

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
***FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL***



**MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUUYOS DEL  
km. 58+200 al km. 58+500**

**“TRAZO VIAL, SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**DAVID MANUEL VERGARA NOAIN**

**Lima- Perú**

**2008**

**Dedicatoria:**

*A mis padres cuyo amor a sido siempre mi principal motor y motivo.  
A mi hermano porque en estos momentos difíciles estamos juntos.  
A mis profesores por todas las enseñanzas impartidas.*

## ÍNDICE

	Pag.
Resumen	5
Lista de Tablas	6
Lista de Gráficos	9
Introducción	10

### CAPITULO I: IDENTIFICACION DEL PROYECTO

1.1.	DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL	12
1.1.1	Aspectos Generales	12
1.1.2	Ubicación	13
1.1.3	Análisis de la Demanda	15
1.1.4	Análisis de la Oferta	17
1.2.	DEFINICION DEL PROBLEMA Y SUS CAUSAS	19
1.2.1	Problema Central	19
1.2.2	Causas y Efectos	20
1.2.3	Medios y Fines	20
1.3.	ALTERNATIVAS DE SOLUCION	23
1.3.1	Situación sin Proyecto	23
1.3.2	Alternativa 1	23
1.3.3	Alternativa 2	24
1.3.4	Evaluación de alternativas.	25
1.4.	ESTUDIOS GENERALES REALIZADOS	28
1.4.1	Estudio de Estabilidad de Taludes	28
1.4.2	Estudios Geológicos	29
1.4.3	Estudio de Suelos	30
1.4.4	Diseño de Pavimentos	31
1.4.5	Estudio de Impacto Ambiental	32

### CAPITULO II: TRAZO VIAL, SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL

2.1.	ANALISIS Y EVALUACION DEL TRAZO ACTUAL	33
2.1.1	Aspectos Generales	33

2.1.2	Evaluación de trazo existente	34
2.2.	DISEÑO DEL NUEVO TRAZO	40
2.2.1	Determinación de la nueva Velocidad Directriz	40
2.3.	SEÑALIZACIÓN VIAL	43
2.3.1	Aspectos Generales	43
2.3.2	Señales Verticales	44
2.3.3	Marcas en el Pavimento	50
2.3.4	Señalización del tramo de Estudio	55
2.4.	DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD VIAL	56
2.4.1	Identificación de zonas de potencial peligro	56
2.4.2	Medidas de seguridad propuestas	56

### CAPITULO III: EXPEDIENTE TECNICO

3.1.	MEMORIA DESCRIPTIVA	57
3.2.	ESPECIFICACIONES TECNICAS	58
3.2.1	Obras Preliminares	58
3.2.2	Movimiento de Tierras	72
3.2.3	Sub bases y Bases	92
3.2.4	Pavimentos Asfálticos	106
3.2.5	Señalización y Seguridad Vial	131
3.3.	PLANTILLA DE METRADOS	190
3.4.	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS	191
3.5.	ANALISIS DE GASTOS GENERALES	191
3.6.	VALOR REFERENCIAL DETALLADO POR PARTIDA	191
3.7.	FORMULAS POLINOMICAS DE REAJUSTE	191
3.8.	RELACION DE EQUIPO MINIMO	192
3.9.	CRONOGRAMA DE DESEMBOLSOS MENSUALES	192
3.10.	PROGRAMA GENERAL DE EJECUCION	192
	Conclusiones	193
	Recomendaciones	194
	Bibliografía	195
	ANEXOS	

---

---

## RESUMEN

El presente informe de suficiencia abarca el tema de la mejora de trazo, señalización y seguridad vial de la carretera Cañete – Chupaca. El tramo de estudio está comprendido entre las progresivas 58+200 y 58+500, cercano al pueblo de Zúñiga.

El informe está dividido en tres capítulos y una sección de anexos y planos.

El capítulo I, resume el diagnóstico de la situación actual, define el problema y sus causas, da alternativas de solución la elección de la mejor y presenta los estudios generales realizados. Todo esto basado en el perfil del proyecto de inversión presentado en forma grupal.

El capítulo II, se divide en tres partes principales, la primera parte, toca el tema del alineamiento horizontal actual y proyectado, evaluando los distintos parámetros en base a la norma de diseño Geométrico DG-2001. la segunda parte toca el tema de señalización vial, evaluando la situación actual y proyectando las mejoras pertinentes. Esto se basó en el manual para diseño de dispositivos de control de tránsito para calles y carreteras.

La tercera parte toca el tema de seguridad vial, evaluando los riesgos potenciales que acarrea el nuevo alineamiento horizontal, proponiendo los dispositivos que mitiguen los impactos negativos que se generarán como consecuencia de la mejora.

El capítulo III, corresponde al expediente técnico, donde se presenta una breve memoria descriptiva para luego presentar las especificaciones técnicas basados en las especificaciones generales para construcción de carretera, EG-2000. Se presenta los metrados, análisis de costos unitarios, análisis de gastos generales, el valor referencial detallado por partida y la fórmula polinómica de reajustes. Finalmente, el capítulo termina con el cronograma de desembolsos mensuales y el programa general de ejecución.

La sección de anexos comprende los cuadros explicativos de cada capítulo, tablas de evaluación, información técnica e información de costos. La sección de planos comprende los planos de ingeniería de detalle del proyecto en las áreas de topografía, señalización y seguridad vial.

## LISTA DE TABLAS

➤	Tabla N° 1.1	Datos de Ubicación del Proyecto .....	12
➤	Tabla N° 1.2	Índice Medio Diario Actual .....	14
➤	Tabla N° 1.3	Índice Medio Diario Proyectado .....	15
➤	Tabla N° 1.4	Índice Medio Diario de la Carretera Central .....	16
➤	Tabla N° 1.5	Trafico Desviado de la Carretera Central .....	16
➤	Tabla N° 1.6	Estado Actual de la Carretera Cañete – Chupaca .....	17
➤	Tabla N° 1.7	Costos de Alternativa 1 (Precios Sociales) .....	22
➤	Tabla N° 1.8	Costos de Alternativa 2 (Precios Sociales) .....	23
➤	Tabla N° 1.9	Costos Sociales .....	24
➤	Tabla N° 1.10	Costos Incrementales .....	25
➤	Tabla N° 1.11	Costos Modulares (\$ Veh - Km. A Precios Sociales) .....	25
➤	Tabla N° 1.12	Costos de Operación Vehicular .....	26
➤	Tabla N° 1.12	Beneficios Incrementales .....	26
➤	Tabla N° 1.13	Ensayos Realizados .....	29
➤	Tabla N° 1.14	Resultados del Ensayo de CBR .....	29
➤	Tabla N° 1.15	Principales Aspectos Ambientales .....	31
➤	Tabla N° 2.1	Características del Trazo Existente .....	33
➤	Tabla N° 2.2	Longitud De Tramos En Tangente (DG – 2001Tabla 402.01) .....	35
➤	Tabla N° 2.3	Pendientes Máximas (DG – 2001 Tabla 403.01) ...	38
➤	Tabla N° 3.1	Tolerancias Máximas para trabajos de Levantamientos Topográficos, Replanteos y Estacado en Construcción de Carreteras (EG – 2000 Tabla 102.01) .....	59
➤	Tabla N° 3.2	Servicios Mínimos para Instalaciones en Campamentos (EG – 2000 Tabla 104.01) .....	66
➤	Tabla N° 3.3	Requerimientos Granulométricos para	

	Subbase Granular (EG – 2000 Tabla 303.01) .....	91
➤	Tabla N° 3.4 Requerimientos de Ensayos Especiales (EG – 2000 Tabla 303.02) .....	91
➤	Tabla N° 3.5 Requerimientos Granulométricos para Base Granular (EG – 2000 Tabla 305.01) .....	97
➤	Tabla N° 3.6 Requerimientos Agregado Grueso (EG – 2000 Tabla 305.02) .....	98
➤	Tabla N° 3.7 Requerimientos Agregado Grueso (EG – 2000 Tabla 305.02) .....	99
➤	Tabla N° 3.7 Ensayos y Frecuencias (EG – 2000 Tabla 305.05) .....	101
➤	Tabla N° 3.8 Requerimientos para los Agregados Gruesos (EG – 2000 Tabla 410.01) .....	105
➤	Tabla N° 3.9 Requerimientos para los Agregados Finos (EG – 2000 Tabla 410.03) .....	105
➤	Tabla N° 3.10 Requerimientos para las Caras Fracturadas (EG – 2000 Tabla 410.04) .....	105
➤	Tabla N° 3.11 Requerimientos del Equivalente de Arena (EG – 2000 Tabla 410.05) .....	106
➤	Tabla N° 3.12 Angularidad del Agregado Fino (EG – 2000 Tabla 410.06) .....	106
➤	Tabla N° 3.13 Gradación para Mezcla Asfáltica Normal .....	107
➤	Tabla N° 3.14 Gradación Superpave para Agregado de Tamaño Nominal Máximo de 19 Mm. (EG – 2001 Tabla 410.07) .....	108
➤	Tabla N° 3.15 Requisitos para mezcla de concreto Bituminoso (EG-2001 Tabla 410.09) .....	110
➤	Tabla N° 3.16 Vacíos mínimos en el agregado mineral (EG-2001 Tabla 410.10) .....	110
➤	Tabla N° 3.17 Tolerancias admisibles en la mezcla de agregados .....	112
➤	Tabla N° 3.18 Coeficiente mínimos de retroreflectividad .....	143
➤	Tabla N° 3.19 Especificaciones Técnicas de pinturas para obras Viales .....	154
➤	Tabla N° 3.20 Requerimientos de calidad de las pinturas en base	

---

---

	de agua .....	155
➤ Tabla N° 3.21	Requerimientos de calidad de materiales Termoplásticos .....	156
➤ Tabla N° 3.22	Valores de retroreflectividad para el tipo "D" .....	159
➤ Tabla N° 3.23	Requisitos para microesferas de vidrio .....	160
➤ Tabla N° 3.24	Gradación de microesferas de vidrio .....	164
➤ Tabla N° 3.25	Coefficientes de retroreflectividad mínimo en milicandelas .....	175

---

---

## LISTA DE GRÁFICOS

➤	Gráfico N° 1.1	Ubicación del Proyecto .....	13
➤	Gráfico N° 1.2	Paquete Estructural .....	30
➤	Gráfico N° 2.1	Elementos de Curva Circular .....	33
➤	Gráfico N° 2.2	Sección con Peralte y Sección con Bombeo .....	36
➤	Gráfico N° 2.3	Ábaco para Determinación de Peraltes .....	37
➤	Gráfico N° 2.4	Tonalidades de la Estándar Federal 595 de los EE.UU. ....	44

## INTRODUCCIÓN

El tema del presente informe de suficiencia es “Mejoramiento de la carretera Cañete-Yauyos del Km 58+200 al km. 58+500 – Trazo vial, señalización y seguridad vial”.

Se ha escogido este tema puesto que las condiciones actuales de la vía no permiten el tránsito fluido, restringiendo demasiado el incremento de la velocidad directriz. Los parámetros de diseño geométrico de la norma DG-2001, no se cumplen, además de, no presentar ningún elemento de señalización y seguridad vial.

El objetivo principal del presente informe de suficiencia es presentar una alternativa de mejora a la carretera existente optimizando el trazo actual y adecuando éste a la normatividad vigente. Al mejorar el trazo, dar seguridad e implementar la señalización se logra incrementar la velocidad directriz, reduciendo los tiempos de viaje y abaratando los costos de transporte. Los principales beneficiados serán los productores locales y los usuarios de esta vía.

Los objetivos específicos que se esperan alcanzar son los siguientes:

- Modificar el trazo de la vía, adecuándolo a una nueva velocidad directriz de 50 km/h, dejando las condiciones para un futuro incremento hasta 70 km/h, si una evaluación futura determina la viabilidad de ésta.
- Calcular el ahorro en costos de operación de los vehículos que transitan por la vía.
- Implementar la señalización, para que el conductor transite con confort y seguridad en esta vía.
- Captar parte del tráfico de la Carretera Central, correspondiente a los vehículos que se dirigen de Lima a Huancayo y viceversa. Logrando con esto descongestionar esta vía ya colapsada.

Muchas de las carreteras en el Perú nacen como caminos de herradura, llegando a ascender a la categoría de caminos vecinales. Es menester adecuar éstos a la normatividad vigente buscando con esto evitar accidentes de tránsito y

ahorrar costos de producción para la población. La carretera Cañete-Chupaca busca ser en el futuro la principal vía de penetración hacia la ciudad de Huancayo, dentro del Proyecto Perú.

La ingeniería en el Perú debe apuntar a fines prácticos, los ingenieros deben de aplicar sus conocimientos en beneficio de los más necesitados, a través de eso, buscar colaborar para el desarrollo del país. Solo uniendo la técnica y la buena voluntad de las autoridades se lograrán los objetivos que el país desea.

---

---

## **CAPITULO I: IDENTIFICACION DEL PROYECTO**

### **1.1. DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL**

#### **1.1.1 Aspectos Generales**

Esta carretera establece la integración entre los pueblos de Cañete, en la provincia de Cañete – Lima y el pueblo de Chupaca (Pueblo a 25 minutos de Huancayo) en Junín. Teniendo como eje de apoyo, la Carretera Panamericana Sur, a través de esta carretera, se puede tener un acceso directo desde Lima hasta Huancayo, sin tener que pasar por la Carretera Central.

Se espera que el mejoramiento de la carretera genere un mayor tráfico, y a su vez desvíe parte del tráfico de la Carretera Central, de los vehículos que van y vienen de Lima a Huancayo. El objetivo principal del proyecto es darle mayor fluidez al tránsito en esta zona, mejorando la transitabilidad, para con esto atraer tráfico desviado que logre darle un mayor movimiento a la zona, además de una posibilidad mayor de elevar los productos locales a mercados regionales mayores.

Los resultados del último Censo Nacional, arrojaron que el crecimiento poblacional en Lima es de 2.00 % y en Junín de 1.20 %, teniendo como dato adicional el crecimiento del PBI agropecuario ascendente al valor del 4.50 %.

Actualmente esta carretera se encuentra a nivel de afirmado en la mayor parte de su desarrollo, recibiendo mantenimiento solo a través de riego de agua. No presenta obras de drenaje; el trazo es muy sinuoso impidiendo el desarrollo de velocidades, no existen elementos de señalización o seguridad vial. Todo esto motiva una inmediata intervención a fin de ofrecer al usuario el nivel de transitabilidad que este necesita para viajar por la carretera de una manera confortable y segura.

### 1.1.2. Ubicación

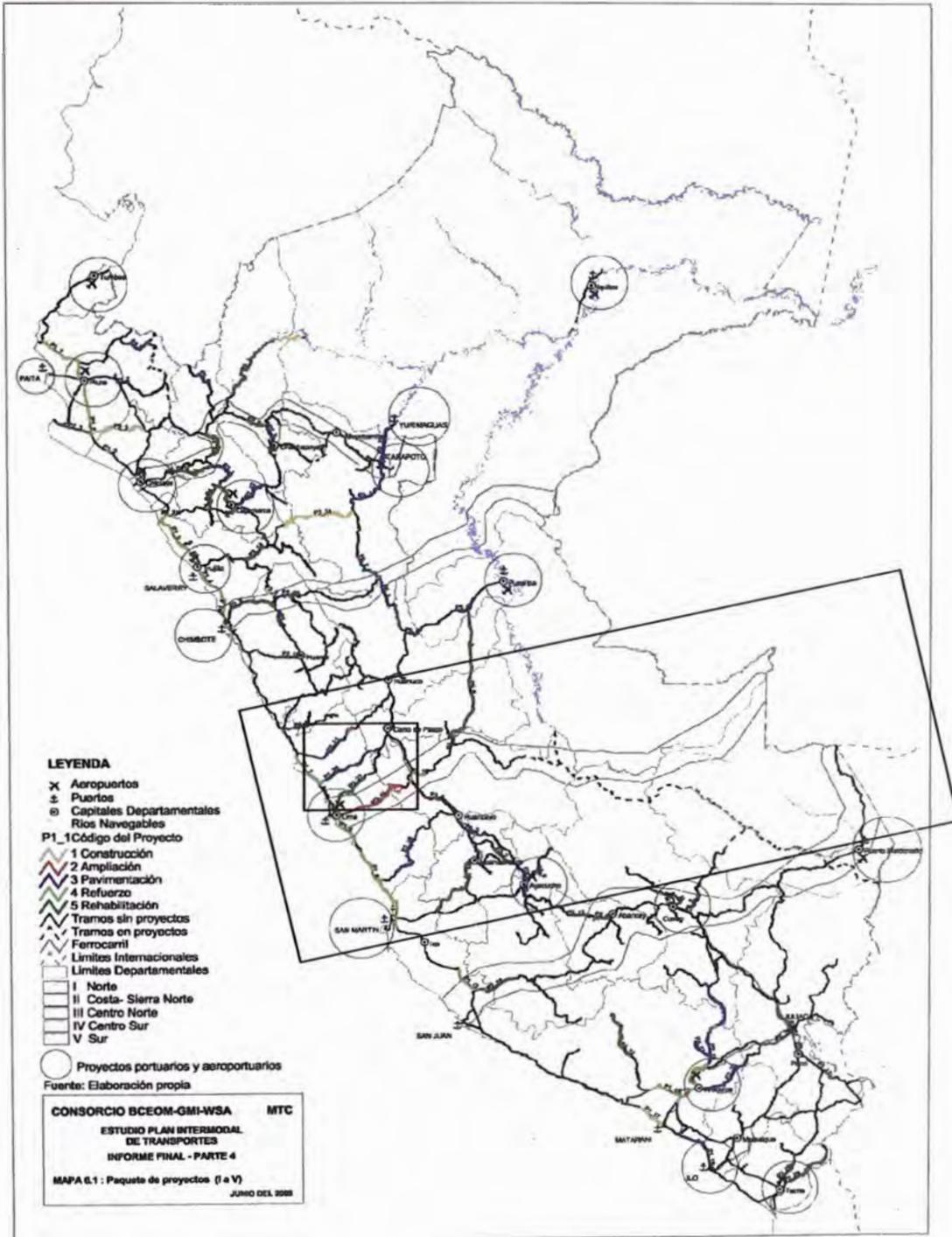
En el siguiente cuadro se muestran la ubicación exacta de la carretera, y algunos datos adicionales.

**TABLA N° 1.1  
DATOS DE UBICACIÓN DEL PROYECTO**

<b>Ubicación</b>	
Departamento /Región:	Lima-Junín
Provincia:	Cañete-Chupaca
Distrito:	San Vicente de Cañete
Localidad:	Varias entre Localidad San Vicente de Cañete y Localidad de Chupaca
Región Geográfica:	Costa (x) Sierra (x) Selva ( )
Altitud :	71 – 4751 m.s.n.m.
Latitud :	13°04'38.08"S
	76°24'11.45"O (San Vicente)
	12°03'35.29"S
Coordenadas :	75°17'13.47"O (Chupaca)
	348,000.55 E
	8'553,201.88 S (San Vicente)
Coordenadas :	468,680 E
	8'666,783 S (Chupaca)

Con el fin de esclarecer de una mejor manera la ubicación de esta carretera, se presenta el siguiente cuadro:

**GRÁFICO Nº 1.1  
UBICACIÓN DEL PROYECTO**



### 1.1.3. Análisis de la Demanda

#### Demanda Actual

La demanda actual se encuentra expresada en la siguiente tabla:

**TABLA N° 1.2  
INDICE MEDIO DIARIO ACTUAL**

TIPO DE VEHÍCULO	IMD	DISTRIBUCIÓN %
Automóviles	25	8.68%
Camioneta Pick Up	132	45.83%
Camioneta Rural Combi	50	17.36%
Camioneta Rural Couster	14	4.86%
Ómnibus 2 Ejes	25	8.68%
Camiones 2 Ejes	25	8.68%
Camiones 3 Ejes	17	5.90%
<b>IMD</b>	<b>288</b>	<b>100.00</b>

Como se puede apreciar, para el IMD actual, la carretera corresponde a la clasificación de tercer orden.

#### Demanda Proyectada

La demanda proyectada, teniendo en cuenta el crecimiento poblacional del departamento de lima, por ser más alto que el crecimiento de Junín, además del crecimiento del PBI agropecuario, viene dado por la siguiente tabla:

**TABLA N° 1.3  
INDICE MEDIO DIARIO PROYECTADO**

TIPO DE VEHÍCULO	Tasa (%)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>TRAFICO NORMAL</b>												
Automóvil	1.02	25	25	25	26	26	26	26	27	27	27	27
Camioneta Pick Up	1.02	132	133	135	136	137	139	140	142	143	145	146
Camioneta Rural	1.02	50	51	51	52	52	53	53	54	54	55	55
Micro	1.02	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15
Ómnibus	1.02	25	25	26	26	26	26	27	27	27	27	28
Camion2E	1.045	25	25	26	26	26	26	27	27	27	27	28
Camion3Ey4E	1.045	17	17	17	18	18	18	18	18	18	19	19
<b>Parcial</b>		<b>288</b>	<b>291</b>	<b>294</b>	<b>297</b>	<b>300</b>	<b>303</b>	<b>306</b>	<b>309</b>	<b>312</b>	<b>315</b>	<b>319</b>
<b>TRAFICO GENERADO</b>												
Automóvil	30%	0	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Camioneta Pick Up	30%	0	40	40	41	41	42	42	43	43	43	44
Camioneta Rural	30%	0	15	15	15	16	16	16	16	16	16	17
Micro	30%	0	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
Ómnibus	30%	0	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Camion2E	30%	0	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Camion3Ey4E	30%	0	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6
<b>Parcial</b>		<b>0</b>	<b>87</b>	<b>88</b>	<b>89</b>	<b>90</b>	<b>91</b>	<b>92</b>	<b>93</b>	<b>94</b>	<b>95</b>	<b>96</b>
<b>TRAFICO DESVIADO</b>												
Automóvil	1.02	0	24	24	24	25	25	25	26	26	26	26
Camioneta Pick Up	1.02	0	22	22	22	23	23	23	23	24	24	24
Camioneta Rural	1.02	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Micro	1.02	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Ómnibus	1.02	0	28	28	29	29	29	29	30	30	30	31
Camion2E	1.045	0	30	30	31	31	31	32	32	32	33	33
Camion3Ey4E	1.045	0	42	42	43	43	44	44	45	45	46	46
<b>Parcial</b>		<b>0</b>	<b>155</b>	<b>157</b>	<b>158</b>	<b>160</b>	<b>161</b>	<b>163</b>	<b>165</b>	<b>167</b>	<b>168</b>	<b>170</b>
<b>TRAFICO TOTAL</b>		<b>288</b>	<b>533</b>	<b>538</b>	<b>544</b>	<b>549</b>	<b>555</b>	<b>561</b>	<b>567</b>	<b>572</b>	<b>578</b>	<b>584</b>

De donde se explican los siguientes puntos:

- Tráfico Normal: Se calcula la proyección de este, teniendo como tasa de crecimiento el 2.00 % de crecimiento poblacional y el 4.50 % de crecimiento del PBI agropecuario de la zona. Este es el crecimiento que tendrá el tráfico de la carretera solo por estar situada en esta ubicación, no depende del proyecto.

- **Trafico Generado:** Se espera que por las mejoras que se harán en la carretera, el trafico también aumente en un orden del 30.00 % del tráfico normal. Toda mejora de una vía, genera un tráfico adicional, puesto que los conductores tienen una nueva opción para tomar.
- **Trafico Desviado:** Teniendo en cuenta que unos de los objetivos de este proyecto es descongestionar la Carretera Central, se asume que el 10.00% del tráfico de esta, correspondiente a los vehículos que van de Lima a Junín, optarán por utilizar la carretera Cañete – Chupaca, esto se explica en los siguientes cuadros:

**TABLA N° 1.4  
INDICE MEDIO DIARIO DE LA CARRETERA CENTRAL**

ESTACION DE CONTROL CORCONA		
IMD	3,424	
VL: autos y camionetas	1,164	34%
TP: transporte público de pasajeros	685	20%
TC: transporte de carga	1,575	46%

**TABLA N° 1.5  
TRAFICO DESVIADO DE LA CARRETERA CENTRAL**

DEPARTAMENTOS	Población	% Participación	IMD=3424	% DESVÍO (10%)
HUANUCO	762,223	28.23%	967	
PASCO	280,449	10.39%	356	
UCAYALI (Pucallpa)	432,159	16.00%	548	
JUNIN (Huancayo)	1,225,474	45.38%	1,554	155
<b>Total</b>	<b>2,700,305</b>	<b>100.00%</b>	<b>3,424</b>	

#### 1.1.4. Análisis de la Oferta

Este capítulo estudia la situación actual de la carretera, para más adelante poder analizar alternativas de solución a todos los problemas que presenta esta carretera, para poder llegar a recibir el IMD proyectado, y ascender de categoría a una de Tercer Orden.

El estado actual de la carretera se describe en el siguiente cuadro:

**TABLA N° 1.6**  
**ESTADO ACTUAL DE LA CARRETERA CAÑETE – CHUPACA**

TRAMO	CALZADA	INICIO	FINAL	SUPERFICIE	PENDIENTE	ANCHO	ESTADO
Cañete - Lunahuana	Ambos sentidos	0+000	40+750	ASFALTADO	1.28 %	7.00	Bueno a Transitabile
Lunahuana - Pacarán	Ambos sentidos	40+750	53+240	ASFALTADO	1.57%	7.00	Bueno a Transitabile
Pacarán - Zúñiga	Ambos sentidos	53+240	57+390	AFIRMADO	2.97 %	6.50	Regular Transitabilidad
Zúñiga - Dv. Yauyos	Ambos sentidos	57+390	129+990	AFIRMADO	1.08%	6.50	Regular Transitabilidad
Dv. Yauyos - Roncha	Ambos sentidos	129+990	265+120	AFIRMADO	1.26%	6.00	Regular Transitabilidad
Roncha - Chupaca	Ambos sentidos	265+120	281+730	AFIRMADO	0.53%	5.00	Regular Transitabilidad

Como se puede apreciar, la mayor parte de la carretera presenta un nivel de serviciabilidad bastante bajo, es menester de las autoridades competentes el lograr una intervención que asegure la transitabilidad inicial y la mantenga en el tiempo, para con esto generar un eje de desarrollo para la producción local y regional. La carpeta de rodadura debe de ser mejorada y el ancho de calzada debe de ser estandarizado, teniendo también en cuenta los sobrecanchos de la vía y demás consideraciones de la norma de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2001.

Se tiene que tener en cuenta también los temas referentes a la señalización y seguridad vial, toda vez que no se puede mejorar una vía, lo cual incrementara la velocidad directriz, sin darles a los usuarios las condiciones de seguridad mínimas para que estos puedan transitar con total confort y seguridad por la vía. Para eso se estarán tomando en cuenta las consideraciones del Manual de Dispositivos de control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, editado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en el año 2000.

## **1.2. DEFINICION DEL PROBLEMA Y SUS CAUSAS**

### **1.2.1. Problema Central**

La carretera Cañete – Chupaca se encuentra a nivel de afirmado en la mayor parte de su recorrido, limitándose la carpeta asfáltica a los tramos de Cañete a Lunahuana y de Lunahuana a Pacarán, y a solución básica al tramo de Pacarán a Zúñiga. Desde Zúñiga hasta Chupaca el tramo es afirmado, teniendo reducciones en su ancho de calzada, como esta descrito en la Tabla N°1.6.

El estado de conservación de la carretera no viene a ser el óptimo, puesto que se presentan fisuras en la carpeta, y algunos baches tanto en carpeta como en afirmado. No presenta obras de drenaje como cunetas, alcantarillas o drenes. Se asienta a media ladera, sobre taludes bastante escarpados, con posibles problemas de inestabilidad. La base del talud, periódicamente viene siendo azotada por los embates del fenómeno del niño, sin tener ningún tipo de protección.

No existen elementos de señalización y seguridad vial, no presenta señales, guardavías o delineadores. Los agricultores de las chacras aledañas, constantemente riegan a través de un sistema de inundación, drenando el agua sobrante, directamente sobre la carpeta, lavando continuamente el material de la base de este.

Adicionalmente a esto, durante los meses de avenidas (de Diciembre a Marzo), se presentan problemas de erosiones, huaycos que bloquean la vía y derrumbes. Esto afecta seriamente la transitabilidad de la vía, y por ende a los involucrados en el proyecto.

En base al diagnóstico realizado, se ha llegado a identificar el siguiente problema central: **“Deficiente nivel de transitabilidad que perjudica el traslado de carga y pasajeros”**.

### 1.2.2. Causas y Efectos

#### Causas

##### Causas Indirectas:

- Falta de un plan o programa de mantenimiento rutinario y de emergencias, esto hace que las correcciones que se tienen que hacer, y los trabajos de prevención y mantenimiento, solo se hagan cuando la vía se encuentre en un muy bajo nivel de transitabilidad.
- Deficiente diseño geométrico, el cual no permite el desarrollo de velocidades, lo que hace que los vehículos mantengan una velocidad directriz baja, aumentando los tiempos de viaje y los costos de transporte de productos y pasajeros.
- Condiciones hidráulicas e hidrológicas desfavorables, por las lluvias, el riego por inundación de los vecinos, o por la falta de alcantarillas, la vía se encuentra constantemente sometida a problemas de drenaje y aniegos en la superficie de rodadura. Esto al lavar los materiales de base y sub-base, debilita el paquete estructural de la vía.
- En temporada de avenidas, la carretera se encuentra expuesta a los huaycos y derrumbes originados en las quebradas.
- Falta de una buena superficie de rodadura.

##### Causas Directas:

- Falta de mantenimiento y seguridad vial.
- Deficiente diseño geométrico.
- Exposición a condiciones exógenas desfavorables.

#### Efectos

##### Efectos Indirectos:

- Falta de presencia activa del estado.

- Desmedro de la capacidad productiva de la zona.
- Aumento de los costos de transporte y tiempos de viaje.

#### Efectos Directos:

- La baja velocidad directriz no fomenta el aumento del tráfico.
- Se producen accidentes de tránsito.
- Se producen obstrucciones a la vía, las cuales al no ser atendidas a tiempo, genera atrasos en las entregas de productos de comercio.
- Disminución de la capacidad de carga, la perdida de productos perecibles, conllevan a una baja capacidad productiva de la zona.
- La población aumenta y se desarrollan de forma desorganizada, generando un crecimiento marginal de esta. Las principales necesidades de la población local no pueden ser atendidas.

Todos estos efectos contribuyen a un efecto final: **“Bajo nivel de vida de las población”**.

### 1.2.3. Medios y Fines

#### Medios

#### Medios Fundamentales:

- Elaboración de un Programa de mantenimiento adecuado, que garantice la transitabilidad de la vía durante todos los periodos del año.
- Plan de Seguridad Vial.
- Colocación de una superficie de rodadura adecuada.
- Rectificación del eje de la vía existencia.
- Adecuada sección vial.
- Canalización y evacuación de las aguas de riego y pluviales
- Ejecución de obras de mitigación de derrumbes y huaycos
- Plan de acción para mitigación de los efectos producidos por el fenómeno del niño.

**Medios de Primer Nivel:**

- Actividades de mantenimiento y seguridad vial.
- Adecuación del diseño geométrico.
- Programas de protección de la vía ante condiciones exógenas.

**Fines****Fines Indirectos:**

- Presencia activa del estado.
- Optimización de la capacidad productiva de la zona.
- Disminución de los costos de transporte y optimización de los tiempos de viaje.

**Fines Directos:**

- Desarrollo sostenible de la población.
- Aumento y optimización de la capacidad de carga; dando un incremento en la producción local.
- Disminución de accidentes.
- Vía sin obstrucciones.
- Aumento de la velocidad directriz; optimizando los tiempos de recorrido de transporte.

Todos estos fines tiene como fin último: **“Mejorar el nivel de vida de las población”**.

### 1.3. ALTERNATIVAS DE SOLUCION

#### 1.3.1. Situación sin Proyecto

En este caso se considera solo intervenciones menores, analizando que el proyecto solo constara de un plan de Mantenimiento Rutinario y Mantenimiento Periódico cada 3 años, buscando elevar el nivel de transitabilidad de la vía. Los cotos de esta alternativa se encuentran evaluados en el anexo A – 1.

#### 1.3.2. Alternativa 1

Para esta alternativa se está considerando las mejoras necesarias para mantener la transitabilidad en la vía por todo el tiempo de vida útil del proyecto. Además se está buscando el ascenso de esta carretera a una clasificación de Segundo Orden.

Se ejecutara un cambio de trazo, buscando aumentar la velocidad directriz, obras de señalización y seguridad vial. Construcción de alcantarillas de desfogue tipo marco, construcción de cunetas revestidas y drenes subterráneos, para los riegos por inundación, bastante comunes en la zona.

La superficie de rodadura estará compuesta por una carpeta asfáltica de 2” de espesor. En esta se realizarán las marcas en el pavimento para delimitar los carriles y evitar accidentes. Para el talud, se estará construyendo un muro de concreto armado, a fin estabilizarlo. Adicionalmente se estarán ejecutando obras de defensa ribereñas, manteniendo así la transitabilidad, esto se lograra a través de gaviones de protección. Los costos detallados de esta alternativa se encuentran en el anexo A – 2. En la siguiente tabla se resumen estos costos.

**TABLA N° 1.7**  
**COSTOS DE ALTERNATIVA 1**  
**Precios Sociales**

<b>Precios Sociales (en miles de dólares)</b>	
Costo de Inversión	218439.13
Mantenimiento Rutinario (Anual)	460.20
Mantenimiento Periódico (Cada 4 años)	4135.04

### 1.3.3. Alternativa 2

Al igual que en la alternativa 1, se consideran las mejoras necesarias para asegurar la transitabilidad de la vía a lo largo del periodo de vida útil del proyecto.

Se ejecutará un cambio de trazo, buscando aumentar la velocidad directriz, obras de señalización y seguridad vial. Construcción de alcantarillas de desfogues de acero corrugado galvanizado, revestimiento de cunetas y drenes subterráneos, tipo francés, para los riegos por inundación, bastante comunes en la zona.

La superficie de rodadura se tratará con solución básica, esto quiere decir una base estabilizada con emulsión asfáltica modificada, y un carpeta de rodadura de 2.00 cm. En esta se realizarán las marcas en el pavimento para delimitar los carriles y evitar accidentes. Para el talud, se estará construyendo un muro de gravedad, a fin estabilizarlo. Adicionalmente se estarán ejecutando obras de defensa ribereñas, manteniendo así la transitabilidad, esto se logrará a través de gaviones de protección. Los costos detallados de esta alternativa se encuentran en el anexo A – 3. En la siguiente tabla se resumen estos costos.

**TABLA N° 1.8  
COSTOS DE ALTERNATIVA 2  
Precios Sociales**

<b>Precios Sociales (en miles de dólares)</b>	
Costo de Inversión	202296.60
Mantenimiento Rutinario (Anual)	519.19
Mantenimiento Periódico (Cada 3 años)	6133.58

### 1.3.4. Evaluación de alternativas.

#### Precios Sociales

Por ser este un proyecto con fines sociales, todos los costos tienen que ser transformados a costos sociales, esto se hace multiplicando los costos por sus factores respectivos, en este caso 0.79 para costos de inversión y 0.75 para costos de operación y mantenimiento.

**TABLA N° 1.9  
COSTOS SOCIALES**

AÑO	ALTERNATIVA BASE	ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2	
		INVERSION	MANTENIMIENTO	INVERSION	MANTENIMIENTO
2008		218,439.13	0	202,926.60	0
2009	331.76		460.2		519.29
2010	331.76		460.2		519.29
2011	1147.28		460.2		6,652.77
2012	331.76		4,595.24		519.29
2013	331.76		460.2		519.29
2014	1147.28		460.2		6,652.77
2015	331.76		460.2		519.29
2016	331.76		4,595.24		519.29
2017	1147.28		460.2		6,652.77
2018	331.76		-21,383.71		-19,773.37

#### Costos Incrementales

Estos costos representan la diferencia entre costo con proyecto y costos de la situación sin proyecto.

**TABLA N° 1.10  
COSTOS INCREMENTALES**

<b>Año</b>	<b>Alternativa 1</b>	<b>Alternativa 2</b>
<b>2008</b>	206001.23	202926.6
<b>2009</b>	128.45	187.53
<b>2010</b>	128.45	187.53
<b>2011</b>	-687.08	5505.5
<b>2012</b>	4263.49	187.53
<b>2013</b>	128.45	187.53
<b>2014</b>	-687.08	5505.5
<b>2015</b>	128.45	187.53
<b>2016</b>	4263.49	187.53
<b>2017</b>	-687.08	5505.5
<b>2018</b>	-20471.68	-20105.13

**Beneficios por ahorro de costos de operación vehicular.**

Para calcular los montos de los beneficios por realizar una intervención en esta carretera, se debe de usar la tabla de Costos Modulares (VOC), editada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

**TABLA N° 1.11  
COSTOS MODULARES  
\$ Veh - Km. A precios sociales**

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>Sin Proyecto</b>	<b>Con Proyecto</b>	
		<b>Alternativa N°1</b>	<b>Alternativa N°2</b>
Automóvil	0,24	0,22	0,22
Camioneta Pick Up	0,26	0,24	0,24
Camioneta Rural	0,26	0,24	0,24
Micro	0,53	0,47	0,47
Ómnibus	0,57	0,53	0,53
Camion2E	0,76	0,58	0,58
Camion3Ey4E	0,97	0,79	0,79

En los anexos A - 4, A - 5 y A - 6, se muestran los beneficios por ahorro en costo de operación vehicular, para las situaciones sin proyecto y las dos alternativas acá desarrolladas. La siguiente tabla es un resumen de los anexos.

**TABLA N° 1.12  
COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR**

AÑO	SIN PROYECTO	CON PROYECTO					
		ALTERNATIVA 1			ALTERNATIVA 2		
		TRAFICO NORMAL	TRAFICO GENERADO	TRAFICO DESVIADO	TRAFICO NORMAL	TRAFICO GENERADO	TRAFICO DESVIADO
2008	11359.61	10016.77	1525.34	4064.49	10016.77	1525.34	4064.49
2009	11413.08	10180.26	1525.34	4064.49	10180.26	1525.34	4064.49
2010	11603.29	10333.46	1537.68	4162.17	10333.46	1537.68	4162.17
2011	11781.17	10406.46	1550.02	4185.82	10406.46	1550.02	4185.82
2012	11862.4	10480.49	1562.36	4226.44	10480.49	1562.36	4226.44
2013	11942.6	10619.3	1562.36	4256.25	10619.3	1562.36	4256.25
2014	12106.09	10715.95	1598.86	4335.43	10715.95	1598.86	4335.43
2015	12210.96	10740.63	1639.47	4347.76	10740.63	1639.47	4347.76
2016	12237.7	10895.89	1639.47	4418.2	10895.89	1639.47	4418.2
2017	12417.63	11034.7	1664.15	4445.44	11034.7	1664.15	4445.44

### Beneficios Incrementales

Es la diferencia entre los beneficios sin proyecto y los beneficios con proyecto.

**TABLA N° 1.12  
BENEFICIOS INCREMENTALES**

AÑO	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
2008	6932.67	6932.67
2009	6822.65	6822.65
2010	6969.69	6969.69
2011	7110.55	7110.55
2012	7170.7	7170.7
2013	7141.91	7141.91
2014	7324.42	7324.42
2015	7457.57	7457.57
2016	7399.48	7399.48
2017	7492.53	7492.53

### Evaluación Económica

En los anexos A – 7 y A – 8 se puede apreciar al detalle la evaluación de las dos alternativas.

Por los beneficios que genera, mayor Valor Actual Neto y menor Tasa Interna de Retorno, la alternativa elegida es la Alternativa 1

## **1.4. ESTUDIOS GENERALES REALIZADOS**

### **1.4.1. Estudio de Estabilidad de Taludes**

A partir de la información procesada en campo, se ha clasificado a la masa rocosa involucrada en el talud, utilizando el criterio de clasificación geomecánica de Bieniawski (RMR – Rock Mass Rating – 1989), ver metodología al final.

El procesamiento de los datos de la orientación tanto del rumbo como el buzamiento, se tiene en los planos geológicos que se encuentran en INGEMMET, específicamente en la hoja 26K donde se encuentra el tramo en estudio (ver mapa geológico del cuadrángulo de Lunahuana)

Para determinar la estabilidad de un talud, se determina por el Método de Análisis de Fallas Planas, el más conocido es de Hoek & Bray, que consiste en las aplicaciones de modelos y de parámetros geométricos y geomecánicos deducidos, para nuestro modelos de falla plana con grieta en la corona el cual consiste el análisis estático de bloque de roca unitario que se desliza por un plano inclinado (con libertad cinemática) que puede ser un estrato blando o fractura inclinada.

Se considera la altura del talud, el volumen del cuerpo que se desliza, la aceleración sísmica que es una componente horizontal, hacia fuera, del peso del cuerpo deslizante, las presiones hidrostáticas generadas en la grieta de tensiones y esta comunicada con la superficie deslizante.

Finalmente, utilizando el método descrito, se llega a la conclusión de que el Talud es Estable

#### **1.4.2. Estudios Geológicos**

Como corresponde para todo tipo de obras civiles y particularmente, para obras longitudinales como es el caso de una carretera, es importante el estudio del contexto geológico regional, ya que, como es de deducir, la evaluación del medio natural determina los tipos de rocas y suelos a ser atravesados, así como los problemas de geodinámica externa que la afectarán; calificando finalmente, la factibilidad técnico-económica de la obra vial a ejecutar.

La geomorfología de la zona de estudio se encuentra conformada sobre las unidades sedimentarias, volcánicas y metamórficas, en cuanto a las formaciones geológicas de la ruta se encuentran las formaciones de Cañete, Cerro Negro, Torán, Cocachacra y Pariatambo, Se identifican tres zonas, la Zona de Valle, la Zona Alto andina y Mezo andina

Geológicamente, el área de estudio se encuentra entre la planicie costera y las estribaciones andinas occidentales, las mismas que se caracterizan por presentar conjuntos pétreos diferenciados entre sí, por su desarrollo geohistórico, estructuras, altitud y litología, así como por conformar un relieve variado que va desde extensas planicies eólicas, aluviales y torrenciales, hasta abruptas y escarpadas vertientes, colinosas o montañosas. Encontrándose rocas del Grupo Morro Solar, la Formación Paracas, la Formación Cañete, depósitos Aluviales y Coluviales y el grupo Quilmana.

### 1.4.3. Estudio de Suelos

Los trabajos de mecánica de suelos se han desarrollado con la finalidad de investigar las características del suelo que permitan establecer los criterios de diseño de la vía.

**TABLA N° 1.13  
ENSAYOS REALIZADOS**

NOMBRE DEL ENSAYO	USO	METODO AASHTO	ENSAYO ASTM	TAMAÑO DE MUESTRA	PROPOSITO DEL ENSAYO
Análisis Granulométrico por Tamizado	Clasificación	T88	D422	2.50 Kg.	Para determinar la distribución del tamaño de Partículas del suelo.
Contenido de Humedad	Clasificación		D2216	2.50 Kg.	
Limite liquido	Clasificación	T89	D4318	2.50 Kg.	Hallar el contenido de agua entre los estados Liquido y Plástico
Limite Plástico	Clasificación	T90	D4318	2.50 Kg.	Hallar el contenido de agua entre los estados plásticos y semi solidó.
Índice Plástico	Clasificación	T90	D4318	2.50 Kg.	Hallar el rango de contenido de agua por encima del cual, el suelo está en un estado plástico.
Compactación Próctor Modificado	Diseño de Espesores	T180	D1557	45.0 Kg.	
CBR	Diseño de Espesores	T193	D1883	45.0 Kg.	Determinar la capacidad de carga. Permite inferir el modulo resiliente.

**TABLA N° 1.14  
RESULTADOS DEL ENSAYO DE CBR**

N°	UBICACION	PROF. (m)	TIPO SUELO	PROCTOR		CBR	
				D. Máx.	O.C.M	95% (0.2")	100% (0.2")
1	58+195	0.20 – 1.50	SM	2.025	7.5	18.2	34.1

En base a la exploración de suelos, a las calicatas efectuadas y a los resultados de laboratorio, se ha podido determinar que la sub rasante se encuentra conformada mayormente por materiales con características arenas limosas, a los que se les asocia una resistencia de media a alta para los fines de diseño de pavimentos, por lo cual se ha decidido sectorizar la carretera en un solo tramo.

#### 1.4.4. Diseño de Pavimentos

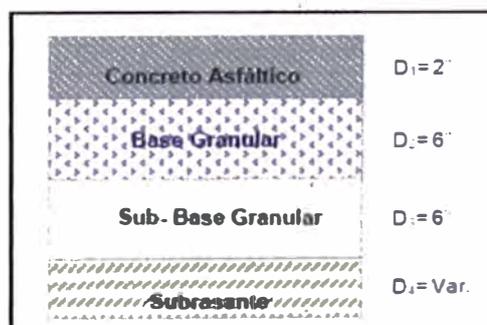
Para el Estudio de Suelos y Pavimentos del Estudio Definitivo del Proyecto: Mejoramiento de la Carretera Cañete-Yauyos del Km 58+200 al Km. 58+500- se han diseñado las distintas capas del pavimento y los espesores, en base a las características de los materiales existentes, al tráfico previsto, a la capacidad soporte de la vía y a las condiciones ambientales de la zona de tal forma que el pavimento mantenga un "índice" de servicio aceptable durante su vida estimada.

Para tal fin, los métodos de diseño que se aplican en el proyecto son: La AASHTO versión 1993.

La evaluación estructural del pavimento existente, se ha desarrollado por métodos destructivos, la metodología desarrollada se detalla en el Estudio de Suelo del Estudio Definitivo del Proyecto: "Mejoramiento de la carretera Cañete-Yauyos del KM 58+200 al KM. 58+500", el suelo presenta un perfil estratigráfico y resistencia de similares características, por lo que el tramo del Km. 58+200 al Km. 58+500, se considera único para fines de diseño.

Para el nuevo diseño del paquete estructural, teniendo los ensayos de las canteras, el ensayo de capacidad del suelo de base y el tráfico proyectado, con el método AASHTO 1993, se calcula el paquete estructural.

GRAFICO N° 1.01  
PAQUETE ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO



### 1.4.5. Estudio de Impacto Ambiental

El presente proyecto de mejoramiento de carretera comprende de manera influyente en el cambio del trazo vial existente como mejoramiento del alineamiento así también como la mejora de la seguridad vial. De acuerdo con el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2001), asumimos para el presente proyecto Carretera de dos carriles y segundo orden, un ancho de 20 metros a considerar 10 metros a cada lado del eje de la vía proyectada.

Teniendo como principales aspectos ambientales los descritos en la siguiente tabla:

**TABLA N° 1.15  
PRINCIPALES ASPECTOS AMBIENTALES**

Ítem.	Aspectos Ambientales	Origen
1	Potencial Derrame de Hidrocarburos	Uso de Combustibles y Lubricantes para el desarrollo de las operaciones con equipos pesados y vehículos
2	Potencial Derrame de Materiales Peligrosos	Uso y Desperdicio de materiales tales con asfaltos, pinturas, thinner, etc.
3	Generación de Turbidez en el Agua	Explotación de Canteras de Rio y Depósitos de Material excedente en Botaderos
4	Emisión de Gases de Combustión	Efecto Directo de la operación con equipos pesados, vehículos, etc.
5	Generación de Agua Contaminada	Uso de agua para campamento y oficinas.
6	Generación de Residuos Orgánicos	Resultado de la vivencia del personal de Obra.
7	Generación de Residuos Inorgánicos	Resultado de la vivencia del personal de Obra y basura de Oficinas
8	Generación de Residuos Peligrosos	Resultado de la vivencia del personal de Obra.
9	Generación de Residuos Metálicos	Resultado de las actividades para la señalización vertical
10	Consumo de Agua en Proceso	Uso de agua para habilitar de humedad a los materiales de base y subrasante del pavimento
11	Consumo de Hidrocarburos	Uso de Combustibles y Lubricantes para el desarrollo de las operaciones con equipos pesados y vehículos
12	Generación de Ruidos y Vibraciones	Operaciones con obreros, equipos pesados y vehículos
13	Emisión de Polvo	Producto de los trabajos de corte, explotación, transporte y relleno de materiales para pavimento
14	Consumo de Papel	Actividades realizadas en gabinete en oficinas de Campo

## **CAPITULO II: TRAZO VIAL, SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL**

### **2.1. ANALISIS Y EVALUACION DEL TRAZO ACTUAL**

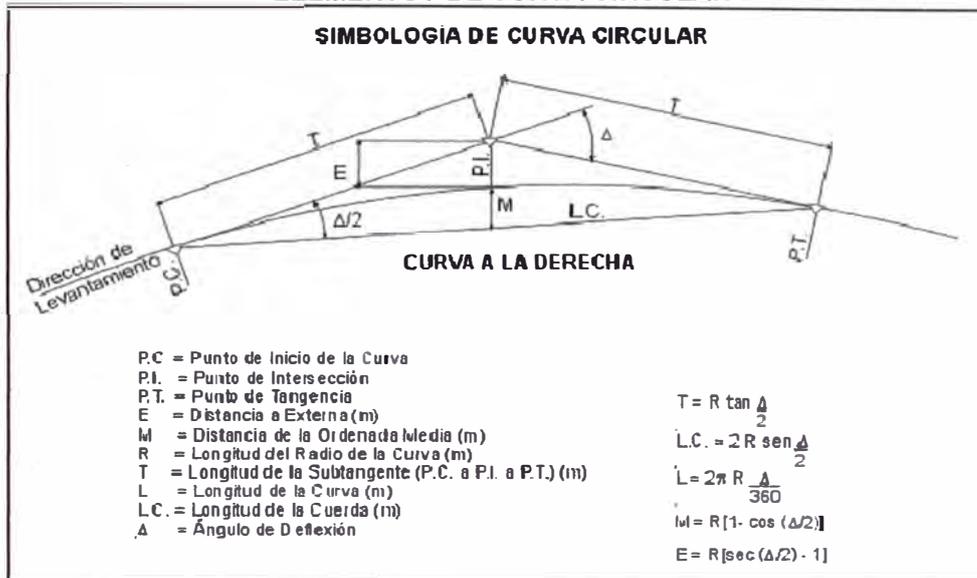
#### **2.1.1. Aspectos Generales**

Muchas de las carreteras del interior del Perú se iniciaron como caminos de herradura, para luego ir creciendo con el pasar de los años. Los trabajos que recibían nunca incluían cambios en el trazo, por lo cual muchas de estas no cumplen con los requisitos mínimos solicitados por la norma de Diseño Geométrico DG – 2001. Este caso corresponde al de la carretera Cañete – Chupaca, la cual no cumple con muchos requisitos establecidos por la normatividad vigente.

En el plano P-1 se observa la carretera en su situación actual. Para poder analizar de manera óptima este tramo, se idealizó el plano P-1 a un modelo ideal, el cual representa una aproximación bastante cercana a la actualidad, de donde se puede obtener la información necesaria para el estudio de la situación actual. Esta idealización está representada en el plano P -2.

Para evaluar el alineamiento horizontal o trazo en planta, se tiene que evaluar las características de las curvas que este presenta. Para esta evaluación, se toman en cuenta los criterios de radio mínimo de curvatura, longitud de tramos en tangente, peraltes y longitud de transición de estos y distancias de parada. En el siguiente gráfico se explican los elementos que componen una curva circular.

GRÁFICO N° 2.1  
ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR



### 2.1.2. Evaluación de trazo existente

#### Características del trazo existente

Los datos del trazo existente se encuentran resumidos en el siguiente cuadro

TABLA N° 2.1  
CARACTERÍSTICAS DEL TRAZO EXISTENTE

<b>Clasificación</b>	<b>Tercer Orden</b>
<b>Trafico veh / día</b>	<b>288 veh/día</b>
<b>Orografía</b>	<b>Tipo III</b>
Velocidad Directriz	30.00 km/hr
Ancho de Calzada	5.60 mts.
Ancho de Bermas	No hay bermas
Peraltes Máximos	No presenta peralte

### **Radio mínimo de curvatura**

Cuando un vehículo viaja en línea recta, las fuerzas que actúan sobre el son: las fuerzas de inercia, el peso y las reacciones del terreno (normales y debido al rozamiento por rotación).

Al entrar a una curva, se presenta la fuerza centrífuga, esta origina peligros de inestabilidad del vehículo, peligro de deslizamiento transversal y el peligro de volcaduras. Todo esto se evita siempre peraltando la curva y dándole un radio de giro amplio a todos los vehículos.

Para la evaluación del radio mínimo de curvatura, para la velocidad directriz establecida de la vía, se utiliza La tabla 402.02 de la Norma DG – 2001. En el anexo B – 1 se realiza la comprobación del radio mínimo en el tramo de estudio.

Para todas las curvas, teniendo una velocidad directriz de 30 kilómetros por hora, los radios de curvatura cumplen con los requisitos mínimos establecidos por la DG – 2001.

### **Longitud de tramos en tangente**

Todo conductor al salir de una curva, para entrar en otra, necesita un momento para que se acomode a la geometría, a la vez que se prepara para ingresar a la siguiente curva con total seguridad y confort. En ese sentido la norma DG – 2001, establece los principales parámetros a tener en consideración durante el proceso de diseño, los cuales se detallan a continuación:

### *Longitud máxima en tangente (Lmax)*

Este parámetro se establece buscando evitar la sensación de monotonía en el conductor, puesto que durante una recta muy extensa, el conductor puede quedarse dormido o distraerse, pudiendo ocasionar un accidente.

### *Longitud mínima entre curvas del mismo sentido (Lo)*

Cuando un vehículo sale de una curva en un sentido para entrar en otra del mismo sentido, es necesario que exista una tangente de longitud suficiente para que el conductor distinga las dos curvas, evitando accidentes. Cuando no es posible extender esta distancia, se recomienda reemplazarla por una curva de radio amplio, una curva poli céntrica o una compuesta.

### *Longitud mínima entre curvas reversas (Ls)*

La longitud entre curvas reversas debe ser lo suficientemente extensa que permita el desarrollo del peralte de salida, así como también la del peralte de ingreso a la siguiente curva.

La tabla 402.01 de la Norma de Diseño Geométrico DG – 2001, establece los parámetros de manera clara.

**TABLA N° 2.2  
LONGITUD DE TRAMOS EN TANGENTE (DG – 2001 Tabla 402.01)**

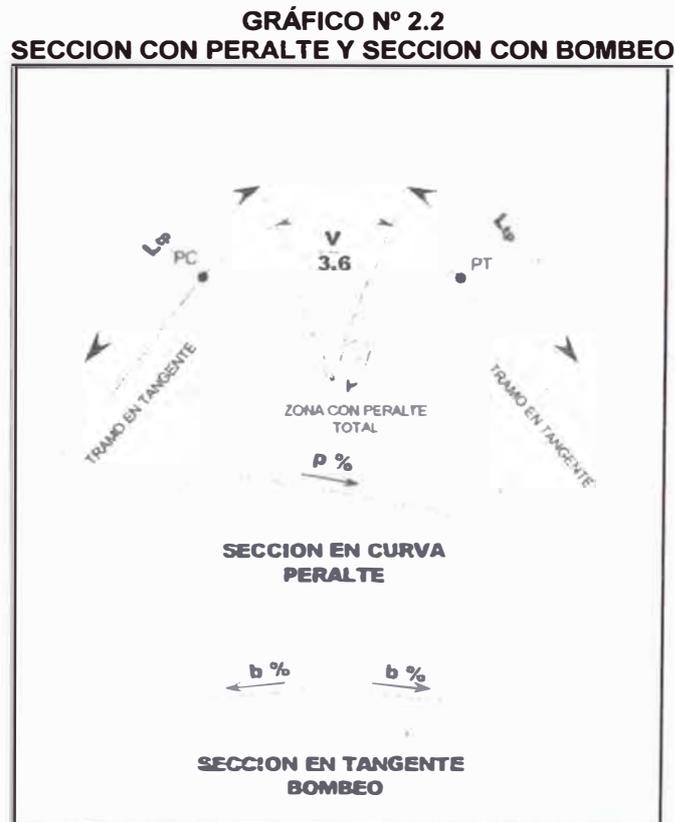
$V_d$ (Km/h)	$L_{min.s}$ (m)	$L_{min.o}$ (m)	$L_{máx}$ (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171
140	195	390	2338
150	210	420	2510

Para la evaluación de las tangentes entre curvas, se utilizaron los criterios antes descritos, los cuales dieron origen a la Tabla 402.01. En el anexo B – 2 se realiza la comprobación de las longitudes de tangentes entre curvas.

Los resultados de la evaluación resumida en el anexo B – 2, indican que en el tramo de estudio, las longitudes de tangentes entre curvas no cumplen con los requisitos mínimos establecidos por la norma DG – 2001.

### Peraltes y longitud de transición de peraltes

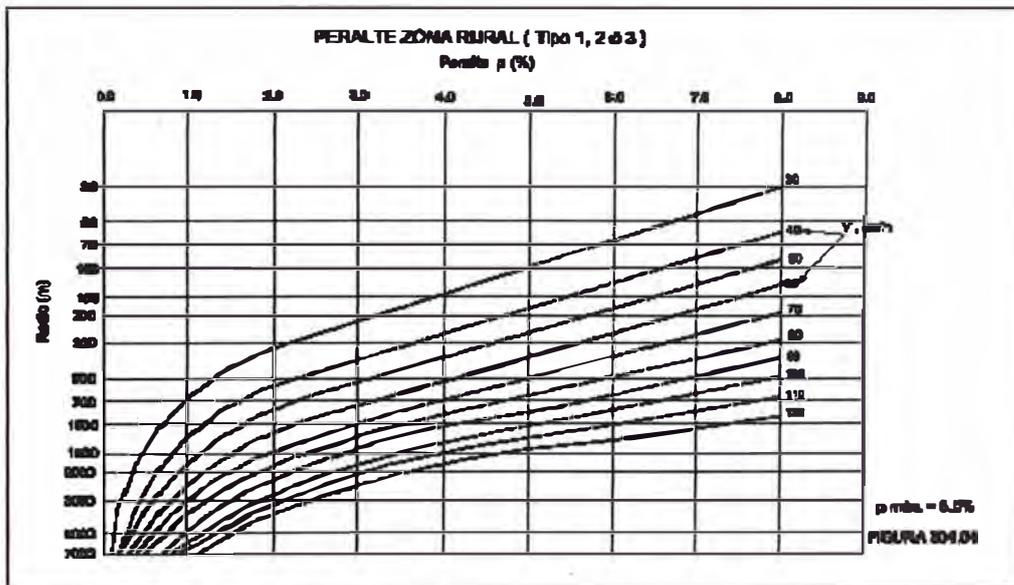
Como se vio líneas arriba, cuando un vehículo transita por una curva se producen fuerzas centrífugas que intentan expulsar el vehículo de la calzada. Para contrarrestar este efecto se eleva el lado exterior de la calzada, de manera que se forma una superficie inclinada hacia el centro de la curva.



En el Gráfico N° 2.2 se puede apreciar claramente la diferencia entre una sección en tangente, la cual solo presenta pendientes de bombeo, y una sección en curva, donde predomina la pendiente del peralte. Por lo tanto, para llegar de una sección en bombeo a una sección en peralte, el cambio no puede darse bruscamente, puesto que esto daría un mal efecto visual para el conductor y propiciaría la generación de accidentes de tránsito.

Por ende, se debe tener una longitud lo suficientemente larga para facilitar el desarrollo de los peraltes, esta se denomina "Transición de peralte". Esta se calcula con los ábacos de la norma expuestos en las figuras 304.03, 304.04, 304.05 y 304.06. Para el tramo de estudio, se utiliza la figura 304.04.

**GRÁFICO N° 2.3**  
**ABACO PARA DETERMINACION DE PERALTES (DG – 2001 Figura 304.04)**



Ahora bien, para el tramo de estudio, las curvas no presentan peralte, el bombeo se mantiene constante a todo lo largo del diseño de la vía. Por lo mismo esta demás realizar un análisis exhaustivo del tema. Por lo mismo, la vía no cumple con los parámetros establecidos en la norma DG – 2001.

## Pendientes Máximas, Distancias de Paradas y Visibilidad

### Pendientes máximas y mínimas

Las pendientes máximas y mínimas se hallan de la norma DG – 2001. Para las distancias mínimas, la norma específica una pendiente mínima de 0.50 % para tramos en corte y solo se podrán tener rasantes horizontales, cuando la pendiente de bombeo sea mayor a 2.00 % y las cunetas laterales tengan una suficiente pendiente para drenar las aguas captadas.

Las pendientes máximas se hallan de la Tabla 403.01 del Dg – 2001

**TABLA N° 2.3**  
**PENDIENTES MAXIMAS (DG – 2001 Tabla 403.01)**

CLASIFICACIÓN	SUPERIOR								PRIMERA CLASE				SEGUNDA CLASE				TERCERA CLASE			
	> 4000								4000 - 2001				2000-400				< 400			
TRAFICO VEH/DIA (1)																				
CARACTERÍSTICAS	AP (2)				MC				DC				DC				DC			
OROGRAFÍA TIPO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
VELOCIDAD DE DISEÑO:																				
30 KPH																				
40 KPH																			10.00	12.00
50 KPH																9.00	8.00	9.00	10.00	
60 KPH										7.00	7.00			8.00	9.00	8.00	8.00			
70 KPH					6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00		
80 KPH	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	7.00		
90 KPH	4.50	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00		6.00	6.00			7.00			
100 KPH	4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00		5.00	5.00			6.00							
110 KPH	4.00	4.00	4.50		5.00	5.00	6.00		5.00				6.00							
120 KPH	4.00	4.00			4.00															
130 KPH	3.50				4.00															
140 KPH	3.50																			
150 KPH																				

En el anexo B - 3, se verifican los valores de pendiente máximas para las condiciones actuales de la vía, concluyendo que cumple con los parámetros establecidos por la norma DG – 2001.

### *Distancias de parada*

La distancia de parada debe de ser lo suficientemente extensa como para que el conductor del vehículo, marchando a la velocidad de diseño, pueda detenerse antes de llegar a un objetivo fijo en su línea de circulación. Este objetivo puede ser cualquier obstrucción de la vía.

En el plano P - 4 se presenta el perfil longitudinal de la vía de estudio, en esta se aprecia una pendiente en el mismo sentido, sin presentar curvas verticales, por lo que la visibilidad en ese sentido se encuentra asegurada.

Las curvas horizontales del plano P – 2, al ser revisado teniendo en cuenta el plano P – 3, se observa que las curvas a la derecha presentan una amplia visibilidad por estar a media ladera, mientras que las curvas a la izquierda, por tener longitudes de curva cortas y sobreamanchos considerables, tampoco presentan problemas de visibilidad.

## **2.2. DISEÑO DEL NUEVO TRAZO**

### **2.2.1. Determinación de la nueva Velocidad Directriz**

Para la elección de la nueva velocidad directriz, se toma en consideración los parámetros siguientes:

- IMD: 584 veh/día (Tabla 1.3)
- Orografía: Tipo III (al igual que el trazo existente)

Teniendo en consideración la tabla 104.01 de la DG – 2001, se elige la nueva velocidad directriz de 50 km/hr. Esta nueva velocidad directriz acarrea un cambio total en los parámetros descritos en el capítulo 2.1.2, conllevando esto a una evaluación del nuevo trazo de la misma forma que se hizo con el tramo actual.

En el plano P – 5, se muestra el nuevo trazo propuesto, teniendo las siguientes consideraciones para el nuevo diseño:

- Se considera darle prioridad al sentido de desarrollo de la vía, eliminando curvas innecesarias, reduciendo el promedio de curvas por kilómetro.
- Se eliminan las curvas 2 y 3, reemplazándolas con una tangente desde la curva 1 hasta la curva 4.
- Las curvas 4 y 5 son reemplazadas por una sola curva de radio más amplio, dando mayor confort y seguridad al usuario de la vía.
- La curva 1 es reacomodada, ampliando su radio de curvatura a fin de aumentar la velocidad directriz.

### **Radio mínimo de curvatura**

Como se explicó en el capítulo anterior, la elección del correcto radio de curvatura determinará la seguridad del usuario al transitar en la vía. En el anexo B – 4 se muestra la evaluación de los radios de curvatura, comparando estos con los de la tabla 402.02, concluyendo que el nuevo trazo cumple con los parámetros establecidos en la norma DG – 2001.

### **Longitud de tramos en tangente**

La importancia de este parámetro se detalló ampliamente líneas arriba. Ahora bien, para el nuevo trazo, apoyados en la Tabla 402.01 de la DG – 2001, en el anexo B - 5 , se muestra que el nuevo trazo cumple con los requisitos mínimos exigidos por la norma, en el tramo de estudio.

### **Peraltes y longitud de transición de peraltes**

En las curvas del nuevo trazo propuesto, se debe de considerar la presencia de peralte y la longitud de transición de peralte. De la Figura 304.04 de la DG – 2001, para ambas curvas, considerando la velocidad directriz determinada de 50 km/hr, se obtiene un peralte de 8.00 %. Para el caso de la longitud de transición de peraltes, de la Tabla 402.07 de la DG – 2001, se obtiene que la longitud de

transición de peralte, para la velocidad directriz de 50 km/hr, y los radios de curvatura redondeados en 80 metros, esta longitud no debe de ser menor de 45 metros.

El desarrollo de la longitud de transición de peralte está determinado por la Tabla 304.05 de la DG – 2001, donde se indica que para peraltes mayores de 7%, el 80% del peralte debe de ser desarrollado en la tangente y el 20% restante dentro de la curva.

En el plano P – 7, de los anexos, se presentan las secciones transversales del nuevo eje de la vía. En este se puede apreciar el desarrollo de la longitud de transición de peralte y en especial en la curva C – 1, se aprecia el ingreso y salida del peralte de la curva, con su respectiva longitud de transición.

### **Sobreanchos**

Para determinar los valores del sobreancho en las curvas, se utiliza la Figura 402.02 de la DG – 2001, y con la Tabla 402.04, para una velocidad directriz de 50 km/hr, y los radios de curvatura redondeados en 80 metros, el sobreancho en el centro de la longitud de curva debe de 1.20 metros.

En el plano P – 7, de los anexos, se presentan las secciones transversales del nuevo de la vía. En estas se puede apreciar en las curvas C – 1 y C – 2, los sobreanchos y los desarrollos de estos a lo largo del eje longitudinal de la vía.

### **Pendientes Máximas, Distancias de Paradas y Visibilidad**

Al quedar demostrado que el trazo actual presenta un perfil longitudinal adecuado, puesto que la diferencia de pendientes en tramos adyacentes nunca es superior al 1%, en el tramo de estudio. Se decide utilizar el mismo perfil, sin

hacer ningún tipo de modificación, sin colocar curvas verticales. Con esto se economizara en las partidas de movimiento de tierras.

## 2.3. SEÑALIZACIÓN VIAL

### 2.3.1. Aspectos Generales

Para que un elemento de señalización cumpla con su objetivo, de acuerdo al Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, debe de cumplir con los siguientes requerimientos:

- Que exista una necesidad para su ubicación.
- Que llame positivamente la atención del conductor.
- Que encierre un mensaje claro y conciso.
- Que su ubicación permita al conductor un tiempo adecuado de reacción y respuesta.
- Infundir respeto y ser obedecido.
- Uniformidad.

Las consideraciones a tomar en cuenta en el diseño de estos dispositivos son las siguientes:

- **Diseño:** Debe ser tal que la combinación de sus dimensiones, colores, forma, composición y visibilidad llamen apropiadamente la atención del conductor, de modo que éste reciba el mensaje claramente y pueda responder con la debida oportunidad.
- **Ubicación:** Debe tener una posición que pueda llamar la atención del conductor dentro de su ángulo de visión.

- **Uso:** La aplicación del dispositivo debe ser tal que esté de acuerdo con la operación del tránsito vehicular.
- **Uniformidad:** Condiciones indispensables para que los usuarios puedan reconocer e interpretar adecuadamente el mensaje del dispositivo en condiciones normales de circulación vehicular.
- **Mantenimiento:** Debe ser condición de primera importancia y representar un servicio preferencial para su eficiente operación y legibilidad.

### 2.3.2. Señales Verticales

Las señales verticales son dispositivos instalados a nivel del pavimento o sobre el, destinados a reglamentar el tránsito, advertir a los conductores o sobre los peligros presentes en la vía y para guiarlo o informarlo. Esto se logra mediante símbolos o mensajes.

Las señales verticales deberán de ser usadas de acuerdo a las recomendaciones de los estudios técnicos realizados. Se utilizan para regular el tránsito, informar al usuario sobre las direcciones, rutas o servicios y para prevenirlo de posibles dificultades que se encuentran en el camino,

#### Clasificación

Las señales verticales, según su función se clasifican en:

Señales reguladoras o de reglamentación: indican prohibición o limitación.

Señales de Prevención: Se colocan con el fin alertar al conductor con anticipación de la aproximación de ciertas condiciones en la vía, para que el usuario tome las precauciones del caso.

**Señales de Información:** Guían al conductor a través de una determinada ruta dirigiéndolo al lugar de su destino y proporcionando información adecuada de rutas, lugares, distancias, servicios, etc.

### **Diseño**

La uniformidad en el diseño, tanto en dimensiones, colores, formas, leyendas y símbolos es indispensable para que el conductor distinga las señales y estas no se mimeticen con el paisaje. Es menester que estas sean claras y concisas, contengan la información exacta que el conductor necesita para poderse movilizar por la vía con total confort y seguridad.

### **Formas**

**Señales Regulatoras:** Deben de presentar una imagen circular enmarcada en un rectángulo. Esta debe contener asimismo la explicación de símbolo. Son excepciones las de "Pare" de forma octogonal y las de "Ceda el Paso" de forma de triángulo equilátero con un vértice hacia abajo.

**Señales Preventivas:** Son de forma de rombo. Son excepciones las de "Chevron" de forma rectangular y las de "Zona de No Adelantar" de forma triangular.

**Señales Informativa:** Son de forma rectangular, con el lado más corto hacia abajo. Son excepciones las indicadoras de ruta y señales auxiliares.

### **Colores**

**Amarillo:** se utiliza como fondo en las señales preventivas.

**Naranja:** Se utiliza como fondo en las señales de zona de construcción y mantenimiento de calles y carreteras.

**Azul:** Se utiliza como fondo en las señales informativas de servicios auxiliares, de centros turísticos y de señales informativas direccionales urbanas.

**Blanco:** Se utiliza como fondo para las señales reglamentarias, y como isotipos de las señales informativas.

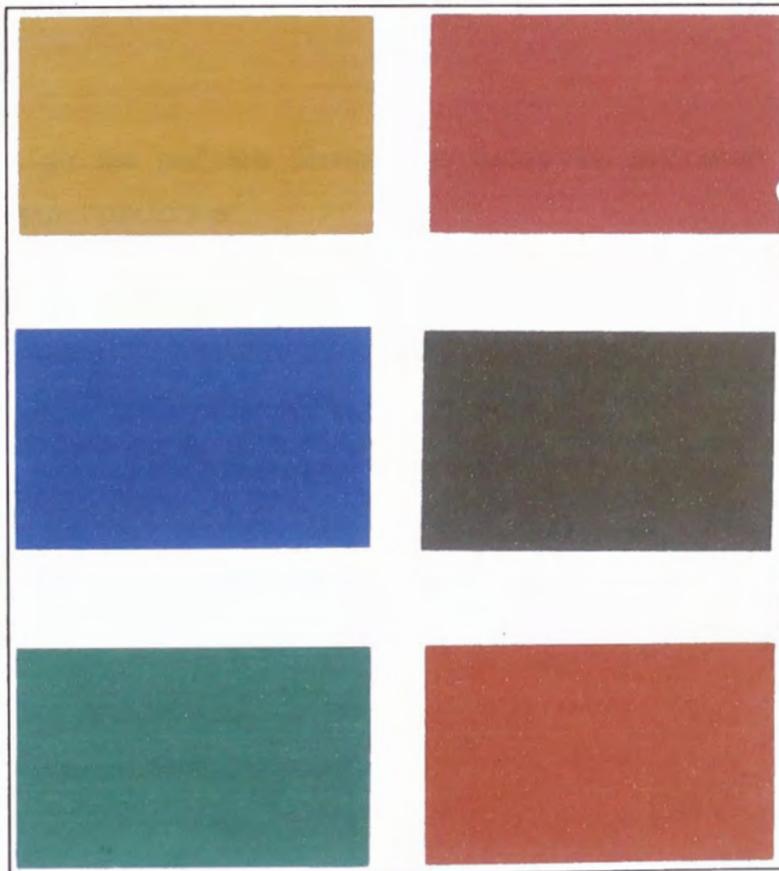
**Negro:** Se utilizan para los isotipos de las señales informativas, preventivas y reguladoras.

**Rojo:** Se utiliza como fondo en las señales de "Pare", "No Entre", en el borde de la señal «Ceda el Paso» y para las orlas y diagonales en las señales de reglamentación.

**Verde:** Se utilizan como fondo en las señales de información en carreteras principales y autopistas. Se pueden utilizar también para mensajes ecológicos.

En el gráfico 2.4 se muestran los colores de acuerdo con las tonalidades de la Standard Federal 595 de los EE.UU. de Norteamérica:

**GRÁFICO N° 2.4**  
**TONALIDADES DE LA ESTÁNDAR FEDERAL 595 DE LOS EE.UU.**



## **Reflectorización**

Es conveniente que las señales sean legibles tanto de día como de noche; la legibilidad nocturna en los lugares no iluminados se podrá obtener mediante el uso de material reflectorizante que cumple con las especificaciones de la norma ASTM-D4956-99.

El material reflectorizante deberá reflejar un alto porcentaje de la luz que recibe y deberá hacerlo de manera uniforme en toda la superficie de la señal y en un ángulo que alcance la posición normal del conductor.

## **Localización**

Las señales deben estar colocadas a la derecha en el sentido de tránsito, en casos excepcionales se colocaran sobre la vía, y solo para el caso de señales adicionales, estas pueden ir a la izquierda.

Para el caso de las señales preventivas estas se colocaran siguiendo las siguientes recomendaciones:

**Zona Urbana:** La distancia entre la señal y el evento no será menor de 60 ni mayor de 75 metros.

**Zona Rural:** La distancia entre la señal y el evento no será menor de 90 ni mayor de 180 metros.

**Autopista:** La distancia entre la señal y el evento no será menor de 250 ni mayor de 500 metros

Las señales deberán colocarse a una distancia lateral de acuerdo a lo siguiente:

Zona Rural: La distancia del borde de la calzada al borde próximo de la señal no deberá ser menor de 1.20m. ni mayor de 3.0m.

Zona Urbana: La distancia del borde de la calzada al borde próximo de la señal no deberá ser menor de 0.60 m.

### **Altura**

La altura a que deberán colocarse las señales estará de acuerdo a lo siguiente:

Zona Rural: La altura mínima permisible entre el borde inferior de la señal y la superficie de rodadura fuera de la berma será de 1.50m; asimismo, en el caso de colocarse varias señales en el poste, el borde inferior de la señal más baja cumplirá la altura mínima permisible.

Zona Urbana: La altura mínima permisible entre el borde inferior de la señal y el nivel de la vereda no será menor de 2.10 m.

Señales Elevadas: En el caso de las señales colocadas en lo alto de la vía, la altura mínima entre el borde inferior de la señal y la superficie de rodadura será de 5.30 m.

### **Ángulo de Colocación**

Las señales deberán formar con el eje del camino un ángulo de 90°, pudiéndose variar ligeramente en el caso de las señales con material reflectorizante, la cual será de 8 a 15° en relación a la perpendicular de la vía.

## **Mantenimiento**

Las señales deberán ser mantenidas en su posición, limpias y legibles durante todo el periodo de vida útil de la vía. Las señales dañadas deberán ser remplazadas inmediatamente, en vista de ser inefectivas y por tender a perder su autoridad. Se deberá establecer un programa de revisión de señales con el fin de eliminar cualquier obstáculo que impida su visibilidad y detectar aquellas que necesiten ser reemplazadas.

## **Postes o Soportes**

De acuerdo a cada situación se podrán utilizar, como soporte de las señales, tubos de fierro redondos o cuadrados, perfiles omega perforados o tubos plásticos rellenos de concreto.

Todos los postes para las señales preventivas o reguladoras deberán estar pintados de franjas horizontales blancas con negro, en anchos de 0.50 m. para la zona rural y 0.30 m. para la zona urbana, pudiendo los soportes ser, en este caso de color gris.

En el caso de las señales informativas, los soportes laterales de doble poste, los pastorales, así como los soportes tipo bandera y los pórticos irán pintados de color gris.

## **Disposiciones Generales**

- Esta prohibido colocar en la señal, alguna inscripción o símbolo sin relación con el objeto de la señal, contraviniendo el diseño y uniformidad aprobados.

- Todo letrero o aviso que pudiera confundirse con las señales de tránsito o que pudiera dificultar la comprensión de éstos, estará prohibido.
- Los colores de las señales, así como sus tonalidades, serán las prescritas en el presente Manual.
- Toda señalización requiere de un estudio previo de carácter estrictamente técnico.

### **2.3.3. Marcas en el Pavimento**

Las marcas en el pavimento o en los obstáculos son utilizados con el objeto de reglamentar el movimiento de vehículos e incrementar la seguridad en su operación. Sirven, en algunos casos, como suplemento a las señales y semáforos en el control del tránsito; en otros constituye un único medio, desempeñando un factor de suma importancia en la regulación de la operación del vehículo en la vía.

#### **Uniformidad**

Las marcas en el pavimento deberán ser uniformes en su diseño, posición y aplicación; ello es imprescindible a fin de que el conductor pueda reconocerlas e interpretarlas rápidamente.

#### **Clasificación**

Teniendo en cuenta el propósito, las marcas en el pavimento se clasifican en:

##### **Marcas en el pavimento**

- Línea central.
- Línea de carril.
- Marcas de prohibición de alcance y paso a otro vehículo.
- Línea de borde de pavimento.

- Líneas canalizadoras del tránsito.
- Marcas de aproximación de obstáculos.
- Demarcación de entradas y salidas de Autopistas.
- Líneas de parada.
- Marcas de paso peatonal.
- Aproximación de cruce a nivel con línea férrea.
- Estacionamiento de vehículos.
- Letras y símbolos.
- Marcas para el control de uso de los carriles de circulación
- Marcas en los sardineles de prohibición de estacionamiento en la vía pública.

#### Marcas en los obstáculos

- Obstáculos en la vía.
- Obstáculos fuera de la vía.

#### Demarcadores reflectores

- Demarcadores de peligro.
- Delineadores.

#### Materiales

Los materiales que pueden ser utilizados para demarcar superficies de rodadura, bordes de calles o carreteras y objetos son la pintura convencional de tráfico TTP-115 F (caucho clorado alquídico), base al agua para tráfico (acrílica), epóxica, termoplástica, concreto coloreado o cintas adhesivas para pavimento. Para efectuar las correcciones y/o borrado se podrá emplear la pintura negra TTP-1 10 C (caucho clorado alquídico) u otras que cumplan la misma función. Todas estas de acuerdo a Standard Specifications for Construction of Road and Bridges on Federal Highways Projects (EE.UU.) y a las «Especificaciones

Técnicas de Calidad de Pinturas para Obras Viales» aprobado por R. D. N° 851-98-MTC/15.17 del 14 de diciembre de 1998.

La demarcación con pintura puede hacerse en forma manual o con máquina, recomendándose esta última ya que la pintura es aplicada a presión, haciendo que ésta penetre en los poros del pavimento, dándole más duración

Los marcadores individuales de pavimento URPM o demarcador reflectivo son elementos plásticos, metálicos o cerámicos con partes reflectantes con un espesor no mayor a dos centímetros (2.0 cm.) pudiendo ser colocados continuamente o separados.

Serán utilizados como guías de posición, como complemento de las otras marcas en el pavimento o en algunos casos como sustituto de otros tipos de marcadores. Estos marcadores son muy útiles en curvas, zonas de neblina, túneles, puentes y en muchos lugares en que se requiera alta visibilidad, tanto de día como de noche.

El color de los marcadores estará de acuerdo al color de las otras marcas en el pavimento y que sirven como guías. El blanco y el amarillo son utilizados solos o en combinación con las líneas pintadas en el pavimento consolidando el mismo significado.

Los marcadores tienen elementos reflectantes incorporados a ellos y se dividen en monodireccionales, es decir, en una sola dirección del tránsito y bidireccionales, es decir, en doble sentido del tránsito.

Los marcadores individuales mayores a 5.7 cm. se usarán sólo para formar sardineles o islas canalizadoras del tránsito

## Colores

Los colores de pintura de tráfico u otro elemento demarcador a utilizarse en las marcas en el pavimento serán blancos y amarillos, cuyas tonalidades deberán conformarse con aquellas especificadas en el presente manual.

- Las Líneas Blancas: Indican separación de las corrientes vehiculares en el mismo sentido de circulación.
- Las Líneas Amarillas: Indican separación de las corrientes vehiculares en sentidos opuestos de circulación.

Por otro lado, los colores que se pueden emplear en los demarcadores reflectivos, además del blanco y el amarillo, son el rojo y el azul, por las siguientes razones:

- Rojo: indica peligro o contra el sentido del tránsito.
- Azul: indica la ubicación de hidrantes contra incendios.

## Tipo y Ancho de las Líneas Longitudinales

Los principios generales que regulan el marcado de las líneas longitudinales en el pavimento son:

- Líneas segmentadas o discontinuas, sirven para demarcar los carriles de circulación del tránsito automotor.
- Líneas continuas, sirven para demarcar la separación de las corrientes vehiculares, restringiendo la circulación vehicular de tal manera que no deba ser cruzada.

- El ancho normal de las líneas es de 0.10 m. a 0.15 m. para las líneas longitudinales de línea central y línea de carril, así como de las líneas de barrera.
- Las líneas continuas dobles indican máxima restricción.

Para las líneas de borde del pavimento tendrán un ancho de 0.10 m.

### **Reflectorización**

En el caso de la pintura de tráfico tipo TTP-115-F y con el fin de que sean visibles las marcas en el pavimento en la noche, ésta deberá llevar microesferas de vidrio integradas a la pintura o esparcidas en ella durante el momento de aplicación.

Dosificación de esferas de vidrio recomendadas.

Pistas de Aeropuertos: 4.5 kgs/Gal.

Carreteras y Autopistas: 3.5 kgs/Gal.

Vías Urbanas: 2.5 kgs/Gal.

### **Mantenimiento**

Las marcas en el pavimento y en obstáculos adyacentes a la vía deberán mantenerse en buena condición.

La frecuencia para el repintado de las marcas en el pavimento depende del tipo de superficie de rodadura, composición y cantidad de pintura aplicada, clima y volumen vehicular.

### 2.3.4. Señalización del tramo de Estudio

En el anexo D – 6 se muestra las ubicaciones exactas de las señales en el tramo de estudio y el área de influencia de este. Se están tomando las siguientes consideraciones:

#### Sentido Norte - Sur

- Progresiva 58+247.95, antes de ingresar a la curva C – 1, se coloca una señal preventiva P – 2B.
- Progresiva 58+342.13, en la tangente entre las curvas C – 1 y C – 2, se coloca una señal informativa R 15.
- Progresiva 58+348.51, terminado la tangente y exactamente antes de ingresar a un pequeño centro poblado, se coloca una señal preventiva P – 56.
- Progresiva 58+469.40, ante de ingresar a la curva C – 2, se coloca una señal preventiva P – 2A.

#### Sentido Sur – Norte

- Progresiva 58+615.55, antes de ingresar a la curva C – 2, se coloca una señal preventiva P – 2B.
- Progresiva 58+553.59, antes de ingresar a un pequeño centro poblado, se coloca una señal preventiva P – 56.
- Progresiva 58+434.64, entrando a la tangente entre las curvas C – 1 y C – 2, se coloca una señal informativa R 15.
- Progresiva 58+298.83, antes de ingresar a la curva C – 1, se coloca una señal preventiva P – 2A.

## **2.4. DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD VIAL**

### **2.4.1. Identificación de zonas de potencial peligro**

Todo lo largo de la carretera, al estar colindante con el talud escarpado representa un peligro potencial de accidentes de tránsito.

### **2.4.2. Medidas de seguridad propuestas**

Se proponen las siguientes medidas de seguridad por zona:

- Tangente desde el inicio del tramo hasta el PC de la curva C – 1, se colocaran postes delineadores, espaciados cada tres metros..
- En la longitud de desarrollo de la curva C – 1, se colocaran guardavías, con captafaros y cinta reflectiva en ambos sentidos.
- Tangente desde el PT de la curva C – 1 hasta la progresiva 58 + 400.00, se colocaran delineadores.
- A todo lo largo de la vía, se colocarán tachas delineadoras en la carpeta, espaciadas cada tres metros.

En el anexo B – 6 se presenta el inventario vial proyectado, incluyendo este las señales propuestas así como también los guardavías, postes delineadores y tachas.

---

---

## **CAPITULO III: EXPEDIENTE TECNICO**

### **3.1. MEMORIA DESCRIPTIVA**

El proyecto de cambio de trazo para la carretera Cañete – Chupaca entre las progresivas 58+200 y 58+500, forma parte del proyecto de mejoramiento de toda la carretera y representa un aspecto muy importante para el desarrollo del proyecto.

Es importante el cambio de trazo puesto que este permitirá el aumento de la velocidad directriz, disminuyendo con eso los tiempos de viaje y los costos de transporte. Al mismo tiempo ayudará a prestar las medidas de seguridad necesarias para que el conductor circule con total confianza y confort por la vía.

Al combinar este tema con los otros importantes para el proyecto, se llega a tener una carretera que asciende de clasificación de tercer orden a una de segundo orden, pudiendo recibir mayor flujo vehicular, llevando de esta manera progreso y desarrollo a la zona de influencia del proyecto.

Los estudios definitivos, ubicación, características técnicas y evaluación de la situación actual de la carretera, fueron descritos ampliamente en el primer capítulo del presente informe.

---

## 3.2. ESPECIFICACIONES TECNICAS

### 3.2.1 Obras Preliminares

#### A.- Movilización y Desmovilización

##### A.1.- Descripción

Esta partida consiste en el traslado de personal, equipo, materiales, campamentos y otros, que sean necesarios al lugar en que desarrollará la obra antes de iniciar y al finalizar los trabajos. La movilización incluye la obtención y pago de permisos y seguros

##### A.2.- Consideraciones Generales

El traslado del equipo pesado se puede efectuar en camiones de cama baja, mientras que el equipo liviano puede trasladarse por sus propios medios, llevando el equipo liviano no autopropulsado como herramientas, martillos neumáticos, vibradores, etc.

El Contratista antes de transportar el equipo mecánico ofertado al sitio de la obra deberá someterlo a inspección del MTC dentro de los 30 días después de otorgada la Buena Pro. Este equipo será revisado por el Supervisor en la obra y de no encontrarlo satisfactorio en cuanto a su condición y operatividad deberá rechazarlo en cuyo caso el Contratista deberá reemplazarlo por otro similar en buenas condiciones de operación. El rechazo del equipo no podrá generar ningún reclamo por parte del Contratista.

Si el Contratista opta por transportar un equipo diferente al ofertado, éste no será valorizado por el Supervisor.

El Contratista no podrá retirar de la obra ningún equipo sin autorización escrita del Supervisor.

### **A.3.- Medición**

La movilización se medirá en forma global. El equipo a considerar en la medición será solamente el que ofertó el Contratista en el proceso de licitación.

## **B.- Topografía y Georeferenciación**

### **B.1.- Descripción**

En base a los planos y levantamientos topográficos del Proyecto, sus referencias y BMs, el Contratista procederá al replanteo general de la obra, en el que de ser necesario se efectuarán los ajustes necesarios a las condiciones reales encontradas en el terreno. El Contratista será el responsable del replanteo topográfico que será revisado y aprobado por el Supervisor, así como del cuidado y resguardo de los puntos físicos, estacas y monumentación instalada durante el proceso del levantamiento del proceso constructivo.

El Contratista instalará puntos de control topográfico estableciendo en cada uno de ellos sus coordenadas geográficas en sistema UTM. Para los trabajos a realizar dentro de esta sección el Contratista deberá proporcionar personal calificado, el equipo necesario y materiales que se requieran para el replanteo estacado, referenciación, monumentación, cálculo y registro de datos para el control de las obras.

La información sobre estos trabajos, deberá estar disponible en todo momento para su revisión y control por el Supervisor.

El personal, equipo y materiales deberá cumplir con los siguientes requisitos:

#### **B.1.1.- Personal:**

Se implementarán cuadrillas de topografía en número suficiente para tener un flujo ordenado de operaciones que permitan la ejecución de las obras de acuerdo a los programas y cronogramas. El personal deberá estar suficientemente tecnificado y calificado para cumplir de manera adecuada con sus funciones en el tiempo establecido.

Las cuadrillas de topografía estarán bajo el mando y control de un Ingeniero especializado en topografía con lo menos 10 años de experiencia.

#### **B.1.2.- Equipo**

Se deberá implementar el equipo de topografía necesario, capaz de trabajar dentro de los rangos de tolerancia especificados. Así mismo se deberá proveer el equipo de soporte para el cálculo, procesamiento y dibujo.

#### **B.1.3.- Materiales**

Se proveerá suficiente material adecuado para la cimentación, monumentación, estacado, pintura y herramientas adecuadas. Las estacas deben tener área suficiente que permita anotar marcas legibles.

#### ***B.2.- Consideraciones Generales***

Antes del inicio de los trabajos se deberá coordinar con el Supervisor sobre la ubicación de los puntos de control geográfico, el sistema de campo a emplear, la monumentación, sus referencias, tipo de marcas en las estacas, colores y el resguardo que se implementará en cada caso.

Los trabajos de topografía y de control estarán concordantes con las tolerancias que se dan en la tabla 3.1

**TABLA N° 3.1**  
**TOLERANCIAS MAXIMAS PARA TRABAJOS DE LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS, REPLANTEOS Y ESTACADO EN CONSTRUCCION DE CARRETERAS (EG – 2000 Tabla 102.01)**

Tolerancias Fase de trabajo	Tolerancias Fase de trabajo	
	Horizontal	Vertical
Georeferenciación	1:100 000	± 5 mm.
Puntos de Control	1:10 000	± 5 mm.
Puntos del eje, (PC), (PT), puntos en curva y referencias	1: 5000	± 10 mm.
Otros puntos del eje	± 50 mm.	± 100 mm.
Sección transversal y estacas de talud	± 50 mm.	± 100 mm.
Alcantarillas, cunetas y estructuras menores	± 50 mm.	± 20 mm.
Muros de contención	± 20 mm.	± 10 mm.
Límites para roce y limpieza	± 500 mm.	--
Estacas de subrasante	± 50 mm.	±10 mm.
Estacas de rasante	± 50 mm.	± 10 mm.

Los formatos a utilizar serán previamente aprobados por el Supervisor y toda la información de campo, su procesamiento y documentos de soporte serán de propiedad del MTC una vez completados los trabajos. Esta documentación será organizada y sistematizada de preferencia en medios electrónicos.

Los trabajos en cualquier etapa serán iniciados solo cuando se cuente con la aprobación escrita de la Supervisión.

Cualquier trabajo topográfico y de control que no cumpla con las tolerancias anotadas será rechazado. La aceptación del estacado por el Supervisor no releva al Contratista de su responsabilidad de corregir probables errores que puedan ser descubiertos durante el trabajo y de asumir sus costos asociados.

Cada 500 m. de estacado se deberá proveer una tablilla de dimensiones y color contrastante aprobados por el Supervisor en el que se anotará en forma legible para el usuario de la vía la progresiva de su ubicación.

### **B.3.- Requisitos para el trabajo**

Los trabajos de Topografía y Georeferenciación comprenden los siguientes aspectos:

#### **B.3.1.- Georeferenciación:**

La georeferenciación se hará estableciendo puntos de control geográfico mediante coordenadas UTM con una equidistancia aproximada de 10 Km. ubicados a lo largo de la carretera. Los puntos seleccionados estarán en lugares cercanos y accesibles que no sean afectados por las obras o por el tráfico vehicular y peatonal. Los puntos serán monumentados en concreto con una placa de bronce en su parte superior en el que se definirá el punto por la intersección de dos líneas.

Estos puntos servirán de base para todo el trabajo topográfico y a ellos estarán referidos los puntos de control y los del replanteo de la vía.

#### **B.3.2.- Puntos de Control**

Los puntos de control horizontal y vertical que puedan ser afectados por las obras deben ser reubicados en áreas en que no sean disturbadas por las operaciones constructivas. Se deberán establecer las coordenadas y elevaciones para los puntos reubicados antes que los puntos iniciales sean disturbados.

El ajuste de los trabajos topográficos será efectuado con relación a dos puntos de control geográfico contiguos, ubicados a no más de 10 km.

#### **B.3.3.- Sección Transversal**

Las secciones transversales del terreno natural deberán ser referidas al eje de la carretera. El espaciamiento entre secciones no deberá ser mayor de 20 m. en tramos en tangente y de 10 m. en tramos de curvas. En caso de quiebres en la topografía se tomarán secciones adicionales en los puntos de quiebre o por lo menos cada 5 m.

---

Se tomarán puntos de la sección transversal con la suficiente extensión para que puedan entrar los taludes de corte y relleno hasta los límites que indique el Supervisor. Las secciones además deben extenderse lo suficiente para Evidenciar la presencia de edificaciones, cultivos, línea férrea, canales, etc. Que por estar cercanas al trazo de la vida podrían ser afectadas por las obras de carretera, así como por el desagüe de las alcantarillas. Todas las dimensiones de la sección transversal serán reducidas al horizonte desde el eje de la vía.

#### B.3.4.- Estacas de Talud y Referencias

Se deberán establecer estacas de talud de corte y relleno en los bordes de cada sección transversal. Las estacas de talud establecen en el campo el punto de intersección de los taludes de la sección transversal del diseño de la carretera con la traza del terreno natural. Las estacas de talud deben ser ubicadas fuera de los límites de la limpieza del terreno y en dichas estacas se inscribirán las referencias de cada punto e información del talud a construir conjuntamente con los datos de medición.

#### B.3.5.- Límites de Limpieza y Roce

Los límites para los trabajos de limpieza y roce deben ser establecidos en ambos lados de la línea del eje en cada sección de la carretera.

#### B.3.6.- Restablecimiento de la línea del eje

La línea del eje será restablecida a partir de los puntos de control. El espaciamiento entre puntos del eje no deben exceder de 20 m. en tangente y de 10 m. en curvas.

El estacado debe ser restablecido cuantas veces sea necesario para la ejecución de cada etapa de la obra, para lo cual se deben resguardar los puntos de referencia.

#### B.3.7.- Elementos de Drenaje:

Los elementos de drenaje deberán ser estacados para fijarlos a las condiciones del terreno. Se deberá considerar lo siguiente:

- Relevamiento del perfil del terreno a lo largo del eje de la estructura de drenaje que permita apreciar el terreno natural, la línea de flujo, la sección de la carretera y el elemento de drenaje.
- Ubicación de los puntos de ubicación de los elementos de ingreso y salida de la estructura.
- Determinar y definir los puntos que sean necesarios para determinar la longitud de los elementos de drenaje y del tratamiento de sus ingresos y salidas.

#### B.3.8.- Muros de Contención

Se deberá relevar el perfil longitudinal del terreno a lo largo de la cara del muro propuesto. Cada 5 m. y en donde existan quiebres del terreno se deben tomar secciones transversales hasta los límites que indique el Supervisor. Ubicar referencias adecuadas y puntos de control horizontal y vertical.

#### B.3.9.- Canteras

Se debe establecer los trabajos topográficos esenciales referenciados en coordenadas UTM de las canteras de préstamo. Se debe colocar una línea de base referenciada, límites de la cantera y los límites de limpieza. También se deberán efectuar secciones transversales de toda el área de la cantera referida a la línea de base. Estas secciones deberán ser tomadas antes del inicio de la limpieza y explotación y después de concluida la obra y cuando hayan sido cumplidas las disposiciones de conservación de medio ambiente sobre el tratamiento de canteras.

#### B.3.10.- Monumentación

Todos los hitos y monumentación permanente que se coloquen durante la ejecución de la vía deberán ser materia de levantamiento topográfico y referenciación.

### **B.3.11.- Levantamientos misceláneos**

Se deberán efectuar levantamientos, estacado y obtención de datos esenciales para el replanteo, ubicación, control y medición de los siguientes elementos:

- 1 Zonas de depósitos de desperdicios.
- 2 Vías que se aproximan a la carretera.
- 3 Cunetas de coronación.
- 4 Zanjas de drenaje.

Y cualquier elemento que esté relacionado a la construcción y funcionamiento de la carretera.

### **B.3.12.- Trabajos topográficos intermedios**

Todos los trabajos de replanteo, reposición de puntos de control y estacas referenciadas, registro de datos y cálculos necesarios que se ejecuten durante el paso de una fase a otra de los trabajos constructivos deben ser ejecutados en forma constante que permitan la ejecución de las obras, la medición y verificación de cantidades de obra, en cualquier momento.

### ***B.4.- Medición***

La topografía y georeferenciación se medirán en forma global.

## **C.- Campamentos y Obras Provisionales**

### ***C.1.- Descripción***

Son las construcciones necesarias para instalar infraestructura que permita albergar a trabajadores, insumos, maquinaria, equipos, etc.

El Proyecto debe incluir todos los diseños que estén de acuerdo con estas especificaciones y con el Reglamento Nacional de Construcciones en cuanto a instalaciones sanitarias y eléctricas.

La ubicación del campamento y otras instalaciones será propuesta por el Contratista y aprobado por la Supervisión, previa verificación que dicha ubicación cumpla con los requerimientos del Plan de Manejo Ambiental, de salubridad, abastecimiento de agua, tratamiento de residuos y desagües

### **C.2.- Materiales**

Los materiales para la construcción de todas las obras provisionales serán de preferencia desarmables y transportables, salvo que el Proyecto indique lo contrario.

### **C.3.- Requerimientos de Construcción**

#### **C.3.1.- Generalidades**

En este rubro se incluye la ejecución de todas las edificaciones, tales como campamentos, que cumplen con la finalidad de albergar al personal que labora en las obras, así como también para el almacenamiento temporal de algunos insumos, materiales y que se emplean en la construcción de carreteras; casetas de inspección, depósitos de materiales y de herramientas, caseta de guardianía, vestuarios, servicios higiénicos, cercos carteles, etc.

El contratista deberá solicitar ante las autoridades competentes, dueños o representante legal del área a ocupar, los permisos de localización de las construcciones provisionales (campamentos). Para la localización de los mismos, se deberá considerar la existencia de poblaciones ubicadas en cercanías del mismo, con el objeto de evitar alguna clase de conflicto social.

Las construcciones provisionales, no deberán ubicarse dentro de las zonas denominadas "Áreas Naturales Protegidas". Además, en ningún caso se ubicarán arriba de aguas de centros poblados, por los riesgos sanitarios inherentes que esto implica.

En la construcción del campamento se evitará al máximo los cortes de terreno, relleno, y remoción de vegetación. En lo posible, los campamentos deberán ser prefabricados y estar debidamente cercados.

No deberá talarse ningún árbol o cualquier especie florística que tengan un especial valor genético, paisajístico. Así tampoco, deberá afectarse cualquier lugar de interés cultural o histórico.

De ser necesario el retiro de material vegetal se deberá transplantar a otras zonas desprotegidas, iniciando procesos de revegetación. Los residuos de tala y desbroce no deben ser depositados en corrientes de agua, debiendo ser apiladas de manera que no causen desequilibrios en el área. Estos residuos no deben ser incinerados, salvo excepciones justificadas y aprobadas por el Supervisor.

### C.3.2.- Caminos de Acceso

Los caminos de acceso estarán dotados de una adecuada señalización para indicar su ubicación y la circulación de equipos pesados. Los caminos de acceso, al tener el carácter provisional, deben ser construidos con muy poco movimiento de tierras y debe llevar un lastrado o tratamiento que mejore la circulación y evite la producción de polvo.

### C.3.3.- Instalaciones

En el campamento, se incluirá la construcción de canales perimetrales en el área utilizada, si fuere necesario, para conducir las aguas de lluvias y de escorrentía al drenaje natural más próximo. Adicionalmente, se construirán sistemas de sedimentación al final del canal perimetral, con el fin de reducir la carga de sedimentos que puedan llegar al drenaje.

En el caso de no contar con una conexión a servicios públicos cercanos, no se permitirá, bajo ningún concepto, el vertimiento de aguas negras y/o arrojado de residuos sólidos a cualquier curso de agua.

Fijar la ubicación de las instalaciones de las construcciones provisionales conjuntamente con el Supervisor, teniendo en cuenta las recomendaciones necesarias, de acuerdo a la morfología y los aspectos atmosféricos de la zona.

Instalar los servicios de agua, desagüe y electricidad necesarios para el normal funcionamiento de las construcciones provisionales.

Se debe instalar un sistema de tratamiento a fin de que garantice la potabilidad de la fuente de agua; además, se realizarán periódicamente un análisis físico-químico y bacteriológico del agua que se emplea para el consumo humano.

Incluir sistemas adecuados para la disposición de residuos líquidos y sólidos. Para ello se debe dotar al campamento de pozos sépticos, pozas para tratamiento de aguas servidas y de un sistema de limpieza, que incluya el recojo sistemático de basura y desechos y su traslado a un relleno sanitario construido para tal fin.

El campamento deberá disponer de instalaciones higiénicas destinadas al aseo del personal y cambio de ropa de trabajo; aquellas deberán contar con duchas, lavamanos, sanitarios, y el suministro de agua potable, los sanitarios, lavatorios, duchas y urinarios deberán instalarse en la proporción que se indica en la Tabla N° 104-1, debiendo tener ambientes separados para hombres y mujeres.

**TABLA N° 3.2**  
**SERVICIOS MINIMOS PARA INSTALACIONES EN CAMPAMENTOS (EG – 2000 Tabla 104.01)**

<b>N° trabajadores</b>	<b>Inodoros</b>	<b>Lavatorios</b>	<b>Duchas</b>	<b>Urinario</b>
1 – 15	2	2	2	2
16 – 24	4	4	3	4
25 – 49	6	5	4	6
Por cada 20 adicionales	2	1	2	2

Si las construcciones provisionales están ubicadas en una zona propensa a la ocurrencia de tormentas eléctricas se debe instalar un pararrayos a fin de salvaguardar la integridad física del personal de obra.

#### C.3.4.- Del Personal de Obra

A excepción del personal autorizado de vigilancia, se prohibirá el porte y uso de armas de fuego en el área de trabajo. Se evitará que los trabajadores se movilen fuera de las áreas de trabajo, sin la autorización del responsable del campamento.

Las actividades de caza o compra de animales silvestres (vivos, pieles, cornamentas, o cualquier otro producto animal) quedan prohibidas. Así también, no se permitirá la pesca por parte del personal de la obra. El incumplimiento de esta norma deberá ser causal de sanciones pecuniarias para la empresa y el despido inmediato para el personal infractor. Además, la empresa contratista debe limitar y controlar el consumo de bebidas alcohólicas al interior de los campamentos, a fin de evitar desmanes o actos que falten a la moral.

Estas disposiciones deben ser de conocimiento de todo el personal antes del inicio de obras, mediante carteles o charlas periódicas.

#### C.3.5.- Patio de máquinas

Para el manejo y mantenimiento de las máquinas en los lugares previamente establecidos al inicio de las obras, se debe considerar algunas medidas con el propósito de que no alteren el ecosistema natural y socioeconómico, las cuales deben ser llevadas a cabo por la empresa contratista.

Los patios de máquinas deberán tener señalización adecuada para indicar el camino de acceso, ubicación y la circulación de equipos pesados. Los caminos de acceso, al tener el carácter provisional, deben ser construidos con muy poco movimiento de tierras y ponerles una capa de afirmado para facilitar el tránsito de los vehículos de la obra.

El acceso a los patios de máquina y maestranzas deben estar independizadas del acceso al campamento. Si el patio de máquinas está totalmente separado del campamento, debe dotarse de todos los servicios necesarios señalados para éstos, teniendo presente el tamaño de las instalaciones, número de personas que trabajarán y el tiempo que prestará servicios. Al finalizar la operación, se procederá al proceso de desmantelamiento tal como se ha indicado anteriormente.

Instalar sistemas de manejo y disposición de grasas y aceites. Para ello es necesario contar con recipientes herméticos para la disposición de residuos de aceites y lubricantes, los cuales se dispondrán en lugares adecuados para su posterior manejo. En las zonas de lavado de vehículos y maquinaria deberán construirse desarenadores y trampas de grasa antes que las aguas puedan contaminar suelos, vegetación, agua o cualquier otro recurso.

El abastecimiento de combustible deberá efectuarse de tal forma que se evite el derrame de hidrocarburos u otras sustancias contaminantes al suelo, ríos, quebradas, arroyos, etc. Similares medidas deberán tomarse para el mantenimiento de maquinaria y equipo. Los depósitos de combustible deben quedar alejados de las zonas de dormitorio, comedores y servicios del campamento.

Las operaciones de lavado de la maquinaria deberán efectuarse en lugares alejados de los cursos de agua.

#### C.3.6.- Desmantelamiento

Antes de desmantelar las construcciones provisionales, al concluir la obras, y de ser posible, se debe considerar la posibilidad de donación del mismo a las comunidades que hubiere en la zona.

En el proceso de desmantelamiento, el contratista deberá hacer una demolición total de los pisos de concreto, paredes o cualquier otra construcción y trasladarlos a un lugar de disposición final de materiales excedentes, señalados por el supervisor. El área utilizada debe quedar totalmente limpia de basura, papeles, trozos de madera, etc.; sellando los pozos sépticos, pozas de tratamiento de aguas negras y el desagüe.

Una vez desmantelada las instalaciones, patio de máquinas y vías de acceso, se procederá a escarificar el suelo, y readecuarlo a la morfología existente del área, en lo posible a su estado inicial, pudiendo para ello utilizar la vegetación y materia orgánica reservada anteriormente. En la recomposición del área, los suelos contaminados de patios de máquinas, plantas y depósitos de asfalto o combustible deben ser raspados hasta 10 cm por debajo del nivel inferior alcanzado por la contaminación.

Los materiales resultantes de la eliminación de pisos y suelos contaminados deberán trasladarse a los lugares de disposición de desechos, según se indica en la Sección 906.

### C.3.7.- Aceptación de los Trabajos

El Supervisor efectuará los siguientes controles:

- Verificar que las áreas de dormitorio y servicios sean suficientes para albergar al personal de obra, así como las instalaciones sanitarias.
- Verificar el correcto funcionamiento de los servicios de abastecimiento de agua potable, debiendo cumplir con los requisitos que se estipulan en la Sección 905.
- Verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de drenaje y desagüe del campamento, oficinas, patios de máquina, cocina y comedores.
- Verificar las condiciones higiénicas de mantenimiento, limpieza y orden de las instalaciones.
- La evaluación de los trabajos de campamentos y obras provisionales se efectuará de acuerdo a lo indicado en la Subsección 04.11(a).

### *C.4.- Medición*

El Campamento e instalaciones provisionales no se medirán en forma directa.

### **3.2.2 Movimiento de Tierras**

#### **A.- Desbroce y Limpieza**

##### *A.1.- Descripción*

Este trabajo consiste en el desbroce y limpieza del terreno natural en las áreas que ocuparán las obras del proyecto vial y las zonas o fajas laterales reservadas para la vía, que se encuentren cubiertas de rastrojo, maleza, bosque, pastos, cultivos, etc., incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos.

El trabajo incluye, también, la disposición final dentro o fuera de la zona del proyecto, de todos los materiales provenientes de las operaciones de desbroce y limpieza, previa autorización del Supervisor, atendiendo las normas y disposiciones legales vigentes.

##### *A.2.- Clasificación*

El desbroce y limpieza se clasificará de acuerdo con los siguientes criterios:

##### A.2.1.- Desbroce y limpieza en bosque

Comprende la tala de árboles, remoción de tocones, desraíce y limpieza de las zonas donde la vegetación se presenta en forma de bosque continuo.

Los cortes de vegetación en las zonas próximas a los bordes laterales del derecho de vía, deben hacerse con sierras de mano, a fin de evitar daños considerables en los suelos de las zonas adyacentes y deterioro a otra vegetación cercana. Todos los arboles que se talen, según el trazado de la

carretera, deben orientarse para que caigan sobre la vía, evitando de esa manera afectar a vegetación no involucrada.

Debe mantenerse, en la medida de lo posible, el contacto del dosel forestal, con la finalidad de permitir el movimiento de especies de la fauna, principalmente de primates. De encontrarse especies de flora o fauna con un importante valor genético y/o en peligro de extinción determinados en los. Especificaciones, estudios previos, éstos deben ser trasladados a lugares próximos de donde fueron afectados.

El traslado de cualquier especie será objeto de una Especificación Especial, preparada por el responsable de los estudios, en la cual se definirá el procedimiento y los cuidados que serán necesarios durante toda actividad hasta su implantación en el nuevo sitio.

#### A.2.2.- Desbroce y limpieza en zonas no boscosas

Comprende el desraíce y la limpieza en zonas cubiertas de pastos, rastrojo, maleza, escombros, cultivos y arbustos.

También comprende la remoción total de árboles aislados o grupos de árboles dentro de superficies que no presenten características de bosque continuo.

En esta actividad se deberá proteger las especies de flora y fauna que hacen uso de la zona a ser afectada, dañando lo menos posible y sin hacer desbroce innecesarios, así como también considerar al entorno socioeconómico protegiendo áreas con interés económico.

#### **A.3.- Materiales**

Los materiales obtenidos como resultado de la ejecución de los trabajos de desbroce y limpieza, se depositarán de acuerdo con lo establecido en la Subsección 201.07 de la norma EG – 2000.

El volumen obtenido por esta labor no se depositará por ningún motivo en lugares donde interrumpa alguna vía altamente transitada o zonas que sean utilizadas por la población como acceso a centros de importancia social, salvo si el supervisor lo autoriza por circunstancias de fuerza mayor.

#### A.4.- Equipo

El equipo empleado para la ejecución de los trabajos de desbroce y limpieza deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere la aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajuste al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la especificación.

Los equipos que se empleen deben contar con adecuados sistemas de silenciadores, sobre todo si se trabaja en zonas vulnerables o se perturba la tranquilidad del entorno.

El equipo debe cumplir con lo que se estipula en la Subsección 05.11.de la EG – 2000.

#### A.5.- Requerimientos de Construcción

##### A.5.1.- Ejecución de los trabajos

Los trabajos de desbroce y limpieza deberán efectuarse en todas las zonas señaladas en los planos o indicadas por el Supervisor y de acuerdo con procedimientos aprobados por éste, tomando las precauciones necesarias para lograr condiciones de seguridad satisfactorias.

Para evitar daños en las propiedades adyacentes o en los árboles que deban permanecer en su lugar, se procurará que los árboles que han de derribarse caigan en el centro de la zona objeto de limpieza, troceándolos por su copa y tronco progresivamente, cuando así lo exija el Supervisor.

Las ramas de los árboles que se extiendan sobre el área que, según el proyecto, vaya a estar ocupada por la corona de la carretera, deberán ser cortadas o podadas para dejar un claro mínimo de seis metros (6 m), a partir de la superficie de la misma.

### A.5.2.- Remoción de tocones y raíces

En aquellas áreas donde se deban efectuar trabajos de excavación, todos los troncos, raíces y otros materiales inconvenientes, deberán ser removidos hasta una profundidad no menor a sesenta centímetros (60 cm) del nivel de la subrasante del proyecto.

En las áreas que vayan a servir de base de terraplenes o estructuras de contención o drenaje, los tocones, raíces y demás materiales inconvenientes a juicio del Supervisor, deberán eliminarse hasta una profundidad no menor de treinta centímetros (30 cm) por debajo de la superficie que deba descubrirse de acuerdo con las necesidades del proyecto.

Todos los troncos que estén en la zona del proyecto, pero por fuera de las áreas de excavación, terraplenes o estructuras, podrán cortarse a ras del suelo.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con el suelo que haya quedado al descubierto al hacer la limpieza y éste se conformará y apisonará hasta obtener un grado de compactación similar al del terreno adyacente.

### A.5.3.- Remoción de Capa Vegetal

La remoción de la capa vegetal se efectuará con anterioridad al inicio de los trabajos a un tiempo prudencial para que la vegetación no vuelva a crecer en los lugares donde pasará la vía y en las zonas reservadas para este fin.

El volumen de la capa vegetal que se remueva al efectuar el desbroce y limpieza no deberá ser incluido dentro del trabajo objeto de la presente Sección. Dicho trabajo se encontrará cubierto por la Sección 205. de la EG – 2000.

### A.5.4.- Remoción y disposición de materiales

Salvo que el pliego de condiciones, los demás documentos del proyecto o las normas legales vigentes expresen lo contrario, todos los productos del desbroce y limpieza quedarán de propiedad del Contratista.

Los árboles talados que sean susceptibles de aprovechamiento, deberán ser despojados de sus ramas y cortados en trozos de tamaño conveniente, los que

deberán apilarse debidamente a lo largo de la zona de derecho de vía, disponiéndose posteriormente según lo apruebe el Supervisor.

El resto de los materiales provenientes del desbroce y la limpieza deberá ser retirado del lugar de los trabajos, transportado y depositado en los lugares establecidos en los planos del proyecto o señalados por el Supervisor, donde dichos materiales deberán ser enterrados convenientemente, de tal manera que la acción de los elementos naturales no pueda dejarlos al descubierto, según se estipula en la de la EG – 2000.

Para el traslado de estos materiales los vehículos deberán estar cubiertos con una lona de protección con la seguridad respectiva, a fin de que estas no se dispersen accidentalmente durante el trayecto a la zona de disposición de desechos previamente establecido por la autoridad competente, así como también es necesario aplicar las normas y disposiciones legales vigentes. Los materiales excedentes por ningún motivo deben ser dispuestos sobre cursos de agua (escorrentía o freática), debido a la contaminación de las aguas, seres vivos e inclusive puede modificar el microclima. Por otro lado, tampoco deben ser dispuestos de manera que altere el paisaje natural.

Cuando la autoridad competente y las normas de conservación de Medio Ambiente lo permita, la materia vegetal inservible y los demás desechos del desbroce y limpieza podrán quemarse en un momento oportuno y de una manera apropiada para prevenir la propagación del fuego.

La quema no se podrá efectuar al aire libre. El Contratista será responsable tanto de obtener el permiso de quema como de cualquier conflagración que resulte de dicho proceso.

Por ningún motivo se permitirá que los materiales de desecho se incorporen en los terraplenes, ni disponerlos a la vista en las zonas o fajas laterales reservadas para la vía, ni en sitios donde puedan ocasionar perjuicios ambientales.

#### A.5.5.- Orden de las operaciones

Los trabajos de desbroce y limpieza deben efectuarse con anterioridad al inicio de las operaciones de explanación. En cuanto dichas operaciones lo permitan, y antes de disturbar con maquinaria la capa vegetal, deberán levantarse secciones transversales del terreno original, las cuales servirán para determinar el volumen

de la capa vegetal y del movimiento de tierra, de conformidad con la de la EG – 2000.

Si después de ejecutados el desbroce y la limpieza, la vegetación vuelve a crecer por motivos imputables al Contratista, éste deberá efectuar una nueva limpieza, a su costo, antes de realizar la operación constructiva subsiguiente.

#### A.5.6.- Aceptación de los Trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar que el Contratista disponga de todos los permisos requeridos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos aplicados por el Contratista.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que la disposición de los materiales obtenidos de los trabajos de desbroce y limpieza se ajuste a las exigencias de la presente especificación y todas las disposiciones legales vigentes.
- Medir las áreas en las que se ejecuten los trabajos en acuerdo a esta especificación.
- Señalar todos los árboles que deban quedar de pie y ordenar las medidas para evitar que sean dañados.

El Contratista aplicará las acciones y los procedimientos constructivos recomendados en los respectivos estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales, y el Supervisor velará por su cumplimiento.

La actividad de desbroce y limpieza se considerará terminada cuando la zona quede despejada para permitir que se continúe con las siguientes actividades de la construcción. La máxima distancia en que se ejecuten las actividades de desbroce dentro del trazo de la carretera será de un kilómetro (km) delante de

las obras de explanación. El Supervisor no permitirá que esta distancia sea excedida.

La evaluación de los trabajos de desbroce y limpieza se efectuarán según lo indicado en la de la EG – 2000.

#### **A.6.- Medición:**

La unidad de medida del área desbrozada y limpiada será la hectárea (ha), en su proyección horizontal, aproximada al décimo de hectárea, de área limpiada y desbrozada satisfactoriamente, dentro de las zonas señaladas en los planos o indicadas por el Supervisor. No se incluirán en la medida las áreas correspondientes a la plataforma de vías existentes.

Tampoco se medirán las áreas limpiadas y desbrozadas en zonas de préstamos o de canteras y otras fuentes de materiales que se encuentren localizadas fuera de la zona del proyecto, ni aquellas que el Contratista haya despejado por conveniencia propia, tales como vías de acceso, vías para acarreo, campamentos, instalaciones o depósitos de materiales.

### **B.- Explanación para Excavaciones**

#### **B.1.- Descripción**

##### **B.1.1.- Generalidades**

Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de excavar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación y préstamos, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto, con las modificaciones que ordene el Supervisor.

Comprende, además, la excavación y remoción de la capa vegetal y de otros materiales blandos, orgánicos y objetables, en las áreas donde se hayan de realizar las excavaciones de la explanación y terraplenes.

#### B.1.2.- Excavación para la explanación

El trabajo comprende el conjunto de actividades de excavación y nivelación de las zonas comprendidas dentro del prisma donde ha de fundarse la carretera, incluyendo taludes y cunetas; así como la escarificación, conformación y compactación de la subrasante en corte.

Incluye, además, las excavaciones necesarias para el ensanche o modificación del alineamiento horizontal o vertical de plataformas existentes.

#### B.1.3.- Excavación Complementaria:

El trabajo comprende las excavaciones necesarias para el drenaje de la excavación para la explanación, que pueden ser zanjas interceptoras y acequias, así como el mejoramiento de obras similares existentes y de cauces naturales.

#### B.1.4.- Excavación en zonas de préstamo

El trabajo comprende el conjunto de las actividades para explotar los materiales adicionales a los volúmenes provenientes de la excavación de la explanación, requeridos para la construcción de los terraplenes o pedraplenes.

#### B.1.5.- Clasificación

##### B.1.5.1.- Excavación sin clasificar:

Se refiere a los trabajos de excavación de cualquier material sin importar su naturaleza.

##### B.1.5.2.- Excavación clasificada

##### B.1.5.2.1.- Excavación en roca

Comprende la excavación de masas de rocas mediana o fuertemente litificadas que, debido a su cementación y consolidación, requieren el empleo sistemático de explosivos.

Comprende, también, la excavación de bloques con volumen individual mayor de un metro cúbico (1 m<sup>3</sup>), procedentes de macizos alterados o de masas transportadas o acumuladas por acción natural, que para su fragmentación requieran el uso de explosivos.

#### B.1.5.2.2.- Excavación en material común

Comprende la excavación de materiales no cubiertos por la Subsección anterior, Excavación en roca.

Como alternativa de clasificación podrá recurrirse a mediciones de velocidad de propagación del sonido, practicadas sobre el material en las condiciones naturales en que se encuentre. Se considerará material común aquel en que dicha velocidad sea menor a 2 000 m/s, y roca cuando sea igual o superior a este valor.

En las excavaciones sin clasificar y clasificadas, se debe tener presente las mediciones previas de los niveles de la napa freática o tener registros específicos, para evitar su contaminación y otros aspectos colaterales

#### B.2.- *Materiales*

Los materiales provenientes de excavación para la explanación se utilizarán, si reúnen las calidades exigidas, en la construcción de las obras de acuerdo con los usos fijados en los documentos del proyecto o determinados por el Supervisor. El Contratista no podrá desechar materiales ni retirarlos para fines distintos a los del contrato, sin la autorización previa del Supervisor.

Los materiales provenientes de la excavación que presenten buenas características para uso en la construcción de la vía, serán reservados para colocarlos posteriormente.

Los materiales de excavación que no sean utilizables deberán ser colocados, donde lo indique el proyecto o de acuerdo con las instrucciones del Supervisor, en zonas aprobadas por éste.

Los materiales recolectados deberán ser humedecidos adecuadamente, cubiertos con una lona y protegidos contra los efectos atmosféricos, para evitar que por efecto del material particulado causen enfermedades respiratorias, alérgicas y oculares al personal de obra, así como a las poblaciones aledañas.

El depósito temporal de los materiales no deberá interrumpir vías o zonas de acceso de importancia local.

Los materiales adicionales que se requieran para las obras, se extraerán de las zonas de préstamo aprobadas por el Supervisor y deberán cumplir con las características establecidas en las especificaciones correspondientes.

### *B.3.- Equipo*

El Contratista propondrá, para consideración del Supervisor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios ni a construcciones ni a cultivos; y garantizarán el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

Los equipos de excavación deberán disponer de sistemas de silenciadores y la omisión de éstos será con la autorización del Supervisor. Cuando se trabaje cerca a zonas ambientalmente sensibles, tales como colegios, hospitales, mercados y otros que considere el Supervisor aunado a los especificados en el Estudio de Impacto Ambiental los trabajos se harán manualmente si es que los niveles de ruido sobrepasan los niveles máximos recomendados

## B.4.- *Requerimiento de Construcción*

### B.4.1.- Excavación

Antes de iniciar las excavaciones se requiere la aprobación, por parte del Supervisor, de los trabajos de topografía, desbroce, limpieza y demoliciones, así como los de remoción de especies vegetales, cercas de alambre y de instalaciones de servicios que interfieran con los trabajos a ejecutar.

Las obras de excavación deberán avanzar en forma coordinada con las de drenaje del proyecto, tales como alcantarillas, desagües, alivios de cunetas y construcción de filtros. Además se debe garantizar el correcto funcionamiento del drenaje y controlar fenómenos de erosión e inestabilidad.

La secuencia de todas las operaciones de excavación debe ser tal, que asegure la utilización de todos los materiales aptos y necesarios para la construcción de las obras señaladas en los planos del proyecto o indicadas por el Supervisor.

La excavación de la explanación se debe ejecutar de acuerdo con las secciones transversales del proyecto o las modificadas por el Supervisor. Toda sobre-excavación que haga el Contratista, por error o por conveniencia propia para la operación de sus equipos, correrá por su cuenta y el Supervisor podrá suspenderla, si lo estima necesario, por razones técnicas o económicas.

En la construcción de terraplenes sobre terreno inclinado o a media ladera, el talud de la superficie existente deberá cortarse en forma escalonada de acuerdo con los planos o las instrucciones del Supervisor.

Cuando la altura de los taludes sea mayor de siete metros (7 m) o según lo especifique el Proyecto y la calidad del material por excavar lo exija, deberán construirse banquetas de corte con pendiente hacia el interior del talud a una cuneta que debe recoger y encauzar las aguas superficiales. El ancho mínimo de la terraza deberá ser tal, que permita la operación normal de los equipos de construcción. La pendiente longitudinal de las banquetas y el dimensionamiento debe especificarse en el proyecto o seguir las indicaciones del Supervisor.

Al alcanzar el nivel de la subrasante en la excavación, se deberá escarificar en una profundidad mínima de ciento cincuenta milímetros (150 mm), conformar de acuerdo con las pendientes transversales especificadas y compactar, según las exigencias de compactación definidas en la Subsección 205.19 de la EG – 2000.

Si los suelos encontrados a nivel de subrasante están constituidos por suelos inestables, el Supervisor ordenará las modificaciones que corresponden a las instrucciones del párrafo anterior, con el fin de asegurar la estabilidad de la subrasante. En este caso se aplicará lo especificado en la Sección 222.de la EG – 2000.

En caso de que al nivel de la subrasante se encuentren suelos expansivos y salvo que los documentos del proyecto o el Supervisor determinen lo contrario, la excavación se llevará hasta un metro por debajo del nivel proyectado de subrasante y su fondo no se compactará. Esta profundidad sobreexcavada se rellenará y conformará con material que cumpla las características definidas en la Sección 210 de la EG – 2000."Terraplenes".

Las cunetas y bermas deben construirse de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas especificadas en los planos o modificadas por el Supervisor.

Todo daño posterior a la ejecución de estas obras, causado por el Contratista, debe ser subsanado por éste, sin costo alguno para el MTC.

Para las excavaciones en roca, los procedimientos, tipos y cantidades de explosivos y equipos que el Contratista proponga utilizar, deberán estar aprobados previamente por el Supervisor; así como la secuencia y disposición de las voladuras, las cuales se deberán proyectar en tal forma que sea mínimo su efecto fuera de los taludes proyectados. El Contratista garantizará la dirección y ejecución de las excavaciones en roca, considerando lo indicado en la Subsección 05.05. de la EG – 2000.

Toda excavación en roca se deberá profundizar ciento cincuenta milímetros (150 mm) por debajo de las cotas de subrasante. Las áreas sobre-excavadas se deben rellenar, conformar y compactar con material seleccionado proveniente de las excavaciones o con material de subbase granular, según lo determine el Supervisor.

La superficie final de la excavación en roca deberá encontrarse libre de cavidades que permitan la retención de agua y tendrá, además, pendientes transversales y longitudinales que garanticen el correcto drenaje superficial.

#### **B.4.2.- Ensanche o modificación del alineamiento de plataformas existentes**

En los proyectos de mejoramiento de vías en donde el afirmado existente se ha de conservar, los procedimientos que utilice el Contratista deberán permitir la ejecución de los trabajos de ensanche o modificación del alineamiento, evitando la contaminación del afirmado con materiales arcillosos, orgánicos o vegetales. Los materiales excavados deberán cargarse y transportarse hasta los sitios de utilización o disposición aprobados por el Supervisor.

Así mismo, el Contratista deberá garantizar el tránsito y conservar la superficie de rodadura existente, según se indica en la Sección 103 de la EG – 2000.

Si el proyecto exige el ensanche del afirmado existente, las fajas laterales se excavarán hasta el nivel de subrasante, dándole a ésta, posteriormente, el tratamiento indicado en la Subsección 205.08 de la EG - 2000. En las zonas de ensanche de terraplenes, el talud existente deberá cortarse en forma escalonada de acuerdo con lo que establezcan los documentos del proyecto y las indicaciones del Supervisor.

#### **B.4.3.- Taludes**

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie y contrarrestar cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final.

Cuando los taludes excavados tiene más de tres (3) metros, y se presentan síntomas de inestabilidad, se deben de hacer terrazas o banquetas de corte y realizar labores de sembrado de vegetación típica en la zona afectada, para evitar la erosión, ocurrencia de derrumbes o deslizamientos que puedan interrumpir las labores de obra, así como la interrupción del tránsito en la etapa operativa aumentando los costos de mantenimiento. En los lugares que se estime conveniente se deberán de construir muros de contención. Estas labores deben de tratarse adecuadamente, debido a que implica un riesgo potencial grande para la integridad física de los usuarios de la carretera.

Cuando sea preciso adoptar medidas especiales para la protección superficial del talud, tales como plantaciones superficiales, revestimientos, etc., bien porque estén previstas en el proyecto o porque sean ordenadas por el Supervisor, estos trabajos deberán realizarse inmediatamente después de la excavación del talud. Estos trabajos se harán de acuerdo a lo que se estipula en las Secciones 901, 902, 903 y 904 de la EG – 2000.

En el caso de que los taludes presenten deterioro antes del recibo definitivo de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las correcciones complementarias ordenadas por el Supervisor. Si dicho deterioro es imputable a una mala ejecución de las excavaciones, el Contratista será responsable por los daños ocasionados y, por lo tanto, las correcciones se efectuarán a su costo

#### B.4.4.- Excavación Complementaria

La construcción de zanjas de drenaje, zanjas interceptoras y acequias, así como el mejoramiento de obras similares y cauces naturales deberá efectuarse de acuerdo con los alineamientos, secciones y cotas indicados en los planos o determinados por el Supervisor.

Toda desviación de las cotas y secciones especificadas, especialmente si causa estancamiento del agua o erosión, deberá ser subsanada por el Contratista a entera satisfacción del Supervisor y sin costo adicional para el MTC.

#### B.4.5.- Utilización de materiales excavados y disposición de sobrantes

Todos los materiales provenientes de las excavaciones de la explanación que sean utilizables y, según los planos y especificaciones o a juicio del Supervisor, necesarios para la construcción o protección de terraplenes, pedraplenes u otras partes de las obras proyectadas, se deberán utilizar en ellos. El Contratista no podrá disponer de los materiales provenientes de las excavaciones ni retirarlos para fines distintos del contrato, sin autorización previa del Supervisor.

Los materiales provenientes de la remoción de capa vegetal deberán almacenarse para su uso posterior en sitios accesibles y de manera aceptable para el Supervisor; estos materiales se deberán usar preferentemente para el recubrimiento de los taludes de los terraplenes terminados, áreas de canteras

explotadas y niveladas o donde lo disponga el Proyecto o el Supervisor. Para mayor referencia ver especificaciones del Capítulo 09 de la EG – 2000.

Los materiales sobrantes de la excavación deberán ser colocados de acuerdo con las instrucciones del Supervisor y en zonas aprobadas por éste; se usarán para el tendido de los taludes de terraplenes o para emparejar las zonas laterales de la vía y de las canteras. Se dispondrán en tal forma que no ocasionen ningún perjuicio al drenaje de la carretera o a los terrenos que ocupen, a la visibilidad en la vía ni a la estabilidad de los taludes o del terreno al lado y debajo de la carretera. Todos los materiales sobrantes se deberán extender y emparejar de tal modo que permitan el drenaje de las aguas alejándolas de la vía, sin estancamiento y sin causar erosión, y se deberán conformar para presentar una buena apariencia.

Los materiales aprovechables de las excavaciones de zanjas, acequias y similares, se deberán utilizar en los terraplenes del proyecto, extender o acordonar a lo largo de los cauces excavados, o disponer según lo determine el Supervisor, a su entera satisfacción.

Los residuos y excedentes de las excavaciones que no hayan sido utilizados según estas disposiciones, se colocarán en los Depósitos de Deshechos del Proyecto o autorizados por el Supervisor, según lo indicado en la Sección 906 de la EG – 2000.

#### B.4.6.- Excavación en zonas de préstamo:

Los materiales adicionales que se requieran para la terminación de las obras proyectadas o indicadas por el Supervisor, se obtendrán mediante el ensanche adecuado de las excavaciones del proyecto o de zonas de préstamo, previamente aprobadas por el Supervisor.

Para la excavación en zonas de préstamo se debe verificar que no se hayan producido desestabilizaciones en las áreas de corte que produzcan derrumbes y que pongan en peligro al personal de obra. Los cortes de gran altura se harán con autorización del Supervisor.

Si se utilizan materiales de las playas del río, el nivel de extracción debe de estar sobre el nivel del curso de las aguas para que las maquinarias no remuevan material que afecte el ecosistema acuático.

En la excavación de préstamos se seguirá todo lo pertinente a los procedimientos de ejecución de las excavaciones de la explanación y complementarios.

#### **B.4.7.- Hallazgos arqueológicos, paleontológicos, ruinas y sitios históricos**

En caso de algún descubrimiento de ruinas prehistóricas, sitios de asentamientos humanos antiguos o de época colonial, reliquias, fósiles u otros objetos de interés histórico arqueológico y paleontológico durante la ejecución de las obras, el Contratista seguirá los lineamientos dados en la Subsección 05.04 de la EG – 2000.

#### **B.4.8.- Manejo del agua superficial**

Cuando se estén efectuando las excavaciones, se deberá tener cuidado para que no se presenten depresiones y hundimientos y acordonamientos de material que afecten el normal escurrimiento de las aguas superficiales.

En los trabajos de excavación, no deben alterarse los cursos de aguas superficiales, para lo cual mediante obras hidráulicas se debe encauzar, reducir la velocidad del agua y disminuir la distancia que tiene que recorrer. Estas labores traerán beneficios en la conservación del medio ambiente y disminución en los costos de mantenimiento, así como evitará retrasos en la obra.

#### **B.4.9.- Limpieza final**

Al terminar los trabajos de excavación, el Contratista deberá limpiar y conformar las zonas laterales de la vía, las de préstamo y las de disposición de sobrantes, de acuerdo con las indicaciones del Supervisor.

#### B.4.10.- Referencias topográficas

Durante la ejecución de la excavación para explanaciones complementarias y préstamos, el Contratista deberá mantener, sin alteración, las referencias topográficas y marcas especiales para limitar las áreas de trabajo.

#### B.4.11.- Aceptación de los Trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales: · Verificar que el Contratista disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.

- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el Contratista.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Verificar el alineamiento, perfil y sección de las áreas excavadas.
- Comprobar que toda superficie para base de terraplén o subrasante mejorada quede limpia y libre de materia orgánica
- Verificar la compactación de la subrasante.
- Medir los volúmenes de trabajo ejecutado por el Contratista en acuerdo a la presente especificación.

El trabajo de excavación se dará por terminado y aceptado cuando el alineamiento, el perfil, la sección y la compactación de la subrasante estén de acuerdo con los planos del proyecto, estas especificaciones y las instrucciones del Supervisor.

La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la excavación, no será menor que la distancia señalada en los planos o modificada por el Supervisor.

La cota de cualquier punto de la subrasante conformada y terminada no deberá variar en más de diez milímetros (10mm) con respecto a la cota proyectada.

Las cotas de fondo de las cunetas, zanjas y canales no deberán diferir en más de quince milímetros (15 mm) de las proyectadas.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deberán ser corregidas por el Contratista, a su costo, a plena satisfacción del Supervisor.

La evaluación de los trabajos de excavación en explanaciones se efectuará según lo indicado en la Subsección 04.11(a) y 04.11(b) de la EG – 2000.

#### B.4.12.- Compactación de la subrasante en zonas de excavación

La compactación de la subrasante, en los casos establecidos en la Subsección 205.08 de la EG – 2000. se verificará de acuerdo con los siguientes criterios:

- La densidad de la subrasante compactada se definirá sobre un mínimo de seis (6) determinaciones, en sitios elegidos al azar con una frecuencia de una (1) cada 250 m<sup>2</sup> de plataforma terminada y compactada.
- Las densidades individuales del lote (Di) deben ser, como mínimo, el noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima densidad en el ensayo Proctor modificado de referencia (De).

$$D_i > 0.95 D_e$$

#### B.4.13.- Ensayo de Deflectometría sobre la subrasante terminada

Una vez terminada la explanación se hará deflectometría cada 25 metros alternados en ambos sentidos, es decir, en cada uno de los carriles, mediante el empleo de la viga Benkelman el FWD o cualquier equipo de alta confiabilidad, antes de cubrir la subrasante con la subbase o con la base granular.

Se analizará la deformada o curvatura de la deflexión obtenida de por lo menos tres mediciones por punto.

Los puntos de medición estarán referenciados con el estacado del proyecto, de tal manera que exista una coincidencia con relación a las mediciones que se efectúen a nivel de carpeta. Se requiere un estricto control de calidad tanto de

los materiales como de los equipos, procedimientos constructivos y en general de todos los elementos involucrados en la puesta en obra de la subrasante.

De dicho control forman parte la medición de las deflexiones que se menciona en el primer párrafo. Un propósito específico de la medición de deflexiones sobre la subrasante, es la determinación de problemas puntuales de baja resistencia que puedan presentarse durante el proceso constructivo, su análisis y la oportuna aplicación de los correctivos a que hubiere lugar.

Los trabajos e investigaciones antes descritos serán ejecutados por el Contratista.

El Contratista deberá cumplir con lo indicado en la Sección 103 de la EG – 2000, para la protección del equipo de trabajo y el control de tránsito. Para el caso de la viga Benkelman el Contratista proveerá un volquete operado con las siguientes características:

- Clasificación del vehículo: C2
- Peso con carga en el eje posterior: 8 200 kilogramos
- Llantas del eje posterior: Dimensión 10 x 20, doce lonas. Presión de inflado: 552 Kpa (5.6 Kg. f/cm<sup>2</sup> o 80 PSI). Excelente estado.

El vehículo estará a disposición hasta que sean concluidas todas las evaluaciones de deflectometría.

El Contratista garantizará que el radio de curvatura de la deformada de la Subrasante que determine en obra sea preciso, para lo cual hará la provisión del equipo idóneo para la medición de las deflexiones.

Así mismo, para la ejecución de los ensayos deflectométricos, el Contratista hará la provisión del personal técnico, papelería, equipo de viga Benkelman doble o simples, equipo FWD u otro aprobado por la Supervisión, acompañante y en general, de todos los elementos que sean requeridos para llevar a efecto satisfactoriamente los trabajos antes descritos.

Los ensayos de deflectometría serán también realizados con las mismas condiciones y exigencias en las subrasantes terminadas en secciones en terraplén. De cada tramo que el Contratista entregue a la Supervisión completamente terminado para su aprobación, deberá enviar un documento técnico con la información de deflectometría, procesada y analizada. La

Supervisión tendrá veinticuatro (24) horas hábiles para responder, informando las medidas correctivas que sean necesarias. Se requiere realizar el procedimiento indicado, para colocar la capa estructural siguiente.

#### **B.5.- Medición**

La unidad de medida será el metro cúbico ( $m^3$ ), aproximado al metro cúbico completo, de material excavado en su posición original. Todas las excavaciones para explanaciones, zanjas, acequias y préstamos serán medidas por volumen ejecutado, con base en las áreas de corte de las secciones transversales del proyecto, original o modificado, verificadas por el Supervisor antes y después de ejecutarse el trabajo de excavación y según se indica en la Subsección 07.02(a)(1) de la EG – 2000.

No se medirán las excavaciones que el Contratista haya efectuado por error o por conveniencia fuera de las líneas de pago del proyecto o las autorizadas por el Supervisor. Si dicha sobre-excavación se efectúa en la subrasante o en una calzada existente, el Contratista deberá rellenar y compactar los respectivos espacios, a su costo y usando materiales y procedimientos aceptados por el Supervisor.

No se medirán ni se autorizarán pagos para los volúmenes de material colocado, perfilado, nivelado y compactado sobre plataforma excavada en roca.

En las zonas de préstamo, solamente se medirán en su posición original los materiales aprovechables y utilizados en la construcción de terraplenes y pedraplenes; alternativamente, se podrá establecer la medición de los volúmenes de materiales de préstamo utilizados, en su posición final en la vía, reduciéndolos a su posición original mediante relación de densidades determinadas por el Supervisor.

No se medirán ni se autorizarán pagos para los volúmenes de material removido de derrumbes, durante los trabajos de excavación de taludes, cuando a juicio del Supervisor fueren causados por procedimientos inadecuados o error del Contratista.

Los ensayos deflectométricos serán medidos por kilómetro (km) con aproximación a la décima de kilómetro de la actividad terminada en ambos carriles, una vez aceptado el documento técnico enviado a la Supervisión.

### **3.2.3 Subbases y Bases**

#### **A.- Subbase granular**

##### *A.1.- Descripción*

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de material de subbase granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto o establecidos por el Supervisor.

Las consideraciones ambientales están referidas a la protección del medio ambiente durante el suministro, transporte, colocación y compactación de material de subbase granular

##### *A.2.- Materiales*

Los agregados para la construcción de la subbase granular deberán satisfacer los requisitos indicados en la Subsección 300.02 de la EG – 2000, para dichos materiales.

Además, deberán ajustarse a una de las franjas granulométricas indicadas en la siguiente tabla:

**TABLA N° 3.3**  
**REQUERIMIENTOS GRANULOMETRICOS PARA SUBBASE GRANULAR (EG – 2000 Tabla 303.01)**

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A (1)	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	—	—
25 mm (1")	—	75 – 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4.75 mm (N° 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2.0 mm (N° 10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
4.25 um (N° 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 um (N° 200)	2 – 8	5 – 15	5 – 15	8 – 15

Fuente: ASTM D 1241

- La curva de gradación "A" deberá emplearse en zonas cuya altitud sea igual o superior a 3000 m.s.n.m.
- La curva granulométrica SB-3 deberá usarse en zonas con altitud mayor de 3 500 m.s.n.m.
- Sólo aplicable a SB-1

Además, el material también deberá cumplir con los siguiente requisitos de calidad:

**TABLA N° 3.4**  
**REQUERIMIENTOS DE ENSAYOS ESPECIALES (EG – 2000 Tabla 303.02)**

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimiento	
				< 3000 msnm	≥ 3000 msnm
Abrasión	MTC E 207	C 131	T 96	50 % máx	50 % máx
CBR (1)	MTC E 132	D 1883	T 193	40 % mín	40 % mín
Límite Líquido	MTC E 110	D 4318	T 89	25% máx	25% máx
Índice de Plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 89	6% máx	4% máx
Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	25% mín	35% mín
Sales Solubles	MTC E 219			1% máx.	1% máx.
Partículas Chatas y Alargadas (2)	MTC E 211	D 4791		20% máx	20% máx

- Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1"(2.5mm)
- La relación ha emplearse para la determinación es 1/3 (espesor/longitud)

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Contratista deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

### **A.3.- *Requerimientos de Construcción***

#### **A.3.1.- Explotación de materiales y elaboración de agregados**

Se aplica lo indicado en la Subsección 300.08 de la EG – 2000.

#### **A.3.2.- Preparación de la superficie existente**

El Supervisor sólo autorizará la colocación de material de subbase granular cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Supervisor. Además, deberá estar concluida la construcción de las cunetas, desagües y filtros necesarios para el drenaje de la calzada.

Si en la superficie de apoyo existen irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en las especificaciones respectivas, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente, el Contratista hará las correcciones necesarias, a satisfacción del Supervisor.

#### **A.3.3.- Tramo de Prueba**

Se aplica lo indicado en la Subsección 300.05 de la EG – 2000.

#### **A.3.4.- Transporte y colocación del material**

El Contratista deberá transportar y verter el material, de tal modo que no se produzca segregación, ni se cause daño o contaminación en la superficie existente.

Cualquier contaminación que se presentare, deberá ser subsanada antes de proseguir el trabajo.

La colocación del material sobre la capa subyacente se hará en una longitud que no sobrepase mil quinientos metros (1 500 m) de las operaciones de mezcla, conformación y compactación del material de la Subbase.

Durante ésta labor se tomarán las medidas para el manejo del material de Súbase, evitando los derrames de material y por ende la contaminación de fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar.

#### A.3.5.- Extensión y mezcla del material

El material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. Si la subbase se va a construir mediante combinación de varios materiales, éstos se mezclarán formando cordones separados para cada material en la vía, los cuales luego se combinarán para lograr su homogeneidad. En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad óptima de compactación, el Contratista empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique la capa subyacente y deje el material con una humedad uniforme.

Este, después de mezclado, se extenderá en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de experimentación.

Durante esta actividad se tomarán las medidas para la extensión, mezcla y conformación del material, evitando los derrames de material que pudieran contaminar fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar.

#### A.3.6.- Compactación

Una vez que el material de la subbase tenga la humedad apropiada, se conformará y compactará con el equipo aprobado por el Supervisor, hasta alcanzar la densidad especificada.

Aquellas zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte no permitan la utilización del equipo que normalmente se utiliza, se compactarán por los medios adecuados para el caso, en forma tal que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de un tercio (1/3) del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se hará del borde inferior al superior.

No se extenderá ninguna capa de material de subbase mientras no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente. Tampoco se ejecutará la subbase granular en momentos en que haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra, ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a dos grados Celsius (2°C).

En esta actividad se tomarán los cuidados necesarios para evitar derrames de material que puedan contaminar las fuentes de agua, suelo y flora cercana al lugar de compactación. Los residuos generados por esta y las dos actividades mencionadas anteriormente, deben ser colocados en lugares de disposición de desechos adecuados especialmente para este tipo de residuos, según se indica en la Sección 906 de la EG – 2000.

#### A.3.7.- Apertura al tránsito

Sobre las capas en ejecución se prohibirá la acción de todo tipo de tránsito mientras no se haya completado la compactación. Si ello no es factible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas, se distribuirá de forma que no se concentren ahuellamientos sobre la superficie. El Contratista deberá responder por los daños producidos por esta causa, debiendo proceder a la reparación de los mismos con arreglo a las indicaciones del Supervisor.

#### A.3.8.- Conservación

Si después de aceptada la subbase granular, el Contratista demora por cualquier motivo la construcción de la capa inmediatamente superior, deberá reparar, a su

costo, todos los daños en la subbase y restablecer el mismo estado en que se aceptó.

### A.3.9.- Aceptación de los trabajos

#### A.3.9.1.- Controles

Se aplica lo indicado en la Subsección 300.07(a).de la EG – 2000.

#### A.3.9.2.- Calidad de los agregados

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción se determinarán los ensayos con las frecuencias que se indican en la Tabla 305.4 de la EG – 2000. Los resultados deberán satisfacer las exigencias indicadas en la Subsección 303.02.de la EG – 2000. No se permitirá acopios que a simple vista presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores de máximo especificado.

#### A.3.9.3.- Calidad del producto terminado

Resultan aplicables todos los controles y criterios de aceptación definidos en la Subsección 302.10(c) de la Sección 302 de la EG – 2000. En adición a ellos, el Supervisor deberá verificar que la cota de cualquier punto de la subbase conformada y compactada, no varíe en más de diez milímetros (10 mm) de la cota proyectada.

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada será comprobada con una regla de tres metros (3 m) de longitud, colocada tanto paralela como normalmente al eje de la vía, no admitiéndose variaciones superiores a diez milímetros (10 mm), para cualquier punto que no esté afectado por un cambio de pendiente. Cualquier irregularidad que exceda esta tolerancia se corregirá con reducción o adición de material en capas de poco espesor, en cuyo caso, para asegurar buena adherencia, será obligatorio escarificar la capa existente y compactar nuevamente la zona afectada.

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias mencionadas, así como las áreas en donde la subbase presente agrietamientos o segregaciones, deberán ser corregidas por el Contratista, a su costo, y a plena satisfacción del Supervisor.

#### A.3.10.- Ensayo de deflectometría sobre la subbase terminada

Una vez terminada la construcción de la subbase granular, el Contratista, con la verificación de la Supervisión, efectuará una evaluación deflectométrica, aplicando las condiciones mencionadas en la Subsección 205.20 de la EG – 2000.

#### A.4.- *Medición*

Se aplica lo descrito en la Subsección 300.08 de la EG – 2000.

Para cuantificar la evaluación deflectométrica se aplicará lo descrito en la Subsección 205.22 de estas especificaciones. Debe entenderse que al efectuar ensayos sobre la subbase, se debe ejecutar una medición diferente a las realizadas sobre subrasante.

### **B.- Base granular**

#### B.1.- *Descripción*

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de material de base granular aprobado sobre una subbase, afirmado o subrasante, en una o varias capas, conforme con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto u ordenados por el Supervisor.

## B.2.- Materiales

Los agregados para la construcción de la base granular deberán satisfacer los requisitos indicados en la Subsección 300.02 de la EG - 2000.

Además, deberán ajustarse a las siguientes especificaciones de calidad:

### B.2.1.- Granulometría:

La composición final de la mezcla de agregados presentará una granulometría continua y bien graduada (sin inflexiones notables) según una fórmula de trabajo de dosificación aprobada por el Supervisor y según uno de los requisitos granulométricos que se indican en la Tabla 3.5. Para las zonas con altitud de 3000 msnm se deberá seleccionar la gradación "A".

**TABLA N° 3.5**  
**REQUERIMIENTOS GRANULOMETRICOS PARA BASE GRANULAR (EG – 2000 Tabla 305.01)**

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 – 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4.75 mm (N° 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2.0 mm (N° 10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
4.25 um (N° 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 um (N° 200)	2 – 8	5 – 15	May-15	8 – 15

Fuente: ASTM D 1241

El material de Base Granular deberá cumplir además con las siguientes características físico-mecánicas y químicas que a continuación se indican:

Valor Relativo de Soporte, CBR (1)	Tráfico Ligero y Medio	Mín 80%
	Tráfico Pesado	Mín 100%

- La curva de gradación "A" deberá emplearse en zonas cuya altitud sea igual o superior a 3000 m.s.n.m.

La franja por utilizar será la establecida en los documentos del proyecto o la determinada por el Supervisor.

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Contratista deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme, sensiblemente paralela a los límites de la franja por utilizar, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente o viceversa.

### B.2.2.- Agregado Grueso

Se denominará así a los materiales retenidos en la Malla N° 4, los que consistirán de partículas pétreas durables y trituradas capaces de soportar los efectos de manipuleo, extendido y compactación sin producción de finos contaminantes.

Deberán cumplir las siguientes características:

**TABLA N° 3.6**  
**REQUERIMIENTOS AGREGADO GRUESO (EG – 2000 Tabla 305.02)**

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimientos Ahitad	
				< Menor de 3000 msum	≥ 3000 msum
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821		80% min.	80% min.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	D 5821		40% min.	50% min.
Abrasión Los Angeles	MTC E 207	C 131	T 96	40% máx	40% max
Partículas Chatas y Alargadas (1)	MTC E 221	D 4791		15% máx.	15% máx.
Sales Solubles Totales	MTC E 219	D 1888		0.5% máx.	0.5% máx.
Pérdida con Sulfato de Sodio	MTC E 209	C 88	T 104	--	12% máx.
Pérdida con Sulfato de Magnesio	MTC E 209	C 88	T 104	--	18% máx

- La relación ha emplearse para la determinación es: 1/3 (espesor/longitud)

### B.2.3.- Agregado Fino

Se denominará así a los materiales pasantes la malla N° 4 que podrán provenir de fuentes naturales o de procesos de trituración o combinación de ambos.

**TABLA N° 3.7**  
**REQUERIMIENTOS AGREGADO GRUESO (EG – 2000 Tabla 305.02)**

Ensayo	Norma	Requerimientos	
		< 3 000 m.s.n.m.	> 3 000 m.s.n.m
Indice Plástico	MTC E 111	4% máx	2% máx
Equivalente de arena	MTC E 114	35% mín	45% mín
Sales solubles totales	MTC E 219	0,55% máx	0,5% máx
Indice de durabilidad	MTC E 214	35% mín	35% mín

### **B.3.- Requerimientos de Construcción**

#### **B.3.1.- Explotación de materiales y elaboración de agregados**

Se aplica lo indicado en la Subsección 300.04. Para las Vías de Primer Orden los materiales de base serán elaborados en planta, utilizando para ello dosificadoras de suelo. Para este tipo de vías no se permitirá la combinación en patio ni en vía mediante cargadores u otros equipos similares.

La mezcla de agregados deberá salir de la planta con la humedad requerida de compactación, teniendo en cuenta las pérdidas que puede sufrir en el transporte y colocación.

Para otros tipos de vías será optativo del Contratista los procedimientos para elaborar las mezclas de agregados para base granular.

Definida la fórmula de trabajo de la base granular, la granulometría deberá estar dentro del rango dado por el huso granulométrico adoptado.

#### **B.3.2.- Preparación de la superficie existente**

El Supervisor sólo autorizará la colocación de material de base granular cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la densidad y las cotas indicadas o definidas por el Supervisor. Además deberá estar concluida la construcción de las cunetas, desagües y filtros necesarios para el drenaje de la calzada.

Si en la superficie de apoyo existen irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en las especificaciones respectivas, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente, el Contratista hará las correcciones necesarias a satisfacción del Supervisor.

#### B.3.3.- Tramo de Prueba

Se aplica lo descrito en la Subsección 300.05 de este documento.

#### B.3.4.- Transporte y colocación de material

Se aplica lo indicado en la Subsección 303.07 de este documento

#### B.3.5.- Extensión y mezcla del material

Para Vías de Primer Orden la base granular será extendida con terminadora mecánica, no permitiéndose el uso de motoniveladora.

Para vías distintas a las de Primer Orden, el material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. Si la base se va a construir mediante combinación de varios materiales, éstos se mezclarán formando cordones separados para cada material en la vía, que luego se combinarán para lograr su homogeneidad.

En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad de compactación, el Contratista empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique a la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material. Este, después de mezclado, se extenderá en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en el tramo de prueba.

#### B.3.6.- Compactación

El procedimiento para compactar la base granular es igual al descrito en la Subsección 303.09 de este documento. También, resultan válidas las limitaciones expuestas en dicha Subsección.

**B.3.7.- Apertura al tránsito**

Se aplica lo descrito en la Subsección 303.10 de este documento.

**B.3.8.- Conservación**

Resulta aplicable todo lo indicado en la Subsección 303.11 de este documento.

**B.3.9.- Aceptación de los Trabajos:****B.3.9.1.- Controles**

Se aplica lo indicado en la Subsección 300.07(a) de este documento

**B.3.9.2.- Calidad de los agregados**

De cada procedencia de los agregados y para cualquier volumen previsto se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción se determinarán los ensayos con las frecuencias que se indican en la siguiente tabla

**TABLA N° 3.7**  
**ENSAYOS Y FRECUENCIAS (EG – 2000 Tabla 305.05)**

Material o Producto	Propiedades y Características	Método de Ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Frecuencia	Lugar de Muestreo	
Base Granular	Granulometría	MTC E 204	D 422	T 88	7500 m³	Cantera	
	Límite Líquido	MTC E 110	D 4318	T 89	750 m³	Cantera	
	Índice de Plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 89	750 m³	Cantera	
	Desgaste Los Angeles	MTC E 207	C 131	T 96	2000 m³	Cantera	
	Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	2000 m³	Cantera	
	Sales Solubles	MTC E 219	D 1888		2000 m³	Cantera	
	CBR	MTC E 132	D 1883	T 193	2000 m³	Cantera	
	Partículas Fracturadas	MTC E 210	D 5821		2000 m³	Cantera	
	Partículas Chetas y Alergadas	MTC E 221	D 4791		2000 m³	Cantera	
	Pérdida en Sulfato de Sodio / Magnesio	MTC E 209	C 88	T 104	2000 m³	Cantera	
	Densidad – Humedad	MTC E 115	D 1557	T 180	750 m³	Pista	
	Compactación		MTC E 117	D 1555	T 191	250 m³	Pista
			MTC E 124	D 2922	T 238		

Los resultados deberán satisfacer las exigencias indicadas en la Subsección 305.02.

No se permitirá que a simple vista el material presente restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores del máximo especificado.

**B.3.10.- Calidad del producto terminado:**

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje de proyecto y el borde de la capa no podrá ser inferior a la señalada en los planos o la definida por el Supervisor quien, además, deberá verificar que la cota de cualquier punto de la base conformada y compactada, no varíe en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

Así mismo, deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

**B.3.10.1.- Compactación**

Las determinaciones de la densidad de la base granular se efectuarán en una proporción de cuando menos una vez por cada doscientos cincuenta metros cuadrados (250 m<sup>2</sup>) y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis ( 6 ) medidas de densidad, exigiéndose que los valores individuales (Di) sean iguales o mayores al cien por cientos ( 100% ) de la densidad máxima obtenida en el ensayo Próctor (De)

$$D_i \geq D_e$$

La humedad de trabajo no debe variar en  $\pm 1.5$  % respecto del Optimo Contenido de Humedad obtenido con el Próctor modificado.

En caso de no cumplirse estos requisitos se rechazará el tramo.

Siempre que sea necesario, se efectuarán las correcciones por presencia de partículas gruesas. Previamente al cálculo de los porcentajes de compactación.

**B.3.10.2.- Espesor**

Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación, se determinará el espesor medio de la capa compactada (em), el cual no podrá ser inferior al de diseño (ed) más o menos 10 milímetros  $\pm 10$  mm).

$$e_m \geq e_d \pm 10 \text{ mm}$$

Además el valor obtenido en cada determinación individual (  $e_i$  ) deberá ser, como mínimo, igual al noventa y cinco por ciento ( 95% ) del espesor de diseño, so pena del rechazo del tramo controlado.  $e_i > 0.95 e_d$

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias mencionadas, así como las áreas en donde la base granular presente agrietamientos o segregaciones, deberán ser corregidas por el Contratista, a su costa, y a plena satisfacción del Supervisor.

Lisura: La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada, se comprobará con una regla de tres metros (3 m) de longitud, colocada tanto paralela como normalmente al eje de la vía, no admitiéndose variaciones superiores a diez milímetros ( 10 mm ) para cualquier punto. Cualquier irregularidad que exceda esta tolerancia se corregirá con reducción o adición de material en capas de poco espesor, en cuyo caso, para asegurar buena adherencia, será obligatorio escarificar la capa existente y compactar nuevamente la zona afectada.

#### B.3.11.- Ensayo de deflectometría sobre la base terminada

Se aplicará lo indicado en la Subsección 303.13 de este documento

#### *B.4.- Medición*

Se aplica lo indicado en la Subsección 300.08 de este documento.

Para la medición de la evaluación deflectométrica se aplicará lo indicado en la Subsección 303.14.

### **3.2.4 Pavimentos Asfálticos**

#### **A.- Pavimento de Concreto Asfáltico Caliente**

##### *A.1.- Descripción*

Este trabajo consistirá en la colocación de una capa asfáltica bituminosa fabricada en caliente y, construida sobre una superficie debidamente preparada e imprimada, de acuerdo con la presente especificación.

Las mezclas bituminosas para empleo en pavimentación en caliente se compondrán de agregados minerales gruesos, finos, filler mineral y material bituminoso.

Las mezclas asfálticas que se especifican en esta sección corresponden a dos tipos:

- Mezcla Asfáltica Normal (MAC)
- Mezcla Superpave Nivel 1

##### *A.2.- Materiales*

###### A.2.1.- Agregados Minerales Gruesos

Se aplica lo indicado en la Subsección 400.02(a). Los agregados gruesos, deben cumplir además con los siguientes requerimientos:

TABLA N° 3.8

## REQUERIMIENTOS PARA LOS AGREGADOS GRUESOS (EG – 2000 Tabla 410.01)

Ensayos	Norma	Requerimiento Altitud (m.s.n.m.)	
		< 3000	> 3000
Durabilidad (al Sulfato de Sodio)	MTC E 209	12% máx.	10% máx.
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)		18 máx.	15% máx.
Abrasión Los Angeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
Partículas chatas y alargadas	MTC E 221	10% máx.	10% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	Según Tabla	
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.5% máx.
Absorción	MTC E 205	1.00%	Según Diseño
Adherencia	MTC E 519	95	

A.2.2.- Agregados Minerales Finos

Se aplica lo que es válido al respecto de la Subsección 400.02(a).  
Adicionalmente deberá cumplir con los requerimientos de la Tabla N° 410-3.

TABLA N° 3.9

## REQUERIMIENTOS PARA LOS AGREGADOS FINOS (EG – 2000 Tabla 410.03)

Ensayos	Norma	Requerimiento Altitud (m.s.n.m.)	
		< 3000	> 3000
Equivalente de Arena	MTC E 209	Según Tabla	
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	Según Tabla	
Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E 220	4% mín.	6% mín.
Índice de Plasticidad (malla N°40)	MTC E 111	NP	NP
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35 mín.	35 mín.
Índice de Plasticidad (malla N°200)	MTC E 111	Max 4	NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.5% máx.
Absorción	MTC E 205	0.50%	Según Diseño

TABLA N° 3.10

## REQUERIMIENTOS PARA LOS CARAS FRACTURADAS (EG – 2000 Tabla 410.04)

Tráfico en Ejes Equivalentes (millones)	Espesor de Capa	
	< 100 mm	> 100 mm
≤ 3	65/40	50/30
> 3 – 30	85/50	60/40
> 30	100/80	90/70

Nota: La notación "85/80" indica que el 85% del agregado grueso tiene una cara fracturada y que el 80% tiene dos caras fracturadas.

**TABLA N° 3.11**  
**REQUERIMIENTOS DEL EQUIVALENTE DE ARENA (EG – 2000 Tabla 410.05)**

Tráfico en Ejes Equivalentes (millones)	Porcentaje de Equivalente Arena (mínimo)
$\leq 3$	45
$> 3 - 30$	50
$> 30$	55

**TABLA N° 3.12**  
**ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO (EG – 2000 Tabla 410.06)**

Tráfico en Ejes Equivalentes (millones)	Espesor de Capa	
	< 100 mm	> 100 mm
$\leq 3$	30 mín.	30mín.
$> 3 - 30$	40 mín.	40 mín.
$> 30$	40 mín.	40 mín.

### A.2.3.- Gradación

La gradación de los agregados pétreos para la producción de la mezcla asfáltica en caliente serán establecidos por el Contratista y aprobado por el Supervisor.

Además de los requisitos de calidad que debe tener el agregado grueso y fino según lo establecido en el acápite (a) y (b) de esta Subsección el material de la mezcla de los agregados debe estar libre de terrones de arcilla y se aceptará como máximo el uno por ciento (1%) de partículas deleznablees según ensayo. MTC E 212. Tampoco deberá contener materia orgánica y otros materiales deletéreos.

### A.2.3.1.- Mezcla Asfáltica Normal (MAC)

La gradación de la mezcla asfáltica normal (MAC) deberá responder a alguno de los siguientes husos granulométricos

**TABLA N° 3.13  
GRADACION PARA MEZCLA ASFALTICA NORMAL**

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC -1	MAC-2	MAC-3
25,0 mm (1")	100	-	-
19,0 mm (3/4")	80 - 100	100	-
12,5 mm (1/2")	67 - 85	80 - 100	-
9,5 mm (3/8")	60 - 77	70 - 88	100
4,75 mm (N° 4)	43 - 54	51 - 68	65 - 87
2,00 mm (N° 10)	29 - 45	38 - 52	43 - 61
425 mm (N° 40)	14 - 25	17 - 28	16 - 29
180 mm (N° 80)	8 - 17	8 - 17	9 - 19
75 mm (N° 200)	04 - 8	04 - 8	05 - 10

### A.2.3.2.- Mezcla Superpave:

En las Tablas N° 410-7 y 410-8 se incluyen las características que deben cumplir las mezclas de agregados para tamaño nominal máximo del agregado de 19 y 25 mm respectivamente.

La curva granulométrica del agregado debe quedar dentro de los puntos de control y principalmente fuera de la zona restrictiva. Se recomienda que la curva pase por debajo de esta zona restrictiva.

El tipo de asfalto a utilizar en estas mezclas, debe ser según clasificación Superpave - Sharp, AASHTO, MP-1; así mismo la calidad de los agregados deberán regirse a lo establecido por la metodología Sharp.

**TABLA N° 3.14**  
**GRADACION SUPERPAVE PARA AGREGADO DE TAMAÑO NOMINAL MAXIMO DE 19 mm. (EG – 2001**  
**Tabla 410.07)**

Tamaño del tamiz mm	Puntos de Control		Línea de Máxima Densidad	Zona de Restricción		Formula de Mezcla	Tolerancia
				Mínimo	Máximo		
25		100,0	100,0				
19,00	100,0	90,0	88,4				
12,50			73,2				
9,50			59,6				
4,75			49,5			*	-6
2,36	49,0	23,0	34,6	34,6	34,6	*	-6
1,18			25,3	22,3	28,3	*	-
0,60			18,7	16,7	20,7	*	-4
0,30			13,7	13,7	13,7	*	-3
0,15			10,0				
0,075	8,0	2,0	7,3			*	-2

#### A.2.3.3.- Filler o Polvo Mineral

El filler o relleno de origen mineral, que sea necesario emplear como relleno de vacíos, espesante del asfalto o como mejorador de adherencia al par agregado-asfalto, podrá ser de preferencia cal hidratada, no plástica que deberá cumplir la norma AASHTO M-303 y lo indicado en la Sección 423. De no ser cal, será polvo de roca.

La cantidad a utilizar se definirá en la fase de diseños de mezcla según el Método Marshall.

#### A.2.3.4.- Cemento Asfáltico

El Cemento Asfáltico deberá cumplir con lo especificado en la Subsección 400.02(b) de este documento.

#### A.2.4.- Fuentes de Provisión o Canteras:

Se aplica lo indicado en la Subsección 400.04 de este documento. Adicionalmente el Supervisor deberá aprobar los yacimientos de los agregados, relleno mineral de aportación y cemento asfáltico, antes de procederse a la entrega de dichos materiales.

Las muestras de cada uno de estos, se remitirán en la forma que se ordene y serán aprobados antes de la fabricación de la mezcla asfáltica.

### A.3.- Requerimientos de construcción

**A.3.1.- Mezcla de Agregados:** Las características de calidad de la mezcla asfáltica, deberán estar de acuerdo con las exigencias para mezclas de concreto bituminoso que se indican en la Tabla N° 410-9 y 410-10, según corresponda al tipo de mezcla que se produzca, de acuerdo al diseño del proyecto y lo indicado por el Supervisor.

**TABLA N° 3.15**  
**REQUISITOS PARA MEZCLA DE CONCRETO BITUMINOSO (EG – 2001 Tabla 410.09)**

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall (MTC E 504)	8 kN (815 Kg)	5,34 kN (544 Kg)	4,45 kN (453 Kg)
1. Estabilidad (mín)	8 – 14	8 – 16	8 – 2
2. Flujo 0.25 mm	3 – 5	03 - 5	03 – 5
3. Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	Ver Tabla		
4. Vacíos en el agregado mineral (Ver Tabla 410-10)	75	50	50
5. Compactación, núm. de golpes en cada capa de testigo			
c. Inmersión – Compresión (MTC E 518)	2,1	2,1	1,4
1. Resistencia a la compresión Mpa mín.	70	70	70
2. Resistencia retenida % (mín)			
d. Resistencia Conservada en la Prueba de Tracción indirecta (mín) (MTC E 521)	70	70	70
e. Relación Polvo – Asfalto	0,6 – 1,3	0,6 – 1,3	0,6 – 1,3
f. Relación Est./flujo (2)	1700 – 2500		

**TABLA N° 3.16**  
**VACIOS MINIMOS EN EL AGREGADO MINERAL (EG – 2001 Tabla 410.10)**

Tamiz	Vacíos mínimos en agregado mineral %	
	Marshall	Superpave
2,36 mm. (N° 8)	21	-
4,75 mm. (N° 4)	18	-
9,5 mm. (3/8")	16	15
12,5 mm. (1/2")	15	14
19 mm. (3/4")	14	13
25 mm. (1")	13	12
7,5 mm. (1 1/2")	12	11
50 mm. (2")	11.5	10.5

### A.3.2.- Formula para la Mezcla en Obra

Se aplica lo indicado en la Subsección 400.05 de la Eg – 2000.:

#### A.3.2.1.- Gradación

La Gradación de la mezcla será la que se indica en el Proyecto, de acuerdo a lo que se especifica en la Subsección 410.02(c)(1) o 410.02(c)(2) para mezcla asfáltica normal (MAC) o Superpave del nivel 1, respectivamente en la EG – 2000.

#### A.3.2.2.- Aplicación de la Fórmula de mezcla en obra y tolerancias

Todas las mezclas provistas, deberán concordar con la fórmula de mezcla en obra, fijada por el Supervisor, dentro de las tolerancias establecidas en la Subsección 410.05(e).

Diariamente (en un mínimo de una) para los inertes y dos para la mezcla el Supervisor extraerá muestras para verificar la uniformidad requerida de dicho producto. Cuando por resultados desfavorables o una variación de sus condiciones lo hagan necesario, el Supervisor podrá fijar una nueva fórmula para ejecutar la mezcla para la obra. De todas maneras, la fórmula de trabajo será revisada completamente cada que se cumpla un tercera parte de la meta física del proyecto.

#### A.3.2.3.- Métodos de Comprobación

Cuando se compruebe la existencia de un cambio en el material o se deba cambiar el lugar de su procedencia, se deberá preparar una nueva fórmula para la mezcla en Obra, que será presentada y aprobada antes de que se entregue la mezcla que contenga el material nuevo. Los agregados para la obra serán rechazados cuando se compruebe que tienen porosidades y otras características que requieran, para obtener una mezcla equilibrada, un régimen mayor o menor del contenido de bitumen que el que se ha fijado a través de la especificación.

#### A.3.2.4.- Composición de la Mezcla de Agregados

La mezcla se compondrá básicamente de agregados minerales gruesos, finos y relleno mineral (separados por tamaños), en proporciones tales que se produzca una curva continua, aproximadamente paralela y centrada al huso granulométrico especificado y elegido. La fórmula de la mezcla de Obra será determinada para las condiciones de operación regular de la planta asfáltica.

La fórmula de la mezcla de obra con las tolerancias admisibles, producirá el huso granulométrico de control de obra, debiéndose producir una mezcla de agregados que no escape de dicho huso; cualquier variación deberá ser investigada y las causas serán corregidas.

Las mezclas con valores de estabilidad muy altos y valores de flujos muy bajos, no son adecuadas cuando las temperaturas de servicio fluctúan sobre valores bajos.

#### A.3.2.5.- Tolerancias

Las tolerancias admitidas en las mezclas son absolutamente para la fórmula de trabajo, estarán dentro del huso de especificación y serán las siguientes:

**TABLA N° 3.17**  
**TOLERANCIAS ADMISIBLES EN LA MEZCLA DE AGREGADOS**

<b>Parámetros de Control</b>	<b>Variación permisible en % en peso total de áridos</b>
N° 4 o mayor	± 5%
N° 8	± 4%
N° 30	± 3%
N° 200	± 2%
Asfalto	± 0.3%

**A.3.3.- Recomendaciones para mezclas asfálticas en climas fríos con altitud mayor de 3 000 m.s.n.m. y cambios muy marcados entre las máximas y mínimas temperaturas**

Para casos de pavimentos bituminosos ubicados en zonas con altitud mayor de 3 000 m.s.n.m. en que generalmente existen climas severos con alta pluviosidad y gradientes térmicas diarias altas, situación climática muy frecuente en el país, es preciso tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Se deberá proporcionar una mezcla rica en cemento asfáltico, de ser posible superior a 6%, sin embargo, ello dependerá de las condiciones propias de obra.
- El diseño de la mezcla deberá ser claramente indicado en el proyecto.
- Se recomienda el uso de cal hidratada, como material aglomerante, espesante de mezcla y mejorador de adhesividad.
- En caso de requerirse aditivos mejoradores de adhesividad del par agregado-bitumen será indicado en el Proyecto.

Estas recomendaciones prevalecerán sobre los usos, costumbre y criterios empleados rutinariamente para el proporcionamiento y diseño de mezclas asfálticas en caliente.

#### A.3.4.- Limitaciones climáticas

Las mezclas asfálticas calientes se colocarán únicamente cuando la base a tratar se encuentre seca, la temperatura atmosférica a la sombra sea superior a 10°C en ascenso y el tiempo no esté neblinoso ni lluvioso; además la base preparada debe estar en condiciones satisfactorias.

#### A.3.5.- Preparación de la superficie existente

La mezcla no se extenderá hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Supervisor. Todas las irregularidades que excedan de las tolerancias establecidas en la especificación respectiva, deberán ser corregidas de acuerdo con lo establecido en ella.

Antes de aplicar la mezcla, se verificará que haya ocurrido el curado del riego previo, no debiendo quedar restos de fluidificante ni de agua en la superficie. Si hubiera transcurrido mucho tiempo desde la aplicación del riego, se comprobará que su capacidad de liga con la mezcla no se haya mermado en forma perjudicial; si ello ha sucedido, el Contratista deberá efectuar un riego adicional de adherencia, a su costa, en la cuantía que fije el Supervisor.

#### A.3.6.- Tramo de Prueba

Se aplica lo indicado en la Subsección 400.06 de la EG – 2000.

#### A.3.7.- Elaboración de la mezcla

Los agregados se suministrarán fraccionados. El número de fracciones deberá ser tal que sea posible, con la instalación que se utilice, cumplir las tolerancias exigidas en la granulometría de la mezcla. Cada fracción será suficientemente

homogénea y deberá poderse acopiar y manejar sin peligro de segregación, observando las precauciones que se detallan a continuación.

Cada fracción del agregado se acopiará separada de las demás para evitar intercontaminaciones. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los ciento cincuenta milímetros (150 mm) inferiores de los mismos. Los acopios se construirán por capas de espesor no superior a un metro y medio (1,5 m), y no por montones cónicos. Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

Cuando se detecten anomalías en el suministro, los agregados se acopiarán por separado, hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice el cambio de procedencia de un agregado.

La carga de las tolvas en frío se realizará de forma que éstas contengan entre el cincuenta por ciento (50%) y el cien por ciento (100%) de su capacidad, sin rebosar. En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones.

Las aberturas de salida de las tolvas en frío se regularán en forma tal, que la mezcla de todos los agregados se ajuste a la fórmula de obra de la alimentación en frío. El caudal total de esta mezcla en frío se regulará de acuerdo con la producción prevista, no debiendo ser ni superior ni inferior, lo que permitirá mantener el nivel de llenado de las tolvas en caliente a la altura de calibración.

Los agregados preferentemente secos se calentarán antes de su mezcla con el asfalto. El secador se regulará de forma que la combustión sea completa, indicada por la ausencia de humo negro en el escape de la chimenea. Si el polvo recogido en los colectores cumple las condiciones exigidas al filler y su utilización está prevista, se podrá introducir en la mezcla; en caso contrario, deberá eliminarse. El tiro de aire en el secador se deberá regular de forma adecuada, para que la cantidad y la granulometría del filler recuperado sean uniformes. La dosificación del filler de recuperación y/o el de aporte se hará de manera independiente de los agregados y entre sí.

En las plantas que no sean del tipo tambor secador-mezclador, deberá comprobarse que la unidad clasificadora en caliente proporcione a las tolvas en

caliente agregados homogéneos; en caso contrario, se tomarán las medidas necesarias para corregir la heterogeneidad. Las tolvas en caliente de las plantas continuas deberán mantenerse por encima de su nivel mínimo de calibración, sin rebosar.

Los agregados preparados como se ha indicado anteriormente, y eventualmente el llenante mineral seco, se pesarán o medirán exactamente y se transportarán al mezclador en las proporciones determinadas en la fórmula de trabajo.

Si la instalación de fabricación de la mezcla es de tipo continuo, se introducirá en el mezclador al mismo tiempo, la cantidad de asfalto requerida, a la temperatura apropiada, manteniendo la compuerta de salida a la altura que proporcione el tiempo teórico de mezcla especificado. La tolva de descarga se abrirá intermitentemente para evitar segregaciones en la caída de la mezcla a la volqueta.

Si la instalación es de tipo discontinuo, después de haber introducido en el mezclador los agregados y el llenante, se agregará automáticamente el material bituminoso calculado para cada bachada, el cual deberá encontrarse a la temperatura adecuada y se continuará la operación de mezcla durante el tiempo especificado.

En ningún caso se introducirá en el mezclador el agregado caliente a una temperatura superior en más de cinco grados Celsius (5°C) a la temperatura del asfalto.

El cemento asfáltico será calentado a un temperatura tal, que se obtenga una viscosidad comprendida entre 75 y 155 SSF (según Carta Viscosidad-Temperatura proporcionado por el fabricante) y verificada en laboratorio por la Supervisión. En mezcladores de ejes gemelos, el volumen de materiales no será tan grande que sobrepase los extremos de las paletas, cuando éstas se encuentren en posición vertical, siendo recomendable que no superen los dos tercios (2/3) de su altura.

A la descarga del mezclador, todos los tamaños del agregado deberán estar uniformemente distribuidos en la mezcla y sus partículas total y

homogéneamente cubiertas. La temperatura de la mezcla al salir del mezclador no excederá de la fijada durante la definición de la fórmula de trabajo.

Se rechazarán todas las mezclas heterogéneas, carbonizadas o sobrecalentadas, las mezclas con espuma, o las que presenten indicios de humedad. En este último caso, se retirarán los agregados de las correspondientes tolvas en caliente. También se rechazarán aquellas mezclas en las que la envuelta no sea perfecta.

#### A.3.8.- Transporte de la mezcla

La mezcla se transportará a la obra en volquetes hasta una hora de día en que las operaciones de extensión y compactación se puedan realizar correctamente con luz solar. Sólo se permitirá el trabajo en horas de la noche si, a juicio del Supervisor, existe una iluminación artificial que permita la extensión y compactación de manera adecuada.

Durante el transporte de la mezcla deberán tomarse las precauciones necesarias para que al descargarla sobre la máquina pavimentadora, su temperatura no sea inferior a la mínima que se determine como aceptable durante la fase del tramo de prueba.

Al realizar estas labores, se debe tener mucho cuidado que no se manche la superficie por ningún tipo de material, si esto ocurriese se deberá de realizar las acciones correspondientes para la limpieza del mismo por parte y responsabilidad del contratista.

#### A.3.9.- Extensión de la mezcla

La mezcla se extenderá con la máquina pavimentadora, de modo que se cumplan los alineamientos, anchos y espesores señalados en los planos o determinados por el Supervisor.

A menos que se ordene otra cosa, la extensión comenzará a partir del borde de la calzada en las zonas por pavimentar con sección bombeada, o en el lado inferior en las secciones peraltadas. La mezcla se colocará en franjas del ancho apropiado para realizar el menor número de juntas longitudinales, y para conseguir la mayor continuidad de las operaciones de extendido, teniendo en cuenta el ancho de la sección, las necesidades del tránsito, las características de la pavimentadora y la producción de la planta.

La colocación de la mezcla se realizará con la mayor continuidad posible, verificando que la pavimentadora deje la superficie a las cotas previstas con el objeto de no tener que corregir la capa extendida. En caso de trabajo intermitente, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender en la tolva o bajo la pavimentadora no baje de la especificada; de lo contrario, deberá ejecutarse una junta transversal. Tras la pavimentadora se deberá disponer un número suficiente de obreros especializados, agregando mezcla caliente y enrasándola, según se precise, con el fin de obtener una capa que, una vez compactada, se ajuste enteramente a las condiciones impuestas en esta especificación.

En los sitios en los que a juicio del Supervisor no resulte posible el empleo de máquinas pavimentadoras, la mezcla podrá extenderse a mano. La mezcla se descargará fuera de la zona que se vaya a pavimentar, y distribuirá en los lugares correspondientes por medio de palas y rastrillos calientes, en una capa uniforme y de espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a los planos o instrucciones del Supervisor, con las tolerancias establecidas en la presente especificación.

Al realizar estas labores, se debe tener mucho cuidado que no se manche la superficie por ningún tipo de material, si esto ocurriese se deberá de realizar las acciones correspondientes para la limpieza del mismo por parte y responsabilidad del contratista.

No se permitirá la extensión y compactación de la mezcla en momentos de lluvia, ni cuando haya fundado temor de que ella ocurra o cuando la temperatura ambiente a la sombra y la del pavimento sean inferiores a diez grados Celsius

### A.3.10.- Compactación de la mezcla

La compactación deberá comenzar, una vez extendida la mezcla, a la temperatura más alta posible con que ella pueda soportar la carga a que se somete sin que se produzcan agrietamientos o desplazamientos indebidos, según haya sido dispuesto durante la ejecución del tramo de prueba y dentro del rango establecido en la carta viscosidad - temperatura.

La compactación deberá empezar por los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro, excepto en las curvas peraltadas en donde el cilindrado avanzará del borde inferior al superior, paralelamente al eje de la vía y traslapando a cada paso en la forma aprobada por el Supervisor, hasta que la superficie total haya sido compactada. Los rodillos deberán llevar su llanta motriz del lado cercano a la pavimentadora, excepto en los casos que autorice el Supervisor, y sus cambios de dirección se harán sobre la mezcla ya compactada.

Se tendrá cuidado en el cilindrado para no desplazar los bordes de la mezcla extendida; aquellos que formarán los bordes exteriores del pavimento terminado, serán chaflanados ligeramente.

La compactación se deberá realizar de manera continua durante la jornada de trabajo y se complementará con el trabajo manual necesario para la corrección de todas las irregularidades que se puedan presentar. Se cuidará que los elementos de compactación estén siempre limpios y, si es preciso, húmedos. No se permitirán, sin embargo, excesos de agua.

La compactación se continuará mientras la mezcla se encuentre en condiciones de ser compactada hasta alcanzar la densidad especificada y se concluirá con un apisonado final que borre las huellas dejadas por los compactadores precedentes.

Si se diseña una mezcla tipo Superpave, deberá entenderse que dado el tipo de mezcla, los procesos de compactación deberán ser diferentes, en especial, en la temperatura, amplitud y frecuencia de la compactación inicial, el tiempo de

espera o "zona tierna", el tipo de equipos y temperatura en la compactación intermedia y final.

En la etapa de tramo de prueba se podrá probar, para mezclas tipo Superpave, con la siguiente rutina inicial, la cual deberá ajustarse de acuerdo con los resultados obtenidos:

- Compactación inicial.

Rodillo tándem vibratorio, entrando a una temperatura entre 145° C y 150° C. Inicialmente se dan dos (2) pasadas con amplitud alta a 3 000 - 3 200 VPM y luego dos (2) pasadas con amplitud baja a 3 000 - 3 400 VPM

- Zona Tierna

En esta etapa se deberá esperar que la temperatura baje hasta 115°C sin operar ningún equipo sobre la mezcla.

- Compactación intermedia

Rodillo neumático de 20 a 22 Toneladas de peso, ejerciendo una presión de contacto por llanta entre 520 Kpa y 550 Kpa, en dos (2) a cuatro (4) pasadas, en un rango de temperatura entre 95° C y 115°C.

- Compactación final

Rodillo tándem vibratorio usado en modo estático, haciendo tres (3) pasadas en un rango de temperatura entre 70°C y 95°C.

#### A.3.11.- Juntas de trabajo

Las juntas presentarán la misma textura, densidad y acabado que el resto de la capa compactada.

Las juntas entre pavimentos nuevos y viejos, o entre trabajos realizados en días sucesivos, deberán cuidarse con el fin de asegurar su perfecta adherencia. A todas las superficies de contacto de franjas construidas con anterioridad, se les

aplicará una capa uniforme y ligera de asfalto antes de colocar la mezcla nueva, dejándola curar suficientemente.

El borde de la capa extendida con anterioridad se cortará verticalmente con el objeto de dejar al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor, que se pintará como se ha indicado en el párrafo anterior. La nueva mezcla se extenderá contra la junta y se compactará y alisará con elementos adecuados, antes de permitir el paso sobre ella del equipo de compactación.

Las juntas transversales en la capa de rodadura se compactarán transversalmente.

Cuando los bordes de las juntas longitudinales sean irregulares, presenten huecos o estén deficientemente compactados, deberán cortarse para dejar al descubierto una superficie lisa vertical en todo el espesor de la capa. Donde el Supervisor lo considere necesario, se añadirá mezcla que, después de colocada y compactada con pisones, se compactará mecánicamente.

En casos de carreteras ubicadas por encima de 3 000 m.s.n.m. las juntas longitudinales deben ser efectuadas con el uso de dos distribuidores de asfalto trabajando simultáneamente en cada carril pavimentado. Esto permitirá obtener una junta monolítica y cerrada.

Se procurará que las juntas de capas superpuestas guarden una separación mínima de cinco metros (5 m) en el caso de las transversales y de quince centímetros (15 cm) en el caso de las longitudinales.

#### A.3.12.- Pavimento sobre puentes y viaductos

Las losas de los puentes si así está dispuesto en el proyecto o autorizado por el Supervisor se pavimentarán con una mezcla densa en caliente de la calidad exigida para la capa de rodadura, previa aplicación del riego de liga de esta especificación.

Durante la ejecución del riego de liga y de la pavimentación, el Contratista deberá defender con lonas, papel o similares, todas aquellas partes de los

puentes que puedan ser alcanzadas por el material bituminoso. El Contratista será responsable por todo daño que causen las operaciones de sus equipos y, en consecuencia, los trabajos de reparación y limpieza correrán por su cuenta.

#### A.3.13.- Apertura al tránsito

Alcanzada la densidad exigida, el tramo pavimentado podrá abrirse al tránsito tan pronto la capa alcance la temperatura ambiente.

#### A.3.14.- Reparaciones

Todos los defectos no advertidos durante la colocación y compactación, tales como protuberancias, juntas irregulares, depresiones, irregularidades de alineamiento y de nivel, deberán ser corregidos por el Contratista, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Supervisor. El Contratista deberá proporcionar trabajadores competentes, capaces de ejecutar a satisfacción el trabajo eventual de correcciones en todas las irregularidades del pavimento construido.

#### A.3.15.- Aceptación de los trabajos

##### A.3.15.1.- Controles

Lo que resulte aplicable de la Subsección 400.07(a) de la EG – 2000..

##### A.3.15.2.- Calidad del cemento asfáltico

El Supervisor efectuará las siguientes actividades de control:

- Comprobar, mediante muestras representativas de cada entrega y por cada carro termotanque, la curva viscosidad - temperatura y el grado de penetración del asfalto. En todos los casos, guardará una muestra para eventuales ensayos ulteriores de contraste, cuando el Contratista o el proveedor manifiesten inconformidad con los resultados iniciales.

- Efectuar con la frecuencia que se indica en la Tabla N° 410-11 o antes siempre que se sospechen anomalías, controles de las demás características descritas en la Tabla N° 400-3.
- Efectuar los ensayos necesarios para determinar la cantidad de cemento asfáltico incorporado en las mezclas que haya aceptado a satisfacción.

#### A.3.15.3.- Calidad de los agregados pétreos y el polvo mineral

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto, se tomarán seis (6) muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- El desgaste en la máquina de Los Angeles, según la norma MTC E 207.
- Las pérdidas en el ensayo de solidez en sulfato de sodio o de magnesio, de acuerdo con la norma de ensayo MTC E 209.
- El equivalente de arena, de acuerdo con la norma MTC E 114.
- La plasticidad, aplicando las normas MTC E 111.
- Sales solubles Totales de acuerdo a la norma MTC E 219
- Adherencia entre el agregado y el bitumen según la norma MTC E 220 / MTC E 517.

Así mismo, para cada procedencia del polvo mineral y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y sobre ellas se determinarán :

- La densidad aparente.
- El coeficiente de emulsibilidad.

Los resultados de estas pruebas deberán satisfacer las exigencias indicadas en la Subsección 400.02(a).

Durante la etapa de producción, el Supervisor examinará las descargas a los acopios y ordenará el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. También, ordenará acopiar por separado aquellos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, partículas

alargadas o aplanadas, y plasticidad, y vigilará la altura de todos los acopios y el estado de sus elementos separadores.

Además, efectuará las siguientes verificaciones de calidad y frecuencias que se indican en la Tabla N° 410-11 – EG – 2000, para el agregado de cada tolva en frío.

Si existe incorporación independiente de filler mineral, sobre él se efectuarán las siguientes determinaciones:

- Densidad aparente y coeficiente de emulsibilidad, al menos una (1) vez a la semana y siempre que se cambie de procedencia del filler.
- Granulometría y peso específico, una (1) prueba por suministro.

Los resultados de estas pruebas deben satisfacer los requisitos de calidad establecidos en la Subsección 410.02 de la EG – 2000.

#### A.3.15.4.- Composición de la mezcla

##### A.3.15.4.1.- Contenido de asfalto

Por cada jornada de trabajo se tomará un mínimo de dos (2) muestras y se considerará como lote, el tramo constituido por un total de cuando menos seis (6) muestras, las cuales corresponderán a un número entero de jornadas.

En la tabla 3.16 se establecen los controles de calidad y frecuencias de los ensayos.

El porcentaje de asfalto residual promedio del tramo (ART %) tendrá una tolerancia de dos por mil (0.2%), respecto a lo establecido en la fórmula de trabajo (ARF %).

$$ARF \% - 0,2 \% < ART \% < ARF \% + 0,2 \%$$

A su vez, el contenido de asfalto residual de cada muestra individual (ARI%), no podrá diferir del valor medio del tramo (ART%) en más de tres por mil (0.3%), admitiéndose un (1) solo valor fuera de ese intervalo.

$$\text{ART \%} - 0,5 \% < \text{ARI \%} < \text{ART \%} + 0,5 \%$$

Un número mayor de muestras individuales por fuera de los límites implica el rechazo del tramo.

#### A.3.15.4.2.- Granulometría de los agregados

Sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto, se determinará la composición granulométrica de los agregados.

La curva granulométrica de cada ensayo individual deberá ser sensiblemente paralela a los límites de la franja adoptada, ajustándose a la fórmula de trabajo con las tolerancias que se indican en la Subsección 410.05(e).

#### A.3.15.5.- Calidad de la mezcla

##### A.3.15.5.1.- Resistencia

Con un mínimo de dos (2) muestras se moldearán probetas (dos por muestra), para verificar en el laboratorio su resistencia en el ensayo Marshall (MTC E 504); paralelamente se determina la densidad media de las cuatro probetas moldeadas (De).

La estabilidad media de las cuatro (4) probetas (Em) deberá ser como mínimo, igual al noventaicinco por ciento (95%) de la estabilidad de la mezcla de la fórmula de trabajo (Et).

$$E_m > 0,95 E_t.$$

Además, la estabilidad de cada probeta (Ei) deberá ser igual o superior al noventa por ciento (90%) del valor medio de estabilidad, admitiéndose.

$$E_i > 0,8 E_m$$

El incumplimiento de alguna de estas exigencias acarrea el rechazo del tramo representado por las muestras.

#### A.3.15.5.2.- Flujo

El flujo medio de las probetas sometidas al ensayo de estabilidad ( $F_m$ ) deberá encontrarse entre el noventa por ciento (90%) y el ciento diez por ciento (110%) del valor obtenido en la mezcla aprobada como fórmula de trabajo ( $F_t$ ), pero no se permitirá que su valor se encuentre por fuera de los límites establecidos en Tabla N° 410-9.

$$0,90 F_t < F_m < 1,10 F_t$$

Si el flujo medio se encuentra dentro del rango establecido, pero no satisface la exigencia recién indicada en relación con el valor obtenido al determinar la fórmula de trabajo, el Supervisor decidirá, al compararlo con las estabilidades, si el tramo debe ser rechazado o aceptado.

#### A.3.15.6.- Calidad del producto terminado

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa que se esté construyendo, excluyendo sus chaflanes, no podrá ser menor que la señalada en los planos o la determinada por el Supervisor. La cota de cualquier punto de la mezcla densa compactada en capas de base o rodadura, no deberá variar en más de cinco milímetros (5 mm) de la proyectada.

Además, el Supervisor estará obligado a efectuar las siguientes verificaciones:

##### A.3.15.6.1.- Compactación

Las determinaciones de densidad de la capa compactada se realizarán en una proporción de cuando menos una (1) por cada doscientos cincuenta metros cuadrados (250 m<sup>2</sup>) y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis (6) determinaciones de densidad. Los sitios para las mediciones

se elegirán de acuerdo al anexo N°1 "Proceso Aleatorio para seleccionar la ubicación de puntos de muestreo azar.

La densidad media del tramo (Dm) deberá ser, cuando menos, el noventa y ocho por ciento (98%) de la media obtenida al compactar en el laboratorio con la técnica Marshall, las cuatro (4) probetas por jornada de trabajo (De), que se indicaron en la Subsección 410.18(e)(1) de esta especificación.

$$Dm > 0,98 De$$

Además, la densidad de cada testigo individual (Di) deberá ser mayor o igual al noventa y siete por ciento (97%) de la densidad media de los testigos del tramo (Dm).

$$Di > 0,97 Dm$$

El incumplimiento de alguno de estos dos requisitos implica el rechazo del tramo por parte del Supervisor.

La toma de muestras testigo se hará de acuerdo con norma MTC E 509 y las densidades se determinarán por alguno de los métodos indicados en las normas MTC E 506, MTC E 508 Y MTC E 510.

#### A.3.15.6.2.- Espesor

Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación, el Supervisor determinará el espesor medio de la capa compactada (em), el cual no podrá ser inferior al de diseño (ed).

$$em > ed$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual (ei), deberá ser, cuando menos, igual al noventa y cinco por ciento (95%) del espesor de diseño.

$$ei > 0.95 ed$$

---

El incumplimiento de alguno de estos requisitos implica el rechazo del tramo.

#### A.3.15.6.3.- Lisura

La superficie acabada no podrá presentar zonas de acumulación de agua, ni irregularidades mayores de cinco milímetros (5 mm) en capas de rodadura o diez milímetros (10 mm) en capas de base y bacheos, cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m) colocada tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que escoja el Supervisor, los cuales no podrán estar afectados por cambios de pendiente.

#### A.3.15.6.4.- Textura

En el caso de mezclas compactadas como capa de rodadura, el coeficiente de resistencia al deslizamiento (MTC E 1004) luego del curado de la mezcla deberá ser, como mínimo, de cuarenta y cinco centésimas (0.45) en cada ensayo individual, debiendo efectuarse un mínimo de dos (2) pruebas por jornada de trabajo.

#### A.3.15.6.5.- Regularidad superficial o Rugosidad

La regularidad superficial de la superficie de rodadura será medida y aprobada por el Supervisor, para lo cual, por cuenta y cargo del contratista, deberá determinarse la rugosidad en unidades IRI.

Para la determinación de la rugosidad podrán utilizarse métodos topográficos, rugosímetros, perfilómetros o cualquier otro método aprobado por el Supervisor.

La medición de la rugosidad sobre la superficie de rodadura terminada, deberá efectuarse en toda su longitud y debe involucrar ambas huellas por tramos de 5 km, en los cuales las obras estén concluidas, registrando mediciones parciales para cada kilómetro. La rugosidad, en términos IRI, tendrá un valor máximo de

2,0 m/km. En el evento de no satisfacer este requerimiento, deberá revisarse los equipos y procedimientos de esparcido y compactado, a fin de tomar las medidas correctivas que conduzcan a un mejoramiento del acabado de la superficie de rodadura.

#### A.3.15.6.6.- Medición de deflexiones sobre la carpeta asfáltica terminada

Se efectuarán mediciones de deflexión en los dos carriles, en ambos sentidos cada 50 m y en forma alternada. Se analizará la deformada o la curvatura de la deflexión obtenida de por lo menos tres valores por punto y se obtendrán indirectamente los módulos de elasticidad de la capa asfáltica. Además, la deflexión característica obtenida por sectores homogéneos se comparará con la deflexión admisible para el número de repeticiones de ejes equivalentes de diseño.

Para efecto de la medición de deflexiones podrá emplearse la viga Benkelman o el FWD; los puntos de medición estarán referenciados con el estacado del proyecto, de tal manera que exista una coincidencia con relación a las mediciones que se hayan efectuado a nivel de subrasante según se indican en las Subsecciones 205.20 y 210.12(d).

Se requiere un estricto control de calidad tanto de los materiales como de la fabricación de la mezcla asfáltica, de los equipos para su extensión y compactación, y en general de todos los elementos involucrados en la puesta en obra de la mezcla asfáltica. De dicho control forma parte la medición de las deflexiones y el subsecuente cálculo de los módulos elásticos de las capas que se mencionan en el primer párrafo. La medición de deflexiones sobre la carpeta asfáltica terminada tiene como finalidad la evaluación, diagnóstico y complementación de los diferentes controles que deben realizarse a la carpeta asfáltica, asimismo, determinar las deflexiones características por sectores homogéneos, cuyos resultados, según lo previsto en el diseño, deberán teóricamente ser menores a la deflexión admisible.

La medición de deflexiones sobre la carpeta asfáltica terminada, se efectuará al finalizar la obra como control final de calidad del pavimento terminado y para efectos de recepción de la obra.

En cuanto a la responsabilidad de estos trabajos y la provisión de personal, equipos e insumos, se cumplirá lo establecido en la Subsección 210.12(d) de este documento

#### **A.3.- Medición**

Para determinar la cantidad de asfalto por pagar, se calculará el peso de la mezcla asfaltada en su posición final, mediante el producto del volumen aprobado por su densidad media en obra y aplicando a este valor el porcentaje de asfalto promedio que resulte de los ensayos de extracción sobre muestras representativas del volumen de mezcla aceptada en cada jornada de ejecución.

### **3.2.5 Señalización y Seguridad Vial**

#### **A.- Señalización Vertical**

##### **A.1.- Descripción**

Esta especificación presenta las Disposiciones Generales a ser observadas para los trabajos de Señalización Vertical Permanente en las Carreteras del Perú.

Se entiende como Señalización Vertical Permanente al suministro, almacenamiento, transporte e instalación de los dispositivos de control de tránsito que son colocados en la vía en forma vertical para advertir, reglamentar, orientar y proporcionar ciertos niveles de seguridad a sus usuarios. Entre estos dispositivos se incluyen las señales de tránsito (preventivas, reglamentarias e informativas), sus elementos de soporte y los delineadores. Se incluye también dentro de estos trabajos la remoción y reubicación de dispositivos de control permanente.

Se incluye también dentro de la Señalización Vertical Permanente los que corresponden a Señalización Ambiental destinadas a crear conciencia sobre la conservación de los recursos naturales, arqueológicos, humanos y culturales que pueden existir dentro del entorno vial. Asimismo la señalización ambiental deberá enfatizar las zonas en que habitualmente se produce circulación de animales silvestres o domésticos a fin de alertar a los conductores de vehículos sobre esta presencia.

La forma, color, dimensiones y tipo de materiales a utilizar en las señales, soportes y dispositivos estarán de acuerdo a las regulaciones contenidas en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC y a las Especificaciones Técnicas de Calidad de Materiales para uso en señalización de Obras Viales (Resol. Direc. N°539-99-MTC/15.17.-) y a lo indicado en los planos y documentos del Expediente Técnico.

Así mismo el diseño deberá responder a los requisitos de calidad y ensayos de acuerdo a lo establecido mediante Resolución D N°539-99-MTC/15.17.-

Todos los paneles de las señales llevarán en el borde superior derecho de la cara posterior de la señal, una inscripción con las siglas "MTC" y la fecha de instalación (mes y año).

## **A.2.- Materiales**

Para la fabricación e instalación de los dispositivos de señalización vertical, los materiales deberán cumplir con las exigencias que se indican a continuación.

### **A.2.1.- Paneles para Señales**

Los paneles que servirán de sustento para los diferentes tipos de señales serán uniformes para un proyecto, es decir todos los paneles serán del mismo tipo de material y de una sola pieza para las señales preventivas y reglamentarias. Los paneles de señales con dimensión horizontal mayor que dos metros cincuenta (2,50m.) podrán estar formados por varias piezas modulares uniformes de

acuerdo al diseño que se indique en los planos y documentos del proyecto. No se permitirá en ningún caso traslapes, uniones, soldaduras ni añadiduras en cada panel individual.

Para proyectos ubicados por debajo de 3 000 m.s.n.m. y en zonas aledañas a áreas marinas se utilizarán paneles de resina poliéster reforzado con fibra de vidrio.

Para proyectos ubicados por encima de 3 000 m.s.n.m. se utilizarán paneles de fierro galvanizado, de aluminio o de resina poliéster reforzado con fibra de vidrio. El sistema de refuerzo del panel y de sujeción a los postes de soporte serán diseñados en función al tipo de panel y de poste o sistema de soporte, lo que debe ser definido en los planos y documentos del proyecto. En el caso de los paneles de fibra de vidrio de hasta 1.20m<sup>2</sup> se emplearan platinas en forma de cruz de 2" x 1/8"

#### A.2.1.1.- Paneles de Resina Poliéster

Los paneles de resina poliéster serán reforzados con fibra de vidrio, acrílico y estabilizador ultravioleta. El panel deberá ser plano y completamente liso en una de sus caras para aceptar en buenas condiciones el material adhesivo de la lámina retroreflectiva que se especifica en la Subsección 800.06. Los refuerzos serán de un solo tipo (angulos o platinas)

El panel debe estar libre de fisuras, perforaciones, intrusiones extrañas, arrugas y curvatura que afecten su rendimiento, altere las dimensiones del panel o afecte su nivel de servicio.

La cara frontal deberá tener una textura similar al vidrio.

Los paneles de acuerdo al diseño, forma y refuerzo que se indique en los planos y documentos del proyecto deberán cumplir los siguientes requisitos

**A.2.1.1.1.- Espesor**

Los paneles serán de tres milímetros y cuatro décimas con una tolerancia de más o menos 0,4 mm. (3,4 mm.  $\pm$  0,4 mm.)

El espesor se verificará como el promedio de las medidas en cuatro sitios de cada borde del panel.

**A.2.1.1.2.- Color**

El color del panel será gris uniforme en ambas caras (N.7.5. / N.8.5. Escala Munsel).

**A.2.1.1.3.- Resistencia al Impacto**

Paneles cuadrados de 750 mm. de lado serán apoyados en sus extremos a una altura de doscientos milímetros (200 mm.) del piso. El panel deberá resistir el impacto de una esfera de cuatro mil quinientos gramos (4 500 g.) liberado en caída libre desde dos metros (2 m.) de altura sin resquebrajarse.

**A.2.1.1.4.- Pandeo**

El pandeo mide la deformación de un panel por defectos de fabricación o de los materiales utilizados.

El panel a comprobar será suspendido de sus cuatro vértices. La deflexión máxima medida en el punto de cruce de sus diagonales y perpendicularmente al plano de la lámina no deberá ser mayor de doce milímetros (12 mm.).

Esta deflexión corresponde a un panel cuadrado de 750 mm. de lado. Para paneles de mayores dimensiones se aceptará hasta veinte milímetros (20 mm.) de deflexión. Todas las medidas deberán efectuarse a temperatura ambiente.

#### A.2.1.2.- Paneles de Fierro Galvanizado

Estos paneles serán fabricados con láminas de fierro negro revestido por ambas caras y en los bordes con una capa de zinc aplicada por inmersión en caliente. La capa de revestimiento deberá resultar con un espesor equivalente a la aplicación de mil cien gramos (1,100 g) por metro cuadrado de superficie.

Los paneles de acuerdo al diseño, forma y refuerzos que se indique en los planos y documentos del proyecto deberán cumplir los siguientes requisitos:

##### A.2.1.2.1.- Espesor

Deberá ser de dos milímetros (2 mm.) en la lámina de fierro antes del tratamiento de galvanizado.

##### A.2.1.2.2.- Color

A la cara posterior del panel se le aplicará una capa de pintura de base (wash prime) y una capa de pintura mate sintética de color gris.

##### A.2.1.2.3.- Resistencia al doblado

Los paneles deberán tener una suficiente resistencia al doblado sin presentar desprendimientos de la capa de zinc.

Para ello se ensayará una muestra de 5 cm. de lado que se doblará girando ciento ochenta grados (180°).

#### A.2.1.2.4.- Tratamiento de la Cara Frontal

La cara frontal no deberá presentar remaches, pliegues, fisuras, perforaciones o incrustaciones extrañas que afecten su rendimiento.

Antes de la aplicación de la lámina retroreflectiva, el panel deberá ser limpiado y desengrasado aplicando un abrasivo grado cien (100) o más fino.

#### A.2.1.3.- Paneles de Aluminio

Los paneles de aluminio serán fabricados de acuerdo a la norma ASTM D-209M con aleaciones 6061-T6 o 5052-H38.

Los paneles serán de una sola pieza y no deben presentar perforaciones, ampollas, costuras, corrugaciones ni ondulaciones y deberán cumplir los siguientes requisitos:

##### A.2.1.4.1.- Espesor

Los paneles tendrán un espesor uniforme de dos milímetros (2 mm.) para paneles de 750 mm. de lado o menores. Los paneles que tengan alguna dimensión mayor de 750 mm. tendrán un espesor de tres milímetros (3 mm.).

##### A.2.1.4.2.- Color

La cara posterior del panel será limpiada y desengrasada para aplicar una capa de pintura base (wash prime) seguida de una capa de pintura mate sintética de color gris.

#### A.2.1.4.3.- Tratamiento de la Cara Frontal

La cara frontal del panel será limpiada y desengrasada.

La superficie deberá terminarse aplicando un abrasivo grado cien (100) o más fino, antes de la aplicación del material retroreflectivo.

#### A.2.2.- Postes de Soporte

Los postes son los elementos sobre los que van montados los paneles con las señales que tengan área menor de 1,2 m<sup>2</sup>. con su mayor dimensión medidas en forma vertical.

El poste tendrá las características, material, forma y dimensiones que se indican en los planos y documentos del proyecto. Los postes serán cimentados en el terreno y podrán ser fabricados en concreto, fierro y madera.

Los postes deberán ser diseñados con una longitud suficiente de acuerdo a las dimensiones del panel y su ubicación en el terreno, de tal forma que se mantengan las distancias (horizontal y vertical) al borde de la calzada indicado en el numeral 2.1.11 del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

Los postes serán de una sola pieza, no admitiéndose traslapes, soldaduras, uniones ni añadiduras.

##### A.2.2.1.- Postes de Concreto

Los postes de concreto portland tendrán las dimensiones y refuerzo indicados en los planos. Serán de concreto tipo E según la clasificación indicada en estas especificaciones.

El acabado y pintura del poste será de acuerdo a lo indicado en los planos y en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras. El pintado de los mismos se efectuará de acuerdo a lo establecido en el Manual de Especificaciones Técnicas de Calidad para Pinturas de Tráfico (Resolución Directoral. N° 851-98-MTC/15.17.-)

La cimentación del poste tendrá las dimensiones indicadas en los planos y Expediente Técnico del proyecto.

#### A.2.2.2.- Postes de Fierro

Los postes de fierro podrán ser de tubos circulares de fierro negro o de perfiles metálicos.

La forma, dimensiones, color y cimentación deberá ser indicados en los planos y documentos del proyecto. El pintado de los mismos se efectuará igualmente de acuerdo a las Especificaciones Técnicas de Calidad de Pinturas par Obras Viales (Resol. Direct. N° 851-98-MTC/15.17.-) .

El espesor de los elementos metálicos no debe ser menor de dos milímetros (2 mm.) y en el caso de tubos el diámetro exterior será no menor de cincuenta milímetros (50 mm.).

#### A.2.2.3.- Poste de Madera

Se utilizarán postes de madera en zonas del país en que su utilización sea más económica que los postes de concreto o fierro. El poste, de preferencia tendrá sección cuadrada.

El tipo de madera, forma y dimensiones del poste serán indicados en los planos y Expediente Técnico del proyecto.

Previa a su instalación los postes serán sometidos a un tratamiento con preservantes indicados en el proyecto que los protejan del clima e infestaciones.

Los postes de madera se pintarán de acuerdo a lo establecido en las Especificaciones Técnicas de Calidad de Pinturas para Obras Viales (Resol. Direct. N°851-99-MTC/15.17.-)

#### A.2.3.- Estructuras de Soporte

Las estructuras se utilizarán generalmente para servir de soporte a las señales informativas que tengan un área mayor de 1,2 m<sup>2</sup> con la mayor dimensión medida en forma horizontal.

Las estructuras serán diseñadas de acuerdo a la dimensión, ubicación y tipo de los paneles de las señales, así como los sistemas de sujeción a la estructura, cimentación y montaje, todo lo que debe ser indicado en los planos y documentos del proyecto.

Las estructuras serán metálicas conformadas por tubos y perfiles de fierro negro. Los tubos tendrán un diámetro exterior no menor de setenticinco milímetros (75 mm.), y un espesor de paredes no menor de dos milímetros (2 mm.) serán limpiados, desengrasados y no presentarán ningún óxido antes de aplicar dos capas de pintura anticorrosiva y dos capas de esmalte color gris. Similar tratamiento se dará a los perfiles metálicos u otros elementos que se utilicen en la conformación de la estructura.

#### A.2.4.- Material retroreflectivo

El material retroreflectivo debe responder a los requerimientos de la Especificación ASTM D-4956 y a los que se dan en esta especificación.

Este tipo de material es el que va colocado por adherencia en los paneles para conformar una señal de tránsito visible sobre todo en las noches por la incidencia de los faros de los vehículos sobre la señal.

Todas las láminas retroreflectivas deben permitir el proceso de aplicación por serigrafía con tintas compatibles con la lámina y recomendados por el fabricante. No se permitirá en las señales el uso de cintas adhesivas vinílicas para los símbolos y mensajes.

#### A.2.4.1.- Tipos de material retroreflectivo

Los tipos de material retroreflectivo que se utilizarán para uso en las señales de tránsito y otros dispositivos de señalización son los siguientes:

##### A.2.4.1.1.- Tipo I

Conformado por una lámina retroreflectiva de mediana intensidad que contiene microesferas de vidrio dentro de su estructura. Este tipo generalmente es conocido como "Grado Ingeniería".

Uso: Se utiliza este material en señales permanentes de tránsito de caminos rurales y caminos de bajo flujo de tránsito, señalización de zonas en construcción (temporal) y delineadores.

##### A.2.4.1.2.- Tipo III

Conformado por una lámina retroreflectiva de alta intensidad que contiene microesferas de vidrio encapsuladas dentro de su estructura.

Uso: Se utiliza en señalización permanente, señalización de zonas en construcción (temporal) y delineadores.

**A.2.4.1.3.- Tipo IV**

Conformado por una lámina retroreflectiva de alta intensidad que contiene elementos microprismáticos no metalizados dentro de su estructura.

Uso: Se utiliza en substratos plásticos recuperables tales como: tambores, tubos y postes empleados en zonas de construcción y mantenimiento.

**A.2.4.1.4.- Tipo V**

Conformado por una lámina retroreflectiva de super alta intensidad que contiene elementos microprismáticos metalizados dentro de su estructura.

Uso: Se utiliza en zonas de construcción (temporal) y delineadores.

**A.2.4.1.5.- Tipo VI**

Conformado por una lámina retroreflectiva flexible de gran intensidad sin adhesivo en su cara posterior que contiene material retroreflectivo microprismático vinílico.

Uso: Se utiliza en señalización temporal para zonas en construcción, collares para conos y otros dispositivos.

**A.2.4.1.6.- Tipo VII**

Conformado por una lámina retroreflectiva de lentes prismáticos de gran brillantez y gran angularidad con funcionamiento optimizado sobre un rango amplio de ángulos de observación.

Uso: Se utiliza en señalización permanente para vías de alta velocidad, vías que presenten curvas pronunciadas y puntos negros (de alto índice de accidentes de tránsito).

#### A.2.4.1.7.- Tipo VIII

Conformado por una lámina retroreflectiva de lentes prismáticos de gran brillantez y gran angularidad con funcionamiento optimizado sobre ángulos extensos de entrada

Uso: Se utiliza en señalización permanente para vías de alta velocidad que no presenten curvas pronunciadas.

Los planos y documentos del proyecto deben indicar el tipo de material retroreflectivo a utilizar en cada una de las señales que se diseñen para un determinado proyecto.

Para garantizar la duración uniforme de la señal , no se permitirá el empleo en una misma señal, cualquiera que ésta sea, de dos o más tipos de materiales retroreflectivos diferentes.

#### A.2.4.2.- Condiciones para los Ensayos de Calidad

Las pruebas de calidad que se indican en la Subsección 800.06(c) cuando sean aplicables para láminas sin adherir o adheridas al panel de prueba deben ser efectuadas bajo las siguientes condiciones:

##### A.2.4.2.1.- Temperatura y Humedad

Los especímenes de pruebas deben ser acondicionados o montados veinticuatro horas (24 h) antes de las pruebas a temperatura de veintitrés más o menos 2 grados centígrados ( $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) y a una humedad relativa de cincuenta más o menos dos por ciento ( $50 \pm 2\%$ ).

#### A.2.4.2.2.- Panel de Prueba

Cuando las pruebas requieran que la lámina sea adherida a un panel, éste debe ser del tipo indicado en la Subsección 800.03(c). El panel debe tener una dimensión de doscientos milímetros de lado (200 x 200 mm.) y un espesor de 1.6 mm.

La superficie del panel en que se adhiere la lámina será desengrasada y pulida cada vez que se efectúe algún ensayo. La adherencia de la lámina al panel debe ser efectuada según recomendaciones del fabricante.

#### A.2.4.3.- Requisitos de Calidad Funcional

##### A.2.4.3.1.- Coeficiente de Retroreflectividad

En la tabla 3.18 se presentan los valores mínimos del coeficiente de retroreflectividad que deben cumplir los diferentes tipos de láminas retroreflectivas de acuerdo a su color, al ángulo de entrada y al ángulo de observación.

Los valores del coeficiente de retroreflectividad de las láminas retroreflectivas serán determinados según la Norma ASTM E-810 y certificados por el fabricante.

##### A.2.4.3.2.- Resistencia a la intemperie

Una vez aplicada la lámina retroreflectiva al panel, deberá ser resistente a las condiciones atmosféricas y cambios de clima y temperatura.

Una señal completa expuesta a la intemperie durante siete (7) días no deberá mostrar pérdida de color, fisuramiento, picaduras, ampollamientos ni ondulaciones.

**TABLA N° 3.18**  
**COEFICIENTES MINIMOS DE RETROREFLEXTIVIDAD (Tabla N° 800-1)**

Tipo de Material Retrorefl ectivo	Angulo de Observación	Angulo de Entrada	Coeficientes Mínimos Retroreflectividad según Color ( cd.lx <sup>-1</sup> .m <sup>-2</sup> )						
			Blanco	Amarillo	Naranja	Verde	Rojo	Azul	Marrón(*)
Tipo I	0.2°	-40°	70	50	9	9	14	4	2
	0.2°	-30°	30	22	3.5	3.5	6	1.7	1
	0.5°	-4°	30	25	4.5	4.5	7.5	2	1
	0.5°	-30°	15	13	2.2	2.2	3	0.8	0.5
Tipo III	0.2°	-4°	250	170	45	45	4.5	20	12
	0.2°	-30°	150	100	25	25	25	11	8.5
	0.5°	-4°	95	62	15	15	15	7.5	5
	0.5°	-30°	65	45	10	10	10	5	3.5
Tipo IV	0.2°	-4°	250	170	35	35	35	20	7
	0.2°	-30°	80	54	9	9	9	5	2
	0.5°	-4°	135	100	17	17	17	10	4
	0.5°	-30°	35	37	6.5	6.5	6.5	0.5	1.4
Tipo V	0.2°	-4°	700	470	120	120	120	56	
	0.2°	-30°	400	270	72	72	72	32	
	0.5°	-4°	160	110	28	28	28	13	
	0.5°	-30°	75	51	13	13	13	6	
Tipo VI	0.2°	-4°	250	170	30	35	35	20	
	0.2°	-30°	95	64	11	13	13	7.6	
	0.5°	-4°	200	136	24	28	28	18	
	0.5°	-30°	60	40	7.2	8.4	8.4	4.8	
Tipo VII	0.2°	-4	430	350		45	98	20	
	0.3°	-4	300	250		33	0	15	
	0.5°	-4	250	200		25	70	10	
	0.1°	-4	80	65		10	20	4	
	0.2°	30	235	190		24	65	11	
	0.3°	30	150	130		18	0	7	
	0.5°	30	170	140		19	32	7	
	0.1°	30	50	40		5	11	2.5	
	0.2°	40(**)	150	125		15	0	6	
	0.3°	40(**)	85	75		8	0	4	
	0.5°	40(**)	35	30		3.5	0	1.5	
	0.1°	40(**)	20	17		2	0	0.7	
Tipo VIII	0.2	-4	800	660		80	215	43	
	0.2	30	400	340		35	100	20	
	0.2	45	145	85		12	25	7.6	
	0.2	60(**)	35	23		2	6.6	1	
	0.5	-4	200	160		20	45	9.8	
	0.2	30	100	85		10	26	5	
	0.2	45	75	60		6	18	2.8	
	0.2	60(**)	30	20		2	6.4	2	

(\*) Los valores correspondientes al color marrón del Tipo I han sido modificados con los valores recomendados en la FP-96 de la FHWA.

(\*\*) A ser medido ángulo de rotación de 90°

**A.2.4.3.3.- Adherencia**

La cara posterior de la lámina que contiene el adhesivo para aplicarlo al panel de las señales será de la Clase 1 de la clasificación 4.3 de la norma ASTM D-4956,

es decir un adhesivo sensible a la aplicación por presión, no requiriendo calor, solventes u otra preparación para adherir la lámina a una superficie lisa y limpia.

El protector posterior de la lámina debe permitir una remoción fácil sin necesidad de embeberla en agua u otras soluciones y a la vez no deberá remover, romper o disturbar ninguna parte del adhesivo de la lámina al retirar el protector.

Para probar la capacidad de adherencia de la Lámina Retroreflectiva al panel de prueba preparado según la Subsección 800.06(b)(1), y 800.06(b)(2), se adherirá al panel una longitud de cien milímetros (100 mm.) de una cinta de doscientos por ciento cincuenta milímetros (200 mm. x 150 mm.). Al espacio libre no adherido se le aplica un peso de setecientos noventa gramos (790 gr.) para adhesivo de la lámina clase 1, 2 y 3 y de cuatrocientos cincuenta gramos (450 gr.) para adhesivos clase 4, dejando el peso suspendido a 90° respecto a la placa durante cinco minutos (5 min.). Bajo estas condiciones al final del período de carga, la lámina no deberá mostrar desprendimiento en la zona adherida mayor a cincuenta y un milímetros (51 mm.).

#### A.2.4.3.4.- Flexibilidad

Enrollar la lámina retroreflectiva en 1 segundo (1 s.) alrededor de un mandril de 3,2 mm. con el adhesivo en contacto con el mandril. Para facilitar la prueba espolvorear talco en el adhesivo para impedir la adhesión al mandril.

El espécimen a probar será de siete por veintitrés milímetros (7 mm. x 23 mm.). la lámina ensayada será lo suficientemente flexible para no mostrar fisuras después del ensayo.

#### A.2.4.3.5.- Variación de dimensiones

Una lámina retroreflectiva de veintitrés milímetros por lado (23 mm. x 23 mm.) con su protector de adherencia debe ser preparado bajo las condiciones indicadas en la Subsección 800.06(b)(1) y sometido a ellas durante una hora (1 h.).

Transcurrido este tiempo remover el protector del adhesivo y colocar la lámina sobre una superficie plana con el adhesivo hacia arriba. Diez minutos (10 min.) después de quitar el protector y nuevamente después de veinticuatro horas (24 h.) medir la lámina para determinar la variación de las dimensiones iniciales que no deben ser para cualquier dimensión mayores de 0,8 mm. en diez minutos de prueba y de 3,2 mm. en veinticuatro horas.

#### **A.2.4.3.6.- Resistencia al Impacto**

Aplicar una lámina retroreflectiva de ochenta por ciento treinta milímetros (80 x 130 mm.) a un panel de prueba, según lo indicado en la Subsección 800.06(b)(2). Someter la lámina al impacto de un elemento con peso de novecientos gramos (900 g.) y un diámetro en la punta de dieciséis milímetros (16 mm.) soltado desde una altura suficiente para aplicar a la lámina un impacto de once y medio kilogramos centímetro (11,5 kg. cm.).

La lámina retroreflectiva no deberá mostrar agrietamiento o descascaramiento en el área de impacto o fuera de ésta.

### **A.3.- *Requerimientos de Construcción***

#### **A.3.1.- Generalidades**

La fabricación de las señales de tránsito deberá efectuarse considerando el tipo y calidad de los materiales especificados en las Subsecciones 800.03; 800.04; 800.05 y 800.06.

Antes de iniciar la fabricación de las señales, el Supervisor deberá definir, de acuerdo a los planos y documentos del proyecto, la ubicación definitiva de cada una de las señales, de tal forma que se respeten las distancias con respecto al pavimento que se hallan en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito

Automotor para calles y carreteras del MTC y se fabriquen adecuadamente todos los dispositivos necesarios.

El Contratista entregará al Supervisor para su aprobación una lista definitiva de las señales y dispositivos considerando las condiciones físicas del emplazamiento de cada señal.

El material retroreflectivo que se coloque en los paneles será en láminas de una sola pieza, así como los símbolos y letras. No se permitirá la unión, despiece y traslapes de material, exceptuando de esta disposición solo los marcos y el fondo de las señales de información.

### A.3.2.- Excavación y Cimentación

El Contratista efectuará las excavaciones para la cimentación de la instalación de las señales verticales de tránsito de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos y documentos del proyecto.

Con el fin de evitar que la señal quede a una altura menor a la especificada, sobre todo cuando se instala en taludes de rellenos, la profundidad de la excavación deberá ser también indicada en los planos y documentos del proyecto, pudiendo sobreelevarse la cimentación con encofrados de altura necesaria para que al vaciar el concreto la señal quede correctamente cimentada, estabilizada y presente la altura especificada.

La cimentación de postes y estructuras de soporte se efectuará con un concreto ciclópeo clase G y la sobreelevación para estructuras de soporte será con un concreto de clase E, según la Subsección 610.04 de estas especificaciones.

Se acepta para dar verticalidad y rigidez a los postes y soportes que se usen en la cimentación, dos capas de piedra de diez centímetros (10 cm.) de tamaño máximo, antes de vaciar el concreto.

### A.3.3.- Instalación

El plano de la señal debe formar con el eje de la vía un ángulo comprendido entre setenticinco grados (75°) y noventa grados (90°).

Las señales por lo general se instalarán en el lado derecho de la vía, considerando el sentido del tránsito. Excepcionalmente, en el caso de señales informativas, podrán tener otra ubicación justificada por la imposibilidad material de instalarla a la derecha de la vía.

Adicionalmente a las distancias del borde y altura con respecto al borde de calzada indicado en el numeral 2.1.11 del Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC, los postes y estructuras de soporte de las señales serán diseñadas de tal forma que la altura de las señales medidas desde la cota del borde de la calzada hasta el borde inferior de la señal no sea menor de 1,20 m. ni mayor de 1,80 m. para el caso de señales colocadas lateralmente.

La separación mínima entre señales verticales de tránsito a lo largo de la vía será de cincuenta metros (50 m.), exceptuando intersecciones y accesos. Cuando sea estrictamente indispensable instalar varias señales en un sector y no exista suficiente longitud para cumplir con esta separación mínima se utilizarán señales dobles. caso de existir señales antiguas o instaladas anteriormente serán removidas incluyendo los soportes y entregados al Supervisor.

El Contratista instalará las señales de manera que el poste y las estructuras de soporte presenten absoluta verticalidad.

El sistema de sujeción de los paneles a los postes y soportes debe ser de acuerdo a lo indicado en los planos y documentos del proyecto.

#### A.3.4.- Limitaciones en la ejecución

No se permitirá la instalación de señales verticales de tránsito en instantes de lluvias, ni cuando haya agua retenida en las excavaciones o el fondo de esta se encuentre muy húmedo a juicio del Supervisor. Toda agua deberá ser removida antes de efectuar la cimentación e instalación de la señal.

En un proyecto, los postes de soporte serán de un solo tipo de material.

#### A.3.5.- Aceptación de los Trabajos

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

##### A.3.5.1.- Controles

Durante la fabricación e instalación de las señales y dispositivos el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito según requerimientos de la Sección 103.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que todos los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos en las Subsecciones 800.03; 800.04; 800.05 y 800.06 de esta especificación.
- Verificar los valores de retroreflectividad con un retroreflectómetro tipo ART 920 o aparato similar que mida directamente los valores en unidades de candela. lux -1 .m -2 indicados en la tabla 3.18

- Evaluar y medir para efectos de pago las señales correctamente fabricadas e instaladas.

#### A.3.5.2.- Calidad de los materiales

No se admiten tolerancias en relación con los requisitos establecidos en las Subsecciones 800.03; 800.04; 800.05 y 800.06 para los diversos materiales que conforman las señales, su soporte y su cimentación.

Las señales verticales de tránsito solo se aceptarán si su instalación está en un todo de acuerdo con las indicaciones de los planos y de la presente especificación. Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deberán ser subsanadas por el Contratista a plena satisfacción del Supervisor.

##### A.3.5.2.1.- Calidad del Material Retroreflectivo

La calidad del material retroreflectivo será evaluada y aceptada de acuerdo a lo indicado en la Subsección 04.11(a) y con la certificación del fabricante que garantice el cumplimiento de todas las exigencias de calidad de los paneles y del material retroreflectivo.

El Supervisor a su criterio y de considerarlo conveniente podrá efectuar pruebas de cada lote de producción que se entregue en obra, para lo cual el Contratista proveerá el panel de prueba que se indica en la Subsección 800.06(b)(2) y el material retroreflectivo necesario para los ensayos, que deberá ser del mismo tipo, marca y procedencia que el lote entregado. Se considera como un lote representativo la cantidad de 50 señales de cada tipo y un (1) ensayo del material por cada lote y tipo de material.

#### A.3.5.2.2.- Paneles

Para el ensayo de los paneles si el Supervisor lo considera necesario seguirá lo especificado en la Subsección 800.03 y se ensayarán tres (3) paneles por cada lote de 50 señales con todas las pruebas exigidas en dicha Subsección de acuerdo al tipo de panel diseñado. Para la prueba de impacto en el caso de paneles de fibra de vidrio, el Contratista proveerá tres paneles de las dimensiones indicadas en la Subsección 800.03(a)(3) sin lámina retroreflectiva del mismo espesor, refuerzo y características que los entregados en el lote. De estos tres paneles se probará uno de ellos al impacto y se considerará a éste como representativo de todo el lote. En caso de fallar el primer panel se probará con otro y de fallar este se probará el tercero. De fallar los tres paneles se rechazará todo el lote presentado.

Con un panel que pase la prueba de impacto se aceptará el lote. Para los otros ensayos no se aceptará ninguna tolerancia.

#### A.3.5.2.3.- Instalación

La instalación de las señales será evaluada y aceptada según lo indicado en la Subsección 04.11(a) y 04.11(b)

#### A.3.5.2.4.- Concreto y Refuerzo

El concreto utilizado en los dispositivos de señalización será evaluado y aceptado según lo indicado en la Sección 610 y el acero de refuerzo empleado será evaluado y aceptado de acuerdo a lo indicado en la Sección 615 de estas especificaciones.

#### A.4.- *Medición*

Las señales de tránsito se medirán de la siguiente forma:

- Por unidad, las señales de prevención de reglamentación y aquellas otras que tengan área menor de 1,2 m<sup>2</sup> con la mayor dimensión instalada en forma vertical
- Por metro cuadrado las señales de información y aquellas que tengan área mayor de 1,2 m<sup>2</sup> instalada con la mayor dimensión en forma horizontal.
- Los postes de soporte por unidad.
- Las estructuras de soporte por metro lineal de tubos empleados.
- La cimentación de los postes y de las estructuras de soporte por metro cúbico de concreto de acuerdo a la calidad del concreto utilizado según diseño y especificación.

La armadura de refuerzo de fierro en los postes y cimentaciones no será medida.

La excavación para la instalación no será medida.

### B.- **Señalización Horizontal**

#### B.1.- *Descripción*

##### B.1.1.- Generalidades

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte y aplicación de marcas permanentes sobre un pavimento terminado.

Las marcas a aplicar en el pavimento sirven para delimitar los bordes de pista, separar los carriles de circulación en autopistas y el eje de la vía en carreteras

bidireccionales de una sola pista. También tiene por finalidad resaltar y delimitar las zonas con restricción de adelantamiento.

También las marcas en el pavimento pueden estar conformadas por símbolos y palabras con la finalidad de ordenar encausar y regular el tránsito vehicular y complementar y alertar al conductor de la presencia en la vía de colegios, cruces de vías férreas, intersecciones, zonas urbanas y otros elementos que pudieran constituir zonas de peligro para el usuario.

El diseño de las marcas en el pavimento, dimensiones, tipo de pintura y colores a utilizar deberán estar de acuerdo a los planos y documentos del proyecto, el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC y a las disposiciones del Supervisor.

#### B.1.2.- Clasificación

Las marcas permanentes en el pavimento se clasifican según el tipo de pintura, que tendrá por lo general características retroreflectivas mediante la aplicación de microesferas de vidrio.

Las marcas permanentes se clasifican de la siguiente forma:

- Marcas retroreflectiva con pintura de tráfico convencional TTP -115F.
- Marcas retroreflectiva con pintura de tráfico con base de agua 100% Acrílico.
- Marcas retroreflectiva con pintura termoplástica.
- Marcas retroreflectivas con material plástico preformado.

#### B.1.3.- Retroreflectividad de las pinturas de tránsito

La retroreflectividad de las pinturas con la finalidad de que las marcas en el pavimento mejoren su visibilidad durante las noches o bajo condiciones de oscuridad o neblina, se consigue por medio de la aplicación de microesferas de vidrio que pueden ser premezcladas ó post mezcladas con la pintura.

El tipo E de la clasificación de las marcas en el pavimento corresponde a cualquiera de las pinturas y materiales de la clasificación A y B sin aplicación de microesferas de vidrio. El tipo de material D por lo general incorpora microesferas de vidrio en su fabricación.

## **B.2.- Materiales**

### **B.2.1.- Pintura de Tráfico Convencional (Tipo I)**

#### **B.2.1.1.- Tipo TT-P-115F**

Esta debe ser una pintura premezclada y lista para su uso en pavimentos asfálticos o de cemento portland. Sus cualidades deben estar acordes con las exigidas para pintura de tránsito tipo TT-P-115F de secado rápido cuya formulación debe obedecer los requerimientos que se hallan contenidos en las "Especificaciones Técnicas de pinturas para obras viales" aprobadas por la Dirección General de Caminos con R.D. N° 851-98-MTC/15.17.

**TABLA N° 3.19**  
**ESPECIFICACIONES TECNICAS DE PINTURAS PARA OBRAS VIALES**

	<b>Tipo I</b>	<b>Tipo II</b>
Pigmentos (%)		
Blanco	54 mínimo	57 mínimo
Amarillo	54 mínimo	57 mínimo
Vehiculos No Volátiles del Total del Vehículo (%)	31 mínimo	41 mínimo
Humedad (%)	1,0 máximo	1,0 máximo
Arenilla y Piel (%)	1,0 máximo	1,0 máximo
Viscosidad (Ku)	70 – 80	70 – 80
Seco "no pick-up" (minuto)	30 máximo	5 máximo
Sangrado	0,90 mínimo	0,90 mínimo
Propiedades de Pulverizado	La pintura tal como viene ó diluida nomás en la Proporción de 8 partes por volumen debe tener propiedades satisfactorias cuando se aplica con soplete (tendido en posición horizontal) a un espesor húmedo de aproximadamente 381 micrones.	
Apariencia	La pintura sopleteada debe secar y quedar una Película suave uniforme libre de asperezas, Arenilla u otra imperfección de la superficie.	
Apariencia después de un Clima Acelerado	Las planchas preparadas y probadas deben Evaluarse en primer lugar en la prueba de abrasión para ver la apariencia y cambio de color. La pintura blanca no debe presentar más allá de una ligera de coloración, la pintura amarilla deberá estar dentro de los límites especificados.	

### B.2.2.- Pintura de tráfico con base de 100% acrílico (II)

La pintura de tránsito con base de agua está conformada por el 100% de polímero acrílico y debe ser una mezcla lista para ser usada sobre pavimento asfáltico o de concreto portland. Sus cualidades deben estar acordes con las exigidas para pintura de tráfico de secado rápido cuya formulación debe obedecer los requerimientos que se hallan contenidos en las "Especificaciones Técnicas de pinturas para obras viales" aprobadas por la Dirección General de Caminos con R.D. N° 851-98-MTC/15.17.

### B.2.2.1.- Composición

La formulación del material debe ser determinado por el fabricante, teniendo en consideración la tabla 3.20.

**TABLA N° 3.20**  
**REQUERIMIENTO DE CALIDAD DE LAS PINTURAS EN BASE DE AGUA (EG – 2000 Tabla 810-4)**

Características	Pintura Blanca o Amarilla	
	Mínimo	Máximo
Pigmento (% de masa)	45	55
Vehículo No Volátil (% por masa)	40	-
Plomo, Cromo, Cadmio o Bario	0%	-
Compuestos orgánicos volátiles (g/L)	-	250
Densidad (g/L)	1440	-
Viscosidad (Unidades Krebs)	75	90
Tiempo de secado al tráfico (minutos)	-	10
Tiempo de secado al tacto (segundos)	-	90
Estabilidad al helado/deshelado (unidades Krebs)	-	± 5
Flexibilidad	Sin marcas o escamas	Sin marcas o escamas
Opacidad	0,96	-
Sangrado	0,96	-
Resistencia a la Abrasión (ciclos/mín.)	300	-
Disminución en la resistencia de restregado (%)	-	10

### B.2.2.2.- Reflectancia Diurna

Con respecto a óxido de magnesio standard.

- 84% para pintura blanca.
- 55% para pintura amarilla.

### B.2.3.- Pintura de Tránsito Termoplástica (III)

La pintura termoplástica consiste en un material a ser aplicado a un pavimento asfáltico o de concreto portland en estado plástico o fundido por calentamiento.

Sus cualidades deben estar acordes con las establecidas en la Norma AASHTO M - 249

#### B.2.3.1.- Composición

La formulación del material debe ser hecha por el fabricante debiendo reunir las consideraciones siguientes, las de la tabla 3.21 y la Norma AASHTO M-249.

**TABLA N° 3.21**  
**REQUERIMIENTO DE CALIDAD DE MATERIALES TERMOPLASTICO (EG – 2000 Tabla 810-5)**

Características	Pintura Blanca		Pintura Amarilla	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Aglomerante (*) (%)	18	-	18	-
Pigmento (%)				
Dióxido de Titanio	10	-	-	-
Pigmentos Amarillos			(*)	-
Carbonato de Calcio e inertes (%)	-	42	-	(*)

#### B.2.3.2.- Tiempo de Secado

Cuando se aplica a una temperatura de doscientos once grados centígrados más o menos siete grados centígrados ( $211 \pm 7^{\circ}\text{C}$ ) y con un espesor que varía entre 3,2 mm. y 4,8 mm. los tramos con el material colocado en pista podrán ser abiertos al tráfico en no más de dos minutos (2 min.) cuando la temperatura ambiental es de  $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$  y en no más de diez minutos (10 min.) cuando la temperatura ambiental es de  $32 \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

#### B.2.3.3.- Resistencia al Fisuramiento a Bajas Temperaturas

Cuando el material termoplástico es calentado por un período de  $240 \pm 5$  minutos a una temperatura de  $218 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , aplicado a un bloque de concreto y enfriado a  $-9,4 \pm 1,7^{\circ}\text{C}$ , el material no debe presentar fisuramiento.

**B.2.3.4.- Fluidez**

Después de ser calentado el material termoplástico durante  $240 \pm 5$  minutos a una temperatura de  $218 \pm 2^\circ\text{C}$  y ensayado por su capacidad de fluir, el material termoplástico de color blanco deberá tener un porcentaje residual máximo de 18 y el termoplástico de color amarillo de 21.

**B.2.3.5.- Durabilidad**

El material termoplástico deberá mantener sin alteración las características dadas en esta especificación por un período no menor de un (1) año.

Cualquier material que dentro de este período no cumpla alguno de estos requisitos deberá ser reemplazado por el Contratista.

**B.2.3.6.- Índice de Coloración Amarilla**

El material termoplástico de color blanco no debe exceder de un Índice de Coloración Amarillo de 0,12.

**B.2.4.- Material Plástico Preformado (Tipo D)**

El material preformado para ser aplicado a pavimentos asfálticos o de concreto portland viene fabricado en forma de cintas y láminas. Su aplicación es en frío y tiene una larga vida de servicio, entendiéndose ésta como un período mayor de un año en carreteras con volúmenes promedio diario anual de 15 000 vehículos por carril. Sus cualidades deben estar acordes con las establecidas en la Norma ASTM D- 4505

#### B.2.4.1.- Clasificación

Según Norma ASTM 4505 el plástico preformado se clasifica según el contenido de material retroreflectivo y según el adherente que posee. De la clasificación indicada se ha seleccionado para el país el siguiente.

Tipo I: Que está conformado por una cinta que contiene elementos retroreflectivos en su superficie y entremezclado dentro del cuerpo de la cinta. El grado del material adherente de la cinta al pavimento será del grado D que corresponde a una cinta con adhesivo sensible a la aplicación de presión, protegido y cubierto por una película de fácil remoción.

#### B.2.4.2.- Dimensiones

El material debe ser entregado en cintas o láminas con las dimensiones a aplicar. El material debe estar libre de grietas y roturas en los bordes, debiendo mostrar líneas rectas y definidas sin roturas.

#### B.2.4.3.-

La cinta debe ser flexible y moldeable para adaptarse a la superficie del pavimento. El material debe adherirse al pavimento asfáltico o de concreto portland cuando se aplica de acuerdo a los procedimientos recomendados por el fabricante.

#### B.2.4.4.-

El material aplicado al pavimento debe ser resistente a las condiciones climáticas y no debe mostrar decoloración, desprendimientos encogimiento durante el período de servicio.

**B.2.4.5.- Retroreflectividad**

El material debe mostrar los valores de retroreflectividad que se indican en la tabla 3.22.

**TABLA N° 3.22**  
**VALORES DE RETROREFLECTIVIDAD PARA EL TIPO "D" (EG – 2000 Tabla 810-6)**

Angulo de Entrada	Angulo de Observacion	Retroreflectividad en cd / m2 / lux	
		Blanco	Amarillo
86	0,2	500	400
86,5	1,0	300	175

**B.2.5.- Marcas sin características retroreflectivas (Tipo E)**

Las marcas que no tienen características retroreflectivas corresponden a las pinturas correspondientes a las marcas tipo A o B a las que no se les adiciona microesferas de vidrio

**B.2.6.- Microesferas de Vidrio**

Las microesferas de vidrio constituyen el material que aplicado a las pinturas de tránsito producen su retroreflectividad por la incidencia de las luces de los vehículos mejorando la visibilidad nocturna o condiciones de restricciones de iluminación como los producidos por agentes atmosféricos. La aplicación de las microesferas se hará por esparcido sobre la pintura. Deben cumplir los requerimientos establecidos en las Especificaciones Técnicas de Calidad de Materiales para uso en señalización de Obras Viales (Resol. Direc. N°539-99-MTC/15.17.-)

**TABLA N° 3.23**  
**REQUISITOS PARA MICROESFERAS DE VIDRIO**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS EVALUADAS		ESPECIFICACIONES				
		I	II	III	IV	V
1	% Granulometría (material que pasa)					
	Tamiz N° 8					100
	Tamiz N° 10				100	95-100
	Tamiz N° 12			100	95-100	80-95
	Tamiz N° 14			95-100	80-95	10-40
	Tamiz N° 16			80-95	Oct.40	0-5
	Tamiz N° 18			Oct-40	0-5	0-2
	Tamiz N° 20	100		0-5	0-2	
	Tamiz N° 30	75-95	100	0-2		
	Tamiz N° 40		90-100			
	Tamiz N° 50	15-35	50-75			
	Tamiz N° 80		0-5			
	Tamiz N° 100	0-5				
2	% Flotación	90 min.				
3	Índice de Refracción	1.50 1.55				
4	Resistencia a la Abrasión (lbs) (Ret. Malla N° 40)	30 min.				
5	Redondez (%)	70 min.				
6	Resistencia a la Humedad	Las esferas no deben absorber humedad durante su almacenamiento. Ellos deben permanecer libres de racimos y grumos y debe fluir libremente desde				
7	Resistencia a los Ácidos	No presentarán al ser observadas posteriormente al microscopio, señal alguna de haber sido dañados.				
8	Resistencia a la Solución de 1N de Cloruro Cálcico	No presentarán, al ser observadas posteriormente al microscopio, señal alguna de haber sido dañadas.				

#### B.2.6.1.- Usos

- Para reflectorizar la señalización de las carreteras.
- Para reflectorizar zonas de Aterrizaje (Aeropuertos, Aeródromos, etc.).

#### B.2.6.2.- Aplicación

VARIABLES A CONSIDERAR PARA OBTENER LA MEJOR APLICACIÓN:

- Esfericidad y granulometría de la microesfera.
- Recubrimiento y rango de aplicación.
- Temperatura de aplicación.
- Experiencia de los aplicadores.
- Costos de mantenimiento.
- Grado de embebido.
- Espesor de la película.

- Tránsito de Vehículos.
- Costo por día útil de la señal.
- Tipo de sustrato.

#### B.2.6.3.- Procesos De Aplicación

Para obtener la mejor performance de las microesferas de vidrio en cuanto a retroreflectividad de los mismos deberán estar convenientemente embebidas en el material (la máxima retroreflectividad se obtiene cuando el 60% de la microesfera se encuentra embebida en el material). Pueden ser aplicadas por tres procesos:

##### B.2.6.3.1.- Por Aspersión

Las microesferas son extendidas en la superficie de la señalización a través de dispositivos neumáticos (a presión) sea a presión directa ó por succión. La extensión de microesferas deberá hacerse a través de dos picos inyectoros de material los que deberán estar alineados y distanciados para garantizar el vaciado, uniformidad de distribución y anclaje de las microesferas de vidrio.

##### B.2.6.3.2.- Por Gravedad

Las microesferas son transferidas del silo de almacenaje de las máquinas ó de los carros manuales, a través de su peso propio y son extendidas en la superficie de la señalización a través de dispositivos adecuados.

Las microesferas deben ser aplicadas inmediatamente después de la aplicación del material para garantizar el perfecto anclaje de las mismas.

**B.2.6.3.3.- Manualmente**

Las microesferas de vidrio serán extendidas sobre el material recién aplicado, con el impulso de las manos, este proceso solamente debe ser empleado cuando fuera imposible la utilización de los otros dos procesos, pues no hay una perfecta distribución de las esferas en la superficie del material, ni consistencia en el anclaje, lo que representa un inconveniente en términos de obtención de la máxima retroreflectividad.

**B.2.6.3.4.- Control de Calidad en Obra**

**B.2.6.3.4.1.- Las Microesferas de Vidrio almacenadas en obra.-** Deberán ser enumeradas ó registradas con la finalidad de obtener una identificación (número de saco) y muestreo representativo de c/u de ellos.

**B.2.6.3.4.2.- Obtención de muestras de Microesferas de Vidrio para Ensayos de Calidad.-** Se escogerá cualquiera de los sacos almacenados para realizar un muestreo con la finalidad de obtener una muestra representativa para realizar los ensayos en Laboratorio.

**B.2.6.3.4.3.- Identificación de las muestras.-** Las microesferas de vidrio muestreadas deben ser empacadas en recipientes secos a prueba de humedad, cada paquete debe contener la siguiente información:

- Nombre del Proyecto.
- Identificación de la muestra (Nº saco).
- Nombre del fabricante.
- Marca - tipo - sello.
- Nº de lote.

**B.2.6.3.4.4.- Parámetros considerados para un mejor Control de Calidad en Obra.-** Para un buen control de calidad en obra (Inspección y la evaluación de la señalización vial horizontal) debe considerarse:

- Materiales

- Equipos
- Pavimento
- Pre-marcación
- Condiciones ambientales
- Preparación de material
- Dimensiones
- Retroreflectividad
- Retroreflectividad
- Espesores

Cuando se apliquen en el eje dos franjas longitudinales paralelas deben estar separadas a una distancia de cien milímetros (100 mm.) medidos entre los bordes interiores de cada línea.

#### B.2.7.- Dimensiones

Las líneas o bandas pintadas sobre el pavimento deben ser lo suficientemente visibles para que un conductor pueda maniobrar el vehículo con un determinado tiempo de previsualización.

Las dimensiones de línea o banda que se debe aplicar al pavimento, así como de las flechas y las letras tienen que ser de las dimensiones indicadas en los planos.

Todas las marcas tienen que presentar una apariencia clara, uniforme y bien terminada. Las marcas que no tengan una apariencia uniforme y satisfactoria, durante el día o la noche, tienen que ser corregidas por el Contratista de modo aceptable para el Supervisor y sin costo para el MTC.

#### B.2.8.- Marcas Pintadas

Las marcas pintadas con material que corresponde a los **tipos de pintura definidos deben tener un espesor húmedo mínimo de 15 mils 0,38 mm.**

medida sin aplicar microesferas de vidrio o con una tasa de aplicación de pintura de 2,5 - 2,7 m<sup>2</sup> por litro de pintura.

Para las marcas con pintura premezcladas la tasa de aplicación será de 2,0 m<sup>2</sup> por litro de pintura incluyendo las microesferas (0,26 kg de microesferas por litro). En todo caso, el Supervisor debe definir la velocidad de la máquina de pintar para obtener la dosificación y el espesor indicados.

Las marcas se tienen que aplicar por métodos mecánicos aceptable por el Supervisor. La máquina de pintar tiene que ser del tipo rociador, que pueda aplicar la pintura en forma satisfactoria bajo presión con una alimentación uniforme a través de boquillas que rocen directamente sobre el pavimento. Cada máquina tiene que ser capaz de aplicar dos rayas separadas, continuas o segmentadas, a la vez.

#### B.2.8.1.- Clasificación

Las microesferas de vidrio según la norma AASHTO M-247 se clasifica de acuerdo a su tamaño o gradación según lo indicado en la tabla 3.24.

**TABLA N° 3.24**  
**GRADACION DE MICROESFERAS DE VIDRIO (EG – 2000 Tabla N° 810-07)**

Tamiz	% que pasa Tamiz	
	Tipo I	Tipo II
0,850 mm.(N° 20)	100	-
0,600 mm.(N° 30)	75 – 95	100
0,425 mm.(N° 40)	-	90 – 100
0,300 mm.(N° 50)	15 – 35	50 – 75
0,180 mm.(N° 80)	-	0 – 5
0,150 mm.(N° 100)	0 – 5	-

La aplicación de las microesferas estará de acuerdo con el espesor de la pintura, debiendo garantizarse una flotabilidad entre 50 y 60% a fin de garantizar la máxima eficiencia de retroreflectividad de las microesferas aplicadas. Los planos y documentos del proyecto deben definir el tipo de microesferas a utilizar, siendo por lo general de mayor eficiencia y rendimiento las microesferas de vidrio tipo I.

#### B.2.8.2.- Esfericidad

Las microesferas de vidrio deberán tener un mínimo de 70% de esferas reales.

#### B.2.8.3.- Índice de Refracción

Las microesferas de vidrio deben tener un índice de refracción mínimo de 1,50

### B.3.- *Requerimientos de Construcción*

#### B.3.1.- General

Las superficies sobre las cuales se vayan a aplicar las marcas tienen que ser superficies limpias, secas y libres de partículas sueltas, lodo, acumulaciones de alquitrán o grasa, u otros materiales dañinos.

Las líneas laterales de borde del pavimento, de separación de carriles y del eje serán franjas de ancho definido en los planos y documentos del proyecto. Las líneas laterales de borde serán de color blanco y continuas. Las líneas separadoras de carril serán discontinuas de color blanco cuando delimita flujos en un solo sentido y de color amarillo cuando delimita flujos de sentido contrario; también podrán ser continuas en zonas de restricción de visibilidad. Cuando se apliquen en el eje dos franjas longitudinales paralelas deben estar separadas a una distancia de cien milímetros (100 mm.) medidos entre los bordes interiores de cada línea.

### B.3.2.- Dimensiones

Las líneas o bandas pintadas sobre el pavimento deben ser lo suficientemente visibles para que un conductor pueda maniobrar el vehículo con un determinado tiempo de previsualización.

Las dimensiones de línea o banda que se debe aplicar al pavimento, así como de las flechas y las letras tienen que ser de las dimensiones indicadas en los planos.

Todas las marcas tienen que presentar una apariencia clara, uniforme y bien terminada. Las marcas que no tengan una apariencia uniforme y satisfactoria, durante el día o la noche, tienen que ser corregidas por el Contratista de modo aceptable para el Supervisor y sin costo para el MTC.

### B.3.3.- Marcas Pintadas

Las marcas pintadas con material que corresponde a los tipos de pintura definidos deben tener un espesor húmedo mínimo de 15 mils 0,38, medida sin aplicar microesferas de vidrio o con una tasa de aplicación de pintura de 2,5 - 2,7 m<sup>2</sup> por litro de pintura.

Para las marcas con pintura premezcladas la tasa de aplicación será de 2,0 m<sup>2</sup> por litro de pintura incluyendo las microesferas (0,26 kg de microesferas por litro). En todo caso, el Supervisor debe definir la velocidad de la máquina de pintar para obtener la dosificación y el espesor indicados.

Las marcas se tienen que aplicar por métodos mecánicos aceptable por el Supervisor. La máquina de pintar tiene que ser del tipo rociador, que pueda aplicar la pintura en forma satisfactoria bajo presión con una alimentación uniforme a través de boquillas que rocen directamente sobre el pavimento. Cada máquina tiene que ser capaz de aplicar dos rayas separadas, continuas o segmentadas, a la vez.

Cada depósito de pintura tiene que estar equipado con un agitador mecánico o manual cada boquilla tiene que estar equipada con válvulas de cierre adecuadas que aplicarán líneas continuas o segmentadas automáticamente. Cada boquilla debe tener un dispensador automático de microesferas de vidrio que funcionará simultáneamente con la boquilla rociadora y distribuirá las microesferas en forma uniforme a la velocidad especificada. Cada boquilla tiene que también estar equipada con cubiertas metálicas de jebe para protegerlas del viento.

La pintura tiene que ser mezclada bien antes de su aplicación y ésta tiene que ser aplicada cuando la temperatura ambiente sea superior a los cuatro grados centígrados (4°C) para las marcas tipo A y de diez grados centígrados (10°C) para los de tipo B.

Las áreas pintadas se tienen que proteger del tránsito hasta que la pintura esté lo suficientemente seca como para prevenir que se adhiera a las ruedas de los vehículos o que éstos dejen sus huellas.

Cuando sea aprobado por el Supervisor, el Contratista puede poner la pintura y las esferas de vidrio en dos aplicaciones de menor espesor para reducir el tiempo de secado en las áreas de congestionamiento de tránsito, sin que varíe la dosificación dispuesta por el Supervisor.

Adicionalmente las pinturas de tránsito deberán cumplir con los siguientes requisitos:

#### B.3.3.1.- Envasado

Las pinturas de tráfico dentro de sus envases no deberán mostrar asentamientos excesivos, solidificación o gelidificación. Podrán ser fácilmente dispersados en forma manual y obtener un estado suave y homogéneo en color.

La pintura podrá ser almacenada hasta por períodos de seis (6) meses desde la fecha de su fabricación. Dentro de este período el pigmento no deberá mostrar cambios mayores de 5 KU con respecto a la pintura fresca en el momento de su fabricación.

#### B.3.3.2.- Pulverizado

La pintura tal como ha sido recibida del fabricante deberá tener propiedades satisfactorias para su pulverización cuando se distribuye a través de boquillas de máquinas de pintado simple.

La película de pintura aplicada por pulverización deberá mostrar un acabado suave y uniforme con los contornos adecuadamente delineados, libres de arrugas, ampollas, variaciones en ancho y otras imperfecciones superficiales.

#### B.3.3.3.- Peladuras

La pintura después de cuarentiocho (48 h) de aplicada no deberá mostrar síntomas de peladuras o descascaramiento.

#### B.3.4.- Marcas Termoplásticas

Cuando se aplique el material termoplástico sobre un pavimento de concreto portland o sobre un pavimento asfáltico antiguo, será necesario aplicar una capa de resina epóxica selladora que esté recomendada por el fabricante del material termoplástico.

El termoplástico debe ser aplicado solo sobre pavimentos secos cuando la temperatura ambiental sea mayor de diez grados centígrados (10°C).

El pavimento bituminoso nuevo se tiene que lavar con una solución detergente seguido de un enjuague con agua para eliminar cualquier material extraño.

La aplicación del material se puede efectuar por el método de rociado o por el de moldeado en caliente, después que el termoplástico haya sido calentado a  $220 \pm 3^\circ\text{C}$ .

Para las líneas de eje y líneas separadoras de carriles el espesor de la línea debe ser como mínimo de 2,3 milímetros de película seca o tener una tasa de aplicación de 0,44 metros cuadrados por litro de material aplicado.

Para las líneas de borde o laterales se debe obtener como mínimo un espesor de 1,5 milímetros de película seca o tener una tasa de aplicación de 0,66 metros cuadrados por litro de material.

Las microesferas adicionales del Tipo I deben ser fijados en el material termoplástico a razón mínima de 0,6 Kg. por metro cuadrado, según lo indique los planos y documentos de Proyecto.

La resistencia mínima a la adherencia cuando se aplique a pavimentos bituminosos será de 0,86 Mpa y de 1,2 Mpa cuando se aplique a pavimentos de concreto portland.

El ancho y espesor de las líneas aplicadas al pavimento deben ser fijados en una sola aplicación.

Al tomar el material termoplástico la temperatura del pavimento y la ambiental la marca debe tener el espesor y ancho especificados y ser capaz de resistir las deformaciones que pueden producir los vehículos al transitar sobre la marca.

Las líneas recién moldeadas a presión tienen que se protegidas del deterioro, y toda línea de tránsito deteriorada o que no se adhiera en forma correcta a la superficie del pavimento, tiene que se reemplazada con líneas que cumplan con los requisitos de estas especificaciones a costo del Contratista.

El material termoplástico podrá también ser utilizado como señal sonora aplicando franjas transversales a la Carretera según diseño del proyecto. En estos casos el espesor mínimo será de cinco milímetros (5 mm.)

### B.3.5.- Marcas de Plástico Preformadas

La aplicación se tiene que llevar a cabo de acuerdo con los procedimientos recomendados por el fabricante los que se deberán proporcionar al Supervisor antes de comenzar las operaciones. Los materiales para las marcas de plástico sobre el pavimento tiene que ser aplicadas sólo a superficies con temperaturas dentro de los límites especificados por el fabricantes para adhesión óptima. La película tiene que proporcionar una marca clara, duradera, resistente a la exposición a la intemperie, y no tiene que mostrar signos perceptibles de decoloración, desprendimientos, encogimiento, ruptura, enrollamiento y otros signos de adhesión deficiente.

El método de incrustación se tiene que emplear para aplicar las marcas a superficies nuevas de pavimento asfáltico mediante la colocación del material en forma adecuada sobre la calzada y aplicando un rodillo liso metálico sobre la nueva superficie cuando la temperatura del asfalto después de la compactación final sea de aproximadamente sesenta grados centígrados (60°C) y de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. El resultado final tiene que ser marcas sobre el pavimento que estén aproximadamente 0,25 milímetros por encima de la superficie terminada.

El método de revestimiento tiene que ser usado para aplicar las marcas a pavimentos existentes o a Pavimentos de Concreto Portland. El tipo de adhesivo a ser usado y los métodos de aplicación tienen que ajustarse a las recomendaciones del fabricante.

El Contratista tiene que proporcionar el aplicador y el rodillo para la instalación adecuada del material plástico preformado. El equipo tiene que ser proporcionado mientras dure el período de instalación. El vendedor tiene que proporcionar asistencia técnica con respecto al funcionamiento y mantenimiento del equipo, así como la aplicación del material.

### **B.3.6.- Limitaciones en la Ejecución**

**B.3.6.1.-** No se permitirá la aplicación de ninguna marca en el pavimento en instantes de lluvia ni cuando haya agua o humedad sobre la superficie del pavimento.

**B.3.6.2.-** No se permitirá que los materiales lleguen a obra con envases rotos o tapas abiertas.

La pintura y todos los otros materiales a utilizar deberán ser envasados en forma adecuada, según usos del fabricante. Cada envase deberá llevar una etiqueta con la siguiente información:

- Nombre y Dirección del Fabricante
- Punto de Embarque o Despacho
- Marca y Tipo de Pintura
- Fórmula de Fabricación
- Capacidad (número de litros del envase)
- Fecha de fabricación y número de lote del despacho

### **B.3.7.- Aceptación de los Trabajos**

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

#### **B.3.7.1.- Controles**

Durante la ejecución de la aplicación de las marcas en el pavimento el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado de funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.

- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados y las dimensiones aplicadas.
- Comprobar los espesores de aplicación de los materiales y la adecuada velocidad del equipo.
- Comprobar que la tasa de aplicación de las microesferas de vidrio se halla dentro de las exigencias del proyecto.
- Comprobar que todos los materiales cumplan los requisitos de calidad exigidos en las especificaciones generales
- Evaluar y medir para efectos de pago las marcas sobre el pavimento correctamente aplicadas y aceptadas.

#### B.3.7.2.- Calidad de los Materiales

Las marcas en el pavimento solo se aceptarán si su aplicación está de acuerdo con las indicaciones de los planos, documentos del proyecto y de la presente especificación. Todas las dimensiones de las líneas de eje, separadora de carriles y laterales símbolos, letras, flechas y otras marcas deben tener las dimensiones indicadas en los planos. Las deficiencias que excedan las tolerancias de estas especificaciones deberán ser subsanadas por el Contratista a plena satisfacción del Supervisor.

La calidad del material individualmente será evaluado y aceptado de acuerdo a la las especificaciones generales y con la certificación del fabricante que garantice el cumplimiento de todas las exigencias de calidad del material para las marcas en el pavimento y de las microesferas de vidrio.

El Supervisor a su criterio y de considerarlo conveniente podrá efectuar pruebas de cada lote de producción del material que se entregue en obra. Se considera un lote representativo la cantidad de mil litros (1 000 L) de pintura y mil quinientos kilogramos (1 500 Kg.) de microesferas de vidrio.

#### **B.4.- Medición**

La unidad de medición será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>) independientemente del color de la marca aplicada. Las cantidades terminadas y aceptadas de marcas sobre el pavimento serán medidas como sigue:

- Las líneas que se hayan aplicado sobre el pavimento serán medidas por su longitud total y ancho para obtener la cantidad de metros cuadrados que les corresponde. La medición longitudinal se hará a lo largo de la línea central o eje del camino.
- Las marcas, símbolos, letras, flechas y cualquier otra aplicación serán medidas en forma individual y sus dimensiones convertidas a metros cuadrados. No habrá medida para la cantidad de microesferas de vidrio, pero el Supervisor deberá hacer cumplir las dosificaciones indicadas en cada caso.

#### **C.- Delineadores**

##### **C.1.- Descripción**

Los delineadores son elementos que tienen por finalidad remarcar o delinear segmentos de carretera que por su peligrosidad o condiciones de diseño o visibilidad requieran ser resaltados para advertir al usuario de su presencia.

Entre los delineadores se consideran:

- Los postes delineadores.
- Las tachas delineadoras.

La forma, dimensiones y tipo de material de los delineadores será indicados en los planos y documentos del Proyecto.

## C.2.- Materiales

### C.2.1.- Postes Delineadores

Los Postes Delineadores podrán ser fabricados utilizando concreto armado de acuerdo a las indicaciones del numeral 3.4.2(b) del Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC o de madera según el numeral 3.4.2(c) del mismo Manual.

El concreto a utilizar será del tipo El material retroreflectivo que se coloque en la parte superior del poste en un ancho de 15 cm. será del tipo III o IV.

### C.2.2.- Tachas Delineadoras

Las tachas delineadoras serán fabricadas con materiales metálicos, plásticos, epóxicos o similares de alta resistencia. El lente estará constituido por un material retroreflector prismático.

#### C.2.2.1.- Dimensiones

Las tachas tendrán una altura máxima de veinte milímetros y tres décimos de milímetro (20.3 mm) y el área de contacto con la superficie del pavimento será cuando menos de ochenta centímetros cuadrados (80 cm<sup>2</sup>). El área del material retroreflectivo proyectado deberá ser como mínimo trece y medio centímetros cuadrados (13,5 cm<sup>2</sup>) medido con respecto a un plano normal a la superficie de apoyo.

#### C.2.2.2.- Resistencia a la compresión

Se determinará sobre tachas con dimensiones en largo ó ancho menor a diez centímetros (10 cm.)

La tacha probada deberá resistir una carga de dos mil setecientos veintisiete kilogramos (2 727 kg), sin romperse o tener una deformación superior a tres milímetros con tres décimas (3,3 mm.).

#### C.2.2.3.- Resistencia a la Flexión

Se determinará sobre tachas con dimensión en largo y ancho, ambos mayores o iguales a diez centímetros (10 cm).

Una tacha deberá soportar una carga de novecientos nueve kilogramos (909 kg), sin romperse o presentar una deformación mayor de tres milímetros con tres décimas (3,3 mm)

#### C.2.2.4.- Color

Los documentos del proyecto indicarán el color por emplear, el cual deberá ser el mismo de la línea de demarcación, del pavimento (blanco o amarillo) según su ubicación.

#### C.2.2.5.- Retroreflectividad

La tacha deberá ofrecer retroreflectividad o brillantez óptima por ambas caras, con los valores mínimos establecidos en la tabla 3.25.

**TABLA N° 3.25**  
**COEFICIENTES DE RETROREFLECTIVIDAD MINIMO EN MILICANDELAS / LUZ (EG – 2000 Tabla N° 805-01)**

Angulo de Observación	Angulo de Entrada	Blanco	Amarillo	Rojo
0,2°	0°	279	167	70
0,2°	20°	112	67	28

### C.2.3.- Adhesivo

El material destinado a adherir la tacha con el pavimento, deberá presentar unas características generales garantizadas por el fabricante. Este, además, deberá indicar la dosificación con la cual ha de aplicarse el producto. Se podrá emplear material bituminoso o adhesivo époxico de dos (2) o más componentes. El adhesivo no se podrá emplear sin la aprobación del Supervisor.

### *C.3.- Requerimientos de Construcción*

#### C.3.1.- Localización

El Contratista deberá localizar los delineadores solo en la parte externa de las curvas que se quieren resaltar y de acuerdo con los planos y las instrucciones del Supervisor.

#### C.3.2.- Colocación

Los sitios elegidos para la colocación de las tachas se deberán limpiar de polvo, barro, suciedad y cualquier otro elemento extraño cuya presencia atente contra la correcta adhesión de la tacha al pavimento.

Para ello, se podrá emplear cualquier procedimiento que resulte satisfactorio para el Supervisor.

Las tachas se colocarán en los sitios previamente localizados fijándolas con el adhesivo indicado a las distancias indicadas en los planos y documentos del Proyecto.

### C.3.3.- Control del tránsito

Será responsabilidad del Contratista la colocación de toda la señalización preventiva requerida para la ejecución segura de los trabajos, así como el ordenamiento del tránsito automotor durante el tiempo requerido.

### C.3.4.- Limitaciones en la ejecución

No se permitirá la colocación de postes y tachas en instantes de lluvia. Además, deberán atenderse todas las limitaciones atmosféricas adicionales que establezcan los fabricantes del adhesivo y de las tachas.

### C.3.5.- Aceptación de los Trabajos

#### C.3.5.1.- Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el Contratista.
- Comprobar que todos los materiales cumplan con los requisitos de calidad exigidas en las especificaciones generales
- Impedir que las tachas se coloquen con anterioridad a la aplicación de las líneas de demarcación del pavimento.
- Verificar que los postes y las tachas queden correctamente colocadas.

**C.3.5.2.- Calidad de los materiales**

No se admitirán materiales que incumplan las exigencias de esta especificación.

**C.3.5.3.- Instalación de las tachas**

El Supervisor sólo aceptará el trabajo, si los delineadores (postes y tachas) han sido colocados de acuerdo con los planos, la presente especificación y sus instrucciones.

Todas las deficiencias que presenten los trabajos deberán ser corregidas por el Contratista, a su costo, y a plena satisfacción del Supervisor.

**C.4.- Medición**

Los postes delineadores se medirán por unidad (Un.) y las tachas retroreflectivas se medirán por unidad (u) instaladas de acuerdo con los documentos del proyecto y la presente especificación, debidamente aceptadas por el Supervisor.

**D.- Guardavías Metálicas****D.1.- Descripción**

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de defensas o guardavías metálicas a lo largo de los bordes de la vía, en los tramos indicados en los planos del proyecto o establecidos por el Supervisor.

## D.2.- Materiales

### D.2.1.- Lámina

Las barandas de las guardavías metálicas serán de lámina de acero. Salvo que los documentos del proyecto o las especificaciones particulares determinen lo contrario, la lámina deberá cumplir todos los requisitos de calidad establecidos en la especificación M-180 de la AASHTO, en especial los siguientes:

#### D.2.1.1.- Vigas

- Tensión mínima de rotura de tracción 345 Mpa
- Límite de fluencia mínimo 483 Mpa
- Alargamiento mínimo de una muestra de 50 mm. de longitud por 12,5 mm. de ancho y por el espesor de la lámina 12%

#### D.2.1.2.- Secciones final y de amortiguación

- Tensión mínima de rotura de tracción. 227 Mpa
- Límite de fluencia mínimo 310 Mpa
- Alargamiento mínimo de una muestra de 50 mm. de longitud por 12,5 mm. de ancho y por el espesor de la lámina. 12%

Las láminas deberán ser galvanizadas por inmersión en zinc en estado de fusión, con una cantidad de zinc mínima de quinientos cincuenta gramos por metro cuadrado (550 gr/m<sup>2</sup>), en cada cara de acuerdo a la especificación ASTM A-123.

El zinc utilizado deberá cumplir las exigencias de la especificación AASHTO M-120 y deberá ser, por lo menos, igual al grado denominado "Prime Western".

Los espesores de las láminas con las cuales se fabricarán las guardavías, serán los de guardavía clase A, con un espesor de 2,50 mm.

La forma de la guardavía será curvada del tipo doble onda (perfil W) y sus dimensiones deberán estar de acuerdo con lo indicado en la especificación AASHTO M-180, excepto si los planos del proyecto establecen formas y valores diferentes.

#### D.2.2.- Postes de fijación

Serán perfiles de láminas de acero en forma de U conformado en frío de 5,50 mm. de espesor, y una sección conformada por el alma de 150 mm. y los lados de 60 mm. cada uno, que permita sujetar la baranda por medio de tornillos sin que los agujeros necesarios dejen secciones debilitadas.

Los postes de fijación deberán ser galvanizados por inmersión en zinc en estado de fusión, con una cantidad de zinc no menor a quinientos cincuenta gramos por metro cuadrado (550 g/m<sup>2</sup>) de acuerdo a la especificación ASTM A-123 por cada lado.

Su longitud deberá ser de un metro con ochenta centímetros (1,80 m), salvo que los documentos del proyecto establezcan un valor diferente. El espesor del material de los postes debe ser de 2,50 mm.

#### D.2.3.- Elementos de fijación

Se proveerán tornillos de dos tipos, los cuales presentarán una resistencia mínima a la rotura por tracción de trescientos cuarenta y cinco MegaPascuales (345 Mpa).

Los tornillos para empalme de tramos sucesivos de guardavía serán de dieciséis milímetros (16 mm) de diámetro y treinta y dos milímetros (32 mm) de longitud, con cabeza redonda, plana y cuello ovalado, con peso aproximado de ocho kilogramos y seis décimos siete milésimas (8,6 Kg) por cada cien (100) unidades.

Los tornillos de unión de la lámina al poste serán de dieciséis milímetros (16 mm) de diámetro y longitud apropiada según el poste por utilizar. Estos tornillos se instalarán con arandelas de acero, de espesor no inferior a cuatro milímetros y ocho décimas (4,8 mm) con agujero alargado, las cuales irán colocadas entre la cabeza del tornillo y la baranda. Tanto los tornillos como las tuercas y las arandelas deberán ser galvanizados conforme se indica en la especificación AASHTO M-232.

### *D.3.- Requerimientos de Construcción*

Las guardavías que deban instalarse con un radio de cuarenta y cinco metros (45 m) o menor, deberán adquirirse con la curvatura aproximada de instalación.

La guardavía no necesita ningún revestimiento adicional (pintura o anticorrosivo), salvo que lo indique el proyecto.

Para la visualización de las guardavías en horas nocturnas, en cada poste se adosará un captafaro, el cual debe cumplir con lo expresado en estas especificaciones.

#### D.3.1.- Localización

Si los planos o el Supervisor no lo indican de otra manera, los postes deberán ser colocados a una distancia mínima de noventa centímetros (90 cm) del borde de la berma y su separación centro a centro no excederá de tres metros ochenta y un centímetros (3,81 m.) y en caso de requerirse mayor rigidez de la guardavía se instalará un poste adicional en el centro, es decir equidistanciado a un metro noventa y un centímetros (1,91 m.). Los postes se deberán enterrar bajo la superficie aproximadamente un metro con veinte centímetros (1,20 m).

La guardavía se fijará a los postes de manera que su línea central quede entre cuarenta y cinco centímetros (0,45 m) y cincuenta y cinco centímetros (0,55 m), por encima de la superficie de la calzada.

La longitud mínima de los tramos de guardavía deberá ser de treinta metros (30 m).

#### D.3.2.- Excavación

En los sitios escogidos para enterrar los postes se efectuarán excavaciones de sección transversal ligeramente mayor que la del poste, las cuales se llevarán hasta la profundidad señalada en la Subsección anterior.

#### D.3.3.- Colocación del poste

El poste se colocará verticalmente dentro del orificio y el espacio entre él y las paredes de la excavación se rellenará con parte del mismo suelo excavado, en capas delgadas, cada una de las cuales se compactará cuidadosamente con pisones, de modo que al completar el relleno, el poste quede vertical y firmemente empotrado. En los últimos treinta centímetros (30 cm.) medido desde la superficie del terreno en que se coloca el poste se deberá vaciar un concreto de Tipo G.

Se deberá nivelar la parte superior o sobresaliente de los postes, para que sus superficies superiores queden alineadas de manera que al adosar los tramos de guardavía no se presenten altibajos en ésta.

#### D.3.4.- Instalación de la guardavía

La guardavía deberá ensamblarse de acuerdo con los detalles de los planos y las instrucciones del fabricante de la lámina, cuidando que quede ubicada a la altura sobre el suelo establecida en estas especificaciones.

### D.3.5.- Empalmes

Los empalmes de los diversos tramos de guardavía deberán efectuarse de manera que brinden la suficiente rigidez estructural y que los traslapes queden en la dirección del movimiento del tránsito del carril adyacente.

La unión de las láminas se realizará con tornillos de las dimensiones fijadas en las especificaciones generales, teniendo la precaución de que su cabeza redonda se coloque en la cara de la guardavía que enfrenta el tránsito.

### D.3.6.- Secciones final y de amortiguación

En los extremos de las guardavías metálicas se colocarán secciones terminales, las cuales serán terminal de amortiguación (parachoques) en forma de U o según lo indiquen los planos y documentos del proyecto, colocado al inicio del tramo de guardavía y terminal final colocado al final del tramo, considerando el sentido del tránsito.

### D.3.7.- Limitaciones en la ejecución

No se permitirá efectuar excavaciones ni instalar guardavías metálicas en instantes de lluvia.

### D.3.8.- Aceptación de los Trabajos

#### D.3.8.1.- Controles

Durante la ejecución de los trabajos el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y el funcionamiento del equipo empleado por el Contratista.
- Comprobar que los materiales utilizados cumplan las exigencias de la presente especificación.
- Verificar que la excavación sea correcta y que la guardavía se instale de acuerdo con los planos y las instrucciones del fabricante de la lámina.
- Medir para efectos de pago, las cantidades de obra correctamente ejecutadas.

#### D.3.8.2.- Calidad de los materiales

- El Supervisor se abstendrá de aceptar materiales que incumplan las exigencias de esta especificación y las de las especificaciones AASHTO mencionadas en él.
- El terminado de la lámina galvanizada deberá ser de óptima calidad y, por lo tanto, no se aceptarán secciones con defectos nocivos tales como ampollas o áreas no cubiertas por el zinc.
- El Supervisor rechazará guardavías alabeadas o deformadas.

#### D.3.8.3.- Dimensiones

- No se admitirán láminas cuyo espesor sea inferior en más de veintitrés centésimas de milímetro (0,23 mm) en relación con el especificado para las guardavías.
- No se admitirán tolerancias en relación con la altura a la cual debe quedar la línea central de la guardavía, según se establece en esta especificación.

- En relación con otras dimensiones, tales como la separación entre postes y la distancia de la guardavía al borde del pavimento, queda a criterio del Supervisor aceptar o no tolerancias, considerando que también interviene la conformación física de la zona en que se instalarán.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deberán ser corregidas por el Contratista, a su costo, y a plena satisfacción del Supervisor.

#### **D.4.- Medición**

##### **D.4.1.- Guardavías**

La unidad de medida para las guardavías metálicas será el metro lineal (m), aproximado al decímetro (dm), para toda guardavía instalada de acuerdo con los planos y esta especificación, que haya sido recibida a satisfacción por el Supervisor.

La medida se efectuará a lo largo de la línea central de la guardavía entre los centros de los postes de fijación extremos. No se considera en esta medida las secciones de amortiguación y final.

##### **D.4.2.- Secciones final y de amortiguación**

Las secciones final y de amortiguación se medirán por unidad (u), para cada clase especificada e instalada.

No se medirán guardavías ni secciones final o de amortiguación que se hayan instalado por fuera de los límites autorizados por el Supervisor.

## **E.- Captafaros**

### *E.1.- Descripción*

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte y colocación, en las guardavías metálicas de la vía, de dispositivos destinados a la orientación del tránsito automotor en horas de la noche. Los captafaros se instalarán en los sitios y con las dimensiones que indiquen los documentos del proyecto o establezca el Supervisor

### *E.2.- Materiales*

El captafaro se fabricará en acero laminado en caliente, galvanizado, de 2,50 milímetros de espesor, revestida con una capa de zinc en caliente mediante el proceso de inmersión, en una cuantía mínima de quinientos cincuenta gramos por metro cuadrado (550 g/m<sup>2</sup>), incluyendo ambas caras, de acuerdo a la especificación ASTM A-123.

El captafaro llevará un tornillo con su respectiva tuerca y arandela, el cual permite su aseguramiento al guardavía metálico. Las caras exteriores deberán ir revestidas con lámina retroreflectiva de tipo III o IV, según se indica en estas especificaciones, de color amarillo, y que cumplan los valores mínimos de retroreflectividad establecidos, la cual se adhiere al captafaro utilizando el autoadhesivo de este material. La lámina deberá ser colocada dentro del captafaro dejando un borde exterior de 3 mm. para evitar acciones vandálicas.

Las dimensiones y forma del captafaro se indicarán en los documentos del proyecto

### *E.3.- Requerimientos de Construcción*

Salvo que los planos o el Supervisor establezcan algo en contrario, los captafaros se colocarán en la parte cóncava de la guardavía metálica, separados

a distancias de tres con ochenta y un metros (3,81 m) utilizando los postes e introduciendo el tornillo por el hueco que dejan los ojales de los tramos de guardavías traslapados, sujetándolos con el tornillo y colocando un punto de soldadura a la tuerca para garantizar la fijación del elemento a la guardavía metálica.

### E.3.1.- Aceptación de los Trabajos

#### E.3.1.1.- Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el Contratista.
- Comprobar que los materiales utilizados cumplan con las exigencias de la presente especificación.
- Verificar que los trabajos se ejecuten de acuerdo con lo que establece la presente especificación.
- Contar, para efectos de pago, los captafaros correctamente elaborados e instalados.

#### E.3.1.2.- Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

El Supervisor sólo aceptará los captafaros elaborados con materiales adecuados e instalados conforme lo establecen los documentos del proyecto y la presente especificación.

**E.4.- Medición**

Los captafaros se medirán por unidad (u) suministrada e instalada de acuerdo con los documentos del proyecto y la presente especificación, debidamente aceptada por el Supervisor

### 3.3. PLANTILLA DE METRADOS

El metrado desarrollado por completo se encuentra detallado en el anexo C - 1, a continuación un resumen de este:

Tramo	Prog. Inic	Prog. Fin.	Movimiento de Tierras			Subbases y Bases		Pavimento Asfáltico	Señalización y Seguridad Vial					
			Desbroce y Limpieza	Explanaciones	Eliminación de Materiales	Subbase Granular	Base Granular	Pavimento Asfáltico	Señalización Vertical	Señalización Horizontal	Postes Delineadores	Tachas	Guardaerías Metálicas	Captafaros
1.00	58+200	58+210	72.50	248.16	297.79	10.50	10.50	3.50		4.00	3.32	6.00		
2.00	58+210	58+220	74.30	260.03	312.04	10.50	10.50	3.50		4.00	3.32	6.00		
3.00	58+220	58+230	73.20	260.94	313.12	10.50	10.50	3.50		4.00	3.32	6.00		
4.00	58+230	58+240	71.40	255.84	307.00	10.50	10.50	3.50		4.00	3.32	6.00		
5.00	58+240	58+250	69.30	236.21	283.45	10.50	10.50	3.50	1.00	4.00	3.32	6.00		
6.00	58+250	58+260	68.00	245.84	295.01	10.50	10.50	3.50		4.00	1.66	6.00	5.00	3.00
7.00	58+260	58+270	68.30	269.01	322.82	10.50	10.50	3.50		4.00		6.00	10.00	6.00
8.00	58+270	58+280	69.50	264.28	317.13	10.50	10.50	3.50		4.00		6.00	10.00	6.00
9.00	58+280	58+290	70.15	253.19	303.83	10.50	10.50	3.50		4.00	2.33	6.00	3.00	1.00
10.00	58+290	58+300	71.20	240.95	289.14	10.50	10.50	3.50	1.00	4.00	3.32	6.00		
11.00	58+300	58+320	151.80	545.39	654.46	21.00	21.00	7.00		8.00	6.64	12.00		
12.00	58+320	58+340	178.60	645.52	774.63	21.00	21.00	7.00		8.00	6.64	12.00		
13.00	58+340	58+360	231.20	800.40	960.48	21.00	21.00	7.00	1.00	8.00	6.64	12.00		
14.00	58+360	58+370	142.25	439.87	527.84	10.50	10.50	3.50		4.00	3.32	6.00		
15.00	58+370	58+380	162.75	533.09	639.71	10.50	10.50	3.50		4.00	3.32	6.00		
16.00	58+380	58+400	371.10	1357.13	1628.55	21.00	21.00	7.00		8.00	6.64	12.00		
17.00	58+400	58+410	200.40	722.89	867.47	10.50	10.50	3.50		4.00	3.32	6.00		
18.00	58+410	58+420	192.40	697.90	837.48	10.50	10.50	3.50		4.00	3.32	6.00		
19.00	58+420	58+430	171.60	639.69	767.62	10.50	10.50	3.50		4.00	3.32	6.00		
20.00	58+430	58+440	146.30	531.43	637.72	10.50	10.50	3.50	1.00	4.00	3.32	6.00		
21.00	58+440	58+450	113.10	399.99	479.99	10.50	10.50	3.50	1.00	4.00	3.32	6.00		
22.00	58+450	58+460	84.05	152.26	182.71	10.50	10.50	3.50		4.00	3.32	6.00		
23.00	58+460	58+470	69.35	14.10	16.92	10.50	10.50	3.50	1.00	4.00	3.32	6.00		
24.00	58+470	58+480	68.40	14.24	17.09	10.50	10.50	3.50		4.00	3.32	6.00		
25.00	58+480	58+490	75.30	13.20	15.85	10.50	10.50	3.50		4.00	0.33	6.00	9.00	5.00
26.00	58+490	58+500	79.55	12.57	15.08	10.50	10.50	3.50		4.00		6.00	10.00	
27.00	58+500	Influencia							2.00				106.00	56.00
<b>Resultados</b>			<b>3146.00</b>	<b>10054.11</b>	<b>12064.93</b>	<b>315.00</b>	<b>315.00</b>	<b>105.00</b>	<b>8.00</b>	<b>120.00</b>	<b>84.00</b>	<b>180.00</b>	<b>153.00</b>	<b>77.00</b>

### 3.4. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Se presentan en el anexo C – 2.

### 3.5. ANALISIS DE GASTOS GENERALES

Se presenta en la siguiente tabla:

**TABLA N° 3.26**  
**ANALISIS DE GASTOS GENERALES**

DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO MENSUAL (US\$)	FACTOR	TIEMPO (MESES)	PARCIAL
<b>DE OBRA</b>					
Ingeniero Residente de Obra	1.00	1,833.33	1.42	1.70	4,425.67
Ingeniero de Seguridad	1.00	666.67	1.42	1.70	1,609.33
Ingeniero de Campo	1.00	833.33	1.42	1.70	2,011.67
Camioneta	1.00	300.00	1.00	1.70	510.00
Combustible D-2	1.00	220.98	1.00	1.70	375.66
Comunicaciones	1.00	30.00	1.00	1.70	51.00
<b>DE OFICINA</b>					
Logística	1.00	800.00	1.00	1.70	1,360.00
Contabilidad	1.00	1,000.00	1.00	1.70	1,700.00

**TOTAL G.G. DIRECTOS**

**US \$ 12,043.33**

### 3.6. VALOR REFERENCIAL DETALLADO POR PARTIDA

Se presenta en el anexo C – 3.

### 3.7. FORMULAS POLINOMICAS DE REAJUSTE

Se presenta en el anexo C – 4.

### 3.8. RELACION DE EQUIPO MINIMO

Se presenta en el siguiente cuadro

HERRAMIENTAS MANUALES	
CAMION VOLQUETE 15 M3	2,00
CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 178-210 HP 3000 gl	2,00
TRACTOR D-7	1,00
CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3	1,00
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12 t	1,00
MOTONIVELADORA DE 125 HP	1,00

### 3.9. CRONOGRAMA DE DESEMBOLSOS MENSUALES

Se presenta en el siguiente cuadro

CONCEPTO	MES	MONTOS			
		ANTERIOR	ACTUAL	ACUMULADO	SALDO
Valorización N° 1	Enero	0,00	63249,52	63249,52	65915,76
Valorización N° 2	Febrero	63249,52	63249,52	65915,76	0,00

### 3.10. PROGRAMA GENERAL DE EJECUCION

Se presenta en el anexo C – 5.

## CONCLUSIONES

- El diseño geométrico actual limita el desarrollo de la velocidad directriz a solo 30 Km./h, aumentando los tiempos de viajes e incrementando los costos de transporte.
- La vía no se encuentra preparada para un aumento de tráfico, el cual causaría un inmediato deterioro y la disminución de su nivel de servicio.
- Al no presentar una superficie de rodadura adecuada, ésta representa un gran peligro para los usuarios que busquen incrementar su velocidad.
- La ausencia de elementos de señalización, propicia que los conductores generen accidentes e incidentes.
- Al estar la vía colindante a un talud escarpado de más de 40 m de profundidad y no presentar guardavías, puede generar accidentes con consecuencias fatales.
- La ausencia de elementos de drenaje, además del sistema de riego por inundación empleado en la zona, produce un rápido deterioro de la superficie de rodadura.
- La sección transversal al ser de solo 6 metros de ancho, dificulta el tránsito fluido en dos sentidos.
- Al no tener bermas laterales, los vehículos que presentan desperfectos mecánicos detienen el flujo vehicular.
- Los materiales encontrados en las canteras de la zona no presentan propiedades idóneas para su utilización, teniéndose que aumentar los espesores del paquete estructural, aumentado con esto los costos de construcción.
- La falta de un adecuado plan de mantenimiento rutinario y periódico hace que no se atiendan las emergencias viales con la celeridad que éstas requieren.
- Los agentes exógenos que se presentan periódicamente, como el Fenómeno del Niño, eventos sísmicos, incremento de lluvias, presencia de hielo, etc., deterioran la vía, disminuyendo el nivel de serviciabilidad.

## RECOMENDACIONES

- Es necesario una inmediata intervención, a fin de elevar el nivel de serviciabilidad, buscando el confort y seguridad del usuario.
- La vía debe ser adecuada a los requerimientos de las normas de diseño geométrico, a fin de incrementar la velocidad directriz.
- El nuevo trazo se debe adecuar en lo posible al trazo existente, buscando la economía del proyecto.
- Implementar un plan de señalización vial y educar a la población sobre la importancia de las señales y el respeto que debe de tenerse a éstas.
- Proyectar la construcción de una berma lateral para el estacionamiento de vehículos que presenten desperfectos mecánicos.
- Al aumentar la velocidad directriz la colocación de elementos de seguridad debe ser tratado de forma prioritaria a fin de evitar más accidentes. Se debe contemplar la colocación de guardavías y elemento delineadores.
- La superficie de rodadura debe ser mejorada a nivel de asfalto, a fin de asegurar la durabilidad y resistencia de la vía.
- Se debe contemplar la implementación de obras de drenaje tales como subdrenes, cunetas revestidas, sifones y alcantarillas donde sea necesario a fin de evitar aniegos en la vía.
- Ampliar la sección transversal a 7 metros, mejorando el tránsito en los dos sentidos.
- Se debe implementar un programa de mantenimiento rutinario que garantice la serviciabilidad de la vía durante su tiempo de vida útil.
- Los programas de atención de emergencias, deben de ser implementados inmediatamente, estando en funcionamiento y durante el período de construcción.

**BIBLIOGRAFÍA**

1. *Aguilar Durand, Jorge Augusto. Tesis: "Señalización vial de una intercepción a nivel y su aplicación", Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2005*
2. *Association Mondiale de la Route. "Seguridad vial. XXI congreso mundial de la carretera", Editorial: V. Barvera, Francia, 1999*
3. *Cárdenas Grisales, James. "Diseño Geométrico de Carreteras", Editorial: Ecol, Venezuela, 2002.*
4. *Dening W., Edwards. "Calidad, Productividad y Competitividad", Editorial: Norma, Colombia, 1990.*
5. *García Mercado, Carlos Alberto. Tesis: "Diseño vial de una carretera", Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2005.*
6. *Hijar Portella, Rolando Karlos. Tesis: "Proyecto mejoramiento y rehabilitación de a carretera Cocachacra – Matucana del km. 55+000 al 58+000 "Optimización del trazo vial, señalización y seguridad vial"", Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2006.*
7. *ICG – Instituto de la Construcción y Gerencia. "Normas Legales para la Construcción", Editorial: Fondo Editorial ICG, Perú, 2002.*
8. *Matías León, José. "Diseño de proyectos viales y semaforización", Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 1997*
9. *MTC – Ministerio de Transportes y Comunicaciones. "Manual de diseño geométrico de carreteras DG-2001", Editorial: Fondo Editorial MTC, Perú, 2001*
10. *MTC – Ministerio de Transportes y Comunicaciones. "Manual de dispositivos de control de transito automotor para calles y carreteras", Editorial: Fondo Editorial MTC, Perú, 2000.*
11. *Rodríguez Castillejo, Walter. "Fundamentos de Programación, Reprogramación, Calidad Total y Seguridad Total de Obras Civiles", Ediciones Castillo, Perú, 2002.*
12. *Salinas Seminario, Miguel. "Costos, Presupuestos Valorizaciones y Liquidaciones de Obra", Editorial: Fondo Editorial ICG, Perú, 2002.*

# **ANEXOS**

# **ANEXO A**

## ANEXO A – 1

### Costos de proyecto, situación “Sin Proyecto”

<b>COSTOS DE MANTENIMIENTO RUTINARIO</b>				
	<i>DESCRIPCION</i>	<i>METRADO</i>	<i>PU</i>	<i>SUB TOTAL</i>
1.0	MANTENIMIENTO RUTINARIO	281.73	1,570.10	442,344.27
	Costo anual de Mantenimiento Rutinari		US \$	442,344.27

<b>COSTOS DE MANTENIMIENTO PERIODICO</b>				
	<i>DESCRIPCION</i>	<i>METRADO</i>	<i>PU</i>	<i>SUB TOTAL</i>
	MANTENIMIENTO PERIODICO	281.73	3,859.57	1,087,356.66
	Costo anual de Mantenimiento Periodic		US \$	1,087,356.66

## ANEXO A – 2

### Costos de proyecto, Alternativa 1

PRESUPUESTO DE OBRA						
	DESCRIPCION	UND	METRADO	PU	SUB TOTAL	
<b>1.0</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>	KM	0.3	375	112.5	
<b>2.0</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>					
2.01	CORTE EN MATERIAL SUELTO	M3	840	2.2	1,848.00	
2.01	RELLENO DE MATERIAL SUELTO	M3	350	10	3,500.00	
2.03	ELIMINACION DE MATERIAL SUELTO	M3	1,008.00	3.51	3,538.08	
<b>3.0</b>	<b>PAVIMENTO</b>					
3.01	SUB RASANTE	M2	2,400.00	2.1	5,040.00	
3.02	BASE GRANULAR E=0.20	M2	2,400.00	5.12	12,288.00	
3.03	CARPETA ASFALTICA DE 2"	M2	2,400.00	10.57	25,368.00	
<b>4.0</b>	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>					
4.01	ALCANTARILLA	ML	10.1	722.56	7,297.86	
4.02	REVESTIMIENTO DE CUNETAS	ML	300	15.51	4,653.00	
4.03	GAVIONES PARA DEFENZAS RIBEREÑAS	ML	40	1,105.32	44,212.80	
4.04	MURO DE CONCRETO DE GRAVEDAD	ML	40	1,564.32	62,572.80	
<b>5.0</b>	<b>SEÑALIZACION</b>					
5.01	SEÑALIZACION VERTICAL	UND	2.5	152.12	380.3	
					COSTOS DIRECTOS	170,811.34
					G. G. y UTILIDAD 25%	42,702.84
					<b>SUB TOTAL</b>	<b>213,514.18</b>
					IGV 19%	40,567.69
					<b>TOTAL POR 0.3 KI</b>	<b>\$ 254,081.87</b>
					COSTO POR KM	\$ 846,939.56
					<b>COSTO POR 281.7</b>	<b>\$ 238,616,751.87</b>

COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO						
	DESCRIPCION	UND	METRADO	PU	SUB TOTAL	
1.0	MANTENIMIENTO RUTINARIO DE SUPERFICIE	KM	0.3	1,530.00	459	
2.0	LIMPIEZA DE ALCANTARILLA	ML	10.1	15.34	154.93	
3.0	MANTENIMIENTO DE LA SEÑALIZACION	UND	2.5	3.22	8.05	
4.0	BACHEO Y TRATAMIENTO DE FISURAS	M2	1.88	16.75	31.41	
					GASTOS DE MANTENIM. POR 0.30 KM	653.39
					MANTENIMIENTO POR K	\$ 2,177.97
					<b>COSTO POR 281.73 KM.</b>	<b>\$ 613,698.78</b>

COSTO DE MANTENIMIENTO PERIODICO					
DESCRIPCION	UND	METRADO	PU	SUB TOTAL	
1.0	<b>PAVIMENTO</b>				
1.03	RECAPEO DE CARPETA	M2	2 400 00	1 85	4 440 00
2.0	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>				
2.01	MANTENIMIENTO DE ALCANTAR	ML	10 1	37 6	379 76
2.02	IMPERMEABILIZACION DE CUNE	ML	300	1 9	570
2.03	MANTENIMIENTO DE ENROCAD	ML	40	24 6	984
3.0	<b>SEÑALIZACION</b>				
3.01	SEÑALIZACION HORIZONTAL	GLB	1	150 56	150 56
GASTOS DE MANTENIM POR 0.30 KI				6 524 32	
<b>TOTAL POR 0,3 KM.</b>				<b>6.524.32</b>	
COSTO POR KM				21.747 73	
<b>COSTO POR 281.73 KM.</b>				<b>\$ 6.111.112.13</b>	

DESCRIPCION		SUB TOTAL
1.00	Costo de Obra	260,761,054.25
2.00	Costos de Mitigación de Impacto ambiental	559,136.25
3.00	Costo de expediente Técnico	30,000.00
4.00	Costo de supervisión	12,000,000.00
5.00	Costo de expropiación y Compensación	3,155,040.00
<b>COSTO TOTAL DE INVERSION</b>		<b>276,505,230.50</b>

## ANEXO A – 3

### Costos de proyecto, Alternativa 2

PRESUPUESTO DE OBRA						
	DESCRIPCION	UND	METRADO	PU	SUB TOTAL	
1.0	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>	KM	0.3	375	112.5	
2.0	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>					
2.01	CORTE EN MATERIAL SUELTO	M3	840	2.2	1,848.00	
2.01	RELLENO DE MATERIAL SUELTO	M3	350	10	3,500.00	
2.03	ELIMINACION DE MATERIAL SUELTO	M3	1,008.00	3.51	3,538.08	
3.0	<b>PAYIMENTO</b>					
3.01	SUB RASANTE	M2	2,400.00	2.1	5,040.00	
3.02	BASE GRANULAR E=0,20	M2	2,400.00	5.12	12,288.00	
3.03	TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN SOLUCION B	M2	2,400.00	4.73	11,352.00	
4.0	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>					
4.01	ALCANTARILLA	ML	10.1	722.56	7,297.86	
4.02	REVESTIMIENTO DE CUNETAS	ML	300	15.51	4,653.00	
4.03	GAVIONES PARA DEFENZAS RIBEREÑAS	ML	40	1,105.32	44,212.80	
4.04	MURO DE CONCRETO ARMADO	ML	40	1,960.78	78,431.20	
5.0	<b>SEÑALIZACION</b>					
5.01	SEÑALIZACION VERTICAL	UND	2.5	152.12	380.3	
					COSTOS DIRECTOS	172,653.74
					G. G. y UTILIDAD 25%	43,163.43
<b>SUB TOTAL</b>					<b>215,817.17</b>	
IGV 19%					41,005.26	
<b>TOTAL POR 0,3 KI</b>					<b>\$ 256,822.43</b>	
COSTO POR KM					\$ 856,074.77	
<b>COSTO DE 281.73</b>					<b>\$ 241,181,946.17</b>	

COSTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO					
	DESCRIPCION	UND	METRADO	PU	SUB TOTAL
1.0	MANTENIMIENTO RUTINARIO DE SUPERF	KM	0.3	1,779.58	533.87
2.0	LIMPIEZA DE ALCANTARILLA	ML	10.1	15.34	154.93
3.0	MANTENIMIENTO DE LA SEÑALIZACION	UND	2.5	3.22	8.05
4.0	BACHEO Y TRATAMIENTO DE FISURAS	M2	1.88	21.56	40.43
GASTOS DE MANTENIM. POR 0.30 KM.					737.28
MANTENIMIENTO POR KM					\$ 2,457.61
<b>COSTO POR 281.73 KM.</b>					<b>\$ 692,382.47</b>

MANTENIMIENTO PERIODICO					
	DESCRIPCION	UND	METRADO	PU	SUB TOTAL
<b>1.0</b>	<b>PAVIMENTO</b>				
1 03	RECAPEO DE CARPETA	M2	2 400 00	2 56	6 144 00
<b>2.0</b>	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>				
2 01	MANTENIMIENTO DE ALCANTARIL	MIL	10 1	37 6	379 76
2 02	IMPERMEABILIZACION DE CUNET	MIL	300	1 9	570
2 03	MANTENIMIENTO DE GAVIONES	MIL	40	36 6	1 464 00
<b>3.0</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				
3 01	SEÑALIZACION HORIZONTAL	GLB	1	150 56	150 56
					GASTOS DE MANTENIM POR 0 30 KM 8 708 32
					<b>TOTAL POR 0,3 KM. \$ 8,708.32</b>
					COSTO POR KM \$ 29 027 73
					<b>COSTO POR 281.73 KM. \$ 8,177,983.31</b>

DESCRIPCION		SUB TOTAL
1.00	Costo de Obra	241.181.946,17
2.00	Costos de Mitigación de Impacto ambiental	502.124,25
3.00	Costo de expediente Técnico	30.000,00
4.00	Costo de supervisión	12.000.000,00
5.00	Costo de expropiación y Compensación	3.155.040,00
<b>COSTO TOTAL DE INVERSION</b>		<b>256.869.110,42</b>

## ANEXO A – 4

### Costo de Operación Vehicular, Sin Proyecto

Tipo de Vehículo	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>TRAFICO NORMAL</b>											
Automóvil	616.9	616.9	616.9	641.6	641.6	641.6	641.6	666.3	666.3	666.3	666.3
Camioneta Pick Up	3529	3556	3609	3636	3662	3716	3743	3796	3823	3876	3903
Camioneta Rural	1337	1363	1363	1390	1390	1417	1417	1444	1444	1470	1470
Micro	762.9	762.9	762.9	762.9	817.4	817.4	817.4	817.4	817.4	817.4	817.4
Ómnibus	1465	1465	1524	1524	1524	1524	1582	1582	1582	1582	1641
Camion2E	1954	1954	2032	2032	2032	2032	2110	2110	2110	2110	2188
Camion3Ey4E	1696	1696	1696	1795	1795	1795	1795	1795	1795	1895	1895
<b>TOTAL</b>	<b>11360</b>	<b>11413</b>	<b>11603</b>	<b>11781</b>	<b>11862</b>	<b>11943</b>	<b>12106</b>	<b>12211</b>	<b>12238</b>	<b>12418</b>	<b>12581</b>

## ANEXO A – 5

### Costo de Operación Vehicular, Alternativa 1

Tipo de Vehículo	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

<b>TRAFICO NORMAL</b>											
Automóvil	0	565.5	565.5	588.1	588.1	588.1	588.1	610.8	610.8	610.8	610.8
Camioneta Pick Up	0	3282	3331	3356	3381	3430	3455	3504	3529	3578	3603
Camioneta Rural	0	1259	1259	1283	1283	1308	1308	1333	1333	1357	1357
Micro	0	676.6	676.6	676.6	724.9	724.9	724.9	724.9	724.9	724.9	724.9
Ómnibus	0	1362	1417	1417	1417	1417	1471	1471	1471	1471	1526
Camion2E	0	1491	1551	1551	1551	1551	1610	1610	1610	1610	1670
Camion3Ey4E	0	1381	1381	1462	1462	1462	1462	1462	1462	1543	1543
<b>Parcial</b>		<b>10017</b>	<b>10180</b>	<b>10333</b>	<b>10406</b>	<b>10480</b>	<b>10619</b>	<b>10716</b>	<b>10741</b>	<b>10896</b>	<b>11035</b>
<b>TRAFICO GENERADO</b>											
Automóvil	0	90.48	90.48	90.48	90.48	90.48	90.48	90.48	90.48	90.48	90.48
Camioneta Pick Up	0	493.5	493.5	505.9	505.9	518.2	518.2	530.6	530.6	530.6	542.9
Camioneta Rural	0	185.1	185.1	185.1	197.4	197.4	197.4	197.4	197.4	197.4	209.8
Micro	0	96.65	96.65	96.65	96.65	96.65	96.65	120.8	120.8	120.8	120.8
Ómnibus	0	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218
Camion2E	0	238.5	238.5	238.5	238.5	238.5	238.5	238.5	238.5	238.5	238.5
Camion3Ey4E	0	203.1	203.1	203.1	203.1	203.1	203.1	203.1	243.7	243.7	243.7
<b>Parcial</b>		<b>1525</b>	<b>1525</b>	<b>1538</b>	<b>1550</b>	<b>1562</b>	<b>1562</b>	<b>1599</b>	<b>1639</b>	<b>1639</b>	<b>1664</b>
<b>TRAFICO DESVIADO</b>											
Automóvil	0	271.5	271.5	271.5	282.8	282.8	282.8	294.1	294.1	294.1	294.1
Camioneta Pick Up	0	271.5	271.5	271.5	283.8	283.8	283.8	283.8	296.1	296.1	296.1
Camioneta Rural	0	61.69	61.69	61.69	61.69	61.69	61.69	61.69	61.69	61.69	61.69
Micro	0	96.65	96.65	96.65	96.65	96.65	96.65	96.65	96.65	96.65	96.65
Ómnibus	0	762.9	762.9	790.2	790.2	790.2	790.2	817.4	817.4	817.4	844.7
Camion2E	0	894.5	894.5	924.4	924.4	924.4	954.2	954.2	954.2	984	984
Camion3Ey4E	0	1706	1706	1746	1746	1787	1787	1828	1828	1868	1868
<b>Parcial</b>		<b>4064</b>	<b>4064</b>	<b>4162</b>	<b>4186</b>	<b>4226</b>	<b>4256</b>	<b>4335</b>	<b>4348</b>	<b>4418</b>	<b>4445</b>

<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>15607</b>	<b>15770</b>	<b>16033</b>	<b>16142</b>	<b>16269</b>	<b>16438</b>	<b>16650</b>	<b>16728</b>	<b>16954</b>	<b>17144</b>
--------------	----------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

## ANEXO A – 6

### Costo de Operación Vehicular, Alternativa 2

Tipo de Vehículo	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b><u>TRAFICO NORMAL</u></b>											
Automóvil	0	565.5	565.5	588.1	588.1	588.1	588.1	610.8	610.8	610.8	610.8
Camioneta Pick Up	0	3282	3331	3356	3381	3430	3455	3504	3529	3578	3603
Camioneta Rural	0	1259	1259	1283	1283	1308	1308	1333	1333	1357	1357
Micro	0	676.6	676.6	676.6	724.9	724.9	724.9	724.9	724.9	724.9	724.9
Ómnibus	0	1362	1417	1417	1417	1417	1471	1471	1471	1471	1526
Camion2E	0	1491	1551	1551	1551	1551	1610	1610	1610	1610	1670
Camion3Ey4E	0	1381	1381	1462	1462	1462	1462	1462	1462	1543	1543
<b>Parcial</b>		<b>10017</b>	<b>10180</b>	<b>10333</b>	<b>10406</b>	<b>10480</b>	<b>10619</b>	<b>10716</b>	<b>10741</b>	<b>10896</b>	<b>11035</b>
<b><u>TRAFICO GENERADO</u></b>											
Automóvil	0	90.48	90.48	90.48	90.48	90.48	90.48	90.48	90.48	90.48	90.48
Camioneta Pick Up	0	493.5	493.5	505.9	505.9	518.2	518.2	530.6	530.6	530.6	542.9
Camioneta Rural	0	185.1	185.1	185.1	197.4	197.4	197.4	197.4	197.4	197.4	209.8
Micro	0	96.65	96.65	96.65	96.65	96.65	96.65	120.8	120.8	120.8	120.8
Ómnibus	0	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218
Camion2E	0	238.5	238.5	238.5	238.5	238.5	238.5	238.5	238.5	238.5	238.5
Camion3Ey4E	0	203.1	203.1	203.1	203.1	203.1	203.1	203.1	243.7	243.7	243.7
<b>Parcial</b>		<b>1525</b>	<b>1525</b>	<b>1538</b>	<b>1550</b>	<b>1562</b>	<b>1562</b>	<b>1599</b>	<b>1639</b>	<b>1639</b>	<b>1664</b>
<b><u>TRAFICO DESVIADO</u></b>											
Automóvil	0	271.5	271.5	271.5	282.8	282.8	282.8	294.1	294.1	294.1	294.1
Camioneta Pick Up	0	271.5	271.5	271.5	283.8	283.8	283.8	283.8	296.1	296.1	296.1
Camioneta Rural	0	61.69	61.69	61.69	61.69	61.69	61.69	61.69	61.69	61.69	61.69
Micro	0	96.65	96.65	96.65	96.65	96.65	96.65	96.65	96.65	96.65	96.65
Ómnibus	0	762.9	762.9	790.2	790.2	790.2	790.2	817.4	817.4	817.4	844.7
Camion2E	0	894.5	894.5	924.4	924.4	924.4	954.2	954.2	954.2	984	984
Camion3Ey4E	0	1706	1706	1746	1746	1787	1787	1828	1828	1868	1868
<b>Parcial</b>		<b>4064</b>	<b>4064</b>	<b>4162</b>	<b>4186</b>	<b>4226</b>	<b>4256</b>	<b>4335</b>	<b>4348</b>	<b>4418</b>	<b>4445</b>
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>15607</b>	<b>15770</b>	<b>16033</b>	<b>16142</b>	<b>16269</b>	<b>16438</b>	<b>16650</b>	<b>16728</b>	<b>16954</b>	<b>17144</b>

## ANEXO A – 7

### Evaluación Alternativa 1

AÑO	INVERSION	COSTO OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	BENEFICIOS	FLUJO NETO
2008	207522.82			-207.522.82
2009		460.2	6.932.67	6.472.47
2010		460.2	6.822.65	6.362.45
2011		460.20	6.969.69	6509.49
2012		4595.24	7.110.55	2.515.31
2013		460.2	7.170.70	6.710.50
2014		460.20	7.141.91	6681.71
2015		460.2	7.324.42	6.864.22
2016		4595.24	7.457.57	2.862.33
2017		460.20	7.399.48	6939.28
2018	-20752.28	460.2	7.492.53	27.784.61

VAN (dólares) -149108.37

TIR -12.25%

B/C 0.38

## ANEXO A – 8

### Evaluación Alternativa 2

AÑO	INVERSION	COSTO OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	BENEFICIOS	FLUJO NETO
2008	202926.6			-202.926.60
2009		519.29	6.932.67	6.413.39
2010		519.29	6.822.65	6.303.37
2011		6,652.77	6.969.69	316.92
2012		519.29	7.110.55	6.591.27
2013		519.29	7,170.70	6.651.42
2014		6,652.77	7,141.91	489.14
2015		519.29	7,324.42	6.805.13
2016		519.29	7,457.57	6.938.29
2017		6,652.77	7,399.48	746.71
2018	-20292.66	519.29	7,492.53	27.265.90

VAN (dólares) -150511.19

TIR -13.50%

B/C 0.34

## **ANEXO B**

## ANEXO B – 1

### Revisión de elementos de curvas de la Carretera Actual

<b>Clasificación:</b>	Tercer Orden	<b>IMD:</b>	288 Veh/Día
<b>Orografía:</b>	Tipo III	<b>Velocidad Directriz:</b>	30 km/hr
<b>Radio mínimo:</b>	30.00 mts.		

Curva	Sentido	Elemento de Curva					Verificación de Radio
		PI		Angulo de deflexión	Longitud de curvatura	Radio de curvatura	
		N	E				
C - 1	Izquierda	10648.36	5585.71	20°39'57''	27.95	77.50	Cumple
C - 2	Derecha	10754.79	5716.30	09°4'31''	14.13	89.21	Cumple
C - 3	Izquierda	10750.02	5525.29	24°19'54''	40.78	96.03	Cumple
C - 4	Derecha	10904.05	5670.89	25°51'35''	52.85	117.11	Cumple
C - 5	Derecha	10897.16	5645.67	42°37'12''	67.66	90.96	Cumple

## ANEXO B – 2

### Revisión de longitudes de tangentes entre curvas en trazo existente.

<b>Clasificación:</b>	Tercer Orden	<b>IMD:</b>	288 Veh/Dia		
<b>Orografía:</b>	Tipo III	<b>Velocidad Directriz:</b>	30 km/hr		
<b>Radio mínimo:</b>	30.00 mts.				
Tangente	Sentido	Longitud de tangente	Longitud mínima	Longitud máxima	Verificación
1 - 2	Reversa	40.50	42.00	500.00	No cumple
2 - 3	Reversa	46.81	42.00	500.00	Cumple
3 - 4	Reversa	22.29	42.00	500.00	No cumple

## ANEXO B – 3

### Verificación de Pendientes trazo actual.

**Clasificación:** Tercer Orden **IMD:** 288 Veh/Dia  
**Orografía:** Tipo III **Velocidad Directriz:** 30 km/hr  
**Radio mínimo:** 30.00 mts. **Pendiente Máxima:** 8.00%

Tramo	Longitud Horizontal			Longitud Vertical			Pendiente	Verificación de Pendiente
	Prog. Inic.	Prog. Final	Long. Horiz.	Cota Inic.	Cota Final	Long. Vert.		
1.00	58+200	58+210	10.00	112.34	112.81	0.47	4.70	Cumple
2.00	58+210	58+220.	10.00	112.81	113.45	0.64	6.40	Cumple
3.00	58+220	58+230	10.00	113.45	114.21	0.76	7.60	Cumple
4.00	58+230	58+240	10.00	114.21	114.99	0.78	7.80	Cumple
5.00	58+240	58+250	10.00	114.99	115.40	0.41	4.10	Cumple
6.00	58+250	58+260	10.00	115.40	115.82	0.42	4.20	Cumple
7.00	58+260	58+270	10.00	115.82	116.49	0.67	6.70	Cumple
8.00	58+270	58+280	10.00	116.49	116.81	0.32	3.20	Cumple
9.00	58+280	58+290	10.00	116.81	117.15	0.34	3.40	Cumple
10.00	58+290	58+300	10.00	117.15	117.53	0.38	3.80	Cumple
11.00	58+300	58+320	20.00	117.53	118.37	0.84	4.20	Cumple
12.00	58+320	58+340	20.00	118.37	119.05	0.68	3.40	Cumple
13.00	58+340	58+360	20.00	119.05	119.55	0.50	2.50	Cumple
14.00	58+360	58+370	10.00	119.55	119.69	0.14	1.40	Cumple
15.00	58+370	58+380	10.00	119.69	119.84	0.15	1.50	Cumple
16.00	58+380	58+400	20.00	119.84	120.30	0.46	2.30	Cumple
17.00	58+400	58+410	10.00	120.30	120.65	0.35	3.50	Cumple
18.00	58+410	58+420	10.00	120.65	121.04	0.39	3.90	Cumple
19.00	58+420	58+430	10.00	121.04	121.48	0.44	4.40	Cumple
20.00	58+430	58+440	10.00	121.48	121.70	0.22	2.20	Cumple
21.00	58+440	58+450	10.00	121.70	121.92	0.22	2.20	Cumple
22.00	58+450	58+460	10.00	121.92	122.00	0.08	0.00	Cumple
23.00	58+460	58+470	10.00	122.00	122.00	0.00	0.00	Cumple
24.00	58+470	58+480	10.00	122.00	122.00	0.00	0.00	Cumple
25.00	58+480	58+490	10.00	122.00	122.00	0.00	0.00	Cumple
26.00	58+490	58+500	10.00	122.00	122.00	0.00	0.00	Cumple

## ANEXO B – 4

### Revisión de elementos de curvas del nuevo trazo

<b>Clasificación:</b>	Segundo Orden	<b>IMD:</b>	584 Veh/Día	
<b>Orografía:</b>	Tipo III	<b>Velocidad Directriz:</b>	50 km/hr	
<b>Radio mínimo:</b>	85.00 mts.			

Curva	Sentido	Elemento de Curva					Verificación de Radio
		PI		Angulo de deflexión	Longitud de curvatura	Radio de curvatura	
		N	E				
C - 1	Izquierda	10645.84	5573.89	22°22'20"	33.198	85.00	Cumple
C - 5	Derecha	10901.25	5640.38	76°42'40"	117.82	88.00	Cumple

## ANEXO B – 5

### Revisión de longitudes de tangentes entre curvas del nuevo trazo

**Clasificación:** Segundo Orden **IMD:** 584 Veh/Dia

**Orografía:** Tipo III **Velocidad Directriz:** 50 km/hr

**Radio minimo:** 85.00 mts.

---

Tangente	Sentido	Longitud de tangente	Longitud minima	Longitud maxima	Verificacion
1 - 2	Reversa	199.32	69.00	835.00	Cumple

**ANEXO B - 6**

**GUARDAVIAS**

<b>PROGRESIVA DESDE</b>	<b>LONGITUD (m)</b>	<b>VIGAS (Und)</b>	<b>POSTES (Und)</b>	<b>TERMINALES (Und)</b>	<b>CAPTAFAROS (Und)</b>	<b>FOTO</b>
58+253.33	35.44	9	10	2	10	
58+486.25	110.32	29	30	2	30	

**SEÑALES**

<b>PROGRESIVA</b>	<b>TIPO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CODIGO DE SEÑAL</b>	<b>FOTO</b>
58+205.32	PREVENTIVA	CURVA A LA IZQUIERDA	P-2B	
58+298.55	REGULADORA	MANTENGA SU DERECHA	R-15	
58+372.54	PREVENTIVA	CURVA A LA DERECHA	P-2A	
58+393.73	PREVENTIVA	ZONA URBANA	P-56	
58+414.39	PREVENTIVA	CURVA A LA DERECHA	P-2A	
58+489.85	REGULADORA	MANTENGA SU DERECHA	R-15	
58+553.33	PREVENTIVA	ZONA URBANA	P-56	
58+692.95	PREVENTIVA	CURVA A LA IZQUIERDA	P-2B	

## **ANEXO C**

ANEXO C-1  
PLANTILLA DE METRADOS

Tramo	Prop. Inc.	Prop. Fin.	PROGRESIVA INICIAL		PROGRESIVA FINAL		MOVIMIENTO DE TIERRA		INDUSTRIAS Y BARRIO				SANEAMIENTO Y SEGURIDAD VIAL						
			Cota Real	Cota Ras.	Dist. Horz.	Cota Real	Cota Ras.	Dist. Horz.	Explotaciones	Elevación de	Subbase	Pavimento	Solubacion	Sanitarizacion	Puentes	Techas	Guarnición		
								Litros	Metros	Granular	Asfáltico	Variada	de Alcantarilla	de Alcantarilla	de Alcantarilla	de Alcantarilla	de Alcantarilla		
1.00	56+200	56+210	118.18	112.34	0.95	119.08	112.34	0.95	72.50	248.16	207.79	10.50	10.50	3.50	4.00	3.32	8.00		
2.00	56+210	56+220	119.06	112.81	0.95	119.30	112.81	0.91	74.30	280.03	312.04	10.50	10.50	3.50	4.00	3.32	8.00		
3.00	56+220	56+230	118.30	113.45	0.91	117.06	113.45	0.73	73.20	290.94	313.12	10.50	10.50	3.50	4.00	3.32	8.00		
4.00	56+230	56+240	117.06	114.21	0.73	117.84	114.21	0.95	71.40	295.84	307.00	10.50	10.50	3.50	4.00	3.32	8.00		
5.00	56+240	56+250	117.84	114.89	0.95	118.25	114.89	0.31	69.30	238.21	283.45	10.50	10.50	3.50	4.00	3.32	8.00		
6.00	56+250	56+260	118.25	115.40	0.31	119.05	115.40	0.29	68.00	245.94	295.01	10.50	10.50	3.50	4.00	1.68	8.00	3.00	
7.00	56+260	56+270	119.05	115.82	0.29	119.74	115.82	0.37	68.30	299.01	322.82	10.50	10.50	3.50	4.00	8.00	10.00	6.00	
8.00	56+270	56+280	118.74	116.49	0.37	120.14	116.49	0.53	66.50	284.28	317.13	10.50	10.50	3.50	4.00	8.00	10.00	6.00	
9.00	56+280	56+290	120.14	116.81	0.53	120.00	116.81	0.50	70.15	253.19	300.63	10.50	10.50	3.50	4.00	2.33	8.00	1.00	
10.00	56+290	56+300	120.00	117.15	0.50	120.38	117.15	0.74	71.20	240.85	286.14	10.50	10.50	3.50	4.00	3.32	8.00		
11.00	56+300	56+320	120.38	117.53	0.74	121.22	117.53	1.44	151.80	545.38	854.48	21.00	21.00	7.00	8.00	6.64	12.00		
12.00	56+320	56+340	121.22	118.37	1.44	122.20	118.37	3.42	178.80	645.52	774.83	21.00	21.00	7.00	8.00	6.64	12.00		
13.00	56+340	56+360	122.20	119.05	3.42	122.40	119.05	6.70	231.20	800.40	980.48	21.00	21.00	7.00	8.00	6.64	12.00		
14.00	56+360	56+370	122.40	119.05	6.70	122.54	119.05	8.75	142.25	439.87	527.84	10.50	10.50	3.50	4.00	3.32	8.00		
15.00	56+370	56+380	122.54	119.89	8.75	123.09	119.89	10.80	182.75	533.09	636.71	10.50	10.50	3.50	4.00	3.32	8.00		
16.00	56+380	56+400	123.09	119.84	10.80	123.84	119.84	13.31	371.10	1357.13	1828.59	21.00	21.00	7.00	8.00	6.64	12.00		
17.00	56+400	56+410	123.84	120.30	13.31	123.85	120.30	13.77	200.40	722.86	887.47	10.50	10.50	3.50	4.00	3.32	8.00		
18.00	56+410	56+420	123.85	120.85	13.77	124.37	120.85	11.71	182.40	697.90	837.48	10.50	10.50	3.50	4.00	3.32	8.00		
19.00	56+420	56+430	124.37	121.04	11.71	124.88	121.04	9.61	171.80	639.99	787.82	10.50	10.50	3.50	4.00	3.32	8.00		
20.00	56+430	56+440	124.88	121.48	9.61	125.01	121.48	8.85	148.30	531.43	637.72	10.50	10.50	3.50	4.00	3.32	8.00		
21.00	56+440	56+450	125.01	121.70	8.85	125.03	121.70	2.87	113.10	369.98	479.88	10.50	10.50	3.50	4.00	3.32	8.00		
22.00	56+450	56+460	125.03	121.92	2.87	121.85	121.92	0.84	84.05	152.28	162.71	10.50	10.50	3.50	4.00	3.32	8.00		
23.00	56+460	56+470	121.85	122.00	0.84	121.85	122.00	0.03	68.35	14.10	16.82	10.50	10.50	3.50	4.00	3.32	8.00		
24.00	56+470	56+480	121.85	122.00	0.03	121.85	122.00	0.85	68.40	14.24	17.08	10.50	10.50	3.50	4.00	3.32	8.00		
25.00	56+480	56+490	121.85	122.00	0.85	121.85	122.00	1.41	70.30	13.20	15.85	10.50	10.50	3.50	4.00	0.33	8.00	6.00	
26.00	56+490	56+500	121.85	122.00	1.41	121.85	122.00	1.50	79.55	12.57	15.08	10.50	10.50	3.50	4.00	8.00	10.00		
27.00	56+500	Indefinida										2.00						58.00	
Resultados									31448.00	109561.11	12084.83	318.00	318.00	108.00	120.00	84.00	180.00	181.00	77.00

**ANEXO C - 2**

**ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS**

T.C. 2.92

**01.01 Movilización y desmovilización de recursos**

Dia

<b>Rendimiento</b>		<b>EQ</b>			
				0.00	
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$.</b>	<b>Parcial \$.</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Peon	hh	10.000	8.00	2.542	203.39
					203.39
<b>Equipos</b>					
Camion	Dia		10.00	36.67	366.67
Combustible D-2	Gln		80.00	3.32	265.91
					632.58
<b>TOTAL</b>				<b>Costo unitario directo por Unidad</b>	<b>835.97</b>

**01.02 Topografía y Georeferenciacion**

MI

<b>Rendimiento</b>		<b>EQ</b>			
				1,200.00	
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$.</b>	<b>Parcial \$.</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Operario	hh	1.000	0.007	5.349	0.04
Oficial	hh	2.000	0.007	3.178	0.04
					0.08
<b>Materiales</b>					
Cal	Kg.		0.07	0.42	0.03
					0.03
<b>Equipos</b>					
Etacion Total	hm		0.01	10.63	0.07
Miras	hm		0.01	42.02	0.28
EPP	%MO		3.00%	0.08	0.00
Herramientas	%MO		3.00%	0.08	0.00
					0.36
<b>TOTAL</b>				<b>Costo unitario directo por Unidad</b>	<b>0.46</b>

**01.03 Campamento y Obras Provisionales**

Glb

<b>Rendimiento</b>		<b>EQ</b>			
				1,800.00	
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$.</b>	<b>Parcial \$.</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Operario	hh	2.000	0.004	5.349	0.05
Oficial	hh	2.000	0.004	3.178	0.03
					0.08
<b>Materiales</b>					
Madera Tomillo	P2		500.40	2.52	1,261.51
Triplay Lupuna	Pi		18.00	54.62	983.19
Cerrajería	Und		3.00	35.00	105.00
Clavos con cabeza	kg.		17.40	3.78	65.80
Puerta de Madera	Und		3.00	90.00	270.00
Ventana	Und		3.00	65.00	195.00
					2,880.50
<b>Equipos</b>					
EPP	%MO		3.00%	0.08	0.00
Herramientas	%MO		3.00%	0.08	0.00
					0.00
<b>TOTAL</b>				<b>Costo unitario directo por Unidad</b>	<b>2,880.58</b>

**02.01 Desbroce y Limpieza**

m2

<b>Rendimiento</b>		<b>EQ</b>			
				2,800.00	
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$.</b>	<b>Parcial \$.</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Operario	hh	1.000	0.003	5.349	0.02
Peon	hh	6.000	0.003	2.542	0.04
					0.06
<b>Equipos</b>					
Motoniveladora	hm		0.00	130.50	0.37
EPP	%MO		3.00%	0.06	0.00
Herramientas	%MO		3.00%	0.06	0.00
					0.38
<b>TOTAL</b>				<b>Costo unitario directo por Unidad</b>	<b>0.44</b>

**02.02 Explanaciones para Excavaciones**

m3

<b>Rendimiento</b>		<b>EQ</b>			
				450.00	
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$.</b>	<b>Parcial \$.</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Operario	hh	1.000	0.018	5.349	0.10
Oficial	hh	1.000	0.018	3.178	0.06
Peon	hh	2.000	0.018	2.542	0.09

					0.24
<b>Equipos</b>					
Tractor de Orugas	hm		0.02	93.28	1.66
EPP	%MO		3.00%	0.24	0.01
Herramientas	%MO		3.00%	0.24	0.01
					1.67

TOTAL Costo unitario directo por Unidad **1.91**

02.03 Eliminación de Material m3

Rendimiento	360.00	EQ	360.00			
<b>Mano de Obra</b>						
	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$.	Parcial \$.
Operario		hh	1.000	0.022	5.349	0.12
Peon		hh	1.000	0.022	2.542	0.06
						0.18
<b>Equipos</b>						
Volquete de 15 m3		hm		0.02	70.17	1.56
EPP		%MO		3.00%	0.18	0.01
Herramientas		%MO		3.00%	0.18	0.01
						1.57

TOTAL Costo unitario directo por Unidad **1.75**

03.01 Subbase granular Und

Rendimiento	450.00	EQ	450.00			
<b>Mano de Obra</b>						
	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$.	Parcial \$.
Operario		hh	2.000	0.018	5.349	0.19
Oficial		hh	1.000	0.018	3.178	0.06
Peon		hh	6.000	0.018	2.542	0.27
						0.52
<b>Equipos</b>						
Rodillo Liso Vibroapisonadora		hm		0.02	31.68	0.56
Motoniveladora		hm		0.02	124.83	2.22
EPP		%MO		3.00%	0.52	0.02
Herramientas		%MO		3.00%	0.52	0.02
						2.81
<b>Sub-Partidas</b>						
Material Granular de Sub-Base		hm		1.25	6.46	8.07
Transporte de Agua		hm		0.15	4.83	0.73
						8.80

TOTAL Costo unitario directo por Unidad **12.13**

03.02 Base granular Und

Rendimiento	450.00	EQ	450.00			
<b>Mano de Obra</b>						
	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$.	Parcial \$.
Operario		hh	2.000	0.018	5.349	0.19
Oficial		hh	1.000	0.018	3.178	0.06
Peon		hh	6.000	0.018	2.542	0.27
						0.52
<b>Equipos</b>						
Rodillo Liso Vibroapisonadora		hm		0.02	31.68	0.56
Rodillo Neumatico		hm		0.02	23.75	0.42
Motoniveladora		hm		0.02	124.83	2.22
EPP		%MO		3.00%	0.52	0.02
Herramientas		%MO		3.00%	0.52	0.02
						3.24
<b>Sub-Partidas</b>						
Material Granular de Base		hm		1.25	11.53	14.41
Transporte de Agua		hm		0.15	4.83	0.73
						15.13

TOTAL Costo unitario directo por Unidad **18.89**

04.01 Concreto Asfáltico en Caliente m3

<b>Imprimación Bituminosa</b>						
Rendimiento	225.00	EQ	225.00			
<b>Mano de Obra</b>						
	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$.	Parcial \$.
Operario		hh	1.000	0.036	5.349	0.19
Oficial		hh	1.000	0.036	3.178	0.11
Peon		hh	6.000	0.036	2.542	0.54
						0.85
<b>Equipos</b>						
Barredora Mecanica 10 - 20 HP		hm		0.04	11.67	0.41
Tractore de Tiro		hm		0.04	14.74	0.52
Camion Imprimador		hm		0.04	37.09	1.32
EPP		%MO		3.00%	0.85	0.03
Herramientas		%MO		3.00%	0.85	0.03
						2.31
<b>Sub-Partidas</b>						
Material para imprimacion		m3		0.00	200.00	0.60
Transporte de Agua		hm		0.15	4.83	0.73
						1.33

**Carpeta Asfáltica en Caliente**

Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$.	Parcial \$.
<b>Sub-partidas</b>					
Extendido y compactado de mezcla	m3		1.250	3.759	4.70
Preparación de Mezcla Asfáltica	m3		1.25	48.59	60.74
					65.44

<b>TOTAL</b>	<b>Costo unitario directo por Unidad</b>				<b>69.92</b>
--------------	--	--	--	--	--------------

05.01 Señalización Vertical	Und		Cantidad	Precio \$.	Parcial \$.
<b>Subpartidas</b>					
Bases para señales	Und		1.000	361.573	361.57
					361.57
<b>Subpartidas</b>					
Fabricación de Señales	Und		1.00	70.40	70.40
					70.40
<b>Sub-Partidas</b>					
Fabricación de Poste de Concreto	Und		1.00	121.10	121.10
					121.10

<b>TOTAL</b>	<b>Costo unitario directo por Unidad</b>				<b>553.08</b>
--------------	--	--	--	--	---------------

05.02 Señalización Horizontal	m2		Cantidad	Precio \$.	Parcial \$.
<b>Subpartidas</b>					
Señalización Horizontal	m2		1.000	8.576	8.58
					8.58

<b>TOTAL</b>	<b>Costo unitario directo por Unidad</b>				<b>8.58</b>
--------------	--	--	--	--	-------------

5.03.01 Postes Delineadores	Und		Cantidad	Precio \$.	Parcial \$.
<b>Subpartidas</b>					
Postes Delineadores	Und		1.000	15.399	15.40
					15.40

<b>TOTAL</b>	<b>Costo unitario directo por Unidad</b>				<b>15.40</b>
--------------	--	--	--	--	--------------

5.03.02 Tachas Delineadoras	Und		Cantidad	Precio \$.	Parcial \$.
<b>Rendimiento</b>					
	500.00		<b>EQ</b>	500.00	
<b>Mano de Obra</b>					
Operario	hh	1.000	0.016	5.349	0.09
Oficial	hh	1.000	0.016	3.178	0.05
					0.14
<b>Materiales</b>					
Tachas delineadoras	Und		1.00	7.46	7.46
Pegamento Epoxico	Gln		0.01	83.05	0.83
					8.29
<b>Equipos</b>					
EPP	%MO		3.00%	0.14	0.00
Herramientas	%MO		3.00%	0.14	0.00
					0.01

<b>TOTAL</b>	<b>Costo unitario directo por Unidad</b>				<b>8.43</b>
--------------	--	--	--	--	-------------

05.04 Instalación de Guardavías Metálico	Und		Cantidad	Precio \$.	Parcial \$.
<b>Subpartidas</b>					
Bases para guardavías	Und		0.276	10.140	2.79
					2.79
<b>Subpartidas</b>					
Instalación de Guardavías	ml		1.00	78.08	78.08
					78.08

<b>TOTAL</b>	<b>Costo unitario directo por Unidad</b>				<b>80.87</b>
--------------	--	--	--	--	--------------

05.04 Instalación de Captafaros	Und		Cantidad	Precio \$.	Parcial \$.
<b>Rendimiento</b>					
	300.00		<b>EQ</b>	300.00	
<b>Mano de Obra</b>					
Operario	hh	1.000	0.027	5.349	0.14
Oficial	hh	1.000	0.027	3.178	0.08
					0.23
<b>Materiales</b>					
Captafaros	Und		1.00	4.76	4.76
Pernos	Und		1.00	1.52	1.52
					6.28
<b>Equipos</b>					
EPP	%MO		3.00%	0.23	0.01
Herramientas	%MO		3.00%	0.23	0.01
					0.01

<b>TOTAL</b>	<b>Costo unitario directo por Unidad</b>				<b>6.52</b>
--------------	--	--	--	--	-------------

ANEXO C-3  
VALORES REFERENCIALES DETALLADOS POR PARTIDAS

Código	Partida	Unidad	Cantidad	P.Unit US\$	Costo Parcial US\$	Costo Total US\$
<b>1.00</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>					<b>3,856.01</b>
1.01	Movilización y desmovilización de recursos	Glb	1.00	835.97	835.97	
1.02	Topografía y Georeferenciación	ml	300.00	0.46	139.46	
1.03	Campamento y Obras Provisionales	Glb	1.00	2,880.58	2,880.58	
<b>2.00</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					<b>41,677.52</b>
2.01	Desbroce y Limpieza	m2	3,146.00	0.44	1,369.33	
2.02	Explanaciones para Excavaciones	m3	10,054.11	1.91	19,252.29	
2.03	Eliminación de Material	m3	12,064.93	1.75	21,055.90	
<b>3.00</b>	<b>SUBBASES y BASES</b>					<b>9,769.78</b>
3.01	Subbase granular	m3	315.00	12.13	3,820.72	
3.02	Base granular	m3	315.00	18.89	5,949.05	
<b>4.00</b>	<b>PAVIMENTOS ASFALTICOS</b>					<b>7,341.59</b>
4.01	Pavimentos de Concreto Asfáltico Caliente	m3	105.00	69.92	7,341.59	
<b>5.00</b>	<b>SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL</b>					<b>21,141.10</b>
5.01	Señalización Vertical	Und	8.00	553.08	4,424.62	
5.02	Señalización Horizontal	m2	120.00	8.58	1,029.15	
5.03	Delineadores					
5.03.01	Postes Delineadores	Und	84.00	15.40	1,293.52	
5.03.02	Tachas Delineadoras	Und	180.00	8.43	1,517.90	
5.04	Guardavía Metálico	ml	153.00	80.87	12,373.80	
5.05	Captafaro	Und	77.00	6.52	502.12	
	<b>Costo Directo</b>				<b>US\$</b>	<b>83,786.00</b>
	Gastos Generales		14.55%			12,188.35
	Utilidad		15.00%			12,567.90
	<b>Total Costo Directo + Indirecto</b>					<b>108,542.25</b>
	IGV		19.00%			20,623.03
	<b>Total Costo (DOLARES AMERICANOS)</b>				<b>US\$</b>	<b>129,165.28</b>

**ANEXO C - 3****ANALISIS DE GASTOS GENERALES**

<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO MENSUAL (US\$)</b>	<b>FACTOR</b>	<b>TIEMPO (MESES)</b>	<b>PARCIAL</b>
<b>DE OBRA</b>					
Ingeniero Residente de Obra	1.00	1,864.41	1.42	1.70	4,500.68
Ingeniero de Seguridad	1.00	677.97	1.42	1.70	1,636.61
Ingeniero de Campo	1.00	847.46	1.42	1.70	2,045.76
Camioneta	1.00	305.08	1.00	1.70	518.64
Combustible D-2	1.00	220.98	1.00	1.70	375.66
Comunicaciones	1.00	30.00	1.00	1.70	51.00
<b>DE OFICINA</b>					
Logística	1.00	800.00	1.00	1.70	1,360.00
Contabilidad	1.00	1,000.00	1.00	1.70	1,700.00

**TOTAL G.G. DIRECTOS****US \$ 12,188.35**

**ANEXO C - 4**  
**CALCULO DE LA FORMULA POLINOMICA**

Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.	I.U.= 47	I.U.= 53	I.U.= 48	I.U.= 49	I.U.= 39
MO.	CAPATAZ	hm	9,87	14,26	140,75	140,75	0,00	0,00	0,00	0,00
	PEON	hm	493,86	9,60	4.738,14	4.738,14	0,00	0,00	0,00	0,00
	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hm	592,39	14,00	8.293,46	8.293,46	0,00	0,00	0,00	0,00
MT.	PETROLEO DIESEL #2	gln	2.111,45	9,62	20.845,58	0,00	20.845,58	0,00	0,00	0,00
EQ.	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			396,06	0,00	0,00	0,00	0,00	396,06
	CAMION VOLQUETE 15 M3	hm	98,73	182,29	17.997,40	0,00	0,00	17.997,49	0,00	0,00
	CAMION CISTERNA 6/2 (AGUA) 178-210 HP 3000 gl	hm	98,73	113,95	11.250,28	0,00	0,00	11.250,28	0,00	0,00
	TRACTOR D-7	hm	98,73	210,36	20.770,82	0,00	0,00	20.770,82	0,00	0,00
	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-165 HP 3 yd3	hm	98,73	128,70	12.708,55	0,00	0,00	0,00	12.708,55	0,00
	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12 t	hm	98,73	45,04	4.446,80	0,00	0,00	0,00	4.446,80	0,00
	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	98,73	122,10	12.054,83	0,00	0,00	0,00	12.054,93	0,00
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>113.741,86</b>	<b>13.173,35</b>	<b>20.945,58</b>	<b>50.018,59</b>	<b>29.208,28</b>	<b>396,06</b>
<b>GASTOS GENERALES VARIABLES</b>					<b>76.735,08</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>76.735,08</b>
<b>UTILIDAD</b>					<b>6.824,51</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>6.824,51</b>
<b>SUB-TOTAL</b>					<b>197.301,45</b>	<b>13.173,35</b>	<b>20.945,58</b>	<b>50.018,59</b>	<b>29.208,28</b>	<b>83.955,65</b>
<b>COEFICIENTE</b>						<b>0,067</b>	<b>0,106</b>	<b>0,401</b>		<b>0,426</b>
<b>% DE PARTICIPACION</b>						<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>63,13%</b>	<b>36,87%</b>	<b>100,00%</b>

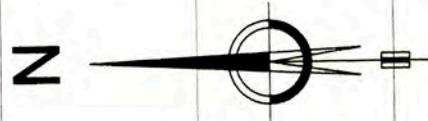
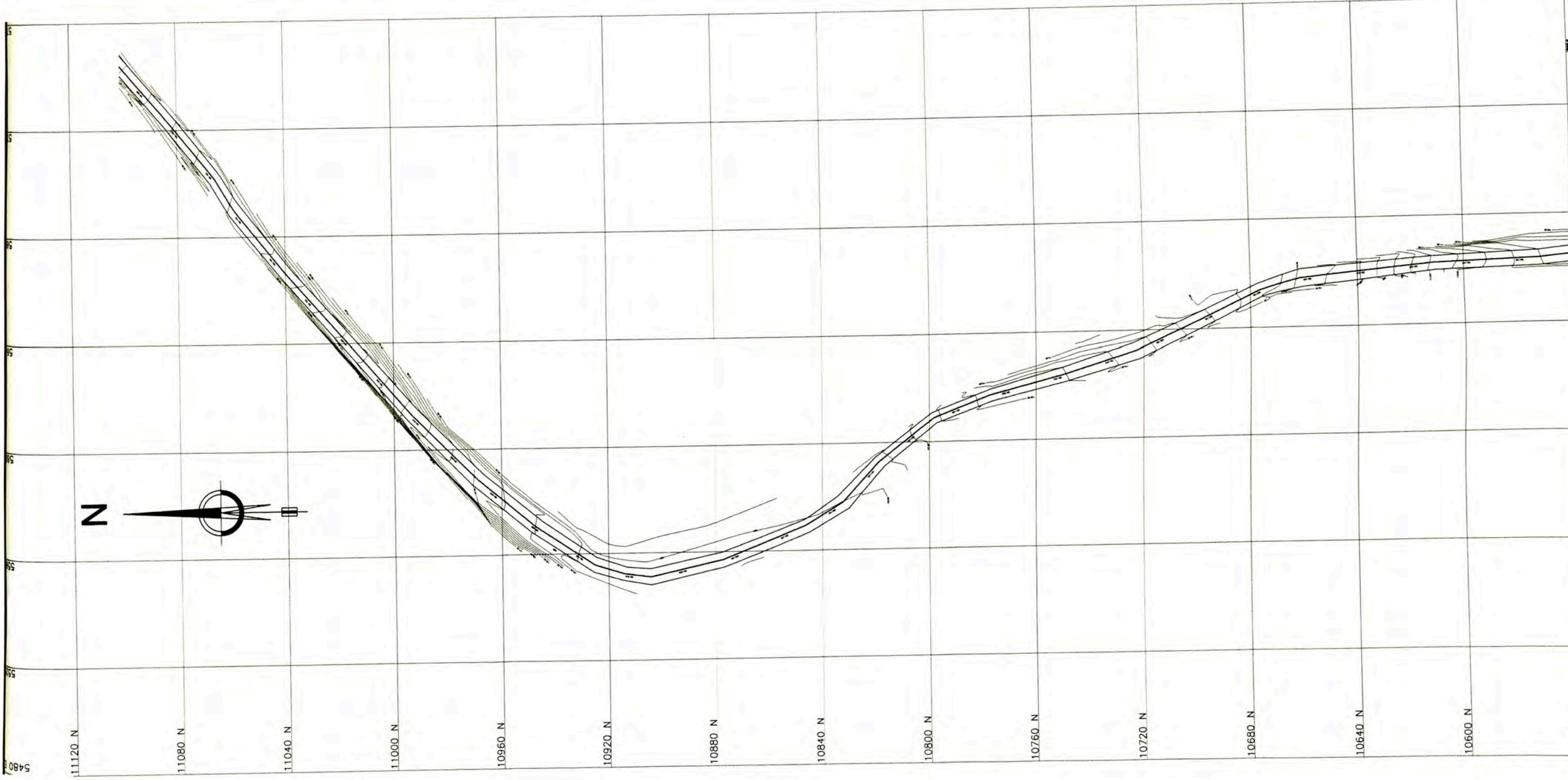
## FORMULA POLINOMICA

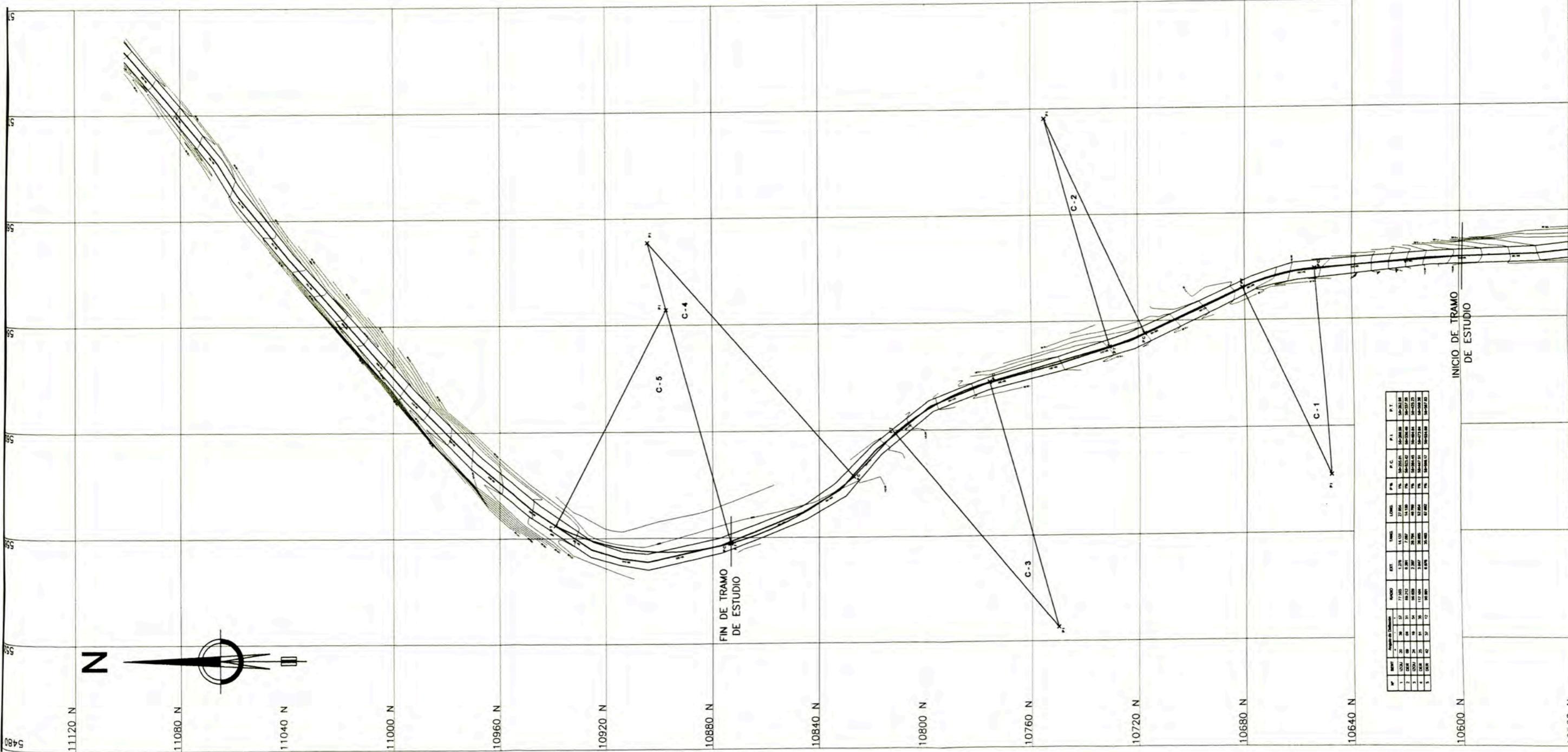
$$K = 0.067 \left( \frac{MO_r}{MO_0} \right) + 0.106 \left( \frac{PE_r}{PE_0} \right) + 0.401 \left( 0.631 \frac{EN_r}{EN_0} + 0.369 \frac{EI_r}{EI_0} \right) + 0.426 \left( \frac{I_r}{I_0} \right)$$

	Coeficiente	% de Part.	Simbolo	I.U.	Descripcion
01	0,0670	100,000	MO	47	MANO DE OBRA
02	0,1060	100,000	PE	53	PETROLEO DIESEL
03	0,4010	0,631	EN	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL
		0,369	EI	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO
04	0,4260	100,000	I	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

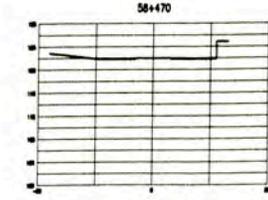
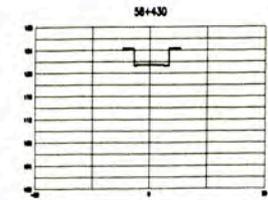
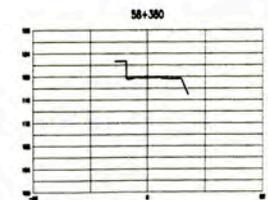
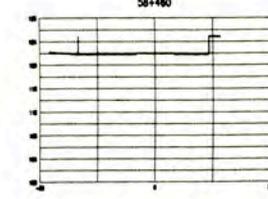
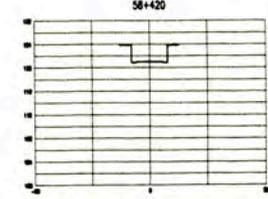
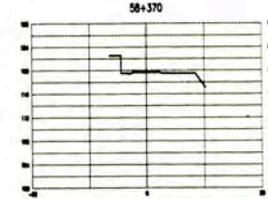
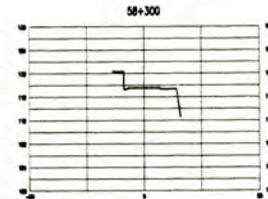
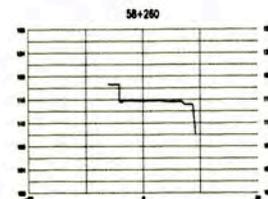
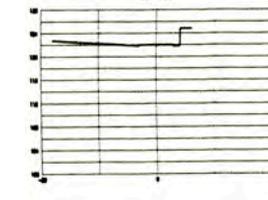
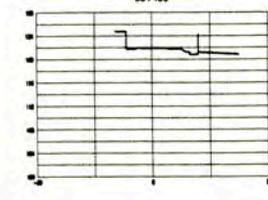
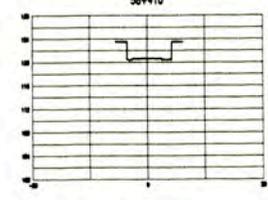
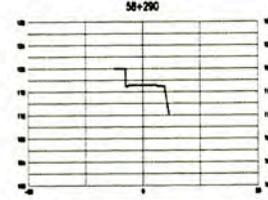
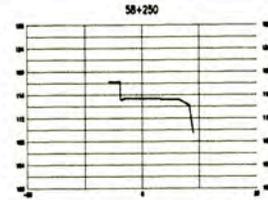
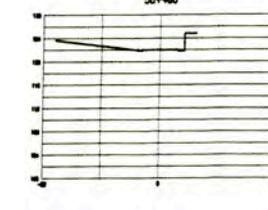
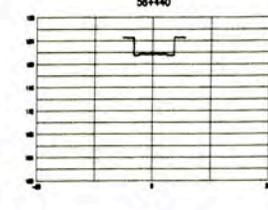
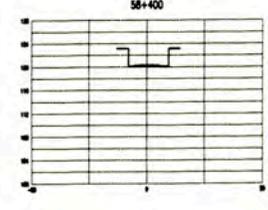
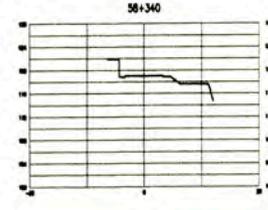
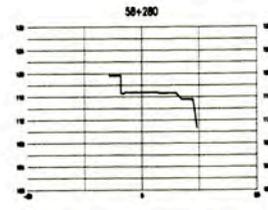
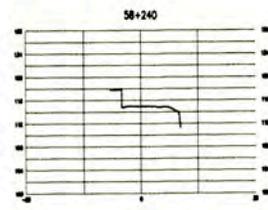
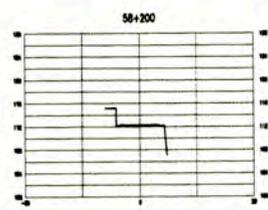


# PLANOS





ST	ESTACION	ALICATA	EST	TRAMO	L. TRAMO	P. V.	P. C.	P. T.
1	10720	11000	11000	27.000	14.136	1%	10720.000	11000.000
2	10720	11000	11000	27.000	14.136	1%	10720.000	11000.000
3	10720	11000	11000	27.000	14.136	1%	10720.000	11000.000
4	10720	11000	11000	27.000	14.136	1%	10720.000	11000.000
5	10720	11000	11000	27.000	14.136	1%	10720.000	11000.000



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

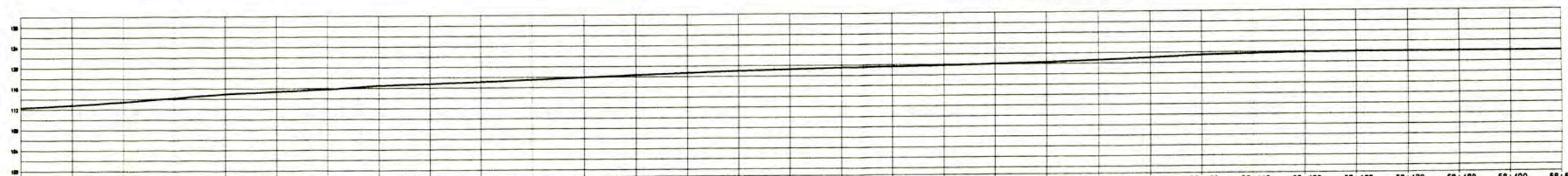
TITULACION PROFESIONAL 2008  
MODALIDAD ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS  
PROYECTO DE VIALIDAD

TRAZO VIAL, SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL

PLANO I  
SECCIONES TRANSVERSALES  
Km 58+200 - Km 58+500

BACHILLER: DAVID MANUEL VERGARA NOAIN  
CODIGO LINE: 19992614 - H ESCALA: 1/2,000 FECHA: NOV. 2008 GRUPO: 5

PLANO IV  
P-03



ESTACADO	58+200	58+210	58+220	58+230	58+240	58+250	58+260	58+270	58+280	58+290	58+300	58+320	58+340	58+360	58+370	58+380	58+400	58+410	58+420	58+430	58+440	58+450	58+460	58+470	58+480	58+490	58+500
PENDIENTE		4.70 %	6.40 %	7.60 %	7.80 %	4.10 %	4.20 %	6.70 %	3.20 %	3.40 %	3.80 %	4.20 %	3.40 %	2.50 %	1.40 %	1.50 %	2.30 %	3.50 %	3.90 %	4.40 %	2.20 %	2.20 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %
DISTANCIA PARCIAL		10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	20.00	20.00	10.00	10.00	20.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
DISTANCIA ACUMULADA	0.00	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00	60.00	70.00	80.00	90.00	100.00	120.00	140.00	160.00	170.00	180.00	200.00	210.00	220.00	230.00	240.00	250.00	260.00	270.00	280.00	290.00	300.00
COTA TERRENO	112.34	112.81	113.45	114.21	114.99	115.40	115.82	116.49	116.81	117.51	117.53	118.37	119.05	119.55	119.88	119.94	120.30	120.85	121.04	121.46	121.70	121.92	122.00	122.00	122.00	122.00	122.00



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

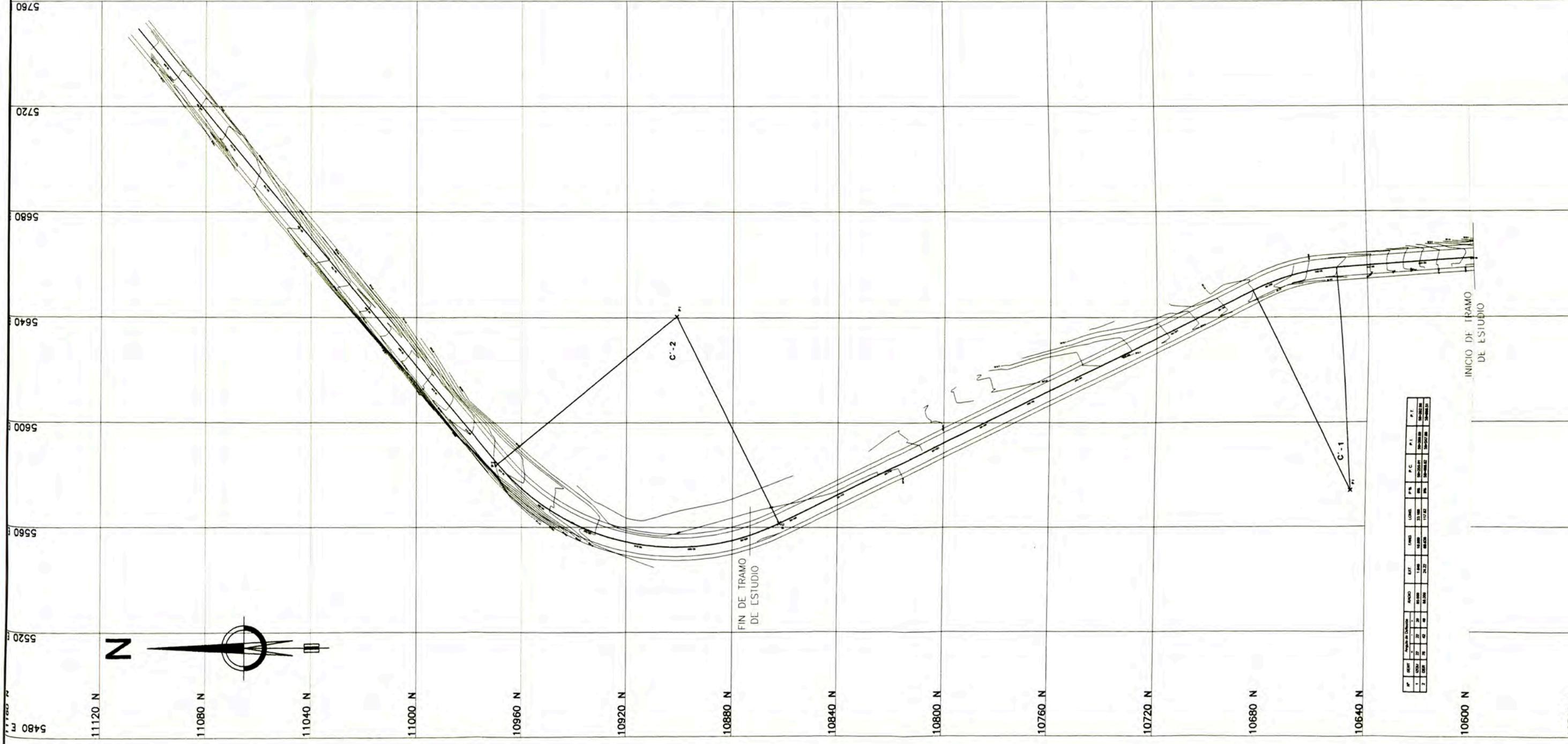
TITULACION PROFESIONAL 2008  
MODALIDAD ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS  
PROYECTO DE VIALIDAD

TRAZO VIAL, SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL

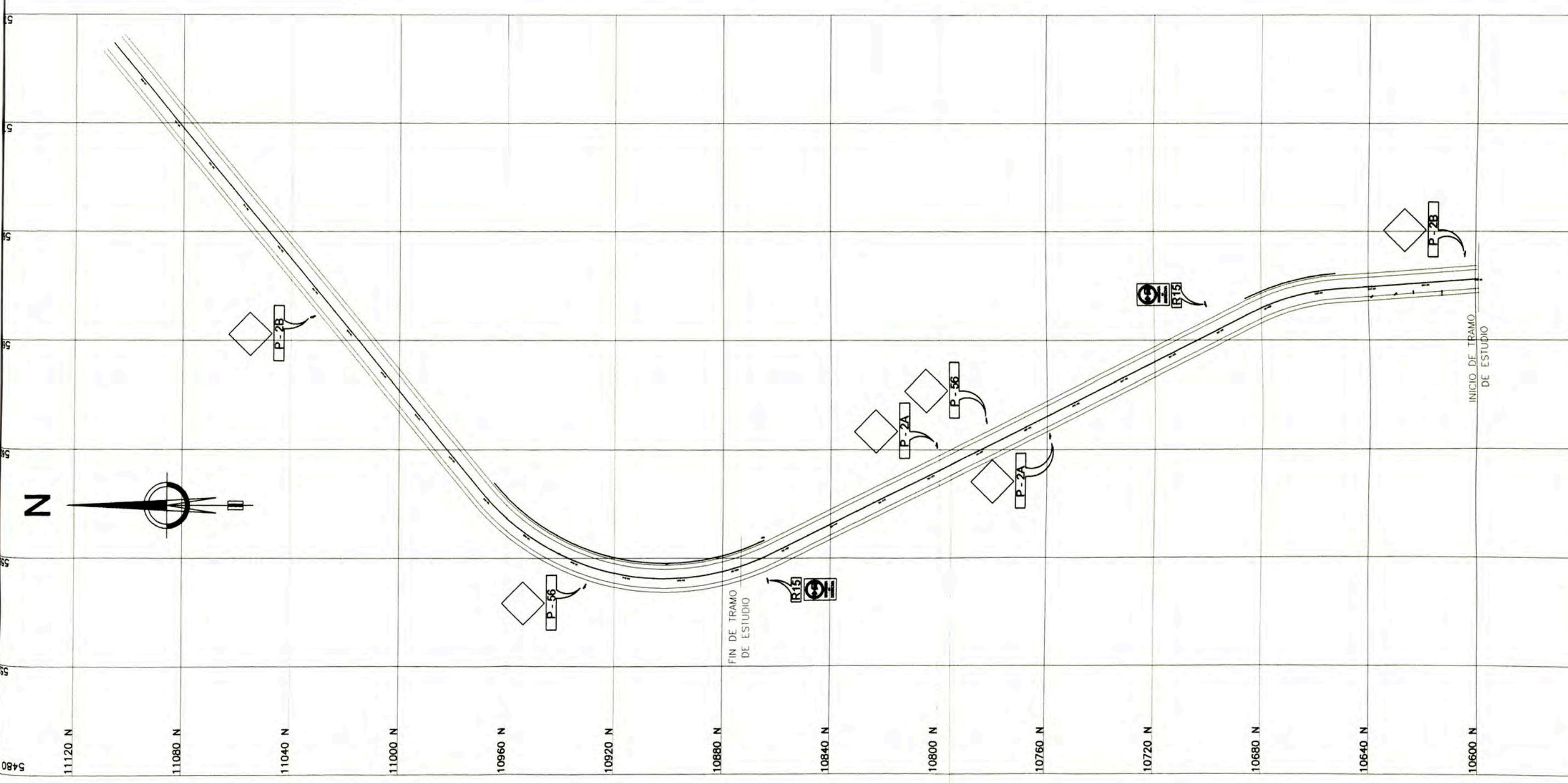
PLANO :  
PERFIL LONGITUDINAL  
Km 58+200 - Km 58+500

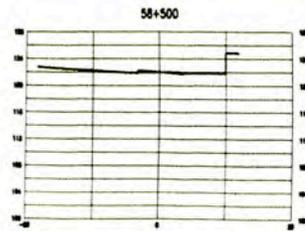
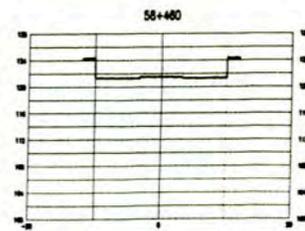
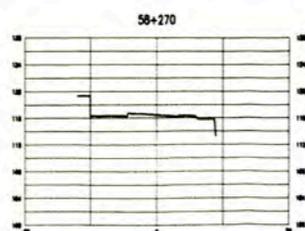
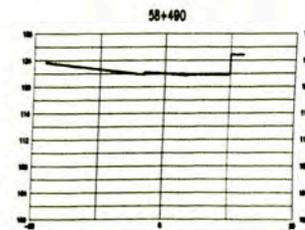
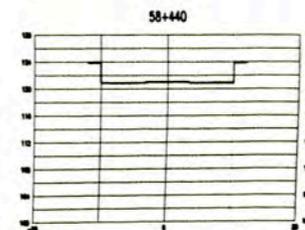
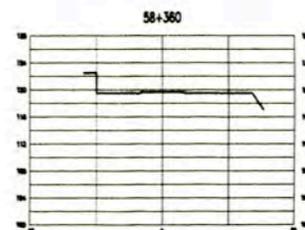
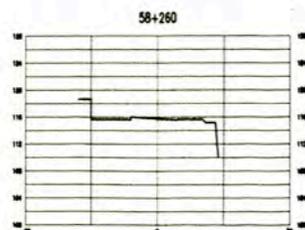
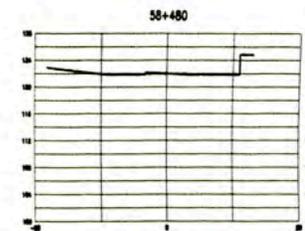
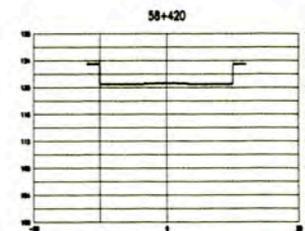
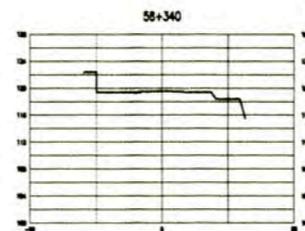
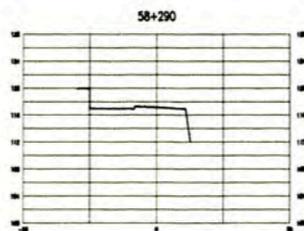
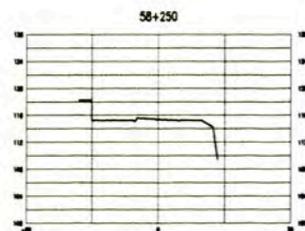
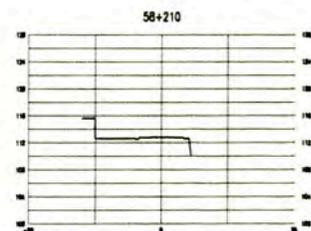
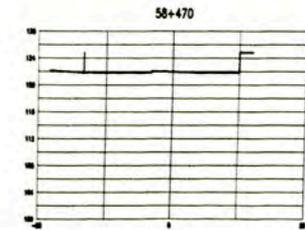
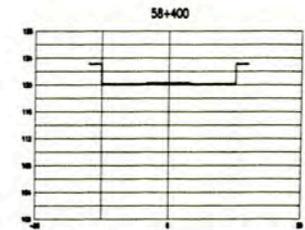
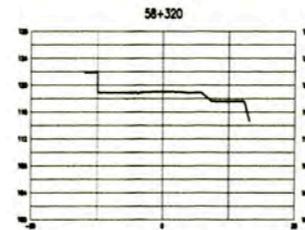
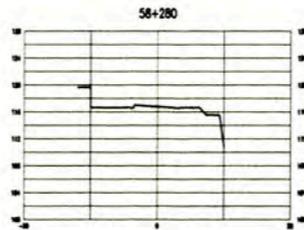
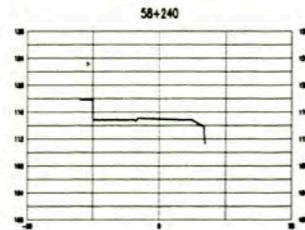
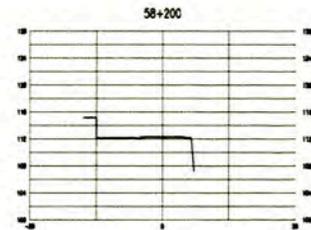
BACHILLER: DAVID MANUEL VERGARA NOAIN  
CODIGO LINE: 19992614 - H  
ESCALA: 1/2,000  
FECHA: NOV. 2008  
GRUPO: 5

PLANO N°  
**P-04**



Nº	DESCRIPCIÓN	ANCHO	ESTR.	PAVO.	LONG.	Á. PL.	Á. C.	Á. T.
1	ACERQUE	2.00	20.000	1.000	13.000	33.000	117.000	30.000
2	SEÑALIZACIÓN	0.50	20.000	20.000	10.000	10.000	10.000	10.000
3	OTROS	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
TOTAL			40.000	40.000	33.000	53.000	137.000	40.000





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TITULACION PROFESIONAL 2008  
MODALIDAD ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS  
PROYECTO DE VIALIDAD

TRAZO VIAL, SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL

PLANO I  
SECCIONES TRANSVERSALES  
Km 58+200 - Km 58+500

BOQUILLA: DAVID MANUEL VERGARA NOAIN  
CODIGO LINE: 19992814 - H  
ESCALA: 1/2,000  
FECHA: NOV. 2008  
GRUPO: 5

PLANO II  
P-07