presente Capítulo, criterio de los integrantes que realizaron la presente tesis y bibliografía, quedando 18 factores para todas las fases, 8 acciones para la fase de operación, 2 acciones para la fase de operación y 2 acciones para la fase de mantenimiento.

A las acciones y factores que no tienen relación se les colocó ceros (0,0) uno en magnitud y otro en importancia. En la celda de magnitud se colocó signo positivo (si el impacto es positivo) y signo negativo (si el impacto es negativo).

Para evaluar la magnitud y la importancia se redujo el siguiente cuadro base, que son valores sugeridos por el libro “Introducción a la evaluación del impacto ambiental”:

**Tabla 9.3.** Valores de magnitud e importancia propuesta por Leopold.

<b>Magnitud</b>			<b>Importancia</b>		
<b>Calificación</b>	<b>Intensidad</b>	<b>Afectación</b>	<b>Calificación</b>	<b>Intensidad</b>	<b>Afectación</b>
1	Baja	baja	1	Temporal	puntual
2	Baja	media	2	Media	puntual
3	Baja	alta	3	Permanente	puntual
4	Media	baja	4	Temporal	local
5	Media	media	5	Media	local
6	Media	alta	6	Permanente	local
7	Alta	baja	7	Temporal	regional
8	Alta	media	8	Media	regional
9	Alta	alta	9	Permanente	regional
10	Muy alta	alta	10	Permanente	nacional

La reducción se hizo debido a que los métodos para evaluar impactos son muy subjetivo, lo que lleva a que el evaluador o evaluadores deben tener una gran experiencia en proyectos y evaluaciones de impactos de carreteras para dar valores precisos. La tabla 9.5. indica los valores que se utilizó para la matriz:

**Tabla 9.4.** Valores de magnitud e importancia propuestas.

<b>Magnitud</b>			<b>Importancia</b>		
<b>Calificación</b>	<b>Intensidad</b>	<b>Afectación</b>	<b>Calificación</b>	<b>Intensidad</b>	<b>Afectación</b>
1	Baja	baja	1	Temporal	puntual
2	Media	media	2	Media	puntual
3	Alta	alta	3	Permanente	puntual

Para colocar los valores en la matriz, se tomó en cuenta la definición de magnitud e importancia dada por el libro “Introducción a la evaluación del impacto ambiental”:

**Magnitud.**- la magnitud se considera una medida del grado, extensión o escala del impacto. Es una cifra de carácter objetivo y debe predecirse en función de las características ambientales del área. La magnitud del impacto responde a la pregunta ¿Cuánto se ha alterado el ambiente?

**Importancias.**- se define como la trascendencia del impacto, como el peso relativo de cada impacto con relación al resto. Es una cifra de carácter más subjetivo. La importancia responde a la pregunta ¿Interesa la alteración que se a producido?

Para obtener los valores de las celdas de “afectaciones” y “agregación de impactos” se hizo lo siguiente:

Para “afectación de impactos positivos”, se cuenta cuantos impactos positivos hay, y este valor se lo coloca en la celda. De igual forma se hace para “afectación de impactos negativos”, se cuenta cuantos impactos negativos hay, y este valor se lo coloca en la celda correspondiente.

Para “agregación de impacto” se multiplica la magnitud con la importancia de cada celda en la que hay impacto, y la sumatoria es el valor a colocar tanto en filas como en columnas.

Luego se obtiene la sumatoria de “afectaciones” y “agregaciones” para comprobar que la matriz esté bien procesada.

A continuación se muestran las matrices y un resumen de los resultados de acciones y factores obtenidos para cada una de las fases:

**Tabla 9.5.** Resumen de resultados de acciones de la matriz causa-efecto

<b>FASE DE CONSTRUCCIÓN</b>	
<b>ACCIONES</b>	
<b>Transformación de terreno y construcción</b>	
Construcción de autopista y puentes	-53
Excavación y relleno	-50
Revestimiento de canales	-5
<b>Modificación del régimen</b>	
Alteración de la cubierta del suelo	-22
<b>Transformación de terrenos y construcción</b>	
Talas y claras	-21
<b>Cambios en el tránsito</b>	
Automóviles y camiones	-14
<b>Acumulación y tratamiento de residuos</b>	
Acumulación de restos, rechazos y sobrantes	-17
Emisiones líquidas, de los tubos de escape y chimeneas	-21
<b>SUMATORIA =</b>	
	<b>-203</b>
<b>FASE DE OPERACIÓN</b>	
<b>ACCIONES</b>	
<b>Acumulación y tratamientos de residuos</b>	
Emisiones de chimenea y tubos de escape	-33
<b>Accidentes</b>	
Fallos operativos	-2
<b>SUMATORIA =</b>	
	<b>-35</b>
<b>FASE DE OPERACIÓN</b>	
<b>ACCIONES</b>	
Bacheo	-11
Limpieza de cunetas	-4
<b>SUMATORIA =</b>	
	<b>-15</b>

Tabla 9.6. Matriz Leopold Fase de Construcción.

FASE DE CONSTRUCCIÓN																																		
		ELEMENTOS DEL DISEÑO Y LA UBICACIÓN						DURANTE LAS OBRAS																										
		ACCIONES																																
		Transformación de terreno y construcción		Construcción de autopista y puentes		Excavación y relleno		Revestimiento de canales		Modificación del régimen																								
										Alteración de la cubierta del suelo		Transformación de terrenos y construcción		Talas y claras		Cambios en el tránsito		Automóviles y camiones		Acumulación y tratamiento de residuos		Acumulación de restos, rechazos y sobrantes		Emisiones líquidas, de los tubos de escape y chimeneas		AFECTACIONES POSITIVAS (+)			AFECTACIONES NEGATIVAS (-)			AGREGACION DE IMPACTOS TOTAL		
<b>FACTORES</b>																																		
<b>Tierra</b>																																		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS QUÍMICA	Suelos		M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	0	5	-23							
	Morfología terreno		-3	3	-2	2	-1	3	-1	1	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	-9					
	<b>Agua</b>																																	
	Superficiales		-2	1	0	0	-1	1	-2	2	-1	2	0	0	-2	1	-1	2	0	6	-13													
	<b>Atmósfera</b>																																	
	Calidad		-2	1	-3	1	-1	2	0	0	-1	2	-2	2	-1	1	-1	2	0	7	-16													
<b>Procesos</b>																																		
Estabilidad de taludes		0	0	-2	2	2	3	-2	2	-1	2	0	0	0	0	0	0	1	3	-4														
<b>Flora</b>																																		
CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS	Árboles		-1	2	-1	2	0	0	-1	2	-1	3	0	0	0	0	0	0	0	4	-9													
	<b>Fauna</b>																																	
	Aves		-1	2	-1	2	0	0	-1	2	-1	3	0	0	0	0	-1	2	0	5	-11													
	Animales terrestres		-1	2	-1	2	0	0	-1	2	-1	3	0	0	0	0	-1	2	0	5	-11													
	Insectos		-1	2	-1	2	0	0	-2	2	-1	3	0	0	0	0	-1	2	0	5	-13													
<b>Usos del suelo</b>																																		
FACTORES CULTURALES	Residencial		-2	3	-2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	2	0	0	0	3	-16													
	Comercial		-2	1	-2	1	0	0	0	0	0	0	-1	2	0	0	0	0	0	3	-6													
	Industrial		-1	1	-2	1	0	0	0	0	0	0	-1	2	0	0	0	0	0	3	-5													
	<b>Recreo</b>																																	
	Deportes		-2	3	-1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	2	-1	2	0	4	-13													
	<b>Estética e interés humano</b>																																	
	Parque ecológico		-3	2	-3	2	0	0	-1	2	-1	3	0	0	0	0	-1	1	0	5	-18													
	<b>Factor cultural</b>																																	
	Salud		-1	2	-1	2	-1	2	0	0	0	0	-1	2	-2	2	-1	2	0	6	-14													
	<b>Instalaciones prefabricadas y actividades</b>																																	
	Transporte		-1	2	-1	2	0	0	0	0	0	0	-1	2	-1	2	0	0	0	4	-8													
	Redes de servicios		-1	3	-1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	-6													
Eliminación residuos		-1	2	-1	2	0	0	0	0	0	0	-1	2	-1	2	0	0	0	4	-8														
<b>AFECTACIONES POSITIVAS (+)</b>		0		0		1		0		0		0		0		0		1		0		0		1		0								
<b>AFECTACIONES NEGATIVAS (-)</b>		17		17		5		9		8		6		7		9		78		0		0		0		0								
<b>AGREGACIÓN DE IMPACTOS TOTAL</b>		-53		-50		-5		-22		-21		-14		-17		-21		-203		0		0		0		0								





**Tabla 9.8.- Resumen de resultados de factores de la matriz causa-efecto**

<b>FACTORES</b>	<b>FASE DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>FASE DE OPERACIÓN</b>	<b>FASE DE MANTENIMIENTO</b>
<b>Tierra</b>			
Suelos	-23	0	0
Morfología terreno	-9	0	0
<b>Agua</b>			
Superficiales	-13	-2	0
<b>Atmósfera</b>			
Calidad	-16	-9	-1
<b>Procesos</b>			
Estabilidad	-4	0	0
<b>Flora</b>			
Árboles	-9	-4	0
<b>Fauna</b>			
Aves	-11	-4	-1
Animales terrestres	-11	-4	-1
Insectos	-13	0	-1
<b>Usos del suelo</b>			
Residencial	-16	-3	-2
Comercial	-6	0	-2
Industrial	-5	0	-2
<b>Recreo</b>			
Deportes	-13	-1	0
<b>Estética e interés humano</b>			
Parque ecológico	-18	0	0
<b>Factor cultural</b>			
Salud	-14	-6	-1
<b>Instalaciones prefabricadas y actividades</b>			
Transporte	-8	-1	-2
Redes de servicios	-6	0	0
Eliminación residuos	-8	-1	-2
<b>SUMATORIA =</b>	<b>-203</b>	<b>-35</b>	<b>-15</b>

Como se puede apreciar, en la fase de construcción del proyecto es donde se dio las medidas de mitigación debido a que el impacto ambiental provocado en esta, es el mayor.

## 9.5. Medidas correctoras

A continuación se dan medidas correctoras para la fase de construcción que es la de mayor impacto negativo, pero a la vez es la más corta comparada con la fase de operación.

Las medidas que se dieron son:

**Medidas de mitigación.-** que tienden a minimizar impactos negativos que se va a causar o ya fue causado.

**Medidas de prevención.-** se toman para evitar que sucedan impactos negativos previamente identificados.

**Medidas de compensación.-** se pueden dividir en medidas de indemnización, que contemplan el pago de un valor en efectivo por consecuencia del impacto negativo que se a causado, y medidas de restitución, que tratan de dejar el ambiente en similares condiciones a las que se registraban antes de la ejecución del proyecto.

### 9.5.1 Medidas correctoras para el proyecto en función de los factores

#### 9.5.1.1 Tierra.- (Suelos, Morfología del terreno)

El impacto que se le va a ocasionar al suelo es la pérdida de la capa vegetal, transformación de la morfología, contaminación por emisiones líquidas de maquinaria pesada y planta de asfalto.

Las medidas de compensación son:

- a) Reforestar y reponer la capa vegetal con especies similares, en los lugares afectados como caminos de acceso, campamento, sitio de la maquinaria pesada, sitio de la planta de asfalto. Colocar capa vegetal en los taludes a fin de mejorar el impacto visual y su estabilidad. Hacer un seguimiento de lo sembrado para verificar su crecimiento, en caso contrario, analizar y corregir a fin de recuperar la flora.

Las medidas de mitigación son:

- b) A parte del mantenimiento necesario para la maquinaria pesada y la planta de asfalto, revisarlos diariamente a fin de ver posibles fugas o mal funcionamiento de las máquinas. De existir reparar para su buen uso.
- c) En el lugar seleccionado para la maquinaria poner un canal de hormigón perimetral que descargue en un tanque de hormigón armado, el cual recolectara las emisiones líquidas, las cuales en lo posible se las reutilizará, de lo contrario se las debe transportar a lugares donde sea permitido botarlas o aislarlas.

#### **9.5.1.2 Agua.- (Superficial)**

El impacto que se va a ocasionar al agua lluvia es la contaminación por emisiones líquidas.

Las medidas de mitigación son las que se indican en los literales b y c del numeral 9.5.1.1.

#### **9.5.1.3 Atmósfera.- (Calidad)**

El impacto que se va ocasionar a la atmósfera es la contaminación por ruido, emisiones de tubos de escape de maquinaria pesada y la planta de asfalto, polvo producido por la excavación, el relleno y la circulación de maquinaria pesada.

Las medidas de mitigación, a parte de la que se indica en el literal b del numeral 9.5.1.1, son:

- a) Poner los filtros y silenciadores necesarios tanto en la maquinaria pesada como en la planta de asfalto, para minimizar las emisiones gaseosas y ruido de estas.
- b) Hacer un cronograma para informar a la comunidad cuando se realizará cortes, rellenos y recomendarles el uso de mascarillas durante esta etapa.
- c) En los caminos de acceso, regar agua con ayuda de tanqueros para que minimice el polvo que levanta la circulación de maquinaria pesada.

#### **9.5.1.4 Procesos.- (Estabilidad de taludes)**

El impacto que se va ocasionar a los taludes es su deslizamiento, sobre todo los taludes en relleno, que puede ser causado en el momento de realizar

compactaciones, debido a las quebradas muy pronunciadas en el lado noroeste de la plataforma de la línea férrea en desuso.

Las medidas de mitigación son:

a) Donde existen taludes en relleno, protegerlos mediante la construcción de muros.

b) Las medidas de prevención son:

c) Consolidar un proyecto geométrico donde tanto el trazado horizontal como vertical se encuentran en corte (dentro de la plataforma y a lado sureste de ella). Ver la alternativa 3 de diseño en el Capítulo 4 correspondiente a Proyecto Geométrico.

d) Donde la subrasante se encuentre cerca de quebradas muy pronunciadas, a pesar de estar en corte, se recomienda realizar los estudios necesarios para verificar si se necesita muro o no.

#### **9.5.1.5 Flora.- (Árboles)**

El impacto que se va a ocasionar a la flora es la tala de árboles. Los árboles talados en lo posible se deben utilizar como material de construcción, como encofrado, o llevarlos a un lugar donde puedan ser procesados y utilizados.

Las medidas de compensación son las que se indican en el literal a) del numeral 9.5.1.1.

#### **9.5.1.6 Fauna.-** (Aves, animales terrestres, insectos)

El impacto causado a la fauna es producido por la tala de árboles, remoción de la capa vegetal, las cuales quitan el hábitat de aves y animales terrestres. El levantamiento de polvo, el ruido que produce la maquinaria pesada, las emisiones de gases y líquidos de estas y la planta de asfalto, producirán una migración de la fauna existente en el área de influencia del proyecto.

La medida de compensación es la que se indica en el literal a) del numeral 9.5.1.1.

Las medidas de mitigación son las que se indican en los literales b y c del numeral 9.5.1.1, y en los literales a y c del numeral 9.5.1.3.

#### **9.5.1.7 Usos del suelos.-** (Residencial, comercial, industrial)

El impacto que causa el trazado del proyecto a zonas residenciales, comerciales e industriales (sobre todo si el diseño horizontal y vertical va en corte), es la remoción de casas, pequeñas tiendas y parte del muro de la Pasteurizadora Quito S.A., además habrá acumulación de restos a los costados de la plataforma de la línea férrea en desuso.

Las medidas de mitigación son:

- a) Si se aprueba el presente proyecto para su construcción se debe verificar mediante planos cuales son las propiedades, construcciones, tiendas a expropiar.
  
- b) Lo más pronto posible se debe comunicar a los habitantes, usuarios y trabajadores del sector, de la manera más conveniente, por donde va el trazado de la nueva vía e indicar las propiedades, construcciones, tiendas que deben ser indemnizadas y / o restituidas.

Las medidas de indemnización son:

- a) A cada dueño de la propiedad a indemnizar, se le debe dar un valor en moneda, en el caso de que la restitución de su propiedad sea menos favorable. Para ello, esto se hace por la vía legal, estipulado en la Ley de Caminos, Artículo 3, Capítulo 1, y en el Artículo 4 del Reglamento Aplicativo de dicha Ley.

Las medidas de restitución son:

- b) Realizar casas tipo en planos y elegir el sitio donde irán, para presentar a cada dueño que va a ser expropiado. Esto con el fin de que pueda elegir si quiere que su propiedad sea restituida o indemnizada. Se puede utilizar el derecho de vía del tren a fin de que la nueva construcción se ubique en ese lugar.

c) Se puede realizar un acuerdo entre los perjudicados por las expropiaciones y el constructor, a fin de poder construir un conjunto habitacional, el cual debe tener un precio razonable, comparado con las propiedades a expropiar, a fin de favorecer tanto al constructor económicamente, como a los afectados en su estilo de vida.

d) Reconstrucción del muro de la Pasteurizadora Quito S.A.

Las medidas de mitigación para la acumulación de restos son:

e) Tener lugares designados para colocar restos, rechazos y sobrantes, los cuales deberán ser evacuados a los botaderos municipales lo más pronto posible.

f) Cubrir con plástico el material alledaño a zonas urbanas para evitar que se levante polvo, hasta que pueda ser evacuado a botaderos municipales. Los plásticos deben ser reutilizados en lo posible.

#### **9.5.1.8 Recreo.- (Deportes)**

El impacto producido al recreo, es en el sitio de monjas en la Autopista General Rumiñahui, donde se encuentra 2 canchas pequeñas de fútbol (una de cemento y otra de tierra), y en el sitio de la Pasteurizadora Quito S.A. hay una cancha de ecuavoley de cemento. Estas canchas desaparecerán al realizar el presente proyecto.



Las medidas de mitigación son las que se indican en los literales a y b del numeral 9.5.1.7.

Las medidas de restitución son:

a) Reubicar las canchas de fútbol. Estas se las puede colocar hacia el lado este de donde se encuentran actualmente. Por otro lado, la cancha de ecuavoley se la puede ubicar en el Km. 0+250 donde se encuentra áreas abiertas. Las tres canchas se deben construir por lo menos con las características originales. En lo posible se las debe mejorar. Estas se las puede construir antes de empezar la obra, debido que la ubicación es en terrenos abiertos en donde no afectarían al presente proyecto.

#### **9.5.1.9 Estética e interés humano.- (Parque ecológico)**

El impacto que se va a dar, es hacia la gente que tiene como proyecto la creación de un “Parque ecológico”. El trazado de la nueva vía pondría fin a este proyecto.

Las medidas de mitigación son las que se indican en los literales a y b del numeral 9.5.1.7.

a) Dialogar con las personas interesadas en el parque ecológico a fin de llegar a un acuerdo que lleve a la realización de un nuevo parque ecológico o no, e indicar las ventajas que la vía dará a ese sector.

Las medidas de restitución son:

- b) Construcción del nuevo parque ecológico según acuerdo.

#### **9.5.1.10 Factor cultural.- (Salud)**

El impacto que el proyecto ocasiona a la salud de los habitantes del sector es por el ruido, emisiones líquidas y gaseosas de la maquinaria pesada y la planta de asfalto, las cuales dificultaría la respiración y aumentan el nivel de estrés.

La medida de mitigación, aparte de las que se indican en los literales b y c del numeral 9.5.1.1, y en los literales a, b y c del numeral 9.5.1.3, es:

- a) Ubicar la planta de asfalto y el sitio donde se da mantenimiento a la maquinaria pesada lo más alejado de las zonas urbanas, en un terreno apto para estos elementos y tomando en cuenta la dirección del viento.

#### **9.5.1.11 Instalaciones prefabricadas y actividades.- (Transporte, redes de servicios, eliminación residuos)**

El impacto que se va ocasionar al transporte, a pesar de ser mínimo el número de vehículos que circulan por la plataforma de la línea férrea en desuso, es la dificultad en la circulación continua y en algunos casos obstrucción de la misma. En la Autopista General Rumiñahui donde se

colocará un puente, no habrá interrupción del tránsito debido a que se sugiere un puente mixto de vigas de acero con losa de hormigón armado, de tal manera que se lanzarán las vigas a los estribos previamente construidos.

Las medidas de mitigación son:

- a) En los planos ver vías alternas por donde puedan circular los vehículos la cual deberá tener señalización vertical necesaria para el buen uso de ella.
- b) En los planos ver donde se puede construir una vía alterna la cual deberá tener señalización vertical necesaria para el buen uso de ella.
- c) Al cerrar la vía alterna que se ha construido, se deberá poner señalización vertical que lo indique para evitar accidentes.
- d) Cuando exista maquinaria y hombres trabajando se deberá poner letreros bien ubicados que lo indique.
- e) Se debe tener en cuenta la designación a personal para que ayude al buen uso de las vías alternas en caso de que el peligro sea muy alto, debido al uso de maquinaria pesada cerca de la vía.

El impacto que se va a ocasionar a las redes de servicio es el daño que se puede producir durante la excavación y relleno.

Las medidas de prevención:

**f)** Obtener planos de redes de agua potable, alcantarillado y luz de las entidades pertinentes, para ver si el trazado de la vía afecta a estas instalaciones.

Las medidas de mitigación:

**g)** En caso de que el trazado afecta alguna o varias redes de servicio, ver la mejor solución, tanto humana como económica y constructiva.

El impacto que se va ocasionar a la eliminación de residuos o basura, es debido a la parcial obstrucción de la plataforma de la línea férrea en desuso, lo cual no permitirá que el camión de la basura ingrese a los lugares habituales para poder recoger los desperdicios que los habitantes del sector dejan en los horarios preestablecidos.

Las medidas de mitigación son:

**h)** En los días donde los habitantes del sector de monjas alto saquen su basura, si el camión recolector no puede llegar hasta el lugar habitual, se deberá transportar la basura hasta donde el camión llegue. Dependiendo del volumen se utilizará mano de obra, una camioneta o volqueta.

## **9.5.2 Medidas correctoras para el proyecto en función de las acciones**

### **9.5.2.1 Transformación de terreno y construcción**

#### **9.5.2.1.1 Construcción de autopista y puentes**

Durante esta obra el impacto causado es el ruido, emisiones líquidas y gaseosas que producirán la maquinaria pesada y la planta de asfalto. Pueden existir deslizamientos en el momento de la compactación dada a cada capa, debido a la quebrada existente en el lado noroeste de la plataforma de la línea férrea en desuso. Puede producirse accidentes durante esta obra. Habrá cambios del tránsito que se lo analizó en el numeral 9.5.2.4. más adelante.

Las medidas de mitigación son las que se indica en el los literales b y c del numeral 9.5.1.1, en los literales a, b y c del numeral 9.5.1.3.

Las medidas de prevención, aparte de la que se indica en el literal a del numeral 9.5.1.10, son:

- a) Tener todo lo necesario para dar los primeros auxilios, tanto material como personal, y un vehículo para poder transportar al o los heridos, en caso de existir un accidente.
- b) Localizar centros médicos y hospitales cercanos a los lugares de trabajo a fin de saber donde se puede trasladar al herido en caso de emergencia.
- c) Tener personal que sepa sobre primeros auxilios, o instruirlos.

### **9.5.2.1.2 Excavación y relleno**

Durante esta obra el impacto causado a parte del ruido de la maquinaria pesada, es la contaminación por emisiones líquidas y gaseosas de esta. El levantamiento de polvo que se producirá por el gran movimiento de tierras que se va a realizar, debido que el proyecto se ubica más en corte que en relleno, por lo que este material debe desalojarse mediante volquetas a los botaderos designados por el municipio. Pueden existir accidentes por el deslizamiento de un talud en corte. Habrá cambios del tránsito que se lo analizó en el numeral 9.5.2.4. más adelante.

Las medidas de mitigación son las que se indican en los literales b) y c) del numeral 9.5.1.1, y en los literales a, b y c del numeral 9.5.1.3.

Las medidas de prevención es la que se indica en el literal a del numeral 9.5.1.10, y en los literales a, b y c del numeral 9.5.2.1.1.

### **9.5.2.1.3 Revestimiento de canales**

Durante esta acción, el impacto causado es el ruido que producirá la bomba para transportar el hormigón desde la hormigonera a las cunetas y cunetas de coronación, en el caso de que estas últimas sean revestidas.

La medida de mitigación es:

- a) Que la bomba a utilizar tenga silenciador.

## **9.5.2.2 Modificación del régimen**

### **9.5.2.2.1 Alteración de la cubierta vegetal**

Durante esta acción, el impacto causado es pérdida tanto de flora como fauna, impacto visual, levantamiento de polvo, ruido, emisiones líquidas y gaseosas de maquinaria. Acumulación de restos que se lo analizó más adelante en el numeral 9.5.2.5.

La medida de compensación es la que se indica en el literal a del numeral 9.5.1.1.

Las medidas de mitigación son las que se indican en los literales b y c del numeral 9.5.1.1, y en los literales a y c del numeral 9.5.1.3.

## **9.5.2.3 Transformación de terrenos y construcción**

### **9.5.2.3.1 Talas y claras**

Durante esta acción el impacto producido es la pérdida de árboles, arbustos, capa vegetal, aves, animales terrestres e insectos.

Las medidas de compensación es indicada en el literal a del numeral 9.5.1.1.

#### **9.5.2.4 Cambios en el tránsito**

##### **9.5.2.4.1 Automóviles y camiones**

Va a existir cambios en el tránsito tanto en la plataforma de la línea férrea en desuso, como al lanzar la viga de acero en el sitio de monjas en la Autopista General Rumiñahui.

Las medidas de mitigación, a parte de las que se indican en los literales a, b, c, d y e del numeral 9.5.1.11, son:

- a) Antes de suspender el tránsito, se deberá picar el parterre central tanto en el lado noroeste de la Autopista General Rumiñahui donde va el puente, como en el lado sureste. El propósito es usar el carril con dirección peaje-trébol para los 2 sentidos hasta que se lance las vigas de acero y estas estén seguras para evitar accidentes.
  
- b) Se debe prevenir a los ocupantes de esta vía cuando se suspenderá el tránsito del carril con dirección trébol-peaje, mediante pancartas en el peaje y volantes entregados a las personas cuando paguen el peaje.
  
- c) Se deberá suspender momentáneamente el tránsito del carril que va en dirección trébol-peaje. Para lo cual, antes de suspender la vía se deberá poner la señalización vertical pertinente tanto en el lado noroeste como en el sureste con ayuda policial. El personal que coloque la señalización deberá estar con la vestimenta adecuada.



d) Se debe cerrar el carril con dirección trébol-peaje en la mañana y en horas de mínima demanda vehicular.

#### **9.5.2.5 Acumulación y tratamientos de residuos**

##### **9.5.2.5.1 Acumulación de restos, rechazos y sobrantes**

Durante esta acción el impacto producido será el polvo que se levantará por su acumulación y estorbará en la normal circulación del peatón.

Las medidas de mitigación son las que se indican en los literales f y g del numeral 9.5.1.7.

##### **9.5.2.5.2 Emisiones líquidas, de los tubos de escape y chimenea**

Durante esta acción el impacto causado es la contaminación del suelo, agua y aire.

Las medidas de mitigación son las que se indican en los literales b y c del numeral 9.5.1.1, y los literales a y b del numeral 9.5.1.3.

## CAPÍTULO X

### CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO

El costo de una obra es en resumen la sumatoria de todas las inversiones necesarias para su construcción, en una moneda determinada que para este caso fue en dólares, de manera que se obtenga la correcta ejecución y terminación de la obra establecida.

#### 10.1. Rubros.-

Para la valorización de la propuesta determinada de la vía Napo-Monjas se tomaron en cuenta los rubros que a continuación se enumeran y posteriormente se describen, los mismos que fueron obtenidos de las Especificaciones para Construcción de Caminos y Puentes 001-F 2002 del Ministerio de Obras Públicas del Ecuador.

1. RUBRO 302 -1. - DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA (HA).
2. RUBRO 303-2(1) EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR (M3).
3. RUBRO 307-1(1) EXCAVACIÓN Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS (M3).
4. RUBRO 307-3(1) EXCAVACIÓN PARA CUNETAS Y ENCAUZAMIENTOS (M3).
5. RUBRO 308-1.01 ACABADO DE LA OBRA BÁSICA EXISTENTE (M2).
6. RUBRO 403-1C SUBBASE CLASE 3 (M3).
7. RUBRO 404-1 (1) BASE CLASE 1 (M3).
8. RUBRO 405-1.01. ASFALTO RC PARA IMPRIMACIÓN (LT).
9. RUBRO 405-5 HORMIGÓN ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA 3” (M2).

10. RUBRO 503-(1) HORMIGÓN SIMPLE CLASE “B”  $f_c = 180\text{Kg./cm}^2$  (M3).
11. RUBRO 503-(3) HORMIGÓN SIMPLE CLASE “C”  $f_c = 210\text{Kg./cm}^2$  (M3).
12. RUBRO 504-1 ACERO DE REFUERZO EN BARRA  $FY = 4200 \text{ KG/CM}^2$  (KG).
13. RUBRO 601-1 TUBERÍA DE HORMIGÓN ARMADO PARA ALCANTARILLA  $D = 1.20$  METROS (M).
14. RUBRO 708-5(1) SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (U).
15. RUBRO 829-3 GUARDA CAMINOS TIPO VIGA METÁLICA (M).
16. RUBRO 705-(1) MARCAS DE PAVIMENTO (M).
17. RUBRO 206-01.2 ÁREA PLANTADA (ÁRBOLES Y ARBUSTOS) (U).
18. RUBRO 206-01.3 ÁREA ENCESPADA (M2).

## 10.2. Precios unitarios.-

Se realizó el análisis de precios unitarios con el programa APU y para los precios se tomó como referencia los datos por la Cámara de la Construcción de Quito. A continuación se enlistan los cuadros de análisis de precios unitarios para cada rubro establecido para la vía propuesta.

**Tabla 10.1.** Análisis de Precios Unitarios. Rubro Desbroce, Desbosque y Limpieza.

**PROYECTO:** ESTUDIO VIAL AV.NAPO - MONJAS  
**FECHA :** FEBRERO 2006  
**ITEM :** 01  
**RUBRO :** DESBROCE DESBOSQUE Y LIMPIEZA  
**UNIDAD :** HA

<b>A.- MATERIALES</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO.UNIT</b>	<b>SUBTOTAL</b>
				----- 0.00
<b>B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>		<b>HORAS-EQUIPO</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
TRACTOR DE ORUGAS		1.923	50.00	96.15
EXCAVADORA DE ORUGAS		1.923	40.00	76.92
MOTOSIERRA		1.923	5.00	9.62
				----- 182.69
<b>C.- MANO DE OBRA</b>	<b>CATEG</b>	<b>HORAS-HOMBRE</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
OP. TRACTOR	I	1.923	1.282	2.47
OP. EXCAVADORA	I	1.923	1.282	2.47
OP. MOTOSIERRA	II	1.923	1.182	2.27
AY. MAQUINARIA	C	3.846	1.185	4.56
				----- 11.76
<b>D.- TRANSPORTE</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PREC. TRASP</b>	<b>SUBTOTAL</b>
				----- 0.00
<b>COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)</b>				194.45
<b>COSTOS INDIRECTOS 20 %</b>				38.89
<b>PRECIO UNITARIO</b>				233.34

**Tabla 10.2.** Análisis de Precios Unitarios. Rubro Excavación sin Clasificar.

**PROYECTO:** ESTUDIO VIAL AV.NAPO - MONJAS  
**FECHA :** FEBRERO 2006  
**ITEM :** 02  
**RUBRO :** EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR  
**UNIDAD :** M3

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL
				-----
				0.00
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA		SUBTOTAL
EXCAVADORA DE ORUGAS	0.01429	40.00		0.57
HERRAMIENTAS M. (5% M.O.)2	0.01429	0.12		0.00
				-----
				0.57
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
OP. EXCAVADORA	I	0.01429	1.282	0.02
AY. MAQUINARIA	C	0.01429	1.185	0.02
				-----
				0.04
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC. TRASP	SUBTOTAL
				-----
				0.00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				0.61
COSTOS INDIRECTOS 20 %				0.12
PRECIO UNITARIO				0.73

**Tabla 10.3.** Análisis de Precios Unitarios. Rubro Excavación y Relleno para Estructuras.

**PROYECTO:** ESTUDIO VIAL AV.NAPO - MONJAS  
**FECHA :** FEBRERO 2006  
**ITEM :** 03  
**RUBRO :** EXCAVACIÓN Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS  
**UNIDAD :** M3

<b>A.- MATERIALES</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO.UNIT</b>	<b>SUBTOTAL</b>
MATERIAL PARA RELLENO	M3	0.30	3.00	0.90
				-----
				0.90
<b>B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>		<b>HORAS-EQUIPO</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
EXCAVADORA DE ORUGAS		0.0476	40.00	1.90
COMPACTADOR MANUAL		0.0476	1.00	0.05
HERRAMIENTAS M. (5% M.O.)6		0.0476	0.30	0.01
				-----
				1.97
<b>C.- MANO DE OBRA</b>	<b>CATEG</b>	<b>HORAS-HOMBRE</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
OP. EXCAVADORA	I	0.0476	1.282	0.06
AY. MAQUINARIA	C	0.0476	1.185	0.06
OP. EQUIPO LIVIANO	II	0.0476	1.182	0.06
PEÓN	1	0.0952	1.16	0.11
				-----
				0.28
<b>D.- TRANSPORTE</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PREC. TRASP</b>	<b>SUBTOTAL</b>
MATERIAL PARA RELLENO	M3	0.30	0.24	0.07
				-----
				0.07
<b>COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)</b>				3.22
<b>COSTOS INDIRECTOS 20 %</b>				0.64
<b>PRECIO UNITARIO</b>				3.87

**Tabla 10.4.** Análisis de Precios Unitarios. Excavación para Cunetas y Encauzamientos.

**PROYECTO:** ESTUDIO VIAL AV.NAPO - MONJAS  
**FECHA :** FEBRERO 2006  
**ITEM :** 04  
**RUBRO :** EXCAVACIÓN PARA CUNETAS Y ENCAUZAMIENTOS  
**UNIDAD :** M3.

<b>A.- MATERIALES</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO.UNIT</b>	<b>SUBTOTAL</b>
				-----
				0.00
<b>B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>		<b>HORAS-EQUIPO</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
EXCAVADORA DE ORUGAS		0.0435	40.00	1.74
				-----
				1.74
<b>C.- MANO DE OBRA</b>	<b>CATEG</b>	<b>HORAS-HOMBRE</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
OP. EXCAVADORA	I	0.0435	1.282	0.06
AY. MAQUINARIA	C	0.0435	1.185	0.05
				-----
				0.11
<b>D.- TRANSPORTE</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PREC. TRASP</b>	<b>SUBTOTAL</b>
				-----
				0.00
<b>COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)</b>				1.85
<b>COSTOS INDIRECTOS 20 %</b>				0.37
<b>PRECIO UNITARIO</b>				2.22

**Tabla 10.5.** Análisis de Precios Unitarios. Rubro Acabado de Obra Básica Existente.

**PROYECTO:** ESTUDIO VIAL AV.NAPO - MONJAS  
**FECHA :** FEBRERO 2006  
**ITEM :** 05  
**RUBRO :** ACABADO DE OBRA BÁSICA EXISTENTE  
**UNIDAD :** M2

<b>A.- MATERIALES</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO.UNIT</b>	<b>SUBTOTAL</b>
				-----
				0.00
<b>B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>		<b>HORAS-EQUIPO</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
MOTONIVELADORA		0.0025	40.00	0.10
RODILLO VIBRATORIO		0.0025	25.00	0.06
CAMIÓN CISTERNA		0.0025	20.00	0.05
				-----
				0.21
<b>C.- MANO DE OBRA</b>	<b>CATEG</b>	<b>HORAS-HOMBRE</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
OP. MOTONIVELADORA	I	0.0025	1.282	0.00
OP. RODILLO	II	0.0025	1.245	0.00
CHOFER	G-A	0.0025	1.197	0.00
AY. MAQUINARIA	C	0.005	1.185	0.01
				-----
				0.02
<b>D.- TRANSPORTE</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PREC. TRASP</b>	<b>SUBTOTAL</b>
				-----
				0.00
<b>COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)</b>				0.23
<b>COSTOS INDIRECTOS 20 %</b>				0.05
<b>PRECIO UNITARIO</b>				0.27



**Tabla 10.6.** Análisis de Precios Unitarios. Rubro Subbase Clase 3.

**PROYECTO:** ESTUDIO VIAL AV.NAPO - MONJAS  
**FECHA :** FEBRERO 2006  
**ITEM :** 06  
**RUBRO :** SUB BASE CLASE 3  
**UNIDAD :** M3

<b>A.- MATERIALES</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO.UNIT</b>	<b>SUBTOTAL</b>
MATERIAL SUB BASE	M3	1.2	5.00	6.00
				-----
				6.00
<b>B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>		<b>HORAS-EQUIPO</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
MOTONIVELADORA		0.0143	40.00	0.57
RODILLO VIBRATORIO		0.0286	25.00	0.72
CAMIÓN CISTERNA		0.014	20.00	0.28
				-----
				1.57
<b>C.- MANO DE OBRA</b>	<b>CATEG</b>	<b>HORAS-HOMBRE</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
OP. MOTONIVELADORA	I	0.014	1.282	0.02
OP. RODILLO	II	0.028	1.245	0.03
CHOFER	G-A	0.014	1.197	0.02
AY. MAQUINARIA	C	0.028	1.185	0.03
				-----
				0.10
<b>D.- TRANSPORTE</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PREC. TRASP</b>	<b>SUBTOTAL</b>
MATERIAL SUB BASE	M3	1.2	4.3536	5.22
				-----
				5.22
<b>COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)</b>				12.89
<b>COSTOS INDIRECTOS 20 %</b>				2.58
<b>PRECIO UNITARIO</b>				15.47

**Tabla 10.7.** Análisis de Precios Unitarios. Rubro Base Clase 1.

**PROYECTO:** ESTUDIO VIAL AV.NAPO - MONJAS  
**FECHA :** FEBRERO 2006  
**ITEM :** 07  
**RUBRO :** BASE CLASE 1  
**UNIDAD :** M3

<b>A.- MATERIALES</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO.UNIT</b>	<b>SUBTOTAL</b>
BASE CLASE 1	M3	1.20	7.00	8.40
AGUA	M3	0.03	0.90	0.03
				-----
				8.43
<b>B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>		<b>HORAS-EQUIPO</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
MOTONIVELADORA CAT-120B		0.0313	36.00	1.13
RODILLO VIBRATORIO LISO		0.0313	26.00	0.81
TANQUERO DE AGUA 210 HP		0.0313	16.00	0.50
				-----
				2.44
<b>C.- MANO DE OBRA</b>	<b>CATEG</b>	<b>HORAS-HOMBRE</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
OPERADOR EQUIPO PESADO	G-1	0.055	1.46	0.08
OPERADOR EQUIPO PESADO	G-2	0.055	1.41	0.08
CHOFER CLASE D	D	0.055	1.36	0.07
AYUDANTE DE MAQUINARIA	S-T	0.065	1.33	0.09
				-----
				0.32
<b>D.- TRANSPORTE</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PREC. TRASP</b>	<b>SUBTOTAL</b>
BASE CLASE 1	M3	1.20	3.00	3.60
AGUA	M3	0.03	1.80	0.05
				-----
				3.65
<b>COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)</b>				14.84
<b>COSTOS INDIRECTOS 20 %</b>				2.97
<b>PRECIO UNITARIO</b>				17.81

**Tabla 10.8.** Análisis de Precios Unitarios. Asfalto RC para Imprimación.

**PROYECTO:** ESTUDIO VIAL AV.NAPO - MONJAS  
**FECHA :** FEBRERO 2006  
**ITEM :** 08  
**RUBRO :** ASFALTO RC PARA IMPRIMACIÓN  
**UNIDAD :** LT

<b>A.- MATERIALES</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO.UNIT</b>	<b>SUBTOTAL</b>
ASFALTO RC-2	LT	0.80	0.22	0.18
DIESEL	LT	0.20	0.21	0.04
				-----
				0.22
<b>B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>		<b>HORAS-EQUIPO</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
ESCOBA AUTOPROPULSADA		0.0009	15.00	0.01
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO		0.0009	40	0.04
HERRAMIENTAS M. (5% M.O.)5		0.0009	0.53	0.00
				-----
				0.05
<b>C.- MANO DE OBRA</b>	<b>CATEG</b>	<b>HORAS-HOMBRE</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
OP. ESCOBA	II	0.0009	1.245	0.00
OP. DISTRIBUIDOR	G-A	0.0009	1.245	0.00
AY. MAQUINARIA	C	0.0009	1.185	0.00
PEÓN	1	0.0054	1.16	0.01
				-----
				0.01
<b>D.- TRANSPORTE</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PREC. TRASP</b>	<b>SUBTOTAL</b>
ASFALTO RC-2	LT	0.80	0.04341	0.03
				-----
				0.03
<b>COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)</b>				0.31
<b>COSTOS INDIRECTOS 20 %</b>				0.06
<b>PRECIO UNITARIO</b>				0.37

**Tabla 10.9.** Análisis de Precios Unitarios. Hormigón Asfáltico Mezclado en Planta 3”.

**PROYECTO:** ESTUDIO VIAL AV.NAPO - MONJAS  
**FECHA :** FEBRERO 2006  
**ITEM :** 09  
**RUBRO :** HORMIGÓN ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA 3"  
**UNIDAD :** M2

<b>A.- MATERIALES</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO.UNIT</b>	<b>SUBTOTAL</b>
ASFALTO	L	11.880	0.145	1.72
MATERIAL TRITURADO	M3	0.085	7.00	0.60
CEMENTO	KG	4.05	0.11	0.45
DIESEL (GENERADOR)	L	3.05	0.26	0.79
				-----
				3.56
<b>B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>		<b>HORAS-EQUIPO</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
PLANTA MEZCLADORA DE ASFALTO		0.0035	117.10	0.41
CARGADORA FRONTAL CAT-950		0.0035	35.00	0.12
TERMINADORA DE ASFALTO		0.0035	91.53	0.32
RODILLO LISO TANDEM		0.0035	25.00	0.09
RODILLO NEUMÁTICO		0.0035	27.00	0.09
VOLQUETA 6 M3		0.035	18.00	0.63
HERRAMIENTA MENOR		0.0035	0.80	0.00
				-----
				1.67
<b>C.- MANO DE OBRA</b>	<b>CATEG</b>	<b>HORAS-HOMBRE</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
MAESTRO SECAP	V	0.0038	1.38	0.01
OPERADOR EQUIPO PESADO	G-1	0.0114	1.46	0.02
OPERADOR EQUIPO PESADO	G-2	0.0076	1.41	0.01
AYUDANTE DE MAQUINARIA	S-T	0.015	1.33	0.02
CHOFER CLASE D	D	0.0076	1.36	0.01
PEÓN	I	0.038	1.30	0.05
				-----
				0.11
<b>D.- TRANSPORTE</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PREC. TRASP</b>	<b>SUBTOTAL</b>
ASFALTO	L	11.880	0.030	0.36
MATERIAL TRITURADO	M3	0.085	7.00	0.60
CEMENTO	KG	4.05	0.002	0.01
				-----
				0.96
<b>COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)</b>				6.30
<b>COSTOS INDIRECTOS 20 %</b>				1.26
<b>PRECIO UNITARIO</b>				7.55

**Tabla 10.10.** Análisis de Precios Unitarios. Rubro Hormigón Estructural de Cemento Pórtland  
Clase C f'c 180 Kg./cm2.

**PROYECTO:** ESTUDIO VIAL AV.NAPO - MONJAS  
**FECHA :** FEBRERO 2006  
**ITEM :** 10  
**RUBRO :** HORMIG. ESTRUCT. DE CEM. PORT. CLASE C f'c=180 Kg./cm2  
**UNIDAD :** M3

<b>A.- MATERIALES</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO.UNIT</b>	<b>SUBTOTAL</b>
CEMENTO GRIS	KG	303.90	0.11	33.43
ARENA P/HORMIGONES	M3	0.63	2.80	1.76
RIPIO P/HORMIGONES	M3	0.90	8.50	7.65
ENCOFRADOS	GLOBL	1	2.00	2.00
				-----
				44.84
<b>B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>		<b>HORAS-EQUIPO</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
VIBRADOR DE HORMIGÓN		1.00	1.10	1.10
HORMIGONERA		1.00	1.50	1.50
HERRAMIENTAS M. (5% M.O.)8		1.00	0.82	0.82
				-----
				3.42
<b>C.- MANO DE OBRA</b>		<b>CATEG HORAS-HOMBRE</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
MAESTRO DE OBRA		4	1.205	1.21
ALBALÑIL/CARPINTERO		3	1.182	1.18
AY. ALBAÑIL		2	1.172	2.34
PEÓN		1	9.00	10.44
				-----
				15.17
<b>D.- TRANSPORTE</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PREC. TRASP</b>	<b>SUBTOTAL</b>
ARENA P/HORMIGONES	M3	0.63	4.44	2.80
RIPIO P/HORMIGONES	M3	0.90	4.44	4.00
				-----
				6.79
<b>COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)</b>				70.23
<b>COSTOS INDIRECTOS 20 %</b>				14.05
<b>PRECIO UNITARIO</b>				84.27

**Tabla 10.11.** Análisis de Precios Unitarios. Rubro Hormigón Estructural de Cemento Pórtland

Clase B  $f'c = 210 \text{ Kg./cm}^2$ .

**PROYECTO:** ESTUDIO VIAL AV.NAPO - MONJAS

**FECHA :** FEBRERO 2006

**ITEM :** 11

**RUBRO :** HORMIG. ESTRUCT. DE CEM. PORT. CLASE B  $f'c=210 \text{ Kg./cm}^2$

**UNIDAD :** M3

<b>A.- MATERIALES</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO.UNIT</b>	<b>SUBTOTAL</b>
CEMENTO GRIS	KG	360.69	0.11	39.68
ARENA P/HORMIGONES	M3	0.58	2.80	1.62
RIPIO P/HORMIGONES	M3	0.90	8.50	7.65
ENCOFRADOS	GLOBL	1.00	3.00	3.00
				-----
				51.95
<b>B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>		<b>HORAS-EQUIPO</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
VIBRADOR DE HORMIGÓN		0.8696	1.10	0.96
HORMIGONERA		0.8696	1.50	1.30
HERRAMIENTAS M. (5% M.O.)7		0.8696	0.76	0.66
				-----
				2.92
<b>C.- MANO DE OBRA</b>		<b>CATEG HORAS-HOMBRE</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
MAESTRO DE OBRA		4	0.8696	1.205
ALBAÑIL/CARPINTERO		3	1.7392	1.182
AY. ALBAÑIL		2	1.7392	1.172
PEÓN		1	6.9568	1.16
				-----
				13.21
<b>D.- TRANSPORTE</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PREC. TRASP</b>	<b>SUBTOTAL</b>
ARENA P/HORMIGONES	M3	0.58	4.44	2.58
RIPIO P/HORMIGONES	M3	0.90	4.44	4.00
				-----
				6.57
<b>COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)</b>				74.65
<b>COSTOS INDIRECTOS 20 %</b>				14.93
<b>PRECIO UNITARIO</b>				89.59

**Tabla 10.12.** Análisis de Precios Unitarios. Rubro Acero de Refuerzo en Barra fy = 4200 Kg./cm<sup>2</sup>.

**PROYECTO:** ESTUDIO VIAL AV.NAPO - MONJAS  
**FECHA :** FEBRERO 2006  
**ITEM :** 12  
**RUBRO :** ACERO DE REFUERZO EN BARRA  
**UNIDAD :** KG

<b>A.- MATERIALES</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO.UNIT</b>	<b>SUBTOTAL</b>
ACERO EN BARRAS	KG	1.04	0.76	0.79
ALAMBRE DE AMARRE	KG	0.07	0.62	0.04
				-----
				0.83
<b>B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>		<b>HORAS-EQUIPO</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
CIZALLA		0.03	0.25	0.01
HERRAMIENTAS M. (5% M.O.)10		0.03	0.29	0.01
				-----
				0.02
<b>C.- MANO DE OBRA</b>		<b>CATEG HORAS-HOMBRE</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
MAESTRO DE OBRA		4	0.035	1.205
FIERRERO		3	0.07	1.18
PEÓN		1	0.07	1.16
				-----
				0.21
<b>D.- TRANSPORTE</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PREC. TRASP</b>	<b>SUBTOTAL</b>
ACERO EN BARRAS	KG	1.04	0.012	0.01
				-----
				0.01
<b>COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)</b>				1.07
<b>COSTOS INDIRECTOS 20 %</b>				0.21
<b>PRECIO UNITARIO</b>				1.28

**Tabla 10.13.** Análisis de Precios Unitarios. Rubro Tubería de Hormigón Armado para Alcantarilla D=1.20 m.

**PROYECTO:** ESTUDIO VIAL AV.NAPO - MONJAS  
**FECHA :** FEBRERO 2006  
**ITEM :** 13  
**RUBRO :** TUBERÍA DE HORMIGÓN ARMADO D=1.20 M.  
**UNIDAD :** M

<b>A.- MATERIALES</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO.UNIT</b>	<b>SUBTOTAL</b>
ALCANTARILLA H. ARMADO D=1.20	ML	1	100.00	100.00
				-----
				100.00
<b>B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>		<b>HORAS-EQUIPO</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
EXCAVADORA DE ORUGAS		0.33333	40.00	13.33
HERRAMIENTAS M. (5% M.O.)14		0.33333	0.30	0.10
				-----
				13.43
<b>C.- MANO DE OBRA</b>	<b>CATEG</b>	<b>HORAS-HOMBRE</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
OP. EXCAVADORA	I	0.33333	1.282	0.43
ALBAÑIL	3	0.66666	1.182	0.79
PEÓN	1	0.33333	1.16	0.39
AY. MAQUINARIA	C	0.33333	1.185	0.39
				-----
				2.00
<b>D.- TRANSPORTE</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PREC. TRASP</b>	<b>SUBTOTAL</b>
				-----
				0.00
<b>COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)</b>				115.43
<b>COSTOS INDIRECTOS 20 %</b>				23.09
<b>PRECIO UNITARIO</b>				138.52



**Tabla 10.14.** Análisis de Precios Unitarios. Rubro Señales al Lado de la Carretera.

**PROYECTO:** ESTUDIO VIAL AV.NAPO - MONJAS  
**FECHA :** FEBRERO 2006  
**ITEM :** 14  
**RUBRO :** SEÑALES INDICADORAS (0.75X0.75 M.)  
**UNIDAD :** U

<b>A.- MATERIALES</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO.UNIT</b>	<b>SUBTOTAL</b>
SEÑALES INDICADORAS(0.75X0.75) U		1	155.00	155.00
				-----
				155.00
<b>B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>		<b>HORAS-EQUIPO</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
				-----
				0.00
<b>C.- MANO DE OBRA</b>		<b>CATEG HORAS-HOMBRE</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
				-----
				0.00
<b>D.- TRANSPORTE</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PREC. TRASP</b>	<b>SUBTOTAL</b>
				-----
				0.00
<b>COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)</b>				155.00
<b>COSTOS INDIRECTOS 20 %</b>				31.00
<b>PRECIO UNITARIO</b>				186.00

**Tabla 10.15.** Análisis de Precios Unitarios. Rubro Guarda caminos Tipo Viga Metálica.

**PROYECTO:** ESTUDIO VIAL AV.NAPO - MONJAS  
**FECHA :** FEBRERO 2006  
**ITEM :** 15  
**RUBRO :** GUARDA CAMINOS TIPO VIGA METÁLICA  
**UNIDAD :** M

<b>A.- MATERIALES</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO.UNIT</b>	<b>SUBTOTAL</b>
CEMENTO GRIS	KG	17	0.1032	1.75
ARENA P/HORMIGONES	M3	0.029	2.00	0.06
RIPIO P/HORMIGONES	M3	0.045	8.00	0.36
ENCOFRADOS	GLOBL	0.036	2.00	0.07
GUARDA CAMINOS	U	0.262	30.00	7.86
TERMINALES	U	0.025	12.00	0.30
POSTES	U	0.28	25.00	7.00
TRANSPORTE		0.0195		0.00
				-----
				17.40
<b>B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>		<b>HORAS-EQUIPO</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
HERRAMIENTAS M. (5% M.O.)16		0.02	0.07	0.00
VIBRADOR DE HORMIGÓN		0.02	1.10	0.02
HORMIGONERA		0.02	1.50	0.03
				-----
				0.05
<b>C.- MANO DE OBRA</b>	<b>CATEG</b>	<b>HORAS-HOMBRE</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
MAESTRO DE OBRA	4	0.02	1.205	0.02
ALBAÑIL	3	0.44	1.182	0.52
AY. ALBAÑIL	2	0.04	1.172	0.05
PEÓN	1	1.76	1.16	2.04
				-----
				2.63
<b>D.- TRANSPORTE</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PREC. TRASP</b>	<b>SUBTOTAL</b>
ARENA P/HORMIGONES	M3	0.029	4.44	0.13
RIPIO P/HORMIGONES	M3	0.045	4.44	0.20
TRANSPORTE		0.0195	27.095	0.53
				-----
				0.86
<b>COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)</b>				20.95
<b>COSTOS INDIRECTOS 20 %</b>				4.19
<b>PRECIO UNITARIO</b>				25.14

**Tabla 10.16.** Análisis de Precios Unitarios. Rubro Marcas de Pavimento.

**PROYECTO:** ESTUDIO VIAL AV.NAPO - MONJAS

**FECHA :** FEBRERO 2006

**ITEM :** 16

**RUBRO :** MARCAS DE PAVIMENTO (PINTURA 1 FRANJA)

**UNIDAD :** M

<b>A.- MATERIALES</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO.UNIT</b>	<b>SUBTOTAL</b>
PINTURA DE TRAFICO	GL	0.006	24.00	0.14
MICROESFERAS	U	0.006	13.00	0.08
				-----
				0.22
<b>B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>		<b>HORAS-EQUIPO</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
EQUIPO DE PINTURA		0.00067	20.00	0.01
				-----
				0.01
<b>C.- MANO DE OBRA</b>	<b>CATEG</b>	<b>HORAS-HOMBRE</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
MAESTRO DE OBRA	4	0.00067	1.205	0.00
PEÓN	1	0.001235	1.16	0.00
OP. EQUIPO LIVIANO	II	0.00067 1	1.182	0.00
AY. EQUIPO LIVIANO	C	0.001235	1.172	0.00
				-----
				0.00
<b>D.- TRANSPORTE</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PREC. TRASP</b>	<b>SUBTOTAL</b>
				-----
				0.00
<b>COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)</b>				0.24
<b>COSTOS INDIRECTOS 20 %</b>				0.05
<b>PRECIO UNITARIO</b>				0.29

**Tabla 10.17.** Análisis de Precios Unitarios. Rubro Área Plantada (Árboles y Arbustos).

**PROYECTO:** ESTUDIO VIAL AV.NAPO - MONJAS  
**FECHA :** FEBRERO 2006  
**ITEM :** 17  
**RUBRO :** ÁREA PLANTA (ÁRBOLES Y ARBUSTOS)  
**UNIDAD :** U

<b>A.- MATERIALES</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO.UNIT</b>	<b>SUBTOTAL</b>
ÁRBOLES Y ARBUSTOS	U	1	0.20	0.20
				-----
				0.20
<b>B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>		<b>HORAS-EQUIPO</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
HERRAMIENTAS M. (5% M.O.)17		0.175	0.12	0.02
				-----
				0.02
<b>C.- MANO DE OBRA</b>	<b>CATEG</b>	<b>HORAS-HOMBRE</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
PEÓN	1	0.35	1.16	0.41
				-----
				0.41
<b>D.- TRANSPORTE</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PREC. TRASP</b>	<b>SUBTOTAL</b>
				-----
				0.00
<b>COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)</b>				0.63
<b>COSTOS INDIRECTOS 20 %</b>				0.13
<b>PRECIO UNITARIO</b>				0.75

**Tabla 10.18.** Análisis de Precios Unitarios. Rubro Área Encespada.

**PROYECTO:** ESTUDIO VIAL AV.NAPO - MONJAS

**FECHA :** FEBRERO 2006

**ITEM :** 18

**RUBRO :** ÁREA ENCESPADA

**UNIDAD :** M2

<b>A.- MATERIALES</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO.UNIT</b>	<b>SUBTOTAL</b>
TIERRA VEGETAL	M3	0.11	7.00	0.77
ABONO (UREA)	KG	0.13	1.50	0.20
				-----
				0.97
<b>B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>		<b>HORAS-EQUIPO</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
HERRAMIENTA MENOR		0.26	0.80	0.21
				-----
				0.21
<b>C.- MANO DE OBRA</b>	<b>CATEG</b>	<b>HORAS-HOMBRE</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
PEON	I	0.50	1.30	0.65
ALBAÑIL	III	0.25	1.33	0.33
				-----
				0.98
<b>D.- TRANSPORTE</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PREC. TRASP</b>	<b>SUBTOTAL</b>
TIERRA VEGETAL	M3	0.11	2.00	0.22
				-----
				0.22
<b>COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)</b>				2.38
<b>COSTOS INDIRECTOS 20 %</b>				0.48
<b>PRECIO UNITARIO</b>				2.85

### **10.3. Especificaciones técnicas.-**

#### **10.3.1 Rubro 302 – 1. - Desbroce, desbosque y limpieza.-**

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en despejar el terreno eliminando todos los árboles, arbustos, troncos, matorrales, etc., se incluye en este rubro la remoción de la capa de tierra vegetal hasta una profundidad de +/- 30 cm.

Este trabajo contemplará también la conservación, evitando todo daño o deformación, de la vegetación o plantaciones y objetos destinados a conservarse.

**Procedimiento de trabajo y disposición de materiales removibles.-** El desbroce, desbosque y limpieza, se efectuarán por medios manuales y mecánicos, incluyendo el desmonte, tala y cualquier otro procedimiento.

En las zonas de excavación o de terraplenes de altura inferior a 2.0 m., se deberán remover y desechar todos los troncos y vegetación en general calificados como inadecuados.

En las zonas que deban ser cubiertas por terraplenes y en que haya que eliminar la capa vegetal, material inadecuado, raíces, se emparejarán y compactará la superficie resultante luego de eliminados tales materiales.

Todos estos trabajos deberán realizarse en forma tal que no afecten la vegetación, servicios públicos, etc., que se encuentren en áreas laterales colindantes.

Todos los materiales no aprovechables provenientes del desbroce, desbosque y limpieza, serán retirados y depositados en las zonas destinadas a botaderos.

No se permitirá el depósito de residuos y escombros en áreas dentro del derecho de vía, ni que se altere el paisaje como tampoco que se alteren los materiales removidos.

**Medición y Pago.-** La cantidad a pagarse por el desbroce, desbosque y limpieza, será el área en hectáreas, medida en la obra en su proyección horizontal, incluyendo zonas de préstamo, canteras y minas dentro de la zona del camino.

<b>No. Del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
302-1 Desbroce, desbosque y limpieza.....	Hectárea (Ha)

### **10.3.2 Rubro 303-2(1) Excavación sin clasificar.-**

**Descripción.-** La excavación sin clasificar es aquella excavación y desalojo que se realiza de todos los materiales de cualquier clase y que sean encontrados durante el trabajo. Estos trabajos consistirán en excavación, transporte, desecho, colocación, humedecimiento y compactación del material necesario a remover en zonas de corte y a colocar en zonas de relleno para lograr la construcción de la obra básica.

Todo material resultante de esta excavación que sea adecuado y aprovechable, a criterio del Fiscalizador, deberá ser utilizado para la construcción de terraplenes o rellenos, o de otro modo incorporado en la obra. De acuerdo con lo señalado en los planos y a lo indicado por el Fiscalizador.

Materiales plásticos y provenientes de la excavación sin clasificación y la de suelo que presente en un contenido de humedad excesivo y que pueden secarse a una condición utilizable, mediante el empleo de medios razonables, tales como aireación, escarificación o arado, se consideraran como aprovechables para la construcción de terraplenes o rellenos y no deberán ser desechados, siempre que cumplan con los requisitos estipulados en las Especificaciones a no ser que los materiales de excavación disponibles excedan la cantidad requerida para tal construcción; sin embargo, el Contratista tendrá la opción de desechar el material plástico inestable y reemplazarlo con material de mejor calidad, a su propio costo.

**Procedimiento de trabajo.-** Este trabajo consistirá en la excavación y disposición de todo el material cuya remoción sea necesaria para formar la obra básica del camino.

**Medición y Pago.-** Las cantidades a pagarse por la excavación de la plataforma del camino serán los volúmenes medidos en su posición original. Las áreas transversales que se utilizan para el cálculo de volúmenes serán computadas sobre la base de las secciones transversales originales del terreno natural después de efectuarse el desbroce y limpieza, y las secciones transversales finales tomadas del trabajo y aceptado. Las cantidades establecidas se pagaran bajo la unidad de metro cúbico (m3.).

<b>No. Del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
303-2(1) Excavación sin clasificar.....	Metro cúbico (m3)



### 10.3.3 Rubro 307-1(1) Excavación y relleno para estructuras.-

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la excavación necesaria para la construcción de las cimentaciones para puentes y otras estructuras además de la excavación de zanjas para la instalación de alcantarillas tuberías u otras obras de arte.

El relleno para estructuras consistirá en el suministro, colocación y compactación del material seleccionado para el relleno alrededor de las estructuras.

**Procedimiento de trabajo.-** El ancho de la zanja que se excave para una alcantarilla será de acuerdo a lo indicado en los planos, si el material de cimentación no constituye en un lecho firme debido a su blandura, esponjamiento, este material debe ser retirado y reemplazado con material seleccionado.

Para alcantarillas tubulares el procedimiento consistirá en la construcción de la losa de hormigón simple debajo de la alcantarilla o la colocación de una capa de arena de acuerdo a especificaciones.

**Medición y Pago.-** Las cantidades a pagarse por excavación y relleno para estructuras, inclusive alcantarillas serán los metros cúbicos, medidos en la obra, de material efectivamente excavado.

<b>No. Del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
307-2 (1) Excavación y relleno para estructura.....	Metro cúbico (m3)

#### 10.3.4 Rubro 307-3(1) Excavación para cunetas y encauzamientos.-

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la excavación para la construcción de zanjas dentro y adyacentes a la zona del camino, para recoger y evacuar las aguas superficiales.

**Procedimiento de trabajo.-** Las cunetas serán construidas de acuerdo al alineamiento, pendiente y sección transversal señaladas en los planos, de ser requeridas, se los revestirán de acuerdo a lo especificado. Su construcción deberá llevarse a cabo en forma manual o con maquinaria apropiada, no podrá contener restos de raíces, troncos, rocas u otro material que los obstruya.

**Medición y Pago.-** Las cantidades a pagarse por la excavación de cunetas serán aquellas medidas en la obra. La unidad de medida será 1 metro cúbico o el metro lineal. En nuestro caso la unidad de medida es el metro cúbico.

No. Del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
307-3 (1) Excavación para cunetas.....	Metro cúbico (m3)

#### 10.3.5 Rubro 308-1.01 Acabado de la obra básica existente.-

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en el acabado de la plataforma del camino a nivel de subrasante, de acuerdo con las presentes especificaciones y de conformidad con los alineamientos, pendientes y secciones transversales señalados en los planos y fijados por el Fiscalizador.

Este trabajo será realizado en dos casos fundamentales, cuando el acabado se ejecute en plataforma nueva y cuando se trate de trabajos de mejoramiento complementarios de la plataforma ya existente.

**Procedimiento de trabajo.-** Para la realización de estos trabajos deberán estar concluidos excavación y relleno para la plataforma, todas las alcantarillas, obras de arte y construcciones conexas e inclusive el relleno para estructuras.

**Obra básica existente.-** Cuando se señale en los planos y otros documentos contractuales o lo indique el Fiscalizador, las plataformas existentes serán escarificadas, conformadas, humedecidas u oreadas y compactadas de acuerdo con estas Especificaciones y en concordancia con los alineamientos, pendientes y secciones transversales del proyecto en ejecución.

Cualquier material excedente será utilizado para ampliar taludes o transportado para el sitio de depósito, según lo disponga el Fiscalizador y en concordancia con lo dispuesto en el numeral 303-2.02.6. Todo el material que pueda ser requerido para ampliar o nivelar la plataforma existente, será conseguido de acuerdo a lo indicado en las secciones 303 y 304.

Para los sectores de rectificación y mejoramiento de las carreteras existentes, las operaciones deberán programarse con avance limitado y su desalojo ejecutarse con el empleo de palas cargadoras de ruedas neumáticas, a fin de permitir el tránsito público en el periodo de construcción y evitando el deterioro en la capa de rodadura existente. La eventual incidencia en los costos de construcción en el sistema de trabajo a emplearse, deberá ser considerada en el análisis de precio unitario de

excavación para la plataforma. El Ministerio no reconocerá pago adicional alguno por este concepto.

**Medición y Pago.-** La cantidad a pagarse por el acabado de la obra básica existente, será el número de metros cuadrados medidos a lo largo del eje del camino de la plataforma, aceptablemente terminada de acuerdo a los requerimientos contractuales y del Fiscalizador.

<b>No. Del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
308-1.01 Acabado de la obra básica existente.....	Metro cuadrado (m2)

#### **10.3.6 Rubro 403-1C Sub-base clase 3.-**

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la construcción de capas de sub-base compuestas por agrado obtenidos por proceso de trituración o de cribado, y deberá cumplir los requerimientos especificados en la Sección 816 (FP.). La capa de sub-base se colocara sobre la subrasante previamente preparada y aprobado, de conformidad con las alineaciones, pendientes y sección transversal señaladas en los planos.

**Materiales.-** Las sub-bases de agregados se clasifican como se indica a continuación, de acuerdo con los materiales a emplearse. La clase de sub-base que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales. De todos modos, los agregados que se empleen deberán tener un coeficiente de desgaste máximo del 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles y la porción que pase el tamiz

No. 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá un CBR igual o mayor del 30%.

Clase 3: Son sub-bases construidas con agregados naturales procesados que cumplan los requisitos establecidos en la Sección 836 (FP.) y que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites indicados para granulometría Clase 3, en la Tabla 403-1.1 (FP.).

Cuando en los documentos contractuales se estipulan sub-bases Clases 1 o 2 al menos el 30% de los agregados preparados deberán ser triturados.

**Equipo.-** El contratista deberá disponer en la obra del equipo necesario, autorizado por el fiscalizador, el equipo mínimo de trabajo constará de una planta de trituración o de cribado, equipo de transporte, maquinaria para esparcimiento, mezclado y conformación, tanqueros para hidratación y rodillos lisos de tres ruedas o rodillos vibratorios.

**Procedimiento de trabajo.-** Preparación de la subrasante.- Antes de proceder a la colocación de los agregados para la sub-base, el Contratista habrá terminado la construcción de la subrasante, debidamente compactada y con sus alineaciones, pendientes y superficie acordes con las estipulaciones contractuales. La superficie de la subrasante terminada, en cumplimiento de lo establecido en la Sección 308 (FP.) deberá además encontrarse libre de cualquier material extraño.

En caso de ser necesaria la construcción de subdrenajes, estos deberán hallarse completamente terminados antes de iniciar el transporte y colocación de la subbase.,

Selección y mezclado.- Los agregados preparados para la sub-base deberán cumplir la granulometría especificada para la clase de sub-base establecida en el contrato. Durante el proceso de explotación, trituración o cribado, el Contratista efectuará la selección de los agregados y su mezcla en planta, a fin de lograr la granulometría apropiada en el material que será transportado a la obra.

Tendido, conformación y compactación.- Cuando el material de la sub-base haya sido mezclado en planta central, deberá ser cargado directamente en volquetes, evitándose la segregación y transportando al sitio para ser esparcido por medio de distribuidoras apropiadas, en franjas de espesor uniforme que cubran el ancho determinado en la sección transversal especificada. De inmediato se procederá a la hidratación necesaria, tendido o emparejamiento, conformación y compactación, de tal manera que la sub-base terminada avance a una distancia conveniente de la distribución.

**Medición.-** Él numera de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el fiscalizador, medidos en el sitio después de la compactación.

**Pago.-** Se pagaran los precios establecidos en el contrato para cualquiera de los rubros designados. Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación, suministro y transporte de los agregados, mezcla, distribución, tendido, hidratación, conformación, y compactación del material empleado, para la capa de sub-base.

<b>No. De rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
403- 1 Sub-base Clase.....	Metro cúbico (m3)

### 10.3.7 Rubro 404-1 (1) Base clase 1.-

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la construcción de capas de base compuestas por agregados triturados total o parcialmente o cribados, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración; suelos finos seleccionados, o ambos. La capa de base se coloca sobre una sub-base terminada y aprobada, o en casos especiales sobre una subrasante previamente preparada y aprobada y de acuerdo a los alineamientos, pendientes y sección transversal establecidos en planos o en las disposiciones especiales.

**Materiales.-** Las bases de agregados podrán ser de clases indicadas a continuación, de acuerdo con el tipo de materiales a emplearse.

La clase y tipo de base que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales. En todo caso, el límite líquido de fracción que pase el tamiz No. 40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%.

Los agregados serán elementos limpios, sólidos y resistentes, exento de polvo, suciedad, arcilla u otros materiales extraños.

Clase 1. Son bases constituidas por agregados gruesos y finos triturados en un 100% de acuerdo con lo establecido en las Especificaciones y graduados uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados para los Tipos A y B en la Tabla 10.1.

El proceso de trituración que emplee el Contratista será tal que se obtengan los tamaños especificados directamente de la planta de trituración. Sin embargo, si hiciere falta relleno mineral para cumplir las exigencias de graduación se podrá completar con material procedente de trituración adicional o con arena fina, que serán mezclados necesariamente en planta.

**Tabla 10.19.** Límites granulométricos (Tabla 404-1.1 – fp). Fuente: MOP

<b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>					
<b>TAMIZ</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
2" (50.8mm)	100				
1 ½" (38.10mm)	80- 100				
1" (25.4mm)	60 – 80	100	100	100	100
3/8" (9.5mm)	-----	50 – 85	60 –100	-----	-----
Nº 4 (4.75mm)	45 – 65	35 – 70	45 – 85	-----	-----
Nº 10 (2.00mm)	-----	25 – 50	30 – 65	40 – 100	55 – 100
Nº 40 (0.425mm)	-----	12 – 30	15 – 40	20 – 50	30 – 70
Nº 200 (0.075mm)	5 – 15	4 – 12	5 – 15	6 – 20	8 – 25

**Medición.-** La cantidad a pagarse por la construcción de una base de agregados, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el Fiscalizador, medidos en sitio después de la compactación.

Para el cálculo de la cantidad, se considerara la longitud de la capa de base terminada, medida como distancia horizontal real a lo largo del eje del camino, y el área de la sección transversal especificada en los planos. En ningún caso se deberá



considerar para el pago cualquier exceso de área o espesor que no hayan sido autorizados previamente por el Fiscalizador

**Pago.-** Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior pagaran a los precios establecidos en el contrato para cualquiera de los rubros designados a continuación.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación y suministro y transporte de los agregados, mezcla, distribución, tendido, hidratación, conformación y compactación del material empleado para la capa de base, incluyendo mano de obra, equipo, herramientas, materiales y mas operaciones conexas en la realización completa de los trabajos descritos en esta sección.

<b>No. Del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
404-1 Base, Clase1 .....	Metro cúbico (m3)

### **10.3.8 Rubro 405-1.01 Asfalto RC para imprimación.-**

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en el suministro y distribución de material bituminoso, con aplicación de asfalto diluido de curado medio, o de asfalto emulsificado sobre la superficie de una base o subbase, que deberá hallarse con los anchos, alineamientos y pendientes indicados en los planos. En la aplicación del riego de imprimación está incluida la limpieza de la superficie inmediatamente antes de dicho riego bituminoso.

Comprenderá también el suministro y distribución uniforme de una delgada capa de arena secante, si el Fiscalizador lo considera necesario, para absorber excesos en la aplicación del asfalto, y proteger el riego bituminoso a fin de permitir la circulación de vehículos o maquinaria, antes de colocar la capa de rodadura.

**Materiales.-** El material bituminoso estará constituido por asfalto diluido o emulsiones asfálticas cuyo tipo será fijado en las disposiciones especiales del contrato. La calidad del asfalto diluido deberá cumplir los requisitos determinados en la subsección 810-3 de estas especificaciones. Las emulsiones asfálticas serán de rotura lenta y cumplirán con lo especificado en la subsección 810-4 Durante las aplicaciones puede presentarse la necesidad de cambiar el grado del asfalto establecido en las disposiciones generales, para dar mayor eficiencia al riego de imprimación. En este caso, el Fiscalizador podrá disponer el cambio hasta uno de los grados inmediatamente más próximos, sin que haya modificación en el precio unitario señalado en el Contrato. Sin embargo, no deberá permitir el uso de mezclas heterogéneas en los asfaltos diluidos.

De ser necesaria la aplicación de la capa de secado, ésta será constituida por arena natural o procedente de trituración, exenta de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas y que cumpla cualquiera de las granulometrías para capa de sello indicadas en la subsección 405-6 de estas especificaciones. La arena deberá hallarse preferentemente seca, aunque podrá tolerarse una ligera humedad, siempre que sea menor al dos por ciento de su peso seco.

**Equipo.-** El Contratista deberá disponer del equipo necesario para la ejecución de este trabajo, el cual deberá ser aprobado por el Fiscalizador. El equipo mínimo

deberá constar de una barredora mecánica, un soplador incorporado o aparte y un distribuidor de asfalto a presión autopropulsado.

El distribuidor de asfalto a presión estará montado sobre neumáticos y provisto de una rueda adicional para accionar el tacómetro que permita un permanente control de operador al momento de la aplicación. El riego asfáltico se efectuará mediante una bomba de presión con fuerza motriz independiente, a fin de poder regularla con facilidad; el asfalto será aplicado uniformemente a través de una barra provista de boquillas que impidan la atomización. El tanque del distribuidor dispondrá de sistema de calentamiento regulado con recirculación para mantener una temperatura uniforme en todo el material bituminoso. El distribuidor deberá estar provisto además de un rociador manual.

**Procedimientos de trabajo.-** El riego de imprimación podrá aplicarse solamente si la superficie cumple con todos los requisitos pertinentes de densidad y acabado. Inmediatamente antes de la distribución de asfalto deberá ser barrida y mantenerse limpia de cualquier material extraño; el Fiscalizador podrá disponer que se realice un ligero riego de agua antes de la aplicación del asfalto.

**Distribución del material bituminoso.-** El asfalto para imprimación será distribuido uniformemente sobre la superficie preparada, que deberá hallarse seca o ligeramente húmeda. La distribución se efectuará en una longitud determinada y dividiendo el ancho en dos o más fajas, a fin de mantener el tránsito en la parte de vía no imprimada. Será necesario tomar las precauciones necesarias en los riegos, a fin de empalmar o superponer ligeramente las uniones de las fajas, usando en caso de necesidad el rociador manual para retocar los lugares que necesiten.

Para evitar superposición en los empalmes longitudinales, se colocará un papel grueso al final de cada aplicación, y las boquillas del distribuidor deberán cerrarse instantáneamente al terminar el riego sobre el papel. De igual manera, para comenzar el nuevo riego se colocará el papel grueso al final de la aplicación anterior, para abrir las boquillas sobre él y evitar el exceso de asfalto en los empalmes. Los papeles utilizados deberán ser desechados.

El Contratista deberá cuidar que no se manche con la distribución asfáltica las obras de arte, bordillos, aceras o árboles adyacentes, todo lo cual deberá ser protegido en los casos necesarios antes de proceder al riego. En ningún caso deberá descargarse el material bituminoso sobrante en canales, ríos o acequias. La cantidad de asfalto por aplicarse será ordenada por el Fiscalizador de acuerdo con la naturaleza del material a imprimirse y al tipo de asfalto empleado. Cuando se use asfalto diluido de curado medio la cantidad estará entre límites de 1.00 a 2.25 litros por metro cuadrado, cuando se use un asfalto emulsificado SS-1, SS- 1h, CSS-1 o CSS-1h variara entre 0.5 y 1.4 l/m<sup>2</sup> (De acuerdo al Manual Instituto del Asfalto), los valores exactos de aplicación serán determinados por el ingeniero fiscalizador. La distribución no deberá efectuarse cuando el tiempo esté nublado, lluvioso o con amenaza de lluvia inminente. La temperatura de aplicación estará en concordancia con el grado del asfalto, de acuerdo con lo especificado en la Sección 810.

Cuando la cantidad de aplicación y el tipo de material lo justifiquen, la distribución deberá dividirse en dos aplicaciones para evitar la inundación de la superficie.

**Aplicación de la arena.-** La colocación de una capa de arena sobre el riego de imprimación no es necesaria en todos los casos; es preferible que la cantidad de asfalto establecida para la imprimación, sea absorbida totalmente en la superficie. Sin embargo, hay ocasiones en que el asfalto no ha sido absorbido completamente en 24 horas, en cuyo caso se deberá distribuir sobre la superficie una delgada capa de arena para proteger la penetración, sobre todo si hay necesidad de permitir el tránsito o impedir posibles daños por lluvias, y para absorber el exceso de asfalto. La arena deberá distribuirse uniformemente en la superficie por cubrir, de acuerdo con lo dispuesto por el Fiscalizador. No se permitirá la formación de corrugaciones en el material de secado ni se deberán dejar montones de arena sobre la capa; el Contratista estará obligado a mantener la superficie cubierta en condición satisfactoria hasta que concluya la penetración y secado, luego de lo cual deberá remover y retirar la arena sobrante.

**Circulación de vehículos.-** No deberá permitirse el tránsito sobre una capa de imprimación mientras no se haya completado la penetración del asfalto distribuido en la superficie. Sin embargo, en casos en que sea absolutamente necesario permitir la circulación de vehículos, se deberá esperar al menos cuatro horas desde el regado del asfalto para cubrirlo con la capa de arena y autorizar luego el tránsito con una velocidad máxima de 20 Km/h. a fin de evitar que el asfalto se adhiera a las llantas y se pierda la imprimación. De todas maneras, todas las zonas deterioradas por falta o exceso de asfalto deberán corregirse oportunamente, con tiempo suficiente, antes de proceder a construir las capas superiores de pavimento. El Fiscalizador deberá determinar en cada caso el tiempo mínimo en que la superficie se mantendrá imprimada antes de cubrirla con la capa siguiente.

**Medición.-** Para efectuar el pago por el riego de imprimación deberán considerarse separadamente las cantidades de asfalto y de arena realmente empleadas y aceptadas por el Fiscalizador. La unidad de medida para el asfalto será el litro y la medición se efectuará reduciendo el volumen empleado a la temperatura de la aplicación, al volumen a 15.6 °C. Las tablas de reducción y conversión al peso se encuentran en la subsección 810-5. La cantidad de arena empleada será medida en metros cúbicos.

**Pago.-** Las cantidades de obra que hayan sido determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios señalados en el contrato, considerando los rubros abajo designados.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación previa de la superficie por imprimirse; el suministro, transporte, calentamiento y 400 – Estructura del Pavimento IV-80 distribución del material asfáltico; el suministro, transporte y distribución de la arena para protección y secado; así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la realización del trabajo descrito en esta sección.

<b>Nº del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
405-1 (1) Asfalto MC para imprimación.....	Litro (l)

### **10.3.9 Rubro 405-5 Hormigón asfáltico mezclado en planta.-**

#### **405-5. Hormigón Asfáltico Mezclado en Planta**

**405-5.01. Descripción.-** Este trabajo consistirá en la construcción de capas de rodadura de hormigón asfáltico constituido por agregados en la granulometría especificada, relleno mineral, si es necesario, y material asfáltico, mezclados en caliente en una planta central, y colocado sobre una base debidamente preparada o un pavimento existente, de acuerdo con lo establecido en los documentos contractuales.

**405.5.02 Materiales.-** El tipo y grado del material asfáltico que deberá emplearse en la mezcla estará determinado en el contrato y será mayormente cemento asfáltico con un grado de penetración 60 - 70. En caso de vías que serán sometidas a un tráfico liviano o medio se permitirá el empleo de cemento asfáltico 85 – 100. Para vías o carriles especiales donde se espere el paso de un tráfico muy pesado, se admitirá el empleo de cementos asfálticos mejorados. La clasificación del tráfico se muestra en la tabla 405-5.4. El cemento asfáltico que se utilice deberá cumplir con los requisitos de calidad señalados en el numeral 810.2.

Los agregados que se emplearán en el hormigón asfáltico en planta podrán estar constituidos por roca o grava triturada total o parcialmente, materiales fragmentados naturalmente, arenas y relleno mineral. Estos agregados deberán cumplir con los requisitos establecidos en el numeral 811.2, para agregados tipo A, B o C. Los agregados estarán compuestos en todos los casos por fragmentos limpios, sólidos y

resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, arcilla u otras materias extrañas.

Las mezclas asfálticas a emplearse en capas de rodadura para vías de tráfico pesado y muy pesado deberán cumplir que la relación entre el porcentaje en peso del agregado pasante del tamiz INEN 75micrones y el contenido de asfalto en porcentaje en peso del total de la mezcla (relación filler/betún), sea mayor o igual a 0,8 y nunca superior a 1,2.

Para la mezcla asfáltica deberán emplearse una de las granulometrías indicadas en las tablas 405-5.1.

En el contrato se determinará el tipo y graduación de los agregados, de acuerdo con las condiciones de empleo y utilización que se previene para la carpeta asfáltica.

**Tabla 10.20.** Granulometrías para mezcla asfáltica (Tabla 405-5.1). Fuente: MOP

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	¾"	½"	3/8"	Nº4
1" (25.4 mm.)	100	--	--	--
¾" (19.0 mm.)	90 - 100	100	--	--
½" (12.7 mm.)	--	90 - 100	100	--
3/8" (9.50 mm.)	56 - 80		90 - 100	100
Nº 4 (4.75 mm.)	35 - 65	44 - 74	55 - 85	80 - 100
Nº 8 (2.36 mm.)	23 - 49	28 - 58	32 - 67	65 - 100
Nº 16 (1.18 mm.)	--	--	--	40 - 80
Nº 30 (0.60 mm.)	--	--	--	25 - 65
Nº 50 (0.30 mm.)	5 - 19	5 - 21	7 - 23	7 - 40
Nº 100 (0.15 mm.)	--	--	--	3 - 20
Nº 200 (0.075 mm.)	2 - 8	2 - 10	2 - 10	2 - 10



#### **405-5.05. Procedimientos de trabajo.-**

**405-5.05.1.Fórmula Maestra de Obra.-** Antes de iniciarse ninguna preparación de hormigón asfáltico para utilizarlo en obra, el Contratista deberá presentar al Fiscalizador el diseño de la fórmula maestra de obra, preparada en base al estudio de los materiales que se propone utilizar en el trabajo. El Fiscalizador efectuará las revisiones y comprobaciones pertinentes, a fin de autorizar la producción de la mezcla asfáltica. Toda la mezcla del hormigón asfáltico deberá ser realizada de acuerdo con esta fórmula maestra, dentro de las tolerancias aceptadas en el numeral 405-5.04, salvo que sea necesario modificarla durante el trabajo, debido a variaciones en los materiales.

La fórmula maestra establecerá:

- 1) las cantidades de las diversas fracciones definidas para los agregados;
- 2) el porcentaje de material asfáltico para la dosificación, en relación al peso total de todos los agregados, inclusive el relleno mineral y aditivos para el asfalto si se los utilizare;
- 3) la temperatura que deberá tener el hormigón al salir de la mezcladora, y
- 4) la temperatura que deberá tener la mezcla al colocarla en sitio.

**405-5.05.2.Dosificación y Mezclado.-** Los agregados para la preparación de las mezclas de hormigón asfáltico deberán almacenarse separadamente en tolvas individuales, antes de entrar a la planta. La separación de las diferentes fracciones de los agregados será sometida por el Contratista a la aprobación del Fiscalizador. Para el almacenaje y el desplazamiento de los agregados de estas tolvas al secador de la planta, deberá emplearse medios que eviten la segregación o degradación de

las diferentes fracciones. Los agregados se secarán en el horno secador por el tiempo y a la temperatura necesarios para reducir la humedad a un máximo de 1%; al momento de efectuar la mezcla, deberá comprobarse que los núcleos de los agregados cumplan este requisito. El calentamiento será uniforme y graduado, para evitar cualquier deterioro de los agregados. Los agregados secos y calientes pasarán a las tolvas de recepción en la planta asfáltica, desde donde serán dosificados en sus distintas fracciones, de acuerdo con la fórmula maestra de obra, para ser introducidos en la mezcladora.

a) Dosificación: El contratista deberá disponer del número de tolvas que considere necesarias para obtener una granulometría que cumpla con todos los requerimientos según el tipo de mezcla asfáltica especificada para el respectivo proyecto.

De ser necesario podrá utilizar relleno mineral, que lo almacenará en un compartimiento cerrado, desde donde se lo alimentará directamente a la mezcladora, a través de la balanza para el pesaje independiente de los agregados, en el caso de usarse plantas mezcladora por paradas. Si se utiliza una planta de mezcla continua, el relleno mineral será introducido directamente a la mezcladora, a través de una alimentadora continua eléctrica o mecánica, provista de medios para la calibración y regulación de cantidad.

b) Mezclado: La mezcla de los agregados y el asfalto será efectuada en una planta central de mezcla continua o por paradas. Según el caso, los agregados y el asfalto podrán ser dosificados por volumen o al peso. La cantidad de agregados y asfalto por mezclar estará dentro de los límites de capacidad establecida por el fabricante de la planta, para la carga de cada parada o la razón de alimentación en las mezcladoras

continuas. De todos modos, de existir sitios en donde los materiales no se agiten suficientemente para lograr una mezcla uniforme, deberá reducirse la cantidad de los materiales para cada mezcla. La temperatura del cemento asfáltico, al momento de la mezcla, estará entre los 135 °C y 160 °C, y la temperatura de los agregados, al momento de recibir el asfalto, deberá estar entre 120 °C y 160 °C. En ningún caso se introducirá en la mezcladora el árido a una temperatura mayor en más de 10 °C que la temperatura del asfalto.

El tiempo de mezclado de una carga se medirá desde que el cajón de pesaje comience a descargar los agregados en la mezcladora, hasta que se descargue la mezcla. Este tiempo debe ser suficiente para que todos los agregados estén recubiertos del material bituminoso y se logre una mezcla uniforme; generalmente se emplea un tiempo de un minuto aproximadamente.

En caso de que la planta esté provista de dispositivos de dosificación y control automáticos, el contratista podrá utilizarlos ajustándolos a la fórmula maestra y calibrando los tiempos de ciclo.

Si se utilizan plantas de mezcla continua, se introducirá a la mezcladora cada fracción de agregados y el relleno mineral si es necesario, por medio de una alimentadora continua, mecánica o eléctrica, que los traslade de cada tolva individual con abertura debidamente calibrada. El asfalto se introducirá a la mezcladora por medio de una bomba, que estará provista de un dispositivo de calibración y de control de flujo.

La temperatura a la que se debe mezclar los agregados y el cemento asfáltico será proporcionada por el gráfico temperatura-viscosidad según el cemento asfáltico recibido en la planta. Para mezclas cerradas y semicerradas la temperatura de mezclado más adecuada es aquella en que la viscosidad del ligante está comprendida entre 1,5 y 3,0 Poises, mientras que para mezclas abiertas la viscosidad debe estar entre 3,0 y 10,0 Poises. Se tenderá a que la temperatura del cemento asfáltico y los agregados sea la misma.

**405-5.06. Medición.-** Las cantidades a pagarse por la construcción de las carpetas de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta, serán los metros cuadrados de superficie cubierta con un espesor compactado especificado. La medición se efectuará en base a la proyección en un plano horizontal del área pavimentada y aceptada por el Fiscalizador.

En casos especiales la medición para el pago podrá también ser efectuada en toneladas de mezcla efectivamente usada para la construcción de la carpeta, de acuerdo con los planos, especificaciones y más estipulaciones contractuales. En este caso, se computarán para el pago las toneladas pesadas y transportadas en los volquetes.

En todo caso, la forma de pago estará determinada en el contrato, sea en toneladas de hormigón suelto o en metros cuadrados de carpeta compactada al espesor requerido.

**405-5.07. Pago.-** Las cantidades determinadas en cualquiera de las formas establecidas en el numeral anterior, serán pagadas a los precios señalados en el contrato para los rubros siguientes.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por el suministro de los agregados y el asfalto, la preparación en planta en caliente del hormigón asfáltico, el transporte, la distribución, terminado y compactación de la mezcla, la limpieza de la superficie que recibirá el hormigón asfáltico; así como por la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en el completamiento de los trabajos descritos en esta sección.

<b>N° del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
405-5 Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta de....cm. de espesor.....	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

### **10.3.10 Rubro 503-(2) Hormigón simple “b” f’c = 180Kg/cm<sup>2</sup>. y 210Kg./cm<sup>2</sup>.**

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la construcción de estructuras de hormigón formadas por uno o varios elementos formados en la obra o prefabricados, constituidos por hormigón de cemento Pórtland, con o sin acero de refuerzo.

Por estructuras de hormigón se entenderá la construcción de puentes, alcantarillas de cajón, muros de ala y cabezal, muros de contención y otras estructuras de hormigón de cemento Pórtland.

**Procedimiento de trabajo.-** El hormigón para estructuras será suministrado, mezclado, colocado y curado de acuerdo a especificaciones.

La determinación de proporciones y pesos de las mezclas, ensayos y tolerancias así como los encofrados serán de tal modo que el hormigón terminado tenga la forma y dimensión indicadas en los planos.

Los métodos de colocación y compactación serán tales para obtener una masa uniforme y densa evitando la segregación de las porciones finas o gruesas de la mezcla.

Todos los encofrados se construirán de madera o metal adecuados y serán impermeables al mortero y de suficiente rigidez para impedir la distorsión debida a la presión del hormigón.

**Medición y Pago.-** Las cantidades a pagarse serán los metros cúbicos de hormigón colocado y medido en la obra, estos precios y pagos constituirán la compensación total por el suministro de materiales, mezclado, transporte y colocación, mano de obra, equipo, materiales.

<b>No. Del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
503 (1) Hormigón estructural de cemento Pórtland, Clase A (*)	Metro cúbico (m3)
503 (3) Hormigón estructural de cemento Pórtland, Clase C (*)	Metro cúbico (m3)

### **10.3.11 Rubro 504-1 Acero de refuerzo en barra.-**

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en el suministro y colocación de acero de refuerzo para hormigón de la clase, tipo y dimensiones señalados en los documentos contractuales.

A menos que en las disposiciones se disponga lo contrario, no se incluirá el acero de refuerzo de los elementos de hormigón precomprimido, el que se pagará como parte del elemento estructural precomprimido, de acuerdo a lo indicado en la Sección 502.

**Materiales.-** Las barras corrugadas de acero de refuerzo, las mallas de alambre de acero de refuerzo y el alambre y barras lisas de acero, satisfarán las exigencias previstas en la Sección 807.

Las superficies estructurales que se empleen como armaduras en el hormigón, satisfarán los requisitos previstos en la Sección 505.

Existen cuatro clases de acero de refuerzo: barras corrugadas, mallas de alambre, alambre y barras lisas de acero, las cuales deberán satisfacer los requisitos establecidos en las normas INEN 101, INEN 102, INEN 103, INEN 104 y en la Sección 807 de estas especificaciones.

**Acero de refuerzo.-** Este ítem norma el suministro y colocación del acero corrugado y liso, en lo referente a secciones y detalles están deberán constar en los planos. El refuerzo debe cumplir los requisitos técnicos del INEN y en el caso de no existir recurrir a los indicados en las Especificaciones Técnicas Complementarias 807.a. “Acero de refuerzo “.

### **Procedimiento de trabajo.-**

**Almacenamiento y conservación.-** Antes de pedir el material, las planillas de armaduras serán sometidas por el Contratista a la aprobación del Fiscalizador y no se hará ningún pedido de materiales hasta que dichas planillas estén aprobadas.

La aprobación de las planillas de armaduras por parte del Fiscalizador, no relevará, en forma alguna, al Contratista de su responsabilidad respecto de la exactitud de tales planillas y del suministro de acero de refuerzo que deberá cumplir con todos los requerimientos del contrato. Cualquier gasto, en conexión con modificaciones del material suministrado, de acuerdo a las planillas, para cumplir con los planos serán de cuenta del Contratista. El acero de refuerzo deberá ser almacenado en plataformas u otros soportes adecuados, de tal forma que no esté en contacto con la superficie del terreno.

Deberá protegérselo, hasta donde sea posible, para evitar daños mecánicos y deterioro por oxidación.

**Epóxico de recubrimiento para el acero.-** Para el acero de refuerzo, en casos especiales que se requiera recubrirlos con epóxicos, se seguirán las siguientes recomendaciones:

- Aplicar antes de oxidarse, o.
- Después de limpiar el óxido.
- Espesores de recubrimiento 178 a 305 micrómetros.



- Llama de corte no debe ser permitida en aceros con recubrimiento epóxico.

**Preparación, doblado y colocación del refuerzo.-** Las barras y el alambre de acero serán protegidos en todo tiempo de daños y, cuando se los coloque en la obra, estarán libres de suciedad, escamas sueltas, herrumbrado, pintura, aceite u otra sustancia inaceptable.

**Doblado.-** Las barras se doblarán en la forma indicada en los planos. Todas las barras se doblarán en frío, a menos que permita el Fiscalizador otra cosa. Ninguna barra parcialmente empotrada en el hormigón será doblada, a menos que así lo indiquen los planos o lo permita expresamente el Fiscalizador. Los radios para el doblado deberán estar indicados en los planos. Cuando no lo estén, el doblado se lo hará como se especifica en la Tabla 504-3.1.

**Tabla 10.21.** Radios para el dobla de barras (Tabla 504-3.1) Fuente MOP.

<b>DIÁMETRO (mm.)</b>	<b>RADIO MÍNIMO</b>
8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 y 25	3 diámetros
28 y 32	4 diámetros
Mayores que 32	5 diámetros

**Colocación y amarre.-** Las barras de acero se colocarán en las posiciones indicadas en los planos, se las amarrará con alambre u otros dispositivos metálicos en todos sus cruces y deberán quedar sujetas firmemente durante el vaciado del hormigón. El espaciamiento de la armadura de refuerzo con los encofrados se lo hará utilizando bloques de mortero, espaciadores metálicos o

sistemas de suspensión aprobados por el Fiscalizador. No se permitirá el uso de aparatos de plástico, madera o aluminio.

El recubrimiento mínimo de las barras se indicará en los planos. La colocación de la armadura será aprobada por el Fiscalizador antes de colocar el hormigón.

**Espaciamiento y protección del refuerzo.-** Se normaran por el reglamento de Diseño del A.C.I. 318 en su sección 7.6.- Espaciamiento límites para refuerzos, Y 7.7 protección del hormigón para el acero de refuerzo. Las barras en su ubicación no deberían variar mas de 1/12 del espaciamiento entre cada una de ellas.

Por ningún motivo el recubrimiento mínimo a la superficie del refuerzo será menor a 25 mm. y se guiarán por las indicaciones de los planos.

**Empalmes.-** Las barras serán empalmadas como se indica en los planos o de acuerdo a las instrucciones del Fiscalizador. Los empalmes deberán hacerse con traslapes escalonados de las barras. El traslape mínimo para barras de 25 mm. será de 45 diámetros y para otras barras no menor de 30 diámetros. Empalmes mediante soldadura a tope o dispositivos de acoplamiento mecánico serán permitidos únicamente si lo especifican los planos o cuando lo autorice el Fiscalizador por escrito. Estos empalmes deberán desarrollar al menos el 90 por ciento de la máxima resistencia a la tracción de la barra. Cualquier desviación en el alineamiento de las barras a través de un empalme a tope soldado o mecánico, no deberá exceder de 6 milímetros por metro de longitud.

La sustitución de barras será permitida únicamente con autorización del Fiscalizador; las barras reemplazantes tendrán un área equivalente o mayor que la del diseño.

**Acoples mecánicos.-** Cuando se indiquen en los planos, acoples mecánicos pueden ser utilizados para unir aceros de refuerzo, de acuerdo a especificaciones establecidas por el Departamento de Especificaciones de Materiales D-9-4510, en caso de no existir especificaciones, estos acoples mecánicos serán aprobados por la Fiscalización, sin embargo no deberán usarse acoples de caña o manguito para refuerzos cubiertos o protegidos por epóxicos.

Las resistencias de los acoples mecánicos deberán ser igual o superior al 125 % de la resistencia del refuerzo base.

**Ensayos y Tolerancias-** El Contratista, entregará al Fiscalizador, certificados de cumplimiento para todo el acero de refuerzo utilizado en la obra. Cuando el Fiscalizador lo pidiere también entregará copias de los informes de la fábrica en donde constan los análisis de las características físicas y químicas del acero. El Fiscalizador siempre tendrá el derecho de tomar muestras de acero entregado a la obra y ensayarlas para comprobar la calidad certificada. Los ensayos por realizarse y las tolerancias de fabricación estarán de acuerdo con lo indicado en la Sección 807.

**Medición y Pago.-**

**Medición.-** Las cantidades a pagarse por suministro y colocación del acero de refuerzo, de acuerdo a lo descrito en esta sección, serán los kilogramos de barras

de acero y los metros cuadrados de malla de alambre aceptablemente colocados en la obra. El alambre de refuerzo que se use como armadura de refuerzo, será medido a razón de 0.008 kg. por centímetro cúbico.

Los pesos de las barras de acero de refuerzo, se determinarán según lo indicado en las normas INEN respectivas. Los pesos que se miden para el pago incluirán los traslapes indicados en los planos o aprobados por el Fiscalizador.

La medición de la malla de alambre, colocada como refuerzo del hormigón, comprenderá el área cubierta, sin compensación por traslapes. No se medirán para el pago el alambre u otro material utilizado para amarrar o espaciar el acero de refuerzo.

Si se empalman barras por soldadura a tope, se considerará para el pago como un peso igual al de un empalme traslapado de longitud mínima.

El peso de la armadura de refuerzo de barandas no se medirá para el pago, cuando las barandas se paguen en base al metro lineal. El peso de armaduras de refuerzo en pilotes y vigas prefabricadas y en otros rubros en los que la armadura se incluye en el precio contractual del rubro, no se medirán para el pago.

Si hay sustitución de barras a solicitud del Contratista, y como resultado de ella aumenta la cantidad del acero, sólo se pagará la cantidad especificada.

Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios del contrato para los rubros más adelante designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro y colocación del acero de refuerzo, incluyendo mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

<b>N° del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
504 (1) Acero de refuerzo en barras (*).....	Kilogramo (Kg.)
(*) (Indicar esfuerzo a la fluencia)	

#### **10.3.12 Rubro 601-1 Tubería de hormigón armado para alcantarilla D = 1.20m**

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de alcantarillas, sifones y otros conductos de tubería de hormigón armado de las clases, tamaños y dimensiones estipulados en los documentos contractuales. Serán instalados en los lugares señalados en los planos o fijados por el Fiscalizador, de acuerdo con las presentes especificaciones y de conformidad con los alineamientos y pendientes indicados.

Los tubos de hormigón armado podrán ser de sección circular y ovalada, construido en el sitio de prefabricado en una planta aprobada.

Este trabajo incluirá el suministro de materiales y la construcción de juntas, conexiones, tomas y muros terminales, necesarios para completar la obra de acuerdo con los detalles indicados en los planos.

**Materiales.-** El tubo de hormigón armado y los materiales para su construcción e instalación deberán satisfacer los requerimientos de la Sección 820.

**Procedimiento de trabajo.-**

**Excavación y Relleno.-** La excavación y relleno deberá realizarse de acuerdo con lo estipulado en este numeral, en los planos y en la subsección 307-1.

La tubería deberá ser instalada en una zanja excavada con alineación y pendiente indicadas en los planos o establecidas por el Fiscalizador. El fondo de la zanja deberá ser conformado y compactado de tal manera que provea una base sólida y uniforme a todo lo largo del tubo.

En las uniones de los tubos se utilizará mortero de hormigón, arena-cemento, para el caso especial que se deba instalar la tubería en lechos de aguas servidas se utilizara como unión de los tubos juntas de caucho u otro material elástico. En los lugares donde la tubería deberá instalarse en un terraplén nuevo y de no ser autorizado otro procedimiento, se procederá a la construcción previa del terraplén hasta la altura señalada y luego se excavará la zanja para la colocación de la tubería, con las paredes tan verticales como sea posible.

De ser requerida una instalación del tipo "zanja imperfecta", se rellenará la zanja de acuerdo con lo indicado en el párrafo siguiente, hasta una altura de

aproximadamente 50 cm. por encima de la superficie superior de la tubería. Después se rellenará la zanja con suelo comprimible sin compactar, para luego completar el terraplén de acuerdo a los requisitos correspondientes. El material para relleno de la zanja se colocará en capas horizontales de un espesor no mayor de 20 cm. antes de ser compactadas y deberá obtenerse cuando menos un porcentaje de 95 por ciento de la densidad máxima de laboratorio, en la compactación de cada capa. El relleno de la zanja podrá realizarse cuando el mortero o masilla de las uniones esté todavía plástica.

Cada vez que hayan fraguado las uniones sin comenzar el relleno, el relleno deberá realizarse al menos 16 horas después de colocado el mortero. Cuando se requiera probar la tubería bajo presión hidrostática, no deberá realizarse antes de la prueba el relleno de la zanja.

**Muros de cabezal.-** Los muros de cabezal y cualquier otra estructura a la entrada y salida de la alcantarilla deberán construirse al mismo tiempo que se coloca la tubería, de acuerdo con los planos y las instrucciones del Fiscalizador. Los extremos de la tubería deberán ser colocados o cortados al ras con el muro, salvo que de otra manera lo ordene por escrito el Fiscalizador.

**Instalación por medio de Gatos.-** Cuando se trate del mejoramiento de una carretera pavimentada existente y de ser así estipulados en los planos o las disposiciones especiales, los tubos de hormigón armado deberán ser colocados en su lugar empujándolos por medio de gatos hidráulicos.

La clase de tubos que se especifique para estos trabajos tendrá la mínima resistencia necesaria para soportar las cargas verticales previstas, además del empuje de los gatos en condiciones de instalación normales; si el Contratista lo cree conveniente, podrá proveer de tubos de mayor resistencia, sin ninguna compensación adicional. Cualquier tubo dañado durante las operaciones de instalación por medio de gatos será reemplazado por el Contratista a su propio costo.

Las variaciones de pendiente y alineación de tubería colocada con gatos, con respecto a lo fijado, no deberán ser mayores que el uno por ciento de la distancia medida desde el sitio de accionamiento del gato hidráulico.

Para la instalación de una tubería por medio de gatos, la sección de la excavación no deberá ser más de 3 cm. mayor del diámetro exterior del tubo.

No se permitirá el uso de agua para facilitar el deslizamiento y penetración de la tubería. Si la tierra tiende a desmoronarse, hay que colocar una pantalla metálica de protección delante del primer tubo o hacer que la excavación no se aleje más allá de 40 cm. del extremo de dicho tubo.

Las áreas fuera de los tubos, mayores que lo indicado, deberán rellenarse con arena o mortero, a satisfacción del Fiscalizador.

El espacio anular interior de las uniones deberá rellenarse con el material especificado para juntas y alisado.



La compensación por las excavaciones que sean necesarias para instalar la tubería, los pozos para los gatos y los rellenos posteriores, se considera incluida dentro del precio pagado por la colocación de la tubería mediante gatos.

**Juntas.-** Los extremos de los tubos de hormigón armado deberán ser de tal diseño que, cuando estén instalados, dejen por dentro una superficie lisa y uniforme.

Todas las juntas deberán ser impermeabilizadas para impedir fugas o infiltraciones de agua. En los planos o disposiciones especiales se indicará la clase de material para juntas que deberá usarse a fin de conseguir este propósito y que pueden ser mortero de cemento y arena, empaquetadura de caucho o materiales elásticos como el cloruro de polivinil y la fibra de vidrio impregnada de epóxico. Estos materiales para juntas deberán cumplir los requerimientos de la Sección 806.

Las sustancias líquidas usadas como sello en las juntas, deberán retenerse por moldes o retenedores alrededor del tubo y deberán verterse o bombearse dentro del espacio de la junta en una operación continua y agitada hasta que la junta esté completamente llena.

**Colocación de tubos para alcantarillas.-** La tubería de hormigón armado utilizada para drenaje y conductos secos, deberá colocarse y unirse según los requisitos de este numeral y de los demás documentos contractuales.

Los tubos serán colocados a los alineamientos y pendientes indicados en los planos o como indique el Fiscalizador.

El Contratista deberá disponer del equipo necesario para bajar los tubos y colocarlos en su debido sitio.

Tubos ovalados y tubos circulares con refuerzo elíptico se colocarán con el eje menor del refuerzo en posición vertical.

Las juntas serán limpiadas y luego selladas con el material prescrito para impermeabilización de las mismas. Cuando se emplee el mortero para el sellado, esto se constituirá de una parte de cemento Pórtland y dos partes de arena limpia conforme con los requisitos de la especificación AASHO M-45, proporcionadas por volumen y mezcladas con agua hasta conseguir la consistencia requerida. El mortero deberá utilizarse dentro de los 30 minutos de haber agregado agua a los otros materiales.

Deberán tomarse todas las precauciones para evitar que la zanja se inunde antes de hacer el relleno. No deberá permitirse que la corriente de agua esté en contacto con la tubería, hasta que el cemento de las uniones haya fraguado por lo menos 24 horas.

**Colocación de tubos para sifones y tuberías a presión.-** Los tubos de hormigón armado utilizados para sifones y conductos de baja presión, que no exceda de 15 m. de carga hidrostática, se colocarán, como se ha indicado antes, para los tubos de alcantarillas, pero además las uniones deberán ser impermeables bajo presión para todas las condiciones previsibles de expansión, contracción y asentamiento.

Antes de comenzar el relleno de la zanja, la tubería deberá ser sometida a la siguiente prueba de presión: se deberá llenar con agua hasta una presión hidrostática de 3 m. sobre el punto más alto de la tubería. Esta carga deberá mantenerse por 24 horas cuando menos, y cualquier infiltración u otro defecto que aparezca en este tiempo deberá ser reparado por el Contratista, a su propia cuenta. La prueba será repetida hasta que todas las filtraciones u otros defectos hayan sido eliminados.

**601-4. Medición.-** Las cantidades a pagarse por tubería de hormigón armado serán los metros lineales, medidos en la obra, de trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados.

La medición se efectuará a lo largo de la tubería instalada de acuerdo a lo estipulado en la subsección 103-5 y a las instrucciones del Fiscalizador; cualquier exceso no autorizado no será pagado.

Los muros de cabezal, muros terminales u otras estructuras realizadas para la completa terminación de la obra, serán medidos para el pago de acuerdo a lo estipulado en las secciones correspondientes de las presentes especificaciones.

La excavación y relleno para estructuras se medirán para el pago de acuerdo con lo previsto en la Sección 307, excepto en el caso de la instalación de tubos mediante gatos, para el cual se considerará que estos trabajos están pagados por el precio contractual de la tubería.

**Pago.-** Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios contractuales para los rubros abajo designados y que consten en el contrato, además de la Sección 307 y los correspondientes a estructuras.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por el suministro, transporte, colocación, instalación, juntura, sellado y comprobación de la tubería de hormigón armado, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarios para la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

No se realizará ningún pago por el agua utilizada para las pruebas de permeabilidad de la tubería.

<b>N° del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
601- (1A)* Tubería de hormigón armado para alcantarillas (*). .....	Metro lineal (m)

(\*). Habrá un sufijo distinto para clase y tamaño de tubería especificado.

### **10.3.13 Rubro 708-5(1) Señales al lado de la carretera.-**

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de señales completas, adyacentes a la carretera, de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales, el Manual de Señalización del MOP y las instrucciones del Fiscalizador.

Las placas o paneles para señales al lado de la carretera serán montados en postes metálicos que cumplan las exigencias correspondientes a lo especificado en la Sección 830 (FP). Serán instaladas en las ubicaciones y con la orientación señalada en los planos.

**Instalación de postes.-** Los postes y astas se colocaran en huecos cavados a la profundidad requerida para su debida sujeción conforme se indique en los planos. El material sobrante de la excavación será depositado de manera uniforme a un lado de la vía, como lo indique el Fiscalizador. El eje central de los postes o astas deberán estar en un plano vertical, con una tolerancia que no exceda de 6 milímetros en tres metros.

El espacio anular alrededor de los postes se rellenara hasta el nivel del terreno con suelo seleccionado en capas de aproximadamente 10 centímetros de espesor, debiendo ser cada capa humedecida y compactada a satisfacción del Fiscalizador o con hormigón de cemento Pórtland, de acuerdo a las estipulaciones de los planos o las especificaciones especiales.

**Instalación de placas para señales.-** Las placas o tableros para señales se montaran en los postes, de acuerdo con los detalles que se muestren en los planos.

Cualquier daño a los tableros, sea suministrado por el Contratista o por el Ministerio, deberá ser reparado por el Contratista, a su cuenta, y a satisfacción del Fiscalizador, el tablero dañado será reemplazado por el Contratista, a su propio costo, si el Fiscalizador así lo ordena.

Los tableros de señales con sus respectivos mensajes y con todo el herraje necesario para su montaje en los postes, serán suministrados por el Contratista, excepto en las disposiciones especiales se dispone el suministro de los tableros por el Ministerio.

**Medición.-** Las cantidades a pagarse por las señales colocadas al lado de la carretera, serán las unidades completas, aceptablemente suministradas e instaladas.

**Pago.-** Las cantidades determinadas en la forma indicada en el número anterior, se pagará el precio contractual para el rubro abajo designado y que conste en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por el suministro, fabricación, transporte e instalación de las señales colocados al lado de carreteras, que incluye los postes, herraje, cimentaciones y mensajes, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

<b>No. Del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
708-5(1) Señales al lado de la carretera .....	Cada uno (U)

#### **10.3.14 Rubro 829-3 Guarda caminos tipo viga metálica.-**

Los elementos de los barandales, secciones terminales, pernos, tuercas y otros accesorios deberán satisfacer los requerimientos especificados en las normas ASSHTO M-180, salvo las modificaciones que expresamente se indican en este

numeral. Las láminas de acero empleadas en su fabricación cumplirán los requisitos establecidos en las normas INEN 114 y 115.

Los elementos de los barandales serán galvanizados y el revestimiento de zinc no será menor de 6 gramos por 100 cm<sup>2</sup>. El proceso de galvanizado deberá ser por inmersión en caliente, de acuerdo a la norma INEN 672.

Los elementos de los barandales, su superficie, los orificios para pernos, etc. estarán libres de desgarraduras, rebabas, bordes afilados y protuberancias.

Los pernos serán de cabeza redonda y tendrán resaltes interiores que, al ajustarse a los perfiles, prevengan el giro y se produzca un acoplamiento seguro; por lo tanto los orificios de los elementos de los barandales tendrán una forma similar a los resaltes de los pernos.

Los postes y bloques de madera deberán cumplir lo establecido en la Sección 824 de las especificaciones MOP. Se los fabricará de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos y se usará solamente un tipo de poste para cada guarda camino. Los bloques de madera que se usen como espaciadores para guarda caminos de vigas metálicas, serán de una sección de 20x20 cm. y una longitud de 35 cm. salvo que en los planos se indiquen otras dimensiones.

Si los planos implican el empleo de postes de hormigón, se fabricarán con hormigón Clase "A", de acuerdo con lo especificado en la sección 801 y llevarán acero de refuerzo el mismo que debe cumplir lo establecido en la sección 807.

Cuando se especifique el uso de puntales metálicos, estos cumplirán los requisitos señalados en la Sección 823 de las especificaciones MOP.

### **10.3.15 Rubro 705-(1) Marcas de pavimento.-**

**705-1. Descripción.-** Este trabajo consistirá en la aplicación de marcas permanentes sobre el pavimento terminado, de acuerdo con estas especificaciones, disposiciones especiales, lo indicado en los planos, o por el Fiscalizador.

Los detalles no contemplados en los planos se realizarán conforme al "Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways" (MUTCD) (Manual de Mecanismos de Control de Tráfico en los Estados Unidos), U.S. Department of Transportation y Federal Highways and Transportation y Normas Panamericanas.

**705-2. Materiales.-** Las pinturas para tráfico serán las indicadas en la Sección 826. Además, los materiales cumplirán las siguientes especificaciones: Las microesferas de vidrio AASHTO M 247, Tipo 1 Las franjas de material termoplástico AASHTO M 249, Para moldeado del tipo en eyección caliente. Las franjas de pavimento del tipo plástico puestas en frío, serán de uno de los siguientes materiales, de acuerdo con el requerimiento de espesor indicado y además los requisitos contractuales:

- 1.5 mm. de polímero flexible retroreflectivo
- 1.5 mm. de premezcla de polímero flexible
- 2.3 mm. de plástico frío.

Las marcas que sobresalgan del pavimento serán de acuerdo al tipo y tamaños definidos en los planos y a los requisitos indicados en el contrato.



### **705-3. Procedimiento de Trabajo.-**

**705-3.01. Generales.-** Las superficies en las cuales las marcas serán aplicadas, estarán limpias, secas y libres de polvo, de suciedad, de acumulación de asfalto, de grasa u otros materiales nocivos. Cuando las marcas sean colocadas en pavimentos de hormigón de cemento Pórtland, el pavimento deberá ser limpiado de todo residuo, previamente a la colocación de las marcas.

Las franjas serán de un ancho mínimo de 10 cm. Las líneas entrecortadas tendrán una longitud de 3 m. con una separación de 9 m. Las líneas punteadas tendrán una longitud de 60 cm. con una separación de 60 cm.

Las franjas dobles estarán separadas con un espaciamiento de 14 cm.

Las flechas y las letras tendrán las dimensiones que se indiquen en los planos.

Todas las marcas presentarán un acabado nítido uniforme, y una apariencia satisfactoria tanto de noche como de día, caso contrario, serán corregidas por el Contratista hasta ser aceptadas por el Fiscalizador y sin pago adicional.

**705-3.02. Marcas de Pinturas.-** Las marcas serán aplicadas con métodos aceptables por el Fiscalizador. El cabezal rociador de pintura será del tipo spray y que permita aplicar satisfactoriamente la pintura a presión, con una alimentación uniforme y directa sobre el pavimento. Cada mecanismo tendrá la capacidad de aplicar 2 franjas separadas, aun en el caso de ser sólidas, entrecortadas o punteadas. Todo tanque de pintura estará equipado con un agitador mecánico. Cada boquilla estará equipada con

una válvula, que permita aplicar automáticamente líneas entrecortadas o punteadas. La boquilla tendrá un alimentador mecánico de microesferas de vidrio, que opera simultáneamente con el rociador de pintura, y distribuirá dichas microesferas de vidrio con un patrón uniforme a la proporción especificada.

La pintura será mezclada previamente y aplicada cuando la temperatura ambiente esté sobre los 4 grados centígrados y como se indica en la numeral 705-3.01.

Para franjas sólidas de 10 cm. de ancho, la tasa mínima de aplicación será de 39 lt/km. Para franjas entrecortadas o de líneas punteadas, la tasa mínima de aplicación será de 9.6 lt/km. y 13 lt/km. respectivamente. La mínima tasa de aplicación para flechas y letras será de 0.4 lt/m<sup>2</sup> de marcas.

Las micro esferas de vidrio serán aplicadas a una tasa mínima de 0.7 kg. Por cada lt. de pintura.

Las áreas pintadas estarán protegidas del tráfico hasta que la pintura esté suficientemente seca. Cuando lo apruebe el Fiscalizador, el Contratista aplicará pintura o micro esferas de vidrio en dos aplicaciones, para reducir el tiempo de secado en áreas de tráfico congestionado.

**705-4. Métodos de medida.-** Las cantidades aceptadas de marcas de pavimentos serán medidas de la siguiente manera:

a) Método lineal.- Las cantidades a pagarse serán aquellas medidas linealmente en metros o kilómetros de marcas en el pavimento, y se medirán sobre la línea eje del

camino o sobre las franjas, de principio a fin, sean estas entrecortadas o continuas. Estas marcas en el pavimento deberán estar terminadas y aceptadas por el Fiscalizador. El precio contractual para cada tipo o color de línea se basará en un ancho de línea de 10 cm. Cuando el ancho de la línea sea diferente de 10 cm., deberá estar establecido en el contrato o solicitado expresamente por el Fiscalizador, entonces la longitud a pagarse será ajustada con relación al ancho especificado de 10 cm.; caso contrario, se reconocerá un pago según el ancho de 10 cm.

b) Método unitario.- La cantidad a pagarse será el verdadero número de unidades (tales como flechas, símbolos, leyendas, MPS, etc.) de los tipos y tamaños especificados en el contrato, que han sido suministrados, terminados y aceptados por el Fiscalizador.

**705-5. Pago.-** Las cantidades entregadas y aceptadas en la forma que se indicó anteriormente, se pagarán al precio unitario establecido en el contrato. De acuerdo al listado de rubros que se indican a continuación y que se presentan en el cronograma de trabajo. Tales precios y pagos serán la compensación total del trabajo descrito en esta sección.

<b>Nº del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
705-(1) Marcas de pavimento (Pintura).....	Metro Lineal (m)

**10.3.16 Rubro 206-01.2 Área plantada (árboles y arbustos) y Rubro 206-01.3 Área encespada.-**

**206-01.2. Área plantada.-** Este trabajo deberá consistir en proveer, entregar y plantar árboles, arbustos, enredaderas y plantas de recubrimiento del terreno, del tipo y tamaño indicado en los planos o en las especificaciones ambientales particulares. Los sitios de plantación serán los identificados en los planos, especificaciones ambientales particulares o de acuerdo a las disposiciones del Fiscalizador.

La ubicación de los árboles y arbustos que fueren requeridos se indicará en los planos o será señalada por el Fiscalizador.

**206-01.2.1. Procedimiento de trabajo.-** Este trabajo lo hará el Contratista durante las temporadas que se indican en las especificaciones ambientales particulares o según disponga el Fiscalizador. De ninguna manera deberá realizarse este trabajo en terrenos helados o con un alto grado de saturación. El Contratista notificará al Fiscalizador, por escrito y con no menos de 15 días de anticipación, respecto de la entrega de las plantas de los viveros o de la fuente recolectora. Todos los materiales vegetales deberán estar disponibles para su inspección en los viveros o fuente de abastecimiento antes que las plantas estén listas para su plantación. El transporte, almacenamiento provisional y mantenimiento correrá a cuenta del Contratista, hasta la plantación definitiva.

Con anterioridad a la excavación de los hoyos, el terreno deber estar libre de grama, malezas, raíces y materia objetable como inadecuada para el relleno.

La colocación de las plantas deberá ser aproximadamente a plomo y al mismo nivel o un poco más debajo de aquel en que fueron cultivadas en los viveros; el relleno del hoyo con la planta se lo hará con una mezcla de tierra vegetal de capa superior, tierra negra o humus de turba.

La fertilización se la hará conforme se indique en las especificaciones ambientales particulares o usando los fertilizantes orgánicos expuestos en el numeral relativo al área sembrada. Se recomienda el uso de abono vegetal (virutas de madera, aserrín o musgo de pantano) y la medida de aplicación será de 5 Kg/m<sup>3</sup>; éste deberá ser colocado dentro de las 24 horas siguientes a la plantación.

Las plantas que han muerto o insatisfactorias deberán ser quitadas de la obra y sustituidas por otras de buena calidad, sanidad y tamaño, las cuales deben ponerse a consideración y aprobación del Fiscalizador.

**206-01.3. Encespado o enchambado.-** Este trabajo consiste en la preparación del lecho para recibir la chamba, cortar, acarrear y colocar la chamba de hierbas perennes, en los sitios mostrados en los planos o que fuesen determinados por el Fiscalizador.

**206-01.3.1. Procedimiento de trabajo.-** Las operaciones de encespado se lo hará en las épocas adecuadas, de conformidad con lo expuesto en las especificaciones ambientales particulares o cuando el Fiscalizador lo autorice por escrito.

El Contratista avisará al Fiscalizador con tres días de anticipación, antes de comenzar a cortar los cuadros de 30 cm. por 30 cm. de césped, con el fin de evitar el deterioro

de la base de prendimiento. El área de donde se extraerá los cuadros de chamba deberá ser aprobada por el Fiscalizador, antes de iniciar la señalización y corte de los cuadros.

Antes de la entrega de los cuadros de chamba, las áreas de encespado deben estar alineadas y niveladas; el suelo debe ser removido mediante escarificación con discos o rastra, de tal forma de aflojar la tierra a la profundidad señalada en las especificaciones ambientales particulares o indicadas por el Fiscalizador. Una vez escarificado el suelo, deberá aplicarse el fertilizante, piedra caliza u otro material que aumente los nutrientes del sustento.

Los cuadros de césped deberán ser colocados sobre el terreno preparado, durante las 24 horas siguientes a su corte, excepto cuando los cuadros de chamba se necesiten almacenar en montones o pilas (humedecidas), con las superficies del césped una contra otra y las superficies de raíces igualmente encontradas, durante un tiempo que no exceda los 5 días.

Previo a la colocación manual de los cuadros macizos las áreas de lechos deberán estar limpias de escombros, basuras, etc. y totalmente humedecidas. En áreas planas, la implantación se hará colocando borde contra borde, con las juntas salteadas; Cuando el área a encespar tenga un declive de 2:1 o de mayor pendiente, las unidades de césped deberán ser estaquilladas después de haber sido apisonadas manualmente, debiendo quedar las estaquillas a ras con la superficie de asiento del césped.

Las áreas encespadas deberán ser humedecidas durante su colocación y el Contratista tendrá que conservarlas húmedas hasta comprobar su prendimiento y la aceptación

final del trabajo por parte del Fiscalizador. La poda la realizará el Contratista a su costo hasta la recepción definitiva de la obra.

**206-02. Riego.-** El Contratista protegerá y cuidará a su costo las áreas sembradas, plantadas y encespadas, las mantendrá húmedas, arreglando o reponiendo por su cuenta las áreas que no presenten un crecimiento satisfactorio, hasta la recepción definitiva de la obra.

El riego deberá hacerse mediante camiones cisterna u otro equipo aprobado que permita regar a presión con mangueras o rociadores. El agua se distribuirá uniformemente y sin que cause erosión; será aplicada con la frecuencia y en la cantidad aprobada por el Fiscalizador.

**206-03. Medición.-** Los trabajos realizados de acuerdo con las exigencias de esta sección se medirán de la siguiente forma: Las áreas efectivamente sembradas y encespadas, de acuerdo a las estipulaciones de los documentos contractuales, se medirán en metros cuadrados de superficie. Para el área plantada, la medición y correspondiente pago será por el número de árboles, arbustos y enredaderas, de los tamaños y variedades especificados, plantados y entregados de conformidad con las especificaciones ambientales particulares o el informe del Fiscalizador. Únicamente serán aceptables las áreas de siembra, encespado y plantas vivas y saludables al momento de la inspección final. El pago efectuado en base a esta medición incluirá paja o heno que se requiera como retenedora de humedad.

La tierra vegetal y abono orgánico que fueren requeridos se medirán en metros cúbicos. El pago efectuado en base a esta medición para la tierra vegetal, incluirá

cualquier almacenamiento temporal y otro manipuleo del material que fuere necesario.

Los fertilizantes químicos; caliza y semillas empleadas de acuerdo a los requisitos contractuales, se medirán en kilogramos.

El agua empleada en regar las áreas tratadas con cubierta vegetal, además de los árboles y arbustos, no se medirá para su pago. El costo de suministrar el agua se sufragará mediante el rubro 204-A (1) y el costo de distribución será compensado por los pagos efectuados por los varios rubros de prevención de la erosión.

**206-04. Pago.-** Las cantidades y unidades determinadas en el numeral anterior se pagarán a los precios contractuales para los rubros abajo designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por los trabajos de prevención de la erosión incluyendo el suministro de materiales, la mano de obra, herramientas, equipo y operaciones conexas, necesarias para la ejecución de los trabajos descritos así como por el mantenimiento de los árboles, arbustos, enredaderas, áreas sembrada y encespada hasta su recepción definitiva.

<b>No. del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
206 (2) Área plantada (Árboles y arbustos).....	Unidad (U)
206 (3) Área encespada.....	Metro cuadrado (m2)



#### **10.4 Presupuesto.-**

Para poder realizar el presupuesto, se obtuvo las cantidades de obra de la alternativa 3 para cada rubro, obteniendo los siguientes resultados.

**Tabla 10.22** Cantidades de Obra.

Nº Rubro	Código	Rubro	U.	Long.(m)	Cantidad.	Ancho (m) - Área (m2)	Espesor (m) - Prof. (m)	Total	U.
1	302-1	DESBROCE, DESBOQUE Y LIMPIEZA	HA.	2800		14.3		4.00	HA.
2	303-2(1)	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR	M3.	Remítase a la curva de masas				126185.33	M3.
3	307-1(1)	EXCAVACIÓN Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS	M3.	15	9	2.00		270.00	M3.
4	307-3(1)	EXCAVACIÓN PARA CUNETAS Y ENCAUZAMIENTOS	M3.	2800	2	0.18		1008.00	M3.
5	308-1.01	ACABADO DE LA OBRA BÁSICA EXISTENTE	M2.	2800		14.3		40040.00	M2.
6	403-1C	SUBBASE CLASE 3	M3.	2800		11.3	0,35 y 0,10	9661.50	M3.
7	404-1 (1)	BASE CLASE 1	M3.	2800		11.3	0,20 y 0,15	6045.50	M3.
8	405-1.01	RIEGO DE IMPRIMACIÓN	LT.	2800		11.3	0.003	94920.00	LT.
9	405-5	HORMIGÓN ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA	M2.	2800		11.3		31640.00	M2.
10	503-(2)	HORMIGÓN SIMPLE CLASE "B" f'c = 180Kg./cm2 (cunetas)	M3	2800	2	0.85	0.05	238.00	M3
11	503-(2)	HORMIGÓN SIMPLE CLASE "C" f'c = 210Kg./cm2 (muros)	M3	330		0.30	7	693.00	M3
12	504-1	ACERO DE REFUERZO EN BARRA	KG.					24434.00	KG.
13	601-1	ALCANTARILLA DE TUBO DE H. ARMADO (D = 1,20 M)	M.	15	9			135.00	M.
14	708-1	SEÑALES AL LADO DE LA VÍA (0,75 M x 0,75 M)	U.		8			8.00	U.
15	829-3	GUARDA CAMINOS TIPO VIGA METÁLICA.	M.	2800				2800.00	M.
16	705-(1)	MARCAS DE PAVIMENTO (PINTURA 1)	M	2800	4			11200.00	M
17	206-01.2	ÁREA PLANTADA (ÁRBOLES Y ARBUSTOS)	U.		4500			4500.00	U.
18	206-01.3	ÁREA ENCESPADA	M2.			10000		10000.00	M2

A continuación se presenta la Tabla 10.18 correspondiente al presupuesto obtenido después de haber hecho el análisis de precios unitarios con sus respectivas especificaciones técnicas para la vía propuesta.

Para cotización del puente curvo que se planteó como solución vial de la intersección de la vía propuesta con la Av. General Rumiñahui, adicionalmente se realizó una comparación de los presupuestos referenciales de varios puentes similares sacados de las bases para construcción de puentes de la página web del MOP, obteniendo el valor en dólares por metro cuadrado y se sacó un promedio, consiguiendo el valor de 750 dólares/m<sup>2</sup>. El área del puente propuesto es de 165 m<sup>2</sup>, con lo que se tiene un costo referencial de 123,666.31 dólares. Las especificaciones técnicas serán las descritas en el manual es de Especificaciones Técnicas del MOP.

Por tanto el costo total para la construcción de la vía con sus soluciones en cada intersección es de 896,460.61 dólares.

**Tabla 10.18** Presupuesto Referencial de la vía propuesta.

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	
1.00	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	HA.	4.00	233.34	933.36
2.00	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR	M3.	126,185.33	0.73	92,115.29
3.00	EXCAVACIÓN Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS	M3.	270.00	3.87	1,044.90
4.00	EXCAVACIÓN PARA CUNETAS Y ENCAUZAMIENTOS	M3.	1,008.00	2.22	2,237.76
5.00	ACABADO DE OBRA BÁSICA EXISTENTE	M2.	40,040.00	0.28	11,211.20
6.00	SUB BASE CLASE 3	M3.	9,661.50	9.39	90,721.49
7.00	BASE CLASE 1	M3.	6,045.50	12.77	77,201.04
8.00	ASALFATO RC PARA IMPRIMACIÓN	LT.	94,920.00	0.23	21,831.60
9.00	HORMIGÓN ASFÁLTICO NMEZCLADO EN PLANTA 3"	M2.	31,640.00	7.63	241,413.20
10.00	HORM. ESTRUCT. DE CEM. PORT. CLASE C f'c=180 Kg/cm2	M3.	238.00	87.85	20,908.30
11.00	HORM. ESTRUCT. DE CEM. PORT. CLASE B f'c=210 Kg/cm2	M3.	693.00	91.81	63,624.33
12.00	ACERO DE REFUERZO EN BARRA	KG.	24,434.00	0.96	23,456.64
13.00	TUBERÍA DE HORMIGÓN ARMADO D = 1.20 m.	M.	135.00	138.52	18,700.20
14.00	SEÑALES INDICADORAS (0.75x0.75m.)	U.	8.00	186.00	1,488.00
15.00	GUARDA CAMINOS TIPO VIGA METÁLICA	M.	2,800.00	25.28	70,784.00
16.00	MARCAS DE PAVIMENTO (PINTURA 1 FRANJA)	M.	11,200.00	0.29	3,248.00
17.00	ÁREA PLANTADA (ÁRBOLES Y ARBUSTOS)	U.	4,500.00	0.75	3,375.00
18.00	ÁREA ENCESPADA	M2.	10,000.00	2.85	28,500.00
				<b>TOTAL =</b>	<b>772,794.30</b>

## CAPÍTULO XI

### PROYECTO FINAL

Después de analizar todos los estudios y las alternativas geométricas se llegó a determinar como proyecto definitivo la alternativa número 3 que es una vía de Clase 1 Restringida con 2 carriles de servicio para cada sentido de circulación y con una velocidad de proyecto de 80 Km/h. Se siguió el trazado de la línea férrea en desuso en algunos tramos y en otros fue mejorado con la finalidad de tener radios de curvatura amplios con tangentes largas en la medida que permitió el terreno, evitando tener un alineamiento horizontal zigzagueante. Sin embargo, también se utilizaron radios mínimos y en ciertos tramos radios menores obligados por la topografía.

Al final de este capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones, las cuales se consiguieron después de realizar un breve análisis económico del costo de la vía versus los beneficios que proporcionaría, para con esto, justificar la realización de este proyecto, además se presenta una propuesta de posible financiamiento para su construcción.

#### 11.1 Análisis económico

Actualmente al recorrer desde el Peaje hasta la Av. Napo se tiene una distancia de 5.47 Km y con la realización de la vía Napo-Monjas se obtuvo la distancia de 3.12 Km teniendo una diferencia de 2.35 Km. que representaría un ahorro de tiempo y dinero para los posibles usuarios de esta vía tal como se explicó en el Capítulo II.

Para definir las diferencias en el consumo de combustible, aceite y llantas de los vehículos que circularían por la vía propuesta, se tomó en cuenta el TPDA y se estimó para el consumo de combustible el valor promedio de 40 Km/gl, para el consumo de aceite se estimó el valor de 13.50 dólares (costo por cambio de aceite y filtro) para cada 3500 kilómetros de recorrido, y para consumo de llantas se estimó el valor de 60 dólares por cada llanta y por cada 35.000 kilómetros de recorrido.

Para el costo de combustible se utilizó el valor de 1.5 dólares que es el promedio del precio por galón entre los combustibles Extra, Super y Diesel puesto que el TPDA resulta de la suma de vehículos livianos que utilizan Extra o Super, y buses y pesados que utilizan Diesel. Con estos valores se calculó el valor de ahorro en mantenimiento de los vehículos por efecto de recorrer 2.35 Km menos diariamente.

En la siguiente tabla se presentan los valores en dólares correspondientes a beneficios en combustible, aceite y llantas.

**TABLA 11.1** Beneficios en dólares por ahorro en consumo de combustible, aceite y llantas.

	<b>COMBUSTIBLE</b>	<b>ACEITE</b>	<b>LLANTAS</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Costo Actual</b>	\$ 1.50	\$ 13.50	\$ 240.00	
	40 Km/gl	se cambia cada 3500 Km.	se cambia cada 35000 Km.	
<b>TPDA ACTUAL</b>	5,645	5,645	5,645.00	
<b>Con TPDA actual a 1 año se ahorra</b>	\$ 181,497.69	\$ 18,668.33	\$ 33,188.15	\$ 233,354.17
<b>Con TPDA ACTUAL a 10, años benefico de:</b>	\$ 1,814,976.87	\$ 186,683.34	\$ 331,881.49	\$ 2,333,541.69
<b>Con TPDA ACTUAL a 20, años benefico de:</b>	\$ 3,629,953.74	\$ 373,366.67	\$ 663,762.97	\$ 4,667,083.38

Como se puede ver en la tabla, el ahorro anual de \$ 233,354.17 que produciría la circulación por la vía propuesta es considerable.

Al circular por la vía propuesta se tiene un ahorro del 43% en tiempo de recorrido según el análisis realizado en el Capítulo II. Para sacar un dato económico que represente dicho ahorro, se estimó que el viaje en automóvil hacia el lugar de trabajo le cuesta al usuario de una vía aproximadamente el 15 % del sueldo de su trabajo, y se consideró que una persona que tiene vehículo propio tiene posibilidades económicas de comprar la canasta básica cuyo costo es de 440.81 dólares, valor que fue usado como referencia para definir un sueldo estimado de 600 dólares y con eso calcular el posible ahorro de tiempo en cifras numéricas como se ve a continuación:

\$600.00	<b>sueldo</b>
20	<b>días laborables semana</b>
\$30.00	<b>dólares diarios laborables</b>
15.00%	<b>costo estimado</b>
\$4.50	<b>gasto transportación trabajo</b>
240	<b>días del año laborables aproximadamente.</b>
\$1,080.00	<b>dólares en un año de recorrido al trabajo de un vehículo</b>
\$6,096,600.00	<b>dólares en un año de recorrido al trabajo según TPDA de 5645</b>

Se consideró 20 días laborables en el mes. Al dividir el sueldo estimado se tiene un jornal diario de 30 dólares que al multiplicarlos por el 15% da un gasto de 4.50 dólares, tomando en cuenta los días laborables del año (240) hay un gasto calculado de 1080 dólares que tiene un vehículo al circular actualmente, y un valor

de 6,096,600.00 dólares tomando en cuenta el TPDA. Con estos datos se calculó la diferencia en el costo por circulación de acuerdo a la tabla siguiente.

**Tabla 11.2.** Ahorro por diferencia de circulación.

<b>Recorrido</b>	<b>km</b>	<b>%</b>	<b>gasto</b>
Actual	5.47	100	\$6,096,600.00
Propuesto	3.12	57	\$3,477,402.56
<b>Ahorro</b>	<b>2</b>	<b>43</b>	<b>\$2,619,197.44</b>

## 11.2 Financiamiento

Se planteó como alternativa para un posible financiamiento de construcción de la vía, la posibilidad de incrementar en un centavo de dólar el costo del Peaje, puesto que la gran mayoría de usuarios de la vía serían los pobladores del Valle de Los Chillos y sus alrededores, este aumento en el costo no sería significativo para los usuarios considerando los beneficios que tendrían al tener una vía alternativa para desplazarse hacia o desde la Av. Napo.

Se calculó el valor que se podría recaudar con este incremento, utilizando para esto el TPDA del día de máxima demanda, obtenido en la estación PEAJE del estudio de Tránsito correspondiente al Capítulo II.

**TABLA 11.3.** TPDA correspondiente a la estación Peaje.

	<b>TRÉBOL-PEAJE</b>	<b>PEAJE-TRÉBOL</b>
<b>TPDA</b>	20.629	26.278
<b>TPDA TOTAL</b>	46.907	



Al valor del TPDA se lo multiplicó por 1 centavo de dólar con lo cual se obtuvo un valor de 469.07 dólares como recaudación diaria, dato con el que se calculó la tabla 11.4 que corresponde a los valores anuales de recaudación.

**TABLA 11.4.** Valores de recaudación por incremento en el valor del Peaje

<b>Años</b>	<b>Valor recaudado</b>
<b>1</b>	\$ 171,210.55
<b>2</b>	\$ 342,421.10
<b>3</b>	\$ 513,631.65
<b>4</b>	\$ 684,842.20
<b>5</b>	\$ 856,052.75

El presupuesto referencial obtenido en el capítulo 10 dio un valor de 896,460.61 dólares, como se puede ver en la tabla anterior, se podría conseguir el costo de la vía en 5 años aproximadamente.

### **11.3 CONCLUSIONES**

- Con la realización de esta tesis, se han reafirmado los conocimientos técnicos obtenidos a lo largo de la Carrera de Ingeniería Civil.
- Al contar con una vía que comunique en forma directa a la Av. Napo con la Av. General Rumiñahui, las poblaciones del Valle de Los Chillos y sus alrededores, Monjas y del sitio de la Pasteurizadora serán directamente beneficiadas al tener una vía que preste un servicio con menores tiempos y distancias de recorrido, además que se logrará una disminución de tráfico tanto en la Av. General Rumiñahui cuanto en la Av. Napo.

- Se podrá considerar la implantación de líneas de buses que sirvan en forma directa a los pobladores de los sectores del Valle de Los Chillos y pobladores de la zona sur del DM. Quito, proporcionándoles un ahorro en pasajes puesto que no tendrán que tomar 2 buses para trasladarse de un sitio al otro.
- El trazado de la vía se lo hizo mejorando el trazado de la línea férrea en desuso tomando en cuenta que a su alrededor existen pequeños asentamientos poblacionales que al mejorar la traza serían afectados. Se encuentra una topografía montañosa y se atravesó en su inicio una quebrada de poca importancia.
- Se mantuvo en cuenta la importancia del impacto ambiental ya que es una zona que está en desarrollo, se tomaron en cuenta también las construcciones de los pobladores de la zona.
- La ciudad de Quito está afectada por el incremento en el tráfico y específicamente las zonas que serán beneficiadas por este proyecto por lo que se concluye que se diseñará una vía de Clase 1 restringida, tomando en cuenta que se podría proponer un diseño de mejores condiciones pero que incurriría en mayor gasto y en afectación de viviendas existentes. El diseño fue planteado basándose en la posibilidad de financiamiento al incrementar en 1 centavo el costo del Peaje y de esta forma se espera que este proyecto sea tomado en cuenta dentro de las planificaciones viales del Municipio del DM. de Quito.

- El movimiento de tierras es significativo, debido que al mejorar el trazado de la línea férrea en desuso se tiene una cantidad de relleno que se compensa con el corte, sin embargo en el diseño predomina el corte.
- Para el diseño se aplicaron las Normas de Diseño del MOP, normas AASHO aplicado al Ecuador, y el aporte de varios profesionales obteniendo un proyecto preliminar importante y de factibilidad en los correspondiente a la vialidad y que además está sustentado con una factibilidad económica.

#### **11.4 RECOMENDACIONES**

- Es conveniente desde los diseños de la vía, y desde la iniciación de la construcción de la obra, evitar el impacto ambiental negativo y tratar de mitigarlo, ya que producido el daño, los efectos causados son irreversibles.
- En la etapa de construcción se deben preservar las zonas ecológicas y plantear un programa para concientizar a la gente sobre los diferentes daños ecológicos y realizar un plan de mitigación de impactos.
- Reubicar en la vía propuesta el volumen de buses que actualmente usan el recorrido Peaje-Trébol-Napo. Tener en cuenta que los buses que van a circular por la nueva vía servirán para aquellas personas que se dirigen del Valle de los Chillos al Sur del DM. de Quito y viceversa.

## BIBLIOGRAFÍA

- OLIVERA BUSTAMANTE, Fernando  
“Estructuración de Vías Terrestres”. Compañía Editorial Continental. Segunda edición 1996. México, D.F.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS  
“Especificaciones Generales para Construcción de Caminos y Puentes”. 001-F, 1976
- C. BOX, Paúl  
“Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito”. Representaciones y servicios de ingeniería S.A. México, 1985.
- TORRES, Álvaro  
“Topografía”.
- SOWERS, George  
“Introducción a la Mecánica de Suelos”.
- MOP  
“Normas de Diseño Geométrico de Vías”, “Normas de Diseño de Puentes”, “Especificaciones Técnicas”.
- INAMHI  
“Manual de Lluvias Intensas”

### Internet

- [www.inec.gov.ec](http://www.inec.gov.ec)
- [www.construaprende.com](http://www.construaprende.com)
- [www.dmq.gov.ec](http://www.dmq.gov.ec)
- [www.siise.gov.ec](http://www.siise.gov.ec)

# PLANOS

## **BIOGRAFÍA**

En un 9 de Abril de 1968, nace en la noble ciudad de Riobamba Alex Vinicio Vinueza Luna, hijo de Don Segundo Vinueza Andrade y de Doña Dolores Luna Granizo, realiza sus estudios primarios en la escuela Flavio León Nájera (1973), sus estudios secundarios los realiza en el colegio Pedro Vicente Maldonado, en donde obtiene el título de Bachiller en Física y Matemáticas (1986), posteriormente ingresa a la escuela superior militar “Eloy Alfaro Delgado” donde obtiene el título de Subteniente de Ingeniería, (1990), dentro de la carrera de las armas realiza varios cursos de carácter militar entre los cuales se destacan: Paracaidista (1990), Comando(1991), Airborne (1992), Tigre(1993), Selva(1993), Explosivos y demoliciones, Cóndor (1994 Hermana Republica de Bolivia), Satinador (1994 Hermana Republica de Bolivia), Paracaidista Boliviano (1994 Hermana Republica de Bolivia), Oper River (1995 instructores de los Estados Unidos de Norte América), en el año de 1995 ingresa a defender la soberanía Nacional en TIWINTZA, posteriormente realiza los cursos de Jefes de Salto (1996), Salto libre(1997), Instructor de desminado (1998 Cooperación Española), Posteriormente ingresa a la Escuela Politécnica del Ejercito en donde realiza varios cursos como son: Suficiencia en Matemáticas y Física, Diplomado en Pedagogía, Suficiencia en el Idioma Ingles, curso de SAP, curso de Autocad, curso de Auxiliar de computación, Curso de técnico en computación, actualmente se encuentra Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil.

## **BIOGRAFÍA**

El 27 de septiembre de 1980 nace en la ciudad de Quito en la provincia de Pichincha Iván Guillermo Ortega Fernández, hijo de Doña Elva Oliva Fernández y de Don Guillermo Tell Ortega, los estudios primarios los realizó en la Escuela Pequeño Dalcroz, cursó la secundaria en el Colegio América Latina para posteriormente iniciar y culminar sus estudios superiores en la Escuela Politécnica del Ejército en el año 2004.

## **BIOGRAFÍA**

Al primer día del mes de marzo de 1978 nace Christian Enrique Zaragocín Pacheco en la ciudad de Quito, hijo de Doña Norma Pacheco y de Don Carlos Zaragocín, sus estudios primarios los realizó en la Escuela de Demostración Jaime Roldós Aguilera dónde se desempeñó sin problemas desde el año 1984 hasta el año 1990, la secundaria la realizó en el Instituto Nacional Mejía obteniendo el título de Bachiller en Ciencias Físicas y Matemáticas en el año 1996, al siguiente año ingresa a la Universidad Central del Ecuador para iniciar sus estudios superiores en la Facultad de Ingeniería Civil, Ciencias Físicas y Matemáticas en la escuela de Civil donde aprobó hasta el tercer año, en el año 2000 se hace acreedor a una beca deportiva en la Escuela Politécnica del Ejército por representar a la misma en la selección de voleibol, universidad en la que continúa los estudios hasta culminarlos en el año 2004, año en el que empieza a desarrollar el proyecto de grado con el título de “Estudio vial de la plataforma de la línea férrea en desuso desde la Av. Napo hasta la Autopista General Rumiñahui”.



**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

**ELABORADO POR**

---

**Capt. Alex Vinueza Luna**

---

**Sr. Iván Guillermo Ortega**

---

**Sr. Christian E. Zaragocín**

**DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

---

**Sr. Mayo. Ing. José Ramos**

Sangolquí, 24 de febrero de 2006