

Rehabilitación de la
Carretera CA:11 La
Entrada – El Florido

Estudio de Impacto Ambiental

**CA-11: La Entrada – El
Florido**

Preparado por: ACI/ Ecología y Servicios S.A.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	10
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	11
2.1. Etapa de construcción.....	11
2.1.1. Ubicación.....	11
2.1.2. Descripción Técnica.....	12
2.1.3. Mano de obra para la construcción.....	36
2.1.4. Equipo y maquinaria	36
2.1.5. Tiempo de ejecución	38
2.1.6. Inversiones	38
2.2. Operación del proyecto	38
2.2.1. Mantenimiento Rutinario	38
3. MARCO LEGAL	41
3.1. Normativa Legal Nacional.....	42
3.1.1. Constitución de la República	42
3.1.2. Normativa Ambiental	42
3.1.3. Normativa para el Aprovechamiento de los Recursos Minerales Inorgánicos	47
3.1.4. Normativa para el Aprovechamiento del Recurso Hídrico del País	47
3.1.5. Normativa Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre.....	48
3.1.6. Normativa en relación a la Propiedad y Uso de la Tierra.....	48
3.1.7. Normativa Laboral.....	49
3.1.8. Normativa sobre Manejo de Desechos Sólidos y Líquidos.....	50
3.1.9. Normativa sobre Control de Emisiones	51
3.1.10. Normativa en relación al Patrimonio Cultural	51
3.2. Normativa Legal Local	52
3.2.1. Ley de Municipalidades.....	52
4. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO.....	53
4.1. Diagnóstico Ambiental	53
4.1.1. Clima y meteorología	53
4.1.2. Calidad del aire.....	54

4.1.3.	Geología.....	58
4.1.4.	Suelos.....	60
4.1.5.	Zonas de deslizamiento y fallas	68
4.1.6.	Hidrología.....	72
4.1.7.	Ecosistemas y vegetación en el área del proyecto.....	134
4.1.8.	Estudio de biodiversidad.....	146
4.1.9.	Áreas silvestres protegidas.....	150
4.1.10.	Patrimonio histórico, cultural y arqueológico	151
5.	DIAGNÓSTICO SOCIO-ECONÓMICO	164
5.1.	Poblaciones en el área de influencia del proyecto y vivienda.....	164
5.2.	Descripción de los municipios existentes a lo largo del tramo carretero	165
5.2.1.	Nueva Arcadia–Copán.....	165
5.2.2.	La Jigua (Valle de Magdalena y La Laguna).....	172
5.2.3.	Florida	175
5.2.4.	Santa Rita (El Pedernal, El Jaral y Santa Rita).....	178
5.2.5.	Copán Ruinas	182
5.3.	Afectación de predios por la pavimentación de la vía propuesta	189
6.	IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES.....	192
6.1.	Identificación de impactos ambientales	192
6.2.	Descripción de impactos ambientales	196
6.2.1.	Etapas de construcción	196
6.2.2.	Etapas de operación.....	204
6.3.	Valoración de impactos y riesgos ambientales	208
6.3.1.	Metodología de valoración de impactos.....	208
6.3.2.	Resultados de la valoración Resultados de la valoración	211
7.	MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y GESTIÓN SOCIO-AMBIENTAL DEL PROYECTO	222
	222	
7.1.	Plan de Implementación de Medidas de Mitigación Ambiental, Social, Salud y Seguridad en la Construcción.....	222
7.1.1.	Etapas de construcción	222
7.1.2.	Etapas de operación.....	230

7.2. Plan de Contingencias y Administración de Riesgos	232
7.3. Plan de Cierre	235
8. BIBLIOGRAFÍA.....	238
9. EQUIPO TÉCNICO.....	240

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Espesor de losa utilizando la opción de concreto hidráulico a lo largo de la carretera	14
Tabla 2. Volumen de material para corte y relleno.....	18
Tabla 3 Área de construcción.....	19
Tabla 4 Ubicación de las bahías	23
Tabla 5 Bancos de préstamo identificados para el proyecto.....	29
Tabla 6. Descripción de los sitios de medición y resultados.....	55
Tabla 7. Límites fijados por la OCDE	57
Tabla 8. Límites establecidos por la Comisión de la Unión Europea.....	57
Tabla 9. Comparación de Leq con normativa existente	58
Tabla 10 Estructura de las alcantarillas existentes en las estaciones 7+186.8616, 62+362.8685 y 63+989.54.....	73
Tabla 11 Constantes de las curvas de intensidad-duración-frecuencia.....	74
Tabla 12 Caudal estimado para la alcantarilla.....	76
Tabla 13 Constantes de las curvas de intensidad-duración-frecuencia.....	77
Tabla 14 Caudal estimado para la alcantarilla.....	78
Tabla 15 Unidades Hidrológicas	85
Tabla 16 Tiempo de concentración (Tc) por unidad hidrológica	85
Tabla 17 Clasificación Hidrológica de los Suelos	86
Tabla 18 Usos del Suelo (2009).....	87
Tabla 19 Cobertura Vegetal (2002).....	88
Tabla 20 Número de Curva (CN) del SCS	89
Tabla 21 Parámetros de Curvas IDF.....	89
Tabla 22 Unidades Hidrológicas	104
Tabla 23 Tiempo de concentración (Tc) por unidad hidrológica	105
Tabla 24 Clasificación Hidrológica de los Suelos	105
Tabla 25 Usos del Suelo (2009).....	106
Tabla 26 Cobertura Vegetal (2002).....	107
Tabla 27 Número de Curva (CN) del SCS	108
Tabla 28 Parámetros de Curvas IDF.....	108
Tabla 29 Tiempo de concentración (Tc) = 194.08 min = 3.235 horas	123

Tabla 30 Clasificación Hidrológica de los Suelos	124
Tabla 31 Usos del Suelo (2009).....	124
Tabla 32 Cobertura Vegetal (2002).....	124
Tabla 33 Número de Curva (CN) del SCS	124
Tabla 34 Parámetros de Curvas IDF (Estación Santa Rosa de Copán)	125
Tabla 35 Lista de especies identificadas en el tramo carretero La Entrada-Santa Rita-Copán Ruinas-El Florido (CA-11)	139
Tabla 36 Especies florísticas identificadas en el área del proyecto	143
Tabla 37 Especies probables a cortar	143
Tabla 38 Especies florísticas identificadas en el área del proyecto	146
Tabla 39 Especies probables a cortar	146
Tabla 40 Lista de especies de anfibios y reptiles identificadas en el tramo carretero La Entrada-Santa Rita-Copán Ruinas-El Florido (CA-11)	149
Tabla 41 Datos de población total rural y urbana en los municipios que atraviesa el tramo La Entrada–El Florido (CA-11).....	165
Tabla 42 Total de viviendas municipio de Nueva Arcadía, Copán.....	166
Tabla 43 Material predominante de paredes de viviendas municipio de Nueva Arcadía	166
Tabla 44 Material predominante del techo de las viviendas en el municipio de Nueva Arcadía.....	167
Tabla 45 Actividades productivas en el municipio de Nueva Arcadía	168
Tabla 46 Actividades económicas desarrolladas en el municipio de Nueva Arcadía, Copán	169
Tabla 47 Centros de educación, alumnos(as) y maestros(as) funcionando en Nueva Arcadía.....	171
Tabla 48 Procedencia del servicio de agua potable para el municipio de La Jigua	175
Tabla 49 Población total del municipio de Santa Rita	178
Tabla 50 Material predominante de paredes de viviendas municipio de Santa Rita.....	179
Tabla 51 Fuente de suministro de alumbrado a las viviendas municipio de Santa Rita.....	180
Tabla 52 Procedencia del servicio de agua potable para el municipio de La Jigua	181
Tabla 53 Instalación de tubería para agua potable en viviendas municipio de Santa Rita.....	181
Tabla 54 Manejo de los desechos sólidos en las viviendas en el municipio de Santa Rita	182
Tabla 55 Material predominante de paredes de viviendas municipio de Copán Ruinas.....	184
Tabla 56 Actividades productivas en el municipio de Copán Ruinas.....	185
Tabla 57 Fuente de suministro de alumbrado a las viviendas municipio de Copán Ruinas.....	187
Tabla 58 Procedencia del servicio de agua potable para el municipio de Copán Ruinas	188

Tabla 59 Manejo de los desechos sólidos en las viviendas en el municipio de Copán Ruinas	189
Tabla 60 Inventario de afectaciones en Copán Ruinas por el cambio de línea de la CA-11	190
Tabla 61. Matriz de identificación de impactos para el proyecto carretero	195
Tabla 62. Componentes ambientales del método RIAM	209
Tabla 63. Criterios para la cuantificación de impactos	210
Tabla 64. Criterios de evaluación del método RIAM.....	211
Tabla 65. Valor ambiental para cada banda de rangos.....	211
Tabla 66. Impactos positivos y negativos por componentes ambientales para la etapa de construcción	212
Tabla 67. Valoración de los impactos para el componente fisicoquímico (FQ)	213
Tabla 68. Valoración de los impactos para el componente biológico y ecológico (BE).....	214
Tabla 69. Valoración de los impactos para el componente sociológico y cultural (SC)	214
Tabla 70. Valoración de los impactos para el componente económico y operacional	215
Tabla 71. Puntaje ambiental para la etapa de construcción.....	215
Tabla 72. Impactos positivos y negativos por componentes ambientales etapa de operación.....	217
Tabla 73. Valoración de los impactos para el componente físico y químico (FQ).....	218
Tabla 74. Valoración de los impactos para el componente biológico y ecológico (BE).....	218
Tabla 75. Valoración de los impactos para el componente sociológico y cultural (SC)	219
Tabla 76. Valoración de los impactos para el componente económico y operacional (EO)	220
Tabla 77 Puntaje ambiental para la etapa de operación.....	220

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Vista aérea del tramo carretero La Entrada – El Florido.....	11
Ilustración 2 Sección Existente en el Tramo La Entrada-El Florido y opción propuesta para pavimentación con concreto hidráulico.....	13
Ilustración 3 Sección Existente en el Tramo La Entrada-El Florido y opción propuesta para pavimentación con concreto asfáltico.....	13
Ilustración 4 Sección típica en bahías.....	23
Ilustración 5 Alzado esquemático del puente.....	26
Ilustración 6 Río Chamelecón.....	29
Ilustración 7 Río Copán.....	29
Ilustración 8 Banco de préstamo 66+000.....	29
Ilustración 9 Resultados de las mediciones de ruido en las comunidades de Quebrada Honda, Campamento, Santa Rita, Copán Ruinas, Ostuman y El Florido.....	56
Ilustración 10 Pastos sobre Suelos de Valle.....	61
Ilustración 11 Perfiles de Suelos Ojojona, mostrando sus principales características morfológicas, entre la que sobresale su poca profundidad.....	62
Ilustración 12 Perfil Suelos Naranjito respectivamente, se observa su profundidad mayor a 100 cm	63
Ilustración 13 Perfil de Suelos Chandala mostrado su poca profundidad y la roca madre.....	63
Ilustración 14 Perfil de Suelos Ojojona, mostrando su poca profundidad, colores oscuros y claros, la presencia de fragmentos gruesos dentro del perfil y la presencia de la roca madre volcánica.....	64
Ilustración 15 Suelos de Valle mostrando su relieve ligeramente plano y su uso actual, constituido por pastos cultivados.....	66
Ilustración 16 Plantación de Caoba sobre Suelos de Valle.....	66
Ilustración 17 Pasto Jaragua sobre Suelos Ojojona.....	68
Ilustración 18 Ganado vacuno pastando sobre Suelos Ojojona.....	68
Ilustración 19 Falla revegetada.....	69
Ilustración 20 Falla No. 2, se observan las áreas sin revegetar.....	69
Ilustración 21 Derrumbe ocasionado por la avenida de escorrentías.....	70
Ilustración 22 Gaviones instalados para control de la erosión.....	70
Ilustración 23 - 24 Vistas de la falla.....	71
Ilustración 25 Derrumbe del suelo.....	72

Ilustración 26 Laguna estacional a orilla de la carretera La Entrada- El Florido.....	73
Ilustración 27 Relleno sobre estancamiento de agua producido durante la temporada de invierno....	73
Ilustración 28 Curva IDF para el período de retorno de 100 años.....	75
Ilustración 29 Modelaje de la alcantarilla 7+186.8616.....	76
Ilustración 30 Curva IDF para el período de retorno de 100 años.....	78
Ilustración 31 Modelaje de la alcantarilla 62+362.8685.....	79
Ilustración 32 Modelaje de la alcantarilla 63+989.54.....	79
Ilustración 33 Envolverte de Diagrama de Momentos.....	82
Ilustración 34 Envolverte de Diagrama de Cortantes.....	82
Ilustración 35 Puente Estación 55+732.66.....	84
Ilustración 36 Hidrograma de Crecida, Tr = 100 años.....	93
Ilustración 37 Perfil longitudinal tramo del río, longitud = 1,124.02 m.....	101
Ilustración 38 Sección de entrada al puente de 60 m.....	101
Ilustración 39 Gráfico en 3D.....	102
Ilustración 40 Puente Estación 57+102.50.....	103
Ilustración 41 Hidrograma de Crecida, Tr = 100 años.....	112
Ilustración 42 Perfil longitudinal tramo del río, longitud = 1,137.03 m.....	120
Ilustración 43 Sección de entrada al puente de 60 m.....	120
Ilustración 44 Gráfico en 3D.....	121
Ilustración 45 Puente Estación 61+650.15.....	122
Ilustración 46 Perfil del Río.....	123
Ilustración 47 Hidrograma de Crecida, Tr = 100 años.....	128
Ilustración 48 Perfil longitudinal tramo del río, longitud = 672.0 m.....	130
Ilustración 49 Sección de entrada al puente de 25 m.....	130
Ilustración 50 Gráfico en 3D.....	130
Ilustración 51 Mapa ecológico de Honduras.....	135
Ilustración 52 Bosque latifoliado intervenido, el poco que ha quedado es utilizado como sombra de café.....	136
Ilustración 53 Bosque de pino ralo.....	136
Ilustración 54 Matorral y pasto.....	137
Ilustración 55 Ecosistema de agua dulce de invierno.....	137
Ilustración 56 Al fondo se pueden observar algunos individuos del bosque primario.....	140

Ilustración 57 - 58 Pastos mejorados.....	140
Ilustración 59 - 60 Matorrales.....	141
Ilustración 61 - 62 Bosque de galería en Río Copán.....	141
Ilustración 63 - 64 Uso del suelo con pasto para ganadería extensiva.....	144
Ilustración 65 - 66 Bosque de galería.....	144
Ilustración 67 Zorrillo (<i>Conepatus leuconotus</i>) atropellado en tramo 58+00.....	150
Ilustración 68. Mapa de áreas protegidas y microcuencas.....	151
Ilustración 69 Área evaluada arqueológicamente Tramo CA11.....	153
Ilustración 70 Recorrido prospección arqueológica desde La Entrada Copán (Nueva Arcadia) a la Jigua – a Florida Copán.....	154
Ilustración 71 Recorrido prospección arqueológica desde Florida Copán -El Jaral - Santa Rita.....	155
Ilustración 72 Recorrido prospección arqueológica desde Santa Rita – a Copán Ruinas.....	156
Ilustración 73 Principales sitios de los Valles de Florida, El Paraíso y Copán.....	162
Ilustración 74 Mapas rectificados de los principales sitios del Valle del Paraíso, Copán.....	163
Ilustración 75 Ubicación de las estructuras a ser afectadas, de las estaciones 61+420 a 61+680.....	190
Ilustración 76 Ubicación de la estructuras a ser afectada en la estación 56+715.....	191
Ilustración 77 - 78 Casa a ser afectada por el proyecto, frente a Hedman Alas (Estación 61+680)..	191
Ilustración 79 Bodega de zinc (Estación 61+640).....	192
Ilustración 80 Establo de madera (Estación 56+715).....	192
Ilustración 81. Detalle del puntaje ambiental por componente para la etapa de construcción.....	216
Ilustración 82. Detalle del puntaje ambiental por componente para la etapa de operación.....	221

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

1. Introducción

El Proyecto Rehabilitación de la carretera CA:11:La Entrada - Copán Ruinas - El Florido se localiza en el Departamento de Copán, entre los Municipios de Nueva Arcadia, La Jigua, Florida, San Antonio, San Jerónimo, Santa Rita y Copán Ruinas. El proyecto consiste en la rehabilitación del tramo carretero existente, que inicia en La Entrada hasta llegar a El Florido, frontera con Guatemala; actualmente esta carretera es conocida como la CA-11. El diseño plantea dos cambios de línea antes de llegar a Copán Ruinas, el primero a la altura de la estación 55+730 para evitar el paso sobre una falla geológica existente por donde pasa actualmente la carretera CA-11, el segundo cambio se da justo antes de llegar a Copán Ruinas, aproximadamente a 5 km del pueblo, en la estación 61+280, con el fin de evitar el paso de vehículos por el centro del mismo (Libramiento Copán Ruinas).

La carretera tiene una longitud de 72.3 km. La sección típica del diseño está compuesta de la siguiente forma; una trocha que comprende dos carriles de 3.60 m, desde la Ciudad de La Entrada hasta El Florido, los carriles están separados por pintura de demarcación de carril, con hombros de 1.20 m, además la sección contempla cunetas enchapadas con un talud de 3:1 y un ancho de 1.50m, un talud de corte de 1/2: 1 y un talud de relleno de 1 ½: 1. El derecho de vía será de 40 metros.

Este Proyecto está encaminado al mejoramiento de la red vial del occidente del país con el objetivo de incrementar el desarrollo económico, social, político y cultural de esa zona, estimulando la movilización rápida y eficiente de las personas y mercancía. Se espera una disminución en los costos de operación de los vehículos, disminución del tiempo de viaje, reducción de accidentes, mejoramiento del confort de pasajeros, confiabilidad en el transporte de productos, incremento de exportaciones, turismo, incremento en la producción de café, tabaco, y otros productos.

Para efectos del Estudio de Impacto Ambiental se consideró como área de influencia del proyecto, las áreas inmediatas al tramo carretero, los sitios de bancos de materiales y sus caminos de acceso, las comunidades ubicadas a ambos lados de la carretera, principalmente. Como zona de influencia indirecta, se consideraron únicamente las comunidades que también son beneficiadas con la rehabilitación de esta vía.

Asimismo para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que se generarán por el proyecto es necesario considerar las actividades de mayor relevancia que se presentan en el proceso constructivo de la rehabilitación de la vía, así como durante la utilización y mantenimiento de la misma, siendo estas las siguientes: trazado y marcado, construcción y operación de campamentos, talleres, depósitos, limpieza del derecho de vía (demolición, desmonte y limpieza), cortes y rellenos (terracería), acondicionamiento de sub-bases y bases, explotación de bancos de materiales, planta de agregados / planta de concreto (asfalto), establecimiento de botaderos, construcción de puentes, construcción de obras de drenaje, aplicación de capas de rodadura.

En las siguientes secciones se encontrará una descripción de las modificaciones propuestas a la carretera actual, una descripción del medio biofísico-socioeconómico influenciado por la misma, así como una identificación y caracterización de los impactos a producirse por la construcción y operación de la carretera y sus respectivas medidas de mitigación. También se incluye un inventario de las estructuras que se encuentran dentro del derecho de vía de la carretera. El levantamiento de datos del inventario se hizo con una ficha de viviendas que se preparó para tal fin, la cual se presenta en los anexos.

2. Descripción del Proyecto

2.1. Etapa de construcción

2.1.1. Ubicación

El proyecto “Rehabilitación de la Carretera La Entrada – Copán Ruinas - El Florido” se localiza en el Departamento de Copán, cruza los Municipios de Nueva Arcadia, La Jigua, Florida, San Antonio, San Jerónimo, Santa Rita, Copán Ruinas (Ver Ilustración 1). El tramo carretero inicia en La Entrada hasta llegar a El Florido, frontera con Guatemala. El inicio del proyecto se encuentra en el kilómetro 104+569 de la carretera CA4 (Chamelecón – Aduana El Poy), coordenadas UTM (WGS84) 311509 E/1665632 N, y finaliza en el kilómetro 72+359 de la carretera CA11 (La Entrada-Copán Ruinas), en las coordenadas 260506 E/1643767 N.

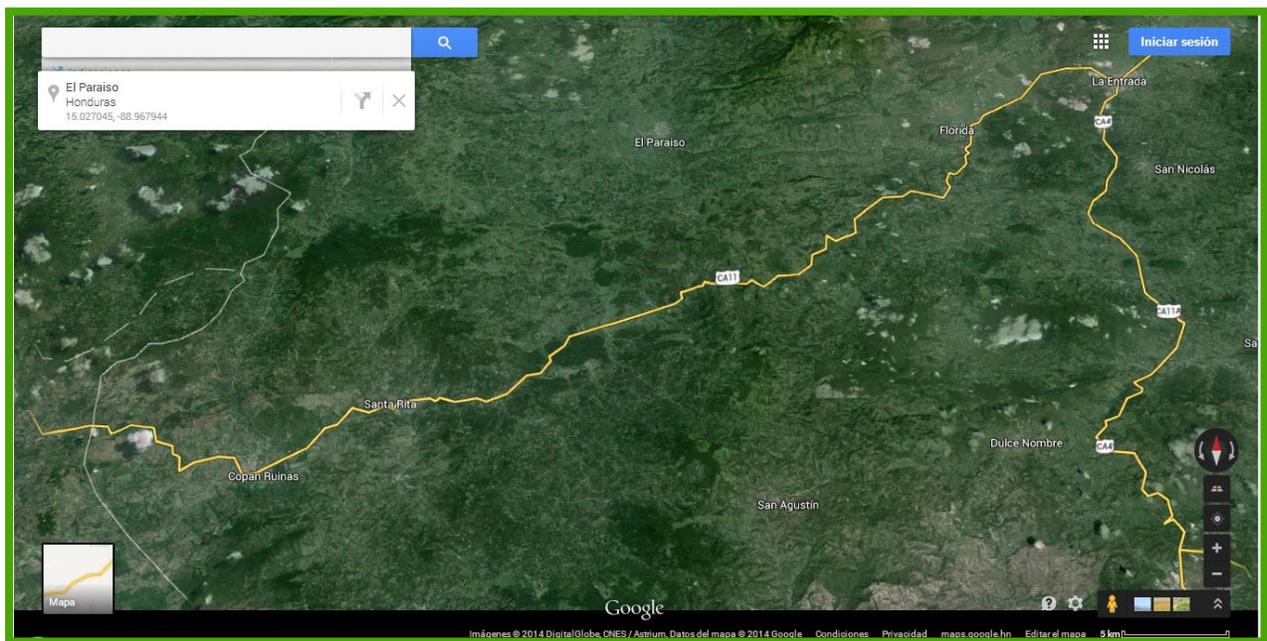


Ilustración 1 Vista aérea del tramo carretero La Entrada – El Florido

2.1.2. Descripción Técnica

La carretera La Entrada – El Florido, CA-11, tiene una longitud de 72.36 km. El proyecto carretero La Entrada - Copán Ruinas - El Florido propone una rehabilitación de la carretera existente, la cual iniciaría en la estación 1+500. Se conservará el ancho de la calzada que es de dos carriles de 3.60 m cada uno. El ancho del hombro actual es de 0.85 m y se proyecta ampliarlo a 1.20 m utilizando como opción el concreto hidráulico. También se realizará la construcción de cunetas enchapadas con un talud de 3:1 y un ancho de 1.50 m, un talud de corte de 1/2: 1 y un talud de relleno de 1 ½: 1. La sección típica propuesta y la existente tienen un ancho total de 11.00 m.

A continuación se resumen las principales características físicas del proyecto:

Descripción física	Datos
Longitud (Km):	72.36 km
Tipo de Terreno:	Montañoso
Ancho de calzada (m):	Actual 7.2, Propuesta 7.2
Hombros:	Actual 0.85 cada lado, Propuesta 1.10 m para concreto Asfáltico y 1.20 m para Concreto Hidráulico, a cada lado
Subida+ Bajada (m/km) y Numero/km	
La Entrada – Copán:	35.36 y 3.15
Copán – El Florido:	47.67 y 2.35
Altitud promedio (msnm):	687.59 La Entrada-Copán y 674.91 Copán-El Florido
Rugosidad promedio (m/km):	5.41 y 3.4
Curvatura horizontal promedio (grados/km)	
La Entrada – Copán	1,343.45
Copán – El Florido	262.78

El diseño del alineamiento horizontal y vertical, por tratarse de una rehabilitación, se realizó tomando en consideración las condiciones existentes de la carretera, como ser estado, ruta de la carretera existente, taludes existentes, fallas de la carretera, puentes y cajas existentes. Para el diseño vertical se respetó la rasante de los puentes existentes, dejando los puntos de entrada y salida de los mismos como puntos de control, dado que estas estructuras serán utilizadas.

La carretera existente cuenta con una sub-base de 15 cm de espesor, sobre la cual se colocó una base granular de 15 cm para finalizar con una carpeta asfáltica de 5 cm de espesor.

Para la rehabilitación del tramo en cuestión, se estableció como estrategia de diseño para la nueva estructura, basar el mismo en el módulo retro calculado de la sub rasante y de la sub base existente de 15 cm; sobre la sub base existente se utilizará la base granular existente complementando su espesor

de forma que este sea de 20 cm; esta base granular, se tratará con cemento para incrementar su módulo elástico.

Para la rehabilitación no se consideró reciclar la capa asfáltica existente, e incorporar el producto de dicho reciclaje a la base existente, ya que el efecto de esta combinación de granulares asfalto y cemento tiene un comportamiento que dificulta definir con seguridad un módulo elástico presentando valores muy altos de desviación estándar, que finalmente se reflejan en un espesor mayor de la rodadura. En el caso que se utilice el concreto hidráulico, la carpeta tendrá un espesor de 15 a 20 cm; en el caso de la carpeta asfáltica será de 20-30 cm de espesor (Ver Ilustraciones 2-3).

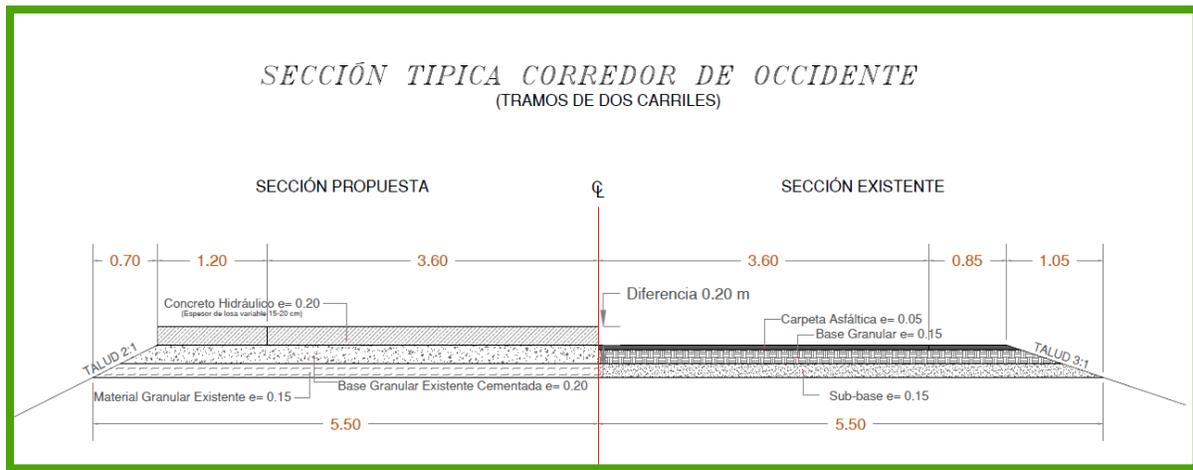


Ilustración 2 Sección Existente en el Tramo La Entrada-El Florido y opción propuesta para pavimentación con concreto hidráulico

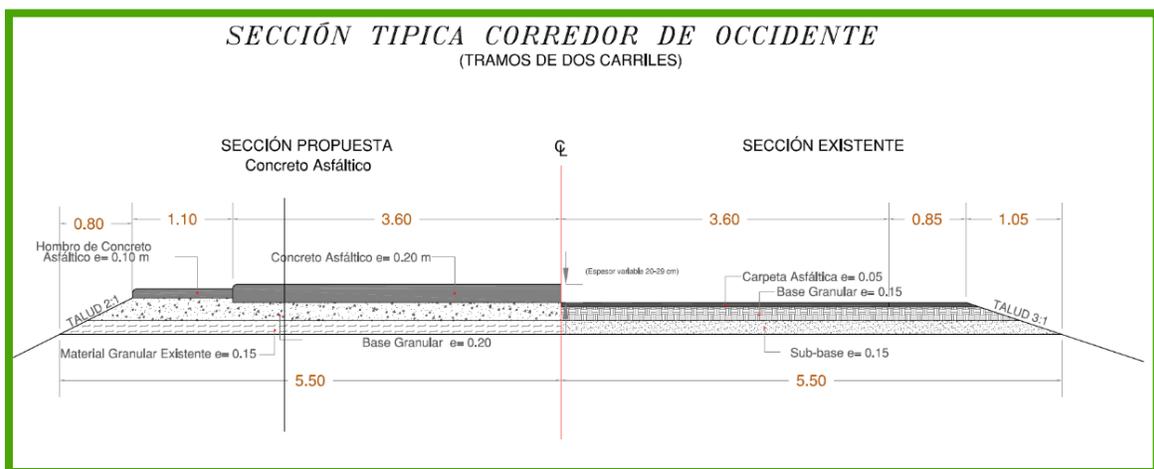


Ilustración 3 Sección Existente en el Tramo La Entrada-El Florido y opción propuesta para pavimentación con concreto asfáltico

A continuación se detallan los resultados de espesor de losa de concreto hidráulico obtenidos para cada sección homogénea, los espesores son el producto de la suma del promedio más la desviación estándar obtenida:

Alternativa Concreto Hidráulico			
Sección		Capa	Espesor (cm)
Sección 1		Concreto Hidráulico (28,000 Mpa = 4,100,000 psi)	17
00+000	10+400	Base Estabilizada con Cemento (1,200 Mpa = 175,000 psi)	20
Sección 2		Concreto Hidráulico (28,000 Mpa = 4,100,000 psi)	19
10+400	34+400	Base Estabilizada con Cemento (1,200 Mpa = 175,000 psi)	20
Sección 3		Concreto Hidráulico (28,000 Mpa = 4,100,000 psi)	16
34+400	55+500	Base Estabilizada con Cemento (1,200 Mpa = 175,000 psi)	20
Sección 4		Concreto Hidráulico (28,000 Mpa = 4,100,000 psi)	16
55+500	64+000	Base Estabilizada con Cemento (1,200 Mpa = 175,000 psi)	20
Sección 5		Concreto Hidráulico (28,000 Mpa = 4,100,000 psi)	15
64+000	73+000	Base Estabilizada con Cemento (1,200 Mpa = 175,000 psi)	20

Tabla 1 Espesor de losa utilizando la opción de concreto hidráulico a lo largo de la carretera

Igualmente se detallan los resultados de espesor de losa utilizando la opción de concreto asfáltico; los espesores son el producto de la suma del promedio más la desviación estándar obtenida:

Alternativa Mezcla Asfáltica			
Sección		Capa	Espesor (cm)
Sección 1		Concreto Asfáltico (2,500 Mpa = 365,000 psi)	26
00+000	10+400	Base Granular (200 Mpa = 29,200)	20
Sección 2		Concreto Asfáltico (2,500 Mpa = 365,000 psi)	29
10+400	34+400	Base Granular (200 Mpa = 29,200)	20
Sección 3		Concreto Asfáltico (2,500 Mpa = 365,000 psi)	26
34+400	55+500	Base Granular (200 Mpa = 29,200)	20
Sección 4		Concreto Asfáltico (2,500 Mpa = 365,000 psi)	25
55+500	64+000	Base Granular (200 Mpa = 29,200)	20
Sección 5		Concreto Asfáltico (2,500 Mpa = 365,000 psi)	22
64+000	73+000	Base Granular (200 Mpa = 29,200)	20

Análisis de alternativas

En cuanto al análisis de alternativas para la rehabilitación de la carretera, el equipo de diseño evaluó utilizar carpeta asfáltica para la pavimentación de la carretera como alternativa, sin embargo la misma fue descartada ya que resultaba más costosa por kilómetro a la alternativa de concreto hidráulico.

Desde el punto de vista ambiental, la alternativa de concreto hidráulico también es más favorable que la de carpeta asfáltica pues la utilización de asfalto requiere de mayores controles ambientales tanto para prevenir la contaminación del aire por emisiones a la atmósfera así como para la salud de los trabajadores, sin contar que el asfalto es un insumo que no se produce en el país y su importación requiere el uso de divisas.

Entrando un poco más en detalle, la operación de la planta de asfalto genera emisiones de gases producto de las combustiones incompletas de derivados de petróleo utilizadas para el calentamiento de la mezcla asfáltica y vapores de sustancias volátiles utilizadas como aditivos en la mezcla que pueden escapar de los equipos de control de vapores. Estas sustancias se incorporan a la atmósfera y se convierten en elementos disponibles para la asimilación por parte de los seres vivos. En cuanto a los riesgos para la salud de los trabajadores, pueden existir afectaciones a la salud de estos, pues durante el mezclado se llegan a emitir compuestos orgánicos volátiles por el calentamiento de la mezcla, los cuales se evaporan incorporándose al ambiente. La exposición a concentraciones altas o

prolongadas a estos solventes puede ocasionar problemas teratogénicos, cancerígenos, entre otros. Además, las temperaturas elevadas de los materiales pueden ocasionar quemaduras y artritis a los trabajadores; claro está que estos riesgos son más altos cuando los trabajadores no cuentan o utilizan el equipo de protección personal necesario. De igual manera en el caso de un derrame de asfalto, las implicaciones ambientales de mismo son mayores a las de una contingencia con concreto.

Lo anterior no implica que la pavimentación con carpeta asfáltica sea un riesgo ambiental significativo y peligroso, sino que con relación a la utilización de concreto hidráulico, se utilización requiere de mayores medidas de control y manejo de la sustancia y de las operaciones para su aplicación con relación al concreto hidráulico, de allí que desde el punto de vista ambiental en este caso, la alternativa de utilización de concreto hidráulico para la pavimentación de la carretera coincide con la selección de la alternativa desde el punto de vista ingenieril y económico.

2.1.2.1. Nivelaciones y Excavaciones

De acuerdo al diseño propuesto se ha estimado que será necesario realizar actividades de terracería para la rehabilitación de la carretera. El detalle de este volumen de movimiento de material se presenta a continuación:

Estaciones	Corte (m3)	Relleno (m3)
0+000 - 0+800	5,638.27	47.92
0+800 - 1+600	5,998.78	180.80
1+600 - 2+400	4,145.30	449.29
2+400 - 3+200	5,258.41	2,529.06
3+200 - 4+000	3,327.10	2,204.75
4+000 - 4+800	3,361.07	219.95
4+800 - 5+600	2,246.08	1,542.06
5+600 - 6+400	3,017.48	1,348.74
6+400 - 7+200	2,465.77	689.31
7+200 - 8+000	2,123.08	484.96
8+000 - 8+800	738.36	1,009.74
8+800 - 9+600	906.91	3,770.45
9+600 - 10+400	642.92	4,162.48
10+400 - 11+200	1,488.56	1,153.83
11+200 - 12+000	5,326.63	397.70
12+000 - 12+800	5,240.18	2,518.09
12+800 - 13+600	5,687.01	467.91
13+600 - 14+400	2,996.22	456.02
14+400 - 15+200	6,286.80	888.84
15+200 - 16+000	6,820.11	3,940.32

Estaciones	Corte (m3)	Relleno (m3)
16+000 - 16+800	4,387.40	2,559.78
16+800 - 17+600	7,366.91	1,770.39
17+600 - 18+400	3,307.29	1,439.34
18+400 - 19+200	2,953.31	1,223.18
19+200 - 20+000	2,477.36	2,072.90
20+000 - 20+800	2,235.96	2,739.81
20+800 - 21+600	2,426.08	2,683.52
21+600 - 22+400	2,418.97	2,963.13
22+400 - 23+200	1,161.90	6,972.19
23+200 - 24+000	3,035.32	2,140.08
24+000 - 24+800	2,738.31	2,842.46
24+800 - 25+600	5,287.89	1,695.05
25+600 - 26+400	8,947.86	1,998.71
26+400 - 27+200	8,080.02	718.08
27+200 - 28+000	3,120.99	157.27
28+000 - 28+800	3,548.56	8,844.83
28+800 - 29+600	3,380.06	2,515.10
29+600 - 30+400	4,322.34	2,878.26
30+400 - 31+200	2,801.97	4,704.00
31+200 - 32+000	3,936.39	1,983.16
32+000 - 32+800	7,262.19	6,216.66
32+800 - 33+600	8,659.84	2,139.37
33+600 - 34+400	7,359.97	6,264.15
34+400 - 35+200	10,884.87	6,545.90
35+200 - 36+000	12,239.56	16,937.17
36+000 - 36+800	11,758.92	9,685.60
36+800 - 37+600	15,782.36	3,079.50
37+600 - 38+400	4,591.65	1,617.27
38+400 - 39+200	9,700.58	3,934.63
39+200 - 40+000	4,868.91	1,565.05
40+000 - 40+800	7,811.23	254.96
40+800 - 41+600	5,761.89	378.77
41+600 - 42+400	1,938.60	2031.74
42+400 - 43+200	3,233.56	805.65
43+200 - 44+000	3,353.92	2,702.23
44+000 - 44+800	7,585.42	2,652.85
44+800 - 45+600	3,207.63	6,039.97
45+600 - 46+400	3,056.46	2,887.81
46+400 - 47+200	2,870.33	3,284.70

Estaciones	Corte (m3)	Relleno (m3)
47+200 - 48+000	6,879.78	7,615.49
48+000 - 48+800	3,309.19	2,883.60
48+800 - 49+600	3,222.88	3,663.29
49+600 - 50+400	2,751.88	774.44
50+400 - 51+200	4,420.16	2,244.86
51+200 - 52+000	2,707.57	2,284.73
52+000 - 52+800	10,878.48	1,161.43
52+800 - 53+600	4,194.15	1,181.30
53+600 - 54+400	5,277.92	397.68
54+400 - 55+200	5,744.56	1,382.02
55+200 - 56+000	9,101.80	13,545.09
56+000 - 56+800	42,273.88	10,105.38
56+800 - 57+600	27,547.24	31,744.23
57+600 - 58+400	2,745.04	2,042.20
58+400 - 59+200	2,414.06	2,042.15
59+200 - 60+000	1,173.76	1,719.23
60+000 - 60+800	3,366.73	763.73
60+800 - 61+600	4,578.81	738.93
61+600 - 62+400	3,799.26	3,504.67
62+400 - 63+200	2,197.64	11,10.58
63+200 - 64+000	3,153.20	2,593.44
64+000 - 64+800	1,875.41	1,740.14
64+800 - 65+600	3,794.62	2,929.96
65+600 - 66+400	10,001.31	959.87
66+400 - 67+200	6,673.54	1,531.31
67+200 - 68+000	2,545.86	2,086.74
68+000 - 68+800	2,985.39	2,509.73
68+800 - 69+600	3,601.46	743.14
69+600 - 70+400	4,066.27	633.85
70+400 - 71+200	4,798.60	1,229.31
71+200 - 72+000	6,973.97	1,967.11
72+000 - 72+800	736.25	289.40
Total	469,347.10	270,386.15

Tabla 2. Volumen de material para corte y relleno

2.1.2.2. Área de Construcción, Área Total

El área total del proyecto corresponde a la longitud del tramo (72.36 km) por el ancho del derecho de vía (40 m), dando como resultado 2, 892,000.00 m².

El área total de construcción del proyecto está dado por la longitud total de la carretera (72.36 km) por la sección típica propuesta (11.00 m). En el caso del proyecto, se construirán casetas de buses a lo largo del tramo carretero, por lo que será necesario ampliar aún más la sección típica propuesta a 15.60 m. La longitud de los tramos donde se construirán las casetas de buses será de 2,280 m lineales. El área total de construcción es de 805,788.00 m² (Ver Tabla 3).

Tramos carreteras	Longitud (m)	Ancho sección (m)	Área construcción (m ²)
Sección típica sin bahía	70,020.00	11.00	770,220.00
Sección típica + bahía	2,280.00	15.60	35,568.00
Total	72,300.00	26.60	805,788.00

Tabla 3 Área de construcción

2.1.2.3. Características Constructivas de la obra

Barandales o pretilas para puentes

Este trabajo consiste en construir barandales de concreto reforzado en puentes nuevos. El Concreto deberá cumplir con los requerimientos Sección 601, Hormigón Estructural del tomo 5 del Manual de Carreteras de SOPTRAVI ahora INSEP. La resistencia a la compresión del hormigón a los 28 días deberá ser de $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$. El Acero de Refuerzo deberá cumplir con los requerimientos de la Sección 602. Acero para refuerzo de las Especificaciones Generales de SOPTRAVI. La resistencia a la fluencia del acero de refuerzo para pretilas deberá ser $f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$. La superficie del concreto del barandal (pretil) tendrá el acabado clase 1 descrito en la sub-sección 8.12.2 “Clase I, Superficies con acabado común o corriente” de las especificaciones AASHTO LRFD 1998 para construcción de puentes.

Ciclópeo para muro de retención

El Concreto Ciclópeo es una combinación de concreto estructural y de piedra grande de tamaño no mayor de 300 mm. Este trabajo consiste en la fabricación, suministro y la colocación de una combinación de concreto de 180 kg/cm² y de piedra grande, no mayor de 300 milímetros. El volumen total de piedra adicional no debe exceder de un tercio del volumen total del concreto ciclópeo.

Barreras Metálicas (Guardavías)

Los guardavías para este proyecto serán de acero galvanizado con postes tipo canal y vigas onduladas (perfil W), las dimensiones y resto de especificaciones de todos sus componentes deberán cumplir con la norma AASHTO Designación M 180 y los detalles mostrados en los planos. El poste seleccionado para el proyecto es el Tipo C-150 definido en AASHTO M 180 y llevarán triple capa de pintura de protección. La defensa lateral metálica (flex beam), incluye postes y cimentación, totalmente colocada y terminada. La sección anclaje inicial de defensa lateral metálica, incluso dado de concreto, totalmente terminada.

Reciclado de las capas existentes

Este trabajo consiste en la recuperación del material de la capa asfáltica existente y de una parte de la capa de base, para formar la nueva capa de sub-base de la estructura del pavimento. Se construirá por la mezcla del material procedente del fresado de la capa de rodamiento del pavimento existente constituido por mezclas asfálticas y los materiales granulares de la capa de base existente, con cemento, agua y eventualmente aditivos y/o agregados triturados nuevos de aporte. Todo el proceso de ejecución se llevará a cabo a temperatura ambiente y sobre la misma superficie a tratar (estabilización in situ). Los materiales, mezclados in situ con equipo ambulo-operante (escarificador recuperador), han de conformar una capa de base de acuerdo con esta especificación y en conformidad con el trazado, rasante, espesor y secciones transversales típicas, indicadas en los planos o establecidos por el Ingeniero. No más del 50% del material final mezclado será conformado del material bituminoso existente a menos que lo anterior sea aprobado por el Supervisor incluido en un diseño de mezcla.

Su ejecución incluye las siguientes operaciones:

- Estudio previo de los materiales.
- Identificación de tramos de características homogéneas de la zona a reciclar “tramificación”.
- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo para cada tramo de características distintas.
- Fresado de la parte del pavimento existente a reciclar.
- Incorporación del árido de aporte cuando sea necesario.
- Incorporación del cemento Portland, agua y eventualmente aditivos.
- Mezclado y distribución.

- Compactación de la mezcla reciclada.
- Curado y ejecución de un riego asfáltico de protección.

Reparación de fallas con bacheo asfáltico

Esta especificación suplementaria está regida por la especificación “Reparación de Áreas de Falla por Inestabilidad Local en Caminos Pavimentados”, de las Especificaciones Especiales, de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos de SOPTRAVI, edición 1996 (Tomo 5).

En este proyecto, este trabajo consiste en la reparación localizada de la estructura del pavimento, cuando se aprecie que existen baches superficiales que deben ser llenados o daños estructurales de la subrasante que ameritan esta intervención. Estas reparaciones se harán como preparación previa a la colocación de una losa de concreto hidráulico (whitetopping) sobre el pavimento existente.

La Supervisión por medio del Ingeniero Residente, previa evaluación de las condiciones del pavimento, determinará las áreas donde se aplicarán las reparaciones que se describen en esta especificación.

Durante la ejecución de esta actividad, el contratista deberá proveer la señalización del tipo preventivo y reguladora necesaria para brindar seguridad a los usuarios. La cantidad de señales estarán en función de los frentes de trabajo desplegados diariamente a lo largo de la vía y las características de las mismas deberán corresponder a las indicadas en las especificaciones de señalamiento correspondientes, cualquier accidente ocurrido en la vía o problema derivado de la falta o insuficiencia del señalamiento será responsabilidad exclusiva del Contratista.

Caseta de buses

Este trabajo consistirá en la construcción casetas de metal y concreto para la protección de los pasajeros en espera. La ubicación y el diseño de las bahías se indican a continuación:

Est. Inicio	Est. Final	Lado
4+700	4+760	Izq.
4+640	4+700	Der.
10+940	11+000	Der
11+000	11+060	Izq
11+340	11+400	Der.
11+260	11+320	Izq.
17+500	17+560	Izq.
17+600	17+660	Der.

Est. Inicio	Est. Final	Lado
19+740	19+800	Der.
19+800	19+860	Izq.
20+500	20+560	Der.
20+400	20+460	Izq.
22+200	22+260	Der.
22+220	22+280	Izq.
27+040	27+100	Izq.
27+120	27+180	Der.
37+500	37+560	Der.
37+480	37+540	Izq.
39+200	39+260	Der.
39+240	39+300	Izq.
47+600	47+660	Der.
47+680	47+740	Izq.
48+240	48+300	Der.
48+200	48+260	Izq.
48+880	48+940	Der.
48+840	48+900	Izq.
52+700	52+760	Der.
52+840	52+900	Izq.
54+300	54+360	Izq.
54+260	54+320	Der.
60+800	60+860	Izq.
60+740	60+800	Der.
62+100	62+160	Izq.
62+220	62+280	Der.
63+800	63+860	Izq.
63+900	63+960	Der.
64+600	64+660	Izq.
64+640	64+700	Der.

Tabla 4 Ubicación de las bahías

La sección típica en las bahías se ampliará del lado de la trocha donde se ubique la caseta de buses. El carril de 3.60 m se ampliará cuatro metros más para el estacionamiento de autobuses, más 1.40 m para la colocación de la caseta, dando un total de 10.10 m (Ver Ilustración 4).

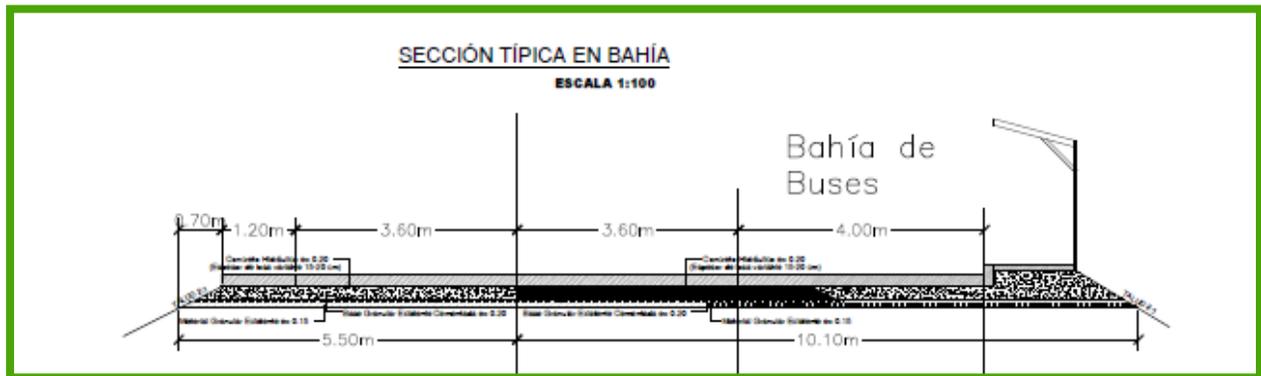


Ilustración 4 Sección típica en bahías

Todos los materiales requeridos para la construcción de las bahías deben llenar los requerimientos de la sección 700 de las Especificaciones Generales de SOPTRAVI. La cubierta (techo) de la caseta de buses consistirá de acero estructural y galvanizado, calibre igual o menor de 22 (0,76 mm), que cumpla con los requerimientos de AASHTO M 111 (ASTM 123).

Ducto flexible (verde y anaranjado) de telefonía convencional

Los trabajos a ser realizados bajo esta especificación, se sujetarán a las disposiciones técnicas de la Empresa Hondureña de Telecomunicaciones (HONDUTEL). Para la realización de tales actividades, el Contratista podrá subcontratar los servicios de cualquiera de las empresas precalificadas por HONDUTEL, registradas en la base de datos de esta Institución.

A continuación las disposiciones técnicas de HONDUTEL con respecto a este ítem:

Normas y prácticas de construcción de redes de planta externa: Estas normas se presentan como requerimientos mínimos para la Construcción de la Redes de Planta Externa, pero esto no excluye que se puedan utilizar otros métodos que agilicen la instalación y mejore el manejo de los materiales a utilizar y las normas de seguridad del personal, los cuales deberán ser propuestos para ser aprobados por HONDUTEL.

Muros estabilizados mecánicamente (tierra armada)

Esta actividad consistirá en la construcción de muros de contención de suelo reforzado mediante la instalación de distintas capas de geomalla uniaxial como refuerzo principal en un relleno adecuado y

clasificado. Además, estos muros serán construidos con un paramento o fachada de malla electrosoldada, geotextil no tejido y geomalla triaxial.

Los muros de suelo reforzado o tierra mecánicamente estabilizada consisten en estructuras de suelo reforzadas mecánicamente con geomallas uniaxiales de polietileno de alta densidad (HDPE, por sus siglas en inglés) que al combinarse conforman una masa monolítica de suelo lo suficientemente grande y pesada para resistir los empujes laterales del suelo.

Los materiales a utilizar:

a. Geomallas Uniaxiales

Las geomallas uniaxiales deberán ser íntegramente formadas, elaboradas con elementos a partir de láminas de resinas selectas de polietileno de alta densidad (HDPE), perforadas y estiradas uniformemente en una dirección (uniaxial), que corresponda a la del esfuerzo principal.

Para este tipo de proyecto se deben distinguir tres tipos diferentes de geomalla uniaxial:

- Geomalla uniaxial tipo 1 (UX1600)
- Geomalla uniaxial tipo 2 (UX1500)
- Geomalla uniaxial tipo 3 (UX 1400)

El criterio de selección de las geomallas uniaxiales no debe basarse únicamente en su parámetro de resistencia a la tracción sino que en su resistencia a la degradación química y biológica, las cuales deben ser químicamente inertes y apegarse a la EPA 9090. A continuación se presentan las especificaciones que deben cumplir las geomallas uniaxiales a utilizarse en el proyecto:

Longitud de geomallas uniaxiales: Para la construcción de los muros, se respetarán las longitudes de diseño de las geomallas de acuerdo a proyecto. Sin embargo, de acuerdo a la Federal Highway Administration (FHWA, 2009), las longitudes de geomalla de diseño se pueden incrementar en aquellas aplicaciones que soportan cargas permanentes o donde las condiciones del suelo de cimentación se ven afectadas por baja capacidad portante, deslizamiento lateral o por la estabilidad global de la estructura (FHWA, 2009).

b. Sistema de Drenaje Subterráneo

Los muros de tierra mecánicamente estabilizada Sistema Sierra se deben proveer con un adecuado sistema de drenaje de aguas subterráneas y subsuperficiales, sistemas de drenaje conocido como soluciones encapsuladas. El sistema de drenaje mínimo aceptable de un muro de tierra mecánicamente estabilizada consiste en:

- Colocación de una cama drenante de grava triturada de 0.50 m de espesor en la base del muro para cortar y disipar la presión de poro del suelo de fundación. Antes de colocarse esta capa de grava deberá colocarse un geotextil no tejido (NT) sobre el suelo de cimentación y de forma posterior se colocará geotextil NT entre la cama drenante y el relleno del muro, lo anterior para

hacer una separación de los materiales y evitar la fuga de finos del material de relleno al suelo de fundación y a la cama drenante.

- Colocación de geocompuesto de drenaje “geodrén” en el trasdós de los muros para coleccionar el agua proveniente de las líneas de flujo de aguas subterráneas. Dicha infiltración de agua se evacuará del relleno a través de un filtro de drenaje compuesto por una tubería perforada de 6” (min) envuelta en geotextil y grava colocada al pie del talud de corte. La colocación de geodrén no será necesario en aquellas secciones que se construyan muros “cara a cara” o muros “back to back”.

c. Mejoras del Terreno

En los puntos singulares del proyecto donde el suelo de cimentación de los muros presenta problemas de baja capacidad portante debe considerarse la implementación de un sistema de mejoramiento de suelo. Entre estos se puede mencionar: sustitución de material, pedraplén, plataforma de grava reforzada con geomallas triaxiales, entre otras.

Para la construcción de muros de tierra mecánicamente estabilizada (muros MSE por sus siglas en inglés), se recomiendan utilizar como relleno reforzado suelos granulares con un índice de plasticidad no mayor a 6% ($IP \leq 6$) y con un pase del tamiz No.200 entre 0 a 15% como máximo. El material de relleno no debe contener materia orgánica u otras partículas que puedan degradarse en el tiempo.

Puentes

➤ Puente sobre el Río Copán, estación 61+650.15

La estructura del puente se proyectó como un puente de dos carriles con ancho de 11.10 m. La superestructura será con 5 vigas de sección normalizada AASHTO V, sobre la que se desarrollará la losa. Esta última tiene una banqueta de 1.00 m de ancho al lado izquierdo y otra de 1.00 m al lado derecho para un ancho de calzada de 9.10m.

Las vigas se apoyan en los extremos del puente, en estribos de hormigón reforzado cimentados con zapatas aisladas a 5.80 m por debajo del nivel más bajo del cauce del río, como cota de desplante.

Los miembros de la estructura, losa, columnas y vigas se modelaron como barras, las zapatas y losa de rodadura se modelaron como placas. Todos los miembros de la estructura fueron dimensionados para manejar los esfuerzos envolventes de las condiciones de carga investigadas, las cuales son las indicadas por el Código A.A.S.H.T.O, edición 1998 (Ver Ilustración 5).

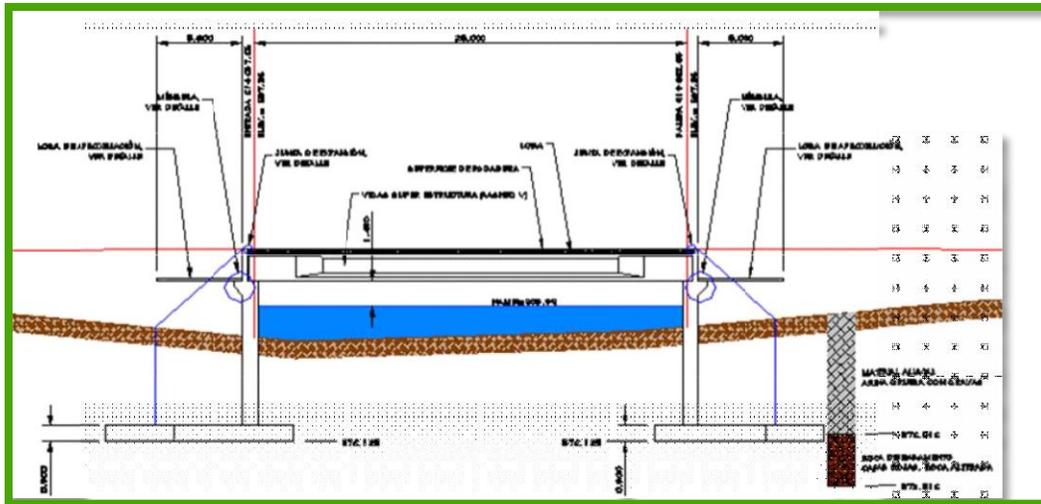


Ilustración 5 Alzado esquemático del puente

La superestructura fue resuelta con 3 vigas AASHTO V, espaciadas a 2.260m, con un ancho de calzada de 9.10m más 1.00m de banquetas en el costado derecho y 1.00m en el costado izquierdo, para un ancho total del puente de 11.10m.

A excepción de las vigas de la super estructura que se proyectaron como vigas postensadas, todos los miembros de la estructura se proyectaron como miembros de hormigón armado y para su dimensionamiento se observaron las normas A.C.I.-318-1999 y A.A.S.H.T.O.-1998 L.R.F.D

Los elementos estructurales fueron diseñados con los siguientes esfuerzos:

- Hormigón losa , diafragmas y barrera, $f_c = 280.00 \text{ Kg/cm}^2$
- Hormigón vigas postensadas, $f_c = 350.00 \text{ Kg/cm}^2$
- Hormigón sub estructura, $f_c = 280.00 \text{ Kg/cm}^2$
- Acero de refuerzo $f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$
- Acero de presfuerzo $f_{pu} = 18,979 \text{ Kg/cm}^2$

Todos los componentes estructurales de estas estructuras fueron dimensionadas en primer estado límite, es decir a la fluencia de sus materiales bajo cargas factorizadas y capacidades reducidas por los factores recomendados por AASHTO en su edición 1998 la cual sigue los criterios L.R.F.D.

En el caso de la losa de aproximación, fue analizada por elementos finitos en donde uno de sus bordes, el que está apoyado sobre la ménsula del estribo, se modeló como apoyos rígidos y el resto fue modelado como apoyos elásticos utilizando el módulo de reacción del suelo cuyo valor fue inferido de la clasificación del suelo o material de relleno con será construida la aproximación.

La cimentación del puente estuvo condicionada por el tipo suelo del lugar, topografía y por las estructuras adyacentes existentes. La cimentación se proyectó a base de zapatas aisladas para los estribos. Este sistema provee la estabilidad adecuada al puente. En donde se utilizó capacidad admisible de 2.80 kg/cm² a una profundidad aproximada de 5.80m por debajo del nivel más bajo del cauce del río.

El modelo de cargas para el puente vehicular incluye el peso propio de todos los elementos estructurales, como losa de rodadura, vigas postensadas, pilastras, vigas cabeceras y estribos (DG) y una carpeta de asfalto (DW). Para el caso de cargas vivas, el criterio de carga fue el camión HS20-44 incluyendo la carga Trocha denominada HL-93.

La estructura del puente se modeló por medio de barras para los elementos de vigas y diafragmas, y por medio de elementos finitos para las losas, cuerpo de los estribos y zapatas, las que se discretizaron luego de practicar una sensibilidad para determinar el tamaño óptimo de los mismos.

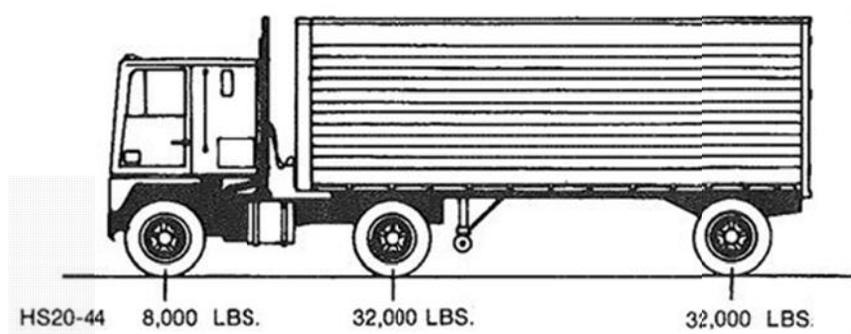
La losa de rodadura es sólida de 20 cm de espesor y se proyectó en el programa Staad.Pro. En todos los procesos de dimensionamiento, se aseguró que cada elemento que compone el sistema de la estructura, tenga la sección, armado bueno y suficiente para manejar las sollicitaciones de todas y cada una de las combinaciones de carga que componen el modelo de cargas del proyecto.

El proceso de análisis y diseño comenzó con la construcción de tres modelos: geométrico, cargas y materiales. La geometría la determinó la rasante del puente, así como los factores de espacio entre puentes existentes.

El modelo de cargas que se observó fue el C.H.O.C.-08 y el A.A.S.H.T.O. L.R.F.D. 1998, de acuerdo a las cargas permanentes, cargas temporales, móviles, empujes y las que apliquen, en donde se revisaron los Estados Límite en Servicio y Resistencia.

El acoplamiento de los tres modelos (geométrico, materiales y cargas) forman un modelo matemático representado por un conjunto de ecuaciones de equilibrio, el cual permitirá simular la estructura y una vez resuelto el sistema en el que se obtienen los esfuerzos en cada uno de los componentes de la estructura y para cada una de las condiciones de carga, se procede al diseño o dimensionamiento de cada miembro como losas de rodadura, vigas, pilastras, estribos, zapatas y pilotes, en base a los esfuerzos actuantes encontrados en el elemento como fuerzas axiales, cortantes, momentos, torsiones.

En el modelo de cargas, el vehículo HS20-44 especificado es:



Los ejes están a 4.30m y el segundo variando de 4.30 a 9.0m. Esta carga camión más la carga trocha de 950kg/m conforma la carga móvil de diseño. En donde por una rutina generada propia se determina mediante líneas de influencia la posición más crítica, siendo típicamente para un Cortante máximo cuando el eje trasero del camión HS20-44 se encuentra directamente sobre el apoyo.

La losa de rodadura se diseñó en base a un ancho equivalente, y tomando en cuenta el factor de impacto (1.33) y los factores de múltiple presencia para en los casos de una trocha cargada es igual a 1.2, y para las dos trochas cargadas igual a 1.

Los planos del puente se presentan en el Anexo 1.

2.1.2.4. Bancos de materiales

Se identificaron dos bancos de material de río y cuatro bancos secos para este proyecto, su ubicación y características se presentan a continuación.

No	Estación	Lado de la carretera	Coordenadas UTM (WGS84)		Tipo de Banco	Observación
			X	Y		
1	10+000	Izquierda	303445	1662946	Agregados	Río Chamelecón
2	63+000	Izquierda	268554	1640979	Agregados	Río Copán
3	4+590	Derecho	307843	1670232	Suelos	4+590 a 5.1 Km hacia Aldea Nueva. Material puede ser utilizado como terracería.
4	32+700	Izquierdo	291843	1646110	Suelos	A 6.9 Km de estación 32+700 Material puede ser utilizado como terracería.
5	42+000	Izquierdo	284279	1648442	Suelos	A 0.8 km de estación 42+000. Material puede ser utilizado como terracería.
6	66+000	Derecho	265283	1641612	Suelos	Material puede ser utilizado como terracería.

Tabla 5 Bancos de préstamo identificados para el proyecto



Ilustración 6 Río Chamelecón

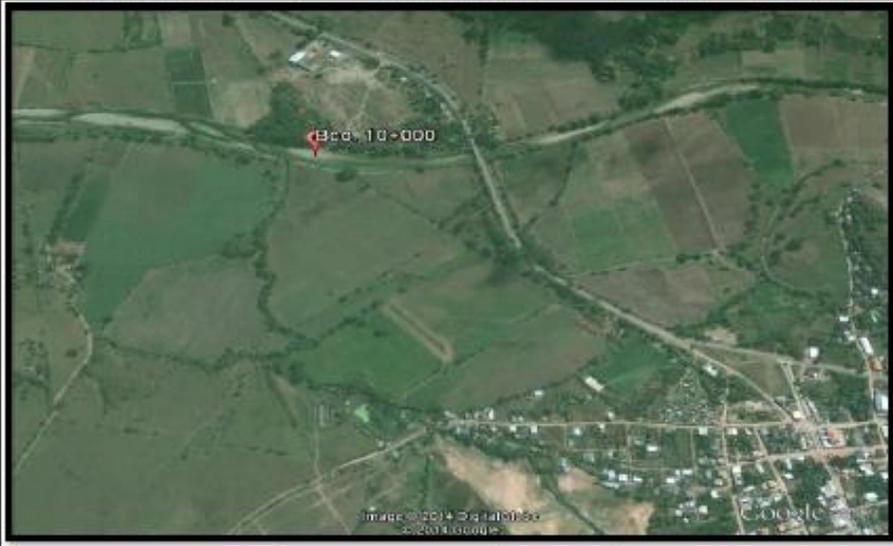


Ilustración 7 Río Copán



Ilustración 8 Banco de préstamo 66+000

Las características de los bancos se presentan a continuación:

LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL BANCO DE MATERIALES			SL-075	
Elaborado Por:	Fecha Elaboración	Fecha Última Versión	Version: 1	
RAF	2014-Ene-24	2014-Ene-24	Aprobó	
			RAF	
Proyecto: CA-11 La Entrada - Copan Ruinas - El Florido				
Nombre del Banco:	Rio Chamelecon	Tipo:	Agregado	
				
Ubicación		Lado	Coordenadas (UTM)	
A 200 m de la est. 10+000		D	X	
		I	Y	
		X	303445	
		Y	1662946	
Propietario				
No aplica				
Uso Sugerido				
Material puede ser utilizado para triturar y obtener base, sub base. agregado petreos.				
Características agregado fino				
Alterabilidad con sulfato de Sodio, %	5.1	Gravedad Especifica		
Equivalente de Arena	70.3		P.E Bulk	2.416
Peso Volumetrico Compactado, lbs/m ³	106.93		P.E (S.S.S)	2.501
Peso Volumetrico Suelto, lbs/m ³	97.13		P.E Aparente	2.641
			Absorcion, %	3.52
Características agregado grueso				
Desgaste Metodo los Angeles, %	A, 25.5	Gravedad Especifica		
Alterabilidad con sulfato de Sodio, %	3.4		P.E Bulk	2.452
Peso Volumetrico Compactado, lbs/m ³	101.41		P.E (S.S.S)	2.524
Peso Volumetrico Suelto, lbs/m ³	93.48		P.E Aparente	2.644
			Absorcion, %	3

LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL BANCO DE MATERIALES		SL-075			
Elaborado Por:	Fecha Elaboración	Fecha Última Versión	Version: 1		
RAF	2014-Ene-24	2014-Ene-24	Aprobó RAF		
Proyecto: CA-11 La Entrada - Copan Ruinas - El Florido					
Nombre del Banco: Rio Copan		Tipo: Agregado			
Ubicación		Lado		Coordenadas (UTM)	
A 700 m de la est. 63+000		D	I	X	Y
		X		268554	1640979
Propietario					
No aplica					
Uso Sugerido					
Material puede ser utilizado para triturar y obtener base, sub base. agregado petreos.					
Características agregado fino					
Alterabilidad con sulfato de Sodio, %	0.9				
Equivalente de Arena	80.6	Gravedad Especifica	P.E Bulk	2.483	
Peso Volumetrico Compactado, lbs/m ³	108.73		P.E (S.S.S)	2.548	
Peso Volumetrico Suelto, lbs/m ³	100.33		P.E Aparente	2.655	
			Absorcion, %	2.61	
Características agregado grueso					
Desgaste Metodo los Angeles, %	A, 26.4				
Alterabilidad con sulfato de Sodio, %	0.3	Gravedad Especifica	P.E Bulk	2.496	
Peso Volumetrico Compactado, lbs/m ³	101.02		P.E (S.S.S)	2.547	
Peso Volumetrico Suelto, lbs/m ³	94.85		P.E Aparente	2.631	
			Absorcion, %	2.1	

LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS DEL BANCO DE MATERIALES			SL-075
Elaborado Por:			Version: 1
RAF	Fecha Elaboración	Fecha Última Versión	Aprobó
	2014-Ene-24	2014-Ene-24	RAF
Proyecto: CA-11 La Entrada - Copan Ruinas - El Florido			
Nombre del Banco:	4+590	Tipo:	Suelos
Ubicación		Lado	
4+590 a 5.1 Km hacia Aldea Nueva		D	I
		X	
		Coordenadas (UTM)	
		X	Y
		307843	1670232
Propietario			
Desconocido.			
Uso Sugerido			
Material puede ser utilizado como terracería.			
Características Suelos			
Clasificación AAHSTO	A-2-4 (0)	Clasificación Unificada	GP-GM
Índice de Plasticidad	7	CBR	21
Peso lb/Pie ³	110.2	Equivalente Arena	23.4
H. Óptima %	10	Factor de Abundamiento	31.36
Características Agregados			
Desgaste Metodo los Angeles, %		Alterabilidad con sulfato de Sodio, %	
Equivalente de Arena		Gravedad Especifica	P.E Bulk
Peso Volumetrico Compactado, lbs/m ³			P.E (S.S.S)
Peso Volumetrico Suelto, lbs/m ³			P.E Aparente
			Absorción, %

 LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS DEL BANCO DE MATERIALES		SL-075			
		Version: 1			
Elaborado Por:	Fecha Elaboración	Fecha Última Versión			
RAF	2014-Ene-24	2014-Ene-24			
		Aprobó			
		RAF			
Proyecto:	CA-11 La Entrada - Copan Ruinas - El Florido				
Nombre del Banco:	32+700	Tipo:	Suelos		
					
Ubicación		Lado		Coordenadas (UTM)	
A 6.9 Km de est. 32+700		D	I	X	Y
			X	291843	1646110
Propietario					
Desconocido.					
Uso Sugerido					
Material puede ser utilizado como terracería.					
Características Suelos					
Clasificación AAHSTO	A-2-6 (0)	Clasificación Unificada		GC	
Índice de Plasticidad	16.2	CBR		25	
Peso lb/Pie ³	133.2	Equivalente Arena		14.4	
H. Óptima %	5.6	Factor de Abundamiento		35.05	
Características Agregados					
Desgaste Metodo los Angeles, %		Alterabilidad con sulfato de Sodio, %			
Equivalente de Arena		Gravedad Específica	P.E Bulk		
Peso Volumetrico Compactado, lbs/m ³			P.E (S.S.S)		
Peso Volumetrico Suelto, lbs/m ³			P.E Aparente		
			Absorción, %		

LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL BANCO DE MATERIALES			SL-075	
Elaborado Por:	Fecha Elaboración	Fecha Última Versión	Version: 1	
RAF	2014-Ene-24	2014-Ene-24	Aprobó RAF	
Proyecto: CA-11 La Entrada - Copan Ruinas - El Florido				
Nombre del Banco:		42+000	Tipo:	Suelos
				
Ubicación		Coordenadas (UTM)		
A 0.8 km de estación 42+000		D	I	X
			X	284279
				1648442
Propietario				
Desconocido.				
Uso Sugerido				
Material puede ser utilizado como terracería.				
Características Suelos				
Clasificación AAHSTO	A-1-b (0)	Clasificación Unificada	SM	
Índice de Plasticidad	N.P	CBR	33	
Peso lb/Pie ³	125.7	Equivalente Arena	22.6	
H. Óptima %	6	Factor de Abundamiento	20.57	
Características Agregados				
Desgaste Metodo los Angeles, %		Alterabilidad con sulfato de Sodio, %		
Equivalente de Arena		Gravedad Especifica	P.E Bulk	
Peso Volumetrico Compactado, lbs/m ³			P.E (S.S.S)	
Peso Volumetrico Suelto, lbs/m ³			P.E Aparente	
			Absorción, %	

		LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS DEL BANCO DE MATERIALES			SL-075
		Elaborado Por:	Fecha Elaboración	Fecha Última Versión	Version: 1
		RAF	2014-Ene-24	2014-Ene-24	Aprobó RAF
Proyecto: CA-11 La Entrada - Copan Ruinas - El Florido					
Nombre del Banco:		66+000		Tipo:	Suelos
					
Ubicación		Lado		Coordenadas (UTM)	
A 800 m de est. 42+000		D	I	X	Y
		X		265283	1641612
Propietario					
Don Marcos					
Uso Sugerido					
Material puede ser utilizado como terracería.					
Características Suelos					
Clasificación AASHTO	A-4 (1)	Clasificación Unificada		SM	
Índice de Plasticidad	10.3	CBR		14	
Peso lb/Pie ³	104.8	Equivalente Arena		11.7	
H. Óptima %	12	Factor de Abundamiento		29.36	
Características Agregados					
Desgaste Metodo los Angeles, %		Alterabilidad con sulfato de Sodio, %			
Equivalente de Arena		Gravedad Específica	P.E Bulk		
Peso Volumetrico Compactado, lbs/m ³			P.E (S.S.S)		
			P.E Aparente		
Peso Volumetrico Suelto, lbs/m ³			Absorción, %		

2.1.3. Mano de obra para la construcción

A continuación se presenta el listado del personal necesario para el desarrollo del proyecto.

Personal calificado sugerido del Consultor:

- Gerente de Proyecto (tiempo parcial).
- Ingeniero Residente.
- Ingeniero Asistente.
- Ingeniero de Ambiente y Seguridad (tiempo parcial).
- Ingeniero de Pavimentos y Materiales (tiempo parcial).
- Ingeniero Hidráulico (tiempo parcial).
- Ingeniero Geólogo (tiempo parcial).
- Ingeniero Estructural (tiempo parcial, este dependerá del programa de trabajo del contratista).

Personal Mínimo Sugerido del Contratista:

- Superintendente de Obra.
- Ingeniero Asistente.
- Ingeniero Ambiental y Social.
- Ingeniero de Seguridad e higiene.

2.1.4. Equipo y maquinaria

A continuación se presenta el listado del equipo y maquinaria que se utilizará para el proyecto.

Cantidad	Equipo para terracería y drenaje
1	Panel eléctrico para Direccionar el trafico
1	Tractores CAT D8 ó Equivalente
2	Tractores CAT D6H ó Equivalente
1	Compactadora Pata de Cabra CAT 815 ó Equivalente
2	Excavadora CAT 320CL o Equivalente
2	Retroexcavadora CAT 420D ó Equivalente
10	Volquetas de 12 m3
1	Cargadora L120F ó Equivalente
2	Camiones Cisternas 3000/4000 Gls
2	Compactador SD100D o Equivalente
2	Pick-up para uso de ingenieros, capataces y apoyo logístico

1	Compresor estacionario
2	Compactadoras manuales tipo saltarinas
2	Muleta de percusión
1	Camión Equipado para Lubricación
1	Low boy
1	Bomba Achicadora de Agua 4"
1	Soldadora MILLER 250D o Equivalente
1	Planta para iluminación
Cantidad	Equipo para afinamiento
4	Motoniveladoras CAT 140 H o su Equivalente
2	COMPACTADOR SD100D o Equivalente
1	Compactadora Neumática de 30 Ton o mas
2	Compactadora Neumática de 12 Ton o mas
1	Cargadoras CAT-966 o su Equivalente
2	Camiones Cisternas 3000/4000 Gls o Equivalente
2	Volquetas de 12 m ³
1	Barredora Auto propulsada
1	Panel eléctrico para Direccionar el trafico
Cantidad	Equipo de trituración y pavimento
1	Trituradora Primaria 60m ³ /hr o mas
1	Trituradora Secundaria, 60m ³ /hr o mas
1	Planta de Asfalto ABM DM7 o Equivalente
1	Planta de Mezclas de Concreto Hidráulico
1	Contenedor para Almacenamiento Cemento
1	Planta eléctrica para suministro de energía
1	Transformador de Energía 100 kva
1	Tanque Cisterna para DIESEL
1	Tanque Cisterna para ASFALTO
1	Recicladora RACO 250 o Equivalente
4	Camión Mixer de Concreto Hidráulico 7 m ³
1	Terminadora de Hormigón (apoyada en formatelas)
3	Vibradores de Concreto Equipados con motor de combustible
1	Camión Distribuidor de asfalto 2000 Gls o mas
1	Esparcidor de piedrín autopropulsado
1	Finisher Blax KNOX o Equivalente
1	Compactadora doble rodo liso
1	Barredora Mecánica Autopropulsada
2	Compresor 175 CMF
4	Volquetas de 10m ³ para doble tratamiento

1	Camión Equipado para Lubricación
1	Camión Cisterna Para abastecer combustible
2	Camión Equipado Para Transporte de Personal
1	Camión Plataforma 8-10 Ton
1	Cabezal con low boy y plataforma
2	Pick-up para uso de ingenieros, capataces y apoyo logístico
2	Compactadoras manuales tipo torito
3	Mezcladoras de Concreto portátiles de 1 saco
1	Mezcladoras de Concreto de 2 sacos

2.1.5. Tiempo de ejecución

Se ha estimado que el tiempo de ejecución del proyecto será de 24 meses.

2.1.6. Inversiones

La inversión total prevista para la puesta en marcha del proyecto Rehabilitación de la Carretera CA-11:La Entrada-Copán Ruinas-El Florido , con la alternativa de concreto hidráulico se ha estimado en US\$ 70, 423,672.96; en el caso de la alternativa de pavimento asfáltico será de US\$ 91, 546,160.73 (Mes de referencia 05/2014).

2.2. Operación del proyecto

La operación del proyecto consiste en la circulación de los diferentes tipos de vehículos por dicha vía, así como el mantenimiento de la misma. A continuación se listan y describen brevemente las actividades de mantenimiento que se deben ejecutar durante la vida útil de la carretera:

2.2.1. Mantenimiento Rutinario

Estas operaciones son las que se ejecutan prácticamente en forma ininterrumpida para mantener la carretera en las mejores condiciones posibles. Las actividades más importantes se describen a continuación:

➤ **Limpieza del Derecho de vía y cuidado de las áreas verdes**

Consiste en mantener la zona del derecho de vía libre de maleza, arbustos o de cualquier desperdicio indeseable a lo largo del mismo. Estos trabajos serán ejecutados por cuadrillas de obreros, utilizando generalmente herramientas manuales.

➤ **Limpieza y conservación de tragantes, cunetas y alcantarillas.**

Esta es una de las Operaciones de Mantenimiento más importantes y se refiere a mantener el drenaje libre de obstrucciones. Tanto el interior de las alcantarillas de tubería así como sus canales de entrada y salida, deberán de permanecer limpios durante todo el año. Las alcantarillas deberán ser revisadas en forma periódica durante la estación lluviosa para detectar infiltraciones. Si existiesen estas deberán ser eliminadas inmediatamente. Las erosiones del terreno en las salidas de alcantarillas pueden provocar el colapso de los cabezales, llevándose con ellos parte de las alcantarillas mismas. Los derrumbes menores o aquellos que no alcancen a cubrir el hombro de la carretera deberán ser removidos lo más pronto posible, especialmente durante la estación lluviosa, para mantener las cunetas libres de obstrucciones, los cuales provocan la acumulación de agua superficial que permite la saturación de los hombros y de los espaldones. Este tipo de trabajo puede ser realizado únicamente por cuadrillas de obreros, a menos que la remoción manual requiera demasiadas horas-hombres, se pueden utilizar cargadoras de llantas neumáticas.

➤ **Reparación de Cunetas Revestidas**

Los bordillos de concreto contruidos para evitar la erosión de los taludes de los terraplenes pueden provocar daños cuando se encuentran rotos, en una o varias partes, ya que la escorrentía que canalizan descarga en forma concentrada por los mismos a los puntos de fractura. Al detectarse un bordillo dañado, el mismo deberá ser reparado de inmediato, para esta labor no es necesario personal especializado. De igual manera se debe vigilar que las cunetas revestidas se conserven en buen estado, ya que estas pueden ser dañadas accidentalmente por la utilización de equipo pesado durante las operaciones de remoción de derrumbes, por los automóviles o por diversas causas fortuitas. Las salidas o puntos de descarga son susceptibles de ser erosionados, al presentarse cualquier daño en ellos, se debe proceder lo más pronto posible a su reparación.

➤ **Remoción de Derrumbes Mayores**

Al presentarse este tipo de derrumbes, se deberá proceder de inmediato a su remoción, tanto para despejar la calzada de la vía, como para evitar la acumulación de agua en las cunetas lo cual puede provocar inestabilidad de la estructura del pavimento. Para ejecutar este tipo de operación será necesario utilizar una cargadora de llantas neumáticas y camiones de volteo.

Los sitios de depósito del material removido deberán ser cuidadosamente escogidos para no causar daños a terceros, obstruir cauces, entradas y salidas de alcantarillas; y no deberán ser fuentes de sedimentos al estar expuestos a la erosión.

➤ **Mantenimiento de las cajas puentes y alcantarillas**

Para que estas estructuras presten un servicio adecuado y para evitar incurrir en gastos mayores efectuando reparaciones extemporáneas, es importante elaborar un correcto programa de mantenimiento, mismo que conlleva una constante observación del estado de la estructura principalmente los puntos de anclajes, hundimientos, etc. Como rutina deberán hacerse inspecciones a intervalos no mayores de tres (3) meses y en forma especial después de lluvias torrenciales.

➤ **Mantenimiento de la Estructura del Pavimento**

Las Operaciones de Mantenimiento están orientadas a lograr que el pavimento se comporte adecuadamente bajo condiciones normales, tanto de tráfico como climatológicas. Todo pavimento, diariamente está sometido a varios esfuerzos cuya repetición provoca daños en el mismo. Estos esfuerzos tienen su origen en factores diversos tales como volúmenes y tipo de tráfico, cambios de temperatura, asentamiento en las capas subyacentes, etc. Los daños más comunes y apreciables a simple vista son los baches, grietas y asentamientos.

La inspección de la superficie del pavimento debe hacerse en forma periódica por personal calificado, preferiblemente por medio de recorridos a pie. Los trabajos de mantenimiento deberán programarse para ser ejecutados durante la estación seca y salvo aquellos que por las características de los daños revistan carácter de emergencia deberán realizarse de inmediato.

➤ **Mantenimiento de Puentes**

Para que estas estructuras presten un servicio adecuado y para evitar incurrir en gastos mayores efectuando reparaciones extemporáneas, es importante elaborar un correcto programa de mantenimiento mismo que conlleva una constante observación del estado de la estructura y del cauce del río aguas arriba y aguas abajo del puente o caja.

Como rutina deberán hacerse inspecciones a intervalos no mayores de tres meses, y en forma especial después de lluvias torrenciales. A continuación se indican en forma breve los alcances de las operaciones de mantenimiento.

a. Cauces del Río

Deberá hacerse una inspección del cauce aguas arriba y aguas abajo de la estructura para detectar la presencia de bancos de arenas; troncos de árboles, rocas, etc.; que provoquen turbulencia o que puedan dirigir la corriente principal, hacia estribos o pilastras y por consiguiente causar daños en las cimentaciones.

Debe observarse el comportamiento de la corriente del río en crecidas; aún en cauces bien alineados con respecto a la subestructura, con el tiempo, la corriente podría provocar socavación y ser causa del colapso del puente.

Si existiese una o más de las condiciones descritas deberá procederse a corregir mediante limpieza o rectificación de los cauces.

Esta condición es de suma importancia a considerar en el caso del Río Manchaguala ya que actualmente el mismo presenta estos problemas y aun y cuando se proponen medidas para corregir el mismo, debido a que la solución adecuada sería un manejo de la cuenca lo cual escapa a los alcances del proyecto, se recomienda la inspección periódica del mismo y de allí proceder a las acciones del caso de observarse más de alguna de las condiciones descritas que puedan provocar la falla o daño a la obra.

b. Cimientos, Pilastras y Estribos

Los cimientos, el alineamiento y las elevaciones deberán revisarse con periodicidad para determinar posibles desviaciones o asentamientos. Debe investigarse si existen grietas y la causa de las mismas. Si existieran daños se debe proceder a su reparación.

c. Vigas, Diafragmas y Losas de Piso

Las vigas y diafragmas deberán ser revisados cuidadosamente para determinar la presencia o no de agrietamientos, de existir deberán ser rellenados con materiales propios para ese fin y de este modo evitar que el acero de refuerzo permanezca expuesto a la humedad. En las losas de piso se debe investigar el desgaste ocurrido en las mismas y la presencia de agrietamientos ya sea longitudinalmente o en forma de telaraña indicativos de grandes cargas por impacto.

➤ **Otras Actividades Importantes**

Con el propósito de cumplir con los requisitos mínimos de seguridad para con los usuarios de la calle se deberán tomar medidas para instalar y mantener:

- Las Señales viales de material refractivo y los postes indicadores de Kilómetros.
- La Pintura de la Franja del eje longitudinal de la superficie pavimentada y las franjas de los bordes laterales del pavimento especialmente en las zonas montañosas.
- Guarda caminos y barreras protectoras en los sitios de peligro, en los trayectos de montaña.
- Construcción de bordillos adicionales en los sitios que sea requerido para controlar la erosión de los taludes de los terraplenes.
- Solicitar a la Dirección General de Transporte que continúe realizando los censos de tránsito, para disponer de información permanentemente sobre la distribución del tránsito a lo largo de la carretera que permita hacer proyecciones futuras.

3. Marco Legal

Para fines específicos de esta Evaluación de Impacto Ambiental, dentro de lo que es el Marco Legal para el desarrollo del Proyecto, se hará mención a los diferentes instrumentos jurídicos y sus respectivos artículos que están relacionados con la protección del ambiente y que deben ser observadas por el proponente del Proyecto, así como por las instituciones gubernamentales y autónomas que decidirán si se puede llevarse a cabo la realización de dicho Proyecto.

3.1. Normativa Legal Nacional

3.1.1. Constitución de la República

Aprobado por Decreto 131-82 del 1 de noviembre de 1982. Es el marco general de la normativa nacional estableciendo en el artículo 145 que: “Se reconoce el derecho a la protección de la salud. El Estado conservará el medio ambiente adecuado para proteger la salud de las personas”

Adicionalmente, la Constitución de la República, en sus Artículos 172 y 173 estipula que toda riqueza antropológica, arqueológica, histórica y así como las manifestaciones de la cultura nativa constituyen el Patrimonio Cultural de la Nación y por consiguiente gozarán de la protección del Estado, debiendo la ley establecer lo que estima oportuno para su defensa, conservación investigación y divulgación.

El artículo 340 de la Constitución de la República establece: “...La reforestación del país y la conservación de los bosques se declara de conveniencia nacional y de interés colectivo”

La Constitución de la República establece que: “Es deber del Estado dictar medidas de protección de los derechos e intereses de las comunidades indígenas existentes en el país, especialmente de las tierras y bosques donde estuvieren asentadas.” (Artículo 346) y que “...El Estado se reserva la potestad de establecer o modificar la demarcación de las zonas de control y protección de los recursos naturales en el territorio nacional” (Artículo 354).

De los grandes lineamientos legales que la Constitución de la República establece se desprende la normativa legal especial que debe cumplir el Proyecto carretero.

3.1.2. Normativa Ambiental

La Secretaria de Energía Recursos Naturales Ambiente y Minas (SERNA) es la autoridad estatal encargada de otorgar las autorizaciones ambientales correspondientes a proyectos, instalaciones industriales o cualquier otra actividad pública o privada susceptible de contaminar o degradar el ambiente, los recursos naturales o el patrimonio histórico cultural de Honduras. La SERNA bajo el marco legal de la Ley General del Ambiente (Decreto No. 104-93 de fecha 30 de junio de 1993 y publicada en el Diario Oficial la Gaceta en fecha 30 de junio de 1993) otorga estas autorizaciones precedidas de una evaluación de impacto ambiental (EIA) con el fin de prevenir los posibles efectos negativos del entorno, generando en ese sentido medidas de protección ambiental que serán de

obligatorio cumplimiento tanto en la fase de ejecución (construcción) como durante la vida útil del Proyecto y sus instalaciones e inclusive las medidas que haya que tomar para los efectos que pueda producir una vez finalizada la misma.

La SERNA utiliza como marco legal especial para la emisión de la correspondiente autorización ambiental lo siguiente:

i) Ley General del Ambiente (la “Ley”) Aprobada por Decreto No. 104-93, es una ley marco que abarca todas las actividades que tienen relación con el medio ambiente, teniendo preeminencia sobre otras leyes que tienen injerencia en el manejo y protección de éste. Es de obligatoria aplicación en las evaluaciones de impacto ambiental (Artículo 6 de la Ley).

En el Artículo 7 de la referida Ley, se establece que el “Estado adoptará cuantas medidas sean necesarias para prevenir o corregir la contaminación del ambiente. A estos efectos se entiende por contaminación toda alteración o modificación del medio ambiente que pueda perjudicar la salud humana, tentar contra los recursos naturales o afectar los recursos en general de la nación. La descarga y emisión de contaminantes, se ajustarán obligatoriamente a las regulaciones técnicas que a efecto emitan, así como a las disposiciones de carácter internacional, establecidas en convenios o acuerdos bilaterales o multilaterales por Honduras.”

La Ley declara de interés público: a) la protección de la naturaleza, incluyendo la preservación de las bellezas escénicas de la conservación y manejo de la flora y fauna y dictará las medidas necesarias para evitar las causas que amenacen su degradación o la extinción de las especies. b) la protección de los bosques contra incendios y las plagas forestales y las demás actividades nocivas que afecten el recurso forestal y el ambiente. c) la actividad tendiente a evitar la contaminación del aire por la presencia de gases perjudiciales, humo, partículas sólidas, materias radioactivas y otros vertidos que sean perjudiciales a la salud humana, a los bienes públicos, a la flora y fauna, al ecosistema en general (Artículos 35, 47 y 59 de la Ley).

En el Artículo 52 de la Ley se ordena que las industrias por establecerse, susceptibles de contaminar el ambiente, se ubicarán en zonas que no dañen al ecosistema y a la salud humana. Asimismo el Artículo 54 de la Ley instruye que la descarga y eliminación de los desechos sólidos y líquidos de cualquier origen, tóxico y no tóxico solamente podrán realizarse en los lugares asignados por las autoridades competentes y de acuerdo con las regulaciones técnicas correspondientes; Adicionalmente los residuos sólidos y orgánicos provenientes de fuentes industriales serán técnicamente tratados para evitar alteración en los suelos, ríos, lagos, lagunas y en general en las aguas marítimas y terrestres, así como para evitar la contaminación del aire (Artículo 66 de la Ley).

La Ley establece que el Estado a través de la SERNA y la Secretaría de Estado en el Despacho de Salud Pública vigilarán el cumplimiento de las leyes generales y especiales atinentes al saneamiento básico y contaminación del aire, agua y suelo, con el objeto de garantizar un ambiente apropiado de vida para la población (Artículo 74 de la Ley).

Norma en forma general lo relativo a Estudios de Impacto Ambiental, al Patrimonio Histórico, Cultural y Turístico, Cuencas Hidrográficas, Educación Ambiental, etc.

El Proyecto deberá acatar lo establecido en los artículos de la Ley General de Ambiente que a continuación se enuncia en forma de resumen:

Artículos:1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 41, 43, 45, 47, 52, 54, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 78, 79, 100 y 102.

ii) Reglamento General de la Ley del Ambiente, (el “Reglamento”) aprobado mediante Acuerdo No. 109-93.

La normativa establecida en el Reglamento es de obligatoria aplicación en toda actividad que sea potencialmente dañina o que contamine o degrade el ambiente, los recursos naturales o el patrimonio histórico cultural de la nación realizada entre otras por personas privadas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras. Por lo que en los artículos 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10 y 12 se considera que en toda actividad que sea potencialmente perjudicial al medio ambiente se deberá realizar un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EsIA) (de forma obligatoria), en el cual se contemplen medidas de protección al ambiente, recursos naturales y socioculturales.

Según lo establece de forma particular el artículo 3 del Reglamento, Ambiente es: “el conjunto integrado por los recursos naturales, culturales y el espacio rural y urbano, susceptible de ser alterado por factores físicos, químicos, biológicos y de cualquier otra naturaleza, provocados por la naturaleza o por las actividades humanas, que puedan afectar, directa o indirectamente las condiciones de vida del hombre y el desarrollo de la sociedad” y por Contaminación del Ambiente se entiende que es “Toda alteración o modificación del ambiente que pueda perjudicar la salud humana, atentar contra los recursos naturales, culturales, étnicos o afectar los recursos en general de la nación.”

El Artículo 5 del Reglamento indica entre otros aspectos que: “...El propietario de cualquier inmueble dispondrá de él, aprovechando racionalmente los recursos que comprenda y sin contaminar ni degradar el ambiente. De lo contrario, además de las sanciones que establece la Ley y el Reglamento, podrá ser objeto de expropiación forzosa.”

El Reglamento en el Artículo 8 declara de interés público y por lo tanto obligatorio, la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), la cual deberá sujetarse al ordenamiento jurídico vigente en materia ambiental, de recursos naturales y de protección a la salud humana, y deberá ofrecer las medidas de protección del ambiente, de los recursos naturales y el aspecto socio cultural, las que deberán ser de obligatorio cumplimiento para el Proyecto durante la vida útil de sus instalaciones inclusive debe considerarlas una vez finalizada la misma.

Asimismo el Reglamento contempla que la protección, conservación, restauración y manejo sostenible de los recursos naturales son de interés social y que el aprovechamiento de los recursos no renovables debe llevarse a cabo previniendo los efectos negativos.

Los artículos 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73 y 74 del referido Reglamento se refieren a la protección del patrimonio histórico cultural y recursos turísticos y que corresponde a la Secretaría de Cultura a través del IHAH realizar las acciones necesarias para mantener estos recursos.

Los artículos 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82 y 83 establecen que corresponde a la Secretaría de Estado en Despacho de Salud Pública vigilar el cumplimiento de las leyes generales en cuanto a saneamiento básico y contaminación del aire, agua y suelos, con el objeto de garantizar un ambiente apropiado de la vida para la población.

En cuanto a la inspección y vigilancia del Proyecto, los artículos 84, 85, 86, 87 del Reglamento consideran que las autoridades competentes en materia ambiental deben ejercer vigilancia sobre las actividades que se califiquen como potencialmente contaminantes o degradantes para el medio ambiente.

El Reglamento en los artículos 103, 104, 105, 106 y 107 explica que toda acción que infrinja la legislación ambiental vigente constituirá delito o infracción administrativa enumerando algunas acciones que son consideradas como constitutivas de éstos, con sus respectivas sanciones o multas a quien incurra en dichos delitos o infracciones.

De no cumplir los requerimientos ambientales establecidos por la SERNA, el Proyecto en primera instancia se le aplicará una multa que es establecida por la SERNA, en caso que el daño ambiental sea de gran impacto se le puede aplicar el Código Penal (Decreto No. 144-83), en lo referente al Artículo 181-A que establece: “Artículo 181-A: Quien contamine la totalidad o parte del territorio nacional, incluyendo las aguas, con desechos, desperdicios, basuras o sustancias traídas del extranjero que produzcan o sean susceptibles de producir daños a la salud de las personas o al ecosistema será sancionado con reclusión de seis (6) a doce (12) años y multa de cien mil (L.100,000.00) a quinientos mil (L. 500,000.00)”.

El Decreto 59-97 de fecha 8 de mayo de 1997, publicado en el Diario Oficial La Gaceta en fecha 10 de junio de 1997 y vigente a partir de dicha publicación, ha derogado los artículos de los delitos contra el medio ambiente que contemplaba el Código Penal.

iii) Reglamento del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SINEIA), aprobado mediante Acuerdo 189-2009.

El Proyecto debe cumplir con el SINEIA a fin de adoptar las medidas para prevenir daños al ambiente y a los recursos naturales, identificando los impactos y riesgos ambientales que puedan producir algún grado de contaminación ambiental, tomando en cuenta la escala de los impactos y su

significancia y, como consecuencia de ello, establecer un Plan de Gestión Ambiental encaminado a prevenir y corregir la posible contaminación ambiental y así lograr un equilibrio ecológico.

El Proyecto ha sido categorizado según la tabla de Categorización de la SERNA como Categoría 4 en virtud de ser considerado obras de alto impacto ambiental potencial o riesgo ambiental.

En aplicación al Artículo 41 del SINEIA, el Proyecto deberá para garantizar la cobertura de los riesgos o impactos ambientales identificados en el proceso del EIA, presentar una garantía la cual podrá tener la modalidad de: a) depósito en el fondo de garantía o b) la contratación de un seguro ambiental.

Las acciones de control y seguimiento del Proyecto quedarán definidas en las medidas de mitigación establecidas en la Licencia Ambiental respectiva. Si durante el proceso de seguimiento y control se detectarán nuevos impactos ambientales no considerados durante el proceso de EIA, el Proyecto deberá proceder a realizar las medidas de mitigación, control, compensación, y cualquier otra actividad necesaria que le dicte la Dirección de Control Ambiental de la SERNA (Artículos 71 y 72 del SINEIA).

El Proyecto deberá acatar lo establecido en los artículos del SINEIA que a continuación se enuncian en forma de resumen:

Artículos:12, 13, 14, 15, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 34, 35, 36, 37, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 108, 109 y 110, los cuales contemplan las obligaciones que deben cumplir los proyectos que iniciarán actividades siendo estas entre otras la de llevar a cabo el Plan de Gestión Ambiental de la obra o actividad, basado en el documento de evaluación de impacto ambiental, lo que establezca la Dirección de Evaluación y Control Ambiental (DECA) y las Unidades Municipales Ambientales (UMAs) determinen. Asimismo el SINEIA ordena a través de los artículos antes referidos que todo proyecto, obra o actividad público o privada, debe tener una licencia ambiental antes de iniciar su ejecución, debiendo seguir los siguientes pasos: a) categorización del proyecto, por medio de la Tabla de Categorización Ambiental; b) Evaluación Ambiental Inicial y valoración de la significancia del impacto ambiental mediante los instrumentos correspondientes; c) pago de la tarifa por expedición de la Licencia Ambiental; d) publicación de la intención de realizar el proyecto y d) presentación de la solicitud de la licencia ambiental.

3.1.3. Normativa para el Aprovechamiento de los Recursos Minerales Inorgánicos

En virtud que el Proyecto realizará actividades de explotación de canteras, deberá cumplir con lo establecido en:

i) Ley General de Minería, (la “Ley”) aprobada mediante Decreto No. 238-2012, la cual tiene por objeto normar las actividades mineras y metalúrgicas en Honduras, en tal virtud es de orden público, interés general y de aplicación obligatoria.

La Ley establece en el artículo 88 que: “Corresponde a la Autoridad Minera proveer, desarrollar, evaluar, y dar seguimiento a través de programas y acciones institucionales, el aprovechamiento nacional y responsable de los recursos mineros que realice la pequeña minería y la minería artesanal.”

Los artículos relacionados con el Proyecto son: 8, 9, 86, 87, 88, 90 y 91, los cuales establecen los tipos de permisos mineros que un proyecto debe obtener dependiendo de la sustancia a extraer siendo estos: metálicos, no metálicos, de gemas o piedras preciosas.

ii) Reglamento de la Ley General de Minería, aprobado mediante Acuerdo No. 042-2013, el cual constituye el conjunto de disposiciones reglamentarias a que deben sujetarse las personas naturales o jurídicas públicas o privadas, que desarrollen actividades mineras y metalúrgicas en el territorio nacional. Las normas establecidas en este Reglamento son de aplicación general y de carácter obligatorio. Los artículos relacionados con el Proyecto son: 39, 40, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59 y 60, los cuales se refieren al proceso y requisitos de obtención de un permiso minero de extracción no metálico, el cual es otorgado de forma exclusiva por la autoridad municipal, debiendo el Proyecto cumplir con los requisitos establecidos en el artículo 40, asimismo el Proyecto debe utilizar métodos que prevengan, mitiguen o compensen los posibles impactos producidos al suelo, al agua, al aire, biodiversidad y las concesiones y poblaciones colindantes, cumpliendo con los Planes de Gestión Ambiental, y acatando las normas técnicas de calidad de agua, aire y el correcto manejo de los desechos sólidos, cumplir con la normativa de protección a la higiene y salud ocupacional de los trabajadores del Proyecto.

3.1.4. Normativa para el Aprovechamiento del Recurso Hídrico del País

El recurso hídrico del país estaba regulado por la Ley de Aprovechamiento de Aguas Nacionales (Decreto 137-27 de fecha 9 de abril de 1927), pero debido a que este ordenamiento jurídico relativo al régimen general de aguas data de 1927, su contenido, además de estar orientado a determinadas aplicaciones, planteaba condicionamientos jurídicos que estaban plenamente rebasados, por lo que existió la necesidad de un nuevo ordenamiento que se ajustará a la actualidad jurídica, social, económica y ambiental del país.

De lo anterior surge la Ley General de Aguas (Decreto 181-2009 de fecha 24 de agosto de 2009, publicado en el Diario Oficial La Gaceta en fecha 14 de diciembre de 2009), la cual establece en su Artículo 2.-TITULARIDAD DE GESTIÓN.- “El uso, explotación, desarrollo, aplicaciones y cualquier forma de aprovechamientos del recurso hídrico, así como la explotación o aprovechamiento de los ecosistemas y recursos relacionados al mismo, serán administrados por el Estado a través de la Autoridad del Agua conforme lo señala esta Ley y otras leyes vinculadas. Corresponde al Gobierno Central la titularidad de la administración de las aguas, sus bienes y derechos asociados”. Asimismo la referida Ley General de Aguas establece en su Capítulo I-ORGANIZACIÓN, en el Artículo 7.-RESPONSABILIDAD SECTORIAL. “Corresponde a la Secretaría de Estado en los Despachos de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) la conducción y dirección sectorial de los recursos hídricos,…”.

3.1.5. Normativa Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre

El Proyecto debe acogerse a lo establecido en la Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (Decreto No. 98-2007), en lo referente a la protección de los recursos del país que existen en las áreas forestales y racionalización de su aprovechamiento, asimismo en lo referente a la conservación de suelos y aguas y protección de márgenes fluviales y lacustres en que participa la Administración Forestal del Estado, en el estudio y ejecución de proyectos de ordenación hidrológica, regulación de caudales, restauración de bosques, conservación de suelos forestales.

El Proyecto deberá apegarse a la normativa forestal actual, la cual abarca el manejo de las áreas protegidas y la vida silvestre y tomar en consideración lo reglamentado en:

- i) El Reglamento General de la Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (Acuerdo Ejecutivo Número 031-2010, de fecha 31 de agosto de 2010, publicado en el Diario Oficial La Gaceta en fecha 16 de octubre de 2010). En relación con lo establecido en los artículos 183, 184, 185, 256, 257, 281, los cuales establecen lo referente al aprovechamiento forestal no comercial, la protección forestal, reforestación como medidas reparadoras.
- ii) El Reglamento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Acuerdo Ejecutivo Número 921-97, de fecha 30 de diciembre de 1997, publicado en el Diario Oficial La Gaceta en fecha 25 de septiembre de 1999). Normativa en relación a la Fauna y Flora Terrestre y Acuática.

3.1.6. Normativa en relación a la Propiedad y Uso de la Tierra

El Proyecto debe cumplir la normativa siguiente:

- i) Ley de Ordenamiento Territorial (Decreto Ley No.180-03, de fecha el 30 de octubre del 2003, publicado en el Diario Oficial La Gaceta en fecha 30 de diciembre de 2003) en lo referente a que el ordenamiento territorial se constituye en una política de Estado que incorporado a la planificación nacional, define el reglamento territorial y otros conceptos de suma importancia como desarrollo

sostenible, gestión integral estratégica y recurso natural, enumeran los fundamentos de la Planificación Nacional y del Ordenamiento Territorial y las competencias de los Gobiernos Municipales de conformidad con esta ley. Los artículos relacionados con el Proyecto son: 1, 2, 3, 5 y 27, los cuales establecen que es la sostenibilidad del desarrollo equilibrado: a) el crecimiento y la dinámica económica, b) la evolución social armónica, incluyente y equitativa, c) la preservación del ambiente, buscando la transformación productiva con el uso racional y la protección de los recursos naturales, de tal forma que se garantice su mejoramiento progresivo, sin deteriorar o amenazar el bienestar de las futuras generaciones; la aplicación de los servicios ambientales en forma equitativa y real como resultado de la valoración de sus costos y beneficios.

ii) Ley de Propiedad (Decreto No. 82-2004, de fecha 28 de mayo de 2004), en lo referente al Procedimiento Catastral, la Vista Pública Administrativa con el propósito de exhibir al público toda la información catastral levantada en una zona determinada del país y al proceso de regularización de la propiedad inmueble para pueblos indígenas y afro hondureños, en particular en el caso que el Estado autoriza cualquier tipo de explotación. Los artículos relacionados con el Proyecto son: Del Capítulo II los artículos 55, 60, 61, 64, 65, 66, 67 y 68, los cuales contemplan la obligatoriedad que toda propiedad inmueble que se encuentre dentro del territorio nacional deber estar catastrada y desarrolla el proceso de levantamiento catastral registral que debe seguir un predio que no esté catastrado, el cual es el conjunto de actividades jurídicas, técnicas y administrativas orientadas a obtener de forma sistemática la información precisa rápida y descriptiva de todos los predios a nivel nacional.

iii) Ley de Reforma Agraria (Decreto No. 170-74, de fecha 30 de diciembre de 1974). El Proyecto deberá considerar la Ley de Reforma Agraria en relación a los predios que quedan excluidos para los fines de la reforma agraria y de la recuperación de tierras dadas en arrendamiento por el INA cuando el Poder Ejecutivo las necesite para una obra de necesidad o utilidad pública. Artículos relacionados con el Proyecto son: 13 y 19, los cuales determinan la excepción de las tierras rurales que son susceptibles de ser destinadas a la reforma agraria siendo una de estas excepciones las que se destinen para fines específicos de importancia prioritaria para la economía nacional.

3.1.7. Normativa Laboral

Un componente importante para el desarrollo del Proyecto, es la Seguridad Laboral e Higiene Ocupacional, debiendo cumplir con la siguiente normativa especial en materia laboral:

i) Código de Salud y Reglamento General de Salud Ambiental (Decreto No. 65-91, de Junio de 1991), en lo referente a la salud como un derecho humano inalienable, a su conservación y promoción en un medio ambiente sano, la clasificación del agua y su tratamiento para los diferentes usos, la disposición final de las aguas negras, servidas y las excretas, así como lo que se dispone en relación a la salud de los trabajadores, a los centros de trabajo, a las obligaciones de la Secretaría de salud a través del IHSS y otros relacionados con la materia para proteger y conservar la salud de los trabajadores, de las responsabilidades del patrono, de las obligaciones del trabajador con respecto a

esta Norma y las medidas para la seguridad y acondicionamiento en las áreas de trabajo. Los artículos relacionados con el Proyecto son: 1, 8, 9, 14, 25, 26, 27, 30, 34, 35, 38, 41, 44, 46, 47, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56 y 57, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 111, 112, 113, 114, 115, 117, 118, 120, 121, 123, 226, 227, 228, 229, 231 y 232.

ii) Código del Trabajo (Decreto No. 189-59), en lo relativo a la protección a los trabajadores durante el ejercicio del trabajo, lo cual implica todas las medidas de higiene, seguridad laboral y la prevención de riesgos laborales. Los artículos relacionados con el Proyecto son: 391, 392 y 394, los cuales establecen la obligatoriedad de los patronos (empresa) de acatar y hacer cumplir las medidas de prevención de riesgos profesionales que dicte el Ministerio de Trabajo y Previsión Social, siendo estas medidas de higiene y seguridad en los lugares de trabajo que sirvan para prevenir, reducir o eliminar los riesgos profesionales.

iii) Reglamento General de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales (Acuerdo Ejecutivo No. STSS-053-04), el cual define las normas que rigen sobre la protección de la salud de los trabajadores, a fin de establecer las condiciones de seguridad y salud en que debe desarrollarse las labores en los centros de trabajo. Los artículos relacionados con el Proyecto son: 9, 13, 14, 15, 25, 36, 44, 47, 50, 55, 56, 57, 58, 61, 68, 73, 79, 81, 83, 84, 85, 91, 92.

3.1.8. Normativa sobre Manejo de Desechos Sólidos y Líquidos

A fin de que el Proyecto realice un correcto manejo de los desechos sólidos y líquidos generados por la actividad humana en la zona, tanto en la etapa de construcción como de operación, se deberá cumplir con la normativa técnica y reglamentación existente:

i) Reglamento para el manejo integral de los residuos sólidos (Acuerdo Ejecutivo No. 1567-2010, de fecha 01 de octubre de 2010, publicado en el Diario Oficial La Gaceta en fecha 22 de febrero de 2011). Este reglamento tiene como objetivo regular la gestión integral de los residuos sólidos, incluyendo las operaciones de prevención, reducción, almacenamiento y acondicionamiento, transporte, tratamiento y disposición final de dichos residuos, fomentando el aprovechamiento de los mismos con el fin de evitar riesgos a la salud y al ambiente (Artículo 1). Este Reglamento tendrá aplicación nacional, será de cumplimiento obligatorio para las alcaldías municipales y toda persona natural o jurídica, pública o privada, que como consecuencia de sus actividades genere o maneje residuos sólidos, ya sea como productor, importador, distribuidor o usuario de un bien (Artículo 3).

Los artículos relacionados con el Proyecto son: 5, 16, 17, 19, 21, 28, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 38, 46, 47, 48, 49, 53, 54, 56, 61, 62, 72, 73, 74, 75, 76, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94. Estos artículos están relacionados con el origen de los residuos sólidos, así como su clasificación, almacenamiento, recolección, transporte y disposición final, asimismo abordan el tema de la reducción, reutilización y reciclaje de los mismos.

ii) Normas Técnicas de Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y alcantarillado Sanitario, (la “Norma”) aprobada mediante Acuerdo No. 058, dicha Norma tiene por objeto: a) Regular las descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores y alcantarillado sanitario, b) Fomentar la creación de programas de minimización de desechos, la instalación de sistemas de tratamiento y la disposición de aguas residuales, para reducir la producción y concentración de los contaminantes descargados al ambiente.

Los artículos relacionados con el Proyecto son: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 14, 19 y 20, los cuales establecen de forma general la obligatoriedad de la Norma para todas las personas, sean estas naturales o jurídicas, públicas o privadas que realicen actividades que generen descargas, especificando cuales son las características físicas, químicas y bacteriológicas de dichas descargas y los rangos y concentraciones máximas permisibles, así como los métodos de análisis, las actividades de control y seguimiento, además establecen las sanciones a las infracciones que se produzcan en contravención a la Norma.

3.1.9. Normativa sobre Control de Emisiones

i) Generadas por Fuentes Móviles:

Reglamento para la Regulación de Emisiones de Gases Tóxicos, Humos y Partículas de los Vehículos Automotores, aprobado mediante Acuerdo No. 719-2000. El Reglamento tiene como finalidad determinar los niveles máximos permisibles de emisión de gases tóxicos, humo y partículas de los vehículos. Asimismo establece las infracciones y sanciones por el incumplimiento al Reglamento en mención.

3.1.10. Normativa en relación al Patrimonio Cultural

Ley para la Protección del Patrimonio Cultural de la Nación (Decreto 220 – 97 Instituto Hondureño de Antropología e Historia, I. H. A. H); esta Ley en su Artículo 1, establece: “Esta ley tiene por objeto la defensa, conservación, reivindicación, rescate, restauración, protección, investigación, divulgación, acrecentamiento y transmisión a las generaciones futuras de los bienes que constituyen el Patrimonio Cultural de la Nación en todo el territorio Nacional y en las aguas jurisdiccionales...”

Asimismo en el Capítulo II. Del Patrimonio Cultural, en el Artículo 2. Se dispone que: “Se considera parte del patrimonio Cultural:...” Inciso 1, 4 y 5. “Los monumentos, aquellos bienes inmuebles de la época precolombina, colonial y republicana que por su arquitectura o ingeniería sean de interés antropológico histórico.” “Sitio Arqueológico...” Y “Zona arqueológica...”

El Proyecto debe considerar todo lo relacionado con la Ley para la Protección del Patrimonio Cultural principalmente atender lo estipulado en el Artículo 15 de la Ley del Patrimonio Cultural (Decreto Numero 81-84) que establece que “Cualquier particular que en forma accidental o en la realización de una obra, descubra una antigüedad o sitio arqueológico, deberá notificarle inmediatamente al Instituto Hondureño de Antropología e Historia. Si el caso lo amerita se ordenará

la suspensión de los trabajos mientras se evalúa la importancia del descubrimiento”. El Proyecto deberá identificar los sitios arqueológicos que sean descubiertos y que puedan ser afectados por la construcción de la carretera, asimismo deberá proceder a comunicar estos hallazgos al IHAH e iniciar una segunda etapa, la cual consiste en el rescate arqueológico de dichos sitios, lo cual debe de realizarse a la brevedad posible. De igual manera se deberán tomar las precauciones que inhiban el saqueo y la compra-venta de piezas arqueológicas, un hecho común en todo el país durante la ejecución de obras de ingeniería.

3.2. Normativa Legal Local

3.2.1. Ley de Municipalidades

El Proyecto tendrá influencia en las municipalidades de San Pedro Sula y Villanueva, debido a esta situación, el Proyecto debe ajustarse al marco legal local, el cual está liderado por la Ley de Municipalidades, aprobada por Decreto Ley No. 134-90, en fecha 7 de noviembre de 1990 y sus reformas por decreto 48-91. Esta Ley contiene disposiciones que dan a las municipalidades y sus comunidades una mayor participación en la defensa, protección del ambiente y mejoramiento de sus recursos naturales.

Destacan los Artículos 12, 13 (numerales 7,11 y 16), 14, 25 (Inciso 9), 80 y 118, que hacen referencia a la protección de la ecología y el medio ambiente, fomento de la reforestación, racionalización del uso y aprovechamiento de los recursos naturales, recaudación de recursos propios para preservar el medio ambiente, celebrar convenios de aprovechamiento y protección de los recursos naturales. Esta ley específica la forma en que las municipalidades pueden obtener ingresos provenientes de: licencias por aprovechamiento de recursos naturales, tasas por arrendamiento de terrenos municipales para instalación de industrias, tasas sobre el valor comercial de los recursos extraídos, tasas sobre el volumen de producción, etc.

El Artículo 13, Inciso 7 de la referida Ley norma sobre la protección de ecología, del medio ambiente y promoción de la reforestación. El Inciso 11, regula el otorgamiento de permisos o contratos para la explotación de recursos con otras entidades autónomas, semiautónomas, descentralizadas o del gobierno central, cuando concurran en su explotación, al efecto de garantizar el pago de los derechos que les correspondan; y el Inciso 16, establece la coordinación de las medidas y acciones que tiendan a asegurar la salud y bienestar general, en lo que al efecto impone el Código Sanitario, con las autoridades de salud pública.

La celebración de las asambleas de carácter consultivo en cabildo abierto con representantes de organizaciones locales, legalmente constituidas, como ser: comunales, sociales, gremiales, sindicales, ecológicas y otras que por su naturaleza lo ameriten, a juicio de la corporación, para resolver todo tipo de situaciones que afecten a la comunidad, están fundamentadas en el Artículo 25, Inciso 9, de la Ley de Municipalidades.

El Proyecto deberá realizar estas Asambleas consultivas para involucrar a las comunidades que estarán influenciadas por el Proyecto, a fin de que el mismo sea plenamente socializado con las comunidades que se encuentran ubicadas en la zona de influencia del Proyecto.

4. Descripción del Medio

Este Capítulo describe las condiciones físicas, biológicas y socio-económicas del área de influencia del proyecto. La información aquí presentada provee una base para poder identificar y estimar los posibles impactos potenciales que pueden ocurrir por la construcción y operación de del proyecto así como las medidas de mitigación y / o compensación que se deben de implementar en estas etapas del proyecto, así como el monitoreo de las mismas y su efectividad.

Las fuentes de información utilizadas para establecer las condiciones de línea base ambientales y sociales del proyecto propuesto incluyeron: a) recopilación y análisis de los datos existentes del área del proyecto y su zona de influencia, b) reconocimiento de campo y toma de muestras en las áreas de intervención del proyecto y c) análisis e interpretación de los datos de línea base ambientales y sociales recopilados y levantados en campo.

4.1. Diagnóstico Ambiental

Esta sección identifica los diferentes componentes que puedan afectar o ser afectados por la construcción y operación del proyecto. Se describen las condiciones ambientales existentes en el área de influencia de la carretera. La caracterización de la línea base ambiental incluye los aspectos climáticos, la calidad del aire, niveles de ruido, la geología de la zona, los diferentes tipos de suelos existentes en el área de interés, una descripción general de las cuencas hidrográficas que circundan el proyecto propuesto, la calidad de los cuerpos de agua que limitan el área, el uso del suelo y su capacidad de uso, la hidrogeología, la descripción florística de la zona incluyendo la cobertura vegetal, la fauna terrestre y acuática y las áreas protegidas existentes en el área de influencia del proyecto y la identificación del patrimonio histórico, cultural y arqueológico que pueda existir en el área.

4.1.1. Clima y meteorología

De acuerdo al Atlas Climático de la República de Honduras preparado por Zúñiga (1998), la zona del proyecto carretero se encuentra localizada dentro de la provincia climática Vx que se caracteriza por ser Lluvioso de altura.

En la provincia climática Lluviosa de altura, los meses más lluviosos son junio y septiembre y los más secos son febrero y marzo. La humedad relativa es de 72 a 74%, con temperaturas de 21°C y 10°C.

4.1.2. Calidad del aire

4.1.2.1. Ruido

Se realizó un monitoreo de ruido en diferentes puntos del tramo carretero La Entrada- El Florido, con el fin de obtener los datos de línea base de los niveles de ruido existentes en dichas zonas. La medición se realizó en diferentes comunidades, situadas a orilla de la carretera. Las comunidades son Quebrada Honda del municipio de San Antonio, Campamento y Santa Rita del municipio de Santa Rita, Copán Ruinas, Ostuman y El Florido del municipio de Ruinas de Copán.

La evaluación de los niveles de ruido generados por el tráfico se basó en la toma de medidas directas con un sonómetro que evalúa los niveles de presión sonora continuo equivalente durante un período de tiempo determinado. Para estas mediciones se utilizó un Sonómetro Integrador Registrador modelo 407780 marca EXTECH. Este modelo con tiempo integrador programable proporciona linealidad precisa sobre una amplia escala (100dB) e indica medidas LEQ, SEL, NPS, MÁX-L (máximo valor NPS), y MÍN-L (mínimo valor NPS). La precisión es de ± 1.5 dB (94 dB @ 1 kHz).

El tiempo de medición se seleccionó considerando el período mínimo aceptable en los métodos de medición de algunos países europeos, como el NORDEST (Dinamarca, Noruega, Finlandia y Suecia), que recomienda un intervalo mínimo de 15 minutos o de 500 vehículos circulando durante el día, o en Estados Unidos, donde son típicos los períodos de medición de 15 minutos en la hora de más ruido. En el caso del presente estudio, también se optó por tomar tiempos de medición de 15 minutos. Se hicieron lecturas cada segundo, teniéndose así un total de 900 registros.

Para realizar las mediciones, el sonómetro se colocó sobre un trípode, a una distancia de 1.10 m del suelo. Las lecturas se realizaron durante el día, a una distancia máxima de la calzada de cinco metros. Las mediciones no fueron realizadas bajo condiciones climáticas adversas como lluvia y viento que pudieran afectar la confiabilidad de los resultados obtenidos. Los resultados de las mediciones se muestran a continuación:

Estudio de Impacto Ambiental Rehabilitación de la Carretera CA-11: La Entrada – El Florido

Estación	Nombre del sitio	Altura sonómetro (m)	Distancia a calzada (m)	Coordenadas UTM (wgs84)		Altitud (msnm)	Tipo de pavimento	Numero de carriles	Anchura calzada (m)	Perfil longitudinal	Descripción del sitio	Fecha muestreo	Hora de muestreo	Intervalos tiempo de medición (s)	Tiempo de medición (s)	Clima	Leq (dBA)	Lmax (dBA)	Lmin (dBA)	SEL (dBA)	Observaciones	Foto
17+700	Quebrada Honda	1.10	1.50	301051E	1657244N	729.00	Asfalto	2	6.50	Recta	Viviendas	18-06-2014	7:50:00 AM	1	900	Soleado	69.00	91.40	46.20	98.60	El sonómetro se ubico del lado derecho de la carretera CA11, viniendo de la entrada. Hay una curva a 40 m después del sonómetro.	
37+140	Campamento	1.10	3.00	287703E	1651242N	786	Asfalto	2	6.50	Recta	Comedor, viviendas, casa en construcción	18-06-2014	9:11:00 AM	1	900	Soleado	61.80	81.10	41.10	91.40	Carretera en mal estado (CA11), hay túmulos antes y después del sonómetro (a 50 m del mismo) por lo que los carros bajan la velocidad en este tramo. Sonómetro ubicado del lado izquierdo de la carretera viniendo de La Entrada.	
53+700	Santa Rita	1.10	0	274538E	1644850N	676	Asfalto	2	6.50	Recta	Zona comercial, parada de buses	18-06-2014	10:23:00 AM	1	900	Soleado	69.10	88.50	49.50	98.60	El sonómetro se coloco sobre la calzada, en el lado derecho de la carretera viniendo de La Entrada (CA11). Hay un túmulo 60 m después del sonómetro. Hubo paso de mototaxis durante el monitoreo.	
61+700	Copan Ruinas	1.10	-	268242E	1641193N	591	Calle de tierra sin salida, colindante al Rio Copan	-	-	Cruce	Estación de buses Hedman, taller reparación, Hotel	16-06-2014	10:35:00 AM	1	900	Llovizna intermitente	61.10	73.10	46.40	90.70	Intersención Carretera hacia El Florido (CA11). El sonómetro se coloco en la calle de tierra utilizada por la empresa Hedman. Alas como entrada a sus instalaciones.	
64+570	Ostuman	1.10	1.00	265964E	1641880N	648	Asfalto	2	6.50	Recta	Viviendas, Escuela José F. Kennedy Oficinas ICF	18-06-2014	12:11:00 PM	1	900	Soleado	83.30	109.80	43.80	112.80	Túmulos en la carretera CA11, a ambos lados del sonómetro, uno a 40 m y otro a 59 m, por lo que las carros deben disminuir la velocidad en este tramo. El sonómetro se coloco frente a una escuela. Hubo paso de furgones, mototaxis y una ambulancia con la sirena encendida.	
72+100	Frontera El Florido	1.10	5.00	260748E	1643712N	636	Asfalto	2	6.50	Recta	Frontera con Guatemala, sitio de parada de furgones, comedor, pulpería	18-06-2014	11:41:00 AM	1	900	Soleado	71.30	88.40	51.10	100.80	Furgones estacionados en la carretera y paso de los mismos de y hacia la frontera.	

Tabla 6. Descripción de los sitios de medición y resultados

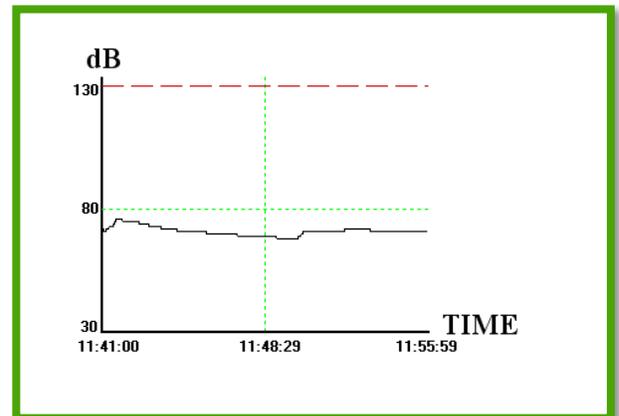
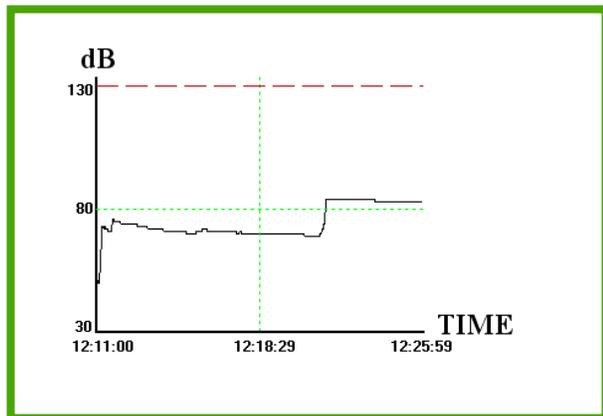
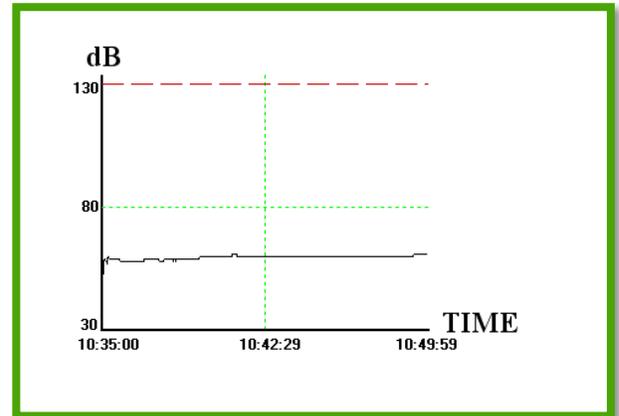
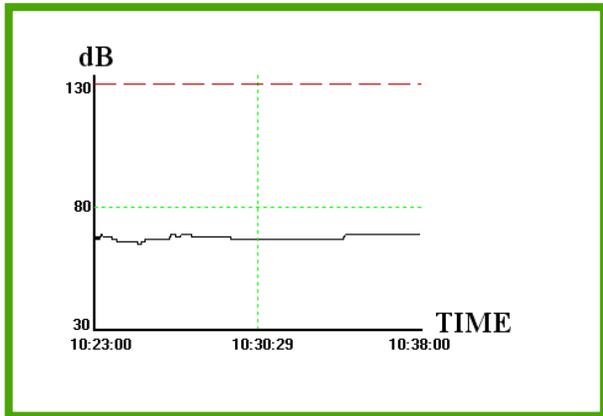
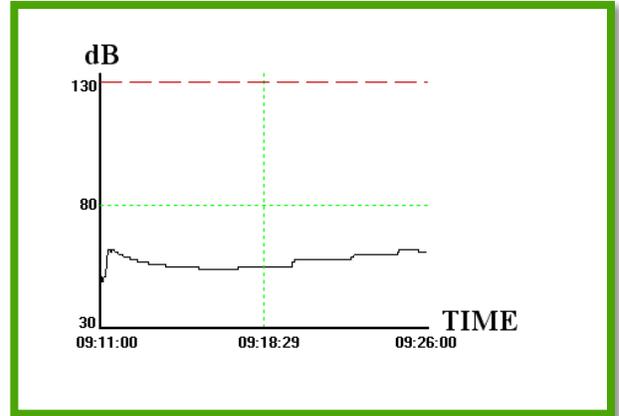
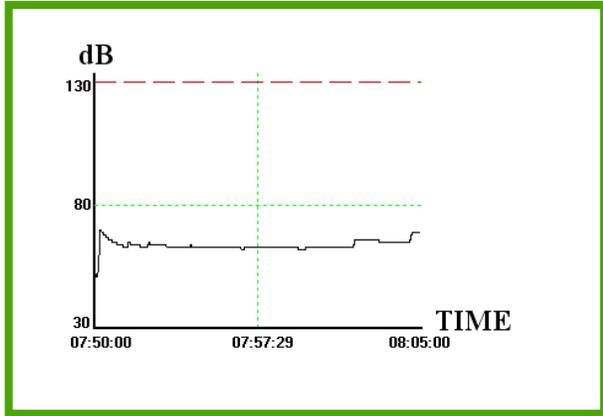


Ilustración 9 Resultados de las mediciones de ruido en las comunidades de Quebrada Honda, Campamento, Santa Rita, Copán Ruinas, Ostuman y El Florido

Análisis de resultados

De acuerdo a la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico¹ (OCDE, 1995), el ruido de la carretera afecta directamente a la calidad de vida, principalmente en las zonas de gran densidad de población donde existe un gran volumen de tráfico. Sus orígenes y su propagación dependen de la interacción entre tres factores:

- Los vehículos: tipo, número y velocidad (Tráfico)
- Estructura de la carretera: su concepción, construcción y materiales;
- El medio próximo al sistema carretera-entorno, sus componentes y receptores, por ejemplo, las características de los edificios y el número de habitantes.

La OCDE propone algunas indicaciones generales relativas a los límites aceptables de ruido, los cuales se muestran en la siguiente tabla².

Límites en fachadas			
Leq (día)		Leq (noche)	
Carretera nueva	Carretera existente	Carretera nueva	Carretera existente
60+/-5 dB(A)	65+/-5 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)

Tabla 7. Límites fijados por la OCDE

Los límites relativos al nivel de ruido propuesto por la OCDE son coherentes con los establecidos por la Comisión de la Unión Europea (CCE y DGXI). En la Tabla 8 se presentan estos límites.

Límites en fachadas			
Leq (día)		Leq (noche)	
Carretera nueva	Carretera existente	Carretera nueva	Carretera existente
57/68 dB(A)	65/70 dB(A)	47/58 dB(A)	57/62 dB(A)

Tabla 8. Límites establecidos por la Comisión de la Unión Europea

Comparando los resultados de las mediciones efectuadas en las diferentes comunidades situadas a lo largo de la carretera con los valores límites de la OCDE o la CCE (Ver Tabla 9)., se puede observar que los niveles de ruido existentes en las comunidades Quebrada Honda, Campamento, Santa Rita y

¹ Fundada en 1961, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) agrupa a 34 países miembros y su misión es promover políticas que mejoren el bienestar económico y social de las personas alrededor del mundo (<http://www.oecd.org/centrodemexico/laocde/>).

² Hernández, S., Flores, M., Flores, M., Gutiérrez, R. (2001). Estudio del ruido generado por la operación del transporte carretero. Caso II, Jalisco. [en línea]. Sanfandila: Secretaría de comunicaciones y transportes Instituto Mexicano del Transporte. Disponible en: <http://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt187.pdf> [2014, 19 mayo].

Copán Ruinas se encuentran dentro de los límites permitidos (≤ 70 dBA). En el caso de Ostuman, el Leq se vio alterado por el paso de una ambulancia al momento de la medición, alcanzando los 83 dBA. En El Florido, los niveles de ruido están por encima de los recomendados por la OCDE o la CEE, por la concentración y circulación de tráfico pesado (furgones) ya que es un sitio de control aduanero (Ver Tabla 9).

Estación	Sitio	Resultados monitoreo Leq (día)	OCDE Carretera existente Leq (día)	OCDE Carretera nueva Leq (día)	CCE Carretera existente Leq (día)	CCE Carretera nueva Leq (día)
17+700	Quebrada Honda	69.00	65+/-5 dB(A)	60+/-5 dB(A)	65/70 dB(A)	57/68 dB(A)
37+140	Campamento	61.80				
53+760	Santa Rita	69.10				
61+700	Copán Ruinas	61.10				
64+570	Ostuman	83.30				
72+100	Frontera El Florido	71.30				

Tabla 9. Comparación de Leq con normativa existente

4.1.3. Geología

Según el Mapa Geológico de Honduras y la inspección hecha en campo, en el área que comprende este proyecto carretero se identificaron tres grupos geológicos, cuyas características principales se describen a continuación:

- **Cuaternario Aluvial**

Las aluviones del cuaternario, generalmente ocupan los pisos de los grandes valles, las costas y los pies de las montañas. Por lo general, se presentan como terrazas de grava o depósitos de cauce. En algunos lugares las terrazas forman varios niveles.

Este grupo geológico corresponde a los pequeños valles de La Entrada, Río Amarillo y Copán Ruinas y está constituida por depósitos aluvionales continentales Cuaternarios o más recientes, distribuidos principalmente a lo largo del cauce del Río Chamelecón. Comprende bancos de arenas, gravas, cantos y bloques de diferente naturaleza geológica, que incluye rocas sedimentarias, metamórficas y volcánicas.

En el tramo carretero este grupo se localiza entre las coordenadas 309750 Este y 1666500 Norte – 310150 Este y 166650 Norte en lo que respecta al Valle de La Entrada; 303000 Este y 1661500 Norte – 308800 Este y 1666500 Norte en lo que respecta al Valle de Florida; 283600 Este y 1648700 Norte – 286350 Este y 1650000 Norte en lo que respecta al Valle de Río Amarillo; 267300 Este y 1641400 Norte – 268700 Este y 1641400 Norte en lo que respecta al Valle de Copán Ruinas.

- **Grupo Padre Miguel**

Este grupo geológico se localiza entre las coordenadas 308800 Este y 1666500 Norte – 39750 Este y 1666600 Norte; 296300 Este y 1650000 Norte – 303000 Este y 1661500 Norte; 28700 Este y 1641400 Norte; 366200 Este y 141700 Norte – 267300 Este y 1641400 Norte; 263500 Este y 1642250 Norte hasta el final del tramo, es decir hasta el Puesto fronterizo de El Florido e incluye una secuencia gruesa de ignimbritas riolíticas blancas, tobas, lahares, sillars y sedimentos piroclásticos que afloran en el sector occidente de Honduras y sobreyacen formando una disconformidad sobre la Formación Matagalpa. La edad se ubica del Oligoceno al Mioceno.

- **Grupo Valle de Ángeles**

Este grupo geológico está constituido por una secuencia de capas rojas, litológicamente heterogéneas constituidas por Lutitas, Limonitas, Areniscas, Calizas y Lutitas Calcáreas, en colores variables de rojo, amarillo, café claro, y café oscuro. Los conglomerados contienen clastos de esquisto, filita, cuarzo, caliza y fragmentos de rocas volcánicas.

En el tramo carreteros se localiza entre las coordenadas 286350 Este y 1650000 Norte - 296300 Este y 165500 Norte; 276700 Este y 1644800 Norte – 283600 Este y 1648700 Norte; 263500 Este y 1642250 Norte – 266200 Este y 1641700 Norte.

Geología en el Área de Cambio de Línea por Falla

En el área que comprende el cambio de línea se identificó un grupo geológicos, cuyas características principales se describen a continuación:

- **Grupo Padre Miguel**

Este grupo geológico cubre la totalidad del área e incluye una secuencia gruesa de ignimbritas riolíticas blancas, tobas, lahares, sillars y sedimentos piroclásticos que afloran en el sector occidente de Honduras y sobreyacen formando una disconformidad, sobre la Formación Matagalpa. La edad se ubica del Oligoceno al Mioceno.

En el sitio del proyecto, la roca sobresaliente corresponde a una ignimbrita de grano fino, de color blanco lechoso, muy compacta en manto continuo.

Geología en el Área de Libramiento Copán Ruinas

En el área que comprende este proyecto carretero se identificó únicamente un grupo geológico, cuyas características principales se describen a continuación:

- **Cuaternario Aluvial (Qal)**

El grupo Cuaternario Aluvial está constituido por depósitos aluvionales continentales Cuaternarios o más recientes, distribuidos principalmente a lo largo del cauce del Río Copán. Comprende bancos de arenas, gravas, cantos y bloques de diferente naturaleza geológica, que incluye rocas sedimentarias, metamórficas y volcánicas. Geomorfológicamente constituye depósitos de arena y grava, planos aluviales y terrazas aluviales.

4.1.4. Suelos

En el tramo carretero La Entrada – El Florido se identificaron las siguientes Series de Suelos:

- **Suelos de Valle**

Estos suelos se localizan en diferentes áreas del tramo carretero, tenemos que se encuentran entre las siguientes coordenadas 309750 Este y 1666500 Norte – 310150 Este y 166650 Norte, en lo que respecta al Valle de La Entrada; 303000 Este y 1661500 Norte – 308800 Este y 1666500 Norte en lo que respecta al Valle de Florida; 283600 Este y 1648700 Norte – 286350 Este y 1650000 Norte en lo que respecta al Valle de Río Amarillo; 267300 Este y 1641400 Norte – 268700 Este y 1641400 Norte en lo que respecta al Valle de Copán Ruinas.

Estos suelos forman parte de los Valles de La Entrada, Florida, Río Amarillo y Copán Ruinas, se han desarrollado por las diferentes avenidas de los Ríos Chamelecón y Río Copán, son profundos, moderadamente drenados, de texturas medianas y moderadamente finas, de relieve plano hasta ligeramente ondulados, con estructuras blocosas angulares predominantemente, permeabilidad moderada lenta, colores pardo rojizos y rojizo amarillentos, mediana capacidad de retención de humedad, con poca presencia de fragmentos rocosos dentro del perfil, se han formados a partir de sedimentos aluviales continentales cuaternarios o más recientes, de diferentes naturaleza geológica, se observan ligeramente erosionados, la pendiente se encuentra en el rango de 0 a 5 %, relieve plano a ligeramente ondulados.

En la actualidad en su mayoría se encuentran ocupados con pastos naturales y cultivos agrícolas, así como también con núcleos poblacionales (Ver Ilustración 10).

Clasificación por Capacidad de Uso: Desde el punto de vista de vocación o de capacidad de uso, estos suelos presentan clase de Capacidad Agrícola, es decir Clase III, categoría otorgada mayormente por sus principales limitantes como lo son la profundidad mayor a un metro, las texturas medianas y moderadamente finas en todo el perfil del suelo y la pendiente entre 0 y 5 %.



Ilustración 10 Pastos sobre Suelos de Valle

- **Suelos Ojojona**

Los suelos Ojojona en el tramo carretero, se localizan en varias zonas, cuyas ubicaciones se presentan entre las siguientes coordenadas 308800 Este y 1666500 Norte – 39750 Este y 1666600 Norte; 296300 Este y 1650000 Norte – 303000 Este y 1661500 Norte; 28700 Este y 1641400 Norte; 366200 Este y 141700 Norte – 267300 Este y 1641400 Norte; 263500 Este y 1642250 Norte hasta el final del tramo, es decir hasta el Puesto fronterizo de El Florido, se han formados a partir de materiales volcánicos terciarios ácidos, especialmente ignimbritas de grano fino; en general son poco profundos (<50 cm); moderadamente bien drenados; predominando las texturas moderadamente finas, estructuras de tipo grano suelto y blocosas angulares mayormente; permeabilidad moderadamente lenta; en algunos casos con presencia de fragmentos gruesos dentro del perfil, principalmente gravas y piedras de formas angulares, en más del 40 % de la masa del suelo. Se observan de moderadamente erosionados; las pendientes se presentan mayores al 10 % y los relieves se encuentran entre ligeramente ondulados hasta escarpados; en la mayoría de los casos muestran mucha pedregosidad superficial y afloramientos rocosos (Ver lustración 11).

Clasificación por Capacidad de Uso: Desde el punto de vista de vocación o de capacidad de uso, estos suelos presentan clase de Capacidad Forestal, es decir Clase VII, categoría otorgada mayormente por sus principales limitantes como lo son la poca profundidad menor a 50 cm., las texturas moderadamente finas en todo el perfil del suelo y la pendiente mayor al 10 %.



Ilustración 11 Perfiles de Suelos Ojojona, mostrando sus principales características morfológicas, entre la que sobresale su poca profundidad

- **Suelos Naranjito**

En el tramo carretero, estos suelos se localizan entre las coordenadas 286350 Este y 1650000 Norte - 296300 Este y 165500 Norte; 276700 Este y 1644800 Norte – 283600 Este y 1648700 Norte. Geomorfológicamente corresponden a colinas, cerros y montañas, por lo general son profundos (> 100 cm.), con drenaje moderadamente lento, predominando los colores negros, pardo oscuros, pardo amarillentos y rojo amarillentos; texturas moderadamente finas y finas, estructuras granular, blocosas angulares y blocosas subangulares; permeabilidad moderadamente lenta; sin presencia de fragmentos gruesos dentro del perfil; se han formado a partir de rocas sedimentarias del Cretácico Valle de Ángeles, constituidas principalmente por pizarras de color rojo con calizas interestratificadas y en algunos casos con intrusiones de areniscas y conglomerados. Se observan de moderadamente a fuertemente erosionados, especialmente aquellas áreas ocupadas con cultivos; presentan pendientes entre 15 y más del 50 %, predominando por lo tanto los relieves ligeramente ondulados hasta montañosos; presentan además muy poca pedregosidad superficial o casi nula (Ver Ilustración 12).

En la actualidad están cubiertos con pastos, matorrales, centros poblados y cultivos agrícolas como maíz y café principalmente.

Clasificación por Capacidad de Uso: Desde el punto de vista de vocación o de capacidad de uso, dependiendo de la clase de pendiente, estos suelos pueden presentar clase de Capacidad agrícola si es menor al 15 %, ganadera si está entre 15 y 30 % o forestal si es mayor al 30 %, sus principales limitantes son la poca profundidad mayor a 100 cm., las texturas finas en todo el perfil del suelo y la pendiente mayor al 15 %.



Ilustración 12 Perfil Suelos Naranjito respectivamente, se observa su profundidad mayor a 100 cm

- **Suelos Chandala**

En el tramo carretero en estudio, se localizan entre las coordenadas 263500 Este y 1642250 Norte – 266200 Este y 1641700 Norte, en general son poco profundos (<50 cm.), con drenaje moderadamente lento; predominando las texturas finas, colores pardos oscuros, estructuras blocosas angulares; permeabilidad de moderadamente lenta a lenta; con fragmentos gruesos dentro del perfil principalmente gravas de areniscas y calizas en más del 40 %; se han formados a partir de rocas sedimentarias en una combinación de areniscas, conglomerados, lutitas con calizas. Se observan de moderada a fuertemente erosionados; las pendientes se presentan mayores al 15 % y los relieves entre moderadamente ondulados a ondulados; presentan mucha pedregosidad superficial y también afloramientos rocosos (Ver Ilustración 13).

Clasificación por Capacidad de Uso: Desde el punto de vista de vocación o de capacidad de uso, estos suelos presentan clase de Capacidad Forestal, es decir Clase VII, categoría otorgada mayormente por sus principales limitantes como lo son la profundidad menor a 50 cm., las texturas finas en todo el perfil del suelo, la pendiente mayor al 15 % y la presencia de pedregosidad superficial y los afloramientos rocosos.



Ilustración 13 Perfil de Suelos Chandala mostrado su poca profundidad y la roca madre.

Suelos en Cambio de Línea por Falla

A continuación se hace una descripción de las series de suelos identificados en el área de cambio de línea que se ubica aproximadamente entre las estaciones 55+700 a la 57+072 de la carretera La Entrada – El Florido (Margen izquierda del Río Copán).

- **Suelos Ojojona**

Los suelos Ojojona ocupan la totalidad del área que comprende el cambio de línea, se han formado a partir de materiales volcánicos terciarios ácidos, especialmente ignimbritas de grano fino; en general son poco profundos (<50 cm); de colores pardos oscuros y negros, con drenaje moderadamente lento; predominando las texturas moderadamente finas y finas; estructuras de tipo grano suelto y blocosas angulares principalmente; permeabilidad moderadamente lenta; en algunos casos con presencia de fragmentos gruesos dentro del perfil, principalmente gravas y piedras de forma angular, en más del 40 % de la masa del suelo. Se observan de moderadamente erosionados; las pendientes se presentan menores al 30 % y los relieves se encuentran entre planos a ondulados; presentan poca pedregosidad superficial y también pocos afloramientos rocosos. En algunas zonas se observan encharcamientos debido a las texturas finas de color oscuro y a la presencia de la roca volcánica de grano fino, cerca de la superficie, también en ciertas áreas se encuentran mezclados con suelos arcillosos de colores rojizos, originados de rocas sedimentarias (Ver Ilustración 14).

En la actualidad se encuentran cubiertos principalmente con pastos cultivados y naturales.

Clasificación por Capacidad de Uso: Desde el punto de vista de vocación o de capacidad de uso, estos suelos presentan clase de Capacidad Forestal, es decir Clase VII, categoría otorgada por sus limitantes constituidas por las texturas moderadamente finas y finas en todo el perfil, la pendiente menor al 30 % y especialmente la profundidad menor a 50 cm.



Ilustración 14 Perfil de Suelos Ojojona, mostrando su poca profundidad, colores oscuros y claros, la presencia de fragmentos gruesos dentro del perfil y la presencia de la roca madre volcánica.

Suelos libramiento Copán Ruinas

En este tramo carretero se identificó una sola Serie de suelos:

- **Suelos de Valle**

Estos suelos ocupan la totalidad del área que comprende el libramiento. Los suelos de los valles comprenden la mayor parte de la superficie de Honduras apta para el cultivo intensivo. Están muy esparcidos y existen en todos los departamentos. Muchos parecen ser que ocupan lugares que fueron en un tiempo lagos formados por movimientos orogénicos que cerraron el curso de ríos; otros son terrazas fluviales o restos de lo que fue un tiempo fondo marino. Muchos de los valles internos, o comprendidos entre montañas, se encuentran a altitudes que oscilan entre 500 a 800 metros sobre el nivel del mar y están rodeados de montañas que se alzan a más de 1,000 metros de altitud. Los mayores y más importantes de estos valles son los de Guayape, Catacamás, Jamastrán, El Paraíso, Talanga, Siria, Comayagua, Yoro, Sulaco, Victoria, Sula, Quimistán, Zamorano, Sico-Paulaya y Aguán.

Estos suelos forman parte del Valle de Copán Ruinas, se han desarrollados por las diferentes avenidas del Río Copán, afluente del Río Motagua, se observan profundos, con drenaje moderadamente lento, de texturas medianas y moderadamente finas predominantemente, colores pardo oscuros, de relieve plano a ligeramente plano, con estructuras blocosas angulares predominantemente, permeabilidad moderadamente lenta, con poca presencia de fragmentos gruesos dentro del perfil, correspondiendo geomorfológicamente a una terraza aluvial, se han formados a partir de sedimentos aluviales continentales cuaternarios o más recientes, de diferente naturaleza geológica, principalmente volcánica y sedimentaria, se observan ligeramente erosionados, la pendiente se encuentra en el rango de 0 a 5%, relieve plano a ligeramente plano.

En la actualidad, en su mayoría se encuentran ocupados con pastos cultivados, especialmente pasto Alicia, además de maíz y con una pequeña plantación de caoba (Ver Ilustraciones 15-16).

Clasificación por Capacidad de Uso: Desde el punto de vista de vocación o de capacidad de uso, estos suelos presentan clase de Capacidad Agrícola, es decir Clase III, debido mayormente a sus principales limitantes constituidas por la profundidad mayor a un metro, las texturas medianas y moderadamente finas en todo el perfil del suelo y la pendiente entre 0 y 5 %.



Ilustración 15 Suelos de Valle mostrando su relieve ligeramente plano y su uso actual, constituido por pastos cultivados



Ilustración 16 Plantación de Caoba sobre Suelos de Valle

4.1.4.1. Uso Actual del Suelo

En el área que comprende el tramo carretero se identificaron los siguientes Usos actuales del Suelo:

- **Matorrales**

Esta categoría incluye varias especies de crecimiento secundario es decir especies testigos de áreas intervenidas por el hombre, entre estas sobresalen especies arbóreas de bajo porte como el Caulote, y Madreado y arbustivas como la Higuera y otros.

- **Pastos**

Esta categoría comprende aquellas áreas ocupadas con especies herbáceas, principalmente gramíneas y dedicadas a pastoreo, principalmente de tipo extensivo e incluye pastos naturales y cultivados en los que sobresalen el Alicia, Pangola, Brizanta, Camerún y naturales como el Guinea y el Jaraguá, combinados con árboles dispersos.

- **Bosque Latifoliado**

Esta categoría comprende especies de tamaño arbóreo de hoja ancha y especies arbustivas. Las especies vegetales que se pueden observar con mayor frecuencia son el Caulote, Madreado, Guarumo, Capulín, Indio Desnudo y otras.

- **Bosque de Pino Ralo**

Este tipo de cobertura es común encontrarla en suelos de régimen ústico, que pasan la mayor parte del tiempo seco y es producto de bosques de pino sometidos a un manejo forestal, donde la cobertura esta disminuida, permitiendo la penetración de luz solar para dar paso al desarrollo de las gramíneas. Normalmente esta asociación se da cuando la cobertura boscosa es menor al 40%. Las especie que sobresale es el Pino Ocote (*Pinus oocarpa*), que tiene como sotobosque especies de hoja ancha que incluye encinos de diferentes especies, nances, robles, quebracho, chaparro, zarzas y otras.

- **Bosque de Pino Denso**

Son áreas de bosque dominadas por pino en diferentes estados de madurez (regeneración, joven, medio, maduro, ralo). Normalmente esta categoría se da cuando la cobertura boscosa es mayor al 40%, debido a que ocupan mejores suelos desde el punto de vista de fertilidad, o poca intervención humana e incendios forestales. Al igual que el bosque de pino ralo, también es altamente intervenido especialmente para la extracción de madera por sus grandes diámetros. Aquí sobresalen las especies de *Pinus oocarpa*, el *Pinus caribae*, a veces mezclados o dominando como única especie, pero también presenta un sotobosque denso en donde sobresalen especies de hoja ancha como nances, encinos, robles, quebrachos, zarzas, etc.

- **Centros Poblados**

Esta unidad corresponde a aquellas áreas que en la actualidad se encuentran ocupadas por núcleos poblacionales a lo largo del tramo carretero.

Uso actual del suelo en cambio de línea por falla

En el área que comprende el cambio de línea, solamente se identificó un uso actual del suelo:

- **Pastos**

Que incluye pastos naturales y cultivados, entre los cuales sobresalen los zacates Pangola, Alicia, Guinea, Brizanta y el Jaragua (Ver Ilustraciones 17-18).



Ilustración 17 Pasto Jaragua sobre Suelos Ojojona.



Ilustración 18 Ganado vacuno pastando sobre Suelos Ojojona.

Uso actual del Suelo en el libramiento Copán Ruinas

El área que comprende el nuevo libramiento se distingue dos tipos de usos actuales.

- **Pastos**

Incluye pastos naturales y cultivados, entre los cuales sobresalen los zacates Alicia y Guinea.

- **Plantación**

Esta unidad incluye una pequeña área ocupada por una plantación de Caoba.

4.1.5. Zonas de deslizamiento y fallas

Se hizo un levantamiento de las fallas identificadas a lo largo del tramo carretero La Entrada - El Florido, las cuales se describen a continuación:

- **Falla No. 1**

Esta falla se localiza en las coordenadas 295413 Este y 1654286 Norte, al lado derecho de la vía actual, corresponde a un suelo de color rojizo, moderadamente profundo, de textura arcillosa, con pendiente entre 10 y 15 %, relieve moderadamente ondulado, roca sedimentaria principalmente arenisca de color rojo, ocupado con pastos cultivados.

En la actualidad, esta falla se ha revegetado naturalmente, puesto que anteriormente se le construyó como medida de mitigación una zanja de ladera que ha detenido el proceso de erosión, por lo cual se considera que esta falla se ha estabilizado (Ver Ilustración 19).

Medidas de Mitigación: Esta falla se observa estabilizada, por lo cual se considera que no necesita ningún tipo de medida de mitigación, lo que necesitaría sería la limpieza y mantenimiento del canal revestido existente y de la cuneta.



Ilustración 19 Falla revegetada

- **Falla No. 2**

Esta falla corresponde a un pequeño derrumbe localizado en las coordenadas 290213 Este y 1651597 Norte, al lado derecho de la vía actual, ocasionado por la pendiente casi vertical del talud y también al tipo de roca sedimentaria, no consolidada y en bloques, presenta un suelo de color rojizo, moderadamente profundo, de textura arcillosa, roca sedimentaria principalmente arenisca de color rojo, con pendiente mayor al 30 %, relieve fuertemente escarpado, ocupado con pastos cultivados. El sitio se ha revegetado naturalmente con matorrales, pero no de forma total, por lo cual sería necesario la revegetación con pastos o vetiver (Ver Ilustración 20).



Ilustración 20 Falla No. 2, se observan las áreas sin revegetar

- **Falla No. 3**

Esta falla se localiza en las coordenadas 288451 Este y 1651483 Norte, al lado derecho de la vía actual, corresponde a un derrumbe ocasionado por las avenidas de la escorrentía superficial, a través de dos correderos de invierno que han socavado en primer lugar el perfil del suelo y en actualidad la roca sedimentaria; presenta una pendiente mayor al 50 %, corresponde a un suelo de color rojizo, moderadamente profundo, de textura arcillosa, roca sedimentaria principalmente arenisca de color rojo, relieve fuertemente escarpado, ocupado con matorrales, poco revegetado naturalmente (Ver Ilustración 21).

A esta falla, anteriormente se le construyó una medida física de control de erosión, específicamente la instalación de gaviones, pero en la actualidad se observa que estos no han sido suficientes puesto que los sedimentos los han rebasados, lo que indica que no han sido suficientes para detener el movimiento de sedimentos arrastrados por el agua de escorrentía. Lo que se necesitaría para controlar la erosión aguas arriba de los correderos, sería la construcción de una zanja de ladera, la que se encargaría de recoger las aguas lluvias y llevarlas a otros sitios próximos, pero fuera de la zona de falla, así evitar las descargas a los taludes del canal principal., también darle mantenimiento a los gaviones, sustituyendo los que estén en mal estado y el retiro de los sedimentos acumulados (Ver Ilustración 22).

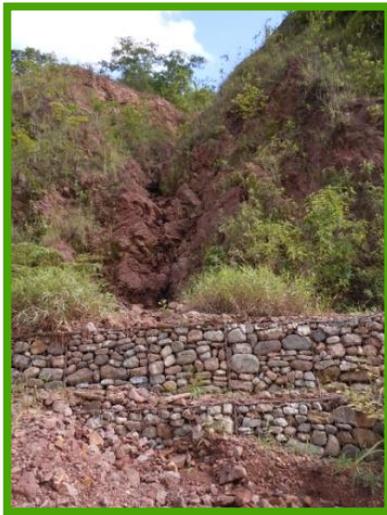


Ilustración 21 Derrumbe ocasionado por la avenida de escorrentías



Ilustración 22 Gaviones instalados para control de la erosión

- **Falla No. 4**

Esta falla se localiza en las coordenadas 273352 Este y 1644510 Norte, al lado izquierdo del tramo carretero, consiste en un derrumbe del suelo y material de relleno de construcción de la vía actual, este presenta un suelo de color rojizo, moderadamente profundo, de textura arcillosa, roca sedimentaria principalmente lutita de color rojo, pendiente del talud mayor al 50 %, relieve muy escarpado, ocupado con matorrales, poco revegetado naturalmente (Ver Ilustraciones 23-24).

Esta falla, en parte se ha revegetado naturalmente, lo que cabría, sería construir un muro para reforzar el talud y revegetarlo con alguna especie de zacate o vetiver, para evitar el movimiento del suelo, otra medida sería correr el alineamiento unos metros más a la derecha y obviar la zona frágil.



Ilustración 23 - 24 Vistas de la falla

- **Falla No. 5**

Esta falla se localiza en las coordenadas 261605 Este y 1643454 Norte, al lado derecho de la carretera actual, consiste en un derrumbe del suelo y por ende del material de relleno de construcción de la vía actual, corresponde a un suelo de color pardo oscuro y pardo grisáceo, poco profundo, de textura arcillosa, roca volcánica de color amarillento, pendiente del talud mayor al 50%, relieve muy escarpado, ocupado con matorrales, poco revegetado naturalmente.

Esta falla, en parte se ha revegetado naturalmente, lo que cabría sería construir un muro de contención para reforzar el talud y revegetarlo con alguna especie de zacate o vetiver, así evitar el movimiento del suelo, otra medida sería correr el alineamiento unos metros más a la izquierda y obviar la zona frágil (Ver Ilustración 25).



Ilustración 25 Derrumbe del suelo

Cambio de línea por falla

En el recorrido que se realizó al área del cambio de línea propuesto (55+700 a 57+072, Margen izquierda del Río Copán) no se identificaron zonas frágiles o ningún tipo de falla.

Libramiento Copán Ruinas

En el recorrido que se realizó al área del libramiento propuesto no se identificaron zonas frágiles o fallas.

En el Anexo 3, se presenta el informe geológico-geotécnico elaborado por ACI para el tramo carretero La Entrada-El Florido, donde se muestra el estudio realizado en diferentes puntos de la carretera para el análisis de fallas o deslizamientos.

4.1.6. Hidrología

4.1.6.1. Hidrología Superficial

En el recorrido de la carretera La Entrada - El Florido se idéntico una laguna estacional, aproximadamente en la estación 9+780, a 15 m del costado izquierdo de la carretera. Se ubica en las coordenadas UTM (WGS84) 303806 E y 1662989 N (Ver Foto 26).

Asimismo, en el cambio de línea por falla, se identificó una depresión donde se forma un estancamiento de agua durante la temporada de invierno, el cual empezó a ser rellenado por el propietario del proyecto para el paso de ganado (Ver Foto 27).



Ilustración 26 Laguna estacional a orilla de la carretera La Entrada- El Florido



Ilustración 27 Relleno sobre estancamiento de agua producido durante la temporada de invierno

4.1.6.1.1. Evaluación hidrológica de alcantarillas circulares

Se presentan los resultados de la evaluación hidrológica-hidráulica del Drenaje de Tres (3) alcantarillas circulares ubicadas en las estaciones: 7+186.8616, 62+362.8685 y 63+989.54 en el tramo La Entrada, Copán – El Florido.

Estudios Básicos

En el cuadro siguiente se muestra la estructura existente con la geometría de la sección típica propuesta para los dos (2) carriles.

Estación	Estructura	Geometría de la Calzada con Dos Carriles					
		Ancho Total	Longitud	Elevación Invertida		Pendiente	Elevación
	Existente (m)	Calzada, m	Estructura, m	Entrada	Salida	Alcant. %	Rasante, m
7+186.8616	1x36" ATM) y 1x24 TCR	-	14	-	-	-	-
62+362.8685	1x48" y 1x36 TCR	-	desconocido	-	-	-	-
63+989.54	1x48" y 1x36 TCR	-	16	-	-	-	-

Tabla 10 Estructura de las alcantarillas existentes en las estaciones 7+186.8616, 62+362.8685 y 63+989.54

Nota: De acuerdo a la Información obtenida en el campo, el agua en la alcantarilla 7+186.8616 rebosa por falta de capacidad y mal mantenimiento.

Aspectos Hidrológicos

La escorrentía superficial del drenaje menor fue estimada en los parámetros morfométricos de la cuenca aportante que drena hacia la carretera: a) área de la cuenca (A, has) delimitada por ACI a partir de las hojas cartográficas escala 1: 50,000, b) la longitud del cauce más largo (Lc, km), c) pendiente media del cauce desde el inicio del drenaje hasta el punto de interés (Sm, m/m) y d) tiempo de concentración³ (Tc, hr) estimado con la ecuación de Kirpich.

A. Alcantarilla 7+186.8616

Las constantes de las curvas de intensidad-duración-frecuencia fueron tomadas de la Estación de La Entrada, Copán, para diferentes períodos de retorno, basado en los datos hidrológicos de lluvia e intensidad, frecuencia y duración del Manual de Referencias Hidrológicas:

Constante	2	5	10	20	50	100
a	2300	2946	3378	3786	4339	4798.46
b	18.00	18.60	18.90	19.10	19.40	19.77
n	0.9197	0.9197	0.9197	0.9197	0.9197	0.9197

Tabla 11 Constantes de las curvas de intensidad-duración-frecuencia

Los datos correspondientes a la frecuencia de 100 años fueron ajustados a la ecuación del tipo:

$$I_R = a / (d+b)^n$$

Dónde: I_R = Intensidad en mm/hr para un período de retorno específico

d = duración de la tormenta en minutos

a , b y n = constantes propias del análisis

³ Se estimará en base a Kirpich, $T_C = \frac{1}{52} \frac{l^{1.15}}{\Delta s^{0.38}}$

Método Racional

➤ Metodología de Cálculo

El caudal pico se estimó mediante el Método Racional, de la siguiente manera:

$$Q = KCiA,$$

Dónde: Q = caudal máximo en m^3/s

$$K = 2.78$$

C = coeficiente de escorrentía ponderado = 0.35

i = intensidad de lluvia en mm/hr ($T_r = 100$ años)

A = área en km^2

Se aplica este método tomando en consideración el tamaño de las cuencas, la cobertura de los suelos y la pendiente de las cuencas tributarias.

➤ Intensidad de Lluvia

La intensidad de lluvia se estimó utilizando la curva de intensidad-duración para un período de retorno $T_r = 100$ años, con la siguiente ecuación:

$$I_r = 4798.46 / (d + 19.771)^{0.9197} \quad (1)$$

Dónde: I_r = Intensidad en mm/hr para $T_r = 100$ años
 d = duración de la tormenta en minutos

Abajo, se muestra la curva IDF para el período de retorno de 100 años (Ver Ilustración 28).

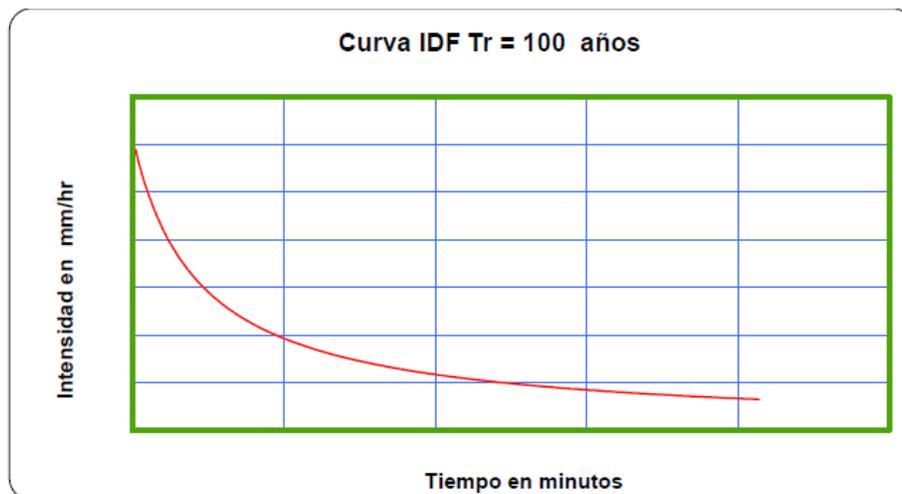


Ilustración 28 Curva IDF para el período de retorno de 100 años

➤ **Caudal Máximo**

El caudal máximo se estimó en el punto donde se concentra la escorrentía de la cuenca aportante. Los parámetros de entrada para el modelo lo constituyen la pendiente del cauce más largo, el coeficiente de escorrentía y la superficie de las cuencas tributarias.

El caudal estimado Q_{100} para esta alcantarilla, se muestra en el siguiente cuadro:

Estación	Tiempo Concentración	Área Tributaria	Intensidad	Caudal
	Entrada	Total	Lluvia	Tr = 100 años
	min.	ha	mm/hr	m ³ /s
7+186.8616	11.04	20.784	205.10	5.94

Tabla 12 Caudal estimado para la alcantarilla

➤ **Modelaje de la Alcantarilla**

Se utilizó el Programa desarrollado por el Federal Highway Administration de los Estados Unidos de América (USFHWA). La evaluación se hizo con un caudal Q_{100} años = 5.94 m³/s, con dos (2) tuberías TCR de 60" (1500 mm ϕ), con una pendiente de 2% y una longitud de 16.0 m. Los resultados son los siguientes:

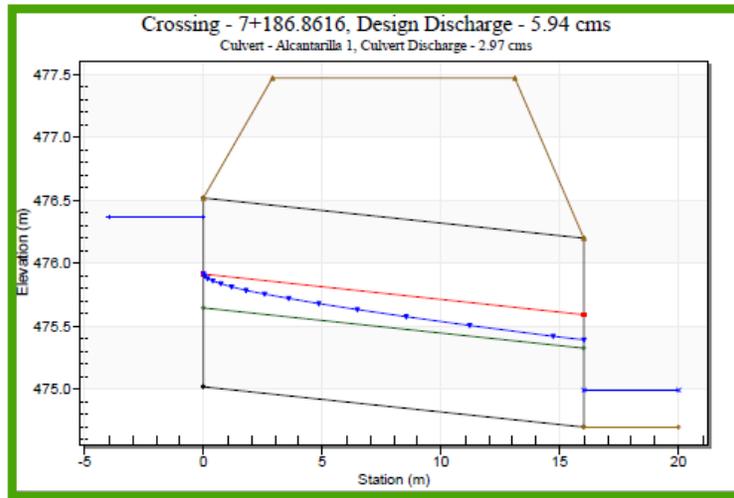


Ilustración 29 Modelaje de la alcantarilla 7+186.8616

Se puede observar que el caudal escurre libremente dentro de ambas alcantarillas. La capacidad de cada alcantarilla es de $Q = 2.97$ m³/s. Su capacidad es suficiente.

B. Alcantarillas 62+362.8685 y 63+989.54

Las constantes de las curvas de intensidad-duración-frecuencia fueron tomadas de la Estación de Santa Rosa de Copán, para diferentes períodos de retorno, basado en los datos hidrológicos de lluvia e intensidad, frecuencia y duración del Manual de Referencias Hidrológicas:

Constante	2	5	10	20	50	100
a	5941	8187	9670	11096	12933	14540.46
b	37.00	36.70	36.60	36.60	36.50	36.41
n	1.0299	1.0299	1.0299	1.0299	1.0299	1.0299

Tabla 13 Constantes de las curvas de intensidad-duración-frecuencia

Los datos correspondientes a la frecuencia de 100 años fueron ajustados a la ecuación del tipo:

$$I_R = a / (d+b)^n$$

Dónde: I_R = Intensidad en mm/hr para un período de retorno específico

d = duración de la tormenta en minutos

a , b y n = constantes propias del análisis

Método Racional

➤ Metodología de Cálculo

El caudal pico se estimó mediante el Método Racional, de la siguiente manera:

$$Q = KCiA,$$

Dónde: Q = caudal máximo en m^3/s

$$K = 2.78$$

$$C = \text{coeficiente de escorrentía ponderado} = 0.35$$

i = intensidad de lluvia en mm/hr ($Tr = 100$ años)

$$A = \text{área en } km^2$$

Se aplica este método tomando en consideración el tamaño de las cuencas, la cobertura de los suelos y la pendiente de las cuencas tributarias.

➤ **Intensidad de Lluvia**

La intensidad de lluvia se estimó utilizando la curva de intensidad-duración para un período de retorno $T_r = 100$ años, con la siguiente ecuación:

$$I_r = 4798.46 / (d + 19.771)^{0.9197} \quad (1)$$

Dónde: $I_r =$ Intensidad en mm/hr para $T_r = 100$ años
 $d =$ duración de la tormenta en minutos

Abajo, se muestra la curva IDF para el período de retorno de 100 años (Ver Ilustración 30).



Ilustración 30 Curva IDF para el período de retorno de 100 años

El caudal estimado Q_{100} para estas alcantarillas, se muestra en el siguiente cuadro:

Estación	Tiempo Concentración	Área Tributaria	Intensidad	Caudal
	Entrada	Total	Lluvia	$T_r = 100$ años
	min.	ha	mm/hr	m^3/s
62+362.8685	4.35	1.7655	319.32	0.55
63+989.54	5.64	19.263	309.21	5.80

Tabla 14 Caudal estimado para la alcantarilla

➤ **Modelaje de las Alcantarillas**

Se utilizó el Programa desarrollado por el Federal Highway Administration de los Estados Unidos de América (USFHWA).

Alcantarilla 62+362.8685

La evaluación se hizo con un caudal $Q_{100 \text{ años}} = 0.55 \text{ m}^3/\text{s}$, con una (1) tuberías TCR de 36" (900 mm ϕ), con una pendiente de 1% y una longitud de 46.0 m. Los resultados son los siguientes:

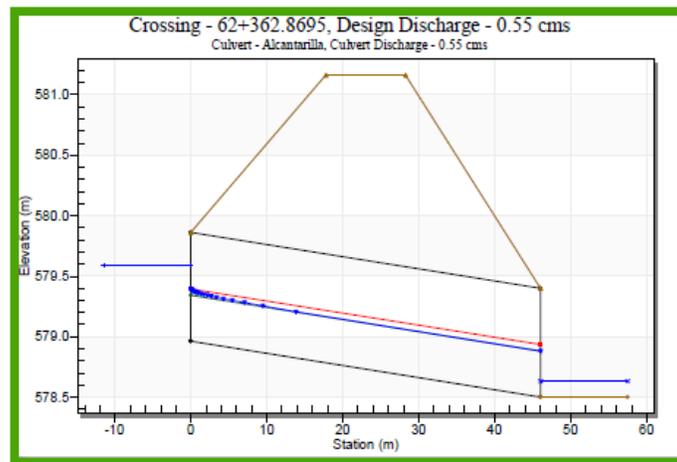


Ilustración 31 Modelaje de la alcantarilla 62+362.8685

Alcantarilla 63+989.54

La evaluación se hizo con un caudal $Q_{100 \text{ años}} = 5.80 \text{ m}^3/\text{s}$, con dos (2) tuberías TCR de 60" (1500 mm ϕ), con una pendiente de 1% y una longitud de 16.0 m. Los resultados son los siguientes:

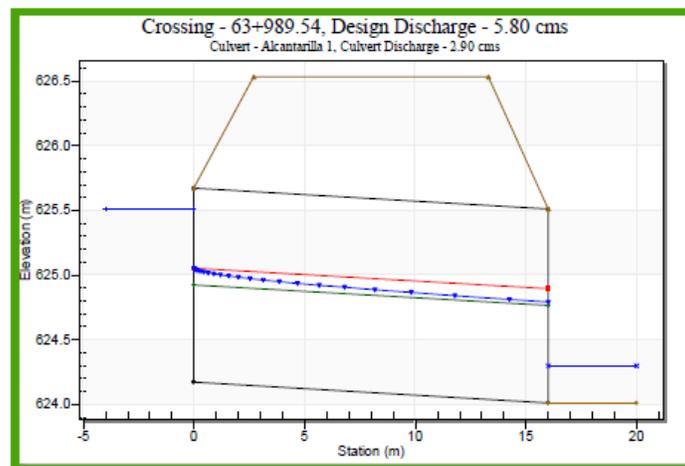


Ilustración 32 Modelaje de la alcantarilla 63+989.54

Se puede observar que el caudal escurre libremente dentro de ambas alcantarillas. La capacidad de cada alcantarilla es de $Q = 2.90 \text{ m}^3/\text{s}$. Su capacidad es suficiente.

4.1.6.1.2. Evaluación de Cajas Puentes Existentes

Dentro de las actividades iniciales del estudio se realizó un inventario del drenaje localizado en todo el proyecto, del cual se registraron datos importantes como son dimensiones de cajas y puentes; así como su evaluación funcional y una descripción general del estado físico de las estructuras entre otros.

En el Anexo 2 se muestra un registro de inspección de las cajas puentes existentes en el tramo de La Entrada-El Florido. Las cajas puentes se encuentran ubicadas en las estaciones 63+800, 65+300, 65+600, 71+490 y 72+590.

➤ Análisis de Cajas Puentes Nuevas

De acuerdo al nuevo diseño geométrico propuesto, se realizó el diseño estructural de las cajas nuevas a construir, en el tramo comprendido entre La Entrada – El Florido, Copán. Se identificó la necesidad de una nueva caja puente en la estación 32+740 del tramo en estudio. En las siguientes secciones se presenta la memoria descriptiva de esta caja puente, los planos estructurales, cantidades de materiales, conclusiones y recomendaciones para el desarrollo de este proyecto.

Los criterios de diseño utilizados para la proyección de las estructuras de este proyecto, son las recomendadas por la AASHTO, edición 1998, consecuentemente, el modelo de cargas aplicado fue HS20-44.

Memoria Descriptiva

La Asociación de Consultores en Ingeniería S. de R.L., realizó la definición geométrica y sección típica del tramo donde se encuentra ubicadas la nueva caja. Con la definición geométrica en las que quedó indicada la sección típica de los carriles, se pudo realizar el diseño estructural de la caja nueva a construir.

El suelo de base fue representado en el modelo como un medio elástico para lo que en cada nudo de los elementos finitos que conforman la losa de cimentación, se colocó un resorte al que se le indicó como rigidez, la propiedad del suelo (módulo de sub-grado horizontal), $K_s = 1,500,000 \text{ Kg}/\text{m}^3$ para la caja en la estación 32+740.

Todos los miembros de las estructuras fueron dimensionados para manejar los esfuerzos envolventes de las condiciones de cargas investigadas, las cuales son las indicadas por el Código AASHTO, edición 1998.

El modelo de cargas aplicadas a las estructuras fue HS20-44, recomendado por la AASHTO. Todos los miembros de las estructuras de cajas nuevas a construir se proyectaron como miembros de hormigón armado. Para su dimensionamiento se observaron las normas CHOC-08 y AASHTO 1998. Los elementos estructurales de Hormigón armado fueron diseñados con los siguientes esfuerzos:

- Hormigón, $f_c = 280.00 \text{ Kg/cm}^2$
- Acero de refuerzo $f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$.

La caja fue modelada por medio de barras, respetando la geometría de las cajas existentes para las ampliaciones; y la geometría recomendada por el especialista en hidrología.

Las cargas permanentes que se aplicaron a los modelos geométricos de la caja son las siguientes:

- Peso propio.
- Relleno de tierra: para calcular las cargas verticales y horizontales causado por el relleno se tomó una densidad del suelo $\gamma = 1800 \text{ kg/m}^3$ y un factor de empuje de tierra $K_o = 0.5$.

Las cargas temporales que se aplicaron fueron:

- Viva dependiendo de la cantidad de relleno 100 kg/m^2 .
- Sobre peso de carga viva causado por el relleno: se utilizaron los mismos factores utilizados para relleno de tierra.
- Carga vehicular: Modelo HS20-44 de acuerdo con AASHTO 1998.

Las cargas se ordenaron en combinaciones de servicio y resistencia. Los factores utilizados para estas combinaciones son los indicados en la norma AASHTO 1998. La caja fue proyectada con hormigón reforzado con un $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y acero grado 60 con un $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$.

Los soportes en el modelo de la caja fueron representados por “resortes” indicados en cada uno de los nodos de la losa inferior, representando así al suelo a través de un parámetro conocido como módulo de sub-grado, para el cual se seleccionó un valor de $K_s = 1, 500,000 \text{ kg/m}^3$.

Una vez ajustados los modelos de carga, geométrico y de materiales se analizó la estructura para obtener esfuerzos, momentos, cortantes y desplazamientos necesarios para realizar el diseño de la misma.

A continuación se presentan las envolventes de los diagramas de momentos, cortantes y diseño de la caja ubicada en la estación 32+740.

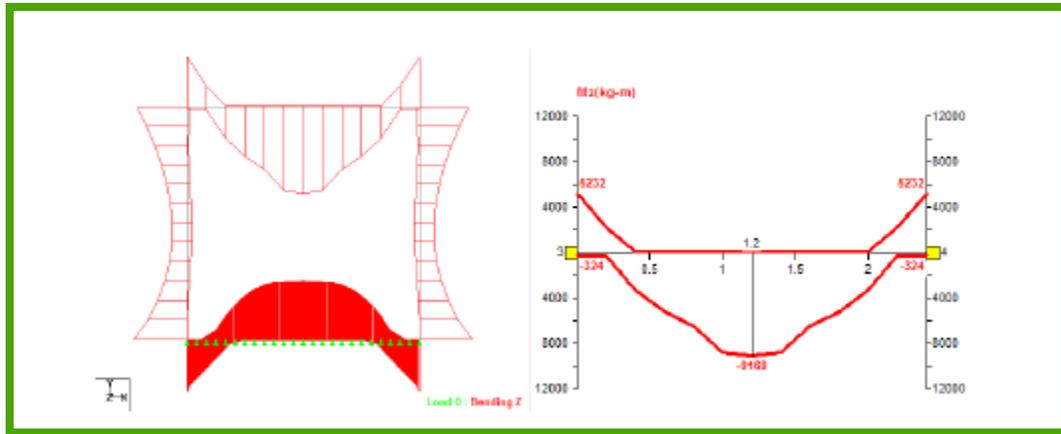


Ilustración 33 Envolvente de Diagrama de Momentos

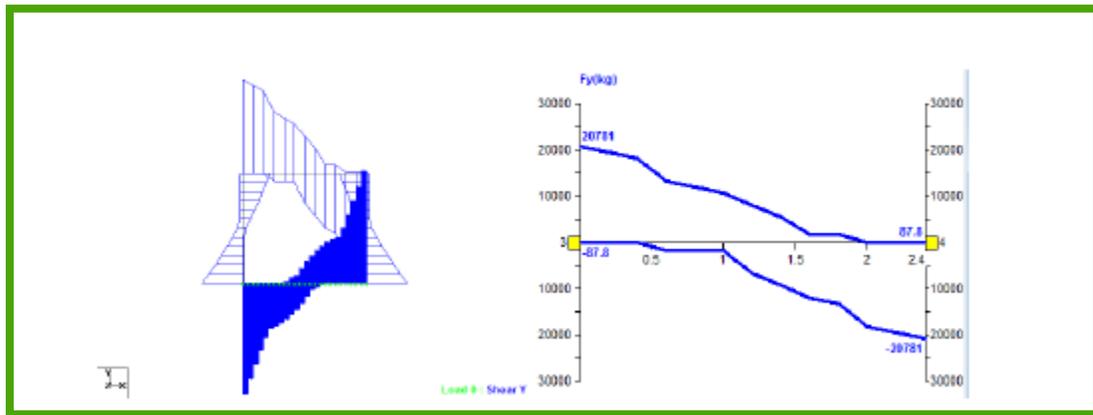


Ilustración 34 Envolvente de Diagrama de Cortantes

En el Anexo 5 Planos constructivos del proyecto se presenta la planta y perfil de esta caja.

Conclusiones y Recomendaciones

- La estructura se diseñó para esfuerzo de compresión de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para el hormigón y un esfuerzo de fluencia para el acero de $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$.
- En observación a lo indicado en el Código Hondureño de Construcción (CHOC-08) en el numeral 2.7.7.1, se diseñó con un recubrimiento de 5cm para la losa superior y paredes; y un recubrimiento de 7.5 cm para la losa inferior.
- Las estructuras fueron analizadas y diseñadas para una carga HS20-44 y se utilizaron los criterios recomendados por AASHTO edición 1998 L.R.F.D y el Código Hondureño de Construcción CHOC-08.
- El acero representado en las losas de aproximación es una extensión del acero de la losa inferior de cada caja.

4.1.6.1.3. Puentes

Los puentes existentes a lo largo de este tramo carretero son los siguientes:

Puente sobre el Río Tepemechín, entre las estación 2+096.63 y 2+133.

Puente sobre río Chamelecón, entre las estaciones 10+255.91 y 10+307.310

Puente Florida, entre las estaciones 12+840 y 12+880

Puente sobre Río Blanco, entre las estaciones 42+240.72 y 42+281.02

Puente Santa Rita Copán, entre las estaciones 53+872.52 y 53+912.50

Para el cambio de línea por falla y el libramiento de Copán Ruinas será necesaria la construcción de tres nuevos puentes en las siguientes estaciones:

Puente Río Copán, entre las estaciones 55+702.66 y 55+762.66 (Cambio de línea por falla)

Puente Río Copán, entre las estaciones 57+072.50 y 57+132.50 (Cambio de línea por falla)

Puente Copán Ruinas, entre las estaciones 61+640.15 y 61+660.15 (Libramiento Copán Ruinas)

A continuación se presenta la evaluación hidrológica e hidráulica de los tres nuevos puentes.

➤ Puente sobre Río Copán, entre las estaciones 55+702.66 y 55+762.66 (Cambio de línea por falla)

Este apartado resume los resultados de la evaluación hidrológica-hidráulica del Puente sobre el río Copán, ubicado entre las estaciones 55+702.66 y 55+762.66 (Ver Ilustración 35).

Se ha hecho la evaluación hidrológica del río para estimar un caudal con un período de retorno de 100 años, utilizando los valores de las isopletas encontradas en el mapa temático del Manual de Referencias Hidrológicas, para posteriormente hacer un modelaje hidráulico para definir la capacidad del nuevo puente.

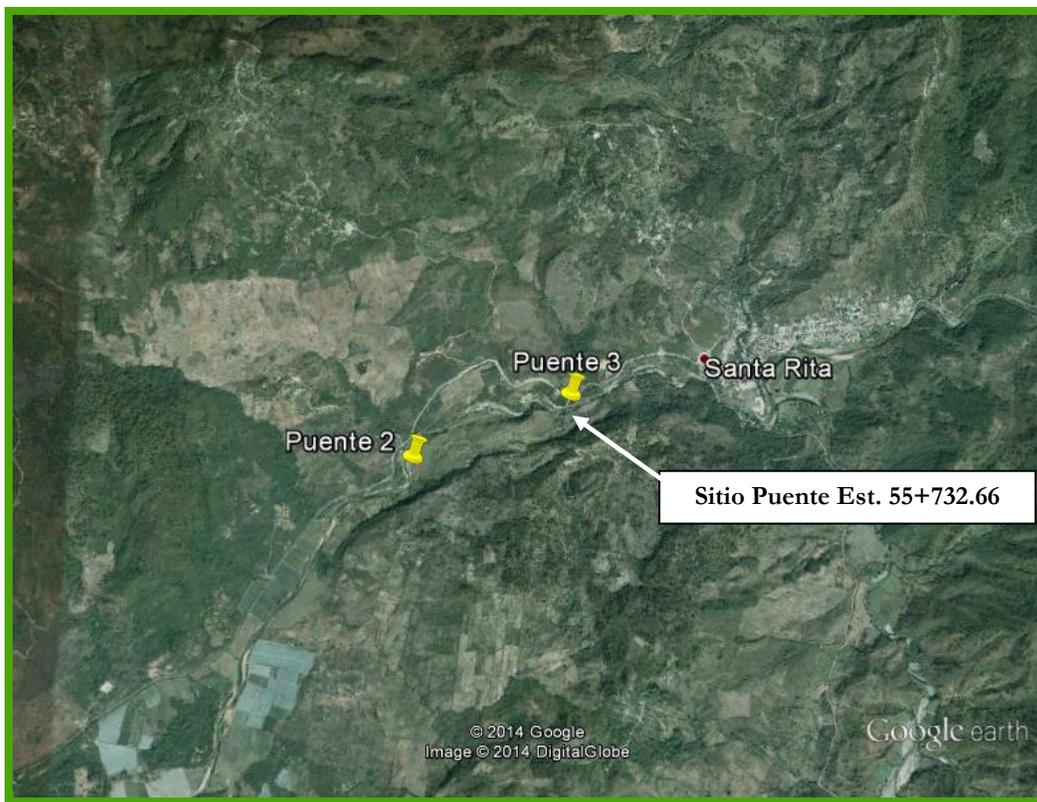


Ilustración 35 Puente Estación 55+732.66

Características de la cuenca

Puente Est. 55+732.66: Coordenadas: X = 272972.9226 / Y = 1644278.5401

Área Total = 492.114 Km²

Máxima altitud del tramo más largo = 1424 msnm

Mínima altitud del tramo más largo = 634 msnm (sitio del Puente Est. 55+732.66)

Longitud del Río más largo = 40.657 Km

Pendiente media = 0.01943042 m/m

***Aclaración:** Para el análisis del Puente Est. 55+732.66, se aplican todas las Unidades Hidrológicas excepto la **W240**, que queda fuera de los límites de la cuenca (Ver Tabla 15).

Unidad	Área (Km ²)	Longitud del	Máxima	Mínima	Pendiente
--------	-------------------------	--------------	--------	--------	-----------

Hidroológica		río más largo (Km)	Elevación (msnm)	Elevación (msnm)	Media (m/m)
W120	45.077	12.137	1134	703	0.035511
W130	89.100	23.807	1424	703	0.030285
W140	40.077	14.281	1421	687	0.051397
W150	34.748	11.982	1824	687	0.094895
W160	12.513	9.616	1231	666	0.058757
W170	32.117	11.678	1466	642	0.070560
W180	14.773	7.225	936	642	0.040691
W210	131.462	27.588	1865	642	0.044330
W220	83.670	18.889	1572	664	0.048070
W240	12.892	6.910	1274	594	0.098404
W250	8.575	6.491	1224	634	0.090901

Tabla 15 Unidades Hidrológicas

Unidad Hidrológica	Tramos en perfil ¹	Tc (min)	Tc (horas)
W120	6	183.99	3.07
W130	9	333.56	5.56
W140	4	139.67	2.33
W150	4	100.96	1.68
W160	4	132.17	2.20
W170	3	95.79	1.60
W180	3	126.67	2.11
W210	6	304.84	5.08
W220	5	178.30	2.97
W240	4	72.75	1.21
W250	6	64.35	1.07

Tabla 16 Tiempo de concentración (Tc) por unidad hidrológica

Tiempo de Concentración estimado mediante la fórmula de Kirpich

Subcuenca	Clasificación	Tipos de Suelos	Área (Km2)	Área (%)
W120	D	Ojojona	16.70	37.06
	D	Naranjito	28.37	62.94
W130	D	Ojojona	23.58	26.46
	D	Naranjito	65.52	73.54
W140	C	Chandala	19.66	49.04
	C	Sulaco	0.16	0.40
	D	Ojojona	1.35	3.36
	D	Naranjito	18.91	47.20
W150	C	Sulaco	13.93	40.09
	D	Ojojona	1.73	4.97
	D	Naranjito	19.09	54.93
W160	C	Chandala	2.01	16.08
	C	Sulaco	10.18	81.37
	D	Naranjito	0.32	2.56
W170	C	Chandala	32.12	100.00
W180	C	Chandala	13.04	88.25
	C	Sulaco	1.74	11.75
W210	C	Chandala	101.03	76.85
	C	Sulaco	4.07	3.10
	A	Chimbo	26.36	20.07
W220	C	Chandala	18.02	21.54
	C	Sulaco	65.65	78.46
W240	C	Chandala	12.89	100.00
W250	C	Chandala	8.58	100.00

Tabla 17 Clasificación Hidrológica de los Suelos

Fuente: Manual de Referencias Hidrológicas, FHIS (2002)

Uso del Suelo	Área (Km2)	Área (%)	Uso del Suelo	Área (Km2)	Área (%)
---------------	------------	----------	---------------	------------	----------

Uso del Suelo	Área (Km2)	Área (%)	Uso del Suelo	Área (Km2)	Área (%)
W120	45.08		W180	14.77	
Agropecuario	11.58	25.68	Agropecuario	0.79	5.34
Bosque latifoliado	29.2	64.79	Bosque latifoliado	1.38	9.35
Bosque pinar denso	1.36	3.02	Bosque pinar denso	12.06	81.61
Matorral	2.94	6.51	Bosque pinar ralo	0.55	3.7
W130	89.1		W210	131.46	
Agropecuario	15.35	17.22	Agropecuario	30.86	23.47
Bosque latifoliado	63.3	71.04	Bosque de mixto	3.08	2.34
Bosque pinar denso	2.5	2.81	Bosque latifoliado	58.9	44.8
Matorral	7.96	8.93	Bosque pinar denso	24.32	18.5
W140	40.08		Bosque pinar ralo	5.87	4.47
Agropecuario	6.81	17	Matorral	8.44	6.42
Bosque de mixto	0	0.01	W220	83.67	
Bosque latifoliado	23.27	58.07	Agropecuario	8.74	10.44
Bosque pinar denso	6.71	16.74	Bosque de mixto	0.57	0.68
Bosque pinar ralo	1.16	2.89	Bosque latifoliado	65.41	78.18
Matorral	2.12	5.3	Bosque pinar denso	4.78	5.71
W150	34.75		Bosque pinar ralo	1.38	1.66
Agropecuario	3.66	10.53	Matorral	2.79	3.34
Bosque latifoliado	26.82	77.18	W240	12.89	
Bosque pinar denso	3.56	10.25	Agropecuario	1.48	11.52
Bosque pinar ralo	0.03	0.08	Bosque latifoliado	0.71	5.5
Matorral	0.68	1.96	Bosque pinar denso	6.01	46.65
W160	12.51		Bosque pinar ralo	1.22	9.47
Agropecuario	0.48	3.86	Cuerpos de agua	0	0.02
Bosque latifoliado	3.91	31.22	Matorral	3.46	26.83
Bosque pinar denso	6.26	50.02	W250	8.58	
Bosque pinar ralo	0.06	0.51	Agropecuario	1.17	13.61
Matorral	1.8	14.38	Bosque latifoliado	1.96	22.8
W170	32.12		Bosque pinar denso	2.99	34.92
Agropecuario	3.32	10.35	Bosque pinar ralo	2.11	24.64
Bosque de mixto	2	6.22	Matorral	0.35	4.03
Bosque latifoliado	12.56	39.11			
Bosque pinar denso	9.89	30.79			
Bosque pinar ralo	0.98	3.05			
Matorral	3.36	10.47			

Tabla 18 Usos del Suelo (2009)

Fuente: Instituto de Conservación Forestal (2009)

Estudio de Impacto Ambiental Rehabilitación de la Carretera CA-11: La Entrada – El Florido

Cobertura Vegetal	Área (Km2)	Área (%)	Cobertura Vegetal	Área (Km2)	Área (%)
W120	45.08		W180	14.77	
Agricultura Tradicional-Matorrales	25.23	55.96	Agricultura Tradicional-Matorrales	1.69	11.42
Bosque de Coníferas-Pinos	17.03	37.79	Bosque de Coníferas-Pinos	7.62	51.61
Bosque Latifoliado	2.82	6.25	Bosque Latifoliado	5.4	36.55
W130	89.1		Bosque Mixto	0.06	0.41
Agricultura Tradicional-Matorrales	32.18	36.12	W210	131.46	
Bosque de Coníferas-Pinos	34.34	38.54	Agricultura Tradicional-Matorrales	42.68	9138.45
Bosque Latifoliado	22.58	25.34	Bosque de Coníferas-Pinos	35.33	26.89
W140	40.08		Bosque Latifoliado	50.38	38.35
Agricultura Tradicional-Matorrales	25.93	64.71	Bosque Mixto	3.07	2.34
Bosque de Coníferas-Pinos	6.41	15.98	W220	83.67	
Bosque Latifoliado	7.74	19.31	Agricultura Tradicional-Matorrales	10.95	13.08
W150	34.75		Bosque de Coníferas-Pinos	41.92	50.1
Agricultura Tradicional-Matorrales	6.64	19.12	Bosque Latifoliado	30.8	36.81
Bosque de Coníferas-Pinos	13.46	38.73	W240	12.89	
Bosque Latifoliado	14.64	42.15	Agricultura Tradicional-Matorrales	6.24	48.36
W160	12.51		Bosque de Coníferas-Pinos	4.62	35.84
Agricultura Tradicional-Matorrales	2.92	23.33	Bosque Latifoliado	1.85	14.37
Bosque de Coníferas-Pinos	4.54	36.25	Bosque Mixto	0.18	1.43
Bosque Latifoliado	5.06	40.42	W250	8.58	
W170	32.12		Agricultura Tradicional-Matorrales	3.15	36.71
Agricultura Tradicional-Matorrales	9.31	28.99	Bosque de Coníferas-Pinos	2.55	29.76
Bosque de Coníferas-Pinos	15.43	48.03	Bosque Latifoliado	2.28	26.58
Bosque Latifoliado	6.6	20.54	Bosque Mixto	0.6	6.94
Bosque Mixto	0.78	2.44			

Tabla 19 Cobertura Vegetal (2002)

Fuente: Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal –COHDEFOR- (2002)

Unidad Hidrológica	CN Ponderado
W120	68.07
W130	68.92
W140	61.32
W150	62.68
W160	61.13
W170	60.87
W180	62.09
W210	63.00
W220	57.25
W240	65.21
W250	63.45
CN Ponderado de la cuenca: 63.24	

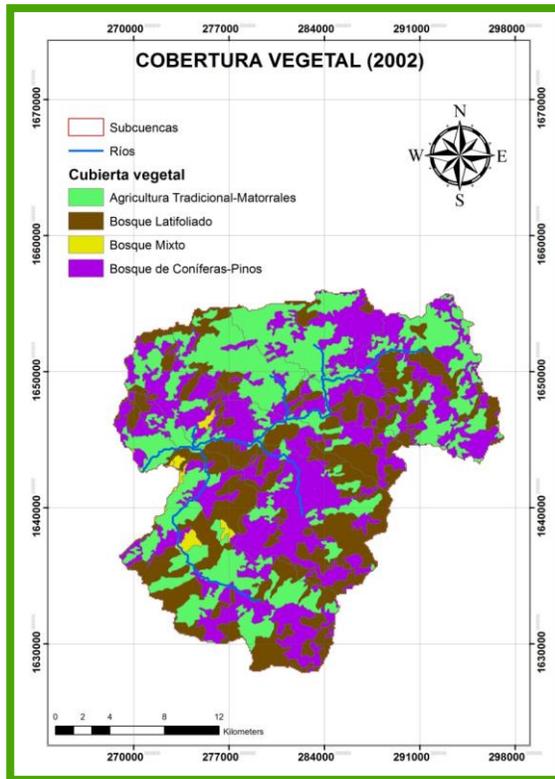
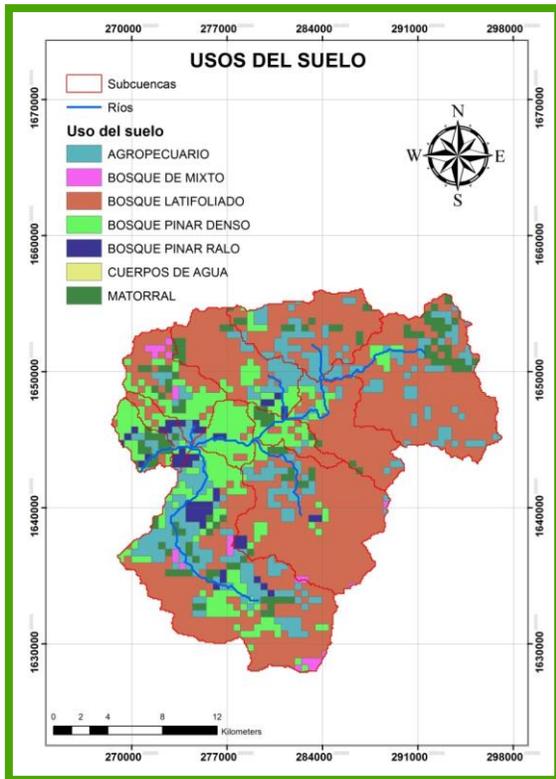
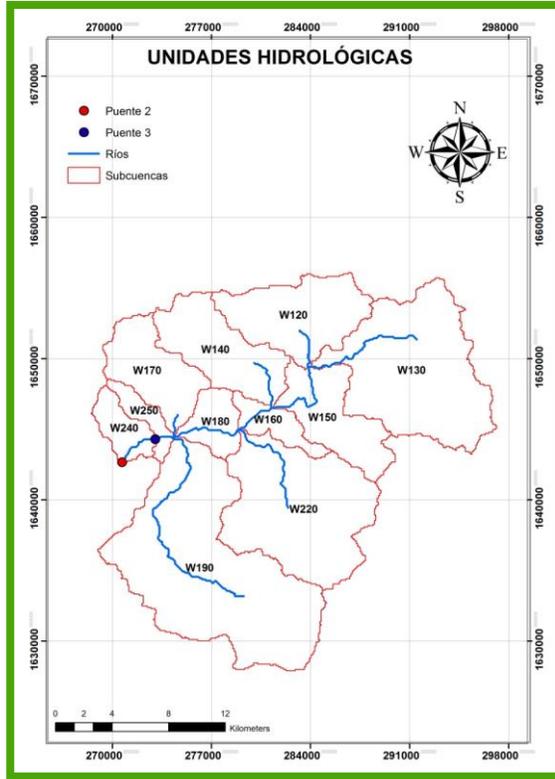
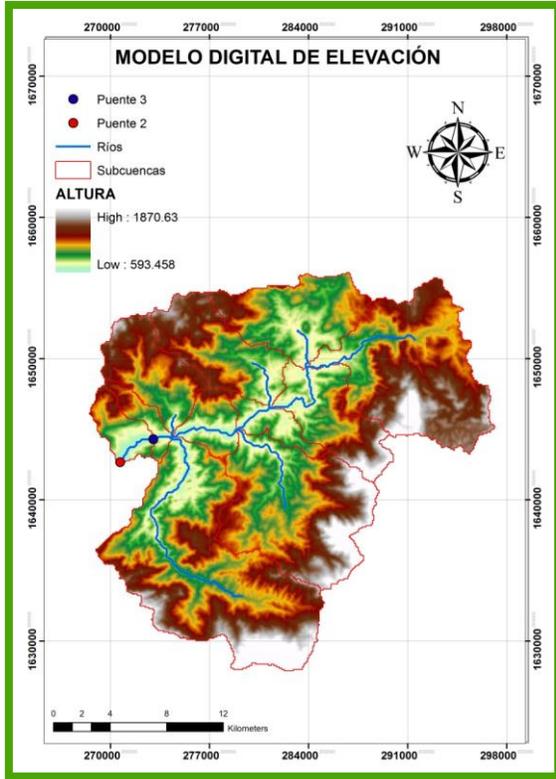
Tabla 20 Número de Curva (CN) del SCS

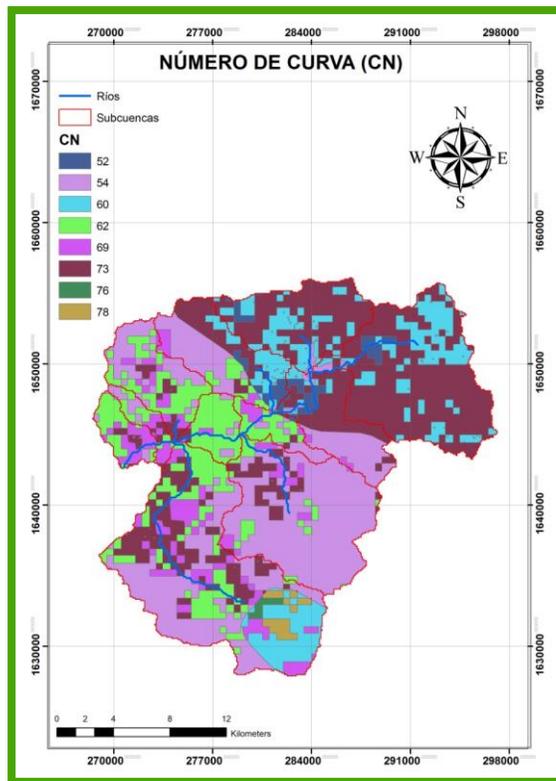
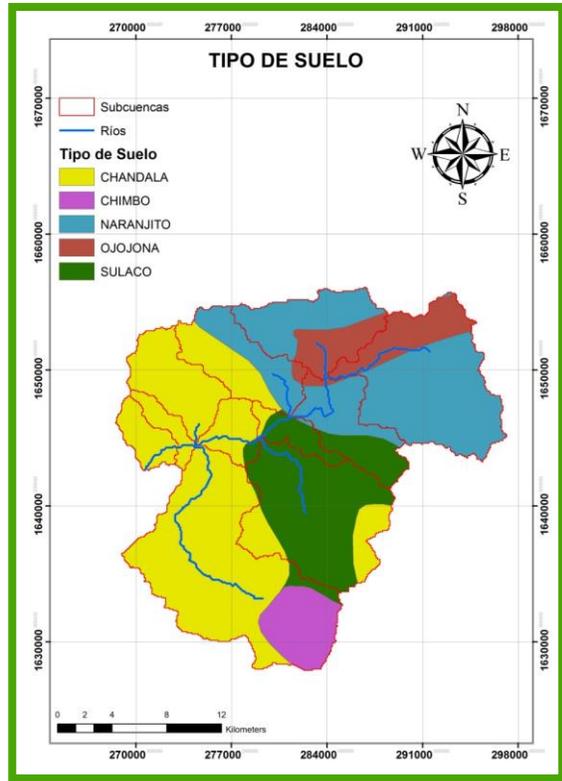
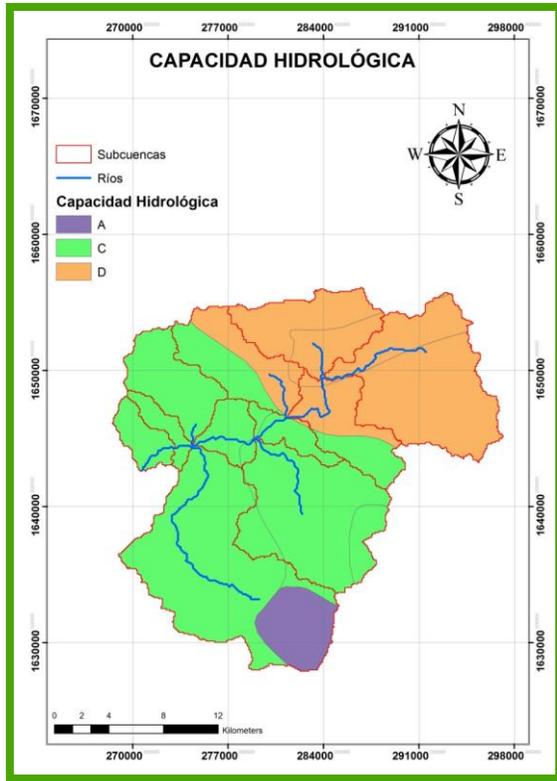
Fuente: Elaboración propia, basado en metodología de Montserrat Ferrer Julia (2002)

Período de Retorno	a	b	n
2	6448.1	43.8	1.0058
5	9443.2	43.1	
10	10576.9	48.1	
20	11597.8	51.8	
50	13572.4	54.3	

Tabla 21 Parámetros de Curvas IDF

Fuente: Manual de Referencias Hidrológicas, FHIS (2002).





a. Estimación de la crecida de 100 años

Una vez realizada la delimitación de la cuenca por el especialista del manejo de la información geográfica, se realizó el cálculo de los distintos parámetros morfométricos solicitados: área de la cuenca, longitud del cauce más largo, punto más alto y más bajo en la cuenca, estimación del Número Complejo (CN), los valores de a, b y n tomados del mapa temático del Manual de Referencias Hidrológicas, para la estimación de la tormenta de diseño para el período de retorno de 100 años.

De igual manera, se extrajo el tipo de suelos hidrológicos con su respectiva cobertura vegetal, para estimar posteriormente el número de curva CN, que fue utilizado en la estimación del caudal. La distribución de la tormenta de diseño se hizo en base al método de los bloques alternos para el período de retorno mencionado. El caudal pico se estimó para el mismo período de retorno en base al hietograma construido que sirvió como dato de entrada para el modelo HEC-HMS, los parámetros de tiempo del hidrograma unitario y el valor ponderado del CN, representativos de la misma cuenca⁴.

Los principales datos para ingresar al programa HEC-HMS son los siguientes:

- Área: 492.14 km²
- Número Complejo (CN): 63.04
- La tormenta de diseño para 100 años

b. Valor Pico

Con los datos anteriores se corrió el modelo HEC-HMS⁵, para estimar la escorrentía efectiva. Se adoptó el método del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos de América (USSCS). El resultado del análisis hidrológico es el siguiente:

Tr, años	Q_{pico}, m³/s
100	3607.55

4 Fuente: Manual de Referencias Hidrológicas

5 Desarrollado con fondos del gobierno Federal de los EUA, para el uso y dominio público.

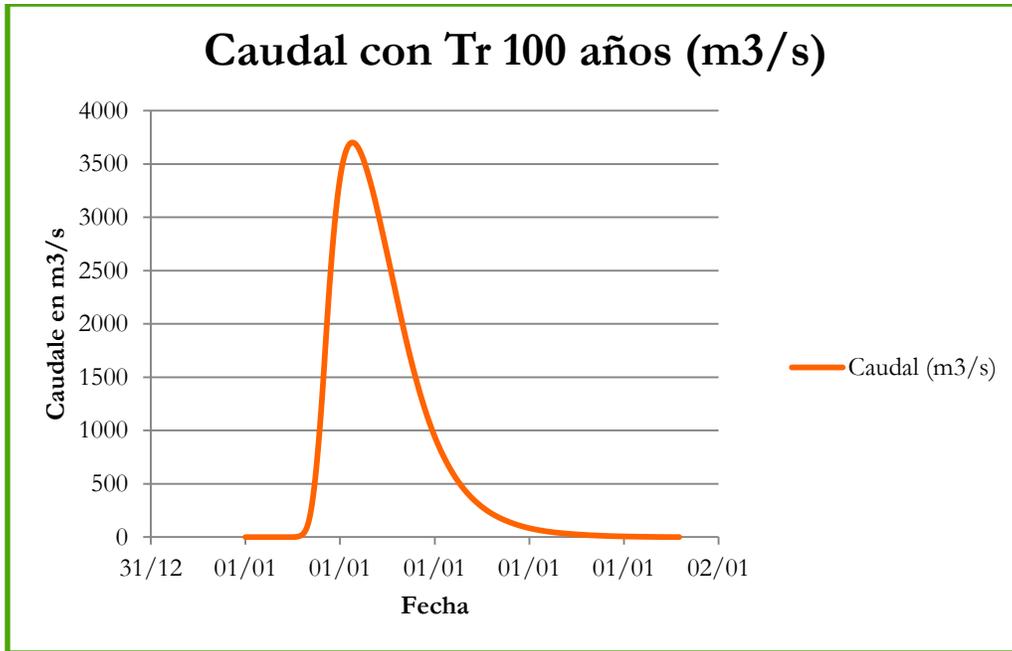


Ilustración 36 Hidrograma de Crecida, Tr = 100 años

Las ordenadas del hidrograma resultantes de la corrida del modelo HEC-HMS, son las siguientes:

Hora	Caudal (m ³ /s)
00:00	0
00:05	0
00:10	0
00:15	0
00:20	0
00:25	0
00:30	0
00:35	0
00:40	0
00:45	0
00:50	0
00:55	0
01:00	0
01:05	0
01:10	0
01:15	0
01:20	0
01:25	0
01:30	0

Hora	Caudal (m³/s)
01:35	0
01:40	0
01:45	0
01:50	0
01:55	0
02:00	0
02:05	0
02:10	0
02:15	0.10
02:20	0.19
02:25	0.58
02:30	1.36
02:35	2.83
02:40	5.46
02:45	9.94
02:50	17.05
02:55	28.65
03:00	46.97
03:05	75.13
03:10	116.55
03:15	175.11
03:20	253.94
03:25	353.44
03:30	472.42
03:35	611.47
03:40	774.11
03:45	951.46
03:50	1144.70
03:55	1356.16
04:00	1583.99
04:05	1818.25
04:10	2046.85
04:15	2262.89
04:20	2463.92
04:25	2649.85
04:30	2819.50
04:35	2971.81
04:40	3106.09
04:45	3222.35

Hora	Caudal (m³/s)
04:50	3320.96
04:55	3402.91
05:00	3469.18
05:05	3520.82
05:10	3559.51
05:15	3586.21
05:20	3601.90
05:25	3607.55
05:30	3604.24
05:35	3593.03
05:40	3574.71
05:45	3549.96
05:50	3519.46
05:55	3483.79
06:00	3443.35
06:05	3398.82
06:10	3350.88
06:15	3300.01
06:20	3246.41
06:25	3190.38
06:30	3131.82
06:35	3070.91
06:40	3007.87
06:45	2943.26
06:50	2877.39
06:55	2810.73
07:00	2743.59
07:05	2676.16
07:10	2608.34
07:15	2540.32
07:20	2471.91
07:25	2403.12
07:30	2334.03
07:35	2264.74
07:40	2195.46
07:45	2126.37
07:50	2057.57
07:55	1989.26
08:00	1921.83

Hora	Caudal (m³/s)
08:05	1855.47
08:10	1790.57
08:15	1727.23
08:20	1665.45
08:25	1605.42
08:30	1547.05
08:35	1490.34
08:40	1435.09
08:45	1381.30
08:50	1328.87
08:55	1278.00
09:00	1228.60
09:05	1180.66
09:10	1134.27
09:15	1089.64
09:20	1046.47
09:25	1005.06
09:30	965.20
09:35	926.81
09:40	889.88
09:45	854.41
09:50	820.30
09:55	787.46
10:00	755.89
10:05	725.58
10:10	696.35
10:15	668.19
10:20	641.00
10:25	614.88
10:30	589.65
10:35	565.19
10:40	541.70
10:45	519.39
10:50	498.05
10:55	477.49
11:00	457.80
11:05	438.90
11:10	420.87
11:15	403.62

Hora	Caudal (m³/s)
11:20	387.15
11:25	371.27
11:30	356.07
11:35	341.45
11:40	327.42
11:45	313.87
11:50	300.91
11:55	288.54
12:00	276.55
12:05	265.05
12:10	254.04
12:15	243.52
12:20	233.38
12:25	223.74
12:30	214.48
12:35	205.71
12:40	197.33
12:45	189.34
12:50	181.64
12:55	174.33
13:00	167.31
13:05	160.59
13:10	154.06
13:15	147.83
13:20	141.78
13:25	135.84
13:30	130.19
13:35	124.73
13:40	119.47
13:45	114.40
13:50	109.63
13:55	105.05
14:00	100.66
14:05	96.47
14:10	92.38
14:15	88.48
14:20	84.78
14:25	81.27
14:30	77.86

Hora	Caudal (m³/s)
14:35	74.64
14:40	71.53
14:45	68.60
14:50	65.78
14:55	63.05
15:00	60.51
15:05	58.08
15:10	55.64
15:15	53.40
15:20	51.26
15:25	49.21
15:30	47.26
15:35	45.41
15:40	43.66
15:45	41.90
15:50	40.34
15:55	38.78
16:00	37.22
16:05	35.76
16:10	34.40
16:15	33.03
16:20	31.77
16:25	30.50
16:30	29.33
16:35	28.16
16:40	26.99
16:45	25.92
16:50	24.85
16:55	23.78
17:00	22.80
17:05	21.93
17:10	20.95
17:15	20.07
17:20	19.20
17:25	18.42
17:30	17.64
17:35	16.86
17:40	16.08
17:45	15.40

Hora	Caudal (m³/s)
17:50	14.71
17:55	14.03
18:00	13.35
18:05	12.77
18:10	12.08
18:15	11.50
18:20	10.91
18:25	10.43
18:30	9.84
18:35	9.35
18:40	8.87
18:45	8.48
18:50	8.09
18:55	7.70
19:00	7.31
19:05	7.02
19:10	6.63
19:15	6.33
19:20	6.04
19:25	5.75
19:30	5.46
19:35	5.16
19:40	4.97
19:45	4.68
19:50	4.39
19:55	4.19
20:00	4.00
20:05	3.70
20:10	3.51
20:15	3.31
20:20	3.12
20:25	2.92
20:30	2.73
20:35	2.53
20:40	2.34
20:45	2.14
20:50	1.95
20:55	1.75
21:00	1.56

Hora	Caudal (m³/s)
21:05	1.46
21:10	1.27
21:15	1.17
21:20	1.07
21:25	0.97
21:30	0.88
21:35	0.78
21:40	0.68
21:45	0.58
21:50	0.58
21:55	0.49
22:00	0.49

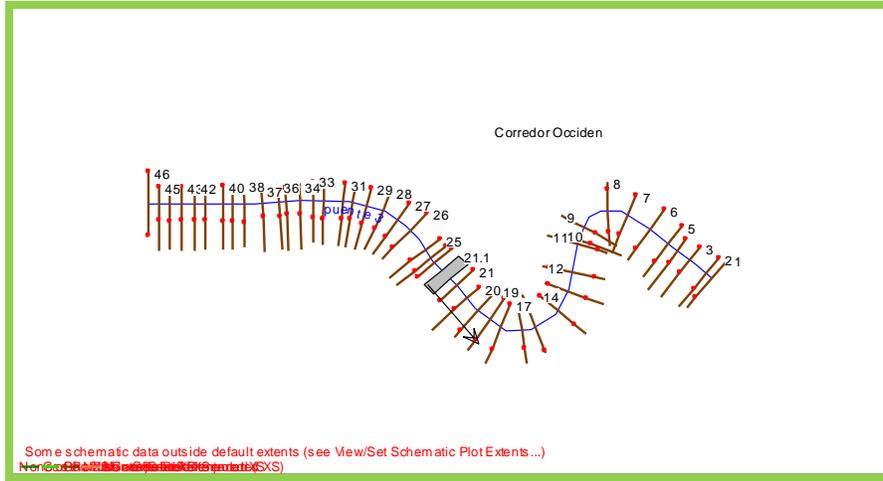
Análisis Hidráulico

El análisis se realizó a lo largo del cauce del río en un tramo de 1,124.02 m de longitud. Los resultados se pueden ver a continuación.

a. Evaluación Hidráulica

Se hizo aplicando el modelo del Programa HEC-RAS Versión 4.1.0 diseñado para uso interactivo en un ambiente de multi-usos y multi-tareas, específicamente para el cálculo de: a) perfiles de agua con flujo uniforme y b) simulación con flujo no-uniforme. Este modelo nos produjo información sobre el régimen del flujo, velocidad del flujo, perfil máximo de energía y del agua, área hidráulica, número de Froude y otros parámetros importantes.

Los datos de ingreso al modelo los constituyeron: 1) el caudal $Q_{100} = 3607.55$, con 51 secciones transversales seleccionadas a lo largo del río, 3) los valores de Manning estimados del lecho del río (0.035) y sus bancos (0.040).



A continuación los resultados:

- Resultados de la corrida con el caudal Q_{100} años

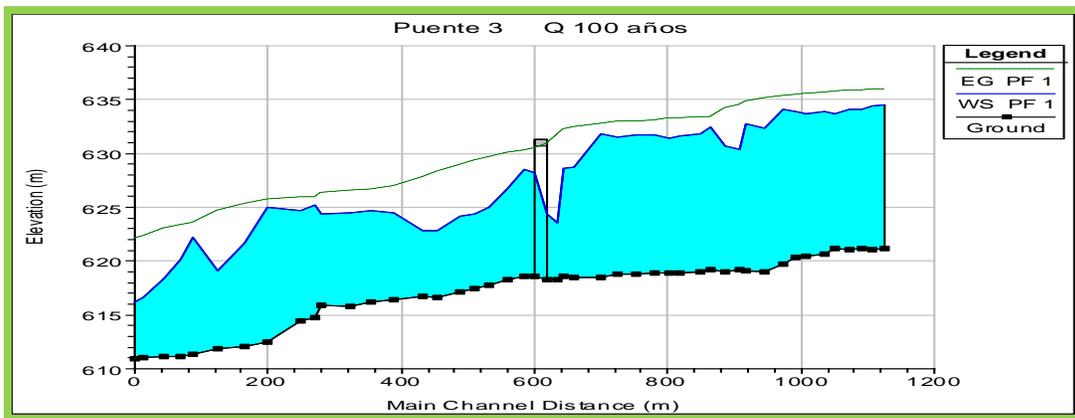


Ilustración 37 Perfil longitudinal tramo del río, longitud = 1,124.02 m

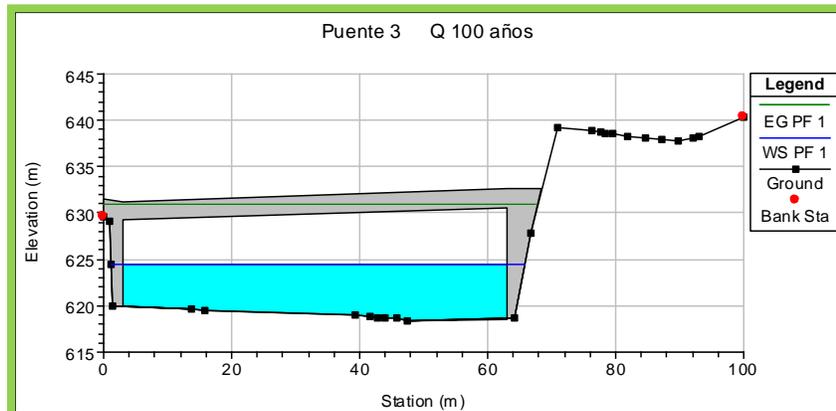


Ilustración 38 Sección de entrada al puente de 60 m

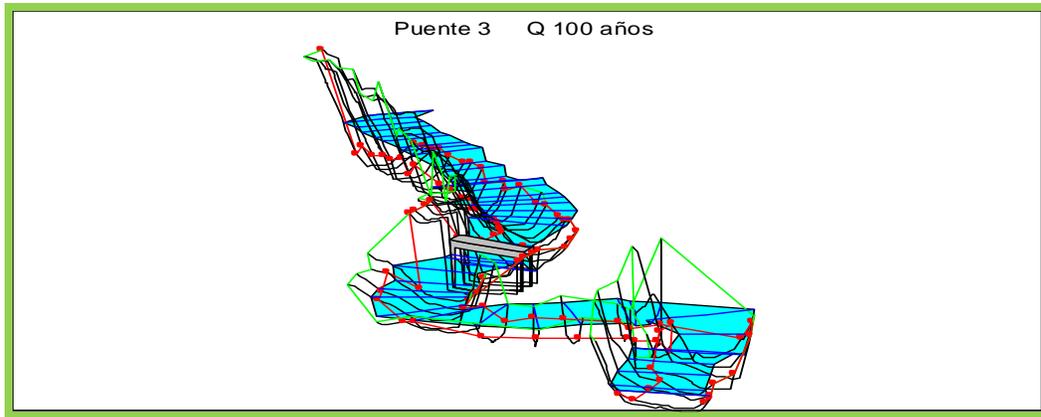


Ilustración 39 Gráfico en 3D

Resultados hidráulicos

Gradiente energía aguas arriba (m)	631.71	Elemento	Adentro del puente aguas arriba	Adentro del puente aguas abajo
Superficie del agua, aguas arriba (m)	623.6	Gradiente energía (m)	630.9	630.48
Q Total (m3/s)	3607.55	Superficie del agua (m)	624.41	628.24
Q del puente (m3/s)	3607.55	Elev. Critica nivel agua (m)	626.26	626.35
		Tirante máx. canal (m)	6.11	9.63
		Vel Total (m/s)	11.29	6.63
		Área de flujo (m2)	319.61	544
		# Froude del canal	1.46	0.68
		Fuerza específica (m3)	5008.12	4908.11
		Tirante hidráulico (m)	5.33	9.07
		W.P. Total (m)	60.07	60.15
		Conv. Total (m3/s)	27832.3	67472
		Ancho superior (m)	60	60
Área abierta puente (m2)	646.72			
Velocidad puente (m/s)	11.29			
		Cortante total (N/m2)	876.66	253.56
Método de análisis	Solo Energía			

Conclusiones

El nivel máximo del agua en la entrada al puente está en la elevación 624.41 msnm. La elevación del fondo del punto más bajo de la viga es de 629.27 msnm. El espacio libre entre el nivel máximo del agua y el fondo de la viga es de 4.86 m.

➤ **Puente Río Copán, entre las estaciones 57+072.50 y 57+132.50 (Cambio de línea por falla)**

Este informe resume los resultados de la evaluación hidrológica-hidráulica del Puente sobre el río Copán en la estación 57+102.

Se hizo la evaluación hidrológica del río para estimar un caudal con un período de retorno de 100 años, utilizando los valores de las isopletas encontradas en el mapa temático del Manual de Referencias Hidrológicas, para posteriormente hacer un modelaje hidráulico para definir la capacidad del nuevo puente. Su ubicación se muestra en la imagen Google Earth 2014.

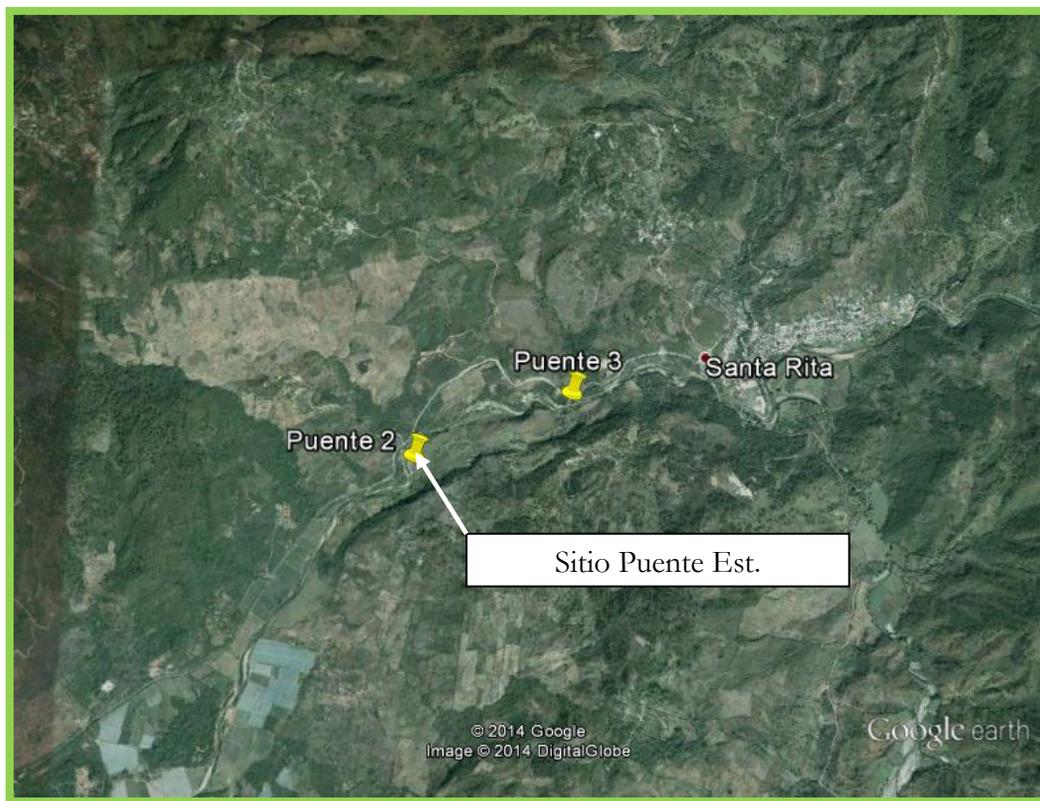


Ilustración 40 Puente Estación 57+102.50

El estudio resume el resultado de las evaluaciones realizadas en la cuenca del río, para el cual se ha delimitado las superficies aportantes, la Clasificación Hidrológica de los Suelos para adoptar valores y parámetros para estimar un caudal para un período de retorno de 100 años. En este análisis también se muestra los resultados de la clasificación hidrológica de la cuenca del Puente Est. 55+732.66, que se encuentra dentro de la misma cuenca del Puente Est. 57+102.50. A continuación el detalle:

Características de la cuenca

Puente estación 57+102.50: Coordenadas: X = 271761.7499 / Y = 1643814.0478

Área Total = 505.01 Km²

Máxima altitud del tramo más largo = 1424 msnm

Mínima altitud del tramo más largo = 594 msnm (sitio del Puente Est. 57+102.50)

Longitud del Río más largo = 44.229 Km

Pendiente media = 0.0187660 m/m

Puente estación 55+732.66: Coordenadas: X = 272972.9226 / Y = 1644278.5401

Área Total = 492.114 Km²

Máxima altitud del tramo más largo = 1424 msnm

Mínima altitud del tramo más largo = 634 msnm (sitio del Puente Est. 55+732.66)

Longitud del Río más largo = 40.657 Km

Pendiente media = 0.01943042 m/m

***Aclaración:** Para el análisis del Puente Est. 57+102.50, se aplican todas las Unidades Hidrológicas excepto la **W240**, que queda fuera de los límites de la cuenca (Ver Tabla 22).

Unidad Hidrológica	Área (Km ²)	Longitud del río más largo (Km)	Máxima Elevación (msnm)	Mínima Elevación (msnm)	Pendiente Media (m/m)
W120	45.077	12.137	1134	703	0.035511
W130	89.100	23.807	1424	703	0.030285
W140	40.077	14.281	1421	687	0.051397
W150	34.748	11.982	1824	687	0.094895
W160	12.513	9.616	1231	666	0.058757
W170	32.117	11.678	1466	642	0.070560
W180	14.773	7.225	936	642	0.040691
W210	131.462	27.588	1865	642	0.044330
W220	83.670	18.889	1572	664	0.048070
W240	12.892	6.910	1274	594	0.098404
W250	8.575	6.491	1224	634	0.090901

Tabla 22 Unidades Hidrológicas

Unidad Hidrológica	Tramos en perfil ¹	Tc (min)	Tc (horas)
W120	6	183.99	3.07
W130	9	333.56	5.56
W140	4	139.67	2.33
W150	4	100.96	1.68
W160	4	132.17	2.20
W170	3	95.79	1.60
W180	3	126.67	2.11
W210	6	304.84	5.08
W220	5	178.30	2.97
W240	4	72.75	1.21
W250	6	64.35	1.07

Tabla 23 Tiempo de concentración (Tc) por unidad hidrológica

Tiempo de Concentración estimado mediante la fórmula de Kirpich

Subcuenca	Clasificación	Tipos de Suelos	Área (Km2)	Área (%)
W120	D	Ojojona	16.70	37.06
	D	Naranjito	28.37	62.94
W130	D	Ojojona	23.58	26.46
	D	Naranjito	65.52	73.54
W140	C	Chandala	19.66	49.04
	C	Sulaco	0.16	0.40
	D	Ojojona	1.35	3.36
	D	Naranjito	18.91	47.20
W150	C	Sulaco	13.93	40.09
	D	Ojojona	1.73	4.97
	D	Naranjito	19.09	54.93
W160	C	Chandala	2.01	16.08
	C	Sulaco	10.18	81.37
	D	Naranjito	0.32	2.56
W170	C	Chandala	32.12	100.00
W180	C	Chandala	13.04	88.25
	C	Sulaco	1.74	11.75
W210	C	Chandala	101.03	76.85
	C	Sulaco	4.07	3.10
	A	Chimbo	26.36	20.07
W220	C	Chandala	18.02	21.54
	C	Sulaco	65.65	78.46
W240	C	Chandala	12.89	100.00
W250	C	Chandala	8.58	100.00

Tabla 24 Clasificación Hidrológica de los Suelos

Fuente: Manual de Referencias Hidrológicas, FHIS (2002)

Uso del Suelo	Área (Km2)	Área (%)	Uso del Suelo	Área (Km2)	Área (%)
W120	45.08		W180	14.77	
Agropecuario	11.58	25.68	Agropecuario	0.79	5.34
Bosque latifoliado	29.2	64.79	Bosque latifoliado	1.38	9.35
Bosque pinar denso	1.36	3.02	Bosque pinar denso	12.06	81.61
Matorral	2.94	6.51	Bosque pinar ralo	0.55	3.7
W130	89.1		W210	131.46	
Agropecuario	15.35	17.22	Agropecuario	30.86	23.47
Bosque latifoliado	63.3	71.04	Bosque de mixto	3.08	2.34
Bosque pinar denso	2.5	2.81	Bosque latifoliado	58.9	44.8
Matorral	7.96	8.93	Bosque pinar denso	24.32	18.5
W140	40.08		Bosque pinar ralo	5.87	4.47
Agropecuario	6.81	17	Matorral	8.44	6.42
Bosque de mixto	0	0.01	W220	83.67	
Bosque latifoliado	23.27	58.07	Agropecuario	8.74	10.44
Bosque pinar denso	6.71	16.74	Bosque de mixto	0.57	0.68
Bosque pinar ralo	1.16	2.89	Bosque latifoliado	65.41	78.18
Matorral	2.12	5.3	Bosque pinar denso	4.78	5.71
W150	34.75		Bosque pinar ralo	1.38	1.66
Agropecuario	3.66	10.53	Matorral	2.79	3.34
Bosque latifoliado	26.82	77.18	W240	12.89	
Bosque pinar denso	3.56	10.25	Agropecuario	1.48	11.52
Bosque pinar ralo	0.03	0.08	Bosque latifoliado	0.71	5.5
Matorral	0.68	1.96	Bosque pinar denso	6.01	46.65
W160	12.51		Bosque pinar ralo	1.22	9.47
Agropecuario	0.48	3.86	Cuerpos de agua	0	0.02
Bosque latifoliado	3.91	31.22	Matorral	3.46	26.83
Bosque pinar denso	6.26	50.02	W250	8.58	
Bosque pinar ralo	0.06	0.51	Agropecuario	1.17	13.61
Matorral	1.8	14.38	Bosque latifoliado	1.96	22.8
W170	32.12		Bosque pinar denso	2.99	34.92
Agropecuario	3.32	10.35	Bosque pinar ralo	2.11	24.64
Bosque de mixto	2	6.22	Matorral	0.35	4.03
Bosque latifoliado	12.56	39.11			
Bosque pinar denso	9.89	30.79			
Bosque pinar ralo	0.98	3.05			
Matorral	3.36	10.47			

Tabla 25 Usos del Suelo (2009)

Fuente: Instituto de Conservación Forestal (2009)

Cobertura Vegetal	Área (Km2)	Área (%)	Cobertura Vegetal	Área (Km2)	Área (%)
W120	45.08		W180	14.77	
Agricultura Tradicional-Matorrales	25.23	55.96	Agricultura Tradicional-Matorrales	1.69	11.42
Bosque de Coníferas-Pinos	17.03	37.79	Bosque de Coníferas-Pinos	7.62	51.61
Bosque Latifoliado	2.82	6.25	Bosque Latifoliado	5.4	36.55
W130	89.1		Bosque Mixto	0.06	0.41
Agricultura Tradicional-Matorrales	32.18	36.12	W210	131.46	
Bosque de Coníferas-Pinos	34.34	38.54	Agricultura Tradicional-Matorrales	42.68	9138.45
Bosque Latifoliado	22.58	25.34	Bosque de Coníferas-Pinos	35.33	26.89
W140	40.08		Bosque Latifoliado	50.38	38.35
Agricultura Tradicional-Matorrales	25.93	64.71	Bosque Mixto	3.07	2.34
Bosque de Coníferas-Pinos	6.41	15.98	W220	83.67	
Bosque Latifoliado	7.74	19.31	Agricultura Tradicional-Matorrales	10.95	13.08
W150	34.75		Bosque de Coníferas-Pinos	41.92	50.1
Agricultura Tradicional-Matorrales	6.64	19.12	Bosque Latifoliado	30.8	36.81
Bosque de Coníferas-Pinos	13.46	38.73	W240	12.89	
Bosque Latifoliado	14.64	42.15	Agricultura Tradicional-Matorrales	6.24	48.36
W160	12.51		Bosque de Coníferas-Pinos	4.62	35.84
Agricultura Tradicional-Matorrales	2.92	23.33	Bosque Latifoliado	1.85	14.37
Bosque de Coníferas-Pinos	4.54	36.25	Bosque Mixto	0.18	1.43
Bosque Latifoliado	5.06	40.42	W250	8.58	
W170	32.12		Agricultura Tradicional-Matorrales	3.15	36.71
Agricultura Tradicional-Matorrales	9.31	28.99	Bosque de Coníferas-Pinos	2.55	29.76
Bosque de Coníferas-Pinos	15.43	48.03	Bosque Latifoliado	2.28	26.58
Bosque Latifoliado	6.6	20.54	Bosque Mixto	0.6	6.94
Bosque Mixto	0.78	2.44			

Tabla 26 Cobertura Vegetal (2002)

Fuente: Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal –COHDEFOR- (2002)

Unidad Hidrológica	CN Ponderado
W120	68.07
W130	68.92
W140	61.32
W150	62.68
W160	61.13
W170	60.87
W180	62.09
W210	63.00
W220	57.25
W240	65.21
W250	63.45
CN Ponderado de la cuenca: 63.24	

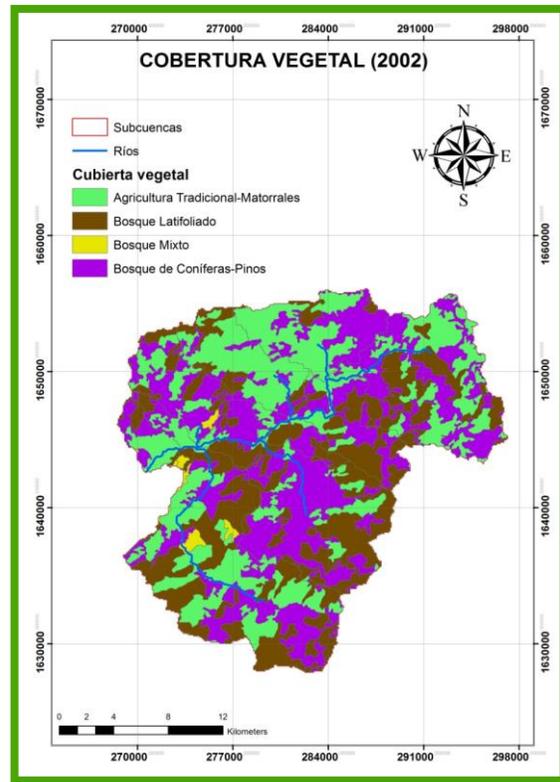
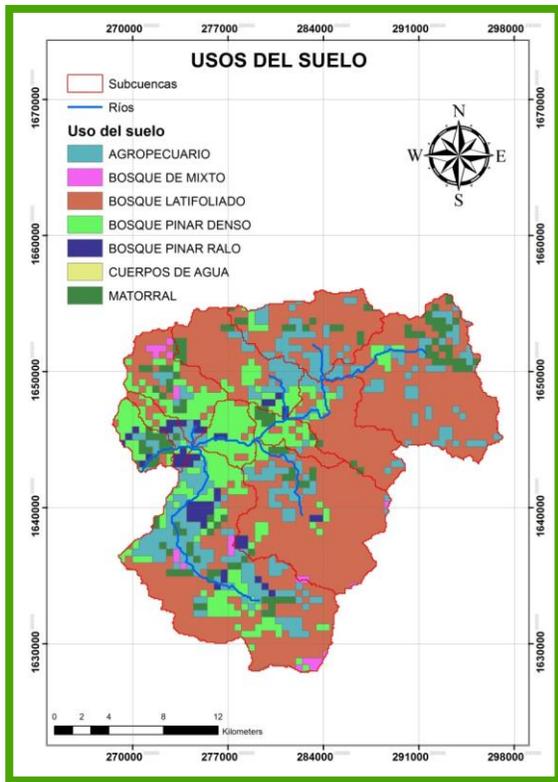
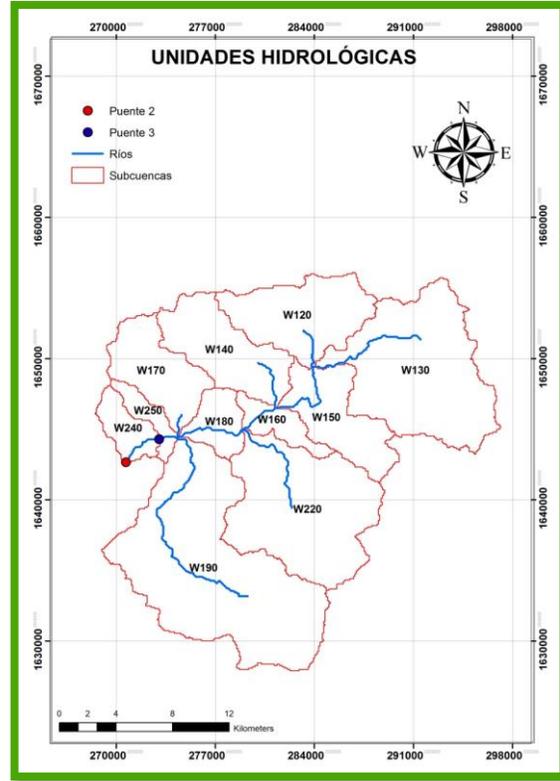
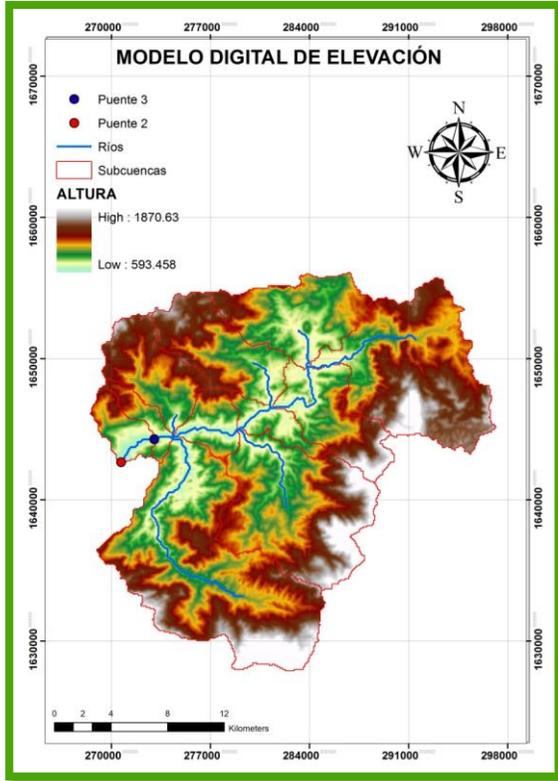
Tabla 27 Número de Curva (CN) del SCS

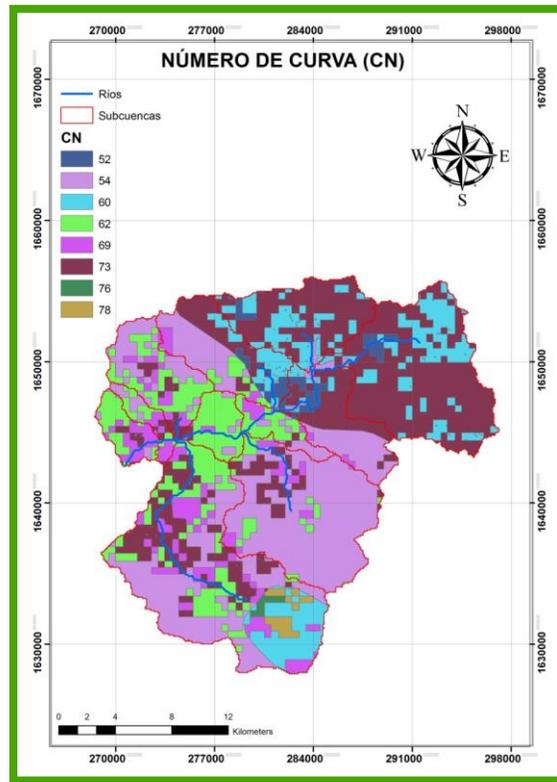
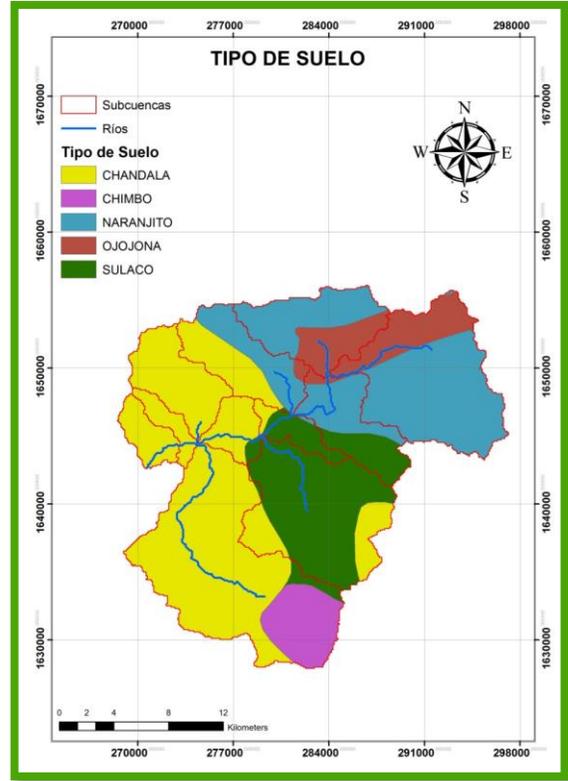
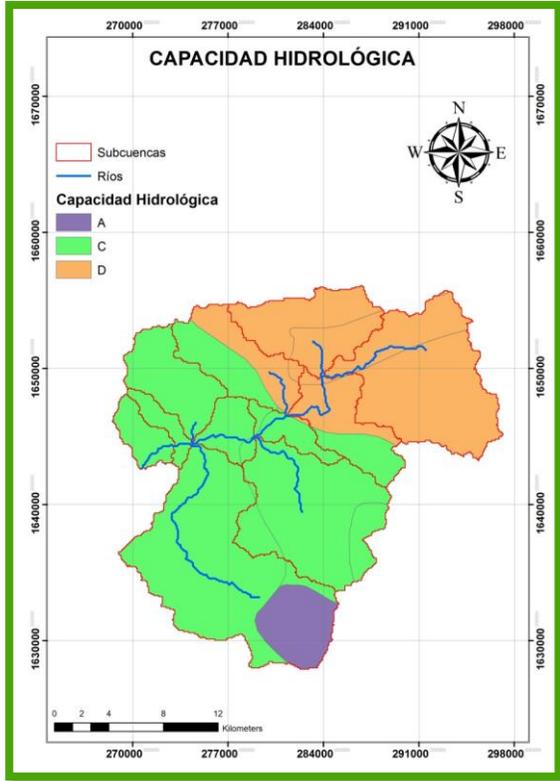
Fuente: Elaboración propia, basado en metodología de Montserrat Ferrer Julia (2002)

Período de Retorno	a	b	n
2	6448.1	43.8	1.0058
5	9443.2	43.1	
10	10576.9	48.1	
20	11597.8	51.8	
50	13572.4	54.3	

Tabla 28 Parámetros de Curvas IDF

Fuente: Manual de Referencias Hidrológicas, FHIS (2002).





Estimación de la crecida de 100 años

Una vez realizada la delimitación de la cuenca por el especialista del manejo de la información geográfica, se realizó el cálculo de los distintos parámetros morfométricos solicitados: área de la cuenca, longitud del cauce más largo, punto más alto y más bajo en la cuenca, estimación del Número Complejo (CN), los valores de a, b y n tomados del mapa temático del Manual de Referencias Hidrológicas, para la estimación de la tormenta de diseño para el período de retorno de 100 años.

De igual manera, se extrajo el tipo de suelos hidrológicos con su respectiva cobertura vegetal, para estimar posteriormente el número de curva CN, que fue utilizado en la estimación del caudal. La distribución de la tormenta de diseño se hizo en base al método de los bloques alternos para el período de retorno mencionado. El caudal pico se estimó para el mismo período de retorno en base al hietograma construido que sirvió como dato de entrada para el modelo HEC-HMS, los parámetros de tiempo del hidrograma unitario y el valor ponderado del CN, representativos de la misma cuenca⁶.

Los principales datos para ingresar al programa HEC-HMS son los siguientes:

- Área: 505.01 km²
- Número Complejo (CN): 63.04
- La tormenta de diseño para 100 años

Valor Pico

Con los datos anteriores se corrió el modelo HEC-HMS⁷, para estimar la escorrentía efectiva. Se adoptó el método del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos de América (USSCS). El resultado del análisis hidrológico es el siguiente:

Tr, años	Q_{pico}, m³/s
100	3702.1

⁶ Fuente: Manual de Referencias Hidrológicas

⁷ Desarrollado con fondos del gobierno Federal de los EUA, para el uso y dominio público.

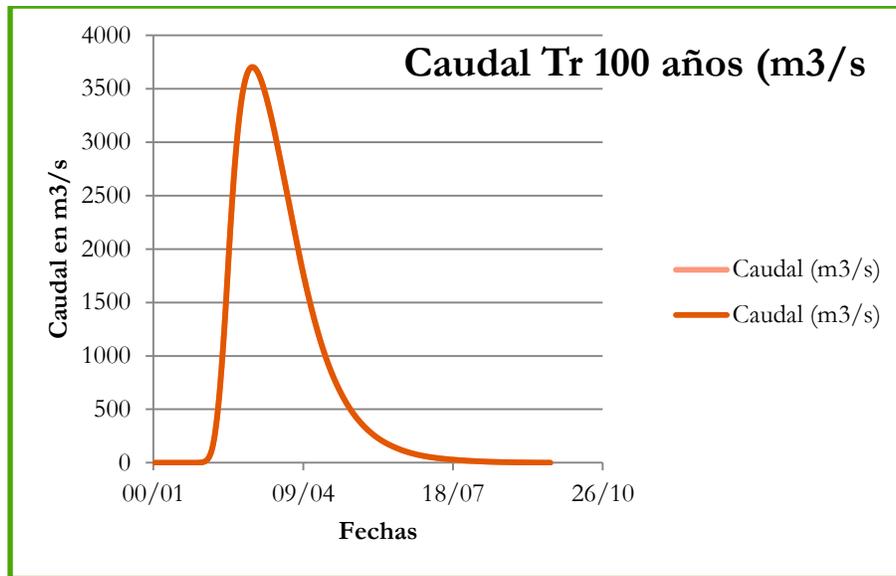


Ilustración 41 Hidrograma de Crecida, Tr = 100 años

Las ordenadas del hidrograma resultantes de la corrida del modelo HEC-HMS, son las siguientes:

Hora	Caudal (m ³ /s)
00:00	0
00:05	0
00:10	0
00:15	0
00:20	0
00:25	0
00:30	0
00:35	0
00:40	0
00:45	0
00:50	0
00:55	0
01:00	0
01:05	0
01:10	0
01:15	0
01:20	0
01:25	0
01:30	0
01:35	0
01:40	0

Hora	Caudal (m ³ /s)
01:45	0
01:50	0
01:55	0
02:00	0
02:05	0
02:10	0
02:15	0.1
02:20	0.2
02:25	0.6
02:30	1.4
02:35	2.9
02:40	5.6
02:45	10.2
02:50	17.5
02:55	29.4
03:00	48.2
03:05	77.1
03:10	119.6
03:15	179.7
03:20	260.6
03:25	362.7
03:30	484.8
03:35	627.5
03:40	794.4
03:45	976.4
03:50	1174.7
03:55	1391.7
04:00	1625.5
04:05	1865.9
04:10	2100.5
04:15	2322.2
04:20	2528.5
04:25	2719.3
04:30	2893.4
04:35	3049.7
04:40	3187.5
04:45	3306.8
04:50	3408
04:55	3492.1

Hora	Caudal (m³/s)
05:00	3560.1
05:05	3613.1
05:10	3652.8
05:15	3680.2
05:20	3696.3
05:25	3702.1
05:30	3698.7
05:35	3687.2
05:40	3668.4
05:45	3643
05:50	3611.7
05:55	3575.1
06:00	3533.6
06:05	3487.9
06:10	3438.7
06:15	3386.5
06:20	3331.5
06:25	3274
06:30	3213.9
06:35	3151.4
06:40	3086.7
06:45	3020.4
06:50	2952.8
06:55	2884.4
07:00	2815.5
07:05	2746.3
07:10	2676.7
07:15	2606.9
07:20	2536.7
07:25	2466.1
07:30	2395.2
07:35	2324.1
07:40	2253
07:45	2182.1
07:50	2111.5
07:55	2041.4
08:00	1972.2
08:05	1904.1
08:10	1837.5

Hora	Caudal (m³/s)
08:15	1772.5
08:20	1709.1
08:25	1647.5
08:30	1587.6
08:35	1529.4
08:40	1472.7
08:45	1417.5
08:50	1363.7
08:55	1311.5
09:00	1260.8
09:05	1211.6
09:10	1164
09:15	1118.2
09:20	1073.9
09:25	1031.4
09:30	990.5
09:35	951.1
09:40	913.2
09:45	876.8
09:50	841.8
09:55	808.1
10:00	775.7
10:05	744.6
10:10	714.6
10:15	685.7
10:20	657.8
10:25	631
10:30	605.1
10:35	580
10:40	555.9
10:45	533
10:50	511.1
10:55	490
11:00	469.8
11:05	450.4
11:10	431.9
11:15	414.2
11:20	397.3
11:25	381

Hora	Caudal (m³/s)
11:30	365.4
11:35	350.4
11:40	336
11:45	322.1
11:50	308.8
11:55	296.1
12:00	283.8
12:05	272
12:10	260.7
12:15	249.9
12:20	239.5
12:25	229.6
12:30	220.1
12:35	211.1
12:40	202.5
12:45	194.3
12:50	186.4
12:55	178.9
13:00	171.7
13:05	164.8
13:10	158.1
13:15	151.7
13:20	145.5
13:25	139.4
13:30	133.6
13:35	128
13:40	122.6
13:45	117.4
13:50	112.5
13:55	107.8
14:00	103.3
14:05	99
14:10	94.8
14:15	90.8
14:20	87
14:25	83.4
14:30	79.9
14:35	76.6
14:40	73.4

Hora	Caudal (m³/s)
14:45	70.4
14:50	67.5
14:55	64.7
15:00	62.1
15:05	59.6
15:10	57.1
15:15	54.8
15:20	52.6
15:25	50.5
15:30	48.5
15:35	46.6
15:40	44.8
15:45	43
15:50	41.4
15:55	39.8
16:00	38.2
16:05	36.7
16:10	35.3
16:15	33.9
16:20	32.6
16:25	31.3
16:30	30.1
16:35	28.9
16:40	27.7
16:45	26.6
16:50	25.5
16:55	24.4
17:00	23.4
17:05	22.5
17:10	21.5
17:15	20.6
17:20	19.7
17:25	18.9
17:30	18.1
17:35	17.3
17:40	16.5
17:45	15.8
17:50	15.1
17:55	14.4

Hora	Caudal (m³/s)
18:00	13.7
18:05	13.1
18:10	12.4
18:15	11.8
18:20	11.2
18:25	10.7
18:30	10.1
18:35	9.6
18:40	9.1
18:45	8.7
18:50	8.3
18:55	7.9
19:00	7.5
19:05	7.2
19:10	6.8
19:15	6.5
19:20	6.2
19:25	5.9
19:30	5.6
19:35	5.3
19:40	5.1
19:45	4.8
19:50	4.5
19:55	4.3
20:00	4.1
20:05	3.8
20:10	3.6
20:15	3.4
20:20	3.2
20:25	3
20:30	2.8
20:35	2.6
20:40	2.4
20:45	2.2
20:50	2
20:55	1.8
21:00	1.6
21:05	1.5
21:10	1.3

Hora	Caudal (m ³ /s)
21:15	1.2
21:20	1.1
21:25	1
21:30	0.9
21:35	0.8
21:40	0.7
21:45	0.6
21:50	0.6
21:55	0.5
22:00	0.5

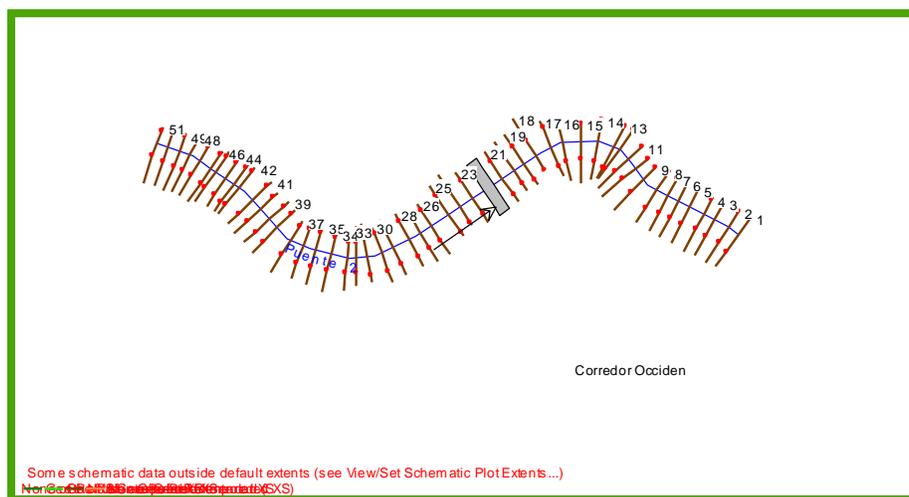
Análisis Hidráulico

El análisis se realizó a lo largo del cauce del río en un tramo de 1,137.03 m de longitud. Los resultados se pueden ver a continuación.

a. Evaluación Hidráulica

Se hizo aplicando el modelo del Programa HEC-RAS Versión 4.1.0 diseñado para uso interactivo en un ambiente de multi-usos y multi-tareas, específicamente para el cálculo de: a) perfiles de agua con flujo uniforme y b) simulación con flujo no-uniforme. Este modelo nos produjo información sobre el régimen del flujo, velocidad del flujo, perfil máximo de energía y del agua, área hidráulica, número de Froude y otros parámetros importantes.

Los datos de ingreso al modelo los constituyeron: 1) el caudal $Q_{100} = 3702.1$, con 51 secciones transversales seleccionadas a lo largo del río, 3) los valores de Manning estimados del lecho del río (0.035) y sus bancos (0.040).



A continuación, los resultados:

Resultados de la corrida con el caudal $Q_{100 \text{ años}}$

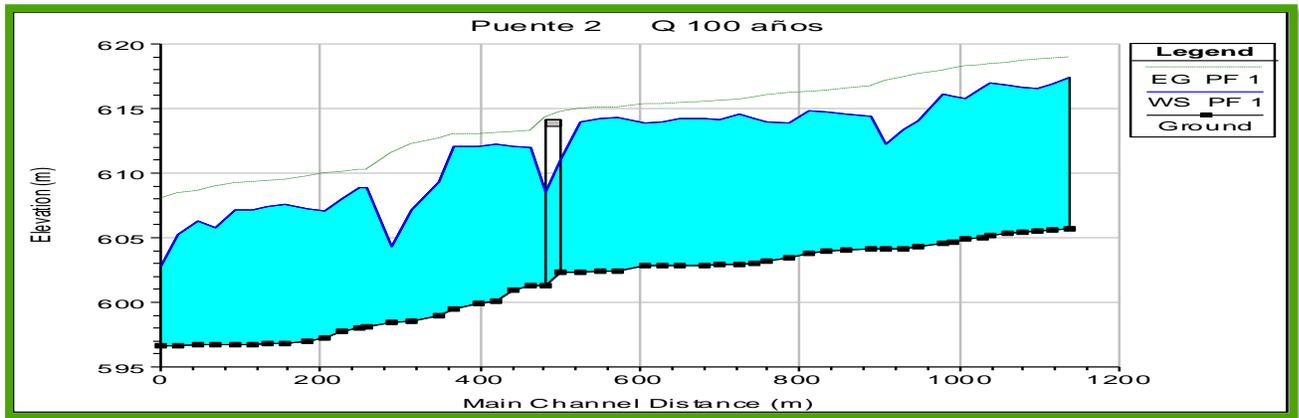


Ilustración 42 Perfil longitudinal tramo del río, longitud = 1,137.03 m

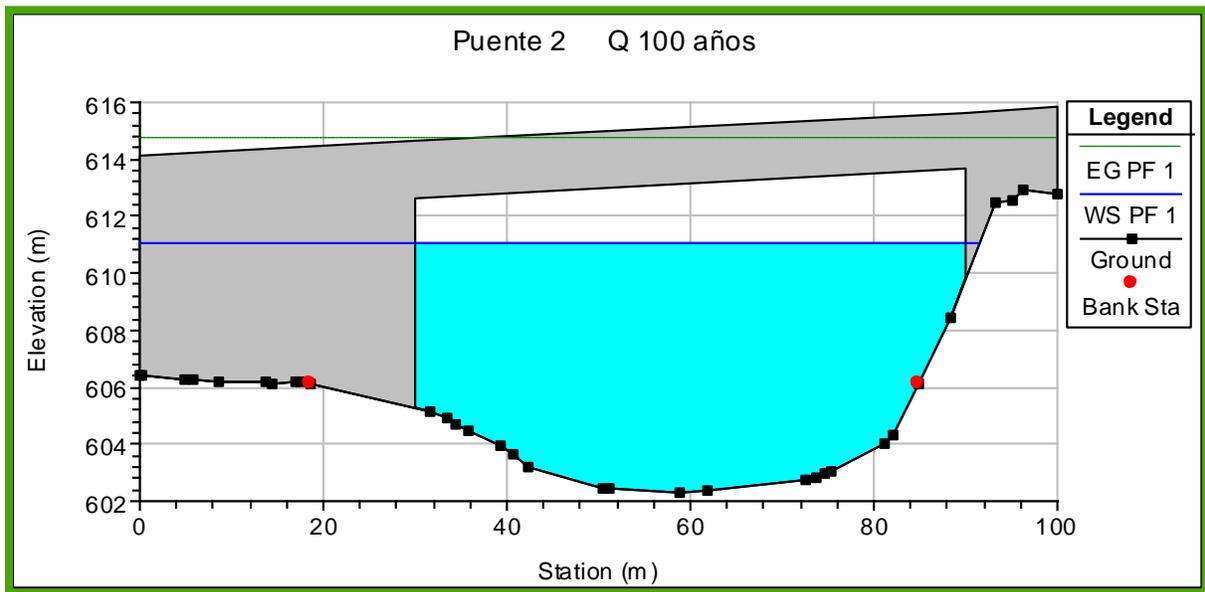


Ilustración 43 Sección de entrada al puente de 60 m

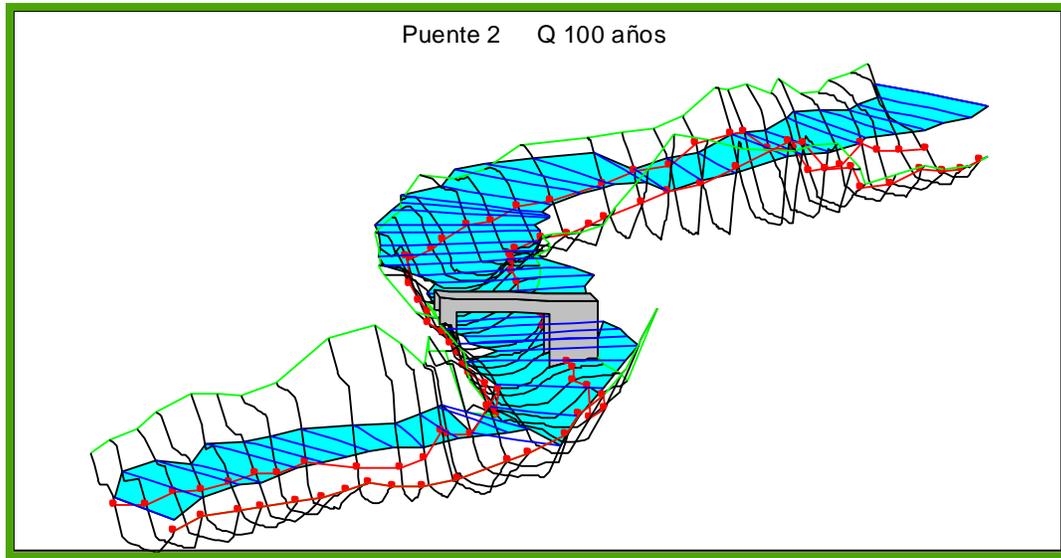


Ilustración 44 Gráfico en 3D

Resultados hidráulicos

Superficie del agua, aguas arriba (m)	614	Gradiente energía (m)	614.71	614.34
Q Total (m ³ /s)	3702.1	Superficie del agua (m)	611.04	608.57
Q del puente (m ³ /s)	3702.1	Elev. Critica nivel agua (m)	611.04	610.06
		Tirante máx. canal (m)	8.74	7.24
		Vel Total (m/s)	8.37	10.51
		Área de flujo (m ²)	442.41	352.24
		# Froude del canal	0.92	1.36
		Fuerza específica (m ³)	4905.98	5120.66
		Tirante hidráulico (m)	7.37	5.91
		W.P. Total (m)	62.1	61.64
		Conv. Total (m ³ /s)	48013.4	33298.2
		Ancho superior (m)	60	59.64
Área abierta puente (m ²)	569.18			
Velocidad puente (m/s)	10.51			
		Cortante total (N/m ²)	415.34	692.73
Método de análisis	Solo Energía			

Conclusiones

El nivel máximo del agua en la entrada al puente está en la elevación 611.045 msnm. La elevación del fondo del punto más bajo de la viga es de 612.64 msnm. El espacio libre entre el nivel máximo del agua y el fondo de la viga es de 1.60 m.

➤ **Puente Copán Ruinas, entre las estaciones 61+640.15 y 61+660.15 (Libramiento Copán Ruinas)**

El estudio resume los resultados de la evaluación hidrológica-hidráulica del Puente sobre el río Copán en la estación 61+650.15.

Se ha hecho la evaluación hidrológica del río para estimar un caudal con un período de retorno de 100 años, utilizando la información de lluvia de la Estación de Santa Rosa de Copán, ubicada en las coordenadas 16P X = 306270, Y = 1635960, para posteriormente hacer un modelaje hidráulico para definir la capacidad del nuevo puente. Su ubicación se muestra en la imagen Google Earth 2014 (Ver Ilustración 44).



Ilustración 45 Puente Estación 61+650.15

El informe resume el resultado de las evaluaciones realizadas en la cuenca del río, para el cual se ha delimitado las superficies aportantes, la Clasificación Hidrológica de los Suelos para adoptar valores y parámetros para estimar un caudal para un período de retorno de 100 años.

Características de la cuenca

El análisis de la cuenca se hizo en el puente propuesto que se ha ubicado en las coordenadas UTM WGS84: X = 268296.41 Y = 1641210.59. Se adoptó el Manual de Referencias Hidrológicas para estimar la capacidad hidrológica de suelos y los parámetros de las curvas IDF de la Estación de Santa Rosa de Copán, para un período de retorno de 100 años. Los principales datos de la cuenca son los siguientes:

Área Total = 39.015 Km²

Máxima altitud = 1469 msnm

Mínima altitud = 587 msnm (sitio del puente)

Longitud del Río = 17.196 Km

Pendiente media = 0.051291 m/m

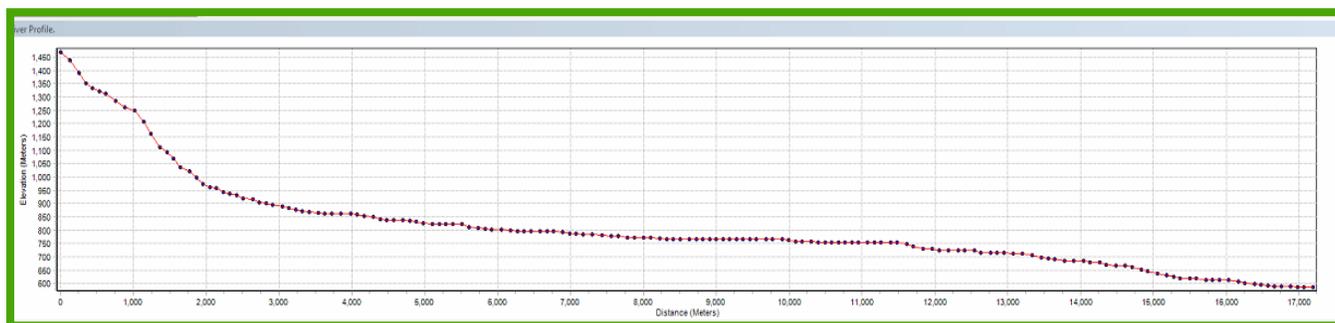


Ilustración 46 Perfil del Río

Tramo	Longitud (metros)	Pendiente Media	Tc (min)
1	2231.6	0.235181	12.89
2	3265.29	0.037415	35.08
3	6134.5	0.012286	87.53
4	5564.52	0.028687	58.58

Tabla 29 Tiempo de concentración (Tc) = 194.08 min = 3.235 horas

Clasificación	Tipos de Suelos	Área (Km ²)	Área (%)
C	Chandala	74.488	100

Tabla 30 Clasificación Hidrológica de los Suelos

Fuente: Manual de Referencias Hidrológicas, FHIS (2002)

Uso del Suelo	Área (Km ²)	Área (%)
Agropecuario	3.87	9.91
Bosque latifoliado	15.64	40.08
Bosque pinar denso	16.23	41.61
Bosque pinar ralo	2.04	5.22
Matorral	1.24	3.18

Tabla 31 Usos del Suelo (2009)

Fuente: Instituto de Conservación Forestal (2009)

Cobertura Vegetal	Área (Km ²)	Área (%)
Agricultura Tradicional-Matorrales	12.56	32.20
Bosque de Coníferas-Pinos	16.03	41.09
Bosque Latifoliado	9.63	24.68
Bosque Mixto	0.79	2.03

Tabla 32 Cobertura Vegetal (2002)

Fuente: Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal –COHDEFOR- (2002)

Número de Curva	Área (Km ²)	Área (%)	Ponderación ⁸
54	15.33	39.30	1317.48
62	16.28	41.73	1927.36
69	3.74	9.58	492.44
73	3.66	9.38	510.08
CN ponderado de toda la cuenca			57.02

Tabla 33 Número de Curva (CN) del SCS

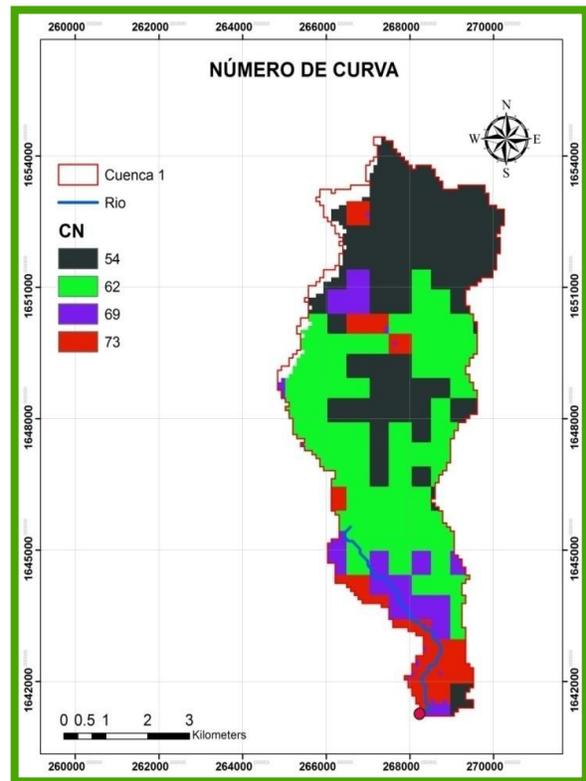
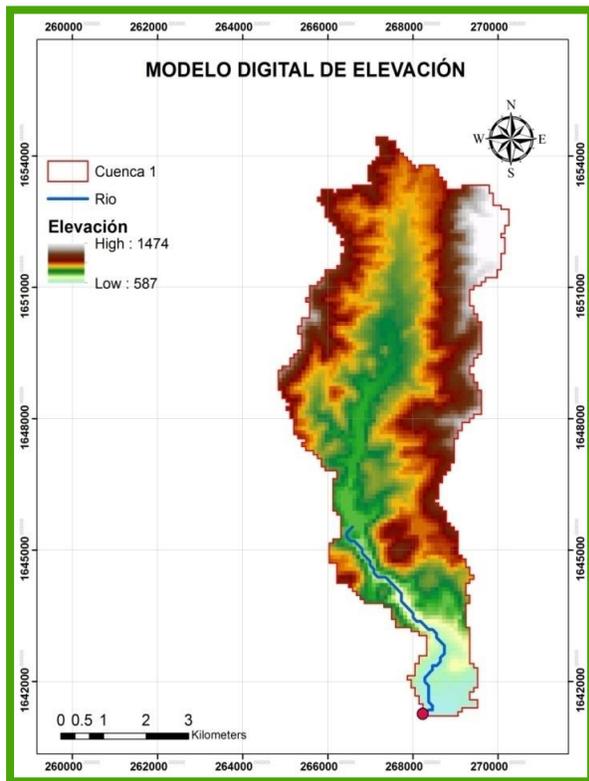
Fuente: Elaboración propia, basado en metodología de Montserrat Ferrer Julia (2002)

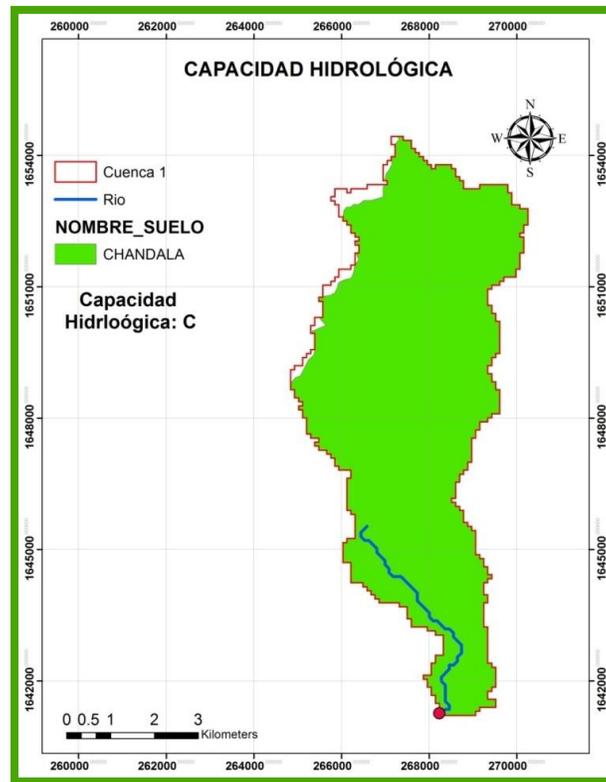
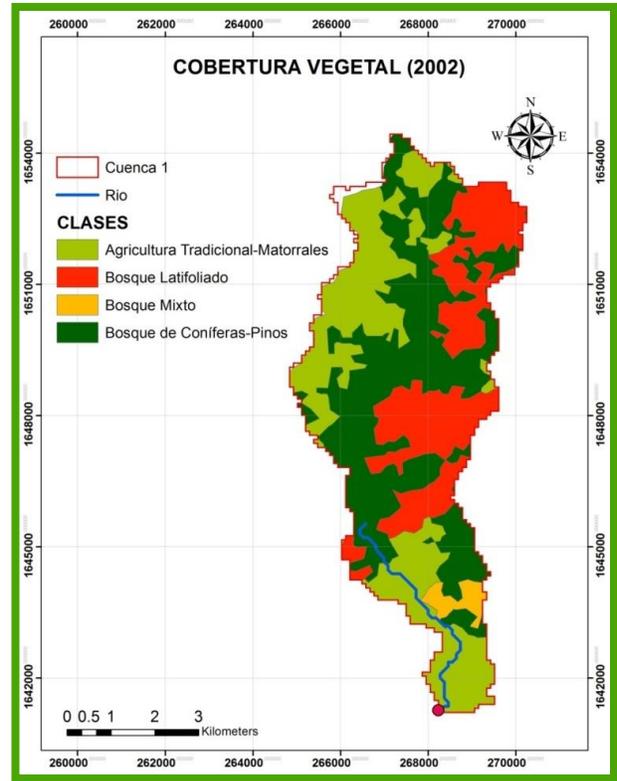
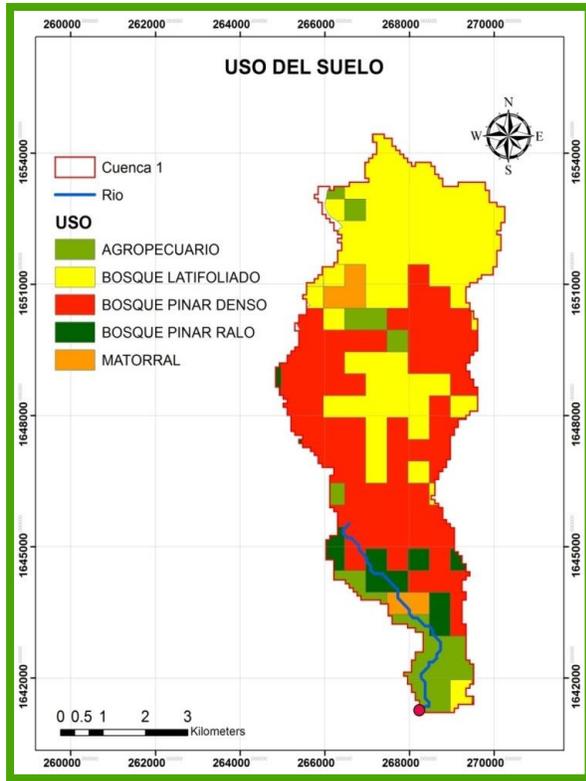
⁸ Ponderación = (Área en Km²)*(Número de Curva)

Período de Retorno	a	b	n
2	5941	37.00	1.0299
5	8187	36.74	1.0299
10	9670	36.64	1.0299
20	11096	36.58	1.0299
50	12933	36.51	1.0299

Tabla 34 Parámetros de Curvas IDF (Estación Santa Rosa de Copán)

Fuente: Manual de Referencias Hidrológicas, FHIS (2002).





Estimación de la crecida de 100 años

Una vez realizada la delimitación de la cuenca por el especialista del manejo de la información geográfica, se realizó el cálculo de los distintos parámetros morfométricos solicitados: área de la cuenca, longitud del cauce más largo, punto más alto y más bajo en la cuenca, estimación del Número Complejo (CN), los valores de a, b y n tomados del Manual de Referencias Hidrológicas, para la estimación de la tormenta de diseño para el período de retorno de 100 años.

De igual manera, se extrajo el tipo de suelos hidrológicos con su respectiva cobertura vegetal, para estimar posteriormente el número de curva CN, que fue utilizado en la estimación del caudal. La distribución de la tormenta de diseño se hizo en base al método de los bloques alternos para el período de retorno mencionado. El caudal pico se estimó para el mismo período de retorno en base al hietograma construido que sirvió como dato de entrada para el modelo HEC-HMS, los parámetros de tiempo del hidrograma unitario y el valor ponderado del CN, representativos de la misma cuenca⁹.

Los principales datos para ingresar al programa HEC-HMS son los siguientes:

- Área: 39.015 km²
- Número Complejo (CN): 57.02
- Tlag = 116.45 minutos
- La tormenta de diseño para 100 años

Valor Pico

Con los datos anteriores se corrió el modelo HEC-HMS¹⁰, para estimar la escorrentía efectiva. Se adoptó el método del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos de América (USSCS). El resultado del análisis hidrológico es el siguiente:

Tr, años	Q_{pico}, m³/s
100	292.43

⁹ Fuente: Manual de Referencias Hidrológicas

¹⁰ Desarrollado con fondos del gobierno Federal de los EUA, para el uso y dominio público.

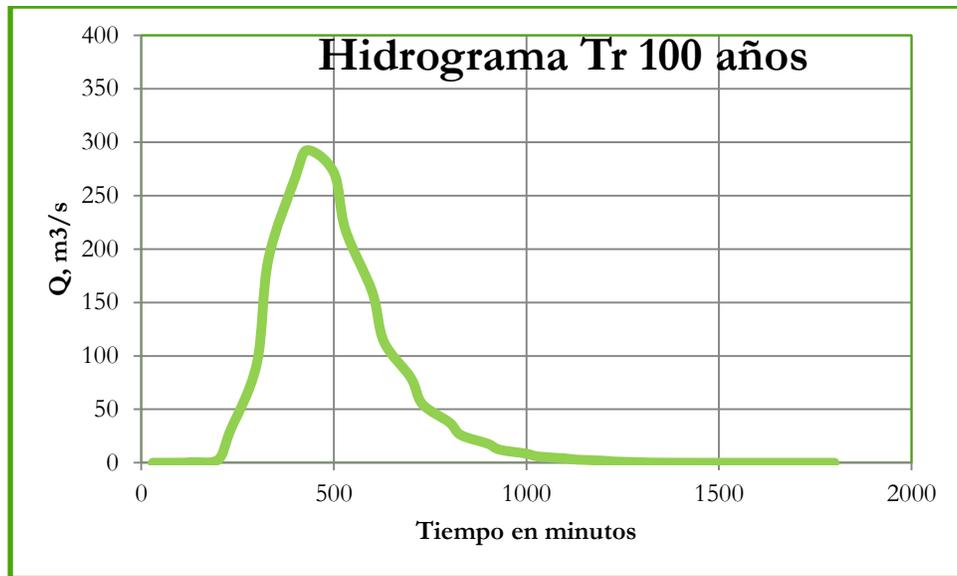


Ilustración 47 Hidrograma de Crecida, Tr = 100 años

Las ordenadas del hidrograma resultantes de la corrida del modelo HEC-HMS, son las siguientes:

Fecha	Tiempo	Precipitación mm	Pérdida mm	Exceso mm	Q Directo m³/s
13-Jul-14	0				0
14-Jul-14	30	2.1	2.1	0	0.01
14-Jul-14	100	3.5	3.4	0.1	0.1
14-Jul-14	130	6.9	6.3	0.6	0.55
14-Jul-14	200	17.7	14.4	3.3	2.94
14-Jul-14	230	96.6	50.2	46.4	28.89
14-Jul-14	300	35	11.4	23.6	92.42
14-Jul-14	330	10.6	3	7.6	190.16
14-Jul-14	400	4.8	1.3	3.5	266.86
14-Jul-14	430	2.7	0.7	2	292.43
14-Jul-14	500	0	0	0	271.65
14-Jul-14	530	0	0	0	218.13
14-Jul-14	600	0	0	0	159.59
14-Jul-14	630	0	0	0	113.33
14-Jul-14	700	0	0	0	79.54
14-Jul-14	730	0	0	0	54.89
14-Jul-14	800	0	0	0	37.79
14-Jul-14	830	0	0	0	25.95
14-Jul-14	900	0	0	0	17.83
14-Jul-14	930	0	0	0	12.3
14-Jul-14	1000	0	0	0	8.51
14-Jul-14	1030	0	0	0	5.88
14-Jul-14	1100	0	0	0	4.14
14-Jul-14	1130	0	0	0	2.94
14-Jul-14	1200	0	0	0	1.97
14-Jul-14	1230	0	0	0	1.16
14-Jul-14	1300	0	0	0	0.46
14-Jul-14	1330	0	0	0	0.17
14-Jul-14	1400	0	0	0	0.06
14-Jul-14	1430	0	0	0	0.02
14-Jul-14	1500	0	0	0	0
14-Jul-14	1530	0	0	0	0
14-Jul-14	1600	0	0	0	0
14-Jul-14	1630	0	0	0	0
14-Jul-14	1700	0	0	0	0
14-Jul-14	1730	0	0	0	0
14-Jul-14	1800	0	0	0	0

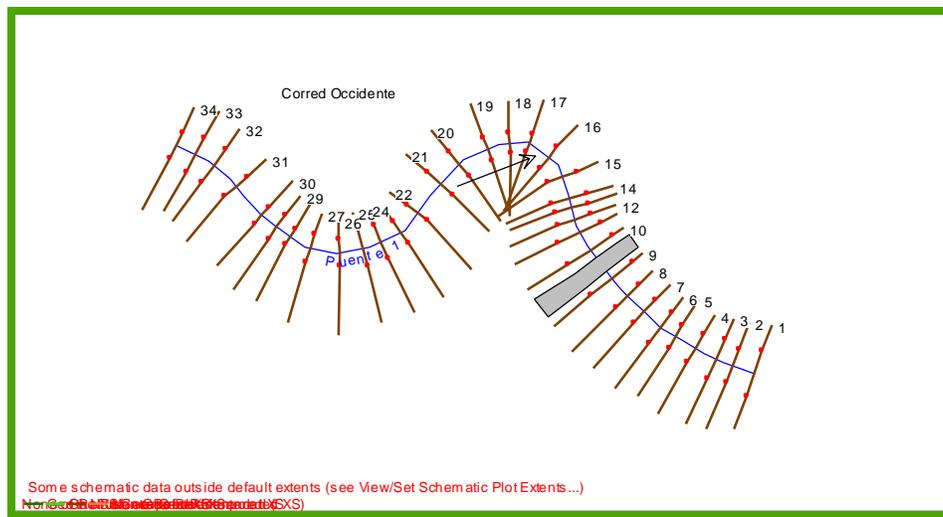
Análisis Hidráulico

El análisis se realizó a lo largo del cauce del río en un tramo de 672.0 m de longitud. Los resultados se pueden ver a continuación.

a. Evaluación Hidráulica

Se hizo aplicando el modelo del Programa HEC-RAS Versión 4.1.0 diseñado para uso interactivo en un ambiente de multi-usos y multi-tareas, específicamente para el cálculo de: a) perfiles de agua con flujo uniforme y b) simulación con flujo no-uniforme. Este modelo nos produjo información sobre el régimen del flujo, velocidad del flujo, perfil máximo de energía y del agua, área hidráulica, número de Froude y otros parámetros importantes.

Los datos de ingreso al modelo los constituyeron: 1) el caudal $Q_{100} = 292.43$, con 34 secciones transversales seleccionadas a lo largo del río, 3) los valores de Manning estimados del lecho del río (0.035) y sus bancos (0.040).



A continuación, los resultados:

Resultados de la corrida con el caudal $Q_{100 \text{ años}}$

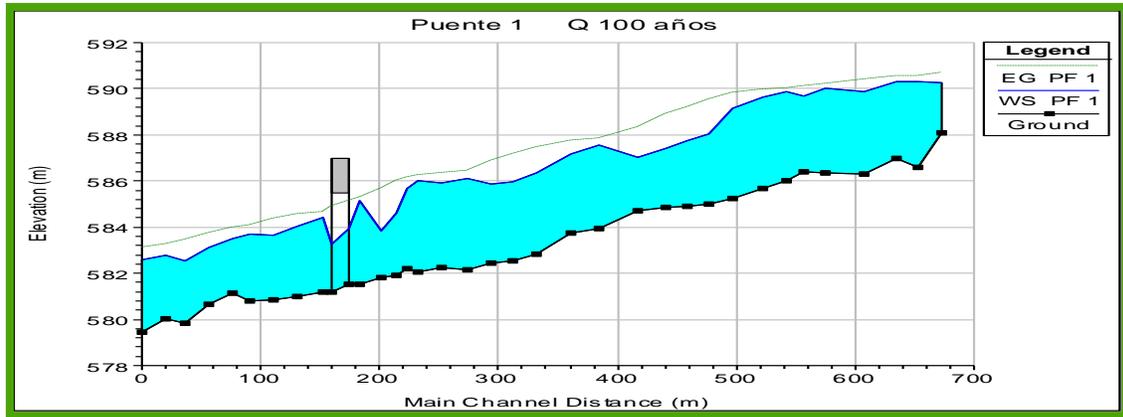


Ilustración 48 Perfil longitudinal tramo del río, longitud = 672.0 m

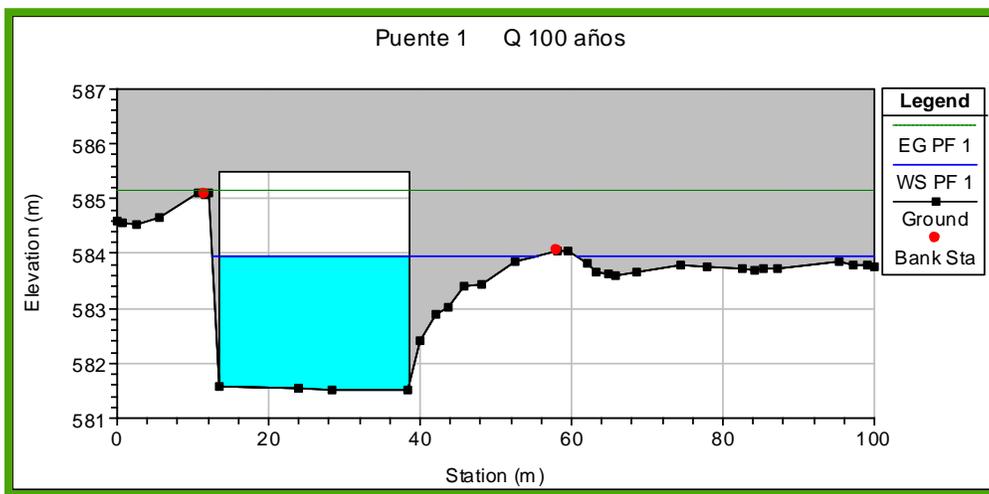


Ilustración 49 Sección de entrada al puente de 25 m

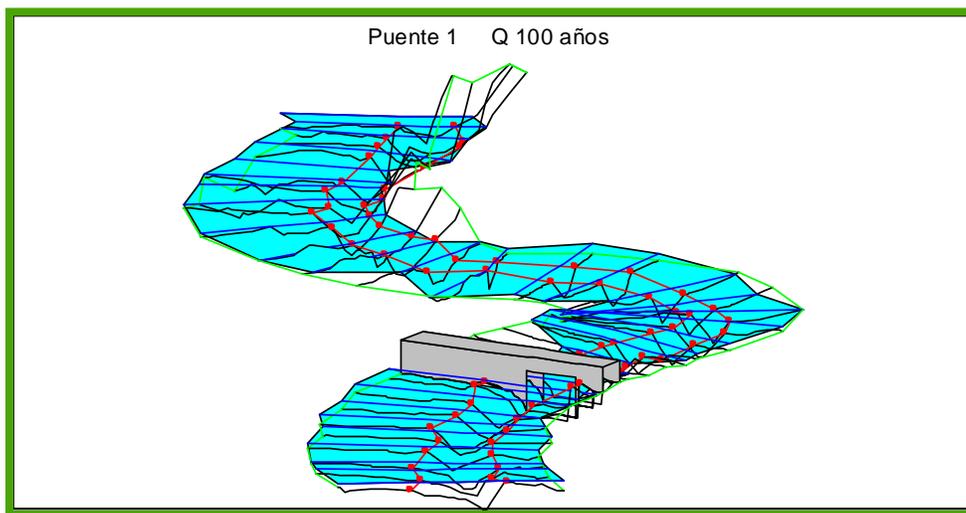


Ilustración 50 Gráfico en 3D

Resultados hidráulicos

Gradiente energía aguas arriba (m)	585.28	Elemento	Adentro del puente aguas arriba	Adentro del puente aguas abajo
Superficie del agua, aguas arriba (m)	585.13	Gradiente energía (m)	585.15	584.93
Q Total (m ³ /s)	292.43	Superficie del agua (m)	583.95	583.24
Q del puente (m ³ /s)	292.43	Elev. Critica nivel agua (m)	583.95	583.61
		Tirante max canal (m)	2.44	2.06
		Vel Total (m/s)	4.85	5.75
		Área de flujo (m ²)	60.29	50.84
		# Froude del canal	0.99	1.28
		Fuerza especifica (m ³)	217.23	223.09
	587	Tirante hidráulico (m)	2.41	2.03
	585.5	W.P. Total (m)	25.02	25.08
	0.62	Conv. Total (m ³ /s)	3096.1	2326.9
	0.7	Ancho superior (m)	25	25
Área abierta puente (m ²)	99.01			
Velocidad puente (m/s)	5.75			
		Cortante total (N/m ²)	210.8	314.01
Método de análisis	Sólo Energía		0	0

Conclusiones

El nivel máximo del agua en la entrada al puente está en la elevación 583.95 msnm. La elevación del fondo del punto más bajo de la viga es de 585.5 msnm. El espacio libre entre el nivel máximo del agua y el fondo de la viga es de 1.55 m.

4.1.6.2. Hidrología subterránea

A continuación se presenta la clasificación hidrológica del área del proyecto, de acuerdo a la serie de suelos identificados a lo largo del tramo carretero.

- **Suelos de Valle**

Por su capacidad de infiltración y su potencial de escorrentía, estos suelos se clasifican como Suelos Grupo Hidrológico C.

Corresponde a suelos con moderadamente alto potencial de escorrentía e incluye suelos con infiltración lenta cuando muy húmedos. Suelos que poseen un estrato que impide el movimiento de agua hacia abajo, de texturas moderadamente finas; suelos con infiltración lenta debido a sales o álcali. Estos suelos pueden ser pobremente drenados o moderadamente bien drenados con estratos de permeabilidad lenta o muy lenta (fragipan, hardpan, sobre roca dura) a poca profundidad (50-100 cm).

Los Suelos de Valle se clasifican en esta categoría debido principalmente a que son de moderadamente profundos a profundos, con infiltración lenta, de texturas moderadamente finas y finas predominantemente, todas estas características les proporcionan tasas lentas, tanto de infiltración como de transmisión de agua, así como también un moderadamente alto potencial de escorrentía.

- **Suelos Ojojona**

Los Suelos Ojojona hidrológicamente se clasifican como Suelos Grupo Hidrológico C

Corresponde a suelos con moderadamente alto potencial de escorrentía e incluye suelos con infiltración lenta cuando muy húmedos. Suelos que poseen un estrato que impide el movimiento de agua hacia abajo, de texturas moderadamente finas; suelos con infiltración lenta debido a sales o álcali. Estos suelos pueden ser pobremente drenados o moderadamente bien drenados con estratos de permeabilidad lenta o muy lenta (fragipan, hardpan, sobre roca dura).

Los Suelos Ojojona, se incluyen en esta categoría debido principalmente a que son poco profundos, con infiltración lenta, de texturas moderadamente finas y finas predominantemente, además poseen una capa o estrato que impide la transmisión del agua a través de todo el perfil, todas estas características les proporcionan tasas lentas, tanto de infiltración como de transmisión de agua, así como también un moderadamente alto potencial de escorrentía.

- **Suelos Naranjito**

Los Suelos Naranjito hidrológicamente se clasifican como Suelos Grupo Hidrológico C.

Corresponde a suelos con moderadamente alto potencial de escorrentía e incluye suelos con infiltración lenta cuando muy húmedos. Suelos que poseen un estrato que impide el movimiento de agua hacia abajo, de texturas moderadamente finas; suelos con infiltración lenta debido a sales o álcali.

Los Suelos Naranjito, se incluyen en esta categoría debido principalmente a que son profundos, con infiltración lenta, de texturas moderadamente finas y finas predominantemente, sin fragmentos gruesos dentro del perfil, todas estas características les proporcionan tasas lentas, tanto de infiltración como de transmisión de agua, así como también un moderadamente alto potencial de escorrentía.

- **Suelos Chandala**

Los Suelos Chandala hidrológicamente se clasifican como Suelos Grupo Hidrológico C.

Corresponde a suelos con moderadamente alto potencial de escorrentía e incluye suelos con infiltración lenta cuando muy húmedos. Suelos que poseen un estrato que impide el movimiento de agua hacia abajo, de texturas moderadamente finas; suelos con infiltración lenta debido a sales o álcali. Estos suelos pueden ser pobremente drenados o moderadamente bien drenados con estratos de permeabilidad lenta o muy lenta (fragipan, hardpan, sobre roca dura) a poca profundidad (50-100 cm).

Los Suelos Chandala se incluyen en esta categoría debido principalmente a que son moderadamente profundos, con infiltración lenta, de texturas finas predominantemente, con fragmentos gruesos dentro del perfil, todas estas características les proporcionan tasas lentas, tanto de infiltración como de transmisión de agua, así como también un moderadamente alto potencial de escorrentía.

Hidrología subterránea en el área de cambio de línea por falla

Los Suelos Ojojona hidrológicamente se identifican como Suelos Grupo Hidrológico C. Corresponde a suelos con moderadamente alto potencial de escorrentía e incluye suelos con infiltración lenta cuando muy húmedos. Suelos que poseen un estrato que impide el movimiento de agua hacia abajo, de texturas moderadamente finas; suelos con infiltración lenta debido a sales o álcali. Estos suelos pueden ser pobremente drenados o moderadamente bien drenados con estratos de permeabilidad lenta o muy lenta (fragipan, hardpan, sobre roca dura) a poca profundidad (50-100 cm).

Los Suelos Ojojona se incluyen en esta categoría debido principalmente a que son poco profundos, con infiltración lenta, de texturas moderadamente finas y finas predominantemente, además poseen una capa o estrato que impide la transmisión del agua a través de todo el perfil, todas estas características les proporcionan tasas lentas, tanto de infiltración como de transmisión de agua, así como también un moderadamente alto potencial de escorrentía.

Hidrología subterránea en el área del Libramiento Copán Ruinas

Por su capacidad de infiltración y su potencial de escorrentía, los Suelos de Valle se clasifican como Suelos Grupo Hidrológico C. Corresponde a suelos con moderadamente alto potencial de escorrentía e incluye suelos con infiltración lenta cuando muy húmedos. Suelos que poseen un estrato que impide el movimiento de agua hacia abajo, de texturas moderadamente finas; suelos con

infiltración lenta debido a sales o álcali. Estos suelos pueden ser pobremente drenados o moderadamente bien drenados con estratos de permeabilidad lenta o muy lenta (fragipan, hardpan, sobre roca dura) a poca profundidad (50-100 cm).

Los Suelos de Valle se clasifican en esta categoría debido principalmente a que son de moderadamente profundos a profundos, con infiltración lenta, de texturas moderadamente finas y finas predominantemente, todas estas características les proporcionan tasas lentas, tanto de infiltración como de transmisión de agua, así como también un moderadamente alto potencial de escorrentía.

4.1.7. Ecosistemas y vegetación en el área del proyecto

Se realizó un estudio con la finalidad de conocer y caracterizar la vegetación existente del área propuesta para su pavimentación, la identificación y análisis de la cobertura boscosa, ecosistemas, zonas de vida existentes en el área del proyecto, así como la identificación de las especies arbóreas que posiblemente se corten. El levantamiento de información se hizo mediante un recorrido en el área.

Debido a las características del proyecto, el estudio comprende la descripción de tres zonas:

- La Entrada-Santa Rita-Copán Ruinas-El Florido (CA-11)
- Área de libramiento Copán Ruinas
- Cambio de línea por falla geológica

A continuación se presentan los resultados del estudio:

4.1.7.1. La Entrada-Santa Rita-Copán Ruinas-El Florido (CA-11)

Durante el estudio se identificó que el área directa del proyecto se ubica en una zona de vida. Se identificaron cuatro (4) ecosistemas diferentes, 24 familias, 31 géneros y 29 especies vegetales.

Zonas de vida

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida de Holdridge, la carretera CA-11 se ubica dentro de la zona de vida que corresponde al Bosque Húmedo subtropical (bh – ST) (Ver Ilustración 51).

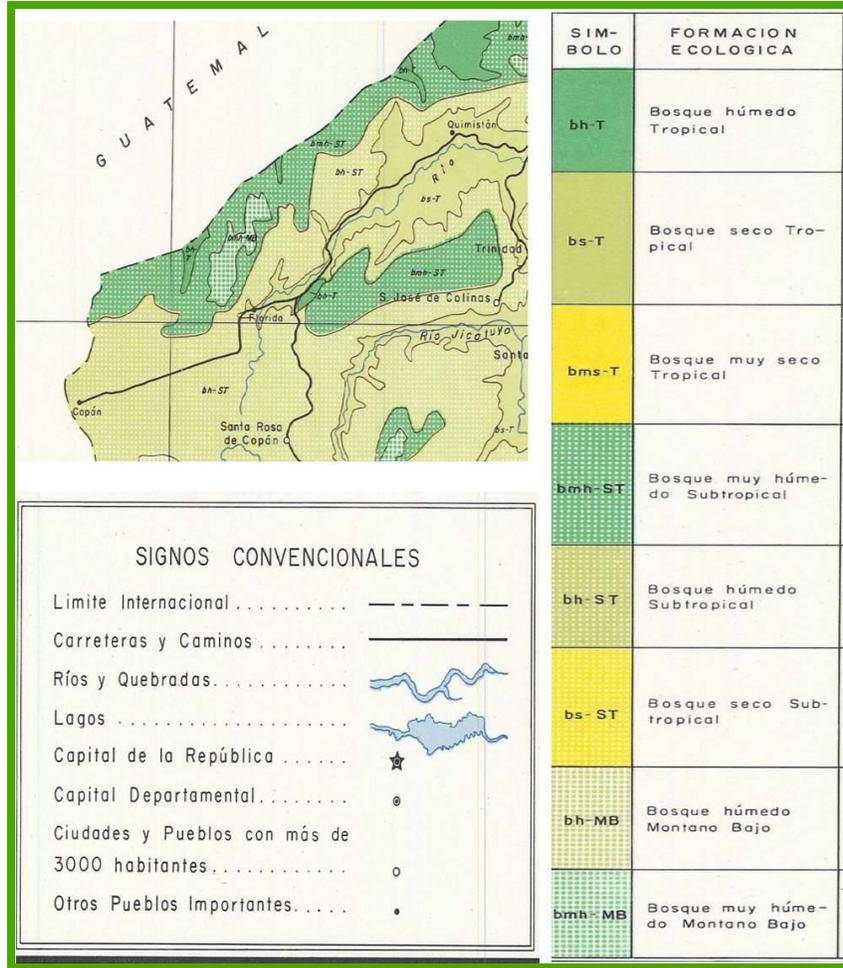


Ilustración 51 Mapa ecológico de Honduras

Fuente: Organización de Los Estados Americanos

- **Bosque Húmedo subtropical (bh – ST)**

En esta zona de vida, la modificación de los bosques a consecuencia del avance de la agricultura, ganadería extensiva y la explotación del bosque han ocasionado una fuerte transformación de los bosque latifoliado y de pino, fisonómicamente los pequeños manchones se caracterizan por ser semidecídulo con árboles rectos y vigorosos que alcanzan una altura entre 15 a 30 metros e incluso más metros de altura, por lo general inermes, con epifitismo escaso.

Ecosistemas

En esta zona de vida se identificaron cuatro ecosistemas diferentes, entre ellos: Bosque latifoliado intervenido, bosque de pino ralo, Matorral y Pasto, y se identificó un Ecosistema de agua dulce de invierno, los que se describen a continuación.

- **Bosque latifoliado intervenido**

Este ecosistema se encuentra formando pequeñas isla o parches utilizados como sombra para el cultivo de café, lo que nos indica que el bosque primario ha sido eliminado en un 60% para desarrollar las diferentes actividades agrícolas, ganaderas y de urbanizaciones a lo largo del tiempo, las siguientes especies se pueden observar en este tipo de ecosistema: *Cordia alliodora*, *Glicicidia sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Bursera simaruba*, *Byrsonima crassifolia*, *Ceiba pentrandia* (Ver Ilustración 52).



Ilustración 52 Bosque latifoliado intervenido, el poco que ha quedado es utilizado como sombra de café

- **Bosque de pino ralo**

Este ecosistema está formado especialmente por *Pinus oocarpa* ralo y a veces mezclado con *Quercus oleoide* y *Byrsonima crassifolia* (Ver Ilustración 53).



Ilustración 53 Bosque de pino ralo

- **Matorral y pasto**

Es el resultado de la modificación de la cobertura boscosa vegetal original, debido a las actividades humanas; este ecosistema está formado por especies arbustivas secundarias que aparecen después de que se ha realizado una actividad agrícola o ganadera y el bosque primario ha sido talado. Las especies alcanzan por lo general una altura de 2-5 metros. Entre las especies que forman este ecosistema se pueden mencionar a las *Asteraceas*, *Mimosáceas*, *Convolvuláceas*, *Asclepiadáceas*, *Poaceas* o *Gramíneas*, *Ciperáceas*, etc. Este tipo de formación se encuentra disperso en todo el recorrido de la sección (Ver Ilustración 54).



Ilustración 54 Matorral y pasto

- **Ecosistema de agua dulce de invierno**

Se forma especialmente en período de lluvia y se encuentra en el lado izquierdo de la carretera, en las coordenadas 303806E – 1662989N, y se encuentra cubierto por lechuga (*Eichornia crassipes*), este ecosistema alberga una diversidad de especies acuáticas, aves, algunos mamíferos, reptiles y anfibios lo que lo hace un ecosistema importante (Ver Ilustración 55).



Ilustración 55 Ecosistema de agua dulce de invierno

Especies vegetales

En el siguiente cuadro se mencionan las especies florísticas identificadas en el área del proyecto. El corte de árboles a lo largo de la carretera no será necesario ya que solamente se realizará un cambio de carpeta asfáltica; sin embargo si será necesario el corte de vegetación en los bancos de préstamo, aunque es importante aclarar que estos bancos ya se encuentran en uso.

N o	Nombre común	Nombre científico	Familia	Status	Uso	CITE S
1	Pino	<i>Pinus oocarpa</i>	<i>Pinaceae</i>	Árbol	Maderable	
2	Encino	<i>Quercus oleoide</i>	<i>Fagaceae</i>	Árbol	Maderable	
3	Madreado	<i>Gliricidia sepium</i>	<i>Papilionaceae</i>	Árbol	Forrajero	
4	Higo	<i>Ficus sp</i>	<i>Moracea</i>	Árbol	Comestible	
5	Ceibo	<i>Ceiba pentrandia</i>	<i>Bombacaceae</i>	Árbol	Maderable	
6	Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	<i>Mimosaceae</i>	Árbol	Maderable	
7	Pito	<i>Erythrina fusca</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Medicinal	
8	Castaño	<i>Sterculia mexicana</i>	<i>Sterculiaceae</i>	Árbol	Maderable	
9	Espada de Morazán	<i>Delonix regia</i>	<i>Caesalpinaceae</i>	Árbol	Ornamental	
10	Mango	<i>Nyctaginaceae</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Árbol	Comestible	
11	Napoleón	<i>Bougainvillea sp</i>	<i>Nyctaginaceae</i>	Arbusto	Ornamental	
12	Ficus benjamina	<i>Ficus benjamina</i>	<i>Moraceae</i>	Árbol	Ornamental	
13	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Struciliaceae</i>	Árbol	Comestible	
14	Guama	<i>Inga vera</i>	<i>Mimosaceae</i>	Árbol	Comestible	
15	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	<i>Boraginaceae</i>	Árbol	Maderable	
16	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	<i>Burseraceae</i>	Árbol	Maderable	
17	San Juan colorado	<i>Vochysia ferruginea</i>	<i>Vochysiaceae</i>	Árbol	Maderable	
18	Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	<i>Malpighiaceae</i>	Árbol	Comestible	
19	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	<i>Cecropiaceae</i>	Árbol	Mirmecofilia	
20	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	<i>Meliaceae</i>	Árbol	Maderable	III
21	pimentilla	<i>Myrcia splendens</i>	<i>Mrtaceae</i>	Árbol	Maderable	
22	mozote	<i>Cenchrus echinatus</i>	<i>Poaceae</i>	Árbol	Maleza	
23	Zacate rodes	<i>Chloris radiata</i>	<i>Poaceae</i>	Hierba	Maleza	
24	arrocillo	<i>Echinochloa colona</i>	<i>Poaceae</i>	Hierba	Maleza	
25	Pega pega	<i>Desmodium tortuosum</i>	<i>Fabaceae</i>	Hierba	Maleza	
26	Dormilona	<i>Mimosa pudica</i>	<i>mimosaceae</i>	Hierba	Maleza	
27	Malva	<i>Sida acuta</i>	<i>Malvaceae</i>	Hierba	Maleza	
28	Lechuga	<i>Eichhornia crassipes</i>	<i>Papaveraceae</i>	Hierba	Maleza	

29	Verdolaga	<i>Portulaca oleraceae</i>	<i>portulacaceae</i>	Hierba	Maleza	
30	Cinco negritos	<i>Lantana camara</i>	<i>Verbenaceae</i>	Hierba	Maleza	
31	clavito	<i>Ludwigia octovalis</i>	<i>Onagraceae</i>	Hierba	Maleza	

Tabla 35 Lista de especies identificadas en el tramo carretero La Entrada-Santa Rita-Copán Ruinas-El Florido (CA-11)

4.1.7.2. Área de cambio de línea por falla geológica

Durante el estudio se identificó que este tramo se ubica en una zona de vida. Se encontraron cuatro (4) ecosistemas diferentes, 21 familias, 29 géneros y 31 especies vegetales.

Zonas de Vida

- **Bosque Húmedo Subtropical (bh – st)**

En esta zona de vida la modificación de los bosques a consecuencia del avance de la agricultura, ganadería extensiva y la explotación del bosque han ocasionado una fuerte transformación de los bosque latifoliado y de pino, fisonómicamente los pequeños manchones se caracterizan por ser semideciduo con árboles rectos y vigorosos que alcanzan una altura entre 15 a 30 metros e incluso más metros de altura por lo general inermes, con epifitismo escaso.

Ecosistemas

En esta zona de vida se identificaron cuatro ecosistemas diferentes, entre ellos: Bosque latifoliado intervenido, matorral, pasto y bosque de galería, los cuales se describen a continuación.

- **Bosque latifoliado**

Este ecosistema se encuentra completamente intervenido donde solo se puede observar uno que otro individuo de lo que era el bosque primario, lo que nos indica que el bosque primario ha sido eliminado casi en su totalidad para desarrollar la ganadería extensiva. Las siguientes especies se pueden observar en este tipo de ecosistema: *Spondia mombin*, *Gliricidia sepium*, *Genipa americana*, *Guazuma ulmifolia*, *Bursera simaruba* (Ver Ilustración 56).



Ilustración 56 Al fondo se pueden observar algunos individuos del bosque primario

- **Pastos**

Este ecosistema se puede observar en todo el trayecto recorrido, los suelos están sembrados con pasto mejorado y otras especies nativas, entre ellas tenemos las siguientes: *Cynodon dactylon*, *Cynodon niemfuensis*, *Eleusine indica*, *Hyparrhenia rufa* (Ver Ilustraciones 57-58).



Ilustración 57 - 58 Pastos mejorados

- **Matorral**

Este ecosistema aparece después que los suelos han sido intervenidos y dejados en reposo o abandonados; luego, han aparecido especies arbustivas y herbáceas que son especies secundarias indicadoras de la intervención del bosque primario o secundario; estos ecosistemas se presentan por lo general en pequeñas extensiones, lo cual son suelos que han sido utilizados para cultivos por los habitantes de las comunidades que se encuentran adyacentes al área del proyecto. Las especies identificadas en este tipo de ecosistema son: *Lantana cámara*, *Mimosa púdica*, *Clidemia sp*, *Muntingia calabura*, *Ageratum conyzoides*, *Baltimora recta* (Ver ilustraciones 59-60).



Ilustración 59 - 60 Matorrales

- **Bosque de galería o ripariano**

El bosque de galería está formado por especies latifoliadas que se encuentran a la orilla del río Copán. Este ecosistema será el más intervenido porque se cortará vegetación para la construcción de dos puentes. Generalmente este tipo de ecosistema se convierte en un hábitat importante para muchas especies faunísticas, utilizándolas como áreas de anidamiento, sitios de alimentación o apareamiento; entre la vegetación se pueden observar están las siguientes especies: *Spondia mombin*, *Muntingia calabura*, *Salix humboldtiana*, *Cecropia peltata*, *Inga vera*, *Guazuma ulmifolia*, *Recinus communis* (Ver Ilustración 61-62).



Ilustración 61 - 62 Bosque de galería en Río Copán

Especies vegetales

Debido al grado de intervención del área propuesta para el cambio de línea, no existe mucha diversidad de especies vegetales a cortar, en su mayoría es pasto y matorrales en ambas márgenes de la carretera.

En los cuadros siguientes se mencionan las especies florísticas identificadas en el área del proyecto y las posibles especies a cortar.

No	Nombre común	Nombre científico	Familia	Status	Uso
1	Pino	<i>Pinus oocarpa Schiede.</i>	<i>Pinaceae</i>	Árbol	Maderable
2	Jobo	<i>Spondia mombin L.</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Árbol	Comestible
3	Madreado	<i>Gliricidia sepium (Jacq.) Steud.</i>	<i>Papilionaceae</i>	Árbol	Forrajero
4	Capulín	<i>Muntingia calabura L.</i>	<i>Elaeocarpaceae</i>	árbol	Comestible
5	Frijolillo	<i>Cassia reticulata Willd.</i>	<i>Caesalpiniaceae</i>	Arbusto	Medicinal
6	Cinco negritos	<i>Lantana cámara l.</i>	<i>Verbenaceae</i>	Hierba	Comestible
7	Jagua	<i>Genipa americana Linn sin. G. caruto H.B.K.</i>	<i>Rubiaceae</i>	Árbol	Comestible
8	Dormilona	<i>Mimosa pudica L.</i>	<i>Fabaceae</i>	Hierba	Maleza
9	Sauce	<i>Salix humboldtiana Willd.</i>	<i>Salicaceae</i>	Árbol	Maderable
10	Cirin	<i>Clidemia sp</i>	<i>melastomaceae</i>	Arbusto	Comestible
11	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia (Jacq.) Steud.</i>	<i>Sterculiaceae</i>	Árbol	Comestible
12	Guama	<i>Inga vera Willd.</i>	<i>Mimosaceae</i>	Árbol	Comestible
13	Laurel	<i>Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken</i>	<i>Boraginaceae</i>	Árbol	Maderable
14	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba (L.) Sarg</i>	<i>Burseraceae</i>	Árbol	Maderable
15	Nance	<i>Byrsonima crassifolia (L.) H.B.K.</i>	<i>Malpighiaceae</i>	Árbol	Comestible
16	Guarumo	<i>Cecropia peltata L.</i>	<i>Cecropiaceae</i>	Árbol	Mirmecofilia
17	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>	<i>Sterculiaceae</i>	Árbol	Comestible
18	Higuerilla	<i>Recinus communis l.</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	Árbol	Medicinal
19	cordoncillo	<i>Piper tuberculatum Jacq.</i>	<i>Piperaceae</i>	Arbusto	Medicinal
20	Guayabo	<i>Psidium guajava L.</i>	<i>Myrtaceae</i>	Árbol	Comestible
21	Criollo	<i>Chloris virgata (L.) Swartz</i>	<i>Poaceae</i>	Hierba	Maleza
22	Pasto bermuda	<i>Cynodon dactylon Swartz</i>	<i>Poaceae</i>	Hierba	Maleza
23	Zacate estrella	<i>Cynodon nlemfuensis (L.) Pers.</i>	<i>Poaceae</i>	Hierba	Maleza

24	Gramma	<i>Eleusine indica (L.) Gaertn.</i>	<i>Poaceae</i>	Hierba	Maleza
25	Jaragua	<i>Hyparrhenia rufa (Nees) Stapf</i>	<i>Poaceae</i>	Hierba	Maleza
26	Flor azul	<i>Ageratum conyzoides L.</i>	<i>Asteraceae</i>	Hierba	Maleza
27	Mirasol	<i>Baltimora recta L.</i>	<i>Asteraceae</i>	Hierba	Maleza
28	Mozotillo	<i>Bidens pilosa L.</i>	<i>Asteraceae</i>	Hierba	Maleza
29	Lechuga	<i>Sanchus oleraceus Blake</i>	<i>Asteraceae</i>	Hierba	Maleza
30	Malva	<i>Sida acuta Burm.</i>	<i>Malvaceae</i>	Hierba	Maleza
31	Estrella	<i>Rhynchospora nervosa ssp Koyama sinomima Dichromena ciliata Vahl</i>	<i>poaceae</i>	Hierba	Maleza
32		<i>Arrabidaea patellifera (Schltdl.) Sandwith</i>	<i>Bignoniaceae</i>	Bejuco	Maleza

Tabla 36 Especies florísticas identificadas en el área del proyecto

Estación	Nombre Común	Nombre Científico	Cantidad de individuos a cortar	Tamaño Aproximado (m)	Edad Aproximada (Años)	Diámetro
55 + 371	Pino	<i>Pinus oocarpa</i>	6	12	18	25 a 45 cm.
	Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	1	7	15	15 a 20 cm.
		Total	9			

Tabla 37 Especies probables a cortar

4.1.7.3. Área del libramiento Copán Ruinas

Este tramo se ubica en una zona de vida. Se identificaron dos (2) ecosistemas diferentes, 19 familias, 22 géneros y 18 especies vegetales

Zonas de vida

- **Bosque Húmedo Subtropical (bh – st)**

En esta zona de vida, la modificación de los bosques a consecuencia del avance de la agricultura, ganadería extensiva y la explotación del bosque han ocasionado una fuerte transformación de los bosque latifoliado y de pino, fisonómicamente los pequeños manchones se caracterizan por ser semideciduo con árboles rectos y vigorosos que alcanzan una altura entre 15 a 30 metros e incluso más metros de altura, por lo general inermes, con epifitismo escaso.

Ecosistemas

En esta zona de vida se identificaron dos ecosistemas diferentes, pastos y bosque de galería o ripariano, los cuales se describen a continuación.

- **Pasto**

Este ecosistema se puede observar en todo el trayecto recorrido, los suelos están sembrados con pasto mejorado (Ver Ilustraciones 63-64).



Ilustración 63 - 64 Uso del suelo con pasto para ganadería extensiva

- **Bosque de galería o ripariano intervenido**

Este ecosistema está bastante intervenido ya que se encuentra a la orilla del área urbana de Copán Ruinas (Ver Ilustraciones 65-66).



Ilustración 65 - 66 Bosque de galería

Especies vegetales

En los siguientes cuadros se mencionan las especies florísticas identificadas en el área del proyecto y las que se cortarán a lo largo de la carretera. Se identificó una plantación de cedros que se verá afectada con el proyecto, aproximadamente se tendrán que cortar 18 árboles.

No	Nombre común	Nombre científico	Familia	Status	Uso	CITES
1	Cachito	<i>Acacia bindsii</i> Benth.	<i>Mimosaceae</i>	Arbusto	Mirmecofilia	
2	Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	<i>Meliaceae</i>	Árbol	Maderable	
3	Limoncillo	<i>Esembeckia</i> sp	<i>Rutaceae</i>	Arbusto	Maderable	
4	Madreado	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	<i>Papilionaceae</i>	Árbol	Forrajero	
5	Piñon	<i>Jatropha curcas</i> L.	<i>Euphorbiaceae</i>	Árbol	Medicinal	
6	Flor blanca	<i>Parthenium</i> <i>hysterophorus</i> L.	<i>Asteraceae</i>	Hierba	Maleza	
7	Flor amarilla	<i>Bidens pilosa</i> L.	<i>Asteraceae</i>	Hierba	Maleza	
8	Zacate pata de gallina	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	<i>poaceae</i>	Hierba	Maleza	
9	Cola de alacrán	<i>Heliotropium</i> sp	<i>Boraginaceae</i>	Hierba	Maleza	
10	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	<i>Strculiaceae</i>	Árbol	Comestible	
11	Tabaquillo	<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	<i>Asteraceae</i>	Hierba	Maleza	
12	Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) H.B.K.	<i>Malpighiaceae</i>	Árbol	Comestible	
13	Higo	<i>Ficus</i> sp	<i>Moracea</i>	Árbol	Comestible	
14	Guayabo	<i>Psidium guajava</i> L.	<i>Myrtaceae</i>	Árbol	Comestible	
15	Casia amarilla	<i>Cassia emarginata</i> L.	<i>Caesalpiniacea</i> e	Árbol	Maderable	
16	Picamano	<i>Cissus sicyoides</i> L.	<i>Vitaceae</i>	Bejuco	Maleza	
17	Laurel de la india	<i>Ficu benjamina</i> L.	<i>Moraceae</i>	Árbol	Ornamental	
18	Guanacaste	<i>Enterolobium</i> <i>cyclocarpum</i> (Jacq.) Gris.	<i>Mimosaceae</i>	Árbol	Maderable	
19	Maíz	<i>Zea mays</i> L.	<i>Poaceae</i>	hierba	Comestible	
20	Capulin	<i>Muntingia calabura</i> L.	<i>Elaeocarpaceae</i>	Árbol	Comestible	
21	Sauce	<i>Salix humboldtiana</i>	<i>Salicaceae</i>	Árbol	Maderable	

		Willd.				
22	Calaica	<i>Momordica charantia</i> L.	<i>Cucurbitaceae</i>	Bejuco	Medicinal	

Tabla 38 Especies florísticas identificadas en el área del proyecto

Coordenadas	Nombre Común	Nombre Científico	Cantidad de individuos a cortar	Tamaño Aproximado (m)	Edad Aproximada (Años)	Observaciones	Fotografía
268426 - 1641247	<i>Cedro</i>	<i>Cedrela odorata</i>	18	3	3	Es una plantación de cedro con un diámetro entre 5 a 10 cm.	 <p>Plantación de cedros</p>

Tabla 39 Especies probables a cortar

4.1.8. Estudio de biodiversidad

Para la realización del estudio de biodiversidad de especies de fauna en el tramo carretero La Entrada - El Florido, se seleccionaron los pocos sitios de bosque latifoliado, los cuales están restringidos a pequeñas isla o parches utilizados como sombra para el cultivo de café, lo que nos indica que el bosque primario ha sido eliminado en un 60% para desarrollar las diferentes actividades agrícolas, ganaderas y de urbanizaciones a lo largo del tiempo. También se utilizaron las áreas con pino ralo y una laguna de invierno. En estas áreas se identificaron por observación directa especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

Para la observación nos apoyamos en el uso de Guías de campo para los diferentes taxones, GPS, cámara fotográfica y binoculares 8 X 42. También se realizó una revisión bibliografía para elaborar de acuerdo a sus rangos altitudinales y de distribución, una lista de las especies de posible ocurrencia a lo largo de este tramo de carretera.

Las observaciones se realizaron en los siguientes sitios:

- Cuerpos de agua: 2+100, 9+780
- Pino Ralo: 44+400 a 45+200, 58+00 a 60+800, 67+500 a 70+400
- Parches de Bosque Latifoliado: 14+700 a 15+700, 22+500 a 22+800, 27+400 a 27+800, 34+800 a 35+600, 37+800 a 38+600, 8+695.82, 30+800 a 31+ 100, 32+100 a 33+100.

Para los reptiles y anfibios se realizó una revisión exhaustiva de distintas fuentes bibliográficas que resume prácticamente todo lo publicado sobre la distribución de los anfibios y reptiles en Honduras y Centroamérica. De acuerdo a las distribuciones de herpetofauna propuestas por Savage (1966) las

especies de posible ocurrencia se encuentran dentro de la zona conocida como tierras altas hondureñas. Carr (1950) divide más específicamente esta zona, y de acuerdo a ese documento la zona de estudio se encuentra en la Cordillera Norte de la región de Serranía. La combinación de las últimas dos clasificaciones especiales junto con las zonas de vida encontradas en la zona producto de la clasificación de Holdridge (1967) se obtiene que teóricamente pueda haber una gran diversidad de anfibios y reptiles si no se toma en cuenta el impacto de origen antropogénica. Utilizando las clasificaciones antes mencionadas y trabajos recientes sobre distribución de anfibios y reptiles se obtiene la siguiente lista de especies probables de ocurrencia en el área de estudio:

En relación a los anfibios de acuerdo a Willson y Townsend (2007), McCranie 2007, Kohler 2013, McCranie 2014, se obtiene una lista de 28 especies de anfibios con probable ocurrencia en el área de estudio. Muchas de las especies que se enlistan se adaptan muy bien a lugares desde levemente alterados a altamente alterados por el ser humano, algunos de ellos presentan reproducción explosiva durante y después de las lluvias cuando se forman charcas y lagunas temporales., tal es el caso de *Dendropsophus microcephalus*, *Chaunus marinus*, *Smilisca baudinii* entre otros. Estas especies pueden ser encontradas en los pocos parches de bosques latifoliados y bosques de galería, son por ejemplo *Oedipina sp.* *Tlalocohyla picta*, *Hypopachus barberi*. Especies de los géneros *Ptychohyala* y *Plectrohyla* viven en árboles, en bosques latifoliados y de galería.

Un total de 33 especies de reptiles son de probable ocurrencia según Wilson y Townsend (2007), Kohler (2008), McCranie (2011), McCranie y Hedges (2012), McCranie 2014. Muchas de las especies de reptiles tienen una distribución muy amplia y reptiles forrajeadores activos que se mueven activamente en días soleados por lo que se adaptan muy bien a lugares muy intervenidos, tal es el caso de *Holcosus*, *Aspidocelis*, *Norops sp.* *Ctenosaura sp.* *Sceloporus sp.* Otras especies son muy poco probables o sus poblaciones podrían estar muy reducidas.

No	Nombre científico	
	Anfibios	Reptiles
1	<i>Bolitoglossa mexicana</i>	<i>Hemidactylus frenatus</i>
2	<i>Bolitoglossa rufescens</i>	<i>Phyllodactylus tuberculatus</i>
3	<i>Oedipona ignea</i>	<i>Coleonyx mitratus</i>
4	<i>Oedipina enlogata</i>	<i>Sphaerodactylus glaucus</i>
5	<i>Chaunus marinus</i>	<i>Sphaerodactylus continentalis</i>
6	<i>Incilius coccifer</i>	<i>Basiliscus vittatus</i>
7	<i>Incilius ibarraii</i>	<i>Laemactus longipes</i>
8	<i>Incilius vallyceps</i>	<i>Ctenosaura similis</i>
9	<i>Agalychnis moreletti</i>	<i>Iguana iguana</i>
10	<i>Dendropsophus microcephalus</i>	<i>Sceloporus malachiticus</i>
11	<i>Plectrohyla guatemalensis</i>	<i>Sceloporus olloporus</i>

12	<i>Ptychohyla hypomykter</i>	<i>Sceloporus squamosus</i>
13	<i>Ptychohyla salvadorensis</i>	<i>Norops crassulus</i>
14	<i>Scinax satufferi</i>	<i>Norops laevis</i>
15	<i>Smilisca baudinii</i>	<i>Norops sericeus</i>
16	<i>Tlalocohyla loquax</i>	<i>Mabuya unimarginata</i>
17	<i>Tlalocohyla picta</i>	<i>Sphenomorphus cherriei</i>
18	<i>Rachycephalus venulosus</i>	<i>Ameiva undulata</i>
19	<i>Crangastor charadra</i>	<i>Aspidocelis deppii</i>
20	<i>Engystomops pustulosus</i>	<i>Aspidocelis motaguae</i>
21	<i>Leptodactylus fragilis</i>	<i>Epictia ater</i>
22	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	<i>Boa constrictor</i>
23	<i>Leptocactylus silvanimbus</i>	<i>Adelphicos quadrivirgatum</i>
24	<i>Hypopachus barberi</i>	<i>Adelphicos quadrivirgatum</i>
25	<i>Hypopachus variolosus</i>	<i>Coniophanes fissidens</i>
26	<i>Lithobates brownorum</i>	<i>Coniophanes piceivittis</i>
27	<i>Lithobates maculatus</i>	<i>Drymarchon melanurus</i>
28	<i>Lithobates vaillanti</i>	<i>Drymobius margaritiferus</i>
29		<i>Lampropeltis triangulum</i>
30		<i>Leptophis mexicanus</i>
31		<i>Kinosternon scorpioides</i>
32		<i>Rhynoclemys pulcherrima</i>
33		<i>Trachemys sp.</i>

Tabla 40 Lista de especies de anfibios y reptiles identificadas en el tramo carretero La Entrada-Santa Rita-Copán Ruinas-El Florido (CA-11)

Para las aves, nos apoyamos en las guías de campo: A Guide to the Birds of México and Northern Central América (Howell & Webb 1994) y Birds of North América (National Geographic society 2000) y se realizó una revisión de la base de datos de eBird que reporta 317 especies para la zona basada en 222 listados. En el grupo de las aves la mayoría de las especies observadas no se restringen a un solo tipo de vegetación y las aves prefieren tanto las áreas de bosque bien conservado, como las asociadas a las áreas con cultivos agrícolas. La mayoría de las especies identificadas presentan un amplio rango de distribución en Honduras, pudiendo habitar el bosque latifoliado y las áreas con vegetación secundaria o matorral. Sin embargo, el número de especies registradas dentro y en los alrededores de la carretera representa solo una fracción de las que potencialmente se pueden encontrar en el tramo recorrido.

A la orilla de los ríos y fuentes de agua las especies que es más frecuente observar son las garzas como garza blanca *Ardea alba*, la garcita morena *Egretta caerulea*, así como aves acuáticas como el gallito de agua *Jacana spinosa*. En los parches de bosque latifoliado observamos las chorchas (*Icterus sp.*), los tijules (*Crotophaga sulcirostris*, Colibrís del género *Amazilia*, Coas como *Trogon melanocephalus*, los pericos (*Aratinga sp.*). En el bosque de pino observamos los querques (*Cyanocorax melanocyanus*), el el guaracaco (*Melanerpes formicivorus*), las urracas café (*Cyanocorax morio*) y los chileros (*Myiozetetes similis* y *Pitangus sulfuratus*).

Para los mamíferos nos apoyamos en las guías de campo: Reid (1997) y Marineros L. y F. Martínez (1998). El número de especies de mamíferos esperadas en la zona de estudio es especulativo ya que se basa en las distribuciones presentadas por Reid (2009). Estas distribuciones son mapas cuya escala no permite discernir con claridad los límites de la distribución de las especies. Este es el caso de varias especies de murciélagos.

Obtuvimos poca evidencia visual de este grupo a lo largo de la carretera, ya que sin duda son el grupo más afectado por los cambios y la reducción de las áreas naturales que han dado paso a centros poblados y áreas de cultivo. La mayoría de las especies reportadas tiene una distribución amplia en el territorio hondureño, destacando entre ellas, la guatusa (*Dasyprocta punctata*), el guazalo (*Didelphis marsupialis*), el cusuco (*Dasybus novemcinctus*), la ardilla (*Sciurus variegatoides*), el mapache (*Procyon lotor*), el conejo (*Sylvilagus floridanus*), Zorrillo (*Conepatus leuconotus*, Ver Ilustración 67), la taltuza (*Orthogeomys sp.*) Por su parte otras especies de mamíferos grandes y medianos han sido reportados por la gente local como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), Tepezcuinte (*Cuniculus paca*), Tigrillo (*Leopardus wiedii*), Gato cervan (*Puma yagouaroundi*). Estas especies han sido observadas en las áreas de bosque alejadas del tramo carretero o incluso en áreas más retiradas a la misma debido a que son de tamaño corporal grande o son depredadores, por lo que en general requieren de extensiones grandes de hábitat natural para el mantenimiento de poblaciones viables y a la presión ejercida por la intervención humana.



Ilustración 67 Zorrillo (*Conepatus leuconotus*) atropellado en tramo 58+00

4.1.9. Áreas silvestres protegidas

En relación a áreas naturales, al norte de la carretera, aproximadamente a 9 km en línea recta se encuentra el Parque Nacional Cerro Azul Copán, ubicado cerca de la frontera con Guatemala, en la margen derecha del Río Motagua, entre los municipios de Florida, El Paraíso y San Antonio. Fue declarado como Parque Nacional bajo Decreto 87-87 del Congreso Nacional. Cuenta con una superficie de 154.59 km² (Ver Ilustración 50).

Cerca de la estación 50+000, la carretera colinda con la microcuenca Quebrada El Encino- La Calera, declarada como área de protección bajo Acuerdo RFC No5, en el año de 1988. La microcuenca pertenece al municipio de Santa Rita Copán, es utilizada para consumo doméstico y beneficia a la comunidad de Santa Rita. Cuenta con un área de 615.03 ha y la tenencia de la tierra es de naturaleza privada - ejidal (Ver Ilustración 68).

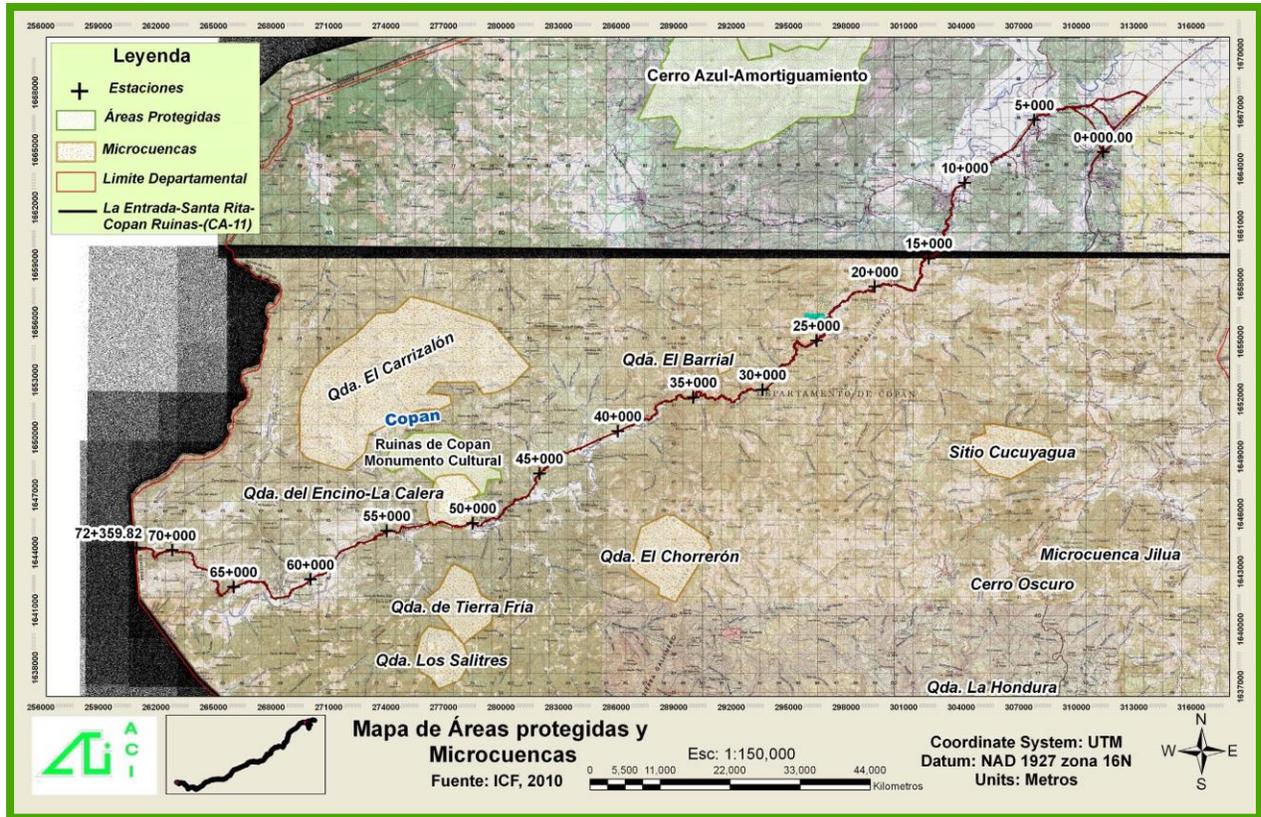


Ilustración 68. Mapa de áreas protegidas y microcuencas

4.1.10. Patrimonio histórico, cultural y arqueológico

Se ejecutó en el caso que nos ocupa, un estudio arqueológico para la evaluación del impacto del proyecto de obra sobre elementos de carácter arqueológico que pudieran verse afectado por el diseño propuesto de rehabilitación de la carretera CA11. –Tramo La Entrada -Copán Ruinas-El Florido. El tramo se ha sido dividida en dos secciones, la primera de La Entrada a Copán Ruinas (55.58 Km) y la segunda de Copán Ruinas a El Florido (7.40 Km).

En el primer recorrido de superficie y la prospección arqueológica nos situó ante un sector poblado a ambos lados de la carretera CA11. Esta intervención arqueológica **ha** permitido evaluar una superficie total y gracias a ella se ha podido verificar la existencia de restos materiales arqueológicos dentro los límites de la traza de la carretera en un segmento de ella.

El segundo tramo se pudo verificar la no existencia de restos materiales arqueológicos en superficie dentro los límites establecidos en el diseño del trazo carretero.

4.1.10.1. Objetivos

La evaluación planteó los objetivos siguientes:

- La ubicación e identificación de sitios y evidencias arqueológicas dentro del área de evaluación del tramo La Entrada Copán a Copán Ruinas en sus dos segmentos y el tramo de Copán Ruinas a El Florido.
- Proceder al registro técnico de los sitios arqueológicos de los nuevos sitios encontrados a través de las fichas de campo (Fichas del INSAHN), fotografías, planos con georeferenciación en coordenadas UTM, croquis de recorridos, teniendo como referencia lo establecido en el Reglamento de Investigaciones Arqueológicas vigente.
- Señalar la afectación y potenciales impactos arqueológicos sobre los componentes del Patrimonio Arqueológico del área en evaluación, frente a las obras viales previstas.
- Identificar las medidas de mitigación o correctoras necesarias para compatibilizar la preservación y protección de los bienes arqueológicos registrados, con las obras viales previstas para la construcción.

4.1.10.2. Ubicación Geográfica

Los tramos de la Carretera de CA11 que fueron objeto de evaluación son La Entrada de Copán, 309389 E - 1666622 N (Punto Triángulo en la Comunidad de La Entrada) a Copán Ruinas 268630 E - 1641002 N como primer tramo; el segundo tramo de Copán a El Florido Copán , 263418 E - 1643274 N.

4.1.10.3. Área evaluada

La longitud del área comprende los 62.9 kms.de longitud del tramo 1 y 2 de la CA11. Se estudió del eje de la línea: 3.60 m (ancho de calzada), una franja de 2.60 metros a cada lado del mismo, como área de afectación directa y una banda adicional de 5.00 m a cada lado del límite de la anterior como una área de afectación indirecta (Ver Ilustración 69).

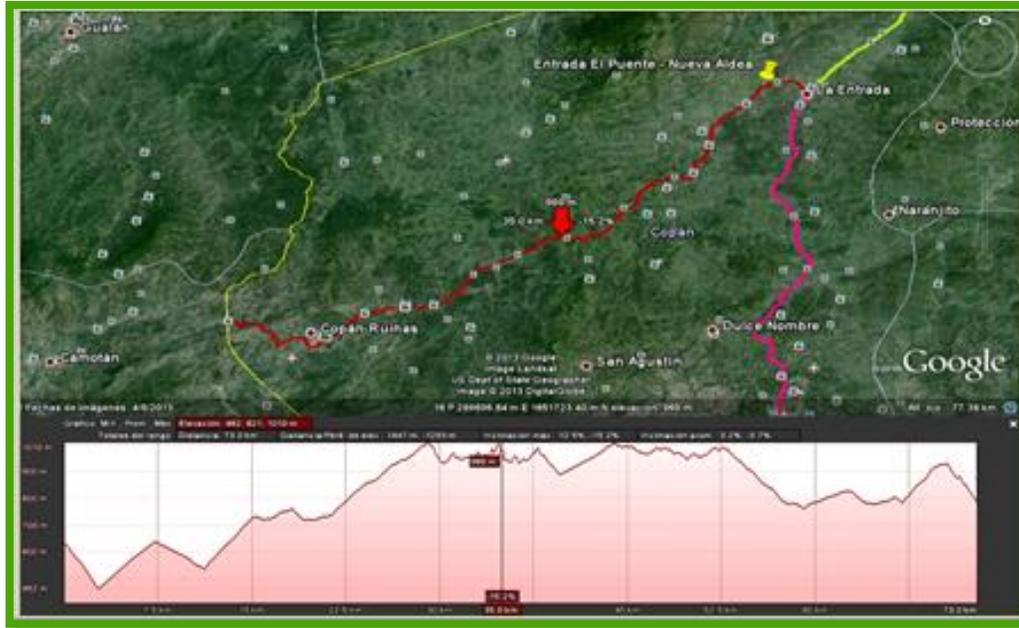


Ilustración 69 Área evaluada arqueológicamente Tramo CA11

Fuente: Presentación de trabajo de Programa Pre-Inversión Vial de Honduras. CA4, CA10, CA11 y caminos de acceso (Corredor de Occidente). ACI 2014.

La parte exterior a estas áreas, se tenía planificado examinar dependiendo de su potencial arqueológico visible, por ejemplo, de encontrarse evidencias de tipo monumental o complejo, situación que no se presentó por no tener conocimiento al momento de ejecución de la prospección (por definir) quedo pendiente de evaluación arqueológica de las otras áreas en este tramo, como campamentos, canteras y botaderos, porque igual que el área de afectación directa están también marcados por la realidad geográfica del entorno por la relación causa efecto entre las obras de la carretera y las áreas.

4.1.10.4. Evaluación por tramos

4.1.10.4.1. Tramo 1 La Entrada Copán - Copán Ruinas

Para la evaluación arqueológica el tramo se dividió en dos segmentos, se inició examinando un primer segmento de La Entrada de Copán a Santa Isabel Copán, el segundo segmento de Santa Isabel a Copán Ruinas.

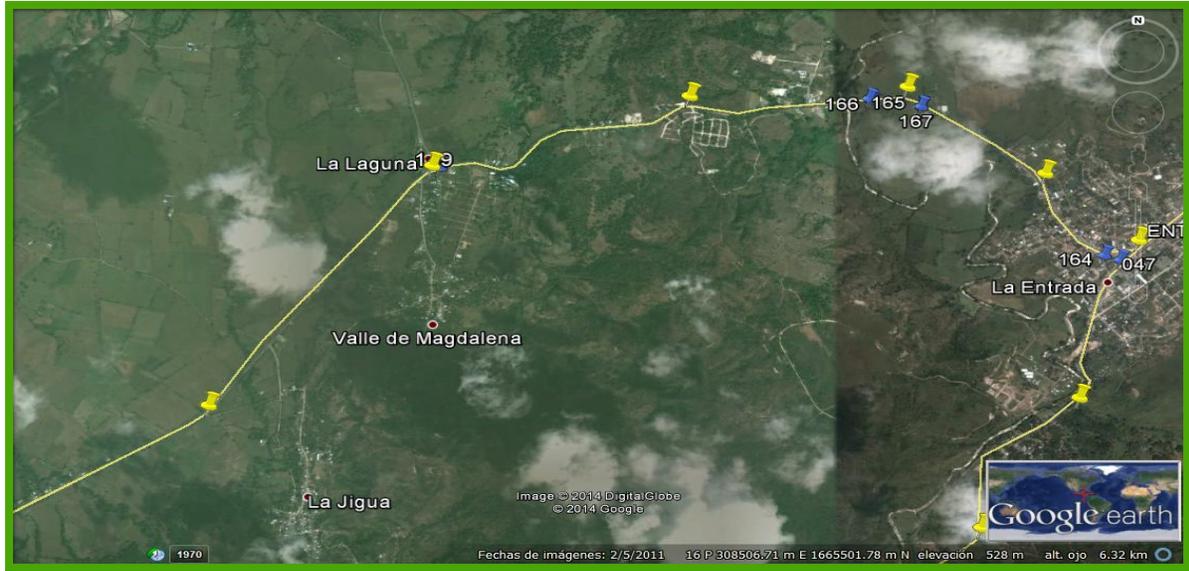
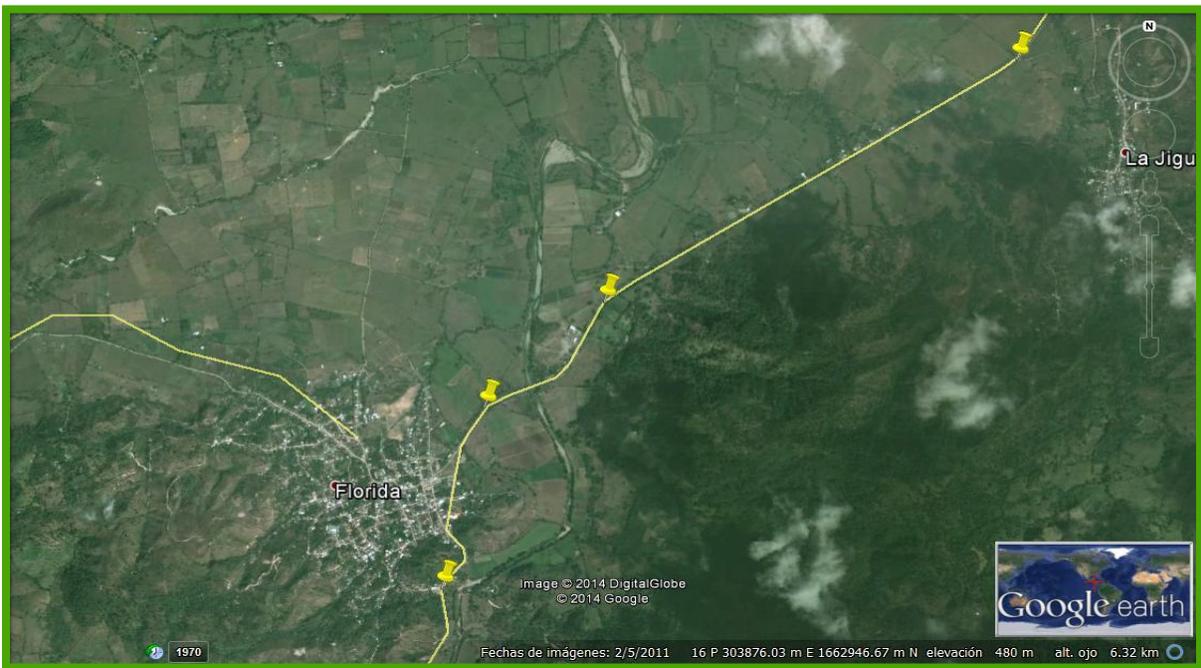


Ilustración 70 Recorrido prospección arqueológica desde La Entrada Copán (Nueva Arcadia) a la Jigua – a Florida Copán



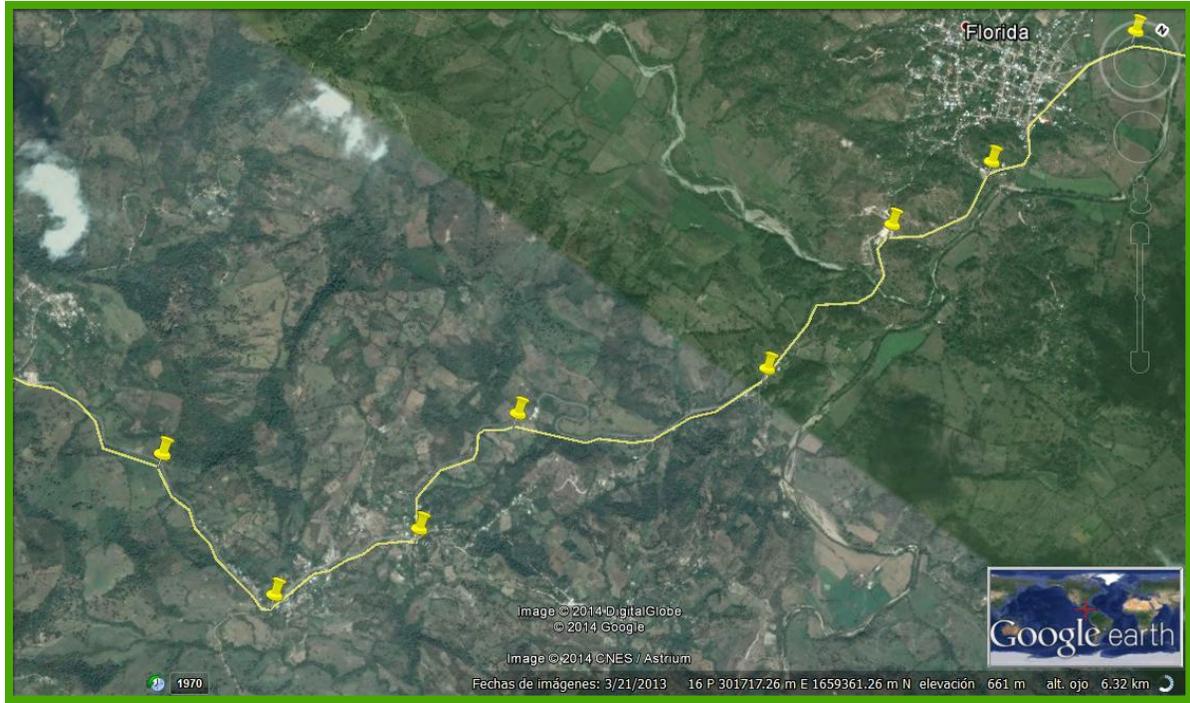
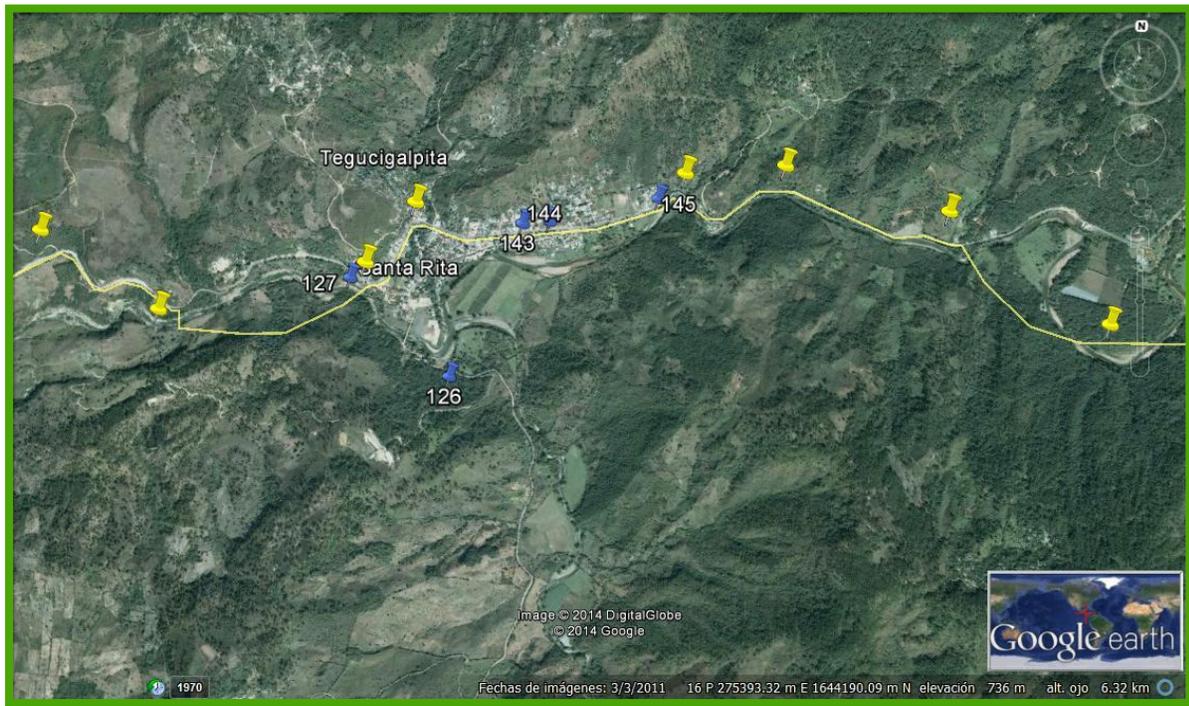


Ilustración 71 Recorrido prospección arqueológica desde Florida Copán -El Jaral - Santa Rita



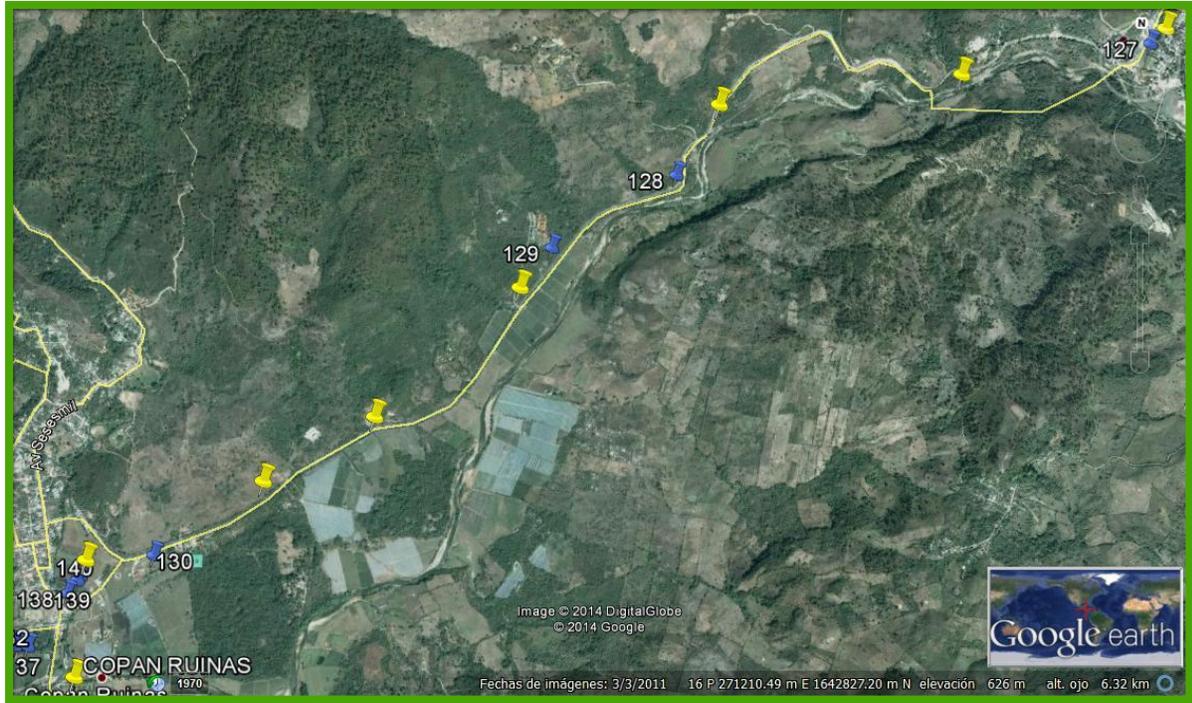
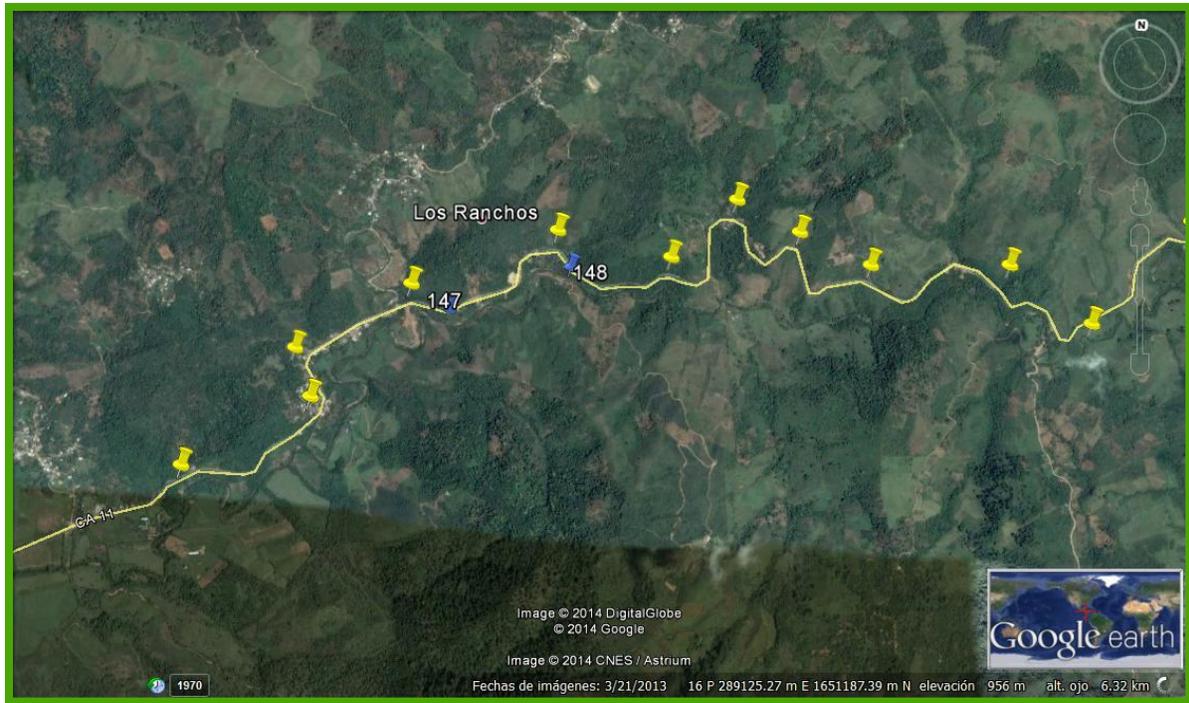


Ilustración 72 Recorrido prospección arqueológica desde Santa Rita – a Copán Ruinas

4.1.10.5. Antecedentes Arqueológicos

Debido a la riqueza arqueológica del valle de Copán, el Estado de Honduras en 1982 mediante Acuerdo Presidencial 185-82, estableció lo siguiente:

“Declarar Monumento Nacional todos los restos arqueológicos muebles e inmuebles del territorio que abarca la Zona Geográfica conocida como Valle del Río Copán y sus afluentes, desde el caserío Los Ranchos, teniendo como punto de referencia las coordenadas 880520 de la hoja cartográfica No. 2460 IV Serie E752 ‘Dulce Nombre’ de la Dirección General de Cartografía hasta la frontera con Guatemala, comprendiendo las bolsas de Río Amarillo, El Jaral, Santa Rita y Copán. Se abarcan de esta forma la ciudad prehispánica de Copán con todos sus pueblos tributarios, y con los cuales conformó una urbe socio-política.”



Desde la comunidad Los Ranchos hasta la frontera del Florido es la declaratoria de Monumento Nacional .Acuerdo Presidencial 185-82.

El Monumento Nacional Ruinas de Copán consta de aproximadamente 250 hectáreas de las cuales unas 141 pertenecen a, y son administradas por el Instituto Hondureño de Antropología e Historia (IHAIH). Esas 141 hectáreas comprenden el Parque Arqueológico Copán (Grupo Principal, Las Sepulturas, El Cementerio, y El Bosque), el predio donde se ubica el Centro de Investigaciones Arqueológicas (CRIA), así como 50 hectáreas de área de reserva donde se localiza el sitio arqueológico de Río Amarillo. El Sitio Maya de Copán fue declarado Patrimonio Cultural de la Humanidad por UNESCO en 1980.

Copán es y ha sido la ciudad más exhaustivamente estudiada del área maya desde el siglo pasado, lo que se ha traducido en un entendimiento mejor de la sociedad maya clásica en toda la región.

Diego García de Palacios en su carta enviada al rey Felipe segundo de España con fecha 8 de marzo de 1576, dice sobre la existencia de Copán: “Cerca del dicho lugar como van a la ciudad de San Pedro, el primer lugar de la provincia de Honduras, que se llama Copán, están unas ruinas y vestigios de gran población y de soberbios edificios, y tales que parecen que en ningún tiempo pudo a haber...”.

En el año 1834, el coronel Juan Galindo visitó Copán y elaboró el primer plano de la Ruinas, los informes del coronel Galindo entusiasmaron a John L Stephens y a Federico Catherwood a viajar a Centro América.

En 1839, el presidente de los Estados Unidos, confió a Stephens una misión diplomática en Centroamérica, la que aprovecho para explorar las ruinas mayas. A Stephens lo acompañó el arquitecto y artista inglés Federick Catherwood, cuyos dibujos de las esculturas mayas ilustran el libro que sobre su recorrido por Honduras publicó Stephens, ellos tuvieron muchos problemas con el arrendatario del terreno donde estaban los vestigios arqueológicos, para solucionar esta situación, Stephens compro el terreno por la cantidad de 50 Dólares, el propietario del terreno era Don Bernardo Águila, y lo arrendaba don José María Acebedo.

Es 1843, el Congreso de la Republica de Honduras declara a Copán como Zona Nacional de Antigüedades. Poco después en 1845 el gobierno central establece jurisdicción sobre la región, prohibiendo el daño a los monumentos y obligando a las autoridades a velar por su protección; sin embargo es hasta 1874 que se circunscribe y deslindó el área arqueológica con el fin de separar las áreas destinadas al uso agrícola y habitacional establecido en el título de San Miguel de Copán, reiterando el gobierno la obligación de salvaguardar los bienes arqueológicos

En 1891, el inglés Alfred P. Maudslay, hizo un estudio sobre las esculturas y jeroglifos de Copán. Como resultado, publicó entre 1889 y 1902 “Arqueología, Biología de Centroamericana”, además se dedicó a confeccionar moldes de algunas esculturas para su reproducción en el museo británico.

Las primeras excavaciones científicas en Copán las realizó el museo Peabody de la Universidad de Harvard, mediante convenio en 1891. Fueron designados los arqueólogos Jonh G. Owens y George B. Gordon para trabajar, producto de las excavaciones se publicaron tres informes científicos entre 1896 y 1902.

En 1920, Silvanus Morley publica el libro “Las Inscripciones de Copán”. El gobierno de Honduras y la Institución Carnegie en 1935, iniciaron el proyecto de investigaciones y restauración de la zona arqueológica de Copán, la mayor parte de las estructuras restauradas que se encuentran en el grupo principal se hicieron bajo este proyecto, Stromsvik fue el director. Bajo este proyecto se ejecuta una gran obra de ingeniería para la protección de los bienes arqueológicos, la desviación del río Copán a su cauce actual para que el río no continuara destruyendo los templos del lado este de la Acrópolis.

En 1975 IHAH, da inicio al proyecto de reconocimiento del Patrón de Asentamiento del Valle de Copán, proyecto dirigido por Gordon Willey respaldado por el museo Peabody de la Universidad de Harvard. Para 1978 el Gobierno de Honduras continua con las investigaciones mediante el proyecto arqueológico Copán (PAC) bajo la dirección de Claude Baudez. En 1982, el IHAH y la Universidad del Estado de Pensilvania firman un convenio de investigación arqueológica para ser financiado por dicha universidad, el objetivo científico realizar excavaciones en los sitios rurales del Valle de Copán, Santa Rita y Cabañas, con el fin de determinar diferencias y relaciones con el barrio de Las Sepulturas y el Centro Cívico Ceremonial de la Antiguas Ciudad de Copán.

En 1985 el IHAH y la Universidad de Illinois iniciaron el proyecto de investigaciones arqueológicas en la estructura 10L-26, en donde se encuentra la escalinata jeroglífica. Así mismo en 1989, el museo de la Universidad de Pensilvania hace investigaciones arqueológicas en Copán, específicamente excavaciones mediante túneles para conocer las diferentes fases de construcción de la acrópolis.

Unos de los descubrimientos más trascendentales de este proyecto fue el hallazgo de dos tumbas con abundantes objetos como ofrendas. Una tumba corresponde a los restos de un hombre, a quien los epigrafistas le llamaron Kinich Yax Ku Mo, quien fue el primer gobernante de la última dinastía de Copán y otra tumba una mujer, posiblemente corresponda a la esposa de Yax Ku Mo.

A 1988, el IHAH inició el Proyecto Acrópolis Copán (PAC), el objetivo de investigar y restaurar algunos de los edificios construidos en la Acrópolis, catalogar y almacenar las esculturas diseminadas en las ruinas. De los descubrimientos más importantes en el PAC, se encuentra el hallazgo de la tumba de quien se supone fue el décimo segundo gobernante de Copán, encontrado en el interior de la escalinata jeroglífica y la estela número 63, que contiene la fecha 465 D.C. Estela que tiene relación con el primer gobernante de Copán.

Al interior del templo 16 se encontró el templo Rosalila o templo del Rey Sol este es el primer templo descubierto en Copán, como una estructura completa.

Mientras en los valles adyacentes, como el de Florida se lleva a cabo la investigación arqueológica sistemática, inicia a principios de los años 1980 dentro el Proyecto Arqueológico La Entrada (PALE) auspiciado por la Misión Técnica del Japón y el Instituto Hondureño de Antropología e Historia (IHAH).

En 1996, se inaugura el museo de la Escultura, construido con el objetivo de conservar la escultura y para tener una visión definida de las formas en que los templos y demás construcciones de la época de máximo esplendor de los mayas de Copán.

En 1998, el IHAH creó el programa Integral de Conservación del Patrimonio Arqueológico de Copán, siendo el arqueólogo Seichii Nakamura su primer director. Además de las actividades de conservación del patrimonio arqueológico, el PICPAC ha realizado actividades de salvamento arqueológico entre el pueblo de Santa Rita y Copán, a ambos lados de la carretera. El hallazgo más interesante se produjo en el año 2000 al encontrarse una tumba al sur de la estela 6. Entre su contenido, además de parte de la osamenta y de las vasijas, lo más sorprendente fueron los dos pectorales de Jade decorados con figuras mayas y el tejido del petate, símbolo de poder. Otro de los proyectos del IHAH es el de la conservación de la escalinata jeroglífica.

Desde el 2005, en Copán Ruinas se ha seguido con proyectos de Investigación en el sitio principal, enfocados en conservación, consolidación, restauración y potenciación turística de áreas específicas de las Ruinas, así mismo se continúan los proyectos de Investigación Arqueológica en la zona rural de Copán, en Río Amarillo, El Cafetal y El Paraíso. Se presentan varios proyectos de rescate arqueológico en toda el área desde el Valle de Florida hasta Copán, debido a la presión demográfica y crecimiento de los asentamientos modernos que tienen necesidad de ejecutar obras y proyectos de infraestructura para satisfacer las necesidades.

4.1.10.6. Historia cultural del área

Con los datos acumulados, podemos entrever la historia cultural prehispánica del área ya que se encuentra geográficamente cerca de Copán. En la investigación tenemos datos firmes sobre la primera ocupación humana desde el período preclásico medio solamente fue ocupado extensamente en este período en el sitio Las Pilas.

No obstante que la ocupación de este período, aparentemente se limitó a las cuencas de los ríos Chamelecón y Obraje, es decir a lugares de fácil acceso a las fuentes de agua que ofrecían un buen potencial ecológico. Este patrón de asentamiento implica que estos ríos eran muy importantes para la subsistencia de los habitantes de este período. La ubicación de los principales sitios arqueológicos de la región; a lo largo del río Chamelecón, sugiere que ahí se estableció una ruta de intercambio comercial y social importante que contribuyó al desarrollo político y económico en la zona (Nakamura 1987, 1991). El análisis de la cerámica y elementos arquitectónicos de los sitios arqueológicos registrados durante prospecciones realizadas en la zona también indican una conexión fuerte con Copán. Así mismo, la evidencia arqueológica indica relaciones con grupos del Valle de Sula, y la región del río Motagua en Guatemala (Nakamura 1987).

Las investigaciones en la región del Valle de Florida señalan una interacción compleja entre sociedades identificados como “Maya” y sociedades catalogados como “no-Maya”. Los cambios culturales graduales que se han identificado a lo largo de esta zona de interacción sugieren que la llamada frontera sureste de Mesoamérica no ha sido completamente definida (Schortman y Nakamura 1991). Así mismo, la evidencia arqueológica indica la presencia de sociedades complejas y estratificadas en la región de Florida, cuyas élites mantenían interacciones estrechas con las élites de zonas vecinas, incluida la ciudad Maya de Copán.

El sitio arqueológico El Puente se asienta a dos (2) kilómetros de la confluencia de los ríos Chamelecón y Chinamito, lo cual lo ubica en un corredor natural que conecta los valles de La Venta y Florida con la cuenca del río Motagua, en Guatemala, y los valles de Sula y Copán. La posición estratégica de El Puente le confiere un rol importante en las rutas de intercambio económico y cultural entre grupos maya y no-maya.

En la región destaca también el sitio arqueológico de El Abra, reconocido como un importante centro regional donde se han registrado una gran cantidad de esculturas de mosaico similares a las de Copán. En El Abra se descubrió una tumba con cerámica de Copán, una de las vasijas encontradas contiene un texto jeroglífico con el nombre de un personaje local (se presume que es el ocupante de la tumba) relacionado con el nombre del decimosexto gobernante de Copán, YaxPasaj (763-820 DC).

Otro sitio arqueológico importante en la región es Los Higos, donde se descubrió una estela que retrata a un gobernante local. Tal parece que la élite de este sitio continuaba gobernando pese al desequilibrio político de Copán a raíz de la derrota del decimotercer gobernante en el año 738 DC. Esta derrota pudo haber ocurrido en el valle cercano de El Paraíso, donde se investigan otros sitios arqueológicos con aparentes lazos con Copán (Bell, Canuto, y Ramos 2000).

4.1.10.6.1. Valle de Copán

El Departamento de Copán se caracteriza por una topografía escarpada, cortada por pequeños valles entre las montañas, donde los suelos aluviales propios para la agricultura han sostenido a las poblaciones de la región durante tiempos prehispánicos, coloniales y modernos. La principal cuenca hidrográfica en la región es la cuenca del Río Copán, tributario del Río Motagua. La cuenca del Río Copán tiene una extensión aproximada de 25 km y un área de 500 km². Esta cuenca inicia en la confluencia de los ríos Amarillo y Blanco y a lo largo de su curso presenta cinco bolsones aluviales, denominados de este a oeste Río Amarillo Oriental, Río Amarillo Occidental, El Jaral, Santa Rita, y Copán.

Las investigaciones arqueológicas indican que las primeras ocupaciones humanas del Valle de Copán se remontan a unos 2300 años AC. (Rue et al. 2002). Estas poblaciones sedentarias con base en el cultivo de maíz aumentaron de tamaño a finales del Período Preclásico, destacando los asentamientos en Cerro Chino y Los Achiotes.

A inicios del Período Clásico, el valle de Copán experimentará cambios profundos en su organización política y social con el establecimiento de la dinastía Maya de Kinich Yax Kuk Mo en el año 426 DC. Los 15 gobernantes que le sucedieron fueron numerados a partir de él. Durante los 400 años de esta dinastía, la ciudad maya de Copán constituyó el centro político y cultural de un territorio amplio que cubría los límites de la frontera sureste del área Maya y su periferia. Durante el Período Clásico Maya (400-800 DC), la esfera de influencia de Copán comprendía una parte significativa del actual occidente de Honduras y el área de Quiriguá, en el sureste de Guatemala.

Justo antes de su colapso en el temprano noveno siglo A.D., Copán ha estado aparentemente intentando ampliar su acceso y control de los recursos y territorio en el vecino territorio ocupado Lenca a su este. Este intento claramente implicó el establecimiento de un enclave permanente de alto estatus Lenca en una de las zonas residenciales de elite de Copán. No está claro si el enclave consistió de comerciantes o de élite o prisioneros; en cualquier caso, la diferencia étnica se mantuvo y presumiblemente fue un factor importante en el tratamiento de Copán de los habitantes del enclave. Relaciones de Copán con sus vecinos de Lenca fueron probablemente condicionadas por varios factores: la dependencia económica de Copán 1) sobre los lencas para tener acceso a las rutas comerciales, mercancía o mercados, 2) inestabilidad dentro del estado de Copán debido al crecimiento acelerado de la población (especialmente del sector élite), tensión en la producción agrícola local de subsistencia y cultivos suntuarios y consiguiente empobrecimiento, 3) el crecimiento de los poblados.

Copán, al igual que otros centros primarios del área Maya, presenta una acrópolis con arquitectura monumental, múltiples plazas formales, edificios con escultura elaborada y una concentración densa de textos jeroglíficos. Dentro de su zona de influencia se distinguen una serie de sitios secundarios o tributarios de Copán. Uno de los sitios secundarios mejor conservados en la zona es el sitio de Río Amarillo. El sitio de Río Amarillo se ubica a unos 18 kilómetros al noroeste del Parque Arqueológico Copán.

Durante el período Clásico Maya, y particularmente durante el Clásico Tardío (*circa* 800 DC), Río Amarillo mantuvo estrechas relaciones con el importante sitio de Copán. En la zona de confluencia del Río Amarillo con el Río Blanco y la unión de la Quebrada El Borbollón se han registrado 27 sitios arqueológicos con un total de 190 estructuras (Canuto 1996). Estudios realizados en dicha zona de confluencia indican que Río Amarillo fue el asentamiento central de un sistema de sitios ubicados en el valle del mismo nombre, entre los cuales destacan El Raizal, Los Achiotres y Piedras Negras. Aunque estos sitios cuentan con estructuras de dimensiones significativas, Río Amarillo destaca por su monumentalidad y calidad arquitectónica.

La zona de influencia de Copán se extiende a los Valles de La Venta, La Florida y El Paraíso. El valle de El Paraíso se ubica a 27 km al noreste de Copán, 30 km al sur de Quiriguá, y 20 km al oeste de El Puente. El valle contiene dos asentamientos importantes del período Clásico (400-850 d.C.) El primero, conocido como El Paraíso, está ubicado a lo largo del borde sudeste del actual pueblo, cerca de Quebrada Rosario. El sitio arqueológico de El Paraíso exhibe un plano arquitectónico de patio cuadrangular con una plataforma elevada y dividida en tres patios hundidos, y esculturas de estilo maya. El otro centro, El Cafetal, está ubicado a un km al sudoeste sobre el lado opuesto del Río Ocote (Canuto, Bell 2005). Los investigadores han señalado que la disposición abierta de las estructuras de El Cafetal, alrededor de una plaza, es similar a la de El Puente (Nakamura et al 1991, Canuto, Bell 2005). Ver Ilustraciones 73-74.



Ilustración 73 Principales sitios de los Valles de Florida, El Paraíso y Copán

Fuente: Canuto Marcelo Ellen Bell 2005

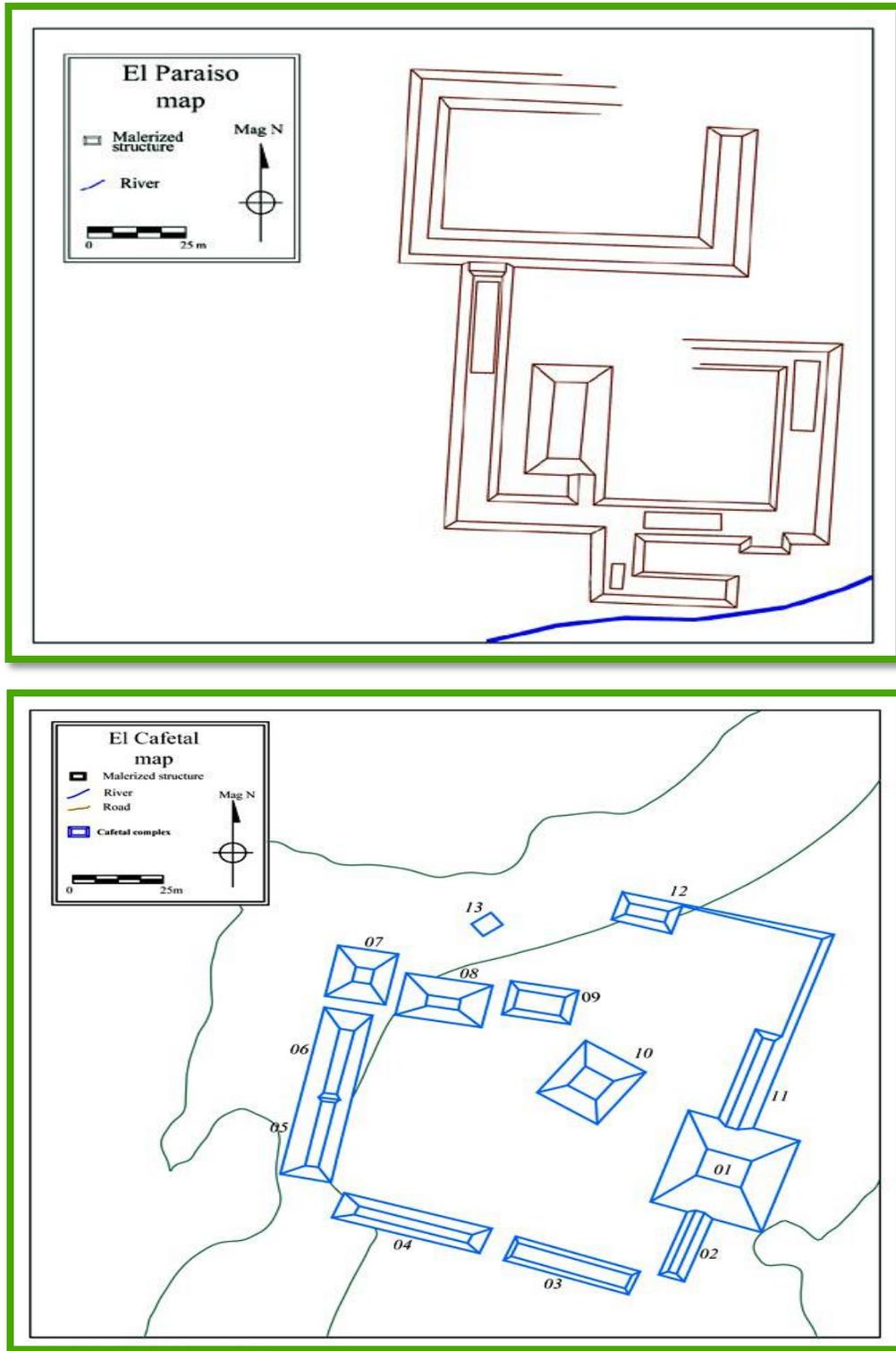


Ilustración 74 Mapas rectificados de los principales sitios del Valle del Paraíso, Copán

Fuente: Fuente: Canuto Marcelo Ellen Bell 2003

5. Diagnóstico Socio-económico

El tramo carretero CA-11 con una longitud de 72.36 km, entre La Entrada y El Florido, en del departamento de Copán, es una vía importante ya que asegura el flujo de personas a este sector del país, que además de ser importante por sus actividades productivas y el tránsito internacional de mercaderías entre Honduras y Guatemala, es la vía que conduce a uno de los principales destinos turísticos tanto a nivel nacional como internacional como lo es el Parque Arqueológico Copán Ruinas. Esta vía, igual permite a las y los pobladores de esta región del país, que tengan acceso a servicios de salud, educación y a la conectividad de estas zonas productoras de la región, al corredor logístico principal del país.

Actualmente, la superficie de rodadura en la Carretera CA-11 que brinda acceso a los municipios de Copán Ruinas, Cabañas, Santa Rita, San Agustín y Concepción llega hasta el punto fronterizo de El Florido y muestra condiciones de circulación muy dificultosas, pues además del deterioro estructural, se observan puntos específicos de la vía que han cedido dada la presencia de fallas geológicas importantes.

En las siguientes secciones se presentan las características socioeconómicas de dichos municipios y en la sección final un inventario de las propiedades que pueden verse afectadas por la ejecución de la obra, la cual consiste en la rehabilitación de la calzada actual, y dos cambios de líneas para evitar el paso por una falla geológica y la entrada al centro de Copán Ruinas.

5.1. Poblaciones en el área de influencia del proyecto y vivienda

El tramo carretero La Entrada-El Florido (CA-11) actualmente atraviesa los municipios de Nueva Arcadia, La Jigua (Valle de Magdalena y La Laguna), Florida, San Jerónimo, Santa Rita (El Pedernal, El Jaral), Copán Ruinas hasta llegar a la zona fronteriza con Guatemala, El Florido. En total, en estos municipios, de acuerdo a proyecciones al 2015 del Censo de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Estadística del 2001, existe una población 169,717, donde los municipios de Nueva Arcadia y Copán Ruina son los más densamente poblados. Del total de la población de los seis municipios, 84,141 son hombres y 85,576 son mujeres tal y como se muestra en la Tabla 41.

Nombre del municipio	Población por sexo		Total población
	Hombres	Mujeres	
Nueva Arcadia	Hombres	25,403	51,686
	Mujeres	26,283	
La Jigua	Hombres	4,409	9,159
	Mujeres	4,750	
Florida	Hombres	14,351	28,615
	Mujeres	14,264	
San Jerónimo	Hombres	2,993	5,402
	Mujeres	2,409	
Santa Rita	Hombres	15,389	31,049
	Mujeres	15,660	
Copán Ruinas	Hombres	21,596	43,806
	Mujeres	22,210	

Tabla 41 Datos de población total rural y urbana en los municipios que atraviesa el tramo La Entrada–El Florido (CA-11)

Fuente: Proyecciones de población -2015 por departamento y municipio. Instituto Nacional de Estadísticas de Honduras.

5.2. Descripción de los municipios existentes a lo largo del tramo carretero

5.2.1. Nueva Arcadia–Copán

El municipio de Nueva Arcadia colinda al norte con los municipios de Macuelizo del departamento de Santa Bárbara y Florida en Copán; al sur con el municipio de San Nicolás, al este con el municipio de Protección, los dos del departamento de Santa Bárbara y al oeste con el municipio La Jigua de Copán. Se llega a él por medio de la carretera pavimentada CA-4. Está dividido en 13 aldeas y 82 caseríos.

Es un sector rico por su naturaleza, las condiciones de su suelo son aptas para la producción agrícola. El territorio es montañoso, formando valles con tierras fértiles propias para el pasto y aconsejable para la ganadería.

Tiene una extensión territorial de 151.Km2, proyecciones de población del año 2015 estimaban 51,686 habitantes, el índice de desarrollo humano lo ubica en la posición 0.688 y la esperanza de vida al nacer es de 71 años¹¹.

La historia documenta que Nueva Arcadia existía desde 1740 como "Hacienda Santa Efigemia", creció rápidamente debido al flujo de los trabajadores que llegaron a establecerse con sus familias para trabajar en ella, en 1837 lograron que se formara el municipio con el nombre de Nueva Arcadia, pasando el caserío que formaba la hacienda de Santa Efigemia como cabecera municipal; según Resolución No. 361, emitida por el señor Presidente de la República Doctor Ramón Villeda Morales,

¹¹ PNUD. Informe de desarrollo humano Honduras. 2011.

se traslada la cabecera municipal a La Entrada en fecha 29 de abril de 1961. Recibió el Título de ciudad mediante Decreto Legislativo No. 213-93 con fecha 1 de octubre de 1993.

El municipio tiene trece aldeas: La Entrada (ciudad), Agua Buena, Buenos Aires, Chalmeca, Jimerico o Piedra Parada, La Cuchilla, La Unión, Los Pozos, Los Tangos, Nueva Arcadia, Quebrada Seca, San Isidro, y San Pablo del Roble.

5.2.1.1. Características de las viviendas

En cuanto a la cobertura de vivienda, existen aproximadamente en el municipio de Nueva Arcadia 6,480 viviendas, de las cuales 99.8% son particulares y solo un 0.2 % son colectivas, distribuidas de la siguiente manera:

Viviendas particulares	Viviendas colectivas	Viviendas ocupadas	Viviendas desocupadas
6,470	10	5,625	845

Tabla 42 Total de viviendas municipio de Nueva Arcadia, Copán

Fuente: SINIMUN. Diagnóstico Institucional Y Financiero, Municipio de Nueva Arcadia, Copán. COFINSA.

La mayoría de las paredes de las casas son predominantemente de bloque con un 43.8%, le sigue el adobe con un 40.9% y el bahareque con un 7.7% (Ver Tabla 43).

Material predominante en las paredes exteriores	Casos	%
Ladrillo rafón	248	3.83
Piedra rajada o cantera	23	0.36
Bloque de cemento o concreto	2836	43.83
Adobe	2648	40.93
Madera	171	2.64
Bahareque	499	7.71
Palo o caña	13	0.2
Material de desecho	19	0.29
Otro	13	0.2
Total	6,470	100

Tabla 43 Material predominante de paredes de viviendas municipio de Nueva Arcadia

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas, Honduras C.A. Censo de Población y Vivienda 2001 Procesado con Redatam+SP

En cuanto al techo de las viviendas, la mayoría de las casas poseen lámina de zinc para un estimado del 45%, seguido de un 41% que tiene teja de barro, y 5% de lámina de asbesto (Ver Tabla 44).

Material predominante en el techo	Casos	%
Teja de barro	2,675	41.34
Lámina de asbesto	332	5.13
Lámina de zinc	2,940	45.44
Concreto	215	3.32
Paja, palma o similar	5	0.08
Material de desecho	19	0.29
Otro	284	4.39
Total	6,470	100

Tabla 44 Material predominante del techo de las viviendas en el municipio de Nueva Arcadia

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas, Honduras C.A. Censo de Población y Vivienda 2001 Procesado con Redatam+SP.

5.2.1.2. Medios de transporte y comunicaciones

El municipio cuenta con dos empresas de transporte que cubren la ruta noroccidental, principalmente Copán Ruinas. Cuenta con una flota de 34 unidades con capacidad de 52 pasajeros, existiendo también una organización de propietarios de taxis que cuentan con 12 unidades. Actualmente para transporte urbano hay una flota de aproximadamente 83 moto taxis.

También tienen acceso con las 23 aldeas y caseríos por carreteras de segunda clase que son transitadas a diario por buses y vehículos pequeños que transportan pasajeros y carga.

5.2.1.3. Actividades económicas

Las principales fuentes de ingresos familiares en el municipio proceden de la producción de granos básicos, especialmente el maíz que es el rubro de mayor producción con 58.75%, seguido del frijol con 35% y de otras actividades productivas, tales como la comercialización del café y ganado bovino (Ver Tabla 45).

En la actualidad, el municipio cuenta con una Población Económicamente Activa (PEA) de 8,427 habitantes, de esta PEA solo 8,275 se encuentran ocupados, el resto que equivale a 152 habitantes se encuentra desocupada. En el municipio aproximadamente 10,789 habitantes se encuentran en edad de trabajar, estos datos revelan la demanda existente en el municipio de fuentes de empleo y la necesidad de inversión para crearlas¹².

¹² PEDM de Nueva Arcadia. Diagnóstico Institucional Y Financiero, Municipio de Nueva Arcadia, Copán. COFINSA.

Actividad económica de la empresa, institución o lugar	Empleos	%
Agricultura	9,050	89.5
Cría de ganado vacuno y de ovejas, cabras, caballos, asnos, mulas y burdéganos	415	4.01
Comercio	651	6.04
Total	10,116	100

Tabla 45 Actividades productivas en el municipio de Nueva Arcadia

Fuente: PEDM de Nueva Arcadia. Diagnóstico Institucional Y Financiero, Municipio de Nueva Arcadia, Copán. COFINSA.

Debido al acelerado desarrollo espontáneo, gracias a su privilegiada y excelente ubicación, el municipio de Nueva Arcadia ha tenido la aparición de un gran número de actividades comerciales, de servicios y distribución, por lo que este sector constituye la primera fuente de ingresos de la comunidad urbana y de la municipalidad en particular (Ver Tabla 46).

El área rural con su principal actividad, la agricultura, contribuye con el desarrollo del sector servicio del área urbana a través de las demandas de sus necesidades biológicas y económicas, tales como el crédito bancario, servicios de hoteles, farmacias, alimentos, etc., mismos que son adquiridos en el centro urbano más cercano que es la cabecera departamental.

Tipo de comercio	Cantidad
Bancos	8
Cooperativas (agrícolas, lácteos y transporte)	4
Bodegas y beneficios	5
Farmacias	6
T.V. por cable	2
Comedores	9
Casetas de golosinas	40
Pulperías	162
Hoteles	5
Hospedajes	5
Moteles	1
Restaurantes	8
Heladerías	3
Barberías	4
Estaciones de radio	6
Salas de belleza	2

Tipo de comercio	Cantidad
Corte y confección	4
Talleres de mecánica	24
Talleres de tapicería	2
Talleres de baterías	3
Talleres de ebanistería	4
Talleres de refrigeración	3
Supermercados	7
Gasolineras	5
Depósitos de refresco	3
Casas comerciales	6
Billares	14
Molinos de amasar	21
Ventas de medicinas naturales	3
Carnicerías	10
Veterinarias	7
Auto lotes	2
Ventas de madera en general	60
Venta de ropa de segunda	20
Venta de zapatos	30
Ferreterías	8
Plazas comerciales	3

Tabla 46 Actividades económicas desarrolladas en el municipio de Nueva Arcadia, Copán

Fuente: PEDM de Nueva Arcadia. Diagnóstico Institucional Y Financiero, Municipio de Nueva Arcadia, Copán. COFINSA.

5.2.1.4. Presencia Institucional

El municipio cuenta con poca presencia institucional; funcionan oficinas regionales de las principales instituciones gubernamentales del país, entre ellas se encuentra las siguientes:

- SANAA: Prestando los servicios de agua potable, apoyo técnico administrativo a las Juntas de Agua de sistemas rurales, construcción de acueductos rurales con la participación ciudadana, de acueductos rurales.
- HONDUTEL: Brinda los servicios de telefonía básica, teledatos, servicio de fax e Internet.

- CENTRO DE SALUD: Presta los servicios de consulta externa, exámenes generales, desinfección y coloración de sistemas de agua, vacunación infantil, mujeres de edad fértil, educación en salud, comités de salud en aldeas y caseríos.
- REGISTRO CIVIL MUNICIPAL: Prestando los servicios de inscripción de los hechos y actos del estado civil de las personas, trámite de tarjetas de identidad.
- Juzgado de Paz.
- Secretaría de Educación. (SE) Dirección Distrital.
- Instituto Hondureño de Antropología e Historia.
- Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE).
- Policía preventiva.

Además de las organizaciones públicas, se encuentran las organizaciones no gubernamentales (ONG), los organismos privados de desarrollo (OPD) y proyectos de organismos internacionales. Algunas de las instituciones y/o empresas privadas, lo mismo que ONG más importantes que se ubican dentro del municipio de Nueva Arcadia son:

- DIA: Desarrollo Integral Alternativo.
- Cooperación Española.
- Proyecto JICATUYO.
- FUNDEMUN.
- Plan de Honduras.
- COPROLAVE. S.A.: Cooperativa de Productos Lácteos y Veterinarios.
- FINACOOOP: Financiera de Cooperativas Agropecuarias.
- Adicionalmente, se cuenta con la presencia de la Fundación para el Desarrollo de la Entrada, Copán (FUNDELEC).

5.2.1.5. Infraestructura

• Centros de salud

La cobertura de salud está formada por la oferta de servicios que consiste en cuatro CESAMOS y tres CESARES distribuidos en la zona rural. Además operan consultorios médico privados. La vacunación se ofrece gratuitamente y se implementan campañas anuales de vacunación.

• Educación

En el ámbito de la educación existen en el municipio centros de educación pública y privada en todos los niveles, desde preescolar hasta la educación diversificada. Funciona también una sede del Centro Universitario a distancia de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Universidad Cristiana Evangélica y Universidad Metropolitana de Honduras.

En educación Básica el promedio de alumnos(as) por maestro(a) es de 34, en educación media es de 50 alumnos(as), en Prebásica es de 16 alumnos(as). La tasa de alfabetización en el municipio es de 75.9, mayor a la tasa general del departamento de Copán que es de 68.2. A continuación se presentan algunos datos referentes al número de centros de educación, alumnos(as) y maestros(as).

Centro	No. Centro	Alumnos(s)			Maestros(as)		
		F	M	T	F	M	T
Básica Adultos	1	61	92	153	5	4	9
Escuelas Urbanas Oficiales	8	1,548	1,551	3,099	70	20	90
Escuelas Rurales Oficiales	16	772	838	1,610	22	17	39
Escuelas Rurales PROHECO	4	129	129	258	7	1	8
Escuelas Urbanas Privadas	2	102	92	194	11	1	12
Escuelas Rurales Privadas	1	22	26	48	2	1	3
Educación Media	7	1,881	1,358	3,239	34	30	64
Centro Estudio Básico	2	717	669	1,386	40	9	49
SEMED	1	281	177	458	11	14	25
Pre Básica	22	439	476	915	29	29	58

Tabla 47 Centros de educación, alumnos(as) y maestros(as) funcionando en Nueva Arcadia

5.2.1.6. Servicios básicos

A continuación se presentan los servicios básicos con que cuenta el municipio de Nueva Arcadia.

- **Energía eléctrica**

La mayor parte del municipio cuenta con servicio de energía eléctrica pero no hay datos disponibles que permitan estimar dicho porcentaje. Los datos del Censo del 2001 están completamente desactualizados pues reflejan que para ese momento el candil de gas era utilizado por un 47% de la población y solamente el 46% tenía energía eléctrica, el resto se iluminaba con velas u ocote, de allí que no se consideran válidos dichos datos y no se presentan los mismos.

- **Agua potable**

En casi todas sus aldeas se dispone de abastecimiento de agua potable a través de un sistema público o comunal, sin embargo de acuerdo a datos del Censo del 2001, el 94% de la población tiene acceso

al agua potable de la red pública. En La Entrada, el servicio de agua potable es suministrado por el SANAA. Las viviendas que no cuentan con servicio de agua potable la toman de vertiente o río.

- **Tren de aseo**

De acuerdo a los datos del Censo del 2001, el 64% de la población elimina la basura quemándola o enterrándola y sólo un 14% tiene servicio de tren de aseo. En La Entrada, existe servicio de tren de aseo, el cual es supervisado por la Unidad de Medio Ambiente y es realizado con maquinaria propia de la municipalidad. La recolección en el área comercial y en el mercado se realiza diariamente y dos veces por semana en el área residencial. Según el censo de población y vivienda del 2001, de 2,770 viviendas encuestadas en el área urbana, la recolección de basura se hace en un 24% por carros recogedores de basura, la mayoría (54%) quema o entierra la basura y el grupo restante utiliza otros medios, en tanto en el área rural el medio preferido es la quema o entierro (74%). La municipalidad tiene actualmente 1,737 abonados(as) registrados(as). En el sitio de disposición de la basura no hay tratamiento.

- **Alcantarillado sanitario**

Para la eliminación de excretas, el casco urbano de La Entrada cuenta con dos sistemas de alcantarillado y tiene registrados a 932 abonados. Sin embargo, el censo del 2001 revela que en una encuesta realizada a 2,835 viviendas, el 60% (1,704) tienen conexión al sistema de alcantarillado. En el área urbana (La Entrada) un 14% tiene tanque séptico, un 7% tira las agua negras a ríos y quebradas, un 5% tiene letrina y el grupo restante no tiene servicio sanitario. En el área rural, el 43% usa fosa séptica, un 14% letrinas y el 35% no tiene servicio sanitario.

- **Comunicaciones**

El municipio cuenta con servicio telefónico de HONDUTEL con una cobertura urbana media y un número aproximado de abonados de 1488, con un aumento promedio de 75 abonados por año. Existe cobertura de telefonía celular de las dos compañías con licencia en Honduras.

Funcionan también medios de comunicación locales como televisión local: canal 23 católico, canal 8, T. V. maya canal 2, Telemas Canal 13, y canal 21 evangélico. Radio emisoras locales: Radio Sideral, Estéreo Roca, Radio Inspiración, Stereo Sol, Radio Cultural y Stereo Felicidad.

5.2.2. La Jigua (Valle de Magdalena y La Laguna)

La cabecera municipal de La Jigua se encuentra en el poblado del mismo nombre y la misma se conecta con la carretera CA-11 que cruza el Valle de Magdalena. La Laguna se comunica por una carretera de tierra transitable todo el año. Por otro lado, el municipio de La Jigua se encuentra conectado con la red vial nacional por medio de la carretera pavimentada que conduce de la Entrada

(Nueva Arcadia) a Copán Ruinas y frontera con Guatemala-El Florido conocida como la CA 11, la que los vincula con la zona occidental y central del país.

5.2.2.1. Medios de transporte y comunicación de la zona

El transporte interno está compuesto por buses que hacen ruta hacia otros municipios de Florida. El transporte interurbano es brindado por las empresas Hedman Alas, Saenz, Torito, Sultana, entre otros.

En relación a los servicios de comunicación, La Jigua cuenta con central telefónica de HONDUTEL, servicio de telefonía móvil, medios de comunicación escrita y televisiva, radioemisoras, correo nacional e Internet.

5.2.2.2. Actividades económicas

La Jigua es un municipio con una extensión territorial de 114.Km² que se comunica por medio de una calle pavimentada CA-11 que conduce del municipio de Nueva Arcadia (La Entrada) hacia el resto del occidente a través de la carretera CA-4 o hacia la frontera con Guatemala en el lugar conocido como El Florido. El índice de desarrollo humano de este municipio lo ubica en la posición 0.599 y la esperanza de vida al nacer es de 69 años¹³.

En términos económicos la mayor proporción de tierras cultivadas están representadas por los pastos tanto cultivados como silvestres debido a la ganadería extensiva que es el principal patrimonio económico del municipio, seguida por el café, también el cultivo de granos básicos a escala pequeña y otros cultivos menores.

Otra fuente de ingresos del municipio es la industria turística debido a la presencia del sitio arqueológico El Puente, habilitado para la visita tanto de nacionales como extranjeros, al cual se llega en parte por la carretera CA-11 y de allí se toma la calle hacia dicho atractivo. El comercio ha sido floreciente con la instalación de pequeñas tiendas de diferentes productos, también cuenta con algunas empresas de prestación de servicios (bodegas de granos, beneficios de café, talleres, etc.). Existen en el sector comedores populares y hospedajes.

No cuenta con instituciones bancarias pero existen cooperativas de ahorro.

5.2.2.3. Presencia institucional

El municipio cuenta con poca presencia institucional de regionales de las principales instituciones gubernamentales del país, entre ellas las siguientes:

- Secretaría de Educación. (SE) Dirección Distrital.

¹³ PNUD. Informe de desarrollo humano Honduras. 2011

- Secretaría de Salud (SS) Cesamos y Cesar.
- Empresa Hondureña de Telecomunicaciones (HONDUTEL).
- Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE).
- Instituto Hondureño de Antropología e Historia.
- Policía preventiva.

Además de las organizaciones públicas, se encuentran las organizaciones no gubernamentales (ONG), los organismos privados de desarrollo (OPD) y proyectos de organismos internacionales.

5.2.2.4. Infraestructura

- **Centros de salud**

La Jigua cuenta con diversos centros de salud compuestos por clínicas públicas y privadas, CESAMO, CESAR y clínicas odontológicas privadas.

- **Centros educativos**

El sector educación se ha desarrollado con el establecimiento de centros de enseñanza públicos y privados, tanto a nivel preescolar, primario, secundario.

El municipio de la Jigua cuenta con 16 escuelas primarias oficiales en el área urbana y rural, y un instituto de educación media en la cabecera municipal. Funciona un centro básico de nueve grados y una escuela primaria en La Laguna y otra en el Valle de Magdalena.

5.2.2.5. Servicios básicos

A continuación se presentan los servicios básicos con que cuenta la población beneficiada por el proyecto.

- **Agua potable**

El municipio La Jigua cuenta con acceso al agua potable en un 84%. En la siguiente tabla se presenta la fuente de donde se obtiene la misma.

Procedencia del agua	Casos	%
De tubería del sistema público o privado	299	84.23
De pozo malacate	8	2.25
De vertiente, río o arroyo	34	9.58
De vendedor o repartidor ambulante	1	0.28
Otro	13	3.66

Procedencia del agua	Casos	%
Total	355	100.00

Tabla 48 Procedencia del servicio de agua potable para el municipio de La Jigua

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas, Honduras C.A. Censo de Población y Vivienda 2001 Procesado con Redatam+SP.

- **Energía eléctrica**

Para los datos del censo de 2001, la gran mayoría de los hogares de las aldeas disponían de alumbrado con candil o lámpara a keroseno, sin embargo hoy día disponen de energía eléctrica que fue instalada a finales del año 2001.

- **Tren de aseo**

Ni en la cabecera municipal ni en las aldeas poseen servicio de tren de aseo, la cabecera municipal cuentan con botadero comunitario abierto.

- **Alcantarillado sanitario**

La cabecera municipal cuenta con servicio de aguas negras, en las aldeas y caseríos vierte las aguas a la calle y poseen letrinas.

5.2.3. Florida

La cabecera municipal de Florida se encuentra en el poblado del mismo nombre y la misma se conecta con la carretera CA-11 que la atraviesa. Por otro lado, el municipio de Florida se encuentra conectado con la red vial nacional por medio de la misma carretera pavimentada CA-11 que se conecta a la carretera CA-4, vinculándolos con la zona occidental y central del país.

El municipio colinda al norte con la República de Guatemala, al sur con los municipios de San Nicolás y San Antonio, al este con el municipio de La Jigua y al oeste con los municipios de San Antonio y El Paraíso. Tiene una superficie de 345 kms².

El origen de su nombre se supone que es debido a la rica y florida vegetación de sus campos, el señor Francisco Pineda, que fue el fundador de la cabecera de ese municipio, la denominó Florida.

En su principio se conoció como "Aldea San José de los Yulpates" fue creada alrededor de 1836, año en que se les otorgó título de los ejidos a los vecinos de esa Aldea, posteriormente en el año de 1884 se le dio la categoría de Municipio.

El Municipio de Florida registra 35 aldeas y 119 caseríos según datos del censo del 2001.

De acuerdo a estos datos de 2001, el 79% de la población era rural y ascendía a 19,918 y la urbana con 5,065 representando el 21%.

5.2.3.1. Características de las viviendas

El 40% de las casas tienen paredes de adobe, 20% madera y 18% bloque o cemento y el restante 18 % de abobe de acuerdo a cifras del censo de 2001.

En el material de los techos, prevalecen las láminas de zinc y las tejas de barro.

5.2.3.2. Medios de transporte y comunicación de la zona

El transporte interno está compuesto por buses que hacen ruta hacia otros municipios y caseríos de Florida. El transporte interurbano es brindado por las empresas Hedman Alas y autobuses interurbanos.

En relación a los servicios de comunicación, Florida cuenta con central telefónica de HONDUTEL, servicio de telefonía móvil, medios de comunicación escrita y televisiva, radioemisoras, correo nacional e Internet.

5.2.3.3. Actividades económicas

El índice de desarrollo humano de este municipio lo ubica en la posición 0.565 y la esperanza de vida al nacer es de 69 años.¹⁴

En términos económicos, la mayor proporción de tierras cultivadas están representadas por los pastos tanto cultivados como silvestres debido a la ganadería extensiva que es el principal patrimonio económico del municipio, el cultivo de granos básicos a escala pequeña y otros cultivos menores.

No cuenta con instituciones bancarias, pero existen cooperativas de ahorro.

5.2.3.4. Presencia institucional

El municipio cuenta con poca presencia institucional de regionales de las principales instituciones gubernamentales del país, entre ellas las siguientes:

¹⁴ PNUD. Informe de desarrollo humano Honduras. 2011.

En las comunidades encontramos patronatos, juntas de agua, sociedades de padres de familia y las iglesias.

A nivel Municipal está el Consejo de Desarrollo Municipal, la Unidad Municipal Ambiental “UMA”, la Unidad Municipal de Catastro, el Juez de Policía, Comisión Municipal de Transparencia, Asociación de Productores Agrícolas, Pastoral Social de la Iglesia Católica, la Fundación BANHCAFE, el Organismo Cristiano para el Desarrollo Rural “OCDI” y Plan de Honduras.

A nivel de mancomunidad: encontramos a las Juntas Directivas de las mancomunidades, las Unidades Técnicas Inter Municipales “UTIM”, Cooperantes Internacionales, IHCAFE.

5.2.3.5. Infraestructura

- **Centros de salud**

Florida cuenta CESAMO en el casco urbano y CESAR en el área rural.

- **Centros educativos**

El sector educación se ha desarrollado con el establecimiento de centros de enseñanza públicos y privados, tanto a nivel preescolar, primario, secundario.

El municipio de Florida cuenta con un instituto de enseñanza pública, dos centros básicos y una escuela primaria oficial en el área urbana y varias escuelas primarias unidocentes en el área rural.

5.2.3.6. Servicios básicos

A continuación se presentan los servicios básicos con que cuenta la población beneficiada por el proyecto.

- **Agua potable**

En el casco urbano del municipio se cuenta con un 100% de cobertura de agua potable, no así en los caseríos.

- **Energía eléctrica**

Igualmente desde hace pocos años se cuenta con energía eléctrica en el casco urbano del municipio y en algunas aldeas aledañas, sobresale el uso de paneles solares en las aldeas.

- **Tren de aseo**

La cabecera municipal posee servicio de drenaje de aseo.

- **Alcantarillado sanitario**

La cabecera municipal cuenta con servicio de aguas negras. En las aldeas y caseríos vierten las aguas a la calle y poseen letrinas.

5.2.4. Santa Rita (El Pedernal, El Jaral y Santa Rita)

El municipio de Santa Rita tiene una extensión territorial de 291.7 Km²., colinda al norte con los municipios de El Paraíso y Copán Ruinas, al sur con los municipios de Cabañas y La Unión, al este con los municipios de Concepción y San Agustín y al oeste con los municipios de Cabañas y Copán Ruinas. Su cabecera está situada en un terreno muy quebrado, rodeado de colinas, en el ángulo que forma el Río Copán con la confluencia del Río Gila, y la Quebrada Grande. Se llega a él por medio de la carretera pavimentada CA-11.

Se cree que fue fundada en 1700 como Aldea Cashapa; en 1875 le dieron categoría de Municipio; el 7 de marzo de 1947, le dieron el título de Villa.

Tomando en cuenta el censo del 2001, a continuación se presentan en la siguiente tabla la población absoluta por sexo (cantidad y porcentaje) del municipio de Santa Rita.

Municipio	Población total			Porcentaje		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Santa Rita	24,157	12,164	11,993	100	50.4	49.6

Tabla 49 Población total del municipio de Santa Rita

Fuente: SINIMUN 2

5.2.4.1. Características de las viviendas

En cuanto a la cobertura de vivienda, existen aproximadamente en el municipio de Santa Rita 4,998 viviendas de acuerdo al Censo del 2001.

La mayoría de las paredes de las casas son predominantemente de adobe con un 37.88 %, le sigue el bahareque con un 29.93 % y de bloque con un 20.75 % (Ver Tabla 50).

Material predominante en las paredes exteriores	Casos	%
Ladrillo rafón	68	1.36
Piedra rajada o cantera	5	0.1

Bloque de cemento o concreto	1,037	20.75
Adobe	1,893	37.88
Madera	427	8.54
Bahareque	1,496	29.93
Palo o caña	49	0.98
Material de desecho	3	0.06
Otro	20	0.4
Total	4,998	100

Tabla 50 Material predominante de paredes de viviendas municipio de Santa Rita

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas, Honduras C.A. Censo de Población y Vivienda 2001 Procesado con Redatam+SP.

5.2.4.2. Medios de transporte y comunicaciones

El municipio cuenta con empresas de transporte que cubren la ruta hacia La Entrada y a Copán Ruinas. Actualmente para el transporte urbano hay una flota significativa de moto taxis. También se tiene acceso con las aldeas y caseríos por carreteras no pavimentadas que son transitadas a diario por buses y vehículos pequeños que transportan pasajeros y carga, muchas de ellas presentan problemas de tránsito en temporada de lluvias.

5.2.4.3. Actividades económicas

Las principales fuentes de ingresos familiares en el municipio proceden de la producción de granos básicos, cultivo, procesamiento y comercialización de café, la ganadería y la prestación de servicios comerciales.

5.2.4.4. Presencia institucional

El municipio cuenta con poca presencia institucional; funcionan oficinas regionales de las principales instituciones gubernamentales del país, entre ellas se encuentran las siguientes:

- HONDUTEL: Brinda los servicios de telefonía básica, teledatos, servicio de fax e Internet.
- CENTRO DE SALUD: Presta los servicios de consulta externa, exámenes Generales, desinfección y coloración de sistemas de agua, vacunación infantil, mujeres de edad fértil, educación en salud, comités de salud en aldeas y caseríos.
- REGISTRO CIVIL MUNICIPAL: Presta los servicios de inscripción de los hechos y actos del estado civil de las personas, trámite de tarjetas de identidad.
- Juzgado de Paz.

- Secretaría de Educación. (SE) Dirección Distrital.
- Instituto Hondureño de Antropología e Historia.
- Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE).
- Policía preventiva.

Además de las organizaciones públicas, se encuentran las organizaciones no gubernamentales (ONG), los organismos privados de desarrollo (OPD) y proyectos de organismos internacionales.

5.2.4.5. Infraestructura:

- **Centros de salud**

La cobertura de salud, está formada por la oferta de servicios que consiste en CESAMOS y clínica materno infantil administrada por la mancomunidad Chortí, CESARES distribuidos en la zona rural. Además operan consultorios médicos privados. La vacunación se ofrece gratuitamente y se implementan campañas anuales de vacunación.

5.2.4.6. Servicios básicos

A continuación se presentan los servicios básicos con que cuenta el municipio de Santa Rita.

- **Energía eléctrica**

La mayor parte del municipio cuenta con servicio de energía eléctrica pero no hay datos disponibles que permitan estimar dicho porcentaje. Los datos del Censo del 2001 están completamente desactualizados pues reflejan que para ese momento solo el 27.94 % de las viviendas contaban con electricidad suministrada por la ENEE y que el 39.51 utiliza candil de gas, de allí que no se consideran validos dichos datos aunque si se presentan los mismos para una referencia (Ver Tabla 51).

Tipo principal de alumbrado	Casos	%
Electricidad del sistema público	1.157	27.94
Electricidad del sistema privado	4	0.1
Electricidad de motor propio	13	0.31
Candil o lámpara de gas (Kerosene)	1.636	39.51
Vela	183	4.42
Ocote	1.094	26.42
Panel solar	20	0.48
Otro	34	0.82
Total	4,141	100

Tabla 51 Fuente de suministro de alumbrado a las viviendas municipio de Santa Rita

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas, Honduras C.A. Censo de Población y Vivienda 2001 Procesado con Redatam+SP.

- **Agua potable**

En casi todas sus aldeas y la cabecera municipal, se dispone de abastecimiento de agua potable de un sistema público o comunal pero la cobertura de este servicio de acuerdo a datos del Censo 2001 alcanza solamente el 68.9 % de la población. El resto de la población toma el agua de una vertiente, río o arrollo con un 17.4 % y el resto la toma de pozo u otros medios (Ver Tabla 52).

Procedencia del agua	Casos	%
De tubería del sistema público o privado	2,857	68.99
De pozo malacate	241	5.82
De pozo con bomba	4	0.1
De vertiente, río o arroyo	721	17.41
De lago o laguna	18	0.43
Otro	300	7.24
Total	4,141	100

Tabla 52 Procedencia del servicio de agua potable para el municipio de La Jigua

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas, Honduras C.A. Censo de Población y Vivienda 2001 Procesado con Redatam+SP.

En un 46% de las viviendas, la tubería para el abastecimiento de agua potable se localiza fuera de la vivienda pero dentro de propiedad mientras que el 26.8 % de las mismas dentro de ellas (Ver Tabla 53).

Instalación de tubería	Casos	%
Dentro de la vivienda	1,113	26.88
Fuera de la vivienda, pero dentro de la propiedad	1,908	46.08
No tiene	1,120	27.05
Total	4141	100

Tabla 53 Instalación de tubería para agua potable en viviendas municipio de Santa Rita

- **Tren de aseo**

De acuerdo a los datos del Censo del 2001 el servicio de tren de aseo en Santa Rita es deficiente y de muy poca cobertura, solo un 8.79 % de las viviendas son atendidas y este se presta en la cabecera municipal; un 29.32 % de la población tira la basura a un lugar abierto mientras que el 28.9 la quema o la entierra (Ver Tabla 54).

Eliminación de la basura	Casos	%
La tira a la calle, río, quebrada, lago o mar	1,214	29.32
La recoge el carro de la basura	364	8.79
La lleva al depósito o contenedor	79	1.91
La quema o entierra	1,200	28.98
Paga a particulares para que la boten	20	0.48
Otro	1,264	30.52
Total	4,141	100

Tabla 54 Manejo de los desechos sólidos en las viviendas en el municipio de Santa Rita

- **Alcantarillado sanitario**

Para la eliminación de excretas el casco urbano de Santa Rita cuenta con un sistema de alcantarillado, asimismo donde no se tiene cobertura de alcantarillado, las viviendas están dotadas con tanque séptico, letrinas hidráulicas y/o lavables y otros tiran las agua negras a ríos y quebradas.

- **Comunicaciones**

El municipio cuenta con servicio telefónico de HONDUTEL con una cobertura urbana media. Existe cobertura de telefonía celular de las dos compañías con licencia en Honduras. Funcionan también medios de comunicación locales a través del servicio de televisión por cable.

5.2.5. Copán Ruinas

El municipio de Copán Ruinas es de los más importantes de la región occidental del país debido a su trascendencia por su interés arqueológico y turístico nacional e internacional. Limita al noroeste con la República de Guatemala, al sur, con el departamento de Ocotepeque, al este con los municipios de Santa Rita y Cabañas y al noreste con el municipio de El Paraíso. Está conectado por medio de la

carretera pavimentada CA-11, con otros municipios del departamento hasta La Entrada que conecta con la CA-4 y con la zona fronteriza de la República de Guatemala.

La fundación de la localidad está ligada al centro arqueológico homónimo de Copán, seguidamente fue fundada una aldea aledaña a dicho centro arqueológico. El municipio de Copán Ruinas fue creado el primero de enero de 1893 durante la administración presidencial del general Ponciano Leiva, siendo su primer alcalde el señor Indalecio Guerra. Para el año 1897 figuraba como aldea de Santa Rita dentro de su jurisdicción, mediante Decreto Legislativo Número 56, fechado el 21 de febrero de 1942, a solicitud de su Alcalde, el señor Juan Ramón Cueva, se declara formalmente el Municipio de Copán Ruinas.

El municipio está ubicado en la ruta Maya, en el noroeste del departamento de Copán, fronterizo con Guatemala. A simple vista, se podría pensar que este sector, es uno de los más desarrollados del país, pues cuenta con el complejo arqueológico más turístico de Honduras. Sin embargo, la realidad de las comunidades que forman el sector es muy diferente al que presenta la ciudad de Copán Ruinas. Un gran porcentaje de la población de esta zona se localiza en áreas marginalizadas de la zona, en tierras de poca fertilidad y en laderas.

5.2.5.1. Características de las viviendas

En cuanto a la cobertura de vivienda, existen aproximadamente en el municipio de Copán Ruinas 4,169 viviendas. La mayoría de las paredes de las casas son predominantemente de bloque con un 43.8%, le sigue el adobe con un 40.9% y el bahareque con un 7.7% (Ver Tabla 55).

Material predominante en las paredes exteriores	Casos	%
Ladrillo rafón	15	0.36
Piedra rajada o cantera	4	0.10
Bloque de cemento o concreto	494	11.85
Adobe	1,137	27.27
Madera	1,003	24.06
Bahareque	1,013	24.30
Palo o caña	461	11.06
Material de desecho	20	0.48
Otro	22	0.53
Total	4,169	100

Tabla 55 Material predominante de paredes de viviendas municipio de Copán Ruinas

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas, Honduras C.A. Censo de Población y Vivienda 2001 Procesado con Redatam+SP.

5.2.5.2. Medios de transporte y comunicaciones

Existen tres empresas de transporte con destinos a San Pedro Sula, Santa Rosa de Copán y La Entrada, Copán y viceversa. Funcionan, además, transportes exclusivos para turistas que cubren las rutas hacia Antigua Guatemala, Talismán (frontera Guatemala-México) y Belice.

En el casco urbano funcionan buses de transporte urbano, servicio de taxi y moto-taxis con una cobertura del 100%. Los recorridos al interior del municipio se hacen principalmente en vehículos pick-up, vehículos privados o en bestias. Las rutas más importantes al interior del municipio son: Casco Urbano de Copán Ruinas-Aldea Agua Caliente y Casco Urbano de Copán Ruinas-El Florido.

5.2.5.3. Actividades económicas

El municipio de Copán Ruinas posee características distintas en la zona urbana y rural, así la forma de vida en cada zona es diferenciada, la parte urbana vive del turismo y la rural vive de la actividad agrícola.

Una de las principales actividades económicas de Copán Ruinas es el turismo arqueológico o visita a lugares arqueológicos. La visita de los turistas a lugares arqueológicos y/o curiosidades es uno de los principales rubros explotados en Copán Ruinas. Se posee una gran variedad de lugares novedosos, ancestrales y patrimoniales, como también lugares que sirven de insumos para los estudiosos de la ciencia antropológica. En realidad, Copán Ruinas posee una variada oferta turística, sin embargo lo antropológico es lo que atrae más visitantes.

Las principales actividades económicas agrupadas por sector se muestran en la tabla siguiente.

Distribución de actividades económicas por sector	
Sectores económicos	Actividades económicas
Sector Primario: Agricultura	Producción de café, tabaco y granos básicos.
Sector Secundario: Industria	- Talleres artesanales de tallado en piedra. - Industria manufacturera de tabaco, para la transformación en puros. - Industria ligera de café aromático y café orgánico empacado.
Sector Terciario: Servicios	- Hotelería y turismo - Venta artesanal de suvenires. - Comedores y restaurantes. - Servicios menores: Internet, lavandería, bloquera, pulpería, mini-súper.

Tabla 56 Actividades productivas en el municipio de Copán Ruinas

Fuente: SINIMUM 2

5.2.5.4. Presencia institucional

El municipio de Copán Ruinas cuenta con una cobertura institucional amplia; funcionan oficinas regionales de las principales instituciones gubernamentales del país, organizaciones privadas de desarrollo y de asistencia técnica. Algunas de las instituciones presentes se listan a continuación.

- Secretaría de Educación.
- Ministerio de Salud Pública.
- Servicio Autónomo de Acueductos y Alcantarillados (SANAA).
- Empresa Nacional de Energía Eléctrica.
- HONDUTEL.
- Policía Nacional Preventiva.
- Registro Nacional de las Personas (RNP).
- AFE / COHDEFOR.
- Oficina de Migración.
- Instituto Hondureño del Café (IHCAFE).
- Instituto Hondureño de Antropología e Historia (IHAH).

Instituciones autónomas: Cruz Roja Hondureña y Paramedics for Childrens.

Instituciones privadas presentes:

- Educativas
 - Kinder MAYATAN.
 - Kinder AMIGOS.
 - Escuela MAYATAN.
 - Escuela Amigos.
- Económicas-Financieras
 - Cámara de Comercio, Turismo e Industria de Copán.
 - Asociación de Artesanos de Honduras.
 - Asociación Copán.
 - Copán Pinta.
 - Banco de Occidente, S.A.

- Banco Atlántida, S.A.
- BAC
- Religiosas:
 - Iglesia Amigos en Restauración.
 - Iglesia Amigos.
 - Iglesia Católica.
 - Iglesia Príncipe de Paz.
 - Iglesia Asambleas de Dios.
 - Iglesia del Séptimo Día.
 - Iglesia El Calvario.
 - Iglesia Renovación Cristiana.
 - Iglesia de Dios.
- Étnicas: Consejo Nacional Indígena Maya Chortí (CONIMCH) – Consejo Nacional de Desarrollo Indígena Chortí.

5.2.5.5. Infraestructura

- **Centros de salud**

La cobertura de salud está formada por la oferta de servicios que consiste en un CESAMO en Copán Ruinas, dos clínicas privadas, y una sede de la Cruz Roja. Además operan consultorios médico privados. La vacunación se ofrece gratuitamente y se implementan campañas anuales de vacunación.

- **Educación**

De acuerdo a datos del 2001, el casco urbano cuenta con tres centros para la educación pre- escolar o jardines de niños: un público y dos privados. El área rural cuenta con seis pre-escolares, siendo igual el número de aldeas beneficiadas de un total de 67, o sea que solo 8.95% de las aldeas es beneficiada por este servicio, siendo este el dato de cobertura educativa en este nivel. Sin embargo, pese a que la cobertura aún es baja, comparativamente el municipio de Copán Ruinas anda mejor que otros en este aspecto.

En cuanto a la educación primaria, en el área rural del municipio están diseminadas 42 escuelas de educación primaria, la mayoría de ellas unidocentes, 19 de estas escuelas están ubicadas en territorio Maya Chortís, teniendo la educación en el municipio un enfoque integral del cual son parte los indígenas lugareños. En el área urbana existen tres escuelas. Del total de escuelas primarias, 43 son públicas y 2 privadas, las cuales atienden según la matrícula del año 2000 a un total de 3,518 alumnos(as). Además, existe para los adultos una escuela nocturna. El hecho de que hayan más escuelas públicas que privadas, es porque la administración pública domina en un 95%. Sacando el

cociente del número de escuelas rurales (42) entre el número de aldeas (67), entonces se determina que la educación primaria da cobertura al 67%.

Solamente existe un Centro de Educación Secundaria o Media en la comunidad de Ostumán, el cual cuenta con tres niveles de Ciclo Común, donde se imparten clases para ambos sexos.

5.2.5.6. Servicios básicos

A continuación se presentan los servicios básicos con que cuenta el municipio de Copán Ruinas.

- **Energía eléctrica**

El servicio de energía eléctrica en Copán Ruinas es prestado por la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE). La cobertura de este servicio es deficiente para el área rural, en el casco urbano la cobertura del servicio alcanza un 94%. Los datos del Censo Nacional del 2001 indican que en el municipio el 54% de la población se alumbraba con candil, y un 23% del sistema público y que se concentra principalmente en la zona urbana (Ver Tabla 57).

Tipo principal de alumbrado	Casos	%
Electricidad del sistema público	1,227	23.06
Electricidad del sistema privado	42	0.79
Electricidad de motor propio	24	0.45
Candil o lámpara de gas (Kerosene)	2,885	54.23
Vela	191	3.59
Ocote	885	16.64
Panel solar	18	0.34
Otro	48	0.90
Total	5,320	100

Tabla 57 Fuente de suministro de alumbrado a las viviendas municipio de Copán Ruinas

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas, Honduras C.A. Censo de Población y Vivienda 2001 Procesado con Redatam+SP.

En la actualidad se cuenta con una cobertura casi del 100% en el casco urbano de la ciudad de San José de Copán Ruinas.

- **Agua potable**

La cobertura del sistema de agua potable en el municipio de Copán Ruinas es de un 80%. En el casco urbano, el sistema de agua potable es manejado por el Servicio Nacional de Acueductos y Alcantarillado (SANAA). Ahora bien, en el 80% de las aldeas y caseríos del municipio existen sistemas de agua potable locales, que son manejadas por juntas de aguas, conformadas por personas de la misma comunidad.

En la siguiente tabla se presentan los datos del Censo del 2001 sobre el abastecimiento de agua a las comunidades del municipio de Copán Ruinas.

Procedencia del agua	Casos	%
De tubería del sistema público o privado	3,246	61.02
De pozo malacate	787	14.79
De pozo con bomba	29	0.55
De vertiente, río o arroyo	1,069	20.09
De lago o laguna	4	0.08
De vendedor o repartidor ambulante	12	0.23
Otro	173	3.25
Total	5,320	100

Tabla 58 Procedencia del servicio de agua potable para el municipio de Copán Ruinas

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas, Honduras C.A. Censo de Población y Vivienda 2001 Procesado con Redatam+SP.

En la actualidad se cuenta con una cobertura casi del 100% en el casco urbano de la ciudad de San José de Copán Ruinas.

- **Tren de aseo**

De acuerdo a los datos del Censo del 2001, el 46.9 % de la población elimina la basura quemándola o enterrándola y sólo un 9.81 % tiene servicio de tren de aseo que es en el área urbana; un 37% de la población tira la basura a espacios abiertos (Ver Tabla 59).

Eliminación de la basura	Casos	%
La tira a la calle, río, quebrada, lago o mar	1,988	37.37
La recoge el carro de la basura	522	9.81
La lleva al depósito o contenedor	169	3.18

Eliminación de la basura	Casos	%
La quema o entierra	2,499	46.97
Paga a particulares para que la boten	24	0.45
Otro	118	2.22
Total	5,320	100

Tabla 59 Manejo de los desechos sólidos en las viviendas en el municipio de Copán Ruinas

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas, Honduras C.A. Censo de Población y Vivienda 2001 Procesado con Redatam+SP.

- **Alcantarillado sanitario**

En el casco urbano de Copán Ruinas la cobertura del servicio de alcantarillado sanitario se limita al área del Centro Histórico, específicamente al barrio Buena Vista y algunos sectores del barrio El Calvario y colonia Maruquita. Se considera una cobertura máxima del 60% en ésta área. En la zona rural las aguas negras son depositadas principalmente en letrinas y se considera que el 80% de las aldeas y caseríos cuentan con estos equipamientos.

- **Comunicaciones**

El municipio cuenta con servicio telefónico de HONDUTEL con una cobertura urbana amplia. Existe cobertura de telefonía celular de las dos compañías con licencia en Honduras. Existe un canal de televisión local, tres radios locales de empresas privadas, circulación de periódicos y revistas. Funcionan dos helipuertos privados y caminos de tierra conectan a las distintas aldeas y caseríos del municipio.

5.3. Afectación de predios por la pavimentación de la vía propuesta

Debido a la pavimentación del Tramo Carretero CA-11 (La Entrada–El Florido), el cambio de línea por falla geológica y el libramiento en su llegada a Copán Ruinas, se ha identificado de manera preliminar que se afectarán propiedades e infraestructura en la ruta seleccionada. Los hallazgos son los siguientes:

Localidad	Estación	Coordenadas		Tipo de estructura		Propietario	Distancia (m)	Afectada
				Pared	Techo			
Copán Ruinas	61+680	268238E	1641206 N	Ladrillo	Teja	Hedman Alas	10	Si
Copán Ruinas	61+680	268238E	1641206 N	Bloque	Zinc	Privado		Si
Copán	61+640	268440E	1641300	Zinc	Zinc	Privado	5	Si

Ruinas			N					
Copán Ruinas	61+420	268440E	1641400 N	Muro bloque		La vega de la maruca	5	Si
Copán Ruinas (Puente Colgante)	56+715	272011E	1644007 N	Madera	Zinc	Privado	10	Si, un corral de madera

Tabla 60 Inventario de afectaciones en Copán Ruinas por el cambio de línea de la CA-11



Ilustración 75 Ubicación de las estructuras a ser afectadas, de las estaciones 61+420 a 61+680



Ilustración 76 Ubicación de la estructuras a ser afectada en la estación 56+715

En las siguientes ilustraciones se muestra el tipo de estructura a ser afectadas por el proyecto.

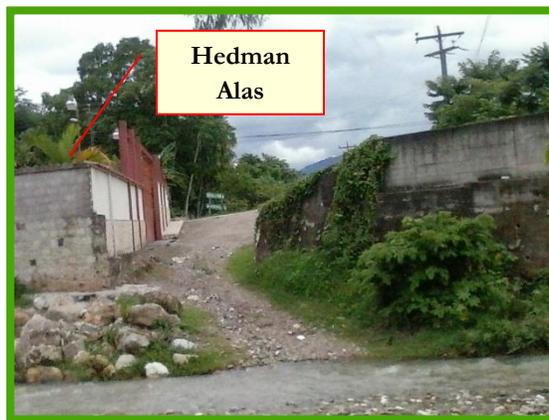


Ilustración 77 - 78 Casa a ser afectada por el proyecto, frente a Hedman Alas (Estación 61+680)



Ilustración 79 Bodega de zinc (Estación 61+640)

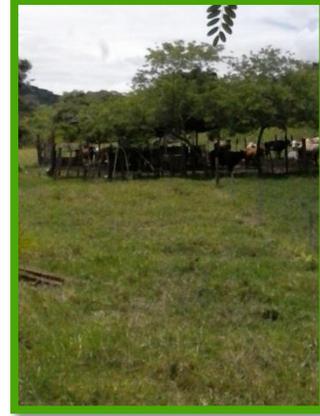


Ilustración 80 Establo de madera (Estación 56+715)

En el Anexo 6 se presentan los lineamientos a seguir para el Plan de reasentamiento involuntario en el tramo La Entrada – El Florido.

6. Impactos Ambientales y Sociales

6.1. Identificación de impactos ambientales

La metodología de identificación y evaluación de los impactos ambientales aplicada en el presente estudio, permite realizar una estimación detallada del impacto resultante por la construcción y operación de la carretera sobre cada uno de los componentes ambientales y sociales dentro de su área de influencia, basándonos en el contraste de las acciones impactantes del proyecto con los medios fisicoquímicos, biológico-ecológico, social-cultural y operacional-económico.

El primer paso de este análisis consiste en identificar las acciones impactantes e impactos potenciales sobre cada uno de los componentes ambientales o sociales del área de influencia del proyecto. Impactos potenciales son aquellos que pueden ser producidos por las acciones impactantes del proyecto, y se distinguen de los impactos resultantes, que serán aquellos que permanecen luego de implementar todas las medidas preventivas, mitigadoras y/o compensatorias.

La identificación de las acciones impactantes del proyecto se basa en el análisis detallado del proyecto de ingeniería, de los métodos constructivos, de la logística de construcción y de las actividades de operación. Las acciones impactantes se clasifican inicialmente de acuerdo con las fases de ejecución del proyecto:

- Construcción
- Operación.

Mientras que los componentes del medio considerados de manera general fueron los siguientes:

- Medio Físico-químico
- Medio Biológico - ecológico
- Medio socioeconómico -cultural

Una Matriz de Identificación de Impactos fue desarrollada para establecer correspondencia entre las acciones impactantes del proyecto y los componentes ambientales y sociales potencialmente afectados (por ejemplo, LEOPOLD et al. 1971). La matriz es utilizada como un check-list, donde cada "celda" es sometida a una evaluación de las interacciones entre las acciones del proyecto y los correspondientes componentes ambientales y sociales potencialmente afectados. El desarrollo de una Matriz de Identificación de Impactos resulta en una lista amplia de los impactos potenciales, asimismo permite identificar la interdependencia entre los impactos. Esa interdependencia es analizada por medio de la evaluación de la relación de cada impacto individual con los otros impactos.

Para determinar los impactos o indicadores ambientales potenciales resultantes de la construcción y operación del proyecto, se consideraron las actividades de mayor relevancia en la etapa de construcción y de operación de la obra, siendo estas las siguientes:

Etapa de Construcción

- Trazado y Marcado
- Construcción y operación de campamentos, talleres, depósitos,
- Limpieza del derecho de vía (Demolición, desmonte y limpieza)
- Cortes y rellenos (terracería)
- Acondicionamiento de sub-bases y bases
- Explotación de bancos de materiales
- Planta de agregados / Planta de Concreto
- Construcción de puentes
- Construcción de obras de drenaje
- Aplicación de concreto hidráulico
- Botaderos

Etapa de operación

- Tráfico vehicular
- Mantenimiento de la carretera

Se entrecruzaron estas actividades con cada una de los componentes ambientales existentes en el área

de la obra y sus áreas de influencia directa, dando como resultado la siguiente matriz:

Actividades		ETAPA CONSTRUCCIÓN											ETAPA OPERACIÓN			
		Trazado y Marcado	Construcción y operación de campamentos, talleres, depósitos,	Limpieza del derecho de vía (Demolición, desmonte y limpieza)	Cortes y rellenos (terracería)	Acondicionamiento de sub-bases y bases	Explotación de bancos de materiales	Planta de agregados / Planta de Concreto	Construcción de puente	Construcción de obras de drenaje menores	Aplicación de concreto hidráulico	Botaderos	Tráfico vehicular	Mantenimiento de carreteras		
Componentes Físico-Químicos	Geomorfología	Topografía				x		x					x			
		Estabilidad de laderas				x		x					x			
	Suelos	Erosión y sedimentación		x	x	x			x		x	x		x		
		Compactación		x										x		
		Uso del Suelo		x	x	x			x	x				x		
		Contaminación		x									x		x	x
	Hidrología superficial	Calidad del agua		x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	
		Uso del recurso		x		x	x			x			x			
		Drenaje natural			x	x			x		x	x				
	Hidrología subterránea	Calidad del agua		x									x			
	Atmósfera	Calidad del aire		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Nivel de ruido		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Componente Biológico-Ecológico	Flora	Vegetación	x	x	x			x	x				x		x
		Fauna	Fauna terrestre / Acuática		x	x	x		x	x	x	x		x	x	
		Paisaje	Belleza escénica		x	x	x		x	x				x		x
Componente Social-cultural	Población	Empleo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	
		Salud y Seguridad	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	

Factores Ambientales	Actividades	ETAPA CONSTRUCCIÓN											ETAPA OPERACIÓN			
		Trazado y Marcado	Construcción y operación de campamentos, talleres, depósitos,	Limpieza del derecho de vía (Demolición, desmonte y limpieza)	Cortes y rellenos (terracería)	Acondicionamiento de sub-bases y bases	Explotación de bancos de materiales	Planta de agregados / Planta de Concreto	Construcción de puente	Construcción de obras de drenaje menores	Aplicación de concreto hidráulico	Botaderos	Tráfico vehicular	Mantenimiento de carreteras		
Componente Económico – operacional	Economía	ocupacional														
		Mejoramiento calidad de vida		x										x	x	
		Zonas Pobladas		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Revalorización de propiedades		x					x	x			x		x	
		Tiempo de viaje											x	x		
		Mantenimiento de vehículos											x	x		
		Mejora economía local y nacional	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		

Tabla 61. Matriz de identificación de impactos para el proyecto carretero

6.2. Descripción de impactos ambientales

Los potenciales impactos negativos y positivos que se pueden presentar con el proyecto fueron identificados con la evaluación de la relación entre las acciones impactantes del proyecto y los componentes ambientales y socioculturales del medio en el que se implementará el mismo, visualizados a través de la matriz de identificación de impactos (Ver Tabla 61). Los impactos identificados tanto para la etapa de construcción como la de operación son los siguientes:

6.2.1. Etapa de construcción

6.2.1.1. Componentes físico-químicos

a. Cambios en la topografía del terreno

La ampliación de la carretera se realizará conforme el alineamiento actual de la carretera existente. Las actividades de corte y relleno, explotación de bancos de materiales, así como el establecimiento de botaderos de sobrante del material ocasionarán cambios en la topografía del terreno, prácticamente a todo lo largo del tramo carretero y en los sitios seleccionados como depósitos, sobre todo para la disposición de los 198,960.95 m³ de material sobrante proveniente del corte del terreno. Las alteraciones por cortes a lo largo del tramo carretero son irreversibles, se darán a lo largo de toda la carretera (Ver tabla 2. Volumen de corte y relleno), así como en las áreas de cambio de línea y en los sitios de fallas o deslizamientos.

En cuanto a los impactos por explotación de bancos de materiales, la extracción de material para la terracería de la vía, se dará en los bancos identificados en las estaciones, 4+590 (Hacia Aldea Nueva), 32+700, 42+000, 66+000. Los cambios en la topografía de estos bancos se traducirán en la reducción de la altura de los mismos, pasando de ser cerros a colinas bajas o semi-planas y/o depresiones dependiendo de la forma en que se realice la extracción del material.

Para la obtención del material pétreo para la carpeta de concreto hidráulico, el material se extraerá del Río Chamelecón, localizado en la estación 10+000 y del Río Copán en la estación 63+000.

b. Inestabilidad de taludes o laderas

La conformación de terraplenes, sub-base y base se refiere a la elevación de la plataforma para alcanzar la cota definida en el diseño. Para el desarrollo de esta actividad será necesario realizar cortes y rellenos en diferentes tramos de la carretera, donde predominarán las actividades de corte (469,347.10 m³). La conformación o inclinación inadecuada de los taludes resultantes podrá provocar inestabilidad en los mismos, además de acentuar los efectos de la erosión.

Asimismo se ha identificado zonas de fallas a lo largo de la carretera que provocan zonas de inestabilidad de taludes:

- Deslave De Andesitas Km 24
- Falla Del Km 25
- Falla Relleno En Curva Km 33
- Capas Rojas Km 36
- Gasolinera Uno Jaral Km 50
- El Florido Km 71
- Falla Por Drenaje

En cuanto a los bancos de préstamo (4+590 hacia Aldea Nueva, 32+700, 42+000, 66+000), si la explotación no se realiza bajo un plan definido previamente, los taludes resultantes por la extracción de materiales pueden presentar inestabilidad por pendientes muy pronunciadas lo que puede facilitar desprendimientos o deslizamientos.

c. Generación de erosión y sedimentación

Las actividades constructivas que podrán activar los procesos erosivos y consecuentemente la sedimentación, son el desmonte y la limpieza del derecho de vía, los movimientos de tierra (corte y relleno para la terracería), la construcción de campamentos, talleres, plantas y depósitos, la explotación de los bancos de préstamo, construcción de obras de drenajes y el establecimiento de botaderos. Estas actividades implican la remoción de la capa de vegetación, quedando temporalmente el suelo desnudo mientras se realiza la construcción de las obras o se producen sobrantes de las excavaciones.

En el caso de las actividades de construcción, reparación, limpieza e instalación de obras de drenaje, al no manejarse adecuadamente el material resultante de la limpieza o excavación de estas estructuras, se podrá generar un aumento de sólidos suspendidos en las corrientes naturales, principalmente en aquellos sitios donde se harán los cambios de las estructuras de drenaje o la construcción de nuevas obras.

Existe el riesgo de erosión si una vez finalizada la explotación del banco de material no se toman las medidas adecuadas para el cierre de estos bancos (conformación e inclinación adecuada de taludes, bermas, contracunetas, revegetación, etc.).

La extracción de materiales en los cauces u orillas de ríos aumentarán los sólidos suspendidos, arrastrándolos corrientes abajo.

En los botaderos de materiales existirá la posibilidad de riesgo de erosión si no se conforma adecuadamente el material, sobre todo en los taludes, además si no se revegeta el área al finalizar la vida útil del mismo, el suelo desnudo estará expuesto a los efectos erosivos del aire y agua.

d. Compactación de suelos

La compactación de los suelos se limitará a las áreas a ser ocupadas por la instalación de la planta de procesamiento de agregados, planta de concreto, campamento, depósitos y talleres a habilitar por parte del contratista. Como estas facilidades requieren de zonas planas, se buscarán sitios con esta característica a lo largo de la carretera. También se producirá la compactación del suelo por la circulación u operación de maquinaria y/o equipo, estático o móvil, utilizado para el traslado de materiales e insumos a la zona de construcción. Las áreas afectadas se limitarán básicamente a los accesos que se utilicen para el transporte de material o que conduzcan a los sitios de planteles, depósitos o campamento que no estén adyacentes al tramo carretero a pavimentar.

e. Cambios en el uso del suelo

Los cambios en el uso del suelo se darán básicamente en los sitios seleccionados para la instalación de campamentos, planteles, talleres y botaderos de sobrantes de material. A lo largo de la carretera no se prevé un cambio de uso del suelo significativo ya que se mantendrá el ancho de la calzada, haciendo algunas ampliaciones a los hombros de 0.85 m a 1.20 m, además de la construcción de cunetas enchapadas de 1.50 m de ancho. En el área de cambio de línea por falla, de la estación 55+702 a 57+132 habrá un cambio de uso del suelo ya que áreas de pastos (ganadería) se intervendrán para convertirse en una red vial.

f. Contaminación de suelos

La contaminación de los suelos podrá darse por el manejo inapropiado de hidrocarburos, aceites, sustancias químicas, aguas residuales domésticas, aguas provenientes del lavado de maquinaria (oleosas), vertimiento de aguas de lavado de agregados (trituradora) y concreteteras o por la disposición inadecuada de los residuos sólidos domésticos. Derrames menores de hidrocarburos pueden presentarse por fallas en el equipo y vehículos que utilice el contratista.

g. Cambios en la calidad del agua superficial

Los cambios en la calidad del agua superficial de los ríos, correderos y quebradas podrán ser provocados por las actividades de desmonte y limpieza de la trocha de la vía, terracería para conformar la rasante, explotación de bancos de materiales, construcción de obras de drenaje, pavimentación de la vía y establecimiento de botaderos.

La contaminación de las aguas superficiales se podrá dar por el manejo inadecuado de las aguas residuales, sustancias químicas o desechos sólidos: hidrocarburos (derrames accidentales), aceites, curador, aguas residuales domésticas producidas por los empleados, aguas provenientes del lavado de maquinaria (oleosas), aguas de lavado de agregados (trituradora), o mixers, desechos sólidos y sus lixiviados.

Los movimientos de tierra para cortes y rellenos y la limpieza del derecho de vía podrán afectar la calidad del agua superficial de ríos, correderos y quebradas, ya que al estar temporalmente los suelos desnudos, quedan expuestos a los efectos erosivos del agua y viento, pudiéndose desprender partículas de material que serán arrastradas a estas corrientes de agua causando un aumento de los sólidos suspendidos. La presencia de sólidos en los cuerpos de agua evita la penetración de la luz y los procesos de fotosíntesis de algunos organismos acuáticos, también altera los ciclos de equilibrio químico generando entre otras cosas una mayor demanda de O₂ y en consecuencia la eutroficación del cuerpo de agua y la muerte de los organismos.

También se pueden presentar cambios en la calidad del agua en los cauces permanentes por derrames accidentales de hidrocarburos y aceites y/o lavado de maquinaria, además de los aportes de sedimentos durante las actividades de extracción de material de los ríos para la producción de agregados (Río Chamelecón y Copán) o por la construcción de las obras de drenaje.

Asimismo, las corrientes de agua se pueden contaminar por descargas del concreto sobrante de los mixers o por el lavado de los mismos al momento de la pavimentación de la vía.

h. Uso del agua superficial

Los requerimientos de agua por parte del contratista pueden traducirse en la explotación de un recurso estatal sin autorización y en la aparición de conflictos por el uso del agua con otros usuarios de este recurso. El agua se podrá utilizar para la construcción y operación de campamentos, talleres, depósitos, planta de agregados, planta de concreto, en la actividad de terracería, para riego de accesos y áreas de trabajo y el acondicionamiento de sub-bases y bases y aplicación de carpetas de concreto hidráulico.

i. Alteración en los drenajes naturales

Los movimientos de tierra para cortes y rellenos, la limpieza del derecho de vía, la explotación de bancos de materiales y la construcción de obras de drenaje pueden afectar los drenajes naturales existentes ya que se pueden crear barreras dentro de los cauces por el movimiento de material o por una inadecuada disposición del mismo.

j. Cambios en la calidad del agua subterránea

La contaminación de las aguas subterráneas se podrá dar por el manejo inadecuado de las aguas residuales de origen doméstico, por el lavado de maquinaria (oleosas) así como por derrames accidentales de sustancias químicas como hidrocarburos, aceites o curador. Por otro lado, la inadecuada disposición de los desechos sólidos domésticos, generarían lixiviados que podrían alcanzar las aguas subterráneas. Este impacto se produciría básicamente en la construcción y operación de campamentos, talleres, depósitos, planta de agregados, planta de concreto, ya que existirá personal permanentemente en estas áreas de trabajo.

k. Afectación temporal de la calidad del aire

La calidad del aire se verá afectada principalmente por la producción de material particulado (polvo) debido a las diferentes actividades de construcción de la carretera. La generación de este material particulado puede afectar la salud de los pobladores de las comunidades existentes a ambos lados de la misma como ser Quebrada Honda, Campamento, Santa Rita, Ostuman. En el caso de la planta trituradora y la de concreto, por las actividades que se realizan, habrá un mayor levantamiento de polvo en estas áreas que en otras áreas de trabajo. Este es un impacto de carácter temporal.

También, habrá producción de gases vehiculares resultantes de la combustión de hidrocarburos fósiles. Los gases generados por la operación de la maquinaria contendrán dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂), compuestos orgánicos volátiles, óxidos de nitrógeno (NO), y partículas de cenizas, entre otros.

l. Generación de ruidos

Debido a la naturaleza del proyecto, se generará ruido en prácticamente todas las actividades a desarrollar. El ruido será producido por el movimiento de materiales, remoción de vegetación, demolición de estructuras o el funcionamiento de la maquinaria y equipo.

El ruido durante la construcción será generado principalmente por la maquinaria y equipo pesado utilizado en las labores diarias. En términos generales, el equipo a utilizar estará conformado por moto-niveladores, retroexcavadoras, cargadoras, volquetas, mixers, entre otros. También se generará ruido con el funcionamiento de la planta de agregados y concreto. Es de mencionar que los niveles de ruido que se generarán durante las obras de pavimentación son niveles de ruido instantáneo y no niveles de ruido equivalente (Leq), que es el que se considera para estimar niveles de ruido máximo permisible por su duración y afectación a la capacidad auditiva de los trabajadores; esto quiere decir que el ruido que se producirá no es permanente durante toda la jornada de trabajo.

Los niveles de ruido por la operación del equipo móvil (moto niveladora, camiones, etc.) pueden representar una molestia a los pobladores de las viviendas localizadas a ambos lados de la carretera.

Para tener una idea de los niveles de ruido instantáneo que se espera que se produzcan durante la pavimentación del tramo carretero, se muestran valores de ruido que han sido estimados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) que generan algunos equipos pesados, los cuales se presentan en la Tabla siguiente:

Origen	Intensidad en dBA
Cargadora	72-83
Camión	83-93
Generador	73-87

Fuente: EPA, EUA, 1972

En el caso de los niveles de ruido que se presentan en la planta de trituración, los mismos pueden estar por el orden de los 95 a 110 dBA en la zona de funcionamiento de la trituradora de acuerdo a valores medidos en las mismas en proyectos similares.

Si la planta de agregados se localiza cerca de una de las comunidades vecinas al proyecto, la operación de la planta sobrepasará los niveles de ruido promedio de la zona, afectando la calidad de vida de los pobladores de estos centros poblados. De acuerdo a la medición de ruido realizada en algunas comunidades a orilla de la carretera (Quebrada Honda, Campamento, Santa Rita, Copán Ruinas), se encontró que el nivel de ruido equivalente (L_{eq}) está comprendido entre los niveles recomendados (≤ 70 dBA), el cual es menor al generado en una planta trituradora.

6.2.1.2. Componente biológico-ecológico

a. Pérdida de vegetación

El corte de vegetación se dará por la ejecución de las siguientes actividades constructivas: trazado y marcado de la vía, desmonte y limpieza del derecho de vía, establecimiento de campamentos y talleres, plantas, corte y relleno fuera del derecho de vía y por la explotación de bancos de materiales.

El mayor impacto sobre la vegetación se dará en los bancos de préstamo y en las márgenes del río Copán por donde se construirán dos puentes para el cambio de línea, a la altura de las estaciones 55+792-55+762 y 57+072-57+132 (bosque de galería). Habrá que realizar un inventario de árboles.

En el caso del libramiento de Copan Ruinas, se afectará una plantación de cedros localizada en las coordenadas UTM 268426E - 1641247N. Se cortarán aproximadamente 18 árboles, con tamaños de tres metros y edad de tres años.

b. Disturbios a la fauna silvestre terrestre y acuática

Los disturbios sobre la fauna silvestre terrestre se darán por la ejecución de las siguientes actividades constructivas: desmonte y limpieza del derecho de vía, construcción y operación de campamentos, talleres, depósitos, planta dosificadora, corte y relleno (terracería), explotación de bancos de préstamo y por la operación del equipo a utilizar. Debido a que la intervención en el desmonte del derecho de vía se limitará al área de hombros y cunetas, se espera que no exista un mayor impacto en la fauna terrestre a lo largo de la carretera. El mayor impacto a la fauna terrestre se dará en los bancos de préstamo y en el bosque de galería del río Copán

En cuanto a la fauna acuática específicamente peces, la extracción de material pétreo del Río Chamelecón Y Copán, se traducirá en perturbaciones a los mismos, pues dicha extracción provoca la suspensión de sedimentos, los cuales se depositan en el sistema branquial de los peces impidiéndoles la respiración, o bien, los mismos sedimentos se depositan sobre los nidos y huevos de las diferentes especies provocándoles también el ahogamiento o asfixia.

c. Afectación de áreas protegidas

Cerca de la estación 50+000, la carretera colinda con la microcuenca Quebrada El Encino- La Calera, declarada como área de protección bajo Acuerdo RFC No5, en el año de 1988. Se considera que la rehabilitación de la carretera no afectará dicha microcuenca ya que se conservará el ancho de la sección típica existente, que es de 11 metros.

d. Modificación del paisaje

La limpieza del derecho de vía es una actividad que modifica permanentemente el paisaje de la zona, ya que no solamente hay remoción de vegetación sino también de aquellas construcciones que se encuentren dentro del área de construcción de la carretera.

La instalación del campamento, de talleres, planteles del contratista afectará temporalmente el paisaje de la zona, sin embargo se buscan sitios que tengan poco valor paisajístico y que se encuentren alejados de las poblaciones en lo posible.

La explotación de bancos también produce una modificación del paisaje permanente, se hace la remoción de vegetación y las áreas de cerros se convierten en zonas de depresiones.

Los botaderos también producen una modificación del paisaje ya que se levanta el nivel natural de terreno (relleno). Estos sitios también son áreas sin un valor productivo o de poco valor paisajístico. Si se realiza adecuadamente el relleno y la conformación de taludes, así como su revegetación, estas áreas pueden mejorar el paisaje de la zona.

6.2.1.3. Componente socioeconómico

a. Oferta de empleo

En general, las actividades de construcción del proyecto se traducirán en una fuente temporal de empleo, adicional a la oferta existente en la zona (comercio, cultivo de café, granos básicos). La oportunidad de empleo existe para personas sin ninguna o poca formación en un oficio o profesión, pudiendo trabajar como peones, banderilleros, etc. También habrá oferta laboral para personal calificado como ser ingenieros, topógrafos, contadores, carpinteros, albañiles. Se estima que se generarán aproximadamente unos 200 empleos para el proyecto, los cuales se distribuirán entre los empleados de planta del contratista que se asigne al proyecto y la mano de obra calificada y no calificada local. Es de esperarse también la generación de empleo indirecto el cual puede ascender a 600 a una tasa de 3 empleos indirectos por un empleo directo. Este empleo indirecto incluye personal de empresas que brindan servicios al contratista así como empleo informal conformado por vendedores ambulantes en los frentes de trabajo para ofrecer algún tipo de bien a los empleados del proyecto así como un incremento de empleados en negocios de servicios a lo largo de la carretera.

b. Salud y Seguridad ocupacional

Los trabajadores se encontrarán expuestos a riesgos laborales y de salud si el contratista no les proporciona el equipo de protección personal requerido para las actividades que realicen, asimismo, si no se les brinda un ambiente de trabajo seguro, corren el riesgo de sufrir un accidente laboral. Los empleados estarán expuestos a altos niveles de ruido, al levantamiento de objetos pesados, a la exposición del polvo, etc., lo que les podrá provocar la aparición de enfermedades respiratorias, alergias, irritabilidad de la vista y otras enfermedades ocupacionales.

c. Mejoramiento de la calidad de Vida

El establecimiento de campamentos permitirá generar mano de obra local para su construcción y mantenimiento así como para la preparación de alimentos para parte de los trabajadores que se instalarán en el mismo, lo cual proveerá empleos durante un período aproximado de 24 meses que dure la construcción de la obra. Los empleados que habiten el campamento tendrán un nivel de vida aceptable pues contarán con un sitio seguro para vivir, con todos los servicios básicos, instalaciones para comer y descansar sin ningún costo alguno, pudiendo así incrementar su nivel de ahorro. Por otro lado, las personas locales que laboren en el mismo se verán beneficiadas con empleo durante un determinado período de tiempo, lo cual les asegurara un ingreso que ayudará a mejorar la calidad de vida en sus viviendas pues el mismo se invertirá en alimentación en el hogar, mejoras al mismo, atención a la salud, etc.

d. Desplazamiento de personas

Actualmente, dentro del derecho de vía del tramo carretero se han identificado cinco predios que serán afectados con la rehabilitación de la carretera la Entrada - El Florido. Entre las posibles estructuras o predios afectados se encuentra la estación de buses de la Hedman Alas, una pequeña bodega hecha de láminas de zinc y un establo de madera. El desplazamiento no solo tiene un impacto social sobre los afectados sino que también económico.

e. Afectación de la salud de la población

La generación de polvo por la construcción de la carretera puede traducirse en la aparición de enfermedades respiratorias en las poblaciones localizadas a ambas márgenes de la carretera. Asimismo, estos poblados estarán expuestos a niveles de ruido debido al paso de maquinaria, movimientos de tierra, etc. Los poblados afectados son Campamento, Santa Rita, Ostuman, Ruinas de Copán, Quebrada Honda, entre algunos.

6.2.1.4. Componentes económicos operacionales

a. Revalorización de propiedades en el sector

Los sitios utilizados como planteles y campamento podrán aumentar o disminuir su plusvalía dependiendo de sus condiciones al finalizar el proyecto. Para que estos sitios mejoren su plusvalía, el contratista deberá dejar instaladas una vez finalizada la obra los servicios básicos y demás facilidades que haya construido en el lugar, además de contar con un plan de cierre adecuado para dejar la propiedad en las mejores condiciones para su funcionalidad posterior.

La plusvalía de los bancos de préstamos dependerá de las condiciones finales del sitio. En general, estas áreas disminuyen su plusvalía debido a la topografía resultante de las actividades de extracción de material, quedando en algunos casos taludes inestables o la formación de excavaciones en el suelo que contribuyen al estancamiento del agua lluvia.

En el caso de los botaderos, la plusvalía dependerá de la adecuada implementación de un plan de cierre. Generalmente, los sitios escogidos para botaderos son áreas sin un valor productivo ni paisajístico; pueden ser terrenos en depresiones o áreas que necesiten ser rellenadas. Estos sitios pueden subir de plusvalía ya que se mejoran las condiciones de los mismos, siempre y cuando se haga una adecuada disposición del material, esto incluye la compactación del suelo, conformación adecuada de taludes, drenajes y revegetación para evitar la erosión.

b. Incremento en la captación de ingresos municipales y nacionales

Las actividades previas a la construcción así como las inherentes a esta actividad, generarán ingresos municipales y nacionales, ya que el Contratista estará obligado a realizar el pago de impuestos o la cancelación de permisos para el desarrollo del proyecto (Licencia ambiental, permisos municipales, autorización corte de árboles del ICF y municipalidades, uso del recurso hídrico, etc.).

6.2.2. Etapa de operación

6.2.2.1. Componentes físico-químicos

a. Contaminación del suelo

La rehabilitación de la carretera supondrá un aumento del tráfico vehicular, por lo que habrá un mayor número de personas que circulen por esta vía, aumentando el riesgo de contaminación del suelo debido a los residuos que se tiren a lo largo de la carretera, además del establecimiento de botaderos no autorizados.

Por otro lado, el mantenimiento de la carretera implicará la limpieza del derecho de vía. Uno de los principales trabajos de la limpieza del derecho de vía es el corte de maleza. Normalmente este es un

trabajo que se realiza con mano de obra y herramientas sencillas como machetes, sierras, rastrillos o herramientas similares, sin embargo existe la posibilidad del uso de herbicidas para la eliminación de la maleza, que en muchos casos resultan ser productos tóxicos que contaminan el suelo.

b. Cambios en la calidad del agua superficial

Los residuos que sean tirados a la carretera por parte de los pasajeros de los vehículos, autobuses, camiones, motos, mototaxis podrán caer en las cunetas de la misma, pudiendo ser arrastrados a los correderos naturales durante la época lluviosa, contaminándose las aguas con lixiviados, sustancias oleosas, hidrocarburos, metales pesados, etc.

Como parte del mantenimiento de la carretera se tiene la limpieza del derecho de vía, que incluye la remoción de los residuos provenientes de derrumbes; en caso de que exista una disposición inadecuada de estos residuos, colocándolos en ríos, quebradas o correderos naturales, se generará un aumento de sólidos suspendidos. Igualmente el material caído dentro de cunetas puede ser arrastrado por la lluvia hasta los correderos naturales. Por otro lado, durante el mantenimiento de la calzada podrá existir contaminación de correderos superficiales por la inadecuada disposición de las aguas residuales provenientes del lavado de camiones para concreto.

c. Cambios en la calidad del aire

Con el incremento gradual del nivel de tráfico que circulará, se espera también un incremento en el nivel de polvo en suspensión, pero el mismo será el resultado de la resuspensión del polvo que se deposita en la carretera por el viento que lo traslada de áreas adyacentes sin vegetación o por el que aporta vehículos que ingresan a la carretera desde calles de terracería, sin embargo, a pesar de ellos el impacto no será mayor al que actualmente existe, al contrario, con la rehabilitación de la carretera, desaparecerá la fuente generadora de polvo, como ser baches, áreas de fallas, lo que traerá una mejoría considerable de la calidad del aire, ya que habrá una disminución de la concentración de polvo (PM10) por una mayor disponibilidad de volumen de aire a lo largo de toda la sección de la carretera.

Lo mismo ocurrirá con el incremento de los gases vehiculares resultantes de la combustión de hidrocarburos fósiles. Los gases generados contendrán dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂), compuestos orgánicos volátiles, óxidos de nitrógeno (NO), y partículas de cenizas, entre otros.

En cuanto al mantenimiento de la carretera, esta actividad podría suponer un aumento en la contaminación del aire, ya que cuando se realiza la limpieza del derecho de vía se suelen apilar los residuos domésticos y los desechos vegetales para quemarlos, lo que provoca contaminación por emisiones las cuales pueden incluir gases tóxicos. También podrá existir contaminación del aire, al momento de realizar trabajos de bacheo ya que los materiales terrígenos podrían ser transportados en camiones sin toldo, por lo que habría levantamiento de polvo durante el transporte de los mismos.

d. Aumento de los niveles de ruido

El aumento del tráfico vehicular supone un aumento del ruido de la carretera. En Honduras no existe una normativa que regule el ruido que pueda producirse en las carreteras, quedando expuesta la población circundante a la carretera a niveles de ruido superiores a los permitidos por ejemplo por la OCDE o la Comisión de la Unión Europea (Leq durante el día: 60-70dBA y Leq durante la noche 55- 62 dBA). En el monitoreo de ruido realizado durante el día en los diferentes puntos de la carretera (Quebrada Honda, Campamento, Santa Rita, Copan Ruinas), se encontró que los niveles de ruido se encuentran dentro de los límites recomendados (≤ 70 dBA). Con la rehabilitación de la carretera, se espera que estos niveles de ruido se mantengan o disminuyan debido a que la fricción de los automóviles con la superficie de rodadura causará menos ruido, además que los carros se mantendrán en mejores condiciones que con la carretera en mal estado (baches, fallas).

6.2.2.2. Componente biológico-ecológico

a. Generación de residuos vegetales

Una vez pavimentada la carretera será necesario darle un mantenimiento regular a la misma, que incluirá el corte de maleza, hierbas, matas o árboles de los hombros de la misma.

b. Afectación a la fauna silvestre

El principal impacto sobre la fauna silvestre podrá darse por el atropellamiento accidental de algunas especies de fauna que puedan cruzar por la carretera como ser algunas culebras, saurios y mamíferos pequeños como los guazalos o zorrillos.

c. Mejoramiento del paisaje

La pavimentación y señalización de la carretera supone un mejoramiento en el paisaje ya que se podrá apreciar el verdadero desarrollo de esta zona, habrá una limpieza constante de la vía, lo cual evitará que se formen promontorios de basura en algunos puntos a lo largo de la misma, las estructuras (puentes) estarán pintadas adecuadamente y se mantendrá en buen estado la señalización. Asimismo habrá una mayor limpieza de la vía y de las obras de drenaje.

6.2.2.3. Componente socioeconómico

a. Oferta de empleo

Se generarán nuevas fuentes de empleo para el mantenimiento de la carretera, ya que esta actividad se le delegará a cuadrillas de mantenimiento de caminos las cuales son formadas por cooperativas de pobladores que se organizan para tal fin, siendo estas de las Municipalidades de Nueva Arcadia, La Jigua, Florida, San Antonio, San Jerónimo, Santa Rita, Copan Ruinas.

b. Mejoramiento de la calidad de vida

Contar con una infraestructura vial en buen estado se traduce en el desarrollo económico de la región. Se reducen los tiempos de viaje y consecuentemente el consumo de combustible, se transportan más rápidamente los productos y en mejores condiciones, los vehículos se dañan menos y se requiere un menor costo de mantenimiento de los mismos. Se reduce el tiempo de transporte hacia la frontera con Guatemala. Habrá un aumento del turismo hacia el Parque Las Ruinas, pudiéndose generar nuevos negocios a lo largo de la carretera para satisfacer las necesidades de los turistas (restaurantes, cafés, hoteles, etc). El proyecto aumenta la plusvalía de las propiedades.

c. Accidentes en zonas pobladas

La rehabilitación de la carretera traerá un aumento gradual del tráfico vehicular en la zona. Se pueden incrementar los accidentes por el exceso de velocidad o por la imprudencia de los conductores o de los peatones, generándose un aumento de atropellamientos de personas principalmente en las zonas pobladas mencionadas anteriormente.

d. Salud y Seguridad ocupacional

En las actividades de mantenimiento, los trabajadores se encontrarán expuestos a riesgos laborales sino se les proporciona el equipo de protección personal requerido para las actividades que realicen, asimismo, si no se les brinda un ambiente de trabajo seguro, corren el riesgo de sufrir un accidente laboral.

e. Aumento del turismo al Parque Arqueológico Copán Ruinas, Río Amarillo y sus alrededores

La rehabilitación de la carretera favorecerá el turismo a los parques arqueológicos Copán Ruinas y Río Amarillo ya que se reducirá el tiempo de viaje, los vehículos se dañarán menos y el turista podrá tener un viaje más confortable. El turismo a estos sitios también favorecerá a los poblados aledaños a estos parques arqueológicos, ya que traerá un mayor desarrollo de estas comunidades.

6.2.2.4. Componente socioeconómico

a. Revalorización de propiedades en el sector

Al rehabilitarse las carreteras se mejora la plusvalía de las propiedades a lo largo de la misma, lo que se traduce en un incremento para la venta de propiedades o viviendas de la zona tanto para mejorar o iniciar actividades productivas o para suplir las necesidades de vivienda de la zona.

b. Reducción en el tiempo de viaje de personas y productos

La rehabilitación de esta vía reducirá el tiempo de llegada a los sitios turísticos de Copán Ruinas. Asimismo se mejora el tiempo de entrega de productos perecederos y no perecederos a estas zonas

del país. También, se mejorará el tiempo de llegada hacia la frontera con Guatemala.

c. Disminución del costo de operación de los vehículos

Al ampliarse y pavimentar la carretera se obtendrá un coeficiente de rugosidad menor, lo que favorecerá la reducción de costos de operación de los vehículos (Combustibles, lubricantes, llantas, reparación y refacciones, costos del operador, depreciación y reposición de vehículos, intereses, seguros y tiempo de transporte de las mercancías).

d. Incremento en la captación de ingresos municipales y nacionales

Con la rehabilitación de este tramo carretero, indirectamente se producirá un incremento en el ingreso municipal y para el Estado de Honduras, pues si se considera que se reducirá el daño mecánico que sufren los vehículos que circulan por estas vías hacia otras zonas de la región o del país, habrá disminución en el consumo de combustibles por reducirse los tiempos de circulación de los vehículos, se revalorizarán las propiedades, las cuales consecuentemente deberán pagar más tributos municipales, los productos que se transporten por esta vía se podrán entregar en menor tiempo y en mejor estado, lo que les garantiza mayor ingreso a los productores y consecuentemente mayor pago de impuestos al Estado.

6.3. Valoración de impactos y riesgos ambientales

6.3.1. Metodología de valoración de impactos

Para el proceso de descripción y valoración de los impactos ambientales previamente identificados a través de la Matriz de Identificación de Impactos, se utilizó el método conocido como “*Rapid Impact Assessment Matrix*” o RIAM por sus siglas en inglés” (Pastakia 1998), desarrollado por DHI Water & Environment, el cual se apoya en la utilización de un programa de computadora para la evaluación de los impactos ambientales. Este método es una herramienta para organizar, analizar y presentar los resultados integrados de una evaluación de impacto ambiental. Los impactos de las actividades del proyecto son evaluados contra los componentes ambientales y para cada componente es determinado un valor total (utilizando criterios definidos), lo que proporciona una medida del impacto esperado para ese componente.

El método RIAM define cuatro componentes ambientales para la identificación de impactos, estos se presentan en la tabla siguiente:

FQ: Físico-Químico	Engloba todos los aspectos físicos y químicos del ambiente, incluyendo los recursos naturales finitos (no biológicos) (p.e. contaminación, erosión, calidad del agua, aire y suelo, etc.). Se representan en color verde.
Be: Biológicos-Ecológicos	Incluye todos los aspectos biológicos del ambiente, incluyendo recursos naturales renovables, conservación de la biodiversidad, interacción de especies y contaminación de la biosfera. (p.e. flora, fauna, vectores de enfermedades, biodiversidad, etc.). Se representan en color rojo.
SC: Social-culturales	Engloba todos los aspectos humanos del ambiente, incluyendo tópicos sociales que afectan a los individuos y las comunidades, junto con los aspectos culturales, incluyendo la conservación del patrimonio cultural y desarrollo humano. (p.e. aprovisionamiento de agua, pérdida de vivienda, empleo, inmigración, emigración, etc.) Se representan en color gris.
EO: Económico-operacionales	Incluye los aspectos para identificar cualitativamente las consecuencias económicas del cambio ambiental, temporal y permanente, así como las complejidades del manejo del proyecto dentro del contexto de las actividades del proyecto. (p.e. pérdida de cosechas, pesca, turismo, costo de operación y mantenimiento, etc.). Se representan en color azul.

Tabla 62. Componentes ambientales del método RIAM

Para la cuantificación de los impactos se emplean los criterios presentados en la Tabla 63.

A1: Importancia de la condición	<ul style="list-style-type: none"> • Es una medida de la importancia del impacto o condición, la cual es evaluada contra los límites espaciales o intereses humanos a ser afectados, y va desde “no importante” hasta “importante” a los intereses nacionales o internacionales. • Depende de las características del proyecto y del ambiente. • Es independiente de los otros criterios. • Un factor ambiental impactado puede ser muy importante aunque su magnitud puede ser mínima.
A2: Magnitud del cambio o efecto	<ul style="list-style-type: none"> • Éste término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. • Es la escala o intensidad del impacto. • Entre mayor sea la intensidad, mayor será la valoración que se hace de su magnitud.
B1: Permanencia	<ul style="list-style-type: none"> • Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto a partir de su aparición. • Es el tiempo de exposición del impacto, es decir impactos temporales o permanentes. • Entre mayor sea la permanencia, mayor será la valoración dada a esta característica.
B2: Reversibilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado como consecuencia de la acción acometida, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales o por actividades de control ambiental. • Es reversible si al eliminar la causa desaparece el impacto. • Es irreversible si al eliminar la acción generadora el impacto persiste.

B3: Acumulativo	<ul style="list-style-type: none"> • Mide los efectos acumulativos en el tiempo o efectos sinérgicos con otras condiciones. • El criterio acumulativo es un medio de juzgar la sostenibilidad de la condición y no deberá ser confundida con la situación permanente o irreversible. • Es la capacidad del impacto de volverse acumulativo en el ambiente. • Entre mayor sea la acumulación, se pueden desencadenar otros impactos de manera sinérgica.
------------------------	---

Tabla 63. Criterios para la cuantificación de impactos

Los criterios de evaluación se dividen en dos grupos:

- A. Criterios que son de importancia para la evaluación, los que individualmente pueden cambiar el valor total obtenido.
- B. Criterios que son de importancia para la evaluación, pero que no deben ser capaces individualmente de cambiar el valor total obtenido.

Los valores individuales relacionados con estos dos grupos de criterios son determinados por el uso de una serie de fórmulas sencillas, las cuales se presentan a continuación:

$$A1 * A2 = AT$$

$$B1 + B2 + B3 = BT$$

$$AT * BT = ES$$

Donde A1 y A2 son los valores individuales de los criterios agrupados en A; B1, B2 y B3 son los valores individuales de los criterios agrupados en B y ES es el valor ambiental total para el componente evaluado. Estos criterios se presentan en la tabla siguiente:

Categoría	Escala	Descripción
A1: Importancia de la condición	4	De importancia nacional/de interés internacional
	3	De importancia regional/de interés nacional
	2	De importancia a áreas inmediatas fuera de la condición local.
	1	De importancia solamente a la condición local.
	0	No importante
A2: Magnitud del cambio/efecto	3	Beneficios positivos mayores
	2	Mejoramiento significativo en “status quo”
	1	Mejoramiento en “status quo”
	0	No cambio/ “status quo”
	-1	Cambio negativo en “status quo”
	-2	Cambios negativos significativos

Categoría	Escala	Descripción
	-3	Cambios negativos mayores
B1: Permanencia	1	No cambio/ no aplicable
	2	Temporal
	3	Permanente
B2: Reversibilidad	1	No cambio/ no aplicable
	2	Reversible
	3	Irreversible
B3: Acumulativo	1	No cambio/ no aplicable
	2	No acumulativo/sencillo
	3	Acumulativo/sencillo

Tabla 64. Criterios de evaluación del método RIAM

Para comparar e interpretar los resultados, RIAM resume los valores encontrados de acuerdo a la banda de rangos presentada en la Tabla 65 y a los puntajes obtenidos para el cálculo del valor ambiental para cada componente.

Score Ambiental (ES)	Banda de Rangos (RB)	Descripción de la Banda de Rangos
+72 a +108	+E	Cambios/Impactos Positivos Mayores
+36 a +71	+D	Cambios/Impactos Positivos Significativos
+19 a +35	+C	Cambios/Impactos Positivos Moderados
+10 a +18	+B	Cambios/Impactos Positivos
+1 a +9	+A	Cambios/Impactos Ligeramente Positivo
0	N	No cambios/ status quo/ no aplicable
-1 a -9	-A	Cambios/Impactos Ligeramente Negativos
-10 a -18	-B	Cambios/ Impactos Negativos
-19 a -35	-C	Cambios/Impactos Negativos Moderados
-36 a -71	-D	Cambios/Impactos Negativos Significativos
-72 a -108	-E	Cambios/Impactos Negativos Mayores

Tabla 65. Valor ambiental para cada banda de rangos

6.3.2. Resultados de la valoración Resultados de la valoración

Una vez realizada la identificación y descripción de los impactos ambientales para cada una de las actividades mencionadas anteriormente, se procedió a la valoración de los mismos, obteniéndose los siguientes resultados:

Se identificaron 39 impactos ambientales, 23 en la etapa de construcción y 16 para la etapa de operación.

A continuación se presentan la valoración detallada para cada etapa del proyecto.

Etapa de Construcción

En esta etapa se han identificado 23 impactos ambientales, de los cuales 18 son negativos, uno (1) que no produce cambio y 4 positivos (Ver Tabla 66).

Componente	Impactos Negativos	Impactos No Cambio/ No aplica	Impactos Positivos
Fisicoquímico (FQ)	12	0	0
Biológico-Ecológicos (BE)	3	1	0
Socio-cultural (SC)	3	0	2
Económico-operacional (EO)	0	0	2
Total	18	1	4

Tabla 66. Impactos positivos y negativos por componentes ambientales para la etapa de construcción

El grado de significancia para los impactos negativos encontrados es el siguiente:

- Nueve (9) impactos ligeramente negativos (-A)
- Cinco (5) impactos negativos (-B)
- Cuatro (4) impactos negativos moderados (-C)

En cuanto al grado de significancia de los impactos positivos, estos se distribuyen de la siguiente forma:

- Un (1) impacto ligeramente positivo (-A)
- Un (1) impacto positivo moderado (C)
- Dos (2) impactos positivos significativos (D)

➤ Componente fisicoquímico

En este componente se encontraron siete (7) impactos ligeramente negativos (-A), dos (2) impactos negativos y tres (3) impactos negativos moderados (-C), (Ver Tabla 67). Los impactos negativos moderados son la erosión y sedimentación, el cambio en el uso del suelo y el cambio en la calidad del agua superficial. La erosión, sedimentación y los cambios en la calidad del agua superficial son impactos temporales y reversibles, mientras que el cambio en el uso del suelo es un impacto permanente e irreversible. Los impactos negativos son la afectación de la calidad del aire y la generación de ruidos, también impactos temporales y reversibles. El resto de los impactos son ligeramente negativos y están relacionados con cambios en la topografía, inestabilidad de taludes, compactación de suelos, contaminación del suelo, uso del agua superficial, alteración de los drenajes,

calidad del agua subterránea. Los impactos ligeramente negativos solamente afectan el área específica del proyecto.

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
FQ1	Cambios en la topografía del terreno	-9	-A	1	-1	3	3	3
FQ2	Inestabilidad de taludes o laderas	-7	-A	1	-1	2	2	3
FQ3	Generación de erosión y sedimentación	-28	-C	2	-2	2	2	3
FQ4	Compactación de suelos	-6	-A	1	-1	3	2	1
FQ5	Cambios en el uso del suelo	-32	-C	2	-2	3	3	2
FQ6	Contaminación de suelos	-7	-A	1	-1	2	2	3
FQ7	Cambios en la calidad del agua superficial	-28	-C	2	-2	2	2	3
FQ8	Uso del agua superficial	-5	-A	1	-1	2	2	1
FQ9	Alteración en los drenajes naturales	-6	-A	1	-1	2	2	2
FQ10	Cambios en la calidad del agua subterránea	-7	-A	1	-1	2	2	3
FQ11	Afectación temporal de la calidad del aire	-14	-B	1	-2	2	2	3
FQ12	Generación de ruidos	-12	-B	1	-2	2	2	2

Tabla 67. Valoración de los impactos para el componente fisicoquímico (FQ)

➤ Componente biológico-ecológico

En cuanto al componente biológico-ecológico, se encontraron dos impactos negativos, un impacto ligeramente negativo y un impacto que no producirá cambios (Ver Tabla 68). Los impactos negativos están relacionados a la pérdida de vegetación y los disturbios a la fauna silvestre y acuática. La pérdida de vegetación es un impacto permanente e irreversible ya que se eliminará la vegetación en bancos de préstamos; en el área de cambio de línea (construcción de puentes) sin embargo existen medidas compensatorias como la reforestación de otras zonas para este tipo de impacto. La pérdida de vegetación trae consigo la afectación de la fauna terrestre y la disminución de la calidad del aire, por eso se considera un impacto acumulativo.

En cuanto al impacto negativo asociado a los disturbios a la fauna silvestre terrestre y acuática se considera un impacto temporal y reversible ya que se producirá en las actividades de limpieza del derecho de vía, explotación de bancos de préstamo, construcción o mejoramiento de obras de drenaje (afectación fauna acuática).

En relación a la afectación de áreas protegidas, se considera que no habrá afectación del área de la microcuenca Quebrada del Encino - La Calera (50+000), ya que conservará el mismo ancho de la sección típica, además de ser una rehabilitación de la carretera.

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
BE1	Pérdida de vegetación	-18	-B	1	-2	3	3	3
BE2	Disturbios a la fauna silvestre terrestre y acuática	-12	-B	2	-1	2	2	2
BE3	Afectación de áreas protegidas	0	N	0	0	1	1	1

BE4	Modificación del paisaje	-8	-A	1	-1	3	3	2
------------	--------------------------	----	----	---	----	---	---	---

Tabla 68. Valoración de los impactos para el componente biológico y ecológico (BE)

➤ Componente sociológico-cultural

Para el componente sociológico-cultural se encontraron un impacto positivo significativo, un impacto ligeramente negativo, un impacto positivo moderado, un impacto negativo y un impacto negativo significativo (Ver tabla 69).

El impacto positivo significativo está relacionado con la generación de 200 nuevos puestos directos para la construcción, además del trabajo informal que aparecerá con este proyecto; este es un impacto temporal y reversible.

El impacto positivo moderado tiene que ver con el mejoramiento de la calidad de vida para los empleados directos del proyecto y por consiguiente de sus familias, así como las familias de los trabajadores informales. Este es un impacto reversible.

El impacto ligeramente negativo corresponde a la salud y seguridad ocupacional de los empleados, ya que serán susceptibles a enfermedades respiratorias, de la piel o auditivas por la exposición al polvo y ruido, así como accidentes laborales. Este es un impacto temporal y reversible, durante el mantenimiento de la carretera.

El impacto negativo moderado y el negativo significativo están asociados directamente con la población aledaña al proyecto, ya que estarán expuestos temporalmente al polvo y ruido, pudiendo sufrir daños a la salud por estos factores, además de que deberán ser desplazados los habitantes que se encuentren dentro del derecho de vía. El desplazamiento de personas es un impacto permanente, irreversible y acumulativo.

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
SC1	Oferta de empleo	42	D	3	2	2	2	3
SC2	Salud y Seguridad ocupacional	-6	-A	1	-1	2	2	2
SC3	Mejoramiento de la calidad de Vida	28	C	2	2	2	2	3
SC4	Desplazamiento de personas	-18	-B	1	-2	3	3	3
SC5	Afectación de la salud de la población	-24	-C	2	-2	2	2	2

Tabla 69. Valoración de los impactos para el componente sociológico y cultural (SC)

➤ **Componente económico-operacional**

En el componente económico-operacional solamente se generarán impactos positivos, se encontraron un impacto ligeramente positivo y un impacto positivo significativo. Estos impactos son el aumento de la plusvalía para aquellos sitios utilizados para el desarrollo del proyecto (campamento, taller, planteles) y a los que se les mejoró sus condiciones para su funcionalidad posterior (instalación de servicios básicos) y la captación de ingresos municipales y nacionales que permitirán a las Municipalidades y al Estado la creación de nuevas obras sociales o de infraestructura (Ver Tabla 66).

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
EO1	Revalorización de propiedades en el sector	8	A	1	1	3	3	2
EO2	Incremento en la captación de ingresos municipales y nacionales	63	D	3	3	2	2	3

Tabla 70. Valoración de los impactos para el componente económico y operacional

En la siguiente tabla se presenta el resumen del detalle del puntaje ambiental para la etapa de construcción, así como su puntaje graficado (Ilustración 81).

Variedad	-108	-71	-35	-18	-9	0	1	10	19	36	72
	-72	-36	-19	-10	-1	0	9	18	35	71	108
Clase	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
FQ	0	0	3	2	7	0	0	0	0	0	0
BE	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0
SC	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0
EO	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
Total	0	0	4	5	9	1	1	0	1	2	0

Tabla 71. Puntaje ambiental para la etapa de construcción

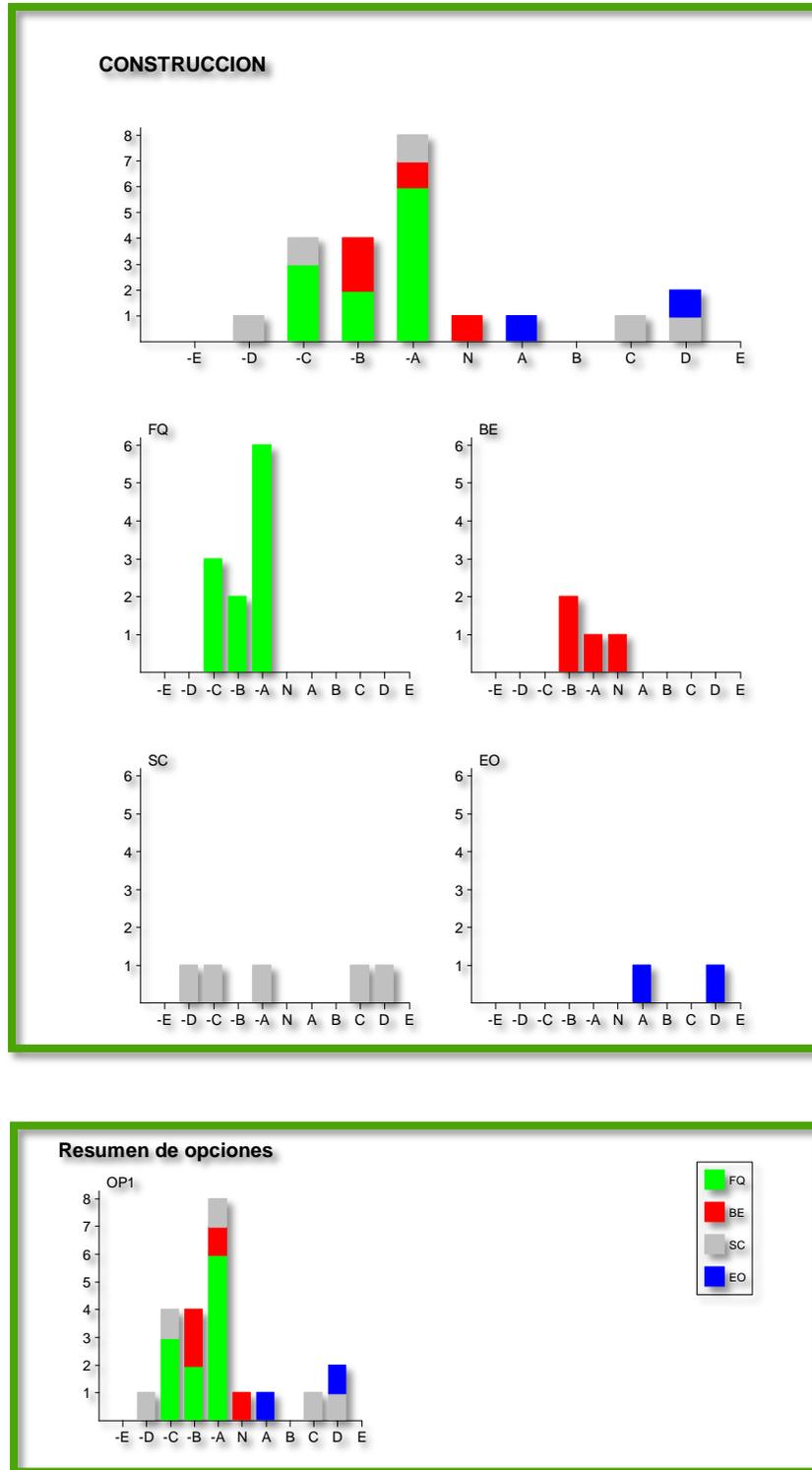


Ilustración 81. Detalle del puntaje ambiental por componente para la etapa de construcción

Etapa de Operación

En la etapa de operación se identificaron 16 impactos ambientales, de los cuales ocho (8) son negativos y ocho (8) positivos (Ver Tabla 72)

Componente	Impactos Negativos	Impactos No Cambio/ No Aplica	Impactos Positivos
Fisicoquímico (FQ)	4	0	0
Biológicos-Ecológicos (BO)	2	0	1
Social-cultural (SC)	2	0	3
Económico-operacional (EO)	0	0	4
Total	8	0	8

Tabla 72. Impactos positivos y negativos por componentes ambientales etapa de operación

El grado de significancia para los impactos negativos encontrados es el siguiente:

- Seis (6) impactos ligeramente negativos (-A)
- Un (1) impacto negativo (-B)
- Un (1) impacto negativo moderado (-C)

En cuanto a los impactos positivos se tiene lo siguiente:

- Dos (2) impactos ligeramente positivos (A)
- Tres (3) impacto positivo significativo (D)
- Tres (3) impactos positivos mayores (E)

➤ **Componente fisicoquímico**

En el componente fisicoquímico se encontraron dos impactos ligeramente negativos, un impacto negativo y un impacto negativo moderado.

El impacto negativo está relacionado con cambios en la calidad del aire (emisiones vehiculares). Este es un impacto permanente.

Los cambios en la calidad de las aguas superficiales (residuos tirados a los drenajes o disposición inadecuada de residuos provenientes de deslizamientos) es un impacto negativo moderado, temporal y reversible.

Los impactos ligeramente negativos están relacionados con la contaminación del suelo (basura tirada a lo largo de la carretera o botaderos) y aumento de los niveles de ruido en los poblados aledaños a la carretera por el aumento del tráfico vehicular. La contaminación del suelo es un impacto temporal y reversible. El aumento de los niveles de ruido es un impacto permanente pero puede ser reversible (Ver Tabla 73).

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
FQ1	Contaminación del suelo	-7	-A	1	-1	2	2	3
FQ2	Cambios en la calidad del agua superficial	-28	-C	2	-2	2	2	3
FQ3	Cambios en la calidad del aire	-16	-B	1	-2	3	2	3
FQ4	Aumento de los niveles de ruido	-8	-A	1	-1	3	2	3

Tabla 73. Valoración de los impactos para el componente físico y químico (FQ)

➤ **Componente biológico-ecológico**

En relación al componente biológico-ecológico se encontraron dos impactos ligeramente negativos, relacionados a la generación de residuos vegetales por el corte de maleza en el derecho de vía y la afectación de la fauna silvestre (atropellamiento). La afectación de la fauna silvestre es un impacto permanente e irreversible y la generación de residuos vegetales es un impacto temporal y reversible.

También se halló un impacto ligeramente positivo asociado al mejoramiento del paisaje (mantenimiento de la carretera); este es un impacto permanente y reversible.

En la siguiente tabla se presenta la valoración de todos los impactos para el componente biológico – ecológico.

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
BE1	Generación de residuos vegetales	-5	-A	1	-1	2	2	1
BE2	Afectación a la fauna silvestre	-7	-A	1	-1	3	3	1
BE3	Mejoramiento del paisaje	7	A	1	1	3	2	2

Tabla 74. Valoración de los impactos para el componente biológico y ecológico (BE)

➤ **Componente sociológico-cultural**

En cuanto al componente sociológico-cultural se identificaron dos impactos ligeramente negativos, dos impactos positivos significativos y un impacto positivo mayor (Ver Tabla 75).

Los impactos ligeramente negativos están relacionados a accidentes en zonas pobladas (atropellamientos) y afectación a la salud y seguridad ocupacional de las personas contratadas para el mantenimiento de la carretera.

Los impactos positivos son la oferta de empleo que se generará con el mantenimiento de la carretera y el mejoramiento de la calidad de vida del personal contratado. Estos son impactos permanentes e irreversibles.

El aumento del turismo al Parque Arqueológico Copán Ruinas, Río Amarillo y sus alrededores es un impacto positivo mayor y de interés nacional.

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
SC1	Oferta de empleo	54	D	3	2	3	3	3
SC2	Mejoramiento de la calidad de vida	54	D	3	2	3	3	3
SC3	Accidentes en zonas pobladas	-6	-A	1	-1	3	1	2
SC4	Salud y Seguridad ocupacional	-6	-A	1	-1	2	2	2
SC5	Aumento del turismo al Parque Arqueológico Copán Ruinas, Río Amarillo y sus alrededores	72	E	3	3	3	2	3

Tabla 75. Valoración de los impactos para el componente sociológico y cultural (SC)

➤ **Componente económico-operacional**

Para el componente económico-operacional se encontraron solo impactos positivos, un impacto ligeramente positivo, un impacto positivo significativo y dos impactos positivos mayores. Todos los impactos son permanentes, irreversibles y acumulativos. Estos impactos están asociados a la revalorización de las propiedades aledañas a la carretera (aumento de plusvalía de terrenos), reducción en el tiempo de viaje de personas y productos en una carretera internacional (Frontera a Guatemala), disminución de los costos de operación y mantenimiento de los vehículos e incremento en la captación de ingresos municipales y nacionales (Ver Tabla 76).

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
EO1	Revalorización de propiedades en el sector	9	A	1	1	3	3	3
EO2	Reducción en el tiempo de viaje de personas y productos	108	E	4	3	3	3	3
EO3	Disminución del costo de operación de los vehículos	81	E	3	3	3	3	3
EO4	Incremento en la captación de ingresos municipales y nacionales	54	D	3	2	3	3	3

Tabla 76. Valoración de los impactos para el componente económico y operacional (EO)

En la siguiente tabla se presenta el resumen del detalle del puntaje ambiental para la etapa de construcción, así como su puntaje graficado (Ilustración 82).

Variedad	-108 -72	-71 -36	-35 -19	-18 -10	-9 -1	0 0	1 9	10 18	19 35	36 71	72 108
Clase	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
FQ	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0
BE	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	1
EO	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
Total	0	0	1	1	6	0	2	0	0	3	3

Tabla 77 Puntaje ambiental para la etapa de operación

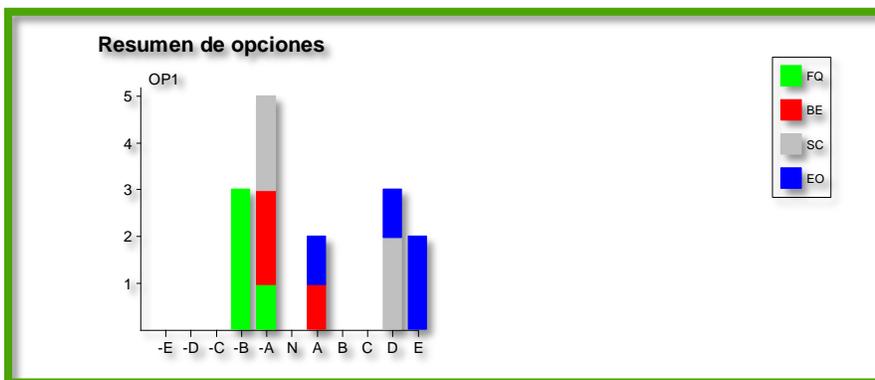
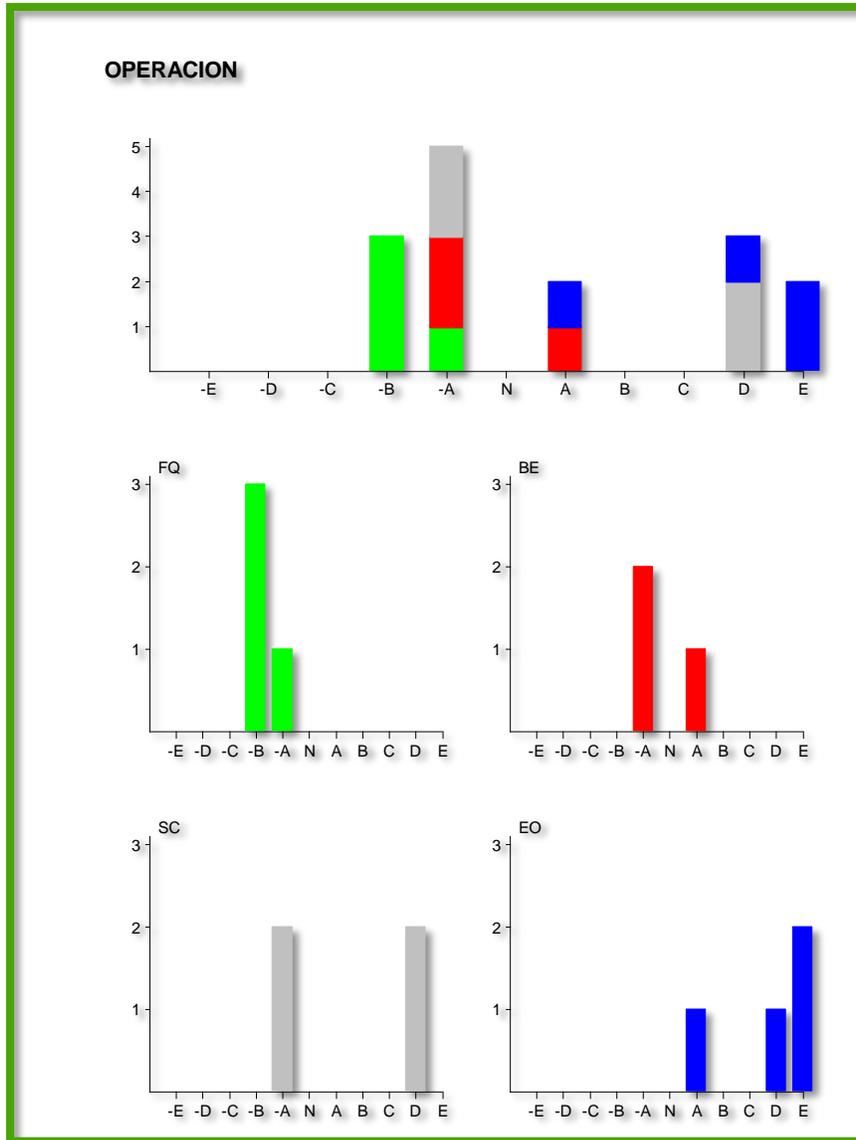


Ilustración 82. Detalle del puntaje ambiental por componente para la etapa de operación

7. Medidas de Mitigación Y Gestión Socio-Ambiental Del Proyecto

En este capítulo se presentan las diferentes medidas a implementar en el proyecto carretero para mitigar los impactos que no puedan evitarse y finalmente compensar aquellos impactos cuyos efectos no se pueden evitar ni mitigar por ser sus efectos irreversibles sobre el medio en que se manifiestan; esto con el fin de que la ejecución del proyecto propuesto se enmarque dentro de una política de respeto al medio socioambiental y el mismo genere desarrollo socioeconómico dentro de estándares aceptables de desempeño ambiental. Las medidas han sido incorporadas en tres planes:

- Plan de Implementación de Medidas de Mitigación Ambiental, Social, Salud y Seguridad en la Construcción
- Plan de Contingencias y Administración de Riesgos
- Plan de cierre

El detalle de cada uno de estos planes se presenta a continuación:

7.1. Plan de Implementación de Medidas de Mitigación Ambiental, Social, Salud y Seguridad en la Construcción

En base a la identificación y descripción de los impactos que podrían generarse durante la ejecución del proyecto carretero La Entrada-Santa Rita-Copán Ruinas-El Florido (CA-11), se han elaborado las medidas de control ambiental orientadas a la prevención, control, atenuación, restauración y compensación de impactos ambientales negativos. A continuación se presentan las medidas de control ambiental aplicables a cada componente ambiental del proyecto de acuerdo al tipo de impacto identificado.

7.1.1. Etapa de construcción

7.1.1.1. Componentes físico-químicos

Cambios en la topografía del terreno

- Las actividades de corte y relleno deberán limitarse al trazo de diseño de la carretera.
- Previo a la explotación, INSEP (Infraestructura y Servicios Públicos) o en su defecto el concesionario deberá obtener las autorizaciones respectivas con la Autoridad Minera (INHGEOMIN) para la explotación de dichos bancos, para lo cual deberá preparar una memoria técnica para cada uno de ellos, conteniendo el estado de los mismos previo a su explotación.
- El Concesionario deberá presentar previo al inicio de las actividades de construcción de la obra a la Supervisión para su aprobación un Plan de Minado para cada uno de los bancos seleccionados. Dicho plan debe de contener como mínimo la siguiente información: Volúmenes a extraer y volúmenes de material estéril, depósitos temporales y finales de material estéril, medidas de protección de los depósitos temporales de estériles, método de explotación y diseños de los bancos a dejar al finalizar la explotación, reconformación de cauces en el caso de los bancos

- húmedos, medidas de control ambiental a implementar (control de polvo, ruido, paisaje, sedimentación, etc).
- Cuando sea factible se debe retirar y almacenar la capa de suelo orgánico de los bancos de préstamo, el mismo se deberá apilar de manera tal que no esté expuesto a erosión y deberá ser cubierto o revegetado para su protección. El objetivo de su conservación es la reutilización del mismo en actividades de rehabilitación ya sea de los mismos bancos o de algunos taludes de relleno de la carretera.
 - La explotación de los bancos de materiales debe de realizarse en forma ordenada y por el método de banqueo en el caso de los bancos secos, método que debe de ser considerado en el Plan de Minado a presentar. Este Plan debe considerar que la altura de cada banco no debe ser mayor a 5 m y por aspectos de seguridad de personas y animales la pendiente final de los taludes resultantes de la explotación no debe de ser menor de 2.0H:1V.
 - En el caso de la explotación de los depósitos de material pétreo en los cauces de los ríos Chamelecón y Copán, se debe de evitar la extracción desordenada del material dentro del cauce de dichos ríos y al final de la misma se debe proceder a reconformar el cauce de ambos ríos.

Inestabilidad en taludes de corte y relleno

- En las zonas donde se tendrán rellenos, estos serán de suave pendiente y poca altura, de allí que lo que se recomienda únicamente es la siembra de vetiver de 8 haces. El vetiver se sembrará en hileras con una separación entre ellas de 50 cm y una separación entre macollas de 10 cm, por lo que en un área de un metro cuadrado se sembrarán 30 macollas.
- Si se explota los bancos a alturas mayores a 10 m en su totalidad, se deberán construir contracunetas y canales laterales en la parte superior del talud resultante en los bancos de préstamo. El Ingeniero residente junto al supervisor definirán o no la implementación de la medida en el campo.
- Conformar los taludes de relleno de acuerdo a la especificación de diseño.
- Construir las obras ingenieriles propuestas en las zonas de falla con el fin de poder contener los derrumbes o deslizamientos que pueden ocurrir a lo largo de los sitios identificados como inestables: Deslave de andesitas km 24, falla del km 25, falla relleno en curva km 33, capas rojas km 36, gasolinera uno jaral km 50, el florido km 71 y falla por drenaje.

Generación de Erosión

- Previo al inicio de la rehabilitación del tramo carretero, se deberá proceder a la realización de un Plan de Salvamento Forestal, el cual consiste en un inventario al 100% de las especies arbóreas a cortar. Para tal fin se deberá contratar un Ingeniero Forestal autorizado para la realización de dicho inventario.
- Previo al inicio de la rehabilitación de la carretera y los cambios de línea, se deberá verificar que estén marcados los límites de la vegetación a intervenir con el fin de que la remoción de vegetación herbácea y arbórea se realice en los lugares indispensables para la construcción de los

nuevos carriles y no intervenir áreas innecesarias que puedan ser fuentes de producción de sedimentos.

- La maleza resultante de la limpieza será apilada manualmente al borde del derecho de vía en ambos lados de la carretera donde se elimine la misma para proporcionar franjas de filtración.
- Cubrir posteriormente a la conformación con suelo fértil o proceder a la revegetación de los taludes de relleno resultantes de la misma, procurando aprovechar el material vegetal que se removió durante el desmonte. La revegetación se hará con vetiver (*Vetiver zizanioides*) en los taludes de relleno mayores a 2 m y este se sembrará en filas con espaciamiento entre plántulas de 10 cm y de 0.5 m entre filas.
- El material resultante de la canalización de los cauces de los ríos deberán removerse del sitio y depositarse y conformarse en un sitio autorizado por la supervisión y la UMA respectiva preferiblemente cerca del área de canalización y de ser factible proceder a su revegetación.

Compactación del suelo

- Escarificado de suelos para retornarlos a un uso productivo

Cambios en el Uso del Suelo

- Para la instalación del campamento, talleres, planta de trituración, etc, se debe seleccionar un sitio que este retirado de las viviendas y por lo menos a 100 m del Río Chamelecón y Copán.
- Se deberá considerar la siembra de árboles como medidas de compensación por el corte de árboles durante la limpieza del derecho de vía, a una tasa de 10 x 1. Esta arborización se podrá realizar a lo largo de la carretera La Entrada- El Florido, en los extremos externos del derecho de vía. Si se siembran a la orilla del derecho de vía, se deben sembrar secciones solo con la misma especies por aspectos paisajísticos, intercalando secciones a todo lo largo de la vía con un espaciamiento de 3 m entre cada árbol.

Contaminación de suelos

Derrames y residuos con hidrocarburos:

- Los depósitos de lubricantes y lubricantes usados deberán estar colocados en un sitio específico para los mismos con piso de cemento y un bordillo de 0.20 m de alto que permita contener cualquier derrame. La entrada al depósito debe de permitir la operación de carga y descarga del mismo fácilmente.
- Los depósitos de combustible deben colocarse dentro de un foso con piso de concreto con capacidad para contener el 110% de la capacidad del tanque de almacenamiento de combustible.
- En caso de derrames de hidrocarburos o lubricantes, se deberá proceder inmediatamente a la limpieza del mismo y el suelo contaminado deberá ser llevado a una pila o fosa impermeabilizado para su tratamiento de descontaminación.

- El depósito para residuos con combustibles y aceites deben estar sobre un firme de concreto, con bermas perimetrales, el cual debe tener una capacidad de captar el 110% del volumen de combustible almacenado
- El piso del taller debe de estar impermeabilizado.
- Se debe prohibir el almacenamiento de aceites usados en recipientes abiertos.
- Previo al inicio de operación del equipo asignado al proyecto, se deberá realizar una inspección del mismo para verificar su estado y de esta forma no permitir el ingreso de equipo en mal estado que es una fuente potencial de contaminación.
- Darle un mantenimiento regular a la maquinaria y equipo para evitar derrames por fugas. Se debe de llevar una bitácora de mantenimiento por vehículo donde se evidencie el mismo.
- Equipo con fugas de aceites o lubricantes deberá ser retirado inmediatamente de la obra para su reparación.
- Cuando un equipo presente fugas de lubricantes o hidrocarburos deberá colocarse bajo la fuga un recipiente con la suficiente capacidad de almacenamiento para evitar mayor contaminación del suelo.

Descarga de aguas residuales:

- Se prohíbe la descarga directa de aguas residuales domésticas al suelo natural. Las aguas residuales de naturaleza doméstica deberán ir a una o varias fosas sépticas que consten de dos cámaras para un mejor tratamiento de las aguas y descargar a un pozo de absorción.
- Instalación de letrinas portátiles en los frentes de trabajo a razón de 1 por cada 10 trabajadores.
- Se prohíbe la descarga de aguas residuales de naturaleza oleosa provenientes del taller de mantenimiento y de la planta de agregados y dosificadora.
- Queda prohibida la descarga de sobrantes de concreto o del lavado del mixer sobre el terreno natural. Estos deben de llevarse a un vertedero autorizado o colocado en algún acceso privado previa autorización del propietario

Residuos sólidos domésticos:

- El contratista debe colocar basureros dentro de sus facilidades para el depósito de la basura; esta se trasladará bajo su propia cuenta o por medio del servicio municipal hasta el vertedero autorizado, previa autorización de la municipalidad.
- El manejo de la basura incluye la separación de las mismas para promover el reciclaje.
- Capacitaciones semanales a sus empleados sobre el manejo adecuado de los desechos, deberá llevarse un registro de estas capacitaciones.

Cambios en la calidad del Agua superficial

- Disposición del material lejos de las corrientes de agua para evitar derrames de material a los cauces de las rutas a mejorar.

- Instalación de rótulos con mensaje ambiental para prevenir que se arroje basura en los cauces.

Producción de sedimentos:

- Construir dos lagunas de sedimentación en la planta de agregados con las siguientes dimensiones la primera de 7 m X 7 m X 1.5 m, que es donde se desarrollará la mayor parte del proceso de sedimentación, y una segunda laguna de 3 m X 3 m X 1 m interconectada a la primera, donde llegará el agua clara para su reutilización en la planta de agregados/concreto.
- En el caso de los aportes de material por la excavación de las obras de drenaje o por la elevación de la rasante, se debe recoger el material sobrante para que este no sea arrastrado por las corrientes y se debe de colocar una barrera de geotextil a lo largo de las secciones que están cerca del Río Chamelecón y Copán, y a lo largo de las secciones cercanas a los principales drenajes.

Extracción de material de cauces de ríos:

- Para controlar las partículas en suspensión por la extracción de material, construir ataguías con la finalidad de desviar las aguas de los sitios de extracción.
- También se puede colocar una barrera de geotextil anclada alrededor de las áreas de extracción para evitar fugas de sedimentos.

Descarga o derrame de concreto:

- Ver medidas para contaminación de suelos.

Descarga de aguas residuales:

- Ver medidas para contaminación de suelos.

Uso del agua superficial

- Establecer la captación de agua de las fuentes superficiales en lugares que no generará competencia con los productores por dicho recurso.
- Obtención de contrata para aprovechamiento de aguas nacionales

Alteración de drenajes naturales

- La remoción de vegetación deberá realizarse en los lugares indispensables para la construcción de las rutas propuestas.

- Todo material empleado para el desvío temporal de aguas deberá ser reacomodado dentro del lecho del río, inmediatamente después de finalizado el trabajo, o cuando ya no sean necesarios para la construcción.
- Reconformación de cauces del Río Chamelecón y del Río Copán de manera que no queden depresiones que provoquen estancamientos del agua.

Cambios en la calidad del agua subterránea

- Ver medidas para contaminación de suelos

Afectación temporal de la calidad del aire

- Planta de trituración: Regado periódico en el plantel, instalación de mangas en los sitios de descarga de material triturado, cobertores en las bandas transportadoras.
- Mantenimiento periódico del equipo
- Las volquetas o vehículos que acarreen material deben de contar con los toldos requeridos para cubrir el mismo y evitar dispersión de este por efecto del viento, cumpliendo además con la Ley de Tránsito.
- Riego periódico de zonas pobladas.

Generación de niveles de ruido fuera de límites permitidos

- Instalar la planta de trituración retirada de zonas pobladas o en su defecto a una distancia a la que los niveles de ruido no sobrepasen los 45 dBA por la noche de acuerdo a la Norma MOEE, 1995 de Ontario, Canadá.
- De igual manera si existen casas cercanas a la planta trituradora, esta deberá ubicarse de manera tal que el viento no transporte el ruido hacia las mismas.
- Proveer el equipo de protección personal a los trabajadores de la planta que estén expuestos a niveles de ruido por sobre los 80 dbA (protectores auditivos).
- Normar el horario de las actividades de construcción entre las 7:00 am y finalizando a las 6:00 pm en los tramos que cruzan los centros poblados de ambas rutas.
- Silenciadores de los equipos en buen estado y mantenimiento periódico del equipo que se utilice; para tal fin llevar la bitácora de mantenimiento de cada uno.
- Retiro de equipo que genere ruidos en niveles no aceptables debido a falta de mecanismos de reducción de ruido (silenciadores).

7.1.1.2. Componente Biológico-Ecológico

Pérdida de vegetación

- Ver medida propuesta para el cambio de uso del suelo relacionada a la siembra de árboles.

- Restringir las actividades de la maquinaria y equipo a los accesos establecidos y al derecho de vía de las rutas propuestas.
- Queda terminantemente prohibido la extracción de recursos forestales para actividades del proyecto o para uso de los trabajadores. Se girarán instrucciones escritas y verbales a todo el personal incluyendo subcontratistas.

Disturbios a la fauna silvestre terrestre

- Dar instrucciones precisas a los empleados sobre la prohibición de perseguir, herir, capturar o matar especies de fauna silvestre que se encuentren en los campamentos, frentes de trabajo, bancos de préstamo o cualquier área del proyecto.
- Para evitar maltratar la fauna por las actividades de construcción, previo al inicio de las actividades de construcción, se deben de realizar actividades de ahuyentamiento de fauna.
- Diseñar un Plan de Capacitación Ambiental a los empleados el cual incluya medidas de respeto a la fauna para protección de la misma.

Disturbios a la fauna silvestre acuática (Calidad del agua).

- Incluidas en las medidas de hidrología superficial

7.1.1.3. Componente social-cultural

Afectación de la salud de la población

- Se debe de proceder al riego de los frentes de trabajo o de los tramos de la carretera en los que existan viviendas cercanas al área del proyecto. La frecuencia de riego dependerá de las necesidades del mismo, sin embargo deben ser como mínimo cuatro veces al día incluyendo los días de descanso del contratista de construcción.
- Los conductores del equipo de acarreo u otros deberán mantener una velocidad máxima de 30 km/h en el tramo bajo construcción que atraviesa los centros poblados localizados a lo largo del tramo carretero.

Accidentes en zonas pobladas

- Con el fin de garantizar o minimizar la ocurrencia de accidentes automovilísticos incluyendo atropellamiento de personas principalmente durante las horas pico, el concesionario y/o su contratista durante la ejecución del proyecto, deberá preparar e implementar un Plan de Manejo de Tráfico, que incluirá entre otros aspectos lo siguiente:

- ◆ Localización y tipo de señalización vertical y horizontal en todo el tramo carretero para prevenir accidentes.
- ◆ Medidas estrictas para garantizar el paso de vehículos y peatones
- ◆ Medidas de seguridad para el traslado de maquinaria y equipo pesado al sitio del proyecto.
- El Plan de tránsito deberá incluirá las rutas de desvío seleccionadas, realizar publicaciones en los medios escritos y radiales anunciando los cierres temporales de la vía o de los trabajos que se estén realizando en ella, indicando las rutas alternas.
- Establecer y mantener una señalización adecuada que indique que al conductor que se acerca a una zona de trabajo y que debe de tomar todas las precauciones del caso siguiendo la normativa relacionada con este tema. Esta señalización debe de ser reflectiva para ser visualizada en horas nocturnas.
- Si se realizan trabajos nocturnos, el contratista debe garantizar la iluminación adecuada de las zonas de trabajo y colocar rótulos lumínicos alimentados por energía solar.
- El contratista debe proceder a la contratación de personal (banderilleros), dos por cada frente de trabajo para controlar el paso de vehículos durante la construcción de la obra.
- Mantener permanentemente miembros de la policía de tránsito para que colaboren con el personal del contratista encargado de regular el paso de vehículos durante la construcción de la obra; por lo que deberá comunicarse el inicio y finalización de la obra a la Dirección Nacional de Tránsito y destinar los recursos necesarios para garantizar dicha presencia policial.

Desplazamiento de personas

- Un Plan de reasentamiento involuntario deberá ser desarrollado por el concesionario el cual debe de seguir los lineamientos establecidos en el Anexo 6 del presente documento y el mismo debe de desarrollarse a través de una consulta adecuada y oportuna incluyendo un proceso de difusión de información; examen de alternativas, en las que se incluye como opción la alternativa sin proyecto.

Salud y seguridad ocupacional de los trabajadores

- El Concesionario o el contratista que se designe debe implementar las medidas contenidas en el Reglamento General de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales (Acuerdo STSS-001-02).
- El Concesionario o a quien designe debe preparar un Plan de Higiene y Seguridad, el cual debe ser aprobado por la Secretaría del Trabajo y Seguridad Social y posteriormente darlo a conocer a sus empleados, además de colocar copias del mismo en lugares visibles. Dicho Plan de Higiene y Seguridad debe contener las medidas necesarias para evitar o disminuir el riesgo de los diferentes accidentes mencionados en la sección de indicadores ambientales.
- Proporcionar el equipo de protección personal (EPP) a todos los empleados del proyecto, es decir mascarilla, casco, chalecos reflectivos, guantes, botas, cinturones de seguridad, gafas, etc. o el equipo que se necesario para las diferentes actividades que se realicen en el proyecto.

- De igual manera el contratista debe de considerar dentro de su Plan de Higiene y Seguridad la capacitación y exigencia a sus empleados del uso del equipo de protección para mantener sus límites de exposición dentro de los rangos aceptables.

Afectación de sitios arqueológicos

- Es importante considerar que en este tramo, según la evidencia arqueológica y documentación histórica de la época prehispánica y la época colonial, esta zona fue densamente poblada, así que es relevante tener en cuenta que cualquier mínimo cambio de trazo puede afectar la arqueología del sitio.
- Se debe tener en cuenta que en la construcción de la carretera existe la posibilidad de hallazgos fortuitos. El procedimiento legal a seguir será el siguiente: primero detener la obra inmediatamente, luego comunicar al Instituto Hondureño de Antropología e Historia, posteriormente a la evaluación se elaborará y ejecutará el Proyecto de Rescate o mitigación arqueológica según corresponda.

7.1.2. Etapa de operación

7.1.2.1. Componentes físico-químicos

Contaminación de suelos

- A lo largo de la carretera colocar rótulos con mensaje ambiental para prevenir que los peatones, conductores y pasajeros tiren la basura a la carretera.
- Realizar limpiezas trimestrales del derecho de vía de la carretera para la remoción de residuos sólidos.
- Evitar la formación de botaderos en el derecho de vía. Limpiar y cercar aquellos sitios que sean utilizados como botaderos.
- Evitar el uso de herbicidas para la limpieza del derecho de vía.

Cambios en la calidad del Agua superficial

- Instalación de rótulos con mensaje ambiental para prevenir que se arroje basura en los cauces de ríos, quebradas o correderos naturales.
- Realizar limpiezas trimestrales de alcantarillas y cajas puentes.
- Los residuos provenientes de deslizamientos no podrán ser colocados dentro de cauces de quebradas o correderos, estos deberán ser dispuestos en escombreras debidamente autorizadas por la Municipalidad.
- Establecer un programa de limpieza y desazolve de cunetas.

- Durante las actividades de mantenimiento de la calzada evitar el derrame de aguas residuales con concreto.
- Evitar el uso de herbicidas para la limpieza del derecho de vía.

Afectación de la calidad del aire

- Cumplimiento del Reglamento para la regulación de las emisiones de gases contaminantes y humo de los vehículos automotores.
- Después de la limpieza del derecho de vía, evitar la quema de residuos, estos deberán disponerse en un vertedero autorizado por la Municipalidad.
- Establecer un programa de revegetación a fin de compensar la contaminación por emisiones de humo.
- Cuando sea necesario el transporte de materiales para el mantenimiento de la carretera o el traslado de residuos, los camiones o volquetas deberán contar con lonas que recubran todo el material o los residuos a trasladar.

Aumento de los niveles de ruido en zonas pobladas

- Reducir los límites de velocidad en zonas pobladas. Colocar los rótulos que indiquen la velocidad máxima en zonas pobladas.
- Se podrán colocar barreras vegetales paralelas a la carretera en las zonas pobladas para reducir el nivel de ruido.

7.1.2.2. Componente Biológico - Ecológico

Generación de residuos vegetales

- Los residuos vegetales provenientes del derecho de vía deberán disponerse en botaderos autorizados por la Municipalidad, en ningún momento podrán ser quemados. En las escombreras, los residuos de troncos deberán ser seccionados y las ramas picadas para facilitar su disposición. Los residuos terrígenos provenientes de deslizamientos, limpieza de drenajes o cauces podrán ser utilizados para recubrir los residuos vegetales.

Atropellamiento de animales

- Colocar letreros de precaución que indiquen la presencia de animales en las vías, estos rótulos deberán ser colocados junto a los rótulos correspondientes a la velocidad permitida, para disminuir el riesgo de que dichos letreros sean ignorados por los conductores.

Mejoramiento del paisaje

- Mantener el derecho de vía de la carretera libre de residuos y con la vegetación podada para mantener la belleza escénica de esa área.

7.1.2.3. Componente Social-Cultural

Salud y seguridad ocupacional de los trabajadores

Dotar a los empleados del mantenimiento del derecho de vía de todo el equipo de protección personal requerido de acuerdo a la actividad que desempeñe.

Accidentes vehiculares o atropellamientos

- Darle el mantenimiento debido a la señalización vertical y horizontal para disminuir el número de accidentes vehiculares y atropellamientos.
- Reducir los límites de velocidad en zonas pobladas. Colocar los rótulos que indiquen la velocidad máxima en zonas pobladas.

7.2. Plan de Contingencias y Administración de Riesgos

Como parte de las actividades de control ambiental del proyecto, se ha preparado un Plan de Contingencias y Administración de riesgos que debe de ser incorporado durante la ejecución del proyecto, con el fin de evidenciar una política de seguridad que implica realizar las labores de la forma más segura e higiénica para los empleados, lo cual se traduce también en menos impactos ambientales. Este plan contiene muchas acciones que deben de cumplirse y el mismo deberá ser ampliado y detallado por el contratista que desarrolle la obra y aprobado por la Supervisión del Proyecto, el Fondo Vial y la autoridad laboral del país.

El Plan de Contingencias se ha dividido en siete secciones:

a) Condiciones Sanitarias

La empresa constructora mantendrá las condiciones sanitarias necesarias para cumplir con los reglamentos del Ministerio de Salud Pública. La existencia de una oficina, sanitarios y bodegas provisionales es necesaria, las mismas deberán de ser habilitadas en los primeros días de inicio de las obras. La empresa mantendrá en buen estado de limpieza sus oficinas y bodegas en el sitio de la obra, y eliminará todos los desperdicios y materiales sujetos a putrefacción de manera inmediata.

Se contará con un botiquín de primeros auxilios conteniendo lo necesario para atender una emergencia, tanto vendajes como desinfectantes y medicamentos para estas emergencias.

La obra contará con un sanitario provisional por cada 10 trabajadores. De no existir alcantarillado sanitario en el sitio seleccionado para la instalación del plantel, la empresa construirá una fosa séptica temporal con la capacidad adecuada para la dotación de sanitarios y cuando los trabajos sean terminados dicha fosa será rellenada.

b) Reglas de Tránsito

El límite de velocidad dentro del proyecto será como se señale y será obligatorio respetar dichas instrucciones mediante señalamientos verticales. Los operadores acreditados deberán de tener su licencia de conducir en vigencia y cuando conduzcan deben de usar cinturón de seguridad. Los ayudantes o pasajeros no deberán de abordar o descender de los vehículos cuando estén en movimiento.

Los vehículos sin mofles o con sistemas de escape defectuosos no operarán en el área del proyecto debido a los niveles de ruido que se generarán. Los equipos móviles deberán de mantenerse en buenas condiciones. Equipos que tengan derrames en sus motores deberán de ser reparados para evitar dichos derrames de lo contrario serán retirados de la obra.

c) Equipo de Seguridad en la Obra

En todos los trabajos se deberán de incluir los equipos y normas de seguridad necesaria para evitar accidentes, rótulos, avisos y señales precautorias deberán de ser colocadas para evitar cualquier percance en los frentes de trabajo. Capacitaciones diarias de 5 minutos deberán ser impartidas a todos los trabajadores en la importancia y uso correcto del equipo de protección personal y la de observar las medidas de seguridad.

Todo el personal, supervisores, visitantes, como mínimo deberán cumplir con las siguientes normas de acuerdo a la actividad que realice:

- | | |
|---|-----------------------------------|
| – Zapatos de cuero duro y suela gruesa. | En todo momento |
| – Guantes | Acarreo y manejo de materiales |
| – Protectores auditivos | Trabajos con equipo pesado |
| – Extintores | Trabajos Taller de Mantenimiento |
| – Mascarillas y lentes | Trabajos con material en polvo. |
| – Fajones para columna | Levantamiento de materiales, etc. |

No se permitirá el uso de calzonetas, zapatos deportivos o zapatos de playa, además deben de vestir camisa y pantalón en todo momento. Cuando se trabaje con vehículos y equipo móvil que exista daño potencial para los ojos, se deberá de usar anteojos de seguridad.

- El sitio de la obra deberá de mantenerse permanentemente limpio de escombros y desperdicios. A la entrega de la obra esta estará completamente limpia.

- La empresa pondrá todo su esfuerzo y empeño en la protección de áreas de trabajo que se pudieran ver afectadas por eventuales lluvias.

d) Obligaciones del Contratista.

El contratista es el único obligado a proveer a sus empleados del equipo de seguridad apropiado para realizar las labores tal como protectores visuales, auditivos, guantes, etc. Las obligaciones del mismo son:

- Mantener limpio el área de trabajo, señalar y colocar advertencias serán responsabilidades del Contratista.
- No se permitirá en el sitio de la obra armas, explosivos, bebidas alcohólicas o cualquier otra sustancia no autorizada.
- No se permitirá la entrada de ninguna persona en la obra si se encuentra bajo la influencia de alcohol, drogas o similar.
- Ningún vehículo, maquina, equipo o herramienta será manipulada sin la debida autorización, además el contratista deberá de acreditar a su personal en el caso de uso de dichos equipos.
- Cualquier accidente en la obra es responsabilidad del contratista, la Alcaldía Municipal del Distrito Central en ningún momento asumirá, indemnizará, o pagará daños a terceros.

Además de las medidas de seguridad e higiene definidas en este Plan, se deberá dar observancia a las demás medidas establecidas en el Reglamento de Seguridad e Higiene publicado en el Diario Oficial La Gaceta en el 2002.

e) Fuego y Otras Emergencias

- La regla de no fumar aplica absolutamente todo el tiempo en los sitios de almacenamiento de combustible o cerca de algún tipo de material inflamable.
- En caso de un incendio el contratista será responsables de la evacuación de su personal.
- Durante la construcción se contará como mínimo con 3 extintores de 20 Lbs. ubicados en las oficinas, bodegas y en el taller.
- Los vehículos y equipo del contratista debe estar equipado con extintores tal y como establece la legislación.
- De instalarse un dispositivo para el almacenamiento del combustible, un extintor de 20 lbs deberá ser ubicado en sus cercanías

f) Manejo de Combustibles y Lubricantes

Los combustibles y lubricantes que se requieran en la obra se almacenaran en una bodega separada de las oficinas y bodegas del contratista. Se señalarán con rótulos legibles ubicados con un perímetro de por lo menos 5 m.

El personal que maneje estos productos lavará frecuentemente sus ropas de trabajo.

- El Contratista debe de mantener materiales absorbentes en las cercanías del depósito de combustibles para utilizarlos en caso de derrames.

g) Conducta de los Empleados.

- La posesión de armas de fuego en el proyecto está prohibida.
- El consumo o posesión de bebidas alcohólicas y/o drogas está prohibido.
- El Supervisor se reserva el derecho de negar la entrada al proyecto de cualquier personal que ella considere non grato.

7.3. Plan de Cierre

El presente plan de cierre se aplica a todas los componentes del proyecto, es decir la misma carretera, campamentos, talleres, depósitos, planta de agregados, bancos de materiales, botaderos y accesos de trabajo.

El plan constituye un instrumento de planificación que incorpora medidas orientadas a restituir el ambiente, en la medida que la factibilidad técnica lo permita, cumpliendo con las exigencias de la normativa ambiental vigente. El plan de cierre estará bajo la responsabilidad del Contratista.

A continuación se detallan las medidas a seguir para el cierre del proyecto.

a) Limpieza general

- Luego de finalizada la rehabilitación de la carretera y previo a la entrega final del mismo, el Contratista deberá encargarse de remover todos los escombros, chatarras, basura, y demás materiales de desechos que se encuentren a lo largo de la carretera y depositarlos adecuadamente en los botaderos establecidos.
- El contratista deberá limpiar la superficie de rodadura por medio de una escoba mecánica u otro mecanismo aceptable para dejar la vía libre de piedras y objetos extraños, que pudieran causar problemas a los usuarios una vez abierta la carretera al tráfico vehicular.

- No se dejará montículos de tierra u otros materiales de construcción (capa base, material selecto) en los hombros o cunetas.

b) Bancos de materiales

- Para el cierre de los bancos de materiales deberá evaluarse las condiciones actuales del sitio y hacerse un análisis de alternativas de los usos futuros del área.
- Las áreas utilizadas como bancos de materiales deben quedar libres de todo tipo de residuos y reconformadas de acuerdo al relieve natural del sitio.
- El suelo desnudo deberá ser protegido de la erosión con una capa vegetal, para ello se utilizará el suelo orgánico almacenado y se revegetará con especies nativas o con pastos para retención de suelos.
- Desmontar las construcciones e instalaciones que no tendrán uso en el futuro.
- Realizar obras que garanticen la estabilidad de taludes, que reduzcan la erosión, sedimentación, y eviten derrumbes.
- Las técnicas de bioingeniería a aplicar podrán ser las siguientes: estacas vivas; reparación de cárcavas con vegetación; gaviones con vegetación y vegetación sembrada entre piedras y otras técnicas que puedan ser aplicadas.
- Realizar las obras necesarias para evacuar adecuadamente las aguas pluviales.

c) Sitios de extracción de material aluvial (Río Chamelecón y Copán)

- Rellenar huecos y zanjas producidos durante la extracción.
- Nivelar todos los sitios de extracción de manera que las aguas pluviales escurran sobre la superficie normalmente.
- Estabilizar orillas del cauce.
- Limpieza general del área (equipo, maquinarias, materiales, chatarras, basura en general, combustibles, lubricantes, herramientas etc.)
- En general el contratista debe realizar una restauración de las áreas de extracción, de modo que las mismas vuelvan a ser en la medida de lo posible lo más semejantes a su configuración original.

d) Sitios de talleres y depósitos

- Demolición o desmantelamiento de las construcciones
- Limpieza del área: remoción de todos los residuos y disposición de los mismos en botaderos autorizados. Los residuos domésticos deben llevarse al vertedero o el relleno sanitario autorizado.
- Remoción de suelo contaminado, depositarlo en una celda especial en el vertedero o relleno autorizado.
- Descompactación del suelo y nivelación del terreno.
- Rehabilitación del área con siembre de grama y árboles.

e) Botaderos

- El contratista debe realizar la compactación de todo material depositado; posteriormente se debe realizar la nivelación del área.
- Se debe proceder a la revegetación de los botaderos.

f) Sitio para planta de agregados

- Desmontar todo el equipo y retirarlo del área.
- Hacer una limpieza general del sitio
- Remoción de suelo contaminado, depositarlo en una celda especial en el vertedero o relleno autorizado.
- Hacer las respectivas nivelaciones y rellenos de zanjas y huecos.
- Revegetar las áreas intervenidas.

8. Bibliografía

Atlas de Honduras (2004-2005). Tegucigalpa: Ediciones Ramsés.

Dirección Ejecutiva del Catastro. 1981. Manual de Suelos. Tomo II. Consejo Superior de Planificación Económica. Tegucigalpa D.C.

Hasemann, George / Lara Pinto, Gloria / Sandoval Cruz, Fernando (1996). Los Indios de Centroamérica: Primera Parte. Madrid.

Henderson, John S. (1978). El noroeste de Honduras y la frontera oriental maya. In: *Yaxkin* 2 (4): 241–253

Henderson, John S. (2001). Naco (Cortés, Honduras). In: Evans, Susan T. / Webster, David (eds.), *Archaeology of Ancient Mexico and Central America. An Encyclopedia*, pp. 509–510. New York.

Hernández, S., Flores, M., Flores, M., Gutiérrez, R. (2001). Estudio del ruido generado por la operación del transporte carretero. Caso II, Jalisco. [En línea]. Sanfandila: Secretaría de comunicaciones y transportes Instituto Mexicano del Transporte. Disponible en: <http://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt187.pdf> [2014, 19 mayo].

Instituto Geográfico Nacional IGN. 1991. Mapa Geológico de Honduras. Escala 1:500,000. Secretaría de Comunicaciones, Obras Públicas y Transporte (SECOPI). Tegucigalpa D.C.

Instituto Geográfico Nacional IGN. 1993. Mapa Topográfico de Valle de Naco. Escala 1:50,000. Secretaría de Comunicaciones, Obras Públicas y Transporte (SECOPI). Tegucigalpa.

Ministerio de transporte e infraestructura, República de Nicaragua (2003). Manual de Gestión Social. Nicaragua. [En línea]. Disponible en: <http://biblioteca.mti.gob.ni:8080/docushare/dsweb/Get/DocumentosTecnicos-26/Manual%20de%20Gestion%20Social.pdf> [2014, 22 mayo].

Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (1995). Reducción del ruido en el entorno de las carreteras. [En línea]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/175721630/1995-Reduccion-de-Ruido> [2014, 20 abril].

Regional Classification and Analysis, pp. 30–63. Los Ángeles.

Schortman, Edward / Urban, Patricia (1994). Living on the Edge: Core/Periphery Relations in Ancient Southeastern Mesoamerica. In: *Current Anthropology* 35 (4): 401–430.

Schortman, Edward / Urban, Patricia (2001). La Sierra (Santa Bárbara, Honduras). In: Evans, Susan T. / Webster, David (eds.), *Archaeology of Ancient Mexico and Central America. An Encyclopedia*, pp. 662–663. New York.

Schortman, Edward M. / Urban, Patricia (2004). *Marching out of Step: Early Classic Copán and Its Honduran Neighbors*. In: Bell, Ellen E. /

Schortman, Edward / Urban, Patricia (2011). *Networks of Power: Political Relations in the Late Postclassic Naco Valley, Honduras*. Boulder, Colo.

Schortman, Edward / Urban, Patricia (2012). *Networks, Cores, and Peripheries: New Frontiers in Interaction Studies*. In: Nichols, Deborah L. (ed.), *The Oxford Handbook of Mesoamerican Archaeology*, pp. 471–481. New York, Oxford.

Simmons Ch. y Castellanos V. 1969. *Los Suelos de Honduras Informe al Gobierno de Honduras*. Mapa escala 1:500,000 FAO /UNESCO, Tegucigalpa D.C.

Urban, Patricia (1986). *Systems of Precolumbian Settlement in the Naco Valley, Northwestern Honduras*. Ph.D. Thesis, University of Pennsylvania.

Urban, Patricia (1993). *Naco Valley*. In: Henderson, John S. / Beaudry-Corbett, Marilyn (eds.), *Pottery of Prehistoric Honduras*.

9. Equipo Técnico

La formulación del presente estudio de impacto ambiental estuvo bajo la responsabilidad de Asociación de Consultores en Ingeniería (ACI) la cual conformo un equipo interdisciplinario. ACI se encuentra autorizada para la realización de Estudios de Impacto Ambiental por la Secretaria de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas y registrada también en el Colegio de Ingenieros Civiles de Honduras (CICH).

El equipo técnico participante en el presente estudio es el siguiente:

Profesional	Formación/especialidad	Participación en el EIA
Thelma Andino	Ing. Civil	Coordinadora del Estudio
Sergio Rodríguez	Lic. en Biología	EIA
Liliam Urquía Erazo	Ingeniero Ambiental	Estudio de ruido, EIA
Manuel Sánchez García	Ingeniero Agrónomo/ Especialista en suelo	Suelos y uso del suelo
Roberto Andino	Biólogo/ Especialista en flora	Ecosistemas y vegetación
Roberto Downing	Especialista en fauna	Fauna
Carmen Julia Fajardo Cardona	Arqueóloga	Prospección arqueológica.
Oscar Rápalo Flores	Antropólogo social	Diagnóstico socioeconómico
Antonio Carias	Ingeniero Ambiental/ Especialista en SIG	Mapeo y cartografía
Eddy Larios	Hidrólogo ACI	Estudio de Hidrología
Ingeniería ACI		Datos de diseño