

**MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA CARRETERA CA-5 NORTE, TRAMO III: LA BARCA - PIMIENTA ( 23.00 Km )**

**CONCRETO ASFÁLTICO CONVENCIONAL DOS CAPAS**

**ESTIMADO DE CANTIDADES Y PRESUPUESTO PARA CUATRO CARRILES**

**CUADRO RESUMEN DE COSTOS**

29 jul 16, V7

<b>No.</b>	<b>CONCEPTO DE OBRA</b>	<b>TOTAL L</b>	<b>TOTAL US\$</b>
1.00	ACTIVIDADES PRELIMINARES	3,225,155.04	141,319.67
2.00	MOVIMIENTO DE TERRACERÍAS PARA AMPLIACIÓN	127,183,553.00	5,572,921.96
3.00	PAVIMENTO CONCRETO ASFÁLTICO	337,014,431.48	14,767,279.89
4.00	OBRAS DE DRENAJE MENOR	47,613,297.19	2,086,316.85
5.00	ESTRUCTURAS DE CAJAS	11,466,900.27	502,456.01
6.00	ESTRUCTURAS DE PUENTES	104,629,206.79	4,584,636.85
7.00	PUENTES PEATONALES METÁLICOS	14,989,951.56	656,828.88
8.00	MISCELÁNEOS	90,747,752.25	3,976,380.04
9.00	SEÑALIZACION HORIZONTAL Y VERTICAL	18,683,507.12	818,672.89
10.00	INTERCAMBIO PASO A DESNIVEL CORREDOR TURÍSTICO-CORREDOR LOGÍSTICO (LA BARCA, ESTACIÓN 192+500)	88,441,104.23	3,875,307.46
11.00	OBRAS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL	15,588,669.04	683,063.45
12.00	PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL A EJECUTARSE POR EL CONTRATISTA	5,673,909.79	248,619.07
	<b>A) TOTAL NETO DE OBRAS</b>	<b>865,257,437.76</b>	<b>37,913,802.99</b>
13.00	B) Más Administración Delegada (6%)	51,915,446.27	2,274,828.18
14.00	C) Más Cláusula Escalatoria (8%)	73,373,830.72	3,215,090.49
	<b>D) TOTAL DE CONTRUCCIÓN</b>	<b>990,546,714.75</b>	<b>43,403,721.67</b>
15.00	E) Más Supervisión 6%	59,432,802.88	2,604,223.30
	<b>TOTAL DE CONSTRUCCIÓN MAS SUPERVISIÓN (A+B+C+D+E)</b>	<b>1,049,979,517.63</b>	<b>46,007,944.97</b>
<b>16.00</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DEL REASENTAMIENTO</b>	<b>52,489,910.00</b>	<b>2,300,000.00</b>
17.00	PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL A CARGO DEL ORGANISMO EJECUTOR	1,189,000.00	52,099.54
	<b>GRAN MONTO TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>1,103,658,427.63</b>	<b>48,360,044.50</b>

Tasa cambio del 31 de mayo del 2016/Banco Central de Honduras : 1US\$ = L 22.8217

## ÍNDICE

<b>TOMO 1. RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>4</b>
1.1. ANTECEDENTES CONTRACTUALES .....	4
1.2. OBJETIVO GENERAL DEL ESTUDIO .....	4
1.3. UBICACIÓN DEL PROYECTO .....	5
1.4. ESTADO ACTUAL DE LA CARRETERA .....	6
1.5. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....	10
1.5.1. OBRAS DE SEGURIDAD VIAL DISEÑADAS .....	11
1.6. DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL .....	18
1.7. ANÁLISIS DE SEGURIDAD VIAL .....	25
1.8. ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO .....	30
1.8.1. ESTUDIO GEOLÓGICO .....	30
1.8.2. ESTUDIO GEOTÉCNICO .....	31
1.8.3. BANCOS DE MATERIALES .....	32
1.9. ESTUDIOS Y DISEÑO DE PAVIMENTO .....	36
1.9.1. ESTUDIO DE INGENIERÍA DE TRÁFICO .....	36
1.9.2. RESULTADOS DE CONTEO VOLUMÉTRICO .....	37
1.9.2.1. Estación Caracol .....	37
1.9.2.2. Estación La Barca .....	38
1.9.2.3. Tasa de crecimiento vehicular anual .....	41
1.10. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO .....	43
1.10.1. METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ASFÁLTICO .....	43
• SECCIÓN A: De Estación 192+230 a Estación 204+800 .....	44
1.10.2. METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93 .....	44
1.10.3. RECOMENDACIONES .....	46
 <b>ALTERNATIVA DE BASE GRANULAR DENSA .....</b>	 <b>50</b>
1.11. ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO .....	54
1.11.1. ANÁLISIS HIDROLÓGICO .....	54
1.11.2. ANÁLISIS Y REVISIÓN HIDRÁULICA .....	55
1.11.2.1. Puentes y Cajas .....	55
1.11.3. REVISIÓN HIDRÁULICA ALCANTARILLAS .....	59
1.11.4. ESTRUCTURAS MAYORES (PUENTES Y CAJAS) .....	59
1.11.5. NORMAS DE DISEÑO PARA PUENTES .....	60
1.12. ESTUDIO Y EVALUACIÓN AMBIENTAL .....	64
1.12.1. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES .....	65
1.12.2. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL .....	65
1.13. ESTUDIO Y EVALUACIÓN SOCIAL .....	68
1.13.1. PRINCIPIOS DEL PLAN DE GESTIÓN SOCIAL .....	68
1.13.2. EVALUACIÓN DE LAS AFECTACIONES .....	69
1.13.2.1. Marco Normativo del Plan Gestión Social .....	70
1.13.2.2. Resultados del estudio y evaluación social .....	71
1.14. PRESUPUESTO DEL PROYECTO .....	73

1.15.	PROGRAMAS DE TRABAJO.....	75
1.15.1.	PROGRAMA DE TRABAJO ESTIMADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS.....	75
1.16.	EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	78

## ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1.	Estructuras de Drenaje Mayor.....	11
Tabla 2.	Retornos diseñados .....	11
Tabla 3.	Puentes peatonales y bahías para estacionamiento .....	12
Tabla 4.	Barrera Metálica .....	14
Tabla 5.	Cuneta revestida .....	16
Tabla 6	Normas de Diseño Geométrico SIECA 2004-RICAM .....	18
Tabla 7	Estructura geológica entre la Est. 192+230 a Est.204+800 .....	30
Tabla 8	Rocas volcánicas observadas en el tramo.....	30
Tabla 9	Listado de ensayos de laboratorio realizados .....	31
Tabla 10	Volumen de materiales de préstamo en banco para terraplén y agregados del proyecto.....	33
Tabla 11	Detalle de Estaciones de Conteo .....	36
Tabla 12	Factor de Expansión por tipo de vehículo .....	37
Tabla 13	Tránsito Promedio Diario Estación Caracol ambos sentidos .....	38
Tabla 14	Tránsito Promedio Diario Estación La Barca ambos sentidos .....	39
Tabla 15	Tránsito promedio diario obtenido de los datos de conteo del Lic. Roberto Burgos proyectado para el año 2016 y los datos de CINSA del año 2016.....	40
Tabla 16	Tasas de crecimiento anual de tránsito para 20 años .....	41
Tabla 17	Resumen de Parámetros de Diseño y cálculo del Número Estructural.....	44
Tabla 18	Resumen de parámetros de Diseño .....	45
Tabla 19	Capa de material recomendado .....	46
Tabla 20	Resumen de estructura de pavimento .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 21	Caudales pico estructuras mayores (puentes y cajas).....	55
Tabla 22	Estructuras mayores requeridas.....	60
Tabla 23	Resistencias de Materiales para la Superestructura con vigas de concreto reforzado .....	61
Tabla 24	Resistencias de Materiales para la Superestructura con vigas AASHTO Tipo IV ...	61
Tabla 25	Resistencias de Materiales para los Estribos .....	62
Tabla 26	Resumen Clasificación de Casos .....	69
Tabla 27	Resumen Clasificación de Casos .....	69

## ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1 Detalle de sendero de piedra de sillería.....	13
Ilustración 2 Detalle de Barrera Tipo New Jersey .....	14
Ilustración 3 Detalle Cuenta Revestida.....	16
Ilustración 4 Detalle de sección típica normal de Estación 192+230 a Estación 202+000...	20
Ilustración 5 Detalle de sección típica normal de Estación 202+000 a Estación 204+800...	21
Ilustración 6 Detalle de sección típica normal de Estación 204+800 a Estación 215+230...	22
Ilustración 7 Detalle de sección típica 4 carriles - Transiciones a zona con mediana y puente (Barrera New Jersey) .....	22
Ilustración 8 Sección típica de los puentes nuevos.....	23
Ilustración 9 Ubicación de bancos de materiales en hoja cartográfica.....	34
Ilustración 10 Pavimento Asfáltico .....	46
Ilustración 11 Detalle Concreto Hidráulico .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Ilustración 12 Bordillo de Concreto.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Ilustración 13 Estructura de Pavimento Hidráulico.....	54
Ilustración 14 Intensidad-Duración-Frecuencia .....	54
Ilustración 15 Niveles de la sección de entrada del puente.....	57
Ilustración 16 El perfil hidráulico esperado para el funcionamiento de la estructura propuesta.....	58
Ilustración 17 Hidrograma Qda. La Frescura (con sus afluentes).....	58

## **TOMO 1. RESUMEN EJECUTIVO**

### **1.1. ANTECEDENTES CONTRACTUALES**

El Gobierno de Honduras está solicitando un financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para el Programa de integración Vial Regional II (HO-L1121), parte de estos fondos se destinarán para concluir con la ampliación de dos a cuatro carriles de la Carretera del Corredor Logístico de Tegucigalpa-San Pedro Sula (CA-5 Norte), del tramo III “La Barca – Pimienta” (23.0 Km); ya que el alcance de la Concesión otorgada por el Gobierno de la República a la Empresa Concesionaria Vial Honduras para la conservación de este corredor, incluye únicamente para esta Sección III la ejecución de labores de mantenimiento, considerando que el tramo ya estaría construida a cuatro carriles al momento de otorgarles dicha Concesión. Por ello la ejecución de la ampliación de dos a cuatro carriles es prioritaria para cumplir con los compromisos con la Concesionaria y lograr la continuidad de la vía, la fluidez del tránsito y los estándares de calidad de dicho Corredor, que es la principal arteria vial para el desarrollo social, económico y político de Honduras, pues conecta a la ciudad capital, Tegucigalpa, con la ciudad industrial, San Pedro Sula.

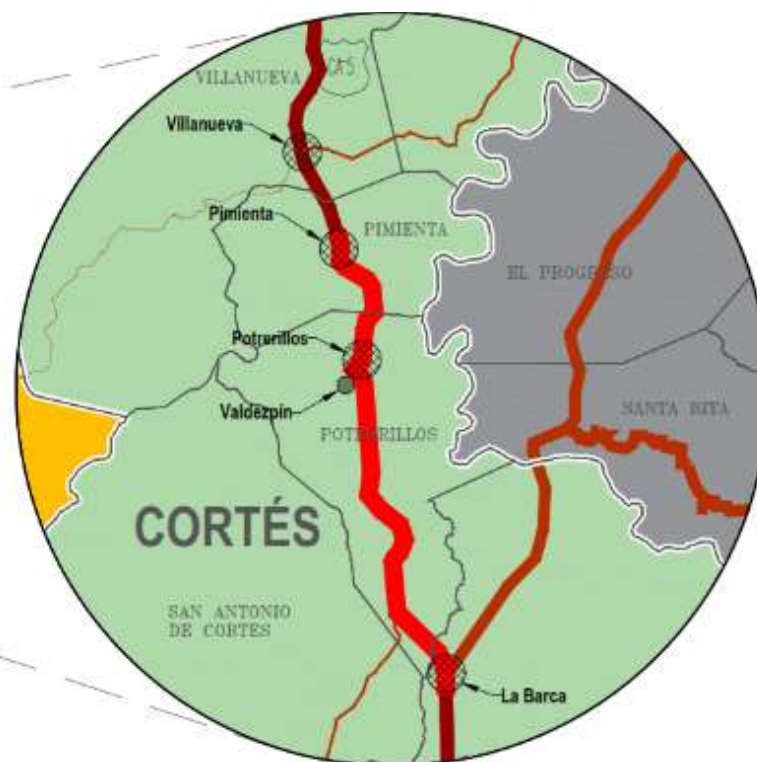
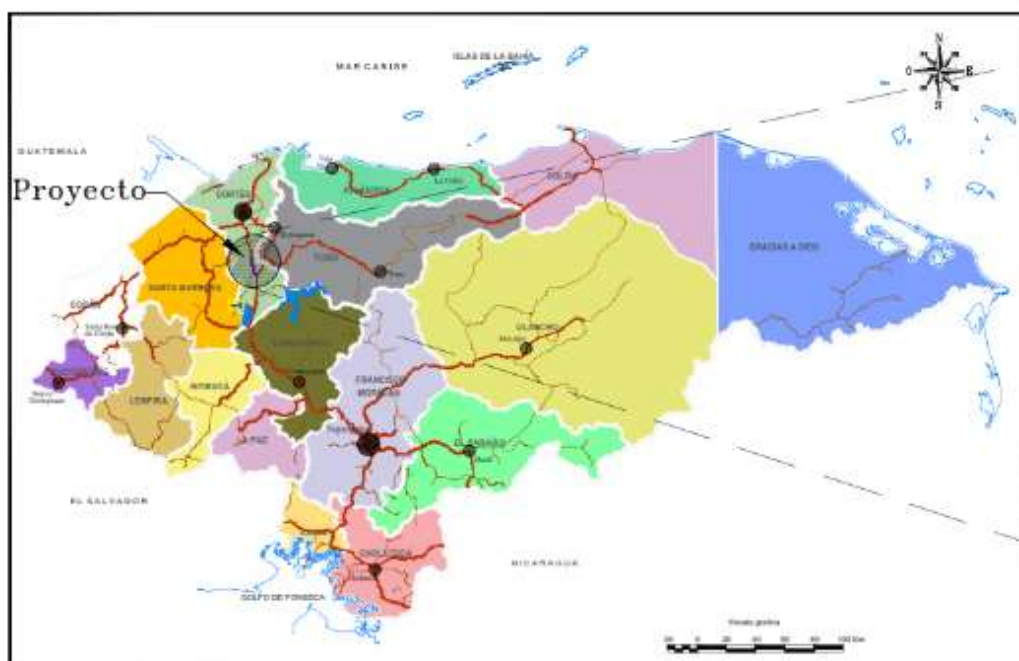
El presente estudio se desarrolla a nivel de Mejoramiento y Ampliación, de la carretera CA-5 Norte, Tramo III, La Barca - Pimienta, esto implica actividades que modifican la geometría existente, a fin de obtener una vía con mejores condiciones de transitabilidad, seguridad vial y estética, sin dejar de lado la economía del proyecto.

### **1.2. OBJETIVO GENERAL DEL ESTUDIO**

El objetivo del estudio es el mejoramiento y ampliación de dos a cuatro carriles del tramo La Barca - Pimienta a fin de contribuir con calidad y capacidad de la infraestructura vial, facilitando el acceso de la población y de bienes a los mercados, a través de la reducción de los costos de operación vehicular y los tiempos de viaje de los usuarios.

### 1.3. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto forma parte del Corredor Logístico, inicia con rumbo noreste en la comunidad de La Barca, estación 192+230 y finaliza en el sitio denominado Pimienta estación 215+230, sobre la carretera del Norte, CA-5 y atraviesa los Municipios de Santa Cruz de Yojoa, Pimienta y Potrerillos en el Departamento de Cortés.



## 1.4. ESTADO ACTUAL DE LA CARRETERA

El tramo en estudio inicia en La Barca (Km 192+230) y finaliza en el municipio de Pimienta (Km 215+230), discurre por terreno plano – ondulado y atraviesa los municipios de Santa Cruz de Yojoa y Potrerillos. En su recorrido se encuentran: el puente Río Blanco, el puente Quebrada Caracol, el puente Quebrada Manacal y la caja Quebrada El Zapote; puente de La Integridad sobre el Río Ulúa hasta llegar al municipio de Pimienta.

En el tramo desde La Barca hasta Pimienta, la estructura de la terracería y sub-rasante se construyó originalmente con el terreno natural proveniente de los cortes de los bancos de préstamo ubicados en la cercanía de la vía.

Los espesores originales según lo identificado en campo en la estación 192+230 hasta 204+800 fueron: 25 cm de Sub-base, 25 cm de Base y 8 cm de Carpeta Asfáltica, encontrándose la sub rasante en la mayoría del tramo a una profundidad de 1.20 m de los cuales se ha observado en campo cierta deficiencia debido a la capacidad drenante en las capas de la estructura de pavimento y sumándose a esto el asolvamiento en los drenajes transversales a la línea, obstrucción en los canales de entrada y salida de las alcantarillas, más las condiciones naturales de los suelos por donde cruza la carretera.

Entre las estaciones 204+800 a 212+469 (7.67 Km), la constitución de la estructura de pavimento encontrada fue: 30 cm de Sub-base, 20 cm de Base triturada, 15 cm de Base bituminosa y la superficie de rodadura de Carpeta Asfáltica de 5 cm espesor.

De igual manera se encontró la sub rasante en la mayoría del tramo a una profundidad de 1.20 m de profundidad; de los cuales se ha observado en campo cierta deficiencia debido a la capacidad drenante en las capas de la estructura de pavimento y sumándose a esto el asolvamiento en los drenajes transversales a la línea, obstrucción en los canales de entrada y salida de las alcantarillas, más las condiciones naturales de los suelos por donde cruza la carretera.

También se observó en campo, la aparición de ahuellamientos muy pronunciados entre el Km 192+900 al Km 197+900, los hombros se mantienen desprotegidos y expuestos a desgastes continuos por las lluvias y el tránsito característico en la zona, dejando sin confinamiento la capa de rodadura.



Es importante mencionar que la capa de rodadura a excepción de aquellos sitios que ya mencionamos que presentan ahuellamiento; mantiene las características estructurales, únicamente presentando desnudes de los agregados en las cercanías al Km 204+800 en un tramo aproximado de 100 metros.

El tramo 212+469 a 212+789 (0.32 Km): Se localiza el puente La Integridad, cuya sub-estructura y superestructura son de concreto reforzado y barrera tipo New Jersey como separador de carriles. Cuenta con dos trochas constituidas de dos carriles cada una de ellas.

El tramo entre las estaciones 212+789 a 213+634.10 (0.845 Km): Construcción de dos carriles pavimentados con 5 cm de concreto asfáltico sobre una base bituminosa de 15 cm de espesor, 15 cm de base triturada y 25 cm de sub-base, siendo su sección conformada con carriles de 3.65 m y hombros externos e internos de 1.20 m y 2.90 m respectivamente.

Finalmente, se localiza el tramo 213+634.10 a 215+230 (1.596 km): Construcción de dos carriles pavimentados con 5 cm de concreto asfáltico sobre una base bituminosa de 15 cm de espesor, 15 cm de base triturada y 25 cm de sub-base, siendo su sección conformada con carriles de 3.65 m y hombros externos e internos de 1.00 m y 2.40 m respectivamente.

Entre la estación 204+800 a la estación 215+230 a través de método del PCI se identificó la condición del pavimento existente, considerando la clase, severidad y cantidad de cada daño. Encontrándose los siguientes daños:

Estación 204+800 a 212+469 (Pte. Integridad): Daños del pavimento de tipo agrietamiento en bloque característicos de envejecimiento de pavimento. Esto se encontró en tramos aislados sumando una longitud de 2.5 km con este tipo de daño. El resto del tramo entre la estación 212+769 a la estación 215+230 las condiciones del pavimento presentan condiciones sin daños.



## Estado actual del drenaje transversal y longitudinal

En el recorrido que se llevó a cabo a todo lo largo de la vía en estudio (Km 192+230 a Km 204+800) y específicamente para la inspección visual de los drenajes transversales existentes, pudimos constatar que los diámetros existentes han mantenido el comportamiento adecuado y ajustados a las evacuaciones de las aguas provenientes de las escorrentías superficiales y que son aportadas por las cuencas en estudio para el rediseño de la vía; también se observó la necesidad de sustituir algunas estructuras de tuberías existentes ya que en su mayoría son tuberías metálicas, las cuales ya cumplieron su vida útil, observándose corrosiones y daños por vencimiento de las características de los

materiales, en lo correspondiente a los canales de entrada y salida se observó obstrucción, y debido a las condiciones naturales de los suelos por donde cruza la carretera se vuelve necesario estar ejecutando canalizaciones y limpiezas periódicas con el fin de evitar posibles rebalses en puntos críticos.

De la estación 208+800 a la estación 215+230 las estructuras están constituidas por alcantarillas circulares de concreto reforzada de diámetro de tamaños entre 24 a 72 pulgadas en donde se presentan en un 90% de las alcantarillas están en buen estado, el 10% requieren trabajos de limpieza y canalizaciones debido a su condición de azolvamiento de la misma. Así mismo se encuentran alcantarillas circulares y cajas rectangulares de drenaje presentando buenas condiciones estructurales, sin embargo, se necesitan ampliarlas debido a la sección típica propuesta para el diseño.

# DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

## 1.5. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El presente documento comprende el Informe Final del proyecto, el cual se compone por la descripción de todos los estudios y diseños llevados a cabo para la ampliación de la vía de dos a cuatro carriles entre La Barca y Pimienta. Para ello se aplicaron los criterios de diseño requeridos por los Términos de Referencia, cumpliendo con los estándares de calidad para la construcción de la obra.

El proyecto forma parte del Corredor Logístico, inicia con rumbo noreste en la comunidad de La Barca, estación 192+230 y finaliza en la comunidad de Pimienta, estación 215+230 sobre la carretera CA-5 Norte y atraviesa los Municipios de Santa Cruz de Yojoa y Potrerillos en el Departamento de Cortés. En los 23.00 kilómetros de recorrido su alineamiento discurre sobre terreno plano-ondulado, comunicando zonas cañeras y cultivos de Arundo Donax para generación de biomasa. Asimismo, la carretera conecta varias comunidades, entre las cuales podemos mencionar: El Aguacate, San José del Pinar, El Caracol, Sabanas del Puente, Manacal, Hacienda Santa Inés, La Garroba, Valdezpín y Pimienta.

El proyecto consiste básicamente en el diseño para el mejoramiento y ampliación de 2 a 4 carriles, así como el diseño de las obras requeridas, como son: estructuras de puentes, estructuras de cajas, alcantarillas, obras de protección, puentes peatonales, cajas peatonales, bahías de estacionamiento para buses, retornos, carriles auxiliares para aceleración y desaceleración y el diseño de un paso a desnivel en la comunidad La Barca y la elaboración de un Plan de Gestión Ambiental y Social a implementarse durante la ejecución de las obras.

La ampliación a cuatro carriles, se diseñó haciendo uso del derecho de vía existente, con el propósito de minimizar las afectaciones de propiedades, a excepción de los casos particulares, en donde fue necesario diseñar obras para garantizar la seguridad vial de la carretera, en sitios puntuales de los retornos vehiculares y en el segmento del Puente Manacal a Valdezpín.

La carretera existente tiene en su generalidad características geométricas adecuadas y de acuerdo a las especificaciones que rigen el proyecto, sin embargo, se implementaron cambios tanto en el alineamiento horizontal como en el vertical. En el alineamiento horizontal se realizaron cambios en el Desvío a Río Lindo para mejorar el peralte de la curva, y desde la comunidad de El Zapote se desplazó la línea central hacia el lado derecho para preservar el puente existente en la Quebrada Manacal que está en buen estado, hasta llegar a Pimienta.

En los puentes Río Blanco y Caracol fue necesario elevar la rasante 3.00 y 1.50 metros respectivamente, por las razones que se mencionan en el capítulo del Estudio Hidrológico e Hidráulico. En el sitio denominado La Garroba, también se elevó la rasante aproximadamente 1.00 metro debido a inundaciones en la zona.

A lo largo de su recorrido, la carretera cruza diversos cursos de agua donde se encuentran puentes existentes los cuales en el caso del Río Blanco y Río Caracol será necesario demolerlos para construir en cada sitio dos puentes nuevos paralelos. La Tabla No. 1 muestra las estructuras mayores requeridas:

**Tabla 1. Estructuras de Drenaje Mayor**

No.	Nombre	Estación	Estructura	Tamaño/ Longitud (m)
1	Intercambio Corredor Turístico-Corredor Logístico (La Barca)	192+500	1 Puente	30.00 m
2	Río Blanco	193+719	2 Puentes nuevos	2 luces de 30.00 m
3	Quebrada Caracol	197+967	2 Puentes nuevos	20.00 m
4	Quebrada Manacal	202+816.80	1 Puente nuevo	25.00 m
5	Quebrada Zapote	203+564.10	Caja nueva	2-(6.50x3.00m)
6	Rio Ulúa (Puente La Integridad)	211+649.00	Existente 4 carriles	320.00 m

#### 1.5.1. OBRAS DE SEGURIDAD VIAL DISEÑADAS

##### Retornos a nivel:

Con el propósito de atender a las poblaciones y cumpliendo con las solicitudes y peticiones realizadas en las jornadas de socialización por las autoridades gubernamentales, líderes de patronatos y propietarios de empresas y negocios, se estudiaron los sitios donde es adecuado y necesario diseñar las obras de retornos. En la Tabla 2 se plasman los retornos a nivel diseñados.

**Tabla 2. Retornos diseñados**

No.	Estación	Sitio	Lado
1	194+700	1 Km adelante del Puente Río Blanco	Derecho
2	197+450	El Caracol	Izquierdo
3	199+000	El Higuerito	Derecho
4	200+800	Caracol	Izquierdo
5	202+400	Manacal	Derecho

### Puentes peatonales:

Se diseñaron 7 puentes peatonales metálicos de 22.00 m de longitud en los sitios donde se construirán las bahías para estacionamiento de buses requeridas, para evitar conflictos entre la corriente del tránsito principal y los vehículos de transporte colectivo, los que por la naturaleza de su servicio deben detenerse en su recorrido por la vía, para recoger y bajar pasajeros.

Las bahías tienen una longitud de 30 metros y pueden albergar dos buses hasta de 15 metros simultáneamente y se ubicaron en los focos de generación de demanda como son: centros de actividad económica, comunidades aledañas e intersecciones entre otros, de tal manera que interfieran lo menos posible en el funcionamiento vial. Las bahías diseñadas son en total 24 y se listan en la Tabla 3 mostrada a continuación:

**Tabla 3. Puentes peatonales y bahías para estacionamiento**

No.	Estación de Parada de Buses	Lado	Sitio	Puente Peatonal
1	192+260	Ambos	La Barca	1
2	196+300	Ambos	Desvío a Río Lindo	1
3	197+840	Ambos	El Caracol	1
4a	200+060	Izquierdo	El Higuerito/Caracol Knits	1
4b	200+140	Derecho		
5a	202+600	Izquierdo	Manacal	1
5b	202+900	Derecho		
6	203+880	Ambos	Zapote	1
7	204+420	Ambos	La Garroba	1
8	206+600	Derecho	Potreriillos	-
9	207+720	Ambos	Potreriillos	-
10	207+760	Izquierdo	Potreriillos	-
11	208+620	Derecho	Potreriillos	-
12	208+680	Izquierdo	Potreriillos	-
13	211+500	Ambos	Potreriillos	-
14	213+340	Ambos	Pimienta	-

### Caja de Paso Peatonal:

Para proteger de futuros problemas y accidentes a los pobladores, maestros y alumnos de la Escuela José Trinidad Reyes ubicada en la estación 193+240 al lado derecho de la carretera, se decidió diseñar una caja de paso peatonal de concreto reforzado de 2x2m.

También en la estación 206+628 y 207+752 se diseñaron cajas de paso peatonal con dimensiones de 3.30 x 2.00 m.

### Sendero:

Desde la estación 203+600 (adelante de la Quebrada Zapote) hasta el final del tramo en el sitio denominado Valdezpín, estación 204+800 al lado derecho, se diseñó un sendero para uso de ciclistas, caballistas y peatones, para una longitud total de 1.2 Km.

**Ilustración 1 Detalle de sendero de piedra de sillería**



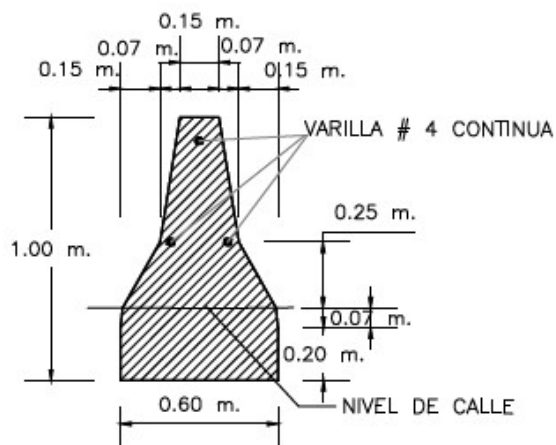
### Aceras:

En toda el área donde se desarrolla el Intercambiador a nivel Corredor Turístico – Corredor Logístico /Paso a Desnivel La Barca) se construirán aceras de concreto de 1.50 m de ancho, así como en las bahías para buses.

### Barrera Tipo New Jersey:

Se ha diseñado una barrera central tipo New Jersey a lo largo de los 12.57 Km de longitud de la Sección A. Además, se ha diseñado una barrera New Jersey para protección de los alumnos, profesores y personas en general en la zona de la Escuela José Trinidad Reyes en el hombro derecho desde la Estación 193+100 a la Estación 193+320, en una longitud de 220 metros. Este tipo de dispositivos (Barrera New Jersey) permite además de proteger las zonas de mayor riesgo para el cruce de personas, brindar seguridad a los conductores ante maniobras inesperadas que puedan ser provocadas por cruces indeseados de personas y de animales, principalmente en las zonas de mayor densidad poblacional y donde las industrias han atraído un mayor número de personas circulando por la vía.

### Ilustración 2 Detalle de Barrera Tipo New Jersey



### Sección B: De Estación 204+800 a Estación 215+230

Se ha incorporado la barrera New Jersey en las transiciones de entrada y salida del Puente Integridad en los siguientes tramos:

ESTACIÓN INICIAL	ESTACIÓN FINAL	LONGITUD (m)
211+500	212+460	960.00
212+795	213+340	545.00
<b>TOTAL</b>		<b>1,505.00</b>

### Barrera metálica:

Se consideró la ubicación de barrera metálica en las zonas donde el relleno tenga una altura mayor de 3.00 m.

Tabla 4. Barrera Metálica

Barrera metálica	Longitud m	Barrera metálica	Longitud m
192+600 -193+060	460.00	204+800-205+080	280
193+330 -193+460 A.L.	260.00	205+670-205+860	190
193+490-193+860 A.L.	740.00	206+100-206+400	300
197+590 -198+400 A.L.	1,620.00	206+600-206+800	200
198+480 - 198+560	80.00	208+660+208+760	100
201+940 - 201+980	40.00	209+990-210+090	100



Barrera metálica	Longitud m	Barrera metálica	Longitud m
202+610 - 202+900	290.00	211+600-211+960	260
200+670 -200+780	110.00	213+400-213+440	40
		213+440-213+700	260
	<b>3,600.00</b>		<b>1,730.00</b>
<b>Longitud total de barrera =</b>		<b>5,330.00</b>	

**Sección B: De Estación 204+800 a Estación 215+230**

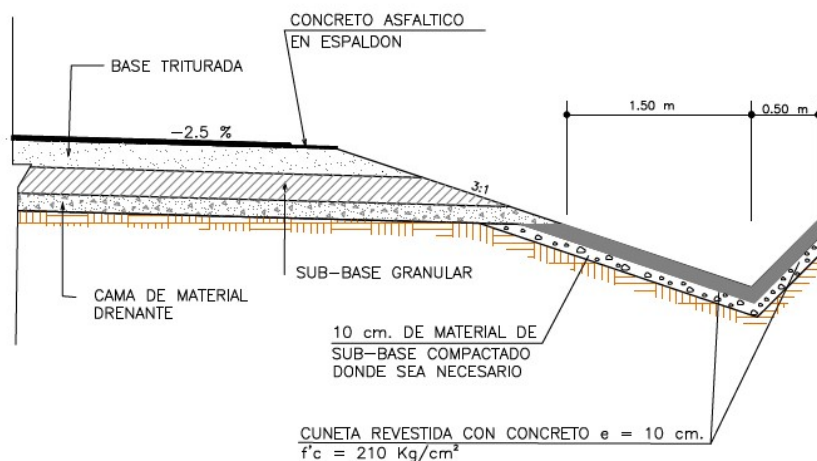
ESTACION INICIAL	ESTACION FINAL	LONGITUD (m)	LADO			LONGITUD TOTAL (m)
			IZQUIERDO	DERECHO	AMBOS	
204+800.00	205+080.00	280.00		X		280.00
205+080.00	205+270.00	190.00				0.00
205+270.00	205+290.00	20.00				0.00
205+290.00	205+340.00	50.00				0.00
205+340.00	205+520.00	180.00				0.00
205+520.00	205+560.00	40.00				0.00
205+560.00	205+650.00	90.00				0.00
205+650.00	205+670.00	20.00				0.00
205+670.00	205+860.00	190.00		X		190.00
205+860.00	205+870.00	10.00				0.00
205+870.00	205+970.00	100.00				0.00
205+970.00	206+100.00	130.00				0.00
206+100.00	206+400.00	300.00		X		300.00
206+400.00	206+400.00	0.00				0.00
206+400.00	206+600.00	200.00				0.00
206+600.00	206+800.00	200.00		X		200.00
206+800.00	208+660.00	1,860.00				0.00
208+660.00	208+760.00	100.00		X		100.00
208+760.00	209+990.00	1,230.00				0.00
209+990.00	210+090.00	100.00		X		100.00
210+090.00	210+190.00	100.00				0.00
210+190.00	211+600.00	1,410.00				0.00
211+600.00	211+860.00	260.00		X		260.00
211+860.00	212+480.00	620.00				0.00
212+480.00	212+580.00	100.00				0.00
212+580.00	213+400.00	820.00				0.00
213+400.00	213+440.00	40.00	X			40.00
213+440.00	213+700.00	260.00		X		260.00
<b>TOTAL</b>						<b>1,730.00</b>

## Cuneta revestida:

Tabla 5. Cuneta revestida

Cuneta revestida	Lado	Longitud m
194+900 – 195+100	Ambos	400.00
195+400 – 195+660	Ambos	520.00
198+600 – 198+800	Izquierda	200.00
199+740 – 200+100	Izquierda	360.00
201+000 – 201+360	Derecha	360.00
204+620 – 204+800	Izquierda	180.00
<b>Longitud total de cunetas revestidas</b>		<b>3,460.00</b>

Ilustración 3 Detalle Cuenta Revestida



## Sección B: De Estación 204+800 a Estación 215+230

Estación Inicial	Estación Final	Longitud (m)
207+780	207+810	30
207+800	207+885	85
208+380	208+397	17
208+620	208+645	25
208+700	208+800	100
211+700	211+760	60
212+100	212+160	60
213+200	213+300	100
<b>TOTAL</b>		<b>477</b>

# DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL.

## 1.6. DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL

La carretera se desarrolla sobre topografías desde plano a ondulado y con el propósito de obtener una carretera con una excelente circulación y con la capacidad adecuada para manejar los volúmenes de tránsito a los que se espera que la misma estará sometida, fue necesario hacer un buen análisis de las características de los alineamientos tanto horizontal como vertical y de proporcionar a la carretera de una adecuada superficie de rodadura.

El proyecto se enmarcó dentro del Memorando de Entendimiento de la Red Internacional de Carreteras Mesoamericanas (RICAM), al Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos y Diseño Geométrico de la SIECA y que corresponden a las de una carretera Troncal Sub-urbana, logrando que el diseño, construcción, mantenimiento y operación se rija por normas y procedimiento de alcance regional, para asegurar su uniformidad, coherencia y funcionalidad.

**Tabla 6 Normas de Diseño Geométrico SIECA 2004-RICAM**

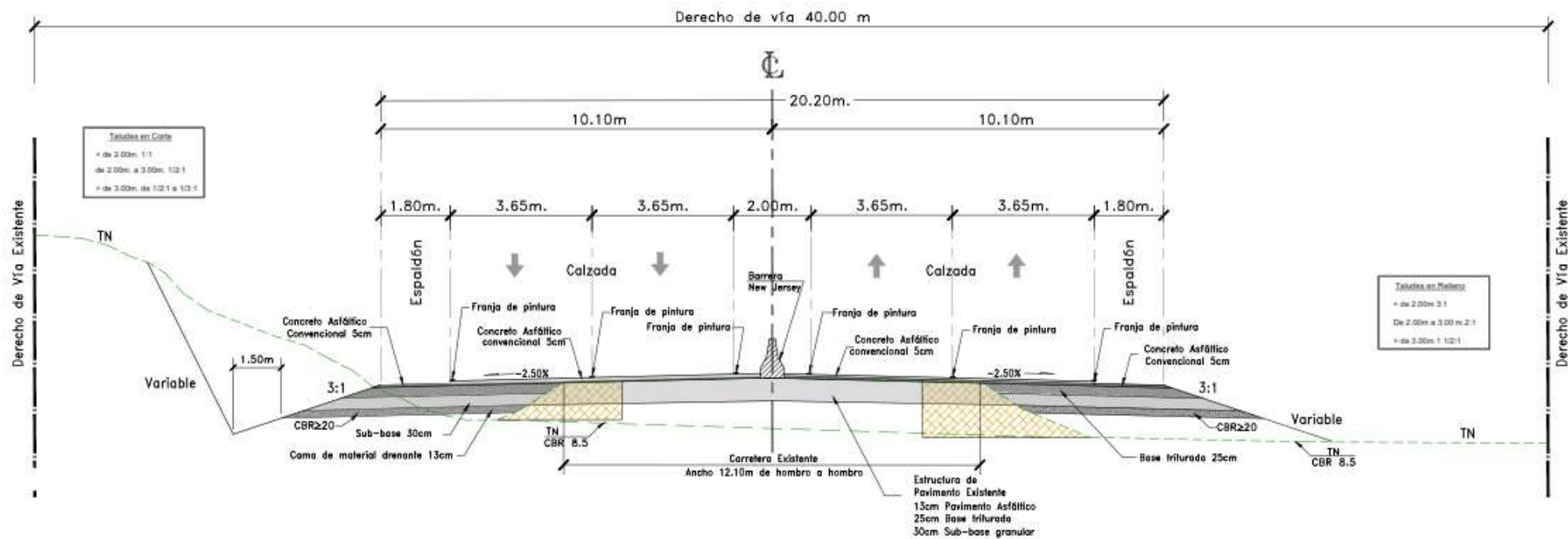
Característica	Valor de Normas	Valor de Diseño
Clasificación funcional	Troncal Sub-urbana	Troncal Sub-urbana
Tránsito promedio diario anual	10,000 a 20,000 vehículos/día dentro de 20 años	10,754 v.p.d
Control de acceso	Control parcial	Control parcial
Carga móvil de diseño	-	HL-93 y WB20
Velocidad directriz	90 Km/h	90 Km/h
Topografía	Llano-ondulado	Llano-ondulado
Número de carriles	4 carriles	4 carriles
Ancho de carriles	3.65 m	3.65 m
Ancho de hombros	Interior: 1.00 m a 1.50 m Exterior: 1.80 a 2.50 m	Interior: 1.20 m Exterior: 1.80 m
Ensanche para barrera lateral	1.20 m	De Estación 192+230 a Estación 204+800: No aplica. De Estación 204+800 a Estación 215+230: 1.20 m.
Ancho de mediana	4.00 a 10.00 m	2.00 a 5.00 m
Radio mínimo	275.00 m	282.94

Característica	Valor de Normas	Valor de Diseño
Longitud de transición mínima en espiras	50.00 m	50.00 m
Grado de curvatura máximo	4°10'	2°1'30"
Pendiente longitudinal máxima	8%	3.13%
Sobre-elevación máxima	10%	8%
Sobre-ancho mínimo	0.60 m (de ser necesario)	0.60
Distancia de detención mínima	131 m a 169 m	160 m
Distancia de adelantamiento mínima	605 m	---
Pendiente Transversal (calzada y hombro)	1.50 a 3.00%	2.50%
Cuneta superficial lateral	Ancho: 2.00 m mínimo, Pendiente: 4:1	Ancho: 2.00 m a partir del nivel de Subrasante. Pendiente: 3:1 y 4:1
Taludes de relleno	Sin barrera: 6:1 (altura de 0.00 a 1.50 m) 4:1 (altura de 1.50 a 3.00 m) Con barrera: 2:1 (altura de 3.00 a 5.00 m) 1.5:1 (alturas mayores a 5.00 m)	Sin barrera: 6:1 (altura de 0.00 a 1.50 m) 4:1 (altura de 1.50 a 3.00 m) Con barrera: 2:1 (altura de 3.00 a 5.00 m) 1.5:1 (alturas mayores a 5.00 m) De la Estación 192+230 a la Estación 204+800: 1.5:1 y 2:1 Igual la existente CA-5 Norte

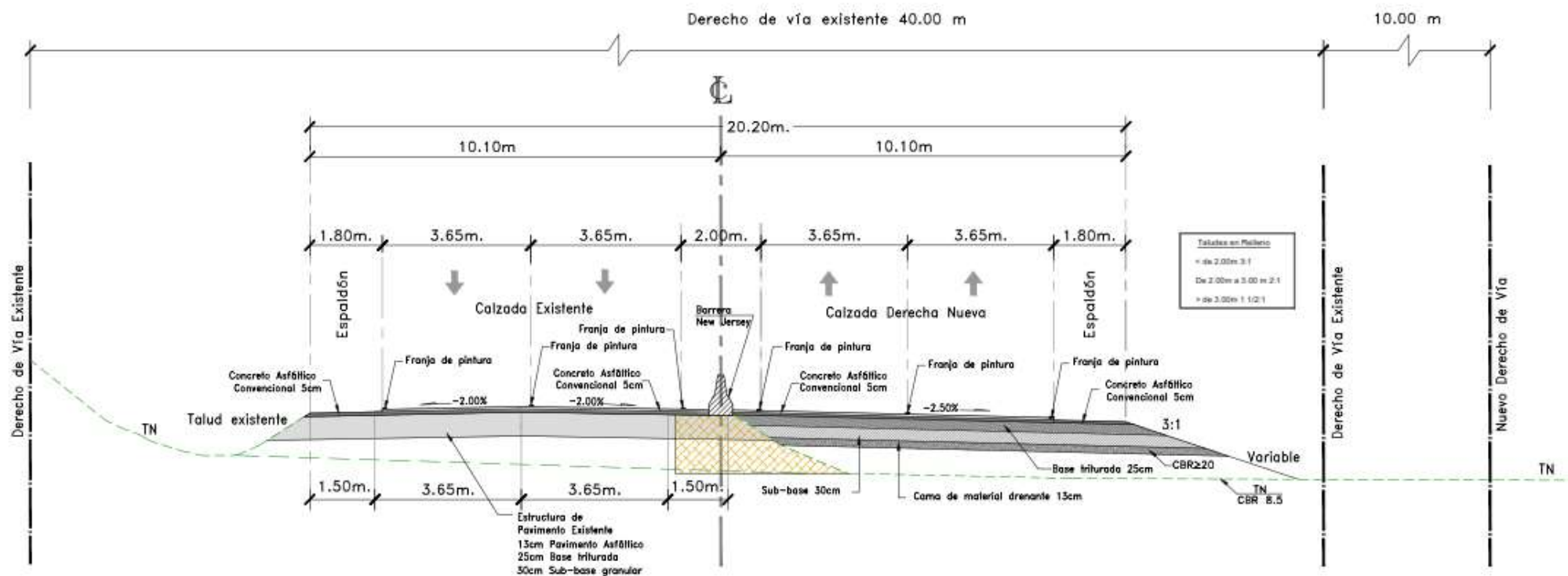
A continuación, se presentan los diseños con las secciones típicas del Tramo III: La Barca – Pimienta, con 4 carriles (dos carriles en cada sentido) con las dimensiones siguientes:

- Ancho de 3.65 metros por carril.
- Con barrera tipo New Jersey de la Estación 192+230 a la Estación 204+800 y con mediana 5 metros de Estación 204+800 a la Estación 215+230.
- Ancho hombros externos de 1.80 metros.
- Ancho hombros internos de 1.20 metros.
- Ancho cunetas de 1.50 a 2.00 metros de ancho con taludes según la norma.

Ilustración 4 Detalle de sección típica normal de Estación 192+230 a Estación 202+000



**Ilustración 5 Detalle de sección típica normal de Estación 202+000 a Estación 204+800**

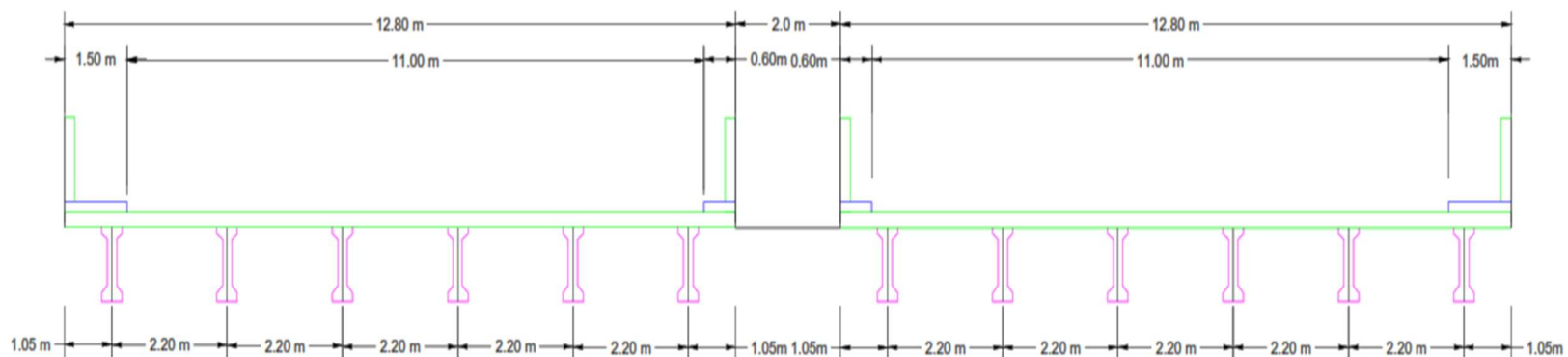




SECCION TÍPICA (4 CARRILES - MEDIANA)

EN ESCALA

Ilustración 8 Sección típica de los puentes nuevos



#### Sección típica de los puentes nuevos

Calzada: 11.00 m

Acera izquierda: 0.60 m

Acera derecha: 1.50 m

Separación entre puentes: 2.00 m

# ANÁLISIS DE SEGURIDAD VIAL

## 1.7. ANÁLISIS DE SEGURIDAD VIAL

Al hacer uso de las carreteras en nuestro país, específicamente del tramo objeto de este estudio, nos damos cuenta que la vulnerabilidad normalmente se centra o se consolida en los sectores que se encuentran cercanos a los poblados o al cruzar éstos.

Es por esa razón, que es cada vez más necesario pensar en obras de diseño vial que garanticen la seguridad de todos los actores que participan y hacen uso de una u otra forma de una vía tomando en consideración ésta particularidad.

En el caso que estamos atendiendo, el proyecto consiste en la ampliación de la vía de dos a cuatro carriles, de una carretera existente que atraviesa poblados y discurre por zonas en donde ya existe una población imposible de evitar y donde todos los pobladores de la zona y los usuarios que la atraviesan, están acostumbrados a hacer uso de ella diariamente.

Esta situación "especial", nos obliga a pensar en que es primordial que el diseño de este tramo sea enfático en el tratamiento que se les da a los peatones, dado que estas zonas cuentan con una población local y una población flotante, bastante elevada.

La proximidad a Zonas Industriales de Producción, convierte los poblados en zonas vulnerables, que requieren no sólo contar con una ciclo vía o carril especial para la circulación de este medio de transporte, sino, además, con bahías (paradas) de buses lo suficientemente amplias y seguras, principalmente aquellas que se deben construir en las cercanías de estas zonas industriales de producción (ZIP).

Otro elemento presente en estos tramos que serán ampliados, son los vehículos pesados de cuatro o más ejes, que se mueven a lo largo de estas zonas industriales, movilizandocargas desde y hacia la zona. Estos vehículos -normalmente de gran envergadura-, requieren de sitios seguros donde realizar maniobras de giro, carriles especiales para realizar maniobras de retorno, anchos y sobre anchos especiales y carriles de aceleración y desaceleración, que les permitan realizar todas sus posibles maniobras.

Tomando en cuenta estos factores, nuestro diseño contempló el uso de dispositivos para el control de tránsito haciendo uso de señalamiento vertical y horizontal, tomando en consideración todos los aspectos que deben ser considerados de acuerdo al Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.

Considerando los resultados de los estudios de tránsito, los conteos vehiculares y la segregación del tipo de vehículos que circula por la zona objeto de este estudio, se

diseñaron pasos a nivel, que en el corto plazo pueden atender y dar servicio a las necesidades actuales. También, se procedió a diseñar un paso a desnivel, específicamente en el punto donde se conectan el Corredor Logístico con el Corredor Turístico de Honduras.

Hay que tener en consideración, que conforme las necesidades de la vía vayan siendo mayores, deberá contemplarse la necesidad de realizar diseños y construir otras obras a desnivel, que permitan mejorar el nivel de servicio de la vía y mejorar las condiciones de seguridad de todas las maniobras posibles. En el entendido de que en éste momento han sido diseñadas las obras necesarias a nivel, como resultado de los conteos realizados y del presupuesto que podrá ser destinado a la construcción del mismo, pero que deben ser analizados como futuras obras que el proyecto requiere en el mediano plazo tomando en cuenta el crecimiento del número de vehículos que hará uso del proyecto.

El diseño presentado cuenta con estaciones de abordaje y desabordaje de autobuses, localizados en ambos lados de la carretera, ubicadas en lugares estratégicos, donde la población las necesita y las condiciones geométricas de la carretera las permiten. Se ha contemplado la dotación de puentes peatonales en las mismas zonas donde suben y bajan pasajeros de los autobuses, donde las condiciones geométricas de la carretera lo permiten, principalmente en aquellos puntos con alta densidad peatonal. En total, se han diseñado siete pasos peatonales los cuales han sido ubicados estratégicamente, observando las necesidades actuales y las condiciones de riesgo inherentes.

Se realizó un análisis de la situación del entronque en el Acceso a Río Lindo, mismo que fue visto como un punto negro, que podría ser causante de accidentes, por las condiciones de visibilidad y la ubicación al final de una gran tangente y en medio de una curva. Se decidió controlar el uso de este distribuidor y de esta manera evitar que ocurra un siniestro de cualquier índole.

Se han identificado zonas de alta densidad poblacional en los cuales es necesario bloquear el cruce de peatones, ya que cuando estén contruidos los cuatros carriles de la carretera aumentará el riesgo de accidentes indeseados al cruzar la vía. Para mitigar este riesgo se diseñaron barreras tipo New Jersey que conducirán a los peatones/pobladores a utilizar los puentes peatonales diseñados y los pasos a nivel En los lugares que brinden las mejores condiciones de visibilidad y seguridad.

Este tipo de dispositivos (Barrera New Jersey) permite además de proteger las zonas de mayor riesgo para el cruce de personas, brindar seguridad a los conductores ante maniobras inesperadas que puedan ser provocadas por cruces indeseados de personas y de animales,

principalmente en las zonas de mayor densidad poblacional y donde las industrias han atraído un mayor número de personas circulando por la vía.

Se diseñaron señalamientos horizontales a lo largo del proyecto, prestando especial atención al cruce de peatones en las zonas de alta densidad poblacional, puentes y pasos peatonales, así como en los retornos a nivel.

Se han colocado todos los dispositivos de señalización vertical necesarios de acuerdo a los requerimientos actuales de la vía. Se ha observado un gran deterioro del señalamiento vertical existente, lo cual lleva a pensar en que la señalización debe revisarse periódicamente y requiere de mantenimiento permanente.

Se han realizado auditorías para determinar posibles acciones correctivas en cuanto a aspectos de diseño geométrico y de seguridad vial. Estas mejoras se han plasmado en los diseños finales para su implementación.

Existen zonas donde deben implementarse controles con las autoridades municipales, para poder reducir el pastoreo y consiguiente paso de semovientes por la carretera. Si bien es cierto se observa en muy pocas ocasiones, estos cruces pueden llegar a provocar accidentes indeseados. Esta situación se observa en el inicio del tramo, en las cercanías del kilómetro 198-199. A pesar que la zona no es predominantemente dedicada a la ganadería, si es posible encontrar algunos casos aislados de esta índole.

Considerando la zona ecológica de El Zapote y las actividades recreativas que se practican en el sitio, se hace necesario pensar en construcción de áreas especiales para la circulación de ciclistas, caballistas, peatones, que cuenten incluso con el respaldo de sistemas de señalización adecuados que les permitan circular con seguridad. Este diseño contempla la construcción de un sendero ecológico, el cual reúne todas las condiciones necesarias de seguridad. Debe prestarse atención al crecimiento en número de este tipo de usuarios y a las nuevas rutas de circulación que puedan irse desarrollando.

La seguridad vial sólo es posible de mantener, llevando a cabo inspecciones periódicas que permitan detectar acciones incorrectas que suelen ocurrir como resultado de los trabajos de construcción de una vía. Nuevos vecinos, nuevos comercios, nuevas calles de servicio, áreas de estacionamiento, entradas particulares a propiedades, entronques sin diseño de carriles de aceleración y desaceleración, etc. Es importante que la autoridad competente regule el crecimiento ordenado de este tipo de situaciones que se mencionan en el presente párrafo.

Para concluir, es necesario mencionar, que todo proyecto carretero debe ser considerado no como una obra de infraestructura estática. Es decir, que el uso, y el paso del tiempo, van convirtiendo un proyecto en una obra dinámica. Las condiciones físicas deben ir revisándose, a fin de mantener vigentes los señalamientos, las medidas de seguridad (defensas, barreras, pinturas, etc.)

Las necesidades de los usuarios son también una condición cambiante. El crecimiento del parque vehicular, el número de industrias en la zona, y todos esos factores, están íntimamente relacionados. Debe considerarse, que las obras tienen una razón de ser, y que son concebidas de acuerdo a necesidades actuales y conforme a disponibilidad de recursos limitados, pero es menester de las autoridades, mantener la atención de todos los cambios que se irán dando con el paso del tiempo y realizar los ajustes necesarios para mantener apropiadamente los niveles de servicio de la vía.

El tema seguridad vial, debe incluir todas las acciones encaminadas a mantener y asegurar el bienestar y el paso correcto a través de la zona, de todos los actores que pueden verse involucrados. La participación ciudadana mediante el uso de policía local y la iniciativa privada como contraparte de las industrias que han ubicado en la zona, pueden contribuir al mantenimiento de la seguridad.

Debe promoverse la acción de Auditores de Seguridad Vial, los cuales se encargan de visitar los proyectos en construcción y los ya terminados a fin de determinar situaciones nuevas que podrían llegar a convertirse en amenazas a la seguridad de uno o varios de los usuarios de determinada vía.



# ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO.

## 1.8. ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

### 1.8.1. ESTUDIO GEOLÓGICO

El estudio corresponde a la especialidad denominada hidro-geología, ya que se atraviesa el Valle de Sula en que su formación de planicies se debe a bajas pendientes en los cursos de los ríos. Los depósitos aluviales están conformados de arenas finas, limos y capas de gravas. El aluvión del Valle de Sula es el más explotado del país. En el tramo se observa que las plantaciones de caña en las zonas planas y bajas son el cultivo predominante que se apoya en los suelos limosos y húmedos, ahora también se siembra palma africana.

#### Geología Histórica

La geología histórica se funda en la estratigrafía, que es la ciencia que estudia los estratos, su edad, la superposición original, transformaciones o destrucciones a través del tiempo geológico. La estructura geológica del proyecto es la siguiente.

**Tabla 7 Estructura geológica entre la Est. 192+230 a Est.204+800**

Periodo	Época	Edad años	Descripción
<b>Cenozoico</b>	Cuaternario	1,600,000	Depósitos aluviales, coladas de Basaltos y Andesitas
<b>Mesozoico</b>	Cretácico	144,000,000	Grupo Yojoa con formación de calizas

**Tabla 8 Rocas volcánicas observadas en el tramo**

No.	Tipo de Roca	Composición
1	Rocas Afaníticas	Riolitas – Andesitas – Basaltos (el contenido de sílice va disminuyendo)
2	Rocas con cuarzo	Riolitas – Riodacitas - Dacitas
3	Rocas sin cuarzo y sin feldespatos	Traquitas – Lutitas – Andesitas y Basaltos

#### Comentario

El lado izquierdo de la carretera existente, vista hacia San Pedro Sula, colinda con las colinas y lomeríos que tienen excelentes materiales rocosos para relleno. Independientemente de donde estén ubicados por conveniencia los planteles para triturar la Sub base y Base, este tramo contiene en abundancia las rocas basálticas adecuadas para elaborar estos materiales, con excelente calidad.

### 1.8.2. ESTUDIO GEOTÉCNICO

Los trabajos de geotecnia son una combinación de la utilización de normas y estadísticas, algunos de los estudiosos se fijan solamente en las normas para aplicarlas dogmáticamente. El Dr. Karl Von Terzaghi decía “Quien solo conoce la teoría de la mecánica de suelos y carece de experiencia práctica puede ser un peligro público”.

En nuestros estudios, resaltamos la teoría del diseño integral, aprovechando los conocimientos de toda la información procesada en el laboratorio y analizada desde la Sub-rasante hasta la capa de rodadura.

Tomando en cuenta los orígenes de los suelos de la Sub rasante y los materiales procesados para Sub-base y Base provenientes de diversos bancos, se tomaron muestras en los hombros de la carretera cada 500 metros y 1.00 m de profundidad mínimo, alternados a uno y otro lado de la línea central, en el caso de la estación 204+800 a la estación 215+230 se tomaron muestra al lado derecho de la carretera existente. Se clasificaron visualmente para ser analizados posteriormente en el laboratorio. Se separaron de cada calicata muestras de Sub-rasante, Sub-base y Base. Los ensayos realizados a cada muestra fueron los siguientes:

**Tabla 9 Listado de ensayos de laboratorio realizados**

Ensayo de Laboratorio	Norma
Clasificación	AASHTO M 145-91
Granulometría	AASHTO T 311-04
Límite líquido	AASHTO T 89-02
Índice de plasticidad	AASHTO T 90-04
Densidad máxima lb/pie	AASHTO T 180-1 y T99-10
Humedad óptima	AASHTO T 180-1
CBR saturado al 95%	AASHTO T 193-03
CBR saturado al 100%	AASHTO T 193-03
Expansión	AASHTO T 193-03

Para facilitar la interpretación de los suelos, hemos preparado larguillos que muestran gráficamente los resultados de cada muestra, que podemos analizar individualmente o en conjunto.

Cada larguillo permite observar los valores máximos, mínimos y promedio y la especificación propuesta, los cuales se presentan en el Tomo 3. Estudio Geológico y Geotécnico.

En los bancos la clasificación predominante para la Subrasante está entre A-2-4(0), A-2-6(0) y A-2-7(0), para la Subbase se utilizará A-1a (0) y A-2-4 (0) y finalmente para la Base será de A-1a(0).

Los CBR registrados en la subrasante se encuentran en valores entre 10 a 20%.

### 1.8.3. BANCOS DE MATERIALES

Uno de los costos más importantes en la construcción y mantenimiento de vías terrestres, corresponde a los materiales: roca, arena, grava y otros suelos; por lo que su localización y selección se convierte en uno de los problemas básicos; lo que genera que las búsquedas científicas y la explotación racional de los materiales ocupe más y más nuestra atención.

Un elemento fundamental de la determinación de los bancos de materiales, es la evaluación de los suelos contenidos, lo que es muy difícil de establecer en forma cuantitativa.

Es importante aclarar que, durante la investigación de los bancos, nos informamos que éstos en su mayoría están concesionados por lo que su explotación deberá ser gestionada ante los propietarios de los mismos por el contratista.

Para la localización de bancos de materiales, nos apoyamos en la información existente y en base a las experiencias de proyectos anteriores, los cuales se muestra su ubicación en la hoja cartográfica en la Ilustración 9.

Es importante mencionar, que los bancos de préstamo identificados para el proyecto, cuentan con el volumen de materiales suficiente y necesario para la construcción de la obra. A continuación, se presenta la Tabla 10, la cual muestra la cantidad de volumen de préstamo en banco para terraplén y agregados requerida por el proyecto y el volumen existente estimado en los bancos disponibles para el proyecto, el cual demuestra que dichos volúmenes son suficientes para la ejecución de la obra (Secciones A y B).

**Tabla 10 Volúmenes requeridos de materiales de préstamo en banco para terraplén y agregados en el proyecto**

No.	Concepto de Obra	Unidad	Cantidades totales (PROYECTO)	Material estimado en Bancos (m <sup>3</sup> )
1	Préstamo en Banco para terraplén	m <sup>3</sup>	643,621.00	1,000,000.00
	<b>Sub -Total Préstamo en Banco para terraplén</b>		<b>643,621.00</b>	
2	Sub base granular	m <sup>3</sup>	102,223.00	410,000.00
3	Base Triturada	m <sup>3</sup>	81,688.00	
	<b>Sub -Total de Base y Sub Base</b>		<b>183,911.00</b>	
4	Concreto Asfáltico Convencional AC-30 e= 5 cm hasta el hombro	m <sup>3</sup>	14,066.52	
5	Concreto Asfáltico Convencional AC-30 e= 7 cm hasta el hombro	m <sup>3</sup>	7,578.26	
6	Concreto Asfáltico Convencional AC-30 en rodadura e=5 cm	m <sup>3</sup>	18,738.26	
	<b>Sub -Total Agregados para Pavimento</b>		<b>40,383.04</b>	
7	Agregados para Puentes y Cajas			
7.1	Grava 3/4" triturada	m <sup>3</sup>	3,200.00	
7.2	Arena limpia triturada o natural con módulo de finura 240-320	m <sup>3</sup>	1,800.00	
	<b>Sub -Total Agregados para Puentes y Cajas</b>		<b>5,000.00</b>	
	<b>SUMA TOTAL DE AGREGADOS</b>		<b>229,294.04</b>	<b>410,000.00</b>

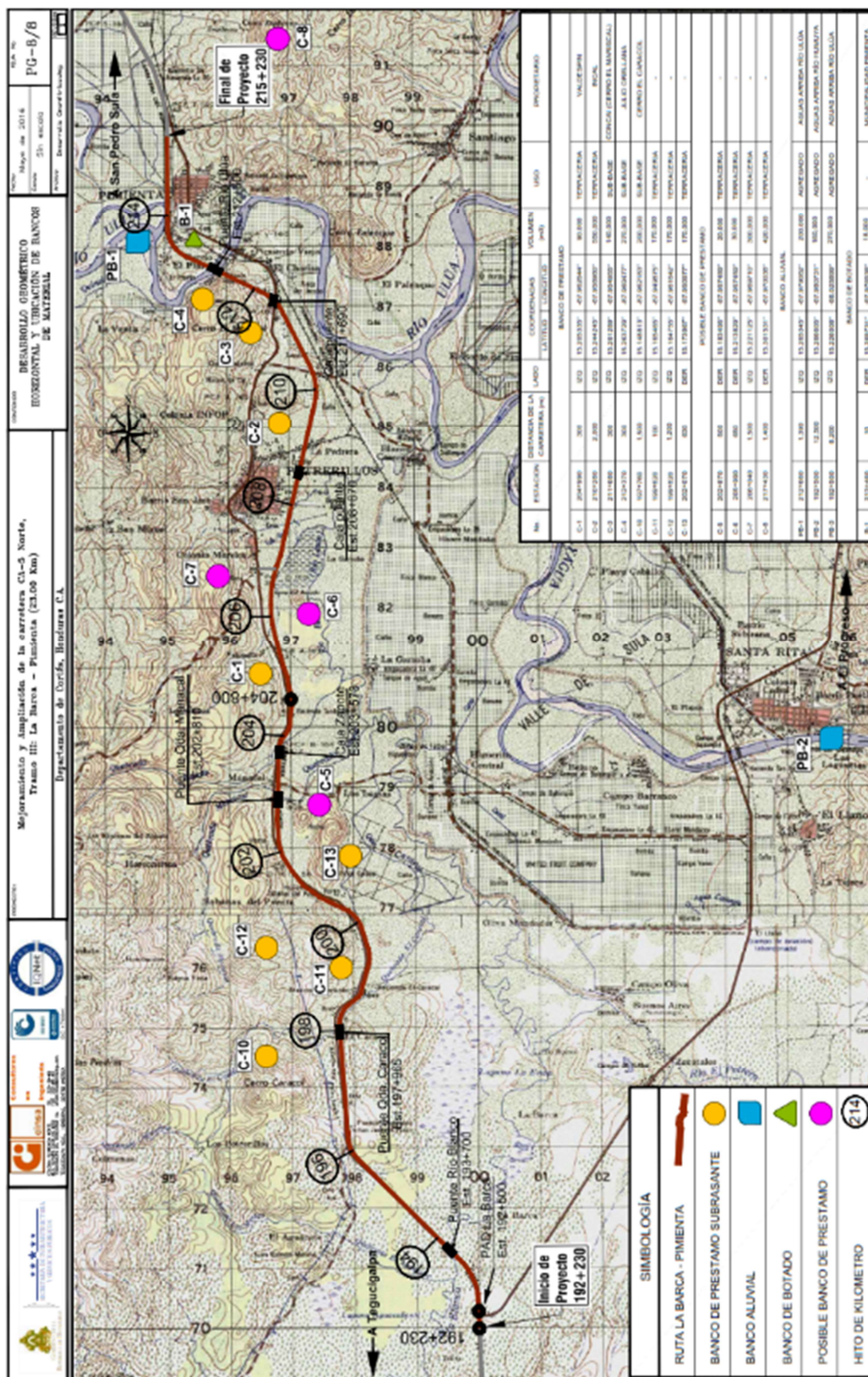
Con respecto a los bancos de materiales para concreto hidráulico el origen de estos bancos de agregados es por depósito de material aluvial por el agua, siendo considerado por tal motivo que este agregado es clasificado como transportado.

Los materiales constitutivos son no diferenciados, ya que se tiene presente agregados ácidos, lo cual significa que tienen presente más de 66% de sílice (Si O<sub>2</sub>) así como agregados básicos y calizas.

El material presenta agregados silicios por lo que se recomienda usar un Carbonato de Litio como aditivo en una proporción de 1% por peso de cemento.



### Ilustración 9 Ubicación de bancos de materiales en hoja cartográfica



# ESTUDIOS Y DISEÑO DE PAVIMENTO.



## 1.9. ESTUDIOS Y DISEÑO DE PAVIMENTO

### 1.9.1. ESTUDIO DE INGENIERÍA DE TRÁFICO

Los conteos volumétricos de tráfico se elaboraron en forma **manual** clasificando cada vehículo a través de una boleta diseñada para tal fin, que contiene la hora y los tipos de vehículos; los conteos se realizaron por una semana completa en cada uno de los puntos de control, iniciando y terminado dos turnos de 6 horas (6 a.m. – 6 p.m.) de modo que la colecta sea lo más exacta posible. Se utilizaron 8 contadores dado lo inclemente del clima. El censo comenzó el martes 12 de abril y finalizó el 18 de abril del 2016.

Se preparó y se elaboró una lista en detalle de las siguientes actividades:

- Se determinaron los recursos físicos y de personal necesarios para cumplir las actividades antes mencionadas.
- La frecuencia de las mediciones (7 días).
- La ubicación y número de estaciones (2).
- La utilización para la colecta de datos y elaboración de reportes en general y en detalle.
- La producción del documento que permitió el análisis de la información en forma directa, incluyendo un esquema de mapa que indicó la ubicación específica de cada punto de conteo.

La Tabla 11 detalla las Estaciones de Conteo establecidas para el estudio.

**Tabla 11 Detalle de Estaciones de Conteo**

No.	Estaciones Conteo	Estacionamiento	Ubicación de la Estación	Fecha inicio 2016	Fecha finalización 2016
1	Caracol	199+900	Maquila Caracol Knits	12 de abril	18 de abril
2	La Barca	192+500	La Barca	12 de abril	18 de abril

## 1.9.2. RESULTADOS DE CONTEO VOLUMÉTRICO

### 1.9.2.1. Estación Caracol

La siguiente tabla muestra los resultados por tipo de vehículo del promedio de los tres factores de expansión resultante del análisis.

**Tabla 12 Factor de Expansión por tipo de vehículo**

Estación Censal	Año	Duración del Censo	Conteo Diurno/nocturno	TURISMOS	PICK UP	BUS	C2	C3 & C4	ARTICULADOS	Total
Caracol	2015	Fuente Burgos 7 días	Diurno	1,689	2,017	644	823	140	943	6,256
Caracol	2015	Fuente Burgos 7 días	Nocturno	929	989	223	717	74	1,092	4,024
Caracol	2015	Fuente Burgos 7 días	TOTAL	2,618	3,006	867	1,540	214	2,035	10,280
Caracol	2015	Fuente Burgos 7 días	NOCTURNO/DIURNO	0.550	0.490	0.346	0.871	0.529	1.158	0.643
Caracol	2016	Fuente Cinsa 7 días	Diurno	2,118	2,456	660	818	134	1,001	7,187
Caracol	2015	UPEG Factor 2 días	Nocturno	1,175	418	162	295	67	310	2,426
Caracol	2016	de La Barca	TOTAL	3,293	2,874	821	1,113	201	1,312	9,613
La Barca	2015	UPEG Factor 2 días	NOCTURNO/DIURNO	0.555	0.170	0.245	0.360	0.500	0.310	0.338
Villanueva	2015	Fuente Burgos 7 días	Diurno	3,240	2,819	973	819	145	1,198	9,194
Villanueva	2015	Fuente Burgos 7 días	Nocturno	1,132	1,200	589	500	89	936	4,446
Villanueva	2015	Fuente Burgos 7 días	TOTAL	4,372	4,019	1,562	1,319	234	2,134	13,640
Villanueva	2015	Fuente Burgos 7 días	NOCTURNO/DIURNO	0.349	0.426	0.605	0.611	0.614	0.781	0.484
<b>Promedio 3 Factores de Expansión NOCTURNO/DIURNO</b>				<b>0.485</b>	<b>0.362</b>	<b>0.399</b>	<b>0.614</b>	<b>0.547</b>	<b>0.750</b>	<b>0.488</b>

A continuación, se presenta la Tabla 13 conteniendo el TPD, misma que tiene como base la anterior. En ella se puede observar que el promedio diurno y nocturno registrado en este punto es de 10,325 v.p.d., de los cuales, como corresponde al parque vehicular nacional, la mayoría son pick ups.

Tabla 13 Tránsito Promedio Diario Estación Caracol ambos sentidos

Estación: CARACOL - AMBOS SENTIDOS							
TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO							
	TURISMO	PICK UP	BUSES	CAMION 2 EJES	CAMION 3 EJES	RASTRAS	PROMEDIO
HORARIO							
06:00	95	144	55	63	21	84	462
07:00	132	177	57	74	12	71	523
08:00	141	183	52	53	9	67	504
09:00	162	204	49	68	10	74	566
10:00	173	212	53	70	9	74	591
11:00	177	202	46	69	11	91	595
12:00	164	186	49	69	10	98	576
01:00	164	193	55	59	7	88	566
02:00	179	216	50	75	9	81	611
03:00	220	231	57	71	9	91	679
04:00	233	239	69	73	8	103	726
05:00	278	270	67	75	19	79	787
TPD	2,118	2,456	660	818	134	1,001	7,187
Factor de Expansión	0.485	0.362	0.399	0.164	0.547	0.750	
NOCTURNO	1,027	889	263	134	73	751	3,138
TOTAL	3,145	3,346	923	952	207	1,753	10,325
%	30%	32%	9%	9%	2%	17%	
	63%		37%				
	LIVIANO		PESADO				

Fuente: Elaboración CINSA

Un resumen de la información obtenida del tránsito incluyendo el factor de expansión que se relaciona con el tipo de vehículo muestra que el 63% de los mismos corresponde al tipo liviano y 37% al tipo pesado. De la Tabla 13 además, se puede concluir que a las 5:00 pm se registra el mayor número de vehículos en el punto de recolección de datos Caracol.

#### 1.9.2.2. Estación La Barca

En esta Estación de conteo se realizó el mismo procedimiento que en la Estación Caracol, durante los 7 días de duración y en el mismo horario.

Los factores de expansión diferenciados son los mismos a los usados en la Estación de Caracol.

A continuación, se presenta la Tabla 14 conteniendo el TPD, misma que tiene como base la anterior. En ella se puede observar que el promedio diurno y nocturno registrado en este punto es de 7,070 v.p.d., de los cuales la mayoría son turismo.

Tabla 14 Tránsito Promedio Diario Estación La Barca ambos sentidos

Estación: LA BARCA - AMBOS SENTIDOS							
TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO							
	TURISMO	PICK UP	BUSES	CAMION 2 EJES	CAMION 3 EJES	RASTRAS	PROMEDIO
HORARIO							
06:00	57	80	31	39	5	71	282
07:00	77	101	31	41	6	58	314
08:00	92	104	27	37	5	52	316
09:00	105	103	24	40	4	63	340
10:00	118	112	27	40	4	63	364
11:00	128	126	25	46	4	83	413
12:00	107	111	25	42	4	80	369
01:00	122	123	27	43	3	85	403
02:00	137	132	26	45	5	69	414
03:00	158	138	26	45	5	76	448
04:00	175	154	33	57	5	98	521
05:00	175	149	36	55	5	90	509
TPD DIURNO	1,450	1,433	336	529	56	888	4,693
Factor de Expansión	0.485	0.362	0.399	0.614	0.547	0.750	
NOCTURNO	703	519	134	325	31	666	2,378
TOTAL	2,153	1,952	470	854	87	1,554	7,070
%	30%	28%	7%	12%	1%	22%	100%
	58%		42%				100%
	LIVIANO		PESADO				

Fuente: Elaboración Cinsa

Un resumen de la información obtenida del tránsito incluyendo el factor de expansión que se relaciona con el tipo de vehículo muestra que el 58% de los mismos corresponde al tipo liviano y 42% al tipo pesado. De la Tabla 14 además, se puede concluir que a las 4:00 pm y se registra el mayor número de vehículos en el punto de recolección de datos La Barca.

Los resultados del TPD obtenidos en el conteo realizado por Cinsa (En Caracol y La Barca) fueron utilizados con otros datos de conteo realizados por el Lic. Roberto Burgos en el año 2015, los cuales fueron proyectadas al año 2016, para así obtener y calcular el TPD a utilizar para el diseño de la estructura de pavimento y la evaluación económica.

La Tabla 15 muestra el promedio de los TPD de ambos estudios de tráfico (año 2015 proyectado y año 2016 realizado por Cinsa para este estudio), de los cuales se obtiene un Tránsito Promedio Diario de 10,754 vehículos por día.

**Tabla 15 Tránsito promedio diario obtenido de los datos de conteo del Lic. Roberto Burgos proyectado para el año 2016 y los datos de Cinsa del año 2016**

Proyección	Estación de Conteo	Año	Fuente	Conteo	TURISMOS	PICK UP	BUS	C2	C3 & C4	ARTICULADOS	Total							
	Caracol	2016	Fuente Cinsa 7 días	Diurno	2,118	2,456	660	818	134	1,001	7,187							
	Caracol	2016	Promedio 3 estaciones	Nocturno Expandido	1,027	889	263	502	73	751	3,505							
	Caracol	2016	Promedio 3 estaciones	Total	3,144	3,346	923	1,320	207	1,752	10,692							
	La Barca	2016	Fuente Cinsa 7 días	Diurno	1,450	1,433	336	529	56	888	4,693							
	La Barca	2016	Promedio 3 estaciones	Nocturno Expandido	703	519	134	325	31	666	2,377							
	La Barca	2016	Promedio 3 estaciones	Total	2,153	1,952	470	854	87	1,554	7,070							
	Proyectado	Villanueva	2016	Fuente Burgos 7 días	Diurno	3,385	2,946	997	877	155	1,283	9,644						
	Proyectado	Villanueva	2016	Fuente Burgos 7 días	Nocturno Medido	1,183	1,254	603	536	95	1,003	4,674						
Proyectado	Villanueva	2016	Fuente Burgos 7 días	Total	4,568	4,199	1,600	1,413	251	2,286	14,318							
Proyectado	Caracol	2016	Fuente Burgos 7 días	Diurno	1,770	2,134	661	904	162	1,051	6,681							
Proyectado	Caracol	2016	Fuente Burgos 7 días	Nocturno Medido	952	1,050	226	766	87	1,172	4,253							
Proyectado	Caracol	2016	Fuente Burgos 7 días	Total	2,722	3,184	887	1,670	249	2,223	10,934							
Promedio TPD	4 estaciones o puntos	2016																
			Diurno Promedio		2,181	2,242	663	782	127	1,056	7,051							
			Nocturno Promedio		966	928	307	532	71	898	3,702							
			Total Promedio		3,147	3,170	970	1,315	198	1,954	10,754							
					29%		29%		9%		12%		2%		18%		100%	
					59%			41%										
					Livianos			Pesados										

### 1.9.2.3. Tasa de crecimiento vehicular anual

Analizando los datos resultantes de las tasas de crecimiento diferenciado por tipo de vehículo se decidió separar en dos periodos la tasa de crecimiento para ser conservadores con los datos obtenidos, así:

**Tabla 16 Tasas de crecimiento anual de tránsito para 20 años**

Plazo	Período	Tasa de crecimiento por tipo de vehículo (%)						
		Turismo	Pick up	Buses	C2	C3 & C4	Artic.	Total
<b>Corto plazo</b>	Año 1-5	4.49%	4.49%	2.43%	7.13%	7.13%	7.13%	4.94%
<b>Largo plazo</b>	Año 6-20	3.49%	3.49%	2.43%	5.13%	5.13%	5.13%	

Después de la fecha de construcción del proyecto (2016 y 2017), se considera el Año 1 al 5 (2018-2022) y las tasas de crecimiento a largo plazo del Año 6 al 20 (2023 al 2037) que es el plazo exigido en los TdR para el diseño.

Como se puede observar en la Tabla 16 para los años 6 al 20 se reduce la tasa de crecimiento en 1% para los vehículos livianos y en 2% todos los tipos de camiones (C2, C3&C4 y Articulados) debido a que son consideradas tasas altas según criterio del especialista con la realidad de crecimiento anual en la actualidad nacional. Las tasas de los buses permanecen igual durante los 20 años porque es una tasa baja de crecimiento vehicular.

# DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO.

## 1.10. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

### 1.10.1. METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ASFÁLTICO

Para el diseño de la estructura del pavimento se usó la Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos de 1993 de la Asociación Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y Transporte (AASHTO Guide for Design of Pavements Structures 1993), en adelante nombrada como “la Guía”, el Tomo 4 del Manual de Carreteras de SOPTRAVI del 2002 y para la revisión del diseño se implementó el método del Instituto del Asfalto.

El método AASHTO 93 se fundamenta en la Ecuación 1 de diseño que se muestra a continuación, en la cual, a partir de un número estructural supuesto, se calculan los ejes equivalentes y posteriormente se evalúan todos los factores adicionales de diseño, los cuales, al aplicarlos en dicha ecuación, ésta debe estar en equilibrio; de no haber equilibrio en la ecuación, se debe seguir efectuando tanteos hasta lograr equilibrio, se deben conocer para la aplicación los siguientes datos:

**Ecuación 1**

$$\log_{10} W_{18} = Z_R * S_0 + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10}[M_R] - 8.07$$

Una vez determinado el Numero Estructural de Diseño se procede a determinar mediante ecuaciones ya establecidas en el Método el espesor de cada una de las capas que conformaran la estructura del Pavimento.

De acuerdo a lo indicado en los Términos de Referencia para el diseño de la estructura de pavimento de concreto asfáltico e hidráulico el periodo de vida útil es 20 años, sin embargo, las autoridades de INSEP instruyeron al Diseñador que se considerara para el concreto asfáltico un período de vida útil para la capa de rodadura de 10 años y para la sub estructura un período de 20 años. El concreto hidráulico se mantiene para un período de diseño de 20 años.



• **SECCIÓN A: De Estación 192+230 a Estación 204+800**

**Tabla 17 Resumen de Parámetros de Diseño y cálculo del Número Estructural**

Símbolo	Nombre	Valor a usar en el Diseño
<b>W<sub>18</sub></b>	ESAL's de Diseño	18.97 x 10 <sup>6</sup> ESAL's
<b>M<sub>R(SR)</sub></b>	Módulo de Resiliencia Sub Rasante	15,089
<b>a<sub>1c</sub></b>	Coeficiente Estructural Concreto Asfáltico Convencional	0.42
<b>a<sub>2</sub></b>	Coeficiente Estructural Sub Base granular(CBR=40)	0.120
<b>a<sub>3</sub></b>	Coeficiente Estructural Base triturada (CBR=80)	0.140
<b>m<sub>2</sub></b>	Coeficiente de Drenaje de la Base	0.8
<b>m<sub>3</sub></b>	Coeficiente de Drenaje de la Sub Base	1.0
<b>R</b>	Confiabilidad	80%
<b>Z<sub>R</sub></b>	Desviación Normal estándar	-0.841
<b>S<sub>o</sub></b>	Error Estándar Combinado	0.45
<b>P<sub>i</sub></b>	Índice de Serviciabilidad Inicial	4.2
<b>P<sub>t</sub></b>	Índice de Serviciabilidad Final	2.5
<b>ΔPSI</b>	Pérdida del Índice de Serviciabilidad	1.7
<b>n</b>	Periodo de diseño en años	10
Resultado		
<b>SN</b>	<b>Número Estructural Requerido</b>	<b>3.99</b>

En el numeral 10.3 se presentan las conclusiones y recomendaciones del diseño pavimento flexible y rígido.

**1.10.2. METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93**

Para diseñar el pavimento se usó la Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos de 1993 de la Asociación Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y Transporte (AASHTO Guide for Design of Pavements Structures 1993), en adelante nombrada como “la Guía” y se verificó el diseño por el método desarrollado por la PCA (Portland Cement Association)

**La primera metodología se fundamenta en la**

Ecuación 2 de diseño que se muestra a continuación, en la cual, a partir de un espesor de pavimento supuesto, se calculan los ejes equivalentes y posteriormente se evalúan todos los factores adicionales de diseño, los cuales, al aplicarlos en dicha ecuación, ésta debe estar en equilibrio; de no haber equilibrio en la ecuación, se debe seguir efectuando tanteos hasta lograra equilibrio, se deben conocer para la aplicación los siguientes datos:

## Ecuación 2

$$\log_{10} W_{18} = Z_R * S_0 + 7.35 * \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32Pt) * \log_{10} \left[ \frac{s'_c * C_d [D^{0.75} - 1.132]}{215.63 * J \left[ D^{0.75} - \frac{18.42}{\left( \frac{E_c}{k} \right)^{0.25}} \right]} \right]$$

Tabla 18 Resumen de parámetros de Diseño

Símbolo	Nombre	Valor a usar en el Diseño
<b>W<sub>18</sub></b>	ESAL's de Diseño	44.30 x 10 <sup>6</sup> ESAL's
<b>M<sub>R(SR)</sub></b>	Módulo de Resiliencia Sub Rasante	15,089
<b>C<sub>d</sub></b>	Coficiente de Drenaje de la Sub Base	1.00
<b>R</b>	Confiabilidad	80%
<b>Z<sub>R</sub></b>	Desviación Normal estándar	-0.841
<b>S<sub>o</sub></b>	Error Estándar Combinado	0.35
<b>P<sub>i</sub></b>	Índice de Serviciabilidad Inicial	4.5
<b>P<sub>t</sub></b>	Índice de Serviciabilidad Final	2.5
<b>ΔPSI</b>	Pérdida del Índice de Serviciabilidad	2.0
<b>n</b>	Periodo de diseño en años	20
<b>S'c =MR</b>	Módulo de Ruptura del Concreto	650 Lb/pulg <sup>2</sup>
<b>J</b>	Coficiente de Transferencia de Carga	3.4
<b>E<sub>c</sub></b>	Módulo de Elasticidad del Concreto	4,400,000 Lb/pulg <sup>2</sup>
<b>k</b>	Módulo de Reacción Efectivo Estático	739 Lb/pulg <sup>3</sup>
<b>H</b>	Espesor de la sub Base	20 cm
Resultado		
<b>D</b>	Espesor de concreto Hidráulico D	11.42 pulgadas (29 cm)

Luego de varias iteraciones variando los espesores de D hasta lograr valores muy aproximados a los ESAL's de Diseño, se obtuvo el espesor de pavimento de 11.42" (29 cm), por lo que se utilizarán 29 cm como espesor de la losa de pavimento de concreto Hidráulico.

Finalmente, para nivelar la Nueva estructura de pavimento con el pavimento de la calzada existente se deberá colocar una cama de material drenante de un espesor de 48 cm.

Se decidió conservar la estructura de pavimento asfáltico en los dos carriles existentes, además del ahorro en costos para el proyecto, porque la estructura existente se encuentra en buenas condiciones por lo que es necesario aprovecharla. Otra razón de mantener la estructura de pavimento existente y no diseñar los dos carriles nuevos al lado derecho, fue, para no ampliar el derecho de vía existente de 45 metros y así evitar costos adicionales al proyecto por la adquisición de terrenos y además por el tiempo que conlleva la liberación

de estos terrenos. Por tanto, los dos carriles nuevos se diseñaron uno a cada lado de la carretera existente.

### 1.10.3. RECOMENDACIONES

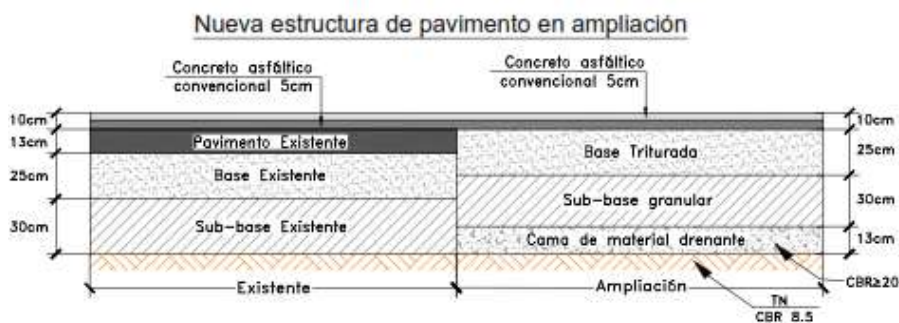
Las recomendaciones finales del diseño de pavimento flexible descrito en este capítulo se presentan a continuación:

1. Para garantizar la calidad del drenaje de la estructura de pavimentos se recomienda que la granulometría de la base triturada preferiblemente debe ser abierta.
2. Se recomienda colocar la capa de asfalto en dos capas de 5 cm.
3. Como trabajos previos a la colocación de la primera capa de la nueva estructura de carpeta asfáltica se consideró un bacheo en la calzada existente en las zonas donde sea necesario y un sello con arena de 1/8".
4. El cuadro resumen con los materiales y espesores recomendados para la nueva estructura de pavimento asfáltico se presenta a continuación:

**Tabla 19 Capa de material recomendado**

Capa de Material Recomendado	Espesor (cm)
Carpeta Asfáltica Convencional AC-30 hasta el hombro	5.00
Carpeta Asfáltica Convencional AC-30 en rodadura	5.00
Base Triturada	25.00
Sub Base granular	30.00
Cama de material drenante (complemento)	13.00
<b>Espesor Total</b>	<b>78.00</b>

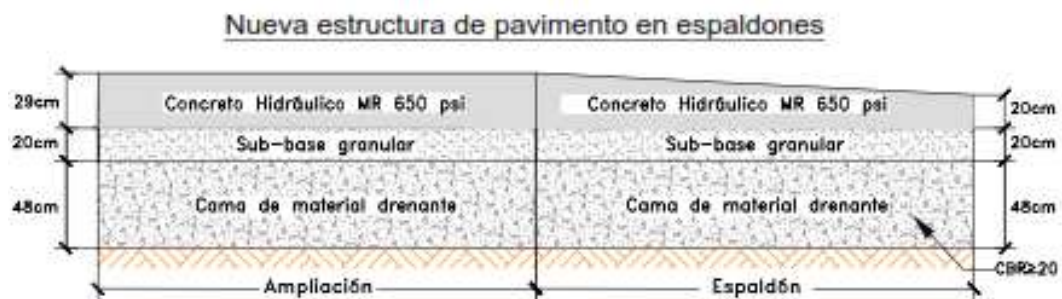
### Ilustración 10 Pavimento Asfáltico



5. Otro cuidado que debe ejercerse rigurosamente es el control de la temperatura y de los tiempos de mezclado en la planta central de mezclado, sea cual sea el tipo de planta no se puede tomar por sentado que la automatización del proceso obvia el debido control por parte de los operadores e ingenieros responsables, cuando los agregados están húmedos previo a su mezclado la productividad baja porque se requiere más tiempo para secar esos agregados, este aspecto puede ser descuidado con facilidad y no debe ser así.
6. Por último, la colocación y compactación de concreto asfáltico debe hacerse en tiempo seco, si está lloviendo, o lloviznando, debe reprogramarse para un día en que no haya ese problema, el descuidar este aspecto es causa que siempre pasan por alto algunos contratistas y supervisores descuidados. Debe garantizarse la calidad de la obra ejecutada siguiendo estrictamente todas las recomendaciones del Manual de Pavimentación Asfáltica en Caliente publicado conjuntamente por varias instituciones de mucho prestigio de los Estados Unidos de América, entre ellas la FHWA, el IA, y la FAA.
7. En cuanto al pavimento existente, del cálculo de la vida remanente podemos concluir que la nueva estructura de carpeta asfáltica que se colocará en la ampliación también satisface los requerimientos estructurales de la calzada existente para prolongar su vida útil a 10 años.
8. Se decidió conservar la estructura de pavimento asfáltico en los dos carriles existentes, además del ahorro en costos para el proyecto, porque la estructura existente se encuentra en buenas condiciones por lo que es necesario aprovecharla. Otra razón de mantener la estructura de pavimento existente y no diseñar los dos carriles nuevos al lado derecho, fue, para no ampliar el derecho de vía existente de 45 metros y así evitar costos adicionales al proyecto por la adquisición de terrenos y además por el tiempo que conlleva la liberación de estos terrenos. Por tanto, los dos carriles nuevos se diseñaron uno a cada lado de la carretera existente.
9. Como trabajos previos a la colocación de la primera capa de la nueva estructura de carpeta asfáltica se consideró un bacheo en la calzada existente en las zonas donde sea necesario y un sello con arena de 1/8".
10. El cuadro resumen con los materiales y espesores recomendados para la nueva estructura de pavimento asfáltico se presenta a continuación:

Capa de Material Recomendado	Espesor (cm)
Carpeta Asfáltica	10.00
Base Triturada	25.00
Sub Base granular	30.00
Complemento de cama drenante	13.00
<b>Espesor Total</b>	<b>78.00</b>

11. Para el pavimento Rígido se utilizará Concreto Hidráulico con un MR= 650 PSI a los 28 días, su resistencia se verificará con el ensayo AASHTO T 97-14, el tamaño máximo del agregado será de una pulgada (1") y nunca se utilizarán menos de 467.5 Kg de cemento por metro cúbico de concreto, lo anterior para garantizar la durabilidad del concreto.
12. Si se agrega aditivo a la mezcla de concreto para mejorar la trabajabilidad este deberá ser agregado posteriormente a la mezcla virgen luego de verificado su revenimiento especificado.
13. En la superficie del concreto se deberá proporcionar una superficie rugosa hecha con rastillo o como lo indique el ingeniero supervisor en campo.
14. En las juntas de dilatación térmica, las cuales se colocarán a una distancia máxima de 150 m entre ellas, procurando siempre que éstas coincidan con la construcción de un día de trabajo serán de 2 cm de ancho por una profundidad igual al espesor de la losa. Serán rellenadas con mortero de asfalto y arena en una proporción de 1:3 u otros tipos de sellos que garanticen la impermeabilización de la junta de dilatación que autorice el ingeniero supervisor.
15. Todas las losas de concreto serán cuadradas, la mayor distancia por lado será de 2.05 m. En las curvas, en el eje central tendrán una longitud de 2.05 m.
16. Las juntas de construcción serán perpendiculares al eje. Serán aserradas con un disco de 1/8" de espesor y con una profundidad de 1/3 de espesor de la losa. El corte deberá realizarse inmediatamente después de que el concreto lo permita, sin que se cause daño a la superficie acabada.
17. Se recomienda una capa de Sub-base granular de río de 20 cm, compactada al 95% del Proctor Modificado con un CBR mayor o igual a 40%.
18. Como trabajos previos a ser colocado el concreto hidráulico se deberá realizar un bacheo en el pavimento existente en las zonas donde lo necesiten y colocar un tratamiento superficial simple con agregado de 3/16".
19. El hombro será de concreto hidráulico con MR=650 con un espesor variable de 29 cm a 20 cm (ver detalle) sobre una Sub-base de 20 cm.



20. Toda la estructura del pavimento será confinada con un bordillo de concreto de 15 cm de espesor por 40 cm de profundidad colocado en la parte exterior del hombro en los dos lados de la calzada (Ver Detalle).
21. Seguidamente se presenta el cuadro resumen con la estructura para el pavimento hidráulico

Capa de Material Recomendado	Espesor (cm)
Concreto Hidráulico MR=650 psi	29.00
Sub Base granular	20.00
<b>Espesor Total</b>	<b>49.00</b>

- **SECCIÓN B: De Estación 204+800 a Estación 215+230**

### ALTERNATIVA DE BASE GRANULAR DENSA

#### Metodología de Diseño

Para efecto de realizar el dimensionamiento de la estructura del pavimento se ha considerado hacer uso del siguiente número de repeticiones de carga equivalente EAL:

Período	ESAL
1 - 10 años	19,029,378
10 - 20 años	45,800,032

Debido a que se considera tener una vía de cuatro carriles; dos por lado, se considera que por efecto de diseño la trocha llevara el 90% del tráfico.

Parámetros de Diseño				
Período de Diseño				10 años
Índice de servicio Inicial				4.2
Índice de Servicio Final				2.5
Decrecimiento de Índice de Servicio				$\Delta PSI = 1.7$
Valor de Realidad				R = 80 %
Valor de Desviación Estándar				S <sub>o</sub> = 0.45
Valor Promedio	Módulo	Resiliente	21,460 lb/pulg <sup>2</sup>	
Subrasante				

Para efectuar el dimensionamiento se ha utilizado el método de capa, usándose para ello los diferentes valores mecánico – empíricos.



Resultados de Pavimento propuestos en la Sección B:

Concreto asfáltico

**Diseño Espesor del Pavimento**  
Período= 10 años

Valores Mecánicos Empíricos						
Capa	CBR %	MR PSI	$a_i$	$m_i$	Espesor (pulg)	SN
<b>Carpeta Asfáltica</b>	-	450,000	0.50	1.0	4.5	2.25
<b>Base Granular Densa</b>	100	30,000	0.14	0.80	6.0	0.67
<b>Subbase</b>	30	14,500	0.11	1.10	6.0	0.73
<b>Subrasante</b>	-	21,460	-	-	-	-
Número Estructural Total =						3.65



El valor requerido por las condiciones de la subrasante y la aplicación de la carga es de 3.50. El valor del número estructural aplicado es de 3.65,  $3.50 < 3.65$ ; por lo tanto, la sección es aceptable.

Es de aclarar que la variaron en los espesores de base y sub-base se ven afectados debido a que la Sección A corresponde a terraplenes nuevos a construir de menor altura, en cambio en la Sección B, la ampliación de la vía se realiza sobre terraplenes existentes con alturas de 3 a 5 metros realizados en la última intervención efectuada a la vía. Por tal razón los módulos de la sub-rasante en los dos tramos no son los mismos.



En la sección B no se considera la capa de material drenante debido a que los terraplenes donde se realizará la ampliación están a niveles elevados con respecto a los niveles freáticos de la zona (3-7 m)

## Concreto hidráulico

### Alternativa Base Granular

El dimensionamiento de la capa de concreto hidráulico colocado sobre una base densa es el siguiente:

Parámetros de Diseño	
Numero de repeticiones de carga equivalente	45,800,032
Período de Diseño	20 años
Índice de servicio Inicial	4.5
Índice de Servicio Final	2.5
Módulo de ruptura a 28 días	$M_R = 650 \text{ lb/pulg}^2$
Módulo de elasticidad del concreto	$M_E = 4,188,628 \text{ lb/pulg}^2$
Valor K de la subrasante	$1000 \text{ lb/pulg}^3$
Valor de Realidad	$R = 80 \%$
Valor de Desviación Estándar	$S_o = 0.35$
Coeficiente de transmisión de carga	$J = 2.8$
Coeficiente de drenabilidad	$C_d = 0.8$

El espesor de la losa de concreto hidráulico que se requiere colocar es el que se da a continuación:



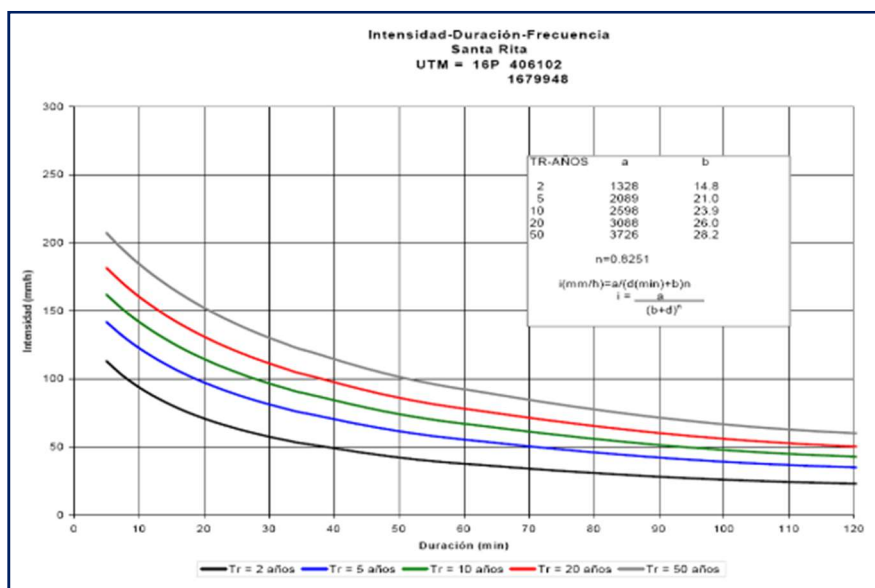
# ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO.

## 1.11. ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

### 1.11.1. ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Los parámetros morfo métricos de las cuencas menores fueron tomados de los estudios previos, y la precipitación correspondiente al período de retorno de 100 años para puentes y de 50 años para cajas respectivamente fue también estimada a partir de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia de la estación hidrometeoro lógica de Santa Rita como se hizo en los estudios previos.

**Ilustración 11 Estructura de Pavimento Hidráulico**  
**Ilustración 12 Intensidad-Duración-Frecuencia**



Las investigaciones hidrológicas se centraron en determinar las crecidas, en forma indirecta, para las diferentes cuencas correspondientes a los sitios hidráulicos; utilizando para esas investigaciones los valores máximos de lluvia, la distribución de la lluvia en el tiempo, las características hidrológicas de las cuencas y la topografía del lugar.

Ajustes probabilísticos de distribución de valores extremos y el modelo HMS del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de América fueron utilizados para estimar las crecidas mencionadas.

**Tabla 20 Caudales pico estructuras mayores (puentes y cajas)**

No.	Nombre curso de agua	Estación	Tipo de estructura	Área Cuenca Km <sup>2</sup>	Q TR 50 m <sup>3</sup> /s	Q TR 100 m <sup>3</sup> /s
1	Río Blanco	193+719	Puente	375.950	-	1,280
2	Quebrada Caracol	197+967	Puente	11.582	-	134.2
3	Quebrada Manacal	202+816.80	Puente	18.740	-	204.0
4	Quebrada Zapote	203+564.10	Caja	1.962	23.307	-
5	Quebrada La Frescura	207+234.10	Caja	5.782	93.383	-
6	B1-3	217+466.10	Caja	3.143	38.642	-
7	B2-2	218+830.10	Caja	0.225	5.054	-
8	A-3	219+424.10	Caja	1.421	16.793	-
9	A-5	221+299.10	Caja	0.771	9.861	-
10	A-10	223+494.10	Caja	0.051	0.918	-

### 1.11.2. ANÁLISIS Y REVISIÓN HIDRÁULICA

#### 1.11.2.1. Puentes y Cajas

En la evaluación hidráulica se determinó el Nivel de Aguas Máximo Esperado (NAME) en base a las secciones transversales del Río en las proximidades del puente, arriba y abajo, el coeficiente de rugosidad del cauce y planicies y de las características geométricas del puente en sus componentes de super estructura (Deck), estribos y pilastras cuando las hay.

Para los análisis hidráulicos se calcularon los perfiles de niveles de agua para un periodo de retorno de 100 años para los puentes y de 50 años para las cajas. A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los análisis realizados.

Según el análisis de los resultados hidráulicos del **Puente sobre el Río Blanco, Estación 193+719**, con una longitud de 60 metros, y por el bloqueo total de la planicie de la carretera, causan un remanso de 0.080 m comparado con la condición natural del flujo en la sección 0+078 m aguas arriba. Los tirantes en la sección 0+037 m aguas arriba del puente alcanzan la cota de 48.18 msnm. Las velocidades que se generan en la entrada y salida del puente son altas, 2.05 y 2.47 m/s, respectivamente, el flujo sobre la calzada es de 750.80 m<sup>3</sup>/s, mientras el resto del caudal igual 529.2 pasan a profundidad normal bajo la estructura del puente.

En base a lo anterior se concluye que: el puente propuesto tendrá una capacidad para dar paso al caudal de diseño de  $1,280 \text{ m}^3/\text{s}$ , correspondiente a un período de retorno de 100 años, no obstante, pasa un flujo sobre la calzada de  $750.80 \text{ m}^3/\text{s}$ , mientras que el resto del caudal igual a  $529.2 \text{ m}^3/\text{s}$  pasan a profundidad normal bajo la estructura del puente.

Las obras de protección propuestas para las cimentaciones de las pilastras y estribos tienen la finalidad de inhibir la socavación potencial estimada, o sea que, la socavación se detiene una vez que el flujo encuentra en el lecho partículas de mayor tamaño que no son susceptible a ser arrastradas por las velocidades que se estiman en la sección hidráulica. El ancho de la protección ha sido determinada igual o mayor a la profundidad estimada del flujo para el caudal de diseño.

Por lo que se recomienda proteger: la carretera en las aproximaciones al puente en los segmentos que quedan abajo de la cota de inundación (48.18 msnm) y los elementos a base de enrocados para garantizar el buen funcionamiento estructural de la subestructura se proponen las siguientes obras complementarias.

Además, se debe proteger la Pilastra alrededor de la columna a nivel de lecho con un enrocado de 1.0 m de espesor y un ancho de 8.5 m con roca de 0.50 m de diámetro como mínimo y el pie de los estribos con enrocado de 1.0 m de profundidad y un ancho de 6.00 m alrededor del mismo con roca de 0.50 m de diámetro como mínimo, así como los taludes de carretera con colchoneta de gavión bien anclada al suelo.

Para garantizar el buen funcionamiento estructural de la subestructura se proponen las siguientes obras complementarias.

**Puente Quebrada Caracol, Estación 197+967**, de acuerdo a los resultados Hidráulicos, se propones un puente de 20 m, el que genera un remanso de 0.55 m en la sección 14.5 m aguas arriba del eje de la carretera, lo cual es fácilmente tolerado por el cauce natural.

Las velocidades del flujo se reducen en la sección de entrada del puente debido al remanso generado, mientras que la sección 11.5 m aguas abajo las velocidades se mantienen aproximadamente iguales a las que se producen en su condición natural.

Las velocidades de entrada y salida en la propia estructura de puente son de 3.75 y 4.05 m/s, a lo que habrá que prestar atención en cuanto a las protecciones de los estribos se refiere. El tirante de agua en la sección más próxima aguas arriba del puente alcanza la cota de 71.53 msnm, muy próxima a la elevación de la rasante del tramo e general.

Por lo que se concluye que el puente propuesto tiene capacidad para dar paso al caudal de 134.2 m<sup>3</sup>/s, correspondiente a un período de retorno de 100 años, empero se recomienda considerar los siguientes aspectos:

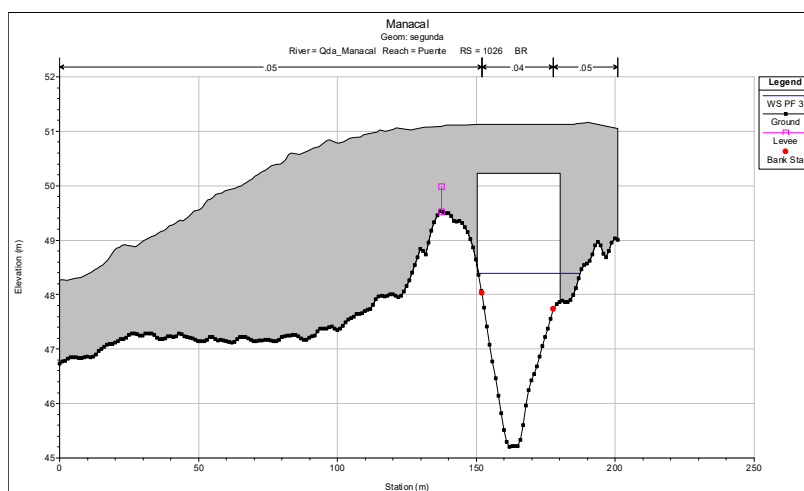
- Proteger los estribos de la estructura contra la socavación potencial del cauce tanto en la entrada como en la salida de la estructura de puente.
- Elevar el fondo de viga de la estructura por lo menos 1.00 m arriba de la cota 71.53 msnm, que es el nivel que alcanza el flujo en la sección más próxima a su entrada.
- Revisar el nivel del terraplén de las aproximaciones al puente, comparándolo con la cota 71.53 msnm. Es probable que haya que elevarlo para mantener la integridad de la estructura del pavimento.

En cuanto a los resultados hidráulicas del **Puente existente sobre Quebrada Manacal**, localizado en la Estación 202+816.80, éste tiene capacidad para dar paso al caudal de diseño de 204 m<sup>3</sup>/s, el fondo de viga de la estructura, a una altura de 50.23 msnm, deja un espacio libre para el paso de los cuerpos flotantes de 1.43 m, lo cual se considera satisfactorio.

En conclusión, éste puente existente tiene capacidad para dar paso al caudal de 204 m<sup>3</sup>/s, correspondiente a un período de retorno de 100 años, por lo que se recomienda construir un bordo de la margen izquierda del cauce de la Qda. Manacal hasta una distancia aproximada de 120 m aguas arriba a una cota de corona de 50 msnm, así como proteger los estribos contra la socavación potencial que se pueda generar, dadas las velocidades altas que se presentan tanto en la entrada como en la salida de la estructura.

La imagen siguiente ilustra los niveles en la sección de entrada del puente.

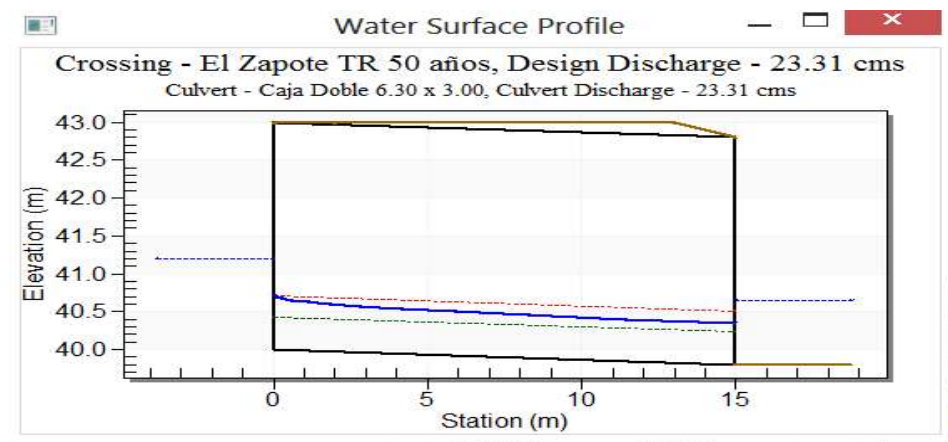
**Ilustración 13 Niveles de la sección de entrada del puente**



### Caja Sobre Quebrada El Zapote, Estación 203+564.10

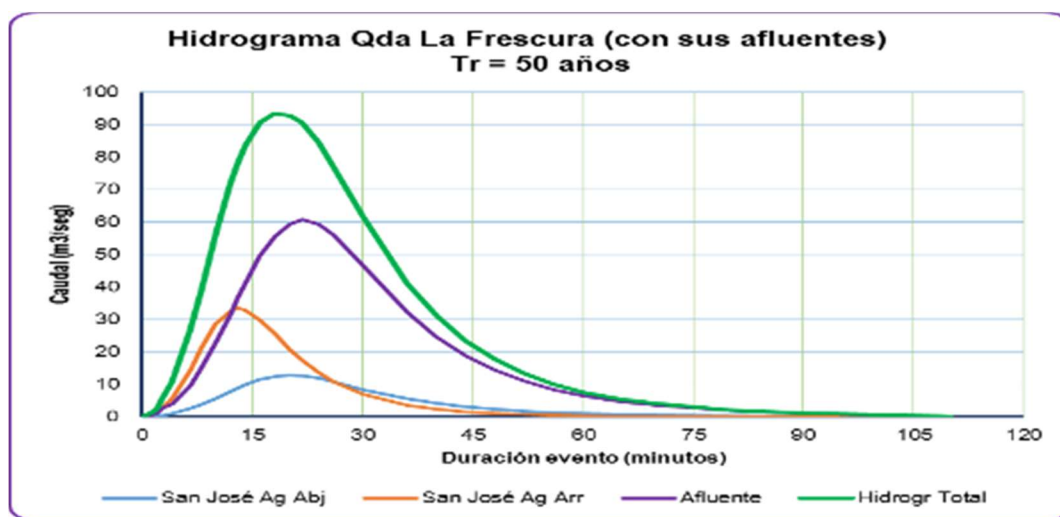
De acuerdo a los resultados obtenidos para funcionamiento de la caja y una serie de caudales entre los que se resalta el valor comprendido para el período de retorno de 50 años se propone una caja doble que trabajará por control a la entrada con un tirante de 1.19 m sobre su invertida. Las velocidades esperadas en la salida de la estructura son de 3.43 m/s, por lo que se requiere tomar medidas para la protección del cauce en la descarga de la estructura y tendrá una capacidad holgada para dar paso al caudal de  $23.307 \text{ m}^3/\text{s}$ , sin que el tirante a la entrada alcance el nivel de su corona.

Ilustración 14 El perfil hidráulico esperado para el funcionamiento de la estructura propuesta.



### Caja Quebrada La Frescura (Estación 207+564.10)

Ilustración 15 Hidrograma Qda. La Frescura (con sus afluentes)



De los hidrogramas para  $Tr = 50$  años y  $Tr = 20$  años, se han identificado los valores totales, como se muestra en el siguiente cuadro.

Unidad Hidrológica	Coefficiente Escorrentía Cesc	Área (Has)	Caudal $Tr = 20$ años ( $Q_{20}$ ) ( $m^3/seg$ )	Caudal $Tr = 50$ año ( $Q_{50}$ ) ( $m^3/seg$ )
Qda La Frescura Aguas Abajo	0.38	76.78	11.0	12.8
Qda La Frescura Aguas Arriba	0.42	161.30	29.0	33.4
Corredero Afluente	0.42	340.15	52.3	60.7
Caudal en cruce carretero			80.564	93.383

### 1.11.3. REVISIÓN HIDRÁULICA ALCANTARILLAS

La evaluación hidráulica de estas estructuras se realizó utilizando las fórmulas hidráulicas correspondientes, atendiendo a la teoría de capacidad de alcantarillas en donde intervienen la ecuación de orificio, la fórmula de velocidad de Manning y la fórmula general del caudal en función de la velocidad y el área hidráulica del ducto bajo análisis. Se hizo uso del programa HY-8 de la Federal Highway Administration, versión 7.4.

Las alcantarillas existentes se removerán en su totalidad en la Sección A, porque al analizarlas hidráulicamente para un periodo de retorno de 25 años, los diámetros de las tuberías aumentan. Además, las tuberías metálicas existentes se encuentran en mal estado y serán reemplazadas por alcantarillas nuevas de concreto reforzado. En la Sección B, la gran mayoría se encuentran en buen estado.

El drenaje menor diseñado corresponde a tuberías de concreto reforzado. El diámetro mínimo utilizado es de 30" y se requieren tuberías de hasta 72" de diámetro.

### 1.11.4. ESTRUCTURAS MAYORES (PUENTES Y CAJAS)

Considerando el tamaño de las estructuras, éstas se han dividido en estructuras de drenaje menor y drenaje mayor.

Las estructuras del drenaje mayor que se diseñaron son puentes de concreto reforzado con tamaños que varían desde los 20 metros de longitud hasta los 60 metros como es el caso del puente sobre el Río Blanco. La Tabla 21 se muestra el resumen de las estructuras de drenaje mayor diseñadas, con su nombre, estación y tamaño o longitud, después de considerar los análisis hidrológicos e hidráulicos correspondientes.



En cuanto a las estructuras de drenaje mayor que se refieren a cajas, existe una en el proyecto y se diseñó de concreto reforzado doble de 6.50 x 3.00 m.

**Tabla 21 Estructuras mayores requeridas**

No.	Nombre	Estación	Estructura	Ancho de rodadura	Tamaño/ Longitud (m)
1	Intercambio Corredor Turístico-Corredor Logístico (La Barca)	192+500	1 Puente	12.10 m	30.00 m
2	Río Blanco	193+719	2 Puentes nuevos	11.00 m	2 luces de 30.00 m
3	Quebrada Caracol	197+967	2 Puentes nuevos	11.00 m	20.00 m
4	Quebrada Manacal	202+816.80	1 Puente nuevo	11.00 m	25.00 m
5	Quebrada Zapote	203+564.10	Caja nueva	-	2-(6.50x3.00m)

La Sección B ya cuenta con obras de drenaje mayor construidas en la última intervención a la vía, las cuales contemplaron la ampliación de la vía a 4 carriles. No obstante, se requieren la ampliación de 3 cajas y una alcantarilla para proyectar la sección típica propuesta en esta sección; los detalles de estas ampliaciones se presentan en los planos de diseño.

#### 1.11.5. NORMAS DE DISEÑO PARA PUENTES

En cumplimiento a los requerimientos del Proyecto, cada uno de los elementos de los puentes y cajas fue diseñado siguiendo los lineamientos del Reglamento AASHTO LRFD 2012 de la Asociación Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y Transporte. La carga móvil definida es de HL-93.

En las tablas siguientes se describen las resistencias de los materiales utilizados en el diseño.

**Tabla 22 Resistencias de Materiales para la Superestructura con vigas de concreto reforzado**

Parámetro estructural	Valor de diseño
Resistencia a la compresión del concreto de los diagramas, vigas y pretiles	280 Kg/cm <sup>3</sup> a los 28 días
Acero de refuerzo	Resistencia última: 4,200 Kg/cm <sup>2</sup> Grado: 60 de acuerdo a las especificaciones ASTM A615 y AASHTO M30
Dureza apoyos de neopreno	60 ASTM (USA)
Recubrimiento del concreto:	Vigas: 4 cm; Superior de losa: 4 cm; Inferior de losa: 2.5 cm; Diafragma: 4 cm

**Tabla 23 Resistencias de Materiales para la Superestructura con vigas AASHTO Tipo IV**

Parámetro estructural	Valor de diseño
Resistencia a la compresión vigas	420 Kg/cm <sup>2</sup> al momento de la transferencia de esfuerzos 420 Kg/cm <sup>2</sup> a los 28 días
Resistencia a la compresión para losa, diagramas y pretiles	280 Kg/cm <sup>3</sup> a los 28 días.
Resistencia última a la tensión acero pre-esforzado	Tendones de 7 alambres de 19,000 Kg/cm <sup>3</sup> (270 KSI) de acuerdo a las especificaciones ASTM A415 y AASHTO M30
Acero de refuerzo no pre-esforzado	Resistencia última: 4,200 Kg/cm <sup>2</sup> Grado: 60 de acuerdo a las especificaciones ASTM A615 y AASHTO M30
Tipo de vigas pre-esforzada	AASHTO Tipo IV
Dureza apoyos de neopreno	60 ASTM (USA)
Recubrimiento del concreto:	Vigas: 4 cm; Superior de losa: 4 cm; Inferior de losa: 2.5 cm; Diafragma: 4 cm

**Tabla 24 Resistencias de Materiales para los Estribos**

Parámetro estructural	Valor de diseño
Resistencia a la compresión del concreto	280 Kg/cm <sup>3</sup> a los 28 días
Acero de refuerzo	Resistencia última: 4,200 Kg/cm <sup>2</sup> Grado: 60 de acuerdo a las especificaciones ASTM A615 y AASHTO M30
Dureza apoyos de neopreno	60 ASTM (USA)
Recubrimiento del concreto	En contacto con el suelo: 7.5 cm y para los demás elementos: 2.5 cm
Presión máxima de diseño del terreno	3.0 Kg/cm <sup>2</sup>
Peso volumétrico del relleno	1,800 Kg/m <sup>3</sup>
Ángulo de fricción interna del relleno	35°
Coeficiente sísmico	AO es 0.28
Coeficiente de sitio	S es 1.20

# ESTUDIO Y EVALUACIÓN AMBIENTAL.

## 1.12. ESTUDIO Y EVALUACIÓN AMBIENTAL

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto de Mejoramiento y Ampliación de la Carretera CA-5, Tramo III: La Barca – Pimienta localizados sobre el Corredor Logístico, inicia con rumbo noreste en la comunidad de La Barca, estación 192+230 y finaliza en el sitio denominado Pimienta estación 215+230, sobre la Carretera CA-5 Norte y atraviesa los Municipios de Santa Cruz de Yojoa y Potrerillos en el Departamento de Cortés.

En primera instancia se realizó la categorización ambiental del proyecto, y de esta forma se determinó la gestión y documento ambiental a desarrollar. Apegados a la legislación ambiental se aplicó la tabla de categorización ambiental Acuerdo 1714-2010, con lo que se determinó que el proyecto pertenece al Sector de Desarrollo Urbano, Subsector del Desarrollo Urbano, Categoría y División de Construcción, de la Actividad Construcción de Carreteras, y de la Categoría 4 por tener más de 20,000 m de longitud.

Por ser un proyecto Categoría 4, se debe gestionar una licencia ambiental, y formular un Estudio de Impacto Ambiental. Para tal fin se levantó la línea base del área de influencia del proyecto, se proyectaron los potenciales impactos y se establecieron las medidas de mitigación ambiental. Para cumplir con dichos alcances se llevó a cabo la caracterización del medio biológico, físico y social, el levantamiento de esta información se realizó en campo, aplicando métodos de muestreo, encuestas, consultas, así mismo se estudiaron las fuentes secundarias. La valoración de los impactos ambientales, se logró utilizando la Matriz de Leopoldo, esta metodología analiza la magnitud y la importancia del impacto sobre los factores.

Se llevó a cabo un análisis de causa y efecto, de los impactos con mayor magnitud e importancia, así como el de los componentes ambientales más afectados. El plan de gestión ambiental- social establece las medidas de mitigación ambiental, versus actividades que generan el impacto y el factor ambiental afectado por estas actividades. Los diferentes componentes de este estudio se han desarrollado con un equipo de profesionales especialistas en diferentes disciplinas como, flora, fauna, sociología, antropología, biología general.

El estudio de impacto ambiental incluye, además, la metodología y estrategia seguida para la elaboración de la Caracterización Socioeconómica, así como los resultados de la Valoración detallada de un total de 70 afectaciones ubicadas entre La Barca y Pimienta.

### 1.12.1. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES

En las diferentes etapas del proceso de construcción de la carretera se ha identificado y evaluado los diversos impactos que podrían producirse, siendo los más relevantes los siguientes:

#### Etapas de Construcción

- **Impactos Positivos**
  - Generación de empleo
  - Dinamización de la economía local
  
- **Impacto Negativo**
  - Alteración de la calidad del aire por emisión de material, gases y ruido
  - Riesgo de afectación de la calidad del agua y/o conflictos de uso
  - Afectación de la flora
  - Perturbación de la fauna
  - Riesgo de accidentes y afecciones respiratorias en el personal de obra
  - Afectaciones a propiedades
  - Impactos sobre los medios para la actividad productiva
  - Alteración de la transitabilidad vial
  - Incremento de la movilidad población

### 1.12.2. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

#### Objetivos

Proponer medidas de protección, prevención, atenuación y restauración de los efectos perjudiciales o dañinos que pudieran resultar de la ejecución del proyecto sobre los componentes ambientales, logrando de este modo que el proceso constructivo y funcionamiento de esta obra se realice en armonía con la conservación del ambiente.

Proponer acciones para afrontar situaciones de riesgos y accidentes durante la ejecución de la obra vial proyectada.

## Estrategia

Se considera como instrumentos de la estrategia de aplicación del Plan de Gestión Ambiental y Social, a los programas que permitan el cumplimiento de los objetivos de éste; siendo estos:

- Programa de Educación y Capacitación Ambiental
- Programa de información y participación comunitaria
- Programa de Prevención y/o Mitigación
- Programa de Compensación Social
- Programa de Seguimiento y Monitoreo
- Plan de Contingencias
- Plan de Abandono y Restauración Final
- Programa de Higiene, Seguridad Industrial y Salud Ocupacional
- Programa de Manejo de Tránsito

A continuación, se presenta el presupuesto para la implementación de éstos programas.

16	Plan de Gestión Ambiental y Social a Cargo del Organismo Ejecutor	Unidad	Cantidad	Precio U. (L)	Total (L)
16.1	Plan de Apoyo a las Municipalidades para el Manejo de riesgos de Contaminación	Unidad	1.00	212,500.00	212,500.00
16.2	Campaña de Educación Vial	global	1.00	222,500.00	222,500.00
16.3	Plan de Monitoreo				
16.3.1	Monitoreo de calidad de agua	global	1.00	384,000.00	384,000.00
16.3.2	Monitoreo de calidad de aire	global	2.00	150,000.00	300,000.00
16.3.3	Monitoreo de niveles sonoros	global	2.00	35,000.00	70,000.00
	<b>Total Programa Plan de Gestión Ambiental y Social a Cargo del organismo Ejecutor (L)</b>				<b>1,189,000.00</b>
	<b>Total Programa Plan de Gestión Ambiental y Social a Cargo del organismo Ejecutor (US\$)</b>				<b>52,099.54</b>

# ESTUDIO Y EVALUACIÓN SOCIAL.



## 1.13. ESTUDIO Y EVALUACIÓN SOCIAL

### 1.13.1. PRINCIPIOS DEL PLAN DE GESTIÓN SOCIAL

El plan de gestión social y reasentamiento responde a los lineamientos de la Política de Reasentamiento del BID (OP-710) y de manera especial a sus principios fundamentales los cuales se resumen a continuación:

Todos los esfuerzos que sean necesarios deben ser hechos a fin de evitar o minimizar el desplazamiento de población y su reubicación involuntaria.

Cuando el desplazamiento de población es inevitable, debe prepararse un plan de reasentamiento que asegure que: (i) las familias o comunidades desplazadas reciben una compensación adecuada por las pérdidas de cualquier naturaleza causadas por el desplazamiento y la reubicación forzosa; (ii) reciben asistencia para asegurar la recuperación de sus condiciones de vida anteriores y en lo posible mejorarlas asegurando los estándares de vida mínimos tales como: acceso a un terreno o lote, servicios de agua potable, saneamiento, equipamiento comunitario y título de propiedad del inmueble de reposición, independientemente de que la población afectada contará o no con títulos de propiedad antes del desplazamiento forzoso.

Las comunidades reubicadas experimentan la mínima disrupción posible en sus redes sociales, vida comunitaria, empleo, producción, generación de ingresos familiares y acceso a servicios públicos, como escuela, centros de salud, etc.

Se tomarán todas las medidas posibles para evitar o reducir al mínimo la necesidad de reasentamiento involuntario. Se analizarán las alternativas del proyecto para identificar soluciones que sean viables desde el punto de vista económico y técnico, eliminando, o disminuyendo al mínimo, la necesidad de reasentamiento involuntario. Al examinar las ventajas y desventajas de las alternativas, es importante que se cuente con un cálculo razonable del número de personas que probablemente se verán afectadas y con una estimación de los costos del reasentamiento.

### 1.13.2. EVALUACIÓN DE LAS AFECTACIONES

Se incluye en la población que será afectada directamente con el proyecto, un total de **104** afectaciones prediales que en su mayoría se dedican a la venta informal de frutas dentro del derecho de vía.

**Tabla 25 Resumen Clasificación de Casos**

Resumen Clasificación de Casos	
Tipo de Caso	Número de Casos
Reasentamiento	84
Socio-Prediales Categoría I	10
Socio-Prediales Categoría II	9
Socio-Prediales Categoría III	1
<b>TOTAL</b>	<b>104</b>

**Tabla 26 Resumen Clasificación de Casos**

Resumen de Casos por tipo de afectación	
Tipo de Afectación	Número de Casos
Vivienda	35
Negocio	40
Terreno y Vivienda	9
Terreno	5
Escuelas	1
Vivienda En Construcción /Vivienda Abandonada	4
Cercos	9
Cocina	1
<b>TOTAL</b>	<b>104</b>

Los principales instrumentos utilizados para la formulación del Plan de Gestión Social y de Reasentamiento son los siguientes:

- **Política OP – 710 BID:** La política como instrumento ha sido utilizado con la finalidad de guiar el proceso de construcción del Plan de Reasentamiento Involuntario, considerando los principios, objetivos, las consideraciones especiales, así como los criterios para el diseño del presente plan.

**Encuesta para la caracterización de la población ubicada en el Área de Influencia Directa (AID) y en el Área de Influencia Indirecta (AII) del Proyecto:** se elaboró una encuesta de hogares para identificar y/o caracterizar la población ubicada en el AID y en el AII del Proyecto “Mejoramiento y Rehabilitación del Corredor Logístico, CA-5 Norte, La Barca – Pimienta”, Longitud: 23.00 Kilómetros.

#### 1.13.2.1. Marco Normativo del Plan Gestión Social

El Plan de Gestión Social, response al análisis de los aspectos sociales conforme los establecido en el marco normativo de la Legislación Hondureña y en las Políticas de Salvaguarda Sociales del BID, particularmente las denominadas OP-710 (Política de Reasentamiento) y OP-765 (Política de Pueblos Indígenas); en la implementación del Proyecto: La Barca-Pimienta que forma parte del Corredor Logístico.

La Política OP-710 (Política de Reasentamiento), indica que se deben minimizar alteraciones perjudiciales en el modo de vida de las personas que viven en la zona de influencia del proyecto, evitando o disminuyendo la necesidad de desplazamiento físico, y asegurando que, en caso de ser necesario el desplazamiento, las personas sean tratadas de manera equitativa y, cuando sea factible, participen de los beneficios que ofrece el proyecto que requiere su reasentamiento.

La Política OP-765 (Política de Pueblos Indígenas), indica que se deben salvaguardar a los pueblos indígenas, sus derechos, costumbres y potenciar su desarrollo.

La Política del BID sobre Mujer en el Desarrollo (OP-761).

Con el fin de analizar la relación entre las políticas del BID, sobre el tratamiento que se debe brindar a la población afectada por las obras de infraestructura vial, con la legislación en Honduras, se revisaron y analizaron las normas vigentes.

### 1.13.2.2. Resultados del estudio y evaluación social

El estudio y evaluación social, incluye parte de la comunidad de La Barca en el Municipio de Santa Cruz de Yojoa; la colonia Reyes Arévalo, la colonia Empresa Asociativa Caracol, Altos de Manacal, la colonia Nueva Garroba y la colonia Nueva Higuierito Central jurisdicción del Municipio de Potrerillos, en el Departamento de Cortés. Para la evaluación, análisis y consideración de los principales aspectos requeridos por el Proyecto, se desarrollaron las siguientes actividades:

- Se identificaron organizaciones con presencia en la zona de influencia del proyecto, autoridades de los Gobiernos Locales y Empresa Privada e Instituciones Gubernamentales para efectos de coordinar acciones en las cuáles su participación del Proyecto sea requerida.
- Se logró identificar los derechos, usos, predios, infraestructura, actividades dentro del derecho de vía.
- Se obtuvo información, a través de la participación del afectado, con sus autoridades locales en el levantamiento del formulario de campo, así como la validación de las fichas y planos de planta del eje proyectado.
- Levantamiento de información a través de un censo de todos los afectados localizados en terrenos comunales, privados y municipales.
- Se apoyó la identificación y desarrollo de diferentes componentes del Plan de Gestión Social en relación a la identificación de las medidas de mitigación y compensación social, sin descartar el establecimiento de un Plan de Reasentamiento.

# PRESUPUESTO DEL PROYECTO.

## 1.14. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

### OPCIÓN DE CONCRETO ASFÁLTICO PARA UNA VIDA ÚTIL DE 10 AÑOS

#### ESTIMADO DE CANTIDADES Y PRESUPUESTO PARA CUATRO CARRILES

#### CUADRO RESUMEN DE COSTOS

01 ago. 16, V8

No.	CONCEPTO DE OBRA	TOTAL L	TOTAL US\$
1.00	ACTIVIDADES PRELIMINARES	3,225,155.04	141,319.67
2.00	MOVIMIENTO DE TERRACERÍAS PARA AMPLIACIÓN	127,183,553.00	5,572,921.96
3.00	PAVIMENTO CONCRETO ASFÁLTICO	337,014,431.48	14,767,279.89
4.00	OBRAS DE DRENAJE MENOR	47,613,297.19	2,086,316.85
5.00	ESTRUCTURAS DE CAJAS	11,466,900.27	502,456.01
6.00	ESTRUCTURAS DE PUENTES	104,629,206.79	4,584,636.85
7.00	PUENTES PEATONALES METÁLICOS	14,989,951.56	656,828.88
8.00	MISCELÁNEOS	90,747,752.25	3,976,380.04
9.00	SEÑALIZACION HORIZONTAL Y VERTICAL	18,683,507.12	818,672.89
10.00	INTERCAMBIO PASO A DESNIVEL CORREDOR TURÍSTICO-CORREDOR LOGÍSTICO (LA BARCA, ESTACIÓN 192+500)	88,441,104.23	3,875,307.46
11.00	OBRAS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL	15,588,669.04	683,063.45
12.00	PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL A EJECUTARSE POR EL CONTRATISTA	5,673,909.79	248,619.07
	<b>A) TOTAL NETO DE OBRAS</b>	<b>865,257,437.76</b>	<b>37,913,802.99</b>
13.00	B) Más Administración Delegada (6%)	51,915,446.27	2,274,828.18
14.00	C) Más Cláusula Escalatoria (8%)	73,373,830.72	3,215,090.49
	<b>D) TOTAL DE CONTRUCCIÓN</b>	<b>990,546,714.75</b>	<b>43,403,721.67</b>
15.00	E) Más Supervisión 6%	59,432,802.88	2,604,223.30
	<b>TOTAL DE CONSTRUCCIÓN MAS SUPERVISIÓN (A+B+C+D+E)</b>	<b>1,049,979,517.63</b>	<b>46,007,944.97</b>
16.00	<b>IMPLEMENTACIÓN DEL REASENTAMIENTO</b>	<b>52,489,910.00</b>	<b>2,300,000.00</b>
17.00	PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL A CARGO DEL ORGANISMO EJECUTOR	1,189,000.00	52,099.54
	<b>GRAN MONTO TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>1,103,658,427.63</b>	<b>48,360,044.50</b>

Tasa cambio del 31 de mayo del 2016/Banco Central de Honduras : 1US\$ = L 22.8217

# PROGRAMAS DE TRABAJO.

## 1.15. PROGRAMAS DE TRABAJO

### 1.15.1. PROGRAMA DE TRABAJO ESTIMADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS

Después de analizar las diferentes actividades que conforman el proyecto, hemos determinado que un tiempo razonable para la ejecución del mismo es de 18 meses calendario. Es importante manifestar que el Contratista deberá presentar un programa de trabajo ya sea por el método de ruta crítica o de precedencia, con el suficiente detalle de todas de todas las actividades involucradas, estableciendo varios frentes de trabajo, haciendo un uso racional de los recursos disponibles; ya sean de mano de obra, equipo o recursos económicos, de tal manera que el proyecto sea desarrollado y concluido en ese tiempo.

Este programa de trabajo debe ser tomado como referencia ya que el mismo ha servido de base para establecer un programa lógico de ejecución de las diferentes actividades y sobre todo para establecer un tiempo aceptable en el cual el Proyecto puede ser construido, considerando para ello que durante ese tiempo se podrán presentar atrasos, normales y hasta frecuentes, de acuerdo al tipo de proyecto.

Así mismo queremos enfatizar que durante el proceso de licitación, los Contratistas deberán presentar el programa de trabajo, con el suficiente detalle por el tipo y la magnitud del proyecto. El programa es una herramienta para lograr el éxito en la ejecución del proyecto, tanto en tiempo como en administración de recursos. A continuación, presentamos el programa de trabajo para la construcción, como para la supervisión de la obra.





# EVALUACIÓN ECONÓMICA.

## 1.16. EVALUACIÓN ECONÓMICA

La Evaluación Económica se efectúa con el propósito de establecer la mejor solución técnica más apropiada desde un punto de vista económico a un costo razonable, que determine una efectiva transitabilidad de los diferentes tipos de vehículos a lo largo de su recorrido, permitiendo al público usuario desplazarse en forma segura, cómoda lo cual es medido a través de los indicadores de rentabilidad económica.

Para dar inicio al proceso metodológico, se colectó una serie de insumos técnicos-económicos y en base a ello se procedió a usar un modelo de transporte para la evaluación económica de la carretera, utilizando el Modelo HDM4 (Modelo de análisis de Inversiones Viales), en base a ello se calcularon los beneficios que se esperan alcanzar con la aplicación de una solución vial al proyecto actual, frente a transitar por una vía en dos carriles y en condiciones no óptimas para los usuarios de la misma.

El modelo HDM-4 es una herramienta computacional diseñada para la evaluación de los aspectos técnicos y económicos de proyectos de inversión vial. El modelo consiste en 3 módulos como ser:

1. **El módulo técnico:** que simula la evolución de la condición de la carretera con el tiempo, bajo los efectos del tránsito vehicular, clima etc. y de las necesidades de mantenimiento de la carretera.
2. **El módulo de costos de transporte:** que calcula los costos de operación vehicular, la velocidad y los tiempos de recorrido, en relación con la condición de la carretera y el nivel de tránsito.
3. **El módulo económico:** que realiza una síntesis de los cálculos anteriores; a partir de los flujos anuales de costos y de beneficios y calcula los indicadores económicos para la alternativa planteada.

A continuación, nos permitimos presentar las conclusiones y recomendaciones del estudio  
**PENDIENTE, EN PROCESO DE ELABORACIÓN.**