

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Diseño de Puente sobre el Río Las Piedras vía Plaza Roja San José, Sector La Florida - Echeandía, Provincia De Bolívar.

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención de Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Freddy Eduardo Castro Palma
Génesis Giannina Reyes Arévalo

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a tres entidades importantes en mi vida; a Dios, que a pesar de no ser alguien religioso, siempre me he sentido escuchado y bendecido por su gracia las veces que he acudido a él; a mis padres, por absolutamente todo el apoyo incondicional y enseñanza de valores necesarios para hacer de mí el tipo de persona que soy hoy en día; y a mi hermano, Marlon, desde el cielo que te encuentras quiero que sepas que este logro va por los dos. Lo hicimos.

Freddy Castro Palma

DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico profundamente a Dios, por siempre estar; a mis padres, Marco y Nina, por siempre darme lo mejor, más que todo su incondicional amor y apoyo; a mis hermanos, Giuseppe y Bryan, por ser mis ejemplos a seguir, cuidarme y siempre querer lo mejor para mí; a mi pequeño gran amor, mi sobrino Émile, mi inspiración; a mis mejores amigas, amigos y familiares que han estado conmigo desde el día uno creyendo siempre en mí.

Génesis Giannina Reyes Arévalo

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a cada uno de los tutores y profesores, por sus consejos y enseñanzas necesarios para la culminación del presente documento; a mis hermanos por acompañarme en tantas noches de desvelo; a mi compañera de proyecto por ser la persona más organizada y paciente que he podido conocer y a sus padres por ser inimaginablemente amables; a mis amigos y familiares que me han brindado siempre el apoyo necesario para seguir adelante en mi decisión de haber elegido estudiar esta carrera.

Freddy Castro Palma

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos de todo corazón a Dios, por darme tanto y a enseñarme amar la vida; a mi mamá, mi otra mitad, sin duda alguna el mejor regalo de la vida; a mi papá, porque no existe hombre más caballeroso y responsable como lo es él conmigo; a mis hermanos, por su amor buscando siempre corregirme; a mis amigos con los que he vivido tantas experiencias y que hicieron esta etapa universitaria una de las mejores; a mis profesores que en cada paso inculcaron sus conocimientos para formarme profesionalmente; a mis tutores que nos guiaron de la mejor manera en la elaboración de este proyecto; y a mi compañero de tesis, realmente formamos un gran equipo.

Génesis Giannina Reyes Arévalo

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Freddy Eduardo Castro y Génesis Giannina Reyes damos nuestro consentimiento para que la ESPOl realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Freddy Eduardo Castro

Génesis Giannina Reyes

EVALUADORES

.....
Ing. Miguel Ángel Chávez Ph.D.
PROFESOR DE LA MATERIA

.....
Ing. Luis Alberto Sánchez Ph.D.
PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El presente proyecto integrador tiene como objetivo el diseño de un puente viga losa de 15 m sobre el río Las Piedras, en el sector La Florida del Cantón Echeandía, Provincia de Bolívar. La infraestructura permitirá conectar las zonas rurales de Plaza Roja y San José, dónde el camino es intransitable durante la época lluviosa del año. Esto beneficiará a los habitantes del sector, generado un incremento en el comercio de sus productos agropecuarios, principal fuente económica, además de brindarles seguridad y bienestar.

El prediseño se basó en los estudios proporcionados por el cliente, GAD de Bolívar, que junto a las normativas AASHTO LRFD 2017 y NEC 2015, rigen el diseño de los elementos estructurales. El puente de un carril de diseño está configurado en la superestructura por un tablero compuesto de losa maciza de 20 cm de espesor y 4 vigas de acero ASTM A588 de peralte 1 m, barandas peatonales, barreras vehiculares y luminarias. La subestructura, conformada por dos estribos capaces de soportar y asegurar la estabilidad del puente y el talud.

Los resultados del análisis estructural indicaron deformaciones que se encuentran dentro del rango permisible teórico según la normativa, por lo que permite resistir solicitaciones en estado de servicio y fatiga. Con la ayuda de conectores de corte, esta configuración podrá actuar como un solo elemento capaz de soportar esfuerzos de corte y momentos.

El puente propuesto asegura un correcto funcionamiento ante las condiciones que se puedan presentar en el lugar, capaz de resistir cargas gravitacionales como sísmicas y de viento, garantiza la estabilidad, serviciabilidad y seguridad. Además, está valorado alrededor de \$134.467,33 dólares con un proceso constructivo estimado de 45 días laborables por lo que lo hace un proyecto factible encontrándose dentro del presupuesto del GAD de Bolívar.

Palabras claves: Puente viga losa, Tablero compuesto, Vigas de acero, Estados Límites, Diseño AASHTO LRFD.

ABSTRACT

The objective of this project is to design a 15 m slab girder bridge over the Las Piedras River, in the La Florida sector of the Echeandía Canton, Bolívar Province. This structure allows connecting the rural areas of Plaza Roja and San José, where the road is impassable during the rainy season of the year. This will benefit the inhabitants of the sector, generating an increase in the trade of their agricultural products, the main economic source, in addition to providing security and well-being.

The pre-design was based on the studies provided by the client, GAD of Bolívar, which together with the AASHTO LRFD 2017 and NEC 2015 regulations, govern the design of the structural elements. The one-lane design bridge is configured in the superstructure by a deck composed of 20 cm thick solid concrete slab and 4 ASTM A588 steel girders of 1 m depth, pedestrian railings, vehicular barriers and luminaires. The substructure conformed of two abutments capable of supporting and ensuring the stability of the bridge and the slope.

The results of the structural analysis indicated computed deformations that are within the theoretical allowable range according to the regulations, which makes it possible to withstand requests in service and fatigue conditions. With the help of shear connectors, this configuration will be able to act as a single element capable of withstanding shear stresses and moments.

The proposed bridge will function correctly in the face of the conditions that may arise in the place, it will be capable of resisting gravitational loads such as seismic and wind, ensuring stability, serviceability and safety. In addition, it is valued around \$134,467.33 [USD] with an estimated construction process of 45 working days, which makes it a feasible project.

Keywords: Slab Girder Bridge, Composite Deck, Steel Beams, Limit States, AASHTO LRFD Design.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	VII
SIMBOLOGÍA.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE MAPAS.....	XVI
ÍNDICE DE PLANOS.....	XVII
ÍNDICE DE APÉNDICES	XVII
CAPÍTULO 1	18
1. Introducción	18
1.1 Antecedentes	19
1.2 Localización	23
1.2.1 Ubicación Geográfica	23
1.2.2 Demarcación política	26
1.3 Información básica	26
1.4 Objetivos	28
1.4.1 Objetivo General.....	28
1.4.2 Objetivos Específicos	28
1.5 Descripción de la necesidad	28
1.6 Justificación de la necesidad.....	29

1.7	Marco teórico	30
1.7.1	Geometría del Puente.....	30
1.7.2	Tipos de Puentes según el sistema estructural principal.....	31
1.7.3	Estudios Básicos para el Diseño de Puentes	34
CAPÍTULO 2		36
2.	DESARROLLO DEL PROYECTO.....	36
2.1	Metodología	36
2.1.1	Diseño de Factor de Carga y Resistencia (LRFD).....	36
2.2	Trabajo de campo y gabinete.....	40
2.2.1	Información Técnica necesaria para el Diseño	41
2.2.2	Análisis de la Información obtenida	45
2.3	Análisis de Alternativas	60
2.3.1	Factores a considerar la selección del Tipo de Puente	60
2.3.2	Descripción de Alternativas	66
2.3.3	Restricciones	71
2.3.4	Selección de la Alternativa Óptima	72
CAPÍTULO 3		74
3.	DISEÑO Y ESPECIFICACIONES	74
3.1	Geometría del Puente	74
3.2	Cálculo y análisis de las Solicitaciones	75
3.2.1	Determinación de Cargas	75
3.2.2	Factores y Combinaciones de Carga	88
3.2.3	Obtención de Esfuerzos Máximos	89
3.3	Consideraciones para el Diseño	89
3.3.1	Criterios para el Diseño	89

3.4	Especificaciones Técnicas	92
3.4.1	Método Constructivo.....	92
3.4.2	Detalles de Diseño	94
CAPÍTULO 4		97
4.	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	97
4.1	Objetivos	97
4.1.1	Objetivo General.....	97
4.1.2	Objetivos Específicos	97
4.2	Descripción del Proyecto	97
4.3	Línea base ambiental.....	98
4.3.1	Clima	98
4.3.2	Geología.....	105
4.3.3	Hidrología	108
4.3.4	Aire	110
4.3.5	Fauna	111
4.3.6	Flora	111
4.3.7	Aspectos demográficos	113
4.3.8	Actividad económica.....	113
4.4	Actividades del Proyecto.....	115
4.5	Identificación de Áreas sensibles y posibles Impactos Ambientales	115
4.6	Valoración de Impactos Ambientales	119
4.6.1	Magnitud del Impacto (M)	120
4.6.2	Determinación del Valor del Índice Ambiental (VIA)	120
4.6.3	Matrices de Valoración de Impacto Ambiental.....	122
4.7	Medidas de Prevención/Mitigación.....	127

4.8 Conclusiones.....	129
CAPÍTULO 5	131
5. PRESUPUESTO	131
5.1 Descripción de rubros	131
5.2 Análisis de Precios Unitarios (APU).....	131
5.3 Descripción de cantidades de obra	132
5.4 Valoración integral del costo del proyecto incluyendo las medidas de prevención y mitigación del impacto ambiental	132
5.5 Cronograma Valorado del Proyecto	132
CAPÍTULO 6	133
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	133
6.1 Conclusiones.....	133
6.2 Recomendaciones	135
BIBLIOGRAFÍA	137
APÉNDICES	142

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FICT	Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
GADCE	Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Echeandía
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
ACI	American Concrete Institute
AISC	American Institute of Steel Construction
ASCE	American Society of Civil Engineers
ASTM	American Society for Testing Materials
MTOP	Ministerio de Transporte y Obras Públicas
NEVI	Norma Ecuatoriana Vial
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
IGM	Instituto Geográfico Militar
LRFD	Load Resistance Factor Design
LFD	Load Factor Design
ASD	Allowable Stress Design
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
UTM	Universal Transversal de Mercator
FS	Factor de Seguridad
TPDA	Tráfico Promedio Diario Anual
POT	Plan de Ordenamiento Territorial

SIMBOLOGÍA

WD	Cargas muertas o permanentes
DC	Carga muerta de componentes estructurales y no estructurales
DW	Carga muerta de la capa de rodadura y dispositivos auxiliares
DD	Fuerza de arrastre hacia abajo (Pilotes)
EH	Empuje horizontal del suelo
EL	Efectos de fuerza resultantes del proceso de construcción, incluyendo las fuerzas secundarias del postensado.
ES	Carga superficial en el terreno
EV	Presión vertical del relleno
WL	Cargas vivas o transitorias
BB	Fuerza de frenado vehicular
CE	Fuerza centrífuga vehicular
CR	Fuerza plástica del vehicular
CT	Fuerza de colisión vehicular
CV	Fuerza de colisión de barcos
EQ	Carga por fuerza sísmica
FR	Fricción
IC	Carga de hielo
IM	Carga dinámica vehicular o de impacto
LL	Carga viva vehicular
LS	Carga viva superficial
PL	Carga viva peatonal
SE	Asentamiento
SH	Contracción
TG	Gradiente de temperatura
TU	Cambio de temperatura uniforme
WA	Carga de agua y presión del flujo

WL	Efecto de viento sobre la carga viva
WS	Efecto de viento sobre la estructura
γ_i	Factor de carga de los efectos de la fuerza
Q_i	Efecto de la fuerza
\emptyset	Factor de reducción de resistencia nominal
R_n	Resistencia nominal
R_r	Resistencia factorada
η_i	Factor de modificación de carga
η_D	Factor relacionado a la ductilidad
η_R	Factor relacionado a la redundancia
η_I	Factor relacionado a la clasificación operacional
M_u	Momento flexionante último
M_{max}	Momento flexionante máximo
M_{min}	Momento flexionante mínimo
V_u	Fuerza cortante última
V_{max}	Fuerza cortante máxima
V_{min}	Fuerza cortante mínima
q_u	Capacidad de carga portante del suelo
γ	Peso volumétrico
\emptyset_f	Ángulo de fricción interna en geotecnia
C	Cohesión
f'_c	Esfuerzo de compresión del hormigón
f_y	Esfuerzo de fluencia del acero

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Inundación y deslizamientos de tierra en la vía Balsapamba-Montalvo Provincia de Bolívar. Fuente: (El Comercio, 2016)	19
Figura 1-2 Colapso del puente de acceso a Santa Lucía en el cantón Echeandía. Fuente: (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2014)	20
Figura 1-3 Puente en el Recinto San Pablo de Amalí, cantón Chillanes. Fuente: Secretaría Gestión Comunicacional (Prefectura de Bolívar, 2020)	22
Figura 1-4 Puente tipo arco multiplaca sobre el río Chela, cantón Echeandía. Fuente: Secretaría Gestión Comunicacional. (Prefectura de Bolívar, 2020)	22
Figura 1-5 Elementos que conforman un puente. Fuente: (Villarino Otero, 2015)	30
Figura 1-6 Puente de concreto tipo losa. Fuente: (Barker & Puckett, 2013)	31
Figura 1-7 Puente tipo viga sobre marcos cruzados. Fuente: (Federal Highway Administration, 2015)	31
Figura 1-8 Puente tipo arco. Fuente: (Villarino Otero, 2015).....	32
Figura 1-9 Viaducto de hormigón de Teruel. Fuente: (Villarino Otero, 2015)	32
Figura 1-10 Puente colgante “Golden Gate Bridge”. Fuente: (Villarino Otero, 2015)....	33
Figura 1-11 Puente atirantado de Normandía. Fuente: (Federal Highway Administration, 2015).....	34
Figura 2-1 Ecuador, zonas sísmicas para propósito de diseño y valor de factor de zona z. Fuente: (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015).....	43
Figura 2-2 Dimensiones del camino Agrícola/Forestal según el MOTP. Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2012b).....	55
Figura 2-3 Curvas IDF para Río Las Piedras	59
Figura 3-1 Sección Transversal de la Superestructura	74
Figura 3-2 Características del Camión de Diseño HS20-44. Fuente: (AASHTO, 2007)	80
Figura 3-3 Carga de carril. Fuente: (Rodríguez Serquén, 2012)	81
Figura 3-4 Espectro Sísmico de Respuesta Elástico e Inelástico	88

Figura 3-5 Peraltes mínimos típicos para superestructuras con alturas constante. Fuente: (AASHTO, 2007)	90
Figura 3-6 Detallamiento de acero de refuerzo en el tablero	94
Figura 3-7 Detallamiento de viga de acero.....	95
Figura 3-8 Detallamiento de arriostramiento a usar en la Superestructura	95
Figura 3-9 Detallamiento de Apoyo Elastoméricos	96
Figura 3-10 Detallamiento de acero de refuerzo en los Estribos.....	96
Figura 4-1 Población ocupada por rama de actividad. Fuente: (GADMCE., 2014)	114
Figura 6-1 Diagrama de Cuerpo Libre, Corte a la distancia $b_f=0,1125m$	152
Figura 6-2 Ancho de Franja Equivalente para Momentos Positivo y Negativo en tablero fundido en sitio. Fuente: (AASHTO, 2007)	154
Figura 6-3 Esquema del Acero de Refuerzo Principal Inferior de la Losa	157
Figura 6-4 Esquema del Acero de Refuerzo Principal Inferior de la Losa	158
Figura 6-5 Detallamiento del Acero de Refuerzo de la Losa del Puente	160
Figura 6-6 Ancho de Franja Equivalente para Voladizo fundido en sitio. Fuente: AASHTO LRFD 2007	162

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Información de los límites geográficos con respecto al cantón Echeandía... 23	23
Tabla 2-1 Combinaciones de cargas y factores de cargas. Fuente: (AASHTO, 2012) . 39	39
Tabla 2-2 Factores para cargas permanente. Fuente: (AASHTO, 2012) 40	40
Tabla 2-3 Datos necesarios para la proyección del TPDA del sector La Florida, Echeandía. Fuente: (GADMCE., 2014) 44	44
Tabla 2-4 Resultado de los Puntos Geodésicos obtenidos en el Sector la Florida sobre el río Las Piedras, cantón de Echeandía. Fuente: (Prefectura de Bolívar, 2020) 45	45
Tabla 2-5 Categorización del suelo de Echeandía por Orden taxonómico, Pendiente y Textura. Fuente: (GADMCE., 2014) 48	48
Tabla 2-6 Resultados del Ensayo SPT Aguas Arriba. Fuente: (Estudios Especializados, 2020) 52	52
Tabla 2-7 Resultados del Ensayo SPT Aguas Abajo. Fuente: (Estudios Especializados, 2020) 52	52
Tabla 2-8 Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada. Fuente: (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015) 53	53
Tabla 2-9 Clasificación funcional de las Vías en base al TPDA proyectado. Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2012a) 54	54
Tabla 2-10 Parámetros geomorfológicos del río Las Piedras..... 55	55
Tabla 2-11 Forma Y Tendencia de la cuenca según el coeficiente de compacidad de Gravelius 56	56
Tabla 2-12 Cuadro de Clasificación de las cuencas de acuerdo con su pendiente media. Fuente: (Sevilla, n.d.) 57	57
Tabla 2-13 Caudales de crecidas calculados 59	59
Tabla 2-14 Intensidades máximas para distintos periodos de retorno. Fuente:(INAMHI, 2015) 59	59
Tabla 2-15 Comparación de puentes. Fuente: (Rojas Lopez & Arenas Giraldo, 2008). 61	61
Tabla 2-16 Valoración paramétrica para la selección de la alternativa óptima..... 72	72
Tabla 3-1 Datos Iniciales de Diseño..... 75	75
Tabla 3-2 Carga Muerta debido al peso propio de la Losa..... 76	76

Tabla 3-3 Carga Muerta debido al peso propio del Volado	77
Tabla 3-4 Carga Muerta debido al peso propio de la Viga	77
Tabla 3-5 Carga Muerta debido al peso propio de la Barrera	77
Tabla 3-6 Carga Muerta debido al peso propio de la Vereda.....	77
Tabla 3-7 Carga Muerta debido al peso propio de la Capa de Rodadura	78
Tabla 3-8 Carga Muerta debido al peso propio de la Baranda.....	78
Tabla 3-9 Carga Muerta debido al peso propio de la Iluminaria.....	78
Tabla 3-10 Factor de Presencia Múltiple, m. Fuente: (AASHTO, 2007).....	80
Tabla 3-11 Datos de los pesos y separaciones del Camión de Diseño HS20-44.	81
Tabla 3-12 Carga del Carril de Diseño	81
Tabla 3-13 Carga Viva Peatonal	82
Tabla 3-14 Factor de Carga Dinámica. Fuente: (AASHTO, 2017)	82
Tabla 3-15 Fuerza de Frenado Vehicular.....	83
Tabla 3-16 Coeficiente de Aceleración según la Zona Sísmica. Fuente: (AASHTO, 2017)	84
Tabla 3-17 Definición de clases de sitio. Fuente: (Rodríguez Serquén, 2017).....	84
Tabla 3-18 Coeficiente de Sitio, S. Fuente: (Rodríguez Serquén, 2017)	85
Tabla 3-19 Valores de factor de sitio, Fpga. Fuente: (AASHTO, 2017)	85
Tabla 3-20 Valores de factor de sitio, Fa. Fuente: (AASHTO, 2017)	85
Tabla 3-21 Valores de factor de sitio, Fv. Fuente: (AASHTO, 2017).....	86
Tabla 3-22 Datos Iniciales del Suelo para determinar el Espectro Sísmico de Respuesta	86
Tabla 3-23 Resultados de Coeficientes de aceleración, Factores de sitio y Periodos de vibración para determinar los Coeficientes de respuesta sísmica elástica.....	87
Tabla 4-1 Valores pluviométricos mensuales 2012 (mm).....	98
Tabla 4-2 Información climatológica de Echeandía, 2020. Fuente: (World Weather Online, n.d.).....	99
Tabla 4-3 Factor climático. Fuente: (GADMCE., 2014).....	103
Tabla 4-4 Resultados del Ensayo SPT Aguas Arriba. Fuente: (Estudios Especializados, 2020).....	107

Tabla 4-5 Resultados del Ensayo SPT Aguas Abajo. Fuente: (Estudios Especializados, 2020)	107
Tabla 4-6 Descripción de ríos. Fuente: (GADMCE., 2014)	108
Tabla 4-7 Caudal medio mensual de ríos en Echeandía, m3/s.	109
Tabla 4-8 Contaminantes actuales. Fuente: (AccuWeather, 2020)	110
Tabla 4-9 Fauna del cantón Echeandía. Fuente: (Bonilla Gordón, 2019)	111
Tabla 4-10 Flora del cantón Echeandía. Fuente (Bonilla Gordón, 2019)	112
Tabla 4-11 Listado de Patrimonios Naturales. Fuente: (GADMCE., 2014)	113
Tabla 4-12 Producción Agropecuaria. Fuente: (GADMCE., 2014)	115
Tabla 4-13 Actividades para la ejecución del proyecto del puente sobre el río Las Piedras	115
Tabla 4-14 Factores ambientales. Fuente: (Guailacela & Rojas, 2020)	116
Tabla 4-15 Áreas Sensibles y Potenciales Impactos Ambientales en la fase de Construcción	117
Tabla 4-16 Áreas Sensibles y Potenciales Impactos Ambientales en la fase de Entrega del proyecto.....	118
Tabla 4-17 Áreas Sensibles y Potenciales Impactos Ambientales en la fase de Operación y Mantenimiento	118
Tabla 4-18 Criterios de Valoración de Impactos. Fuente: (Greenleaf Ambiental, n.d.)	119
Tabla 4-19 Factores de peso	120
Tabla 4-20 Factores de peso	121
Tabla 4-21 Criterios de Valoración de Impactos. Fuente: (CADS Espol, 2010)	121
Tabla 4-22 Significancia de Impacto	121
Tabla 4-23 Matriz de valoración de la Intensidad de Impacto Ambiental	122
Tabla 4-24 Matriz de valoración de la Extensión de Impacto Ambiental	122
Tabla 4-25 Matriz de valoración de la Duración de Impacto Ambiental	123
Tabla 4-26 Matriz de valoración del Signo de Impacto Ambiental.....	123
Tabla 4-27 Matriz de valoración de la Magnitud del Impacto Ambiental	124
Tabla 4-28 Matriz de valoración de la Reversibilidad del Impacto Ambiental.....	124
Tabla 4-29 Matriz de valoración de Riesgo de ocurrencia del Impacto Ambiental	125
Tabla 4-30 Matriz de valoración del Índice Ambiental	125

Tabla 4-31 Matriz de Significancia del Impacto Ambiental	126
Tabla 4-32 Medidas de Mitigación de Impactos para actividades de Construcción	127
Tabla 4-33 Medidas de Mitigación de Impactos para actividades de Entrega de Proyecto	128
Tabla 4-34 Medidas de Mitigación de Impactos para actividades de Operación y Mantenimiento.....	128
Tabla 6-1 Datos Iniciales para el diseño de la Losa.....	150
Tabla 6-2 Dimensiones de la Viga metálica tipo I	151
Tabla 6-3 Máximos Momentos por Carga Viva por ancho unitario, N-mm/mm. Fuente: (AASHTO, 2007)	153
Tabla 6-4 Momento Máximo por Carga Viva Interpolado.....	154
Tabla 6-5 Ancho de Franja Equivalente de Momentos Positivo y Negativo.	154
Tabla 6-6 Resumen de los Momentos por DC, DW y LL.....	155
Tabla 6-7 Factores de Ductilidad, Redundancia e Importancia Operacional.....	156
Tabla 6-8 Combinación de Cargas para la obtención del Momento Último positivo y negativo.....	156
Tabla 6-9 Cálculo del Acero de Refuerzo Positivo perpendicular al tránsito.	157
Tabla 6-10 Verificación del Momento en el refuerzo positivo perpendicular al tránsito.	157
Tabla 6-11 Cálculo del Acero de Refuerzo Negativo perpendicular al tránsito.	158
Tabla 6-12 Verificación del Momento en el refuerzo negativo perpendicular al tránsito.	158
Tabla 6-13 Cálculo del Acero de Refuerzo por Distribución paralelo al tránsito.....	159
Tabla 6-14 Cálculo del Acero de Refuerzo por Temperatura paralelo al tránsito.....	159
Tabla 6-15 Acero Superior e Inferior Perpendicular al tránsito en un ancho unitario. .	159
Tabla 6-16 Acero Superior e Inferior Perpendicular al tránsito en un ancho unitario. .	160
Tabla 6-17 Distancias y Centros de Gravedad de los Elementos sobre el Volado	161
Tabla 6-18 Cargas Permanentes y Transitorias actuantes sobre el Volado.....	161
Tabla 6-19 Ancho Franja Equivalente para el Volado de la losa.....	162
Tabla 6-20 Calculo del Acero de Refuerzo en el Volado.....	163
Tabla 6-21 Momentos por Cargas Verticales actuante sobre el Estribo.....	194

Tabla 6-22 Momentos por Cargas Horizontales actuantes sobre el Estribo.....	197
Tabla 6-23 Factores de Mayoración para Combinaciones de Cargas	198

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1-1 Ubicación del Río Las Piedras en el Cantón Echeandía, Provincia de Bolívar.	24
Mapa 1-2 Ubicación del puente sobre el Rio Las Piedras. Fuente: (GADMCE., 2014).	25
Mapa 2-1 Clasificación Taxonómica del Suelo de Echeandía. Fuente: (GADMCE., 2014)	49
Mapa 2-2 Pendientes del Suelo de Echeandía. Fuente: (GADMCE., 2014)	50
Mapa 2-3 Textura del Suelo de Echeandía. Fuente: (GADMCE., 2014)	51
Mapa 4-1 Tipo de climas del cantón Echeandía. Fuente: (GADMCE., 2014)	100
Mapa 4-2 Isoyetas del cantón Echeandía. Fuente: (GADMCE., 2014)	102
Mapa 4-3 Temperaturas del cantón Echeandía. Fuente: (GADMCE., 2014)	104
Mapa 4-4 Macrorelieve de Echeandía. Fuente: (GADMCE., 2014)	105
Mapa 4-5 Textura del suelo. Fuente: (GADMCE., 2014).....	106

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1 Implantación del Proyecto	144
Plano 2 Detallamiento de la Losa.....	145
Plano 3 Detallamiento de Vigas, Rigidizadores y Diafragmas.....	146
Plano 4 Detallamiento de Baranda, Barrera vehicular, Luminaria y Señalética	147
Plano 5 Detallamiento de Estribos	148

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice A	Planos del Proyecto	143
Apéndice B	Información Relevante del Proyecto	149
Apéndice C	Presupuesto del Proyecto	204

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La Provincia de Bolívar se encuentra en la Región Andina del Ecuador, al ser atravesada por la Cordillera de los Andes presenta grandes altitudes, relieves y pendientes pronunciadas conformando un terreno montañoso correspondiente a la descripción geológica de la zona. Echeandía es uno de los seis cantones que conforman la provincia de Bolívar, que, a pesar de contar con una sola parroquia urbana que lleva el mismo nombre, posee zonas semi urbanas y rurales.

Uno de los principales proyectos que permite al bolivarense superarse hoy en día es de índole vial, puesto que, facilitan e incentivan la conexión entre pueblos cercanos, beneficiándolos en diferentes ámbitos, influyendo así en su progreso y buen vivir.

En el presente proyecto integrador se propondrá estructuras ingenieriles para cruzar el río Las Piedras en el sector La Florida del cantón Echeandía con el fin de satisfacer y cumplir con los objetivos que el Gobierno Autónomo Descentralizado, GAD, de la Provincia de Bolívar requiere proporcionar a los habitantes moradores del sector. Para identificar la mejor propuesta de obra civil, la cual sea favorable tanto en utilización de recursos como en seguridad, se tomará en cuenta varios factores que inciden en su diseño y construcción.

Los estudios realizados y el análisis del sitio permitirán establecer condiciones, tales como geotécnicas, hidráulicas-hidrológicas, sísmicas, socioeconómicas, ambientales entre otros para así determinar la alternativa más segura y conveniente para la comunidad. El diseño se fundamentará en la normativa norteamericana para diseño de puentes de carreteras: “American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)” junto con la Normativa Ecuatoriana de Construcción (NEC) para aseverar un funcionamiento adecuado en base a los ámbitos antes mencionados optando por la mejor alternativa tras su análisis.

1.1 Antecedentes

En el cantón Echeandía se han registrado afectaciones en las comunas debido a altas precipitaciones que experimentan durante los siete meses que dura la época lluviosa. Llegando a alcanzar valores promedios de 2500 mm. El martes 5 de abril del 2016 se efectuaron inundaciones y deslizamientos de tierra en los cantones de Echeandía, Guaranda y Chillanes tras grandes intensidades de lluvias durante 72 horas.

También, en el sector de San José de Camarón en el cantón Echeandía hay problemas con el sistema vial por el desbordamiento del río Camaronyaku. Patricio Escudero, alcalde, dijo que las fuertes precipitaciones provocaron que la creciente subiera y afecte al sistema de alcantarillado. Además, una parte de la calzada vial se afectó y un puente está en riesgo de caerse en la carretera Chazo Juan- El Camarón- Echeandía. (El Comercio, 2016)



**Figura 1-1 Inundación y deslizamientos de tierra en la vía Balsapamba-Montalvo
Provincia de Bolívar. Fuente: (El Comercio, 2016)**

De modo similar, un incorrecto análisis al momento de diseñar un puente podría generar deterioros afectando la vida útil de la infraestructura, por lo que la realización de los estudios de factibilidad es fundamental, en el cual, en muchas ocasiones no son tomadas con la debida importancia.

En el cantón de Echeandía han ocurrido casos de colapsos en puentes debido al crecimiento de ríos en las épocas de lluvia, uno de ellos tuvo lugar en Santa Lucía el 12 de marzo del 2014. El Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (2014) afirma:

El invierno no da tregua y el puente que conduce a las comunidades de Santa Lucía, Rio Verde, San José, El Chontal, Guachana en el cantón Echeandía, el puente colapsó debido a la fuerte etapa invernal ocasionando socavamiento de las bases.



Figura 1-2 Colapso del puente de acceso a Santa Lucía en el cantón Echeandía. Fuente: (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2014)

La inspección realizada en el sector La Florida, la vía Plaza Roja a San José no se encuentra en funcionamiento debido a que no cuenta con un puente que pueda salvar el río Las Piedras. De modo que, esto no afecta a los transeúntes en gran magnitud en la temporada seca que va de junio a septiembre, puesto que la altura máxima del agua del río no supera 1 m. Sin embargo, en la temporada de lluvias, que se extiende de octubre a mayo, este llega a niveles de 4 m aproximadamente por lo que sí presenta dificultad al cruzar a las demás comunidades.

En definitiva, un factor importante que incide en el buen vivir de las comunidades de Echeandía hoy en día, son las crecidas de los ríos principalmente en las épocas lluviosas generando estragos y daños que afectan directamente a los habitantes.

Por tal motivo, el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Bolívar tomo acciones ante las necesidades que presentan los bolivarenses. Las autoridades competentes han elaborado distintos proyectos de planificación para la gestión territorial priorizando los ámbitos de mayor importancia con el fin de velar por el bienestar y el progreso de todas sus comunidades. (Coloma, 2019)

Se puede señalar a continuación algunos proyectos de puentes de carreteras sobre ríos, realizados actualmente por parte del GAD de Bolívar:

El puente más reciente entregado por la Prefectura se encuentra en el Recinto San Pablo de Amalí, ubicado en la Parroquia San José del Tambo. La inauguración contó con la presencia de las autoridades el viernes 13 de noviembre del 2020. El puente de 17.5 m de longitud cuenta con armadura metálica de secciones tubulares por debajo del tablero y losa de concreto armado, como se logra apreciar en la siguiente ilustración.



Figura 1-3 Puente en el Recinto San Pablo de Amalí, cantón Chillanes. Fuente: Secretaría Gestión Comunicacional (Prefectura de Bolívar, 2020)

Otras obras de infraestructura vial se están construyendo sobre el río Chela y Chiniví del cantón Echeandía dónde se prevé la elaboración de más puentes de este tipo sobre ríos como Las Piedras. Esta ejecución de proyectos permitirá que las familias pertenecientes a las comunidades de San Pablo, El Descanso y La Florida logren conectarse con la Comunidad de Guachana.



Figura 1-4 Puente tipo arco multiplaca sobre el río Chela, cantón Echeandía. Fuente: Secretaría Gestión Comunicacional. (Prefectura de Bolívar, 2020)

1.2 Localización

1.2.1 Ubicación Geográfica

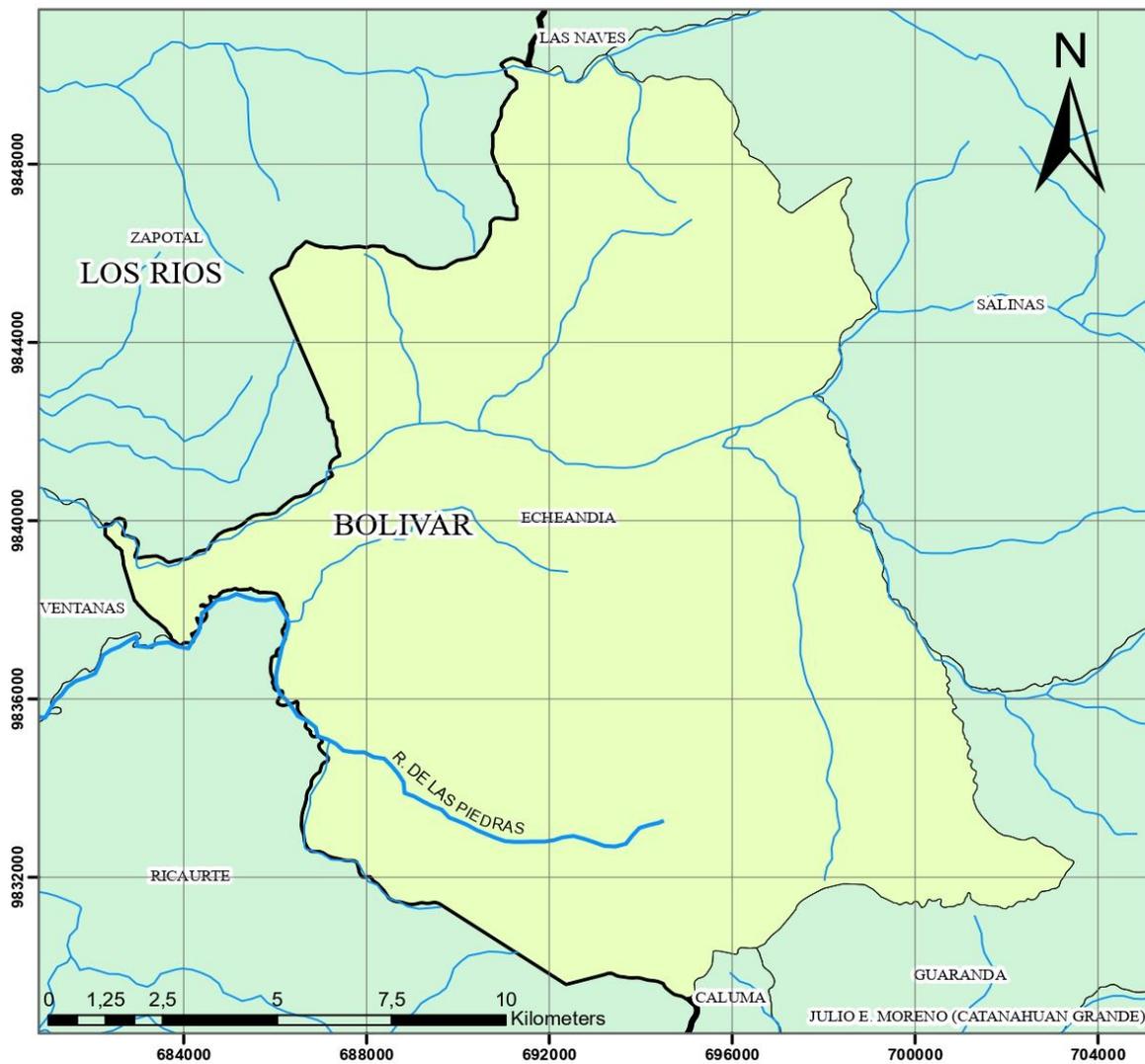
El Cantón Echeandía se encuentra a una altitud cuyo rango está entre 119 hasta 1757 m.s.n.m. con una media de 849 m.s.n.m. Está ubicado al noroccidente de la Provincia de Bolívar, a 65 Km del cantón Guaranda y está limitado geográficamente como se detalla a continuación:

Tabla 1-1 Información de los límites geográficos con respecto al cantón Echeandía.

Límites Geográficos del Cantón Echeandía	
Provincia	Bolívar
Fundación	5 de enero de 1984
Extensión	230,2 km ²
<u>Norte</u>	Río Runayacu, Cantón Las Naves, Parroquias de Salinas y Zapotal.
<u>Sur</u>	Parroquia San Antonio y Guanujo, Parroquia Ricaurte-Cantón Urdaneta.
<u>Este</u>	Parroquia Salinas y Parroquia Guanujo.
<u>Oeste</u>	Cantón Ventanas.

El puente propuesto para salvar el río Las Piedras en la comunidad La Florida del cantón Echeandía posee las coordenadas geográficas UTM de su ubicación corresponden a 691922 E y 9832980 N, con cota aproximada de 524 m.s.n.m.

MAPA DE UBICACIÓN DEL RÍO LAS PIEDRAS, ECHEANDÍA-BOLÍVAR



Proyecto:
Diseño de Puente en río Las Piedras

Elaborado por:
Génesis Reyes - Freddy Castro

Fecha: 15 de noviembre del 2020
Coordenadas: UTM WGS84 17 S

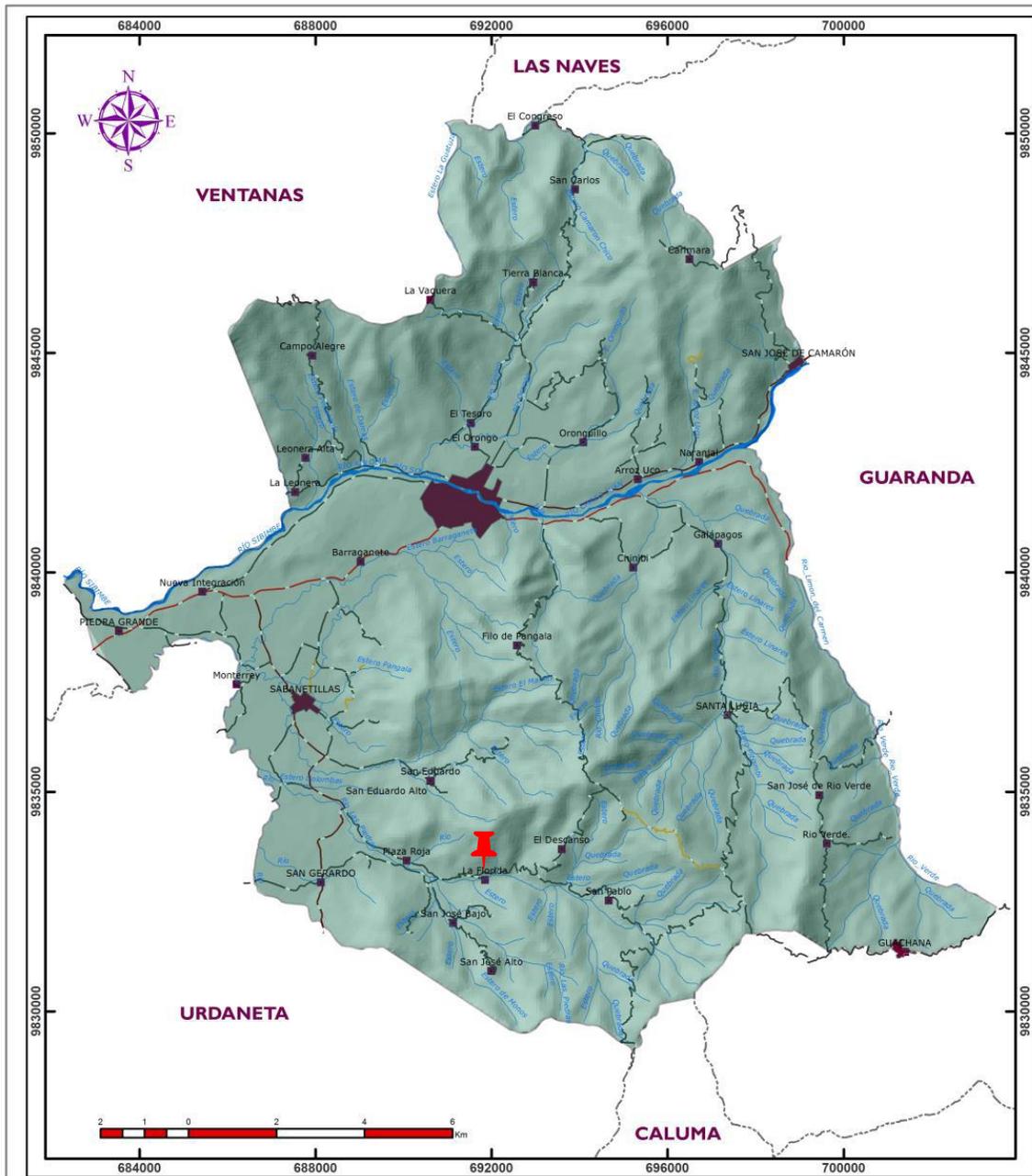


Mapa 1-1 Ubicación del Río Las Piedras en el Cantón Echeandía, Provincia de Bolívar.



PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

ECHÉANDÍA UBICACIÓN GEOGRÁFICA.



		<p>LEYENDA</p> <ul style="list-style-type: none"> --- Límite Externo. --- Límite Echeandía-CONALI. ■ Río Grande, Laguna, Humedad. ■ Río Píjarlo, Estero, Quevedada. ■ Área Consolidada. ■ Poblado, Recinto, Cacero. — Carretera Afirmada. — Carretera Nacional. — Carretera Pavimentada. — Carretera de Verano. 	<p style="text-align: center;">GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN ECHÉANDÍA</p> <p style="text-align: center;">MAPA DE UBICACIÓN TERRITORIAL</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>FUENTE:</p> <p>POLIGONO TERRITORIAL: CONALI, 2014. Límites Cantonales Junio 2014.</p> <p>HIDROGRAFÍA: Instituto Geográfico Militar, 2012. Base Regional Escala 1:250.000.</p> <p>MODELO DIGITAL DEL TERRENO: Instituto Geográfico Militar, 2008. Modelo Digital del Terreno.</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>SISTEMA DE COORDENADAS UTM OXKURWGS84 ZONA 17 H</p> <p>DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL</p> <p>ESCALA GRAFICA: 1:125.000</p> <p style="text-align: right;">Noviembre 2014</p> </td> </tr> </table>	<p>FUENTE:</p> <p>POLIGONO TERRITORIAL: CONALI, 2014. Límites Cantonales Junio 2014.</p> <p>HIDROGRAFÍA: Instituto Geográfico Militar, 2012. Base Regional Escala 1:250.000.</p> <p>MODELO DIGITAL DEL TERRENO: Instituto Geográfico Militar, 2008. Modelo Digital del Terreno.</p>	<p>SISTEMA DE COORDENADAS UTM OXKURWGS84 ZONA 17 H</p> <p>DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL</p> <p>ESCALA GRAFICA: 1:125.000</p> <p style="text-align: right;">Noviembre 2014</p>
<p>FUENTE:</p> <p>POLIGONO TERRITORIAL: CONALI, 2014. Límites Cantonales Junio 2014.</p> <p>HIDROGRAFÍA: Instituto Geográfico Militar, 2012. Base Regional Escala 1:250.000.</p> <p>MODELO DIGITAL DEL TERRENO: Instituto Geográfico Militar, 2008. Modelo Digital del Terreno.</p>	<p>SISTEMA DE COORDENADAS UTM OXKURWGS84 ZONA 17 H</p> <p>DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL</p> <p>ESCALA GRAFICA: 1:125.000</p> <p style="text-align: right;">Noviembre 2014</p>				

Mapa 1-2 Ubicación del puente sobre el Rio Las Piedras. Fuente: (GADMCE., 2014)

1.2.2 Demarcación política

El Cantón de Echeandía está conformado por su única parroquia urbana que lleva su nombre, siendo así la cabecera cantonal. Cuenta con zonas rurales, urbanas y semiurbanas tales como el recinto Sabatenilla, la lotización Bellavista, lotización Sindicato de Choferes y la urbanización Los Huertos; siendo la primera la zona más urbanizada del Cantón. (Zambrano, 2016)

1.3 Información básica

El Cantón de Echeandía es uno de los seis cantones pertenecientes a la Provincia de Bolívar, fue fundado el 5 de enero de 1984. Posee un territorio de 230,6 km², el cual ocupa la parte subtropical y simboliza un 5.9% de la superficie total de la provincia. En base al censo de población y vivienda llevado a cabo en el 2010 por la INEC, la población del cantón es de 12,236 habitantes y representa el 18.8% de la población total de la Provincia de Bolívar.

En sus inicios, Echeandía fue una vía de acceso para colonos que se desplazaban grandes distancias y usaban una red de caminos que se mantenían intactos gracias a sus transeúntes. Debido a las acciones de abastecimiento y provisión de productos, las rutas utilizadas se convirtieron de gran importancia para el flujo comercial y poblacional hacia la ciudad de Echeandía, obteniendo así el desarrollo necesario para adquirir su cantonización.

La comunidad La Florida es uno de los sectores rurales de Echeandía, con aproximadamente 155 habitantes, lo que es el equivalente a 31 familias, alrededor de 1.2% de los habitantes totales del cantón. La vía por la que se ingresa a La Florida es un acceso al sector rural del cantón, esta es fácil de transitar durante la temporada seca del año, pero se dificulta cuando es la temporada de lluvias (GADMCE., 2014).

Existen diferentes tipos de concesiones en el cantón, que atribuye al derecho a la explotación de materia prima dentro de las minas, tales como la extracción de material pétreo y lastre, que es empleado en el área de la construcción y para el recubrimiento del sistema vial.

Según el catastro minero de Echeandía, el área total de las concesiones para la explotación de material es de 6897.41 hectáreas, de las cuales el 92.7% están destinadas a minerales metálicos como oro, plata, cobre y antimonio, mientras que el otro 2% y 5.3% corresponde a minerales no metálicos y aprovechamiento del material pétreo, respectivamente.(GADMCE., 2014)

El clima del cantón es subtropical, el cual es favorable para la producción agrícola y ganadera que predominan la actividad económica. Los tipos de transporte que circulan en las comunas son camionetas particulares y los vehículos pertenecientes a la Cooperativa de buses Echetrans; además, los tipos de vivienda que presenta generalmente son de madera y mixta.

Las estructuras conocidas como la “Casa Luis H. Velastegui”, “Casa de Hacienda Viscarra Pozo” y “Casa Pepe Escudero”, construidas con madera, son algunos de los bienes patrimoniales tangibles que conserva el Cantón.

Otras tradiciones típicas son: “Parroquialización”, fiesta tradicional; Sancocho de Campeche, plato típico; y elaboración de pájaro azul, bebida alcohólica, también forman parte del patrimonio cultural que poseen los habitantes de Echeandía. (GADMCE., 2014)

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Elaborar el diseño del puente de carretera que atraviesa el río Las Piedras, sector La Florida perteneciente al cantón Echeandía, Provincia de Bolívar; para facilitar el tránsito en la vía Plaza Roja – San José y evitar el confinamiento no deseado de estas comunidades durante la época lluviosa.

1.4.2 Objetivos Específicos

1. Realizar el estudio del suelo y el levantamiento topográfico correspondiente de la cuenca para georreferenciar y evaluar las condiciones del terreno.
2. Analizar estudio el hidrológico e hidráulico del río Las Piedras para determinar el gálibo adecuado de la infraestructura.
3. Estimar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) para identificar el tipo de puente de carretera que resistirá las solicitudes proyectadas.
4. Diseñar la superestructura y la subestructura del puente empleando la normativa AASHTO LRFD 2017.
5. Identificar y valorar los impactos ambientales que generará la estructura.
6. Elaborar rubros de la obra ingenieril y valorar el presupuesto del proyecto incluyendo las medidas de prevención/mitigación del impacto ambiental.

1.5 Descripción de la necesidad

El ingreso al sistema vial, en el ámbito rural, se ve generalmente obstaculizado por la geomorfología que presenta el terreno generando accidentes geográficos como quebradas, arroyos, esteros y ríos que impide la circulación de vehículos en el sector.

Por tal razón, la acción de trasladar productos de la zona hacia los principales mercados se ve desfavorecida, generando pérdidas en la producción agrícola tales como cacao, maíz, maracuyá, café, caña de azúcar, entre otras.

Durante la época lluviosa que acontece un periodo aproximado de siete meses, la comunidad La Florida queda aislada de sus alrededores debido al alto crecimiento del nivel del agua del río Las Piedras, por lo que el paso por la vía Plaza Roja - San José se vuelve intransitable. Esto imposibilita el acceso de los pobladores a demás sectores, perjudicando al desarrollo agropecuario y, por ende, a su buen vivir.

Otro de los principales impedimentos que atraviesa la zona, es la dotación a los diversos servicios básicos tales como el agua potable, sistemas de alcantarillados y saneamientos, sistemas eléctricos, servicios de educación, salud, vivienda, entre otros. Estas situaciones generan mayor impacto hacia los habitantes de los sectores rurales del cantón, siendo el sector de La Florida uno de los más agraviados.

1.6 Justificación de la necesidad

En base a la información analizada acerca de las necesidades que presentan las comunidades del sector La Florida como producto del incremento de nivel de agua del río Las Piedras durante la época de lluvias, el GAD de la Provincia de Bolívar ha decidido dar solución al presente contratiempo de manera que el modo de vida de los pobladores no se vea afectado.

Las autoridades dentro de su competencia han gestionado proyectos para contrarrestar esta problemática, mismos que emplean diferentes tipos de estructuras artificiales tales como ductos cajón, muros de contención, estructuras de hormigón construidas en la superficie denominados puentes bajo el agua, y puentes peatonales como medida de solución; de tal manera que el diseño y construcción de un puente que atravesase el río Las Piedras es una alternativa óptima en cuestión de recursos, facilidad y seguridad.

1.7 Marco teórico

1.7.1 Geometría del Puente

De la vasta gama de definiciones que comprende el término “puente”, la más acertada es aquella que los cataloga como estructuras artificiales que permiten superar obstáculos como ríos, canales, arroyos, estrechos de mar, lagos, entre otros. Cabe recalcar que la definición de este varía acorde al tipo de obstáculo a superar; sin embargo, su composición siempre será la misma: la superestructura y la subestructura. (Villarino Otero, 2015)

1.7.1.1 Superestructura

Rodríguez (2017) afirma que: “La superestructura está conformada por tablero que soporta directamente las cargas; vigas, armaduras, cables, bovedas, arcos, quienes transmiten las cargas del tablero a los apoyos”(p.5).

1.7.1.2 Subestructura

Villarino (2015) menciona que: “La infraestructura o subestructura es la parte del puente que se encarga de transmitir las solicitaciones al suelo de cimentación, y está constituida por estribos y pilas”(p.1).

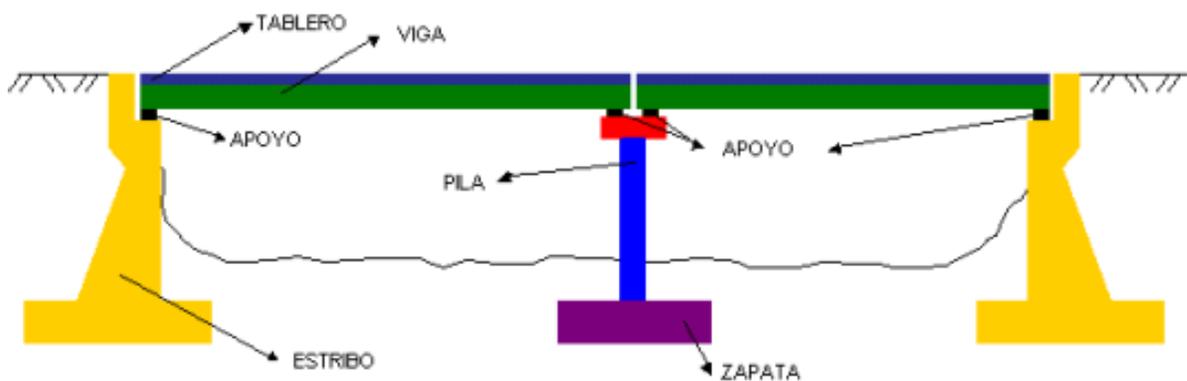


Figura 1-5 Elementos que conforman un puente. Fuente: (Villarino Otero, 2015)

1.7.2 Tipos de Puentes según el sistema estructural principal

1.7.2.1 Puentes Tipo Viga

En esta clase de puentes el elemento principal se encuentra sometido a esfuerzos de flexión y cortante; generalmente son de tramos simplemente apoyados, tramos isostáticos (tipo cantiléver) o tramos hiperestáticos. Dentro de esta clasificación también forman parte los puentes tipo losa cuyo comportamiento es igual ya que se calcula como viga, lo que cambia es su sección. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

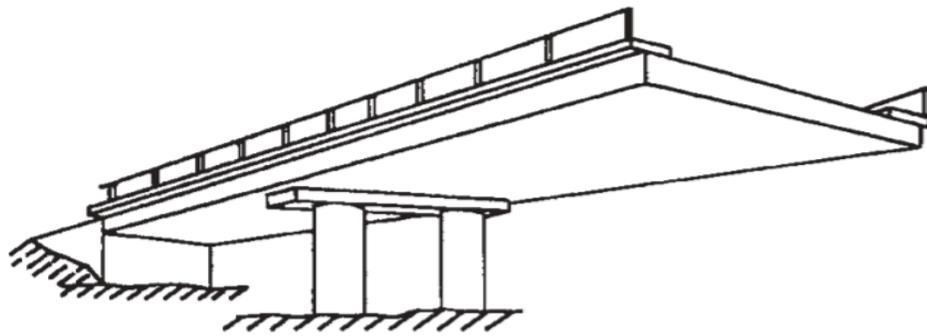


Figura 1-6 Puente de concreto tipo losa. Fuente: (Barker & Puckett, 2013)



Figura 1-7 Puente tipo viga sobre marcos cruzados. Fuente: (Federal Highway Administration, 2015)

1.7.2.2 Puentes en Arco

Este tipo de puente puede presentarse de diversas formas, entre las más comunes tenemos tablero superior, intermedio y/o inferior; también de tímpano ligero, relleno o tipo bóveda. Como caso especial de los puentes tipo arco, tenemos a los puentes tipo pórticos que se caracterizan por estar conformados de columnas verticales con columnas inclinadas. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)



Figura 1-8 Puente tipo arco. Fuente: (Villarino Otero, 2015)



Figura 1-9 Viaducto de hormigón de Teruel. Fuente: (Villarino Otero, 2015)

1.7.2.3 Puentes Colgantes

Es un tipo de puente conformado por torres interconectadas por cables principales que experimentan fuerzas de tracción; además de cables secundarios denominados tensores o tirantes, cuyas fuerzas suelen ser casi verticales y hacia abajo.



Figura 1-10 Puente colgante “Golden Gate Bridge”. Fuente: (Villarino Otero, 2015)

1.7.2.4 Puentes atirantados

Estructura resistente conformada por tirantes, tablero y torres. Al ser los tirantes inclinados se producen tanto fuerzas verticales como horizontales; esta última es contrarrestada por las fuerzas generadas en el tablero y las torres. Así mismo, los tirantes se encargan de atirantar el tablero, brindándole una cadena de apoyos intermedios. (Villarino Otero, 2015)



Figura 1-11 Puente atirantado de Normandía. Fuente: (Federal Highway Administration, 2015)

1.7.3 Estudios Básicos para el Diseño de Puentes

Son estudios que deben realizarse en campo con el objetivo de ser analizados posteriormente en oficina. La precisión en la toma de datos, al igual que el cuidado y correcto criterio es crucial para el proyecto, puesto que, una mala interpretación puede afectar negativamente el desarrollo de este. (Godinez Melgares, 2010)

1.7.3.1 Estudios Topográficos

La investigación de la superficie del terreno, posibilitan los puntos necesarios para referenciar el replanteo, la ubicación exacta del proyecto y, la determinación del tipo de infraestructura con las respectivas dimensiones de sus elementos. Todos los datos obtenidos son analizados para establecer la planimetría, altimetría y batimetría del sitio, por lo que serán representados en los planos topográficos detallando cotas, curvas de nivel, contornos, perfiles entre otros parámetros. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

1.7.3.2 Estudios Geológicos y Geotécnicos

Rodríguez (2012) indica que: “Establecen las características geológicas, tanto locales como generales de las diferentes formaciones geológicas que se encuentran, identificando tanto su distribución como sus características geotécnicas correspondientes”

1.7.3.3 Estudios sísmicos

La filosofía del diseño sísmico dicta que aun después de suceder un sismo, el puente y todos sus componentes deben permanecer funcionales. No obstante, en el caso de suceder un sismo de gran magnitud, la misma filosofía acepta cierto nivel de daño en el puente pero que no conlleve a su colapso; estructura redundante. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

1.7.3.4 Estudio de tráfico

Se realiza para conocer la demanda vehicular que atraviesa o atravesará la zona dónde estará ubicado nuestro proyecto. La determinación del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) será empleado para definir el diseño geométrico y estructural de la obra vial. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

1.7.3.5 Estudios de Hidrología e Hidráulica

Su importancia radica en poder garantizar la seguridad adecuada ante la acción del agua, dado que es considerado como el factor fisiogeológico más vulnerador para obras viales y derivados de obras de fábricas. (Godinez Melgares, 2010)

CAPÍTULO 2

2. DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1 Metodología

2.1.1 Diseño de Factor de Carga y Resistencia (LRFD)

2.1.1.1 Filosofía del Diseño

Para el análisis del puente, se efectuará su diseño en base a la normativa AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, en el cual, ha mejorado el procedimiento del diseño al mismo tiempo que se ha mejorado el análisis de la infraestructura y el control de calidad los materiales que la conforman.

El diseño de factor de carga y resistencia fue introducido en el año de 1980, según AASHTO, es una metodología de diseño que no permite que los efectos de la fuerza generadas por cargas factoradas logren sobrepasar la resistencia factorada de los componentes (AASHTO, 2012).

Por consiguiente, esta metodología diseña la estructura de un puente por combinaciones de cargas denominadas estados límites, el cual no es usado en los métodos de Diseño por Esfuerzo Permisible (ASD) y Diseño por Factor de Carga (LFD) que se basan en márgenes de seguridad y, análisis de efectos de carga y resistencia de los materiales, respectivamente, distinguiendo así sus diferentes filosofías de diseño.

2.1.1.2 Estado Límite

En la norma AASHTO-LRFD (2017) define al estado límite como: “Una condición más allá de la cual el puente o componente deja de satisfacer las disposiciones para las cuales fue diseñado”. Por ende, este método busca que la resistencia de los

componentes sea mayor que la carga efectuada satisfaciendo todas las especificaciones indicadas con el fin de que sea una estructura que haya cumplido con los objetivos de construcción, serviciabilidad y seguridad.

Los estados límites son considerados en cuatro grupos: Resistencia (I, II, III, IV y V), Servicio (I, II, III y IV), Fatiga y Fractura (I y II) y Evento Extremo (I y II).

2.1.1.2.1 Estado límite de Resistencia

Se fundamenta en la aseveración de la integridad general de la estructura. Por tal razón, se busca que el puente sea estable y pueda resistir ante los efectos de la fuerza, dónde en el análisis se ha efectuado combinaciones de cargas.

2.1.1.2.2 Estado límite de Servicio

Describe las restricciones que presenta tanto en los esfuerzos, deformaciones y fisuraciones cuando se ejecuta bajo condiciones regulares de servicio.

2.1.1.2.3 Estado límite de Fatiga y Fractura

Para el estado límite de Fatiga se considerará como restricciones en el rango de esfuerzos bajo la carga de un solo camión de diseño, que se produzca a un determinado número de ciclos de rango de esfuerzos esperado. Por otro lado, para Fractura busca limitar el crecimiento de las grietas bajo cargas repetitivas para así prevenir roturas durante su tiempo de vida útil.

2.1.1.2.4 Estado límite de Evento Extremo

En este estado límite busca que la infraestructura pueda perdurar cuando se encuentra ante situaciones naturales extremas como terremotos, sismos, colisiones por

embarcaciones, vehículos o estructuras de hielos, y/o por inundaciones, dónde se espera que el puente experimente una gran deformación inelástica.

Estas circunstancias antes mencionadas se consideran únicas en el cual el periodo de retorno que poseen es mucho mayor que el de la vida útil del puente, en consecuencia, este se aplica de manera separada.

2.1.1.3 Factores y Combinaciones de Cargas

La ecuación 2.1 tiene como objetivo garantizar la seguridad y operación del diseño ante las combinaciones de cargas y efectos de las fuerzas de cada uno de los estados límites:

$$\sum \eta_i \gamma_i Q_i \leq \phi R_n = R_r \quad (2-1)$$

En el cuál:

Para las cargas cuyo valor de γ_i es máximo, es apropiado:

$$\eta_i = \eta_D \eta_R \eta_I \geq 0.95 \quad (2-2)$$

Para las cargas cuyo valor de γ_i es mínimo, es apropiado:

$$\eta_i = \frac{1}{\eta_D \eta_R \eta_I} \leq 1.0 \quad (2-3)$$

Dónde:

γ_i = Factor de carga de los efectos de la fuerza

Q_i = Efecto de la fuerza

ϕ = Factor de reducción de resistencia nominal

R_n = Resistencia nominal

R_r = Resistencia factorada

η_i = Factor de modificación de carga

η_D = Factor relacionado a la ductilidad

η_R = Factor relacionado a la redundancia

η_I = Factor relacionado a la clasificación operacional

Las combinaciones de cargas con sus respectivos factores se pueden observar en la tabla 2-1 para cada grupo de los cuatro estados límites.

Tabla 2-1 Combinaciones de cargas y factores de cargas. Fuente: (AASHTO, 2012)

Load Combination Limit State	DC DD DW EH EV ES EL PS CR SH	LL IM CE BR PL LS	WA	WS	WL	FR	TU	TG	SE	Use One of These at a Time				
										EQ	BL	IC	CT	CV
Strength I (unless noted)	γ_p	1.75	1.00	—	—	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	—	—	—	—	—
Strength II	γ_p	1.35	1.00	—	—	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	—	—	—	—	—
Strength III	γ_p	—	1.00	1.00	—	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	—	—	—	—	—
Strength IV	γ_p	—	1.00	—	—	1.00	0.50/1.20	—	—	—	—	—	—	—
Strength V	γ_p	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	—	—	—	—	—
Extreme Event I	1.00	γ_{EQ}	1.00	—	—	1.00	—	—	—	1.00	—	—	—	—
Extreme Event II	1.00	0.50	1.00	—	—	1.00	—	—	—	—	1.00	1.00	1.00	1.00
Service I	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	—	—	—	—	—
Service II	1.00	1.30	1.00	—	—	1.00	1.00/1.20	—	—	—	—	—	—	—
Service III	1.00	γ_{LL}	1.00	—	—	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	—	—	—	—	—
Service IV	1.00	—	1.00	1.00	—	1.00	1.00/1.20	—	1.00	—	—	—	—	—
Fatigue I— LL, IM & CE only	—	1.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fatigue II— LL, IM & CE only	—	0.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabla 2-2 Factores para cargas permanente. Fuente: (AASHTO, 2012)

Type of Load, Foundation Type, and Method Used to Calculate Downdrag		Load Factor	
		Maximum	Minimum
<i>DC</i> : Component and Attachments		1.25	0.90
<i>DC</i> : Strength IV only		1.50	0.90
<i>DD</i> : Downdrag	Piles, α Tomlinson Method	1.40	0.25
	Piles, λ Method	1.05	0.30
	Drilled shafts, O'Neill and Reese (2010) Method	1.25	0.35
<i>DW</i> : Wearing Surfaces and Utilities		1.50	0.65
<i>EH</i> : Horizontal Earth Pressure			
• Active		1.50	0.90
• At-Rest		1.35	0.90
• <i>AEP</i> for anchored walls		1.35	N/A
<i>EL</i> : Locked-in Construction Stresses		1.00	1.00
<i>EV</i> : Vertical Earth Pressure			
• Overall Stability		1.00	N/A
• Retaining Walls and Abutments		1.35	1.00
• Rigid Buried Structure		1.30	0.90
• Rigid Frames		1.35	0.90
• Flexible Buried Structures			
○ Metal Box Culverts, Structural Plate Culverts with Deep Corrugations, and Fiberglass Culverts		1.50	0.90
○ Thermoplastic Culverts		1.30	0.90
○ All others		1.95	0.90
<i>ES</i> : Earth Surcharge		1.50	0.75

2.2 Trabajo de campo y gabinete

Para la ejecución de cualquier tipo de proyecto es fundamental realizar el trabajo de campo, laboratorio y gabinete para asegurar que la obra civil sea funcional y eficaz. Con respecto a puentes se requieren estudios del lugar de tipo topográfico, geológico, hidrológico, hidráulico y ambiental, puesto que pueden facilitar su diseño, gestión y construcción.

Un análisis adecuado de la información obtenida no sólo beneficia a que un diseño opere de manera correcta alcanzando las mínimas especificaciones dada por la norma, sino que, a su vez, se puede elegir el diseño óptimo según sea las circunstancias dadas, permitiendo inclusive la extensión de su vida útil y en el mejor de los casos disminución de costos e impactos ambientales.

2.2.1 Información Técnica necesaria para el Diseño

En primera instancia para determinar la solución más apropiada, se debe realizar la recolección de información del sitio dónde se construirá el puente. Puesto que el diseño será para salvar un río, se recomienda como mínimo dos tomas de datos en el lugar durante las épocas más críticas, que serían la lluviosa y seca. Los datos necesarios para la propuesta del diseño fueron otorgados por el GAD de la Provincia del Bolívar, los cuales se detallarán a continuación.

2.2.1.1 Datos Topográficos

El levantamiento del terreno es esencial para determinar las características geomorfológicas de la zona. Por medio de la información obtenida se podrá encontrar qué tipos de accidentes geográficos hay, las pendientes, quebradas, vías existentes o cualquier tipo de obstáculo que se pueda presentar y así, acorde a estos, desarrollar trazados para poder seleccionar el cruce del puente.

La obtención de la topografía fue desarrollada por la toma de los puntos geodésicos, en los bordes del río Las Piedras y en la vía Plaza Roja - San José, el cual proyectaban las coordenadas geográficas UTM y su elevación con el fin de reconocer la ruta y georreferenciar el lugar. El GAD de Bolívar recolectó los datos utilizando equipos topográficos como estaciones totales, niveles y GPS, referidos al sistema WGS84 Zona 17 Sur correspondiente a la Red Geodésica SIRGAS del Instituto Geofísico Militar y fue proporcionado para su respectivo análisis.

2.2.1.2 Datos Geológicos

Se puede determinar las características geomorfológicas del cantón mediante un análisis de Macrorelieves, en el cual el 52.36% de su territorio consta del Macrorelieve de Piedemonte, parte baja de las montañas, el 28.16% en Cordilleras, sistema dual de alineaciones de montañas y el 19.48% restante en Serranías correspondientes al norte

del cantón. La textura del suelo va de fina a gruesa, por lo que se considera moderada, esta posee equilibrio en sus componentes sin sufrir los defectos que tienen las antes mencionadas.

2.2.1.3 Datos Geotécnicos

Para determinar la estratificación y la caracterización del suelo se efectuaron ensayos de penetración estándar SPT, que consiste en sondeos de perforación por percusión en la zona con equipo especializado. De acuerdo con la Normativa Ecuatoriana Vial (NEVI) en el capítulo 2B.101.5.3, se recomienda mínimo tres sondeos para cada estribo del puente. Cabe recalcar, que el tipo de ensayo y el número de sondeos queda a criterio y responsabilidad del Ingeniero Geotécnico a cargo.

El método de SPT usa una masa golpeadora de acero de 64 kg con caída libre de 75 cm. En la realización de cada sondeo, se toma muestras alteradas cada 50 cm de profundidad, por lo que se determina el número de golpes para penetrar el estrato del suelo. Se realizaron seis perforaciones en el sitio, tres aguas arriba y tres aguas abajo en el río Las Piedras, con el fin de llevar las muestras representativas a los laboratorios para sus respectivos análisis.

2.2.1.4 Datos Sísmicos

Por medio de la Normativa Ecuatoriana de Construcción se ha elaborado un mapa de zonificación sísmica para un periodo de retorno de 475 años, que permite determinar la aceleración máxima en roca de las seis zonas sísmicas que tiene el país, es decir, el valor de z .

El estudio sísmico permite evaluar los espectros de respuesta elástico e inelástico de diseño para así determinar los componente horizontales y verticales de la fuerza sísmica que actúa al nivel de la cimentación del sitio.

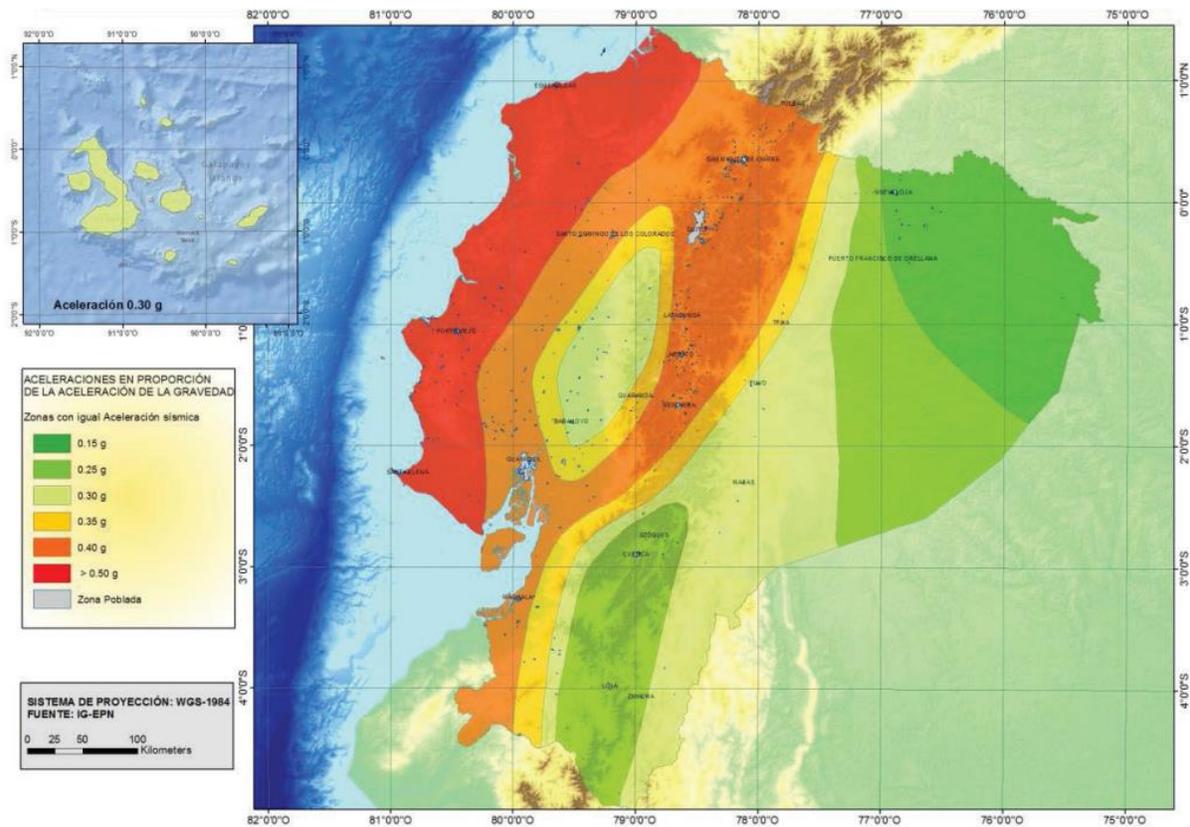


Figura 2-1 Ecuador, zonas sísmicas para propósito de diseño y valor de factor de zona z.
Fuente: (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015)

2.2.1.5 Datos de Tráfico

En este tipo de estudio se podrá conocer el orden de la carretera por el cual el puente salvará al río Las Piedras, por consiguiente, permitirá definir las características geométricas y estructurales de la infraestructura.

El análisis se efectuó por la metodología de áreas de cultivos, el cual proporcionará una proyección del TPDA. Se lo aplicó de esta manera puesto que el sector La Florida no presenta un volúmen considerado de tráfico actualmente en la vía dónde se construirá el puente, de modo que por este método se podrá obtener una estimación del tráfico futuro utilizando tasas de crecimiento vehicular basado en el periodo de vida útil de la obra.

2.2.1.5.1 Cálculo del TPDA por Área de Cultivo

El número del TPDA simboliza la cantidad de vehículos diario promedio que se espera que circule.

Tabla 2-3 Datos necesarios para la proyección del TPDA del sector La Florida, Echeandía. Fuente: (GADMCE., 2014)

Datos para el TPDA relacionado a la Producción		
Parámetro	Cantidad	Unidad
Área de cultivo	8	Hectáreas
Rendimiento del cultivo	1.61	1/ton/diario
Peso total producción en 8 Ha	12.88	Ton
Capacidad vehículo tipo (camioneta)	1	Ton
TPDA (actual)	26	vehículos
Periodo vida útil puente [n]	50	años

Para determinar la proyección del TPDA se lo realiza por medio de la ecuación 2.4

TPDA Proyectado

$$TPDA (proyectado) =$$

$$TPDA Futuro + Tráfico Atraído + Tráfico Generado + Tráfico por Desarrollo \quad (2-4)$$

Dónde:

TPDA Futuro

$$TPDA futuro = TPDA actual * (1 + i)^n \quad (2-5)$$

TPDA Atraído

$$TPDA atraído = 10\% * TPDA actual \quad (2-6)$$

Tráfico Generado

$$Tráfico generado = 20\% * TPDA actual \quad (2-7)$$

Tráfico por Desarrollo

$$Tráfico por Desarrollo = 5\% - 7\% * TPDA actual \quad (2-8)$$

2.2.1.6 Datos Hidrológicos e Hidráulicos

El estudio hidrológico fue proporcionado por datos obtenidos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI; de este se obtendrán las curvas IDF de la estación meteorológica más cercana a la zona de estudio.

Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, MAGAP (2015) afirma: “Echeandía se enmarca dentro de la cuenca hidrográfica del río Guayas en la subcuenca del río Babahoyo”.

En el cantón Echeandía se encuentra algunos ríos importantes, entre esos, el río Piedras que comprende sus afluentes principales como el Estero San Pablo, río San José y Sabanetillas.

2.2.2 Análisis de la Información obtenida

2.2.2.1 Datos Topográficos

Con los datos procesados se pudo determinar la planimetría del sector en cuanto a elevaciones y pendientes que presenta la Florida al estar en un terreno montañoso. La cota más alta precisada fue de 531,20 m borde superior en el talud derecho. Se estableció la zona de cruce del puente dando una longitud de 15 m.

A continuación, se detallará los resultados de los puntos geodésicos obtenidos por parte del equipo topográfico del Departamento de Obras Públicas del GAD de Bolívar:

Tabla 2-4 Resultado de los Puntos Geodésicos obtenidos en el Sector la Florida sobre el río Las Piedras, cantón de Echeandía. Fuente: (Prefectura de Bolívar, 2020)

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PARA CONSTRUCCIÓN DE PUENTE RÍO PIEDRAS				
(SECTOR LA FLORIDA) VIA PLAZA ROJA-RECINTO SAN JOSÉ CANTÓN ECHEANDÍA				
PUNTOS	NORTE	ESTE	COTA	OBSERVACIONES
PUNTO X	9832989,814	691890,596	527,00	RF. # 1
PUNTO A	9832980,000	691922,000	526,50	RF. # 2
A-1	9832987,308	691898,559	526,30	VIA L.DER.
A-2	9832991,536	691898,212	526,30	VIA L.IZQ.
A-3	9832987,154	691906,578	526,55	VIA L.DER.
A-4	9832992,368	691907,301	526,50	VIA L.IZQ.
A-5	9832983,681	691913,631	526,95	VIA L.DER.
A-6	9832988,025	691917,162	527,00	VIA L.IZQ.
A-7	9832981,314	691918,351	526,60	VIA L.DER. B.RIO L.DER.
A-8	9832985,265	691921,477	526,70	VIA L.IZQ. B.RIO L.IZQ.
A-9	9832990,877	691922,680	527,10	B. INF. RIO L.DER.
A-10	9832991,238	691921,445	528,05	B. SUP. RIO L.DER.
A-11	9832997,392	691925,659	527,45	B. INF. RIO L.DER.
A-12	9832997,620	691925,504	528,65	B. SUP. RIO L.DER.
A-13	9833005,182	691928,687	528,40	B. INF. RIO L.DER.
A-14	9833007,019	691927,083	531,20	B. SUP. RIO L.DER.
A-15	9833009,509	691932,745	528,80	B. INF. RIO L.DER.
A-16	9833009,878	691932,065	531,65	B. SUP. RIO L.DER.
A-17	9833011,528	691942,382	529,10	B. INF. RIO L.DER.
A-18	9833014,070	691941,999	531,80	B. SUP. RIO L.DER.
A-19	9832978,290	691915,588	525,20	B. INF. RIO L.DER.
A-20	9832979,519	691915,294	526,65	B. SUP. RIO L.DER.
A-21	9832972,210	691900,467	523,60	B. INF. RIO L.DER.
A-22	9832974,492	691900,016	525,25	B. SUP. RIO L.DER.
A-23	9832964,987	691890,169	522,45	B. INF. RIO L.DER.
A-24	9832966,417	691887,384	524,40	B. SUP. RIO L.DER.
A-25	9832970,985	691924,229	526,45	VIA L.DER. B.RIO L.IZQ.
A-26	9832972,567	691928,498	526,50	VIA L.IZQ. B.RIO L.IZQ.
A-27	9832964,401	691922,174	527,95	VIA L.DER.
A-28	9832963,359	691926,200	528,05	VIA L.IZQ.
A-29	9832959,829	691920,118	529,10	VIA L.DER.
A-30	9832960,535	691925,009	528,70	VIA L.IZQ.
A-31	9832955,938	691920,193	529,70	VIA L.DER.

A-32	9832956,975	691924,907	529,60	VIA L.IZQ.
A-33	9832951,511	691922,049	530,25	VIA L.DER.
A-34	9832955,163	691926,187	530,10	VIA L.IZQ.
A-35	9832949,809	691930,737	531,00	VIA L.DER.
A-36	9832954,624	691930,209	530,80	VIA L.IZQ.
A-37	9832973,674	691929,707	526,60	B.INF. RIO L.IZQ.
A-38	9832973,304	691929,865	529,25	B.SUP. RIO L.IZQ.
A-39	9832979,436	691938,131	527,50	B.INF. RIO L.IZQ.
A-40	9832978,927	691936,265	529,85	B.SUP. RIO L.IZQ.
A-41	9832984,648	691946,368	527,65	B.INF. RIO L.IZQ.
A-42	9832983,394	691946,265	530,20	B.SUP. RIO L.IZQ.
A-43	9832987,439	691954,026	528,10	B.INF. RIO L.IZQ.
A-44	9832986,972	691955,560	530,50	B.SUP. RIO L.IZQ.
A-45	9832969,912	691919,778	524,20	B.INF. RIO L.IZQ.
A-46	9832970,200	691921,873	526,60	B.SUP. RIO L.IZQ.
A-47	9832962,927	691912,921	524,20	B.INF. RIO L.IZQ.
A-48	9832965,151	691919,076	529,00	B.SUP. RIO L.IZQ.
A-49	9832960,794	691913,643	528,10	B.SUP. RIO L.IZQ.
A-50	9832952,436	691901,768	524,20	B.INF. RIO L.IZQ.
A-51	9832952,226	691909,659	528,45	B.SUP. RIO L.IZQ.
A-52	9832945,425	691893,294	523,65	B.INF. RIO L.IZQ.
A-53	9832946,037	691900,301	527,35	B.SUP. RIO L.IZQ.
A-54	9832945,440	691898,785	527,05	B.SUP. RIO L.IZQ.

2.2.2.2 Datos Geológicos

El análisis de los suelos del cantón Echeandía obtenido del Diagnóstico Cantonal elaborado por la Dirección de Planificación y Ordenamiento Territorial GADMCE, muestra los siguientes resultados:

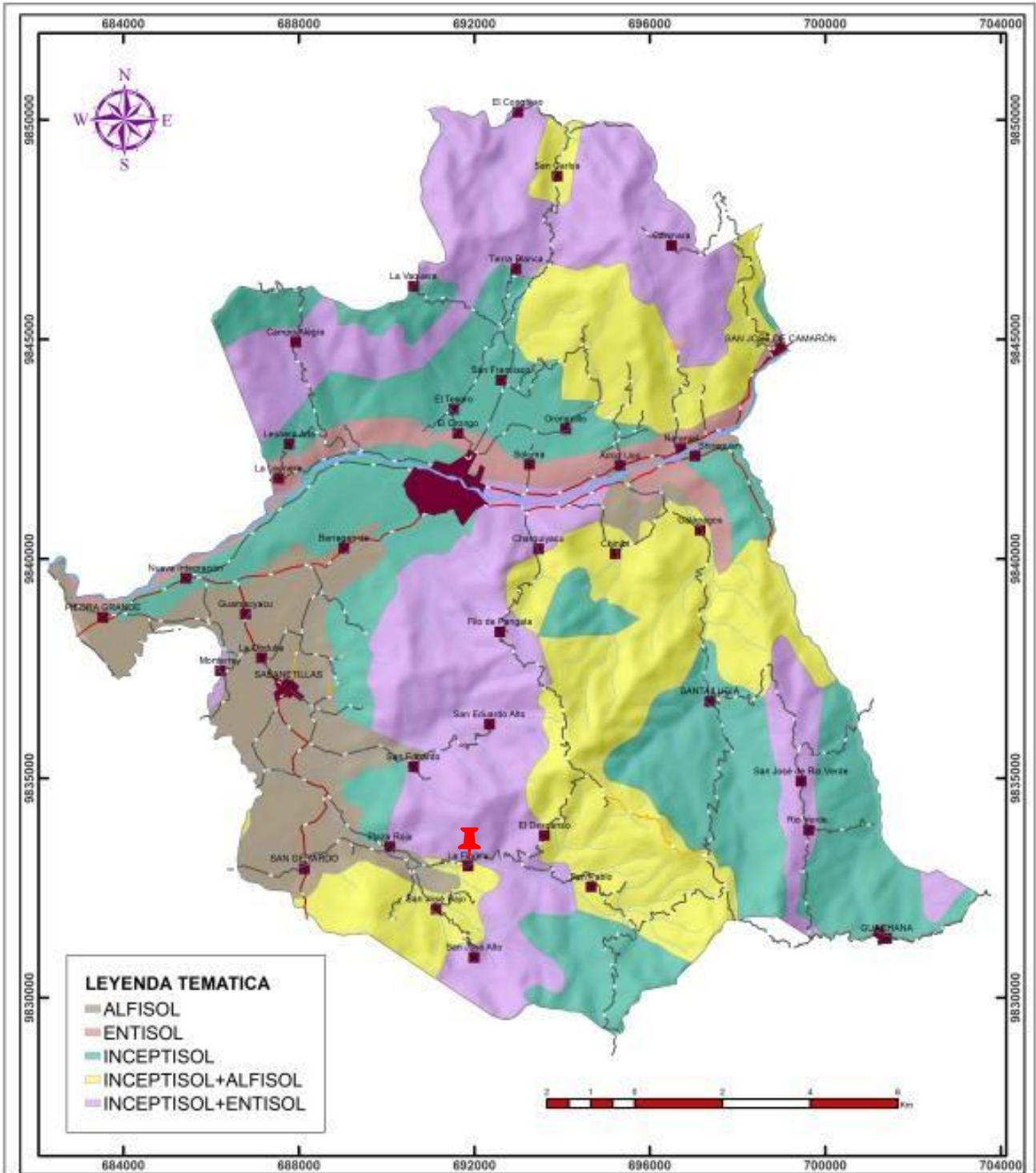
- La mayor parte del suelo conforman terrenos con grades pendientes y relieves montañosos por lo que dificulta en cuánto a la producción agrícola en estas zonas.

- El suelo se categoriza en el grupo de Inceptisoles en un 84.24%, el cual simboliza eminentes concentraciones de materia orgánica, laderas escarpadas y con poco drenaje.
- En temas de la textura que posee el suelo, se lo difiere con vastas presencias de partículas moderadas, lo que denota, ideal para la vegetación puesto que permitirá trabajar el suelo de una manera favorable.

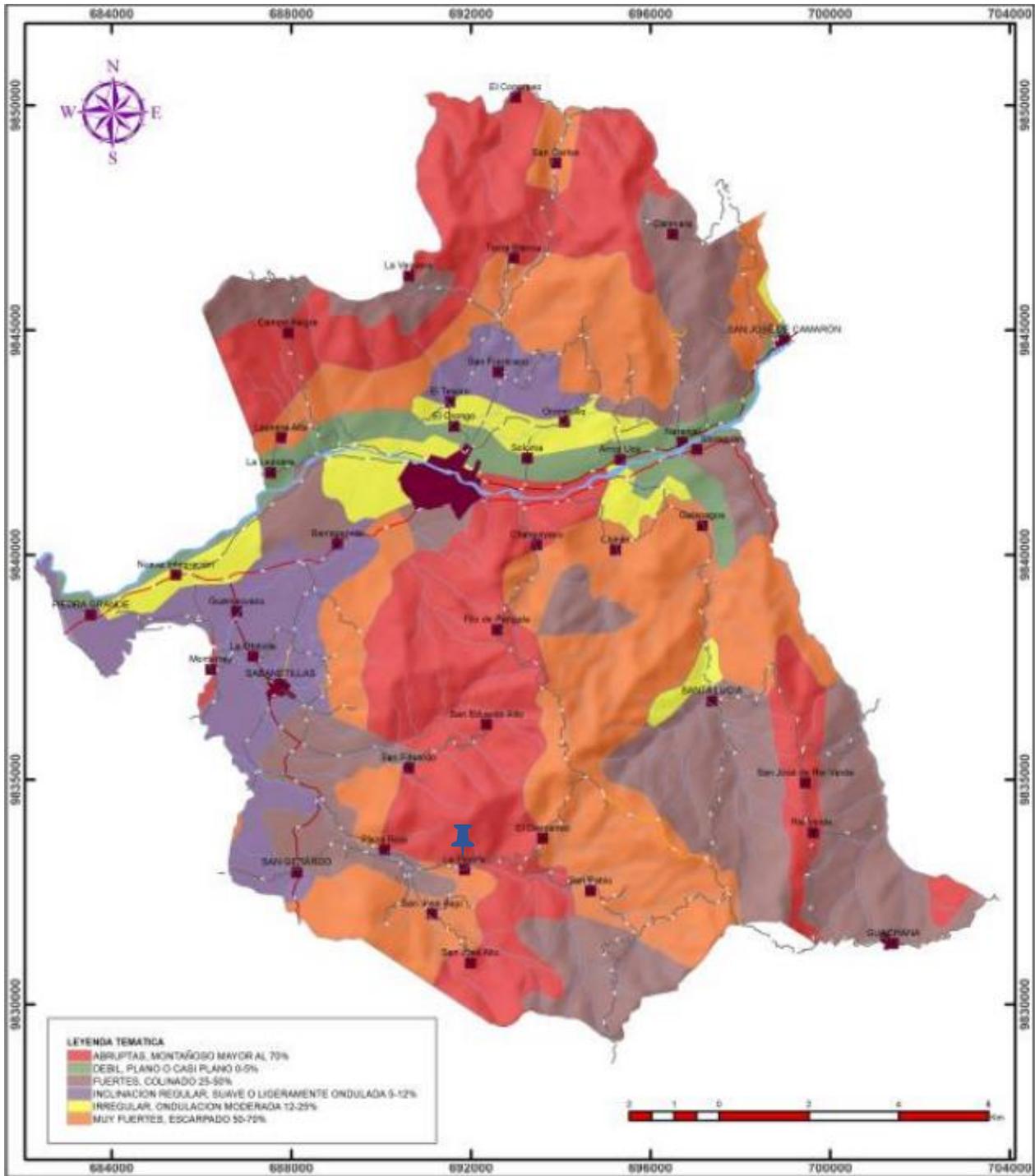
El suelo de Echeandía se lo podrá clasificar de la siguiente manera en términos de orden taxonómico, pendientes y textura que posee, expresadas en unidades de hectáreas y porcentajes del territorio total del cantón:

Tabla 2-5 Categorización del suelo de Echeandía por Orden taxonómico, Pendiente y Textura. Fuente: (GADMCE., 2014)

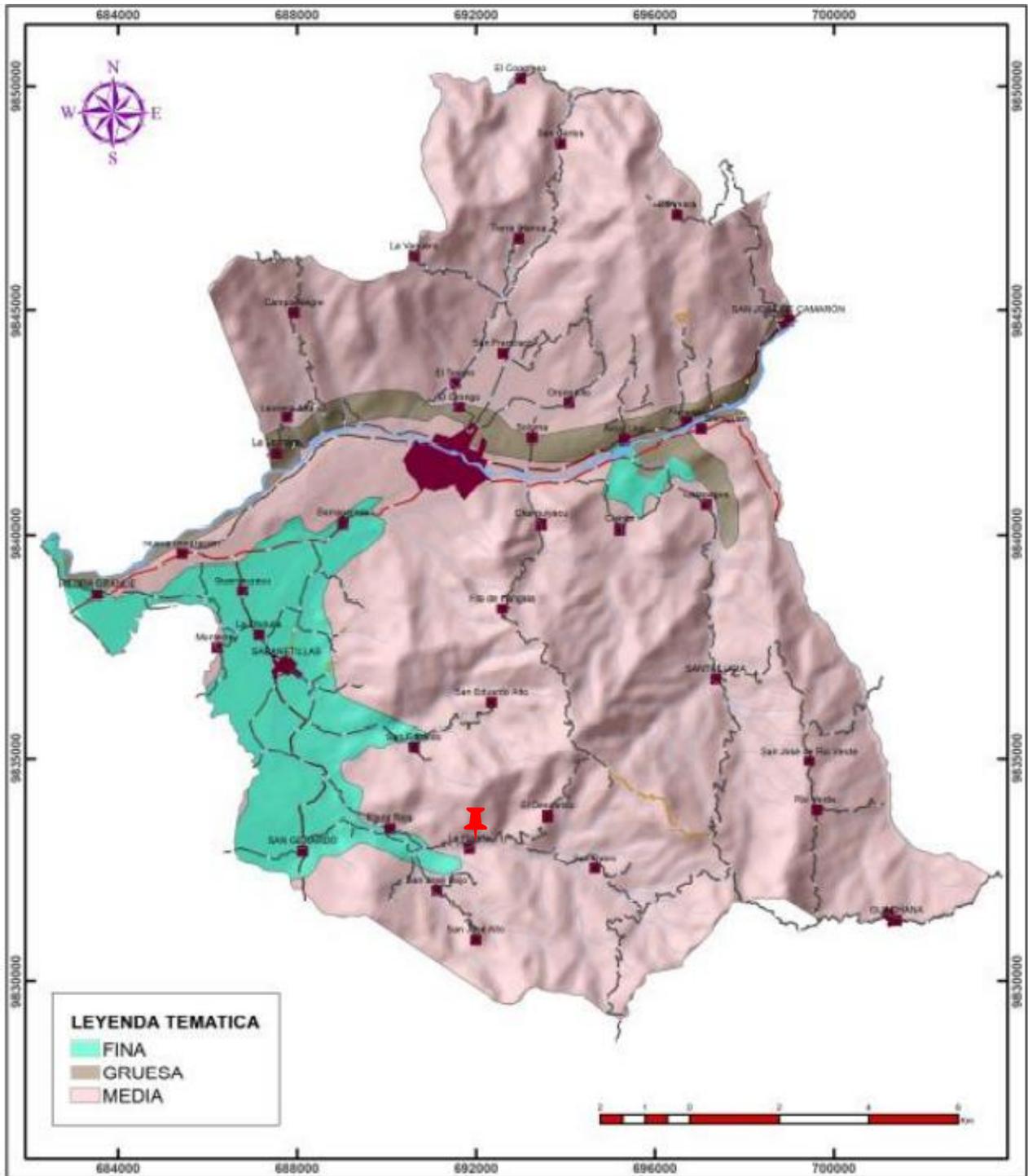
Suelo	Orden Taxonómico	Área [Ha]	Porcentaje [%]
	Afisol	2,641	11.38
	Entisol	1,017	4.38
	Inceptisol	6,924	29.84
	Inceptisol+Alfisol	5,717	24.64
	Inceptisol+Entisol	6,292	27.11
	Pendiente	Área [Ha]	Porcentaje [%]
	Débil, plano o casi plano	1,018.62	4.39
	Inclinación regular, suave o ligeramente ondulada 5-12%	2,141.45	9.23
	Irregular, ondulación moderada 12-25%	1,363.91	5.88
	Fuertes, colinado 25-50%	5,661.97	24.40
	Muy fuertes, Escarpado 50-70%	6,649.08	28.65
	Abruptas, montañoso mayor al 70%	6,371.09	27.45
	Textura	Área [Ha]	Porcentaje [%]
	Fina	2641.25	11.38
	Moderada	19548.01	84.24
	Gruesa	1016.87	4.38



Mapa 2-1 Clasificación Taxonómica del Suelo de Echeandía. Fuente: (GADMCE., 2014)



Mapa 2-2 Pendientes del Suelo de Echeandía. Fuente: (GADMCE., 2014)



Mapa 2-3 Textura del Suelo de Echeandía. Fuente: (GADMCE., 2014)

2.2.2.3 Datos Geotécnicos

Según los estudios realizados por parte del Departamento de Obras Públicas del GAD de Bolívar, en el ensayo se obtuvieron los siguientes resultados con respecto a las propiedades físico-mecánicas del suelo:

Tabla 2-6 Resultados del Ensayo SPT Aguas Arriba. Fuente: (Estudios Especializados, 2020)

Nivel Cimentación	Profundidad [m]	N SPT [golpes]	Carga Adm. Suelo q_a [kg/cm ²]	Cohesión [kg/cm ²]	Ángulo fricción [°]	Densidad [T/m ³]	Tipo Suelo NEC
0.50-1.00	-1.00	18.00	2.04	0.00	32	1.72	C
1.00-1.50	-1.50	20.00	2.31	0.00	33	1.72	C
1.50-2.00	-2.00	23.00	2.68	0.00	34	1.72	C
2.00-2.50	-2.50	46.00	4.30	0.00	40	1.72	C
2.50-3.00	-3.00	87.00	7.19	0.00	44	1.72	C

Tabla 2-7 Resultados del Ensayo SPT Aguas Abajo. Fuente: (Estudios Especializados, 2020)

Nivel Cimentación	Profundidad [m]	N SPT [golpes]	Carga Adm. Suelo q_a [kg/cm ²]	Cohesión [kg/cm ²]	Ángulo fricción [°]	Densidad [T/m ³]	Tipo Suelo NEC
0.50-1.00	-1.00	17.00	1.97	0.00	32	1.72	C
1.00-1.50	-1.50	19.00	2.25	0.00	33	1.72	C
1.50-2.00	-2.00	25.00	2.82	0.00	34	1.72	C
2.00-2.50	-2.50	48.00	4.44	0.00	40	1.72	C
2.50-3.00	-3.00	81.00	6.77	0.00	44	1.72	C

Se puede concluir, que el suelo es caracterizado de tipo C según la NEC, con un ángulo de fricción de 32 y carga admisible del suelo promedio de 2.28 kg/cm² para una profundidad de - 1.50 m en las zonas donde se posicionarán los estribos.

2.2.2.4 Datos Sísmicos

La Zona sísmica en la que se encuentra el cantón Echeandía es de categoría III con un valor de Z correspondiente a 0.3 caracterizando a la zona de Alto Peligro Sísmico, como lo indica la Normativa Ecuatoria de la Construcción en la siguiente tabla.

Tabla 2-8 Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada. Fuente: (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015)

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

El perfil de suelo tipo C para el diseño sísmico corresponde a suelos muy densos y rocas blandas.

2.2.2.5 Datos de Tráfico

En el estudio realizado se contempló que los vehículos que generalmente transcurren en la zona son camionetas de tipo liviano y camiones medianos de tipo pesado.

Sustituyendo los valores de la tabla 2-3 en las ecuaciones (2.5), (2.6), (2.7) y (2.8) se obtienen los siguientes resultados para un periodo de retorno de 50 años:

- $TPDA_{futuro} = 26 \times (1 + 2.5\%)^{50} = 89 \text{ veh/día}$
- $Trafico_{atraído} = 10\% \times 26 = 3 \text{ veh/día}$
- $Trafico_{generado} = 20\% \times 26 = 5 \text{ veh/día}$
- $Trafico_{por\ desarrollo} = 6\% \times 26 = 2 \text{ veh/día}$

Por el cuál reemplazando estos resultados en la ecuación 2.4, el TPDA Proyectado sería el siguiente:

TPDA (proyectado)

$$= TPDA \text{ Futuro} + \text{Tráfico Atraído} + \text{Tráfico Generado} \\ + \text{Tráfico por Desarrollo} + 3 + 5 + 2 \text{ (veh/día)}$$

$$TPDA \text{ (proyectado)} = 99 \text{ veh /día}$$

Se estima el valor de 99 vehículos al día en promedio proyectado a 50 años. Este valor concede clasificar la vía de La Florida en una carretera de clase C3 basándose en la “Clasificación funcional de las Vías en base al TPDA” proporcionada por el MTOP en el Volumen 2 - Libro A, Normas para Estudios y Diseños Viales. La clase C3 define al camino como agrícola/forestal, en dónde el ancho de calzada generalmente es de 4 m y con bordes de 1 m a cada lado según lo estipula el MTOP, figura 2-2. Sin embargo, debido a la ubicación del proyecto y el valor obtenido del TPDA realizado, se ha decidido que el puente constará de un carril de 3.6 m de calzada según lo mínimo requerido por la AASHTO y 1.2 m de bordillo a ambos lados, conformando así un ancho de tablero de 6 m.

Tabla 2-9 Clasificación funcional de las Vías en base al TPDA proyectado. Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2012a)

Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA_d			
Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA _d) al año de horizonte	
		Límite Inferior	Límite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovía o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

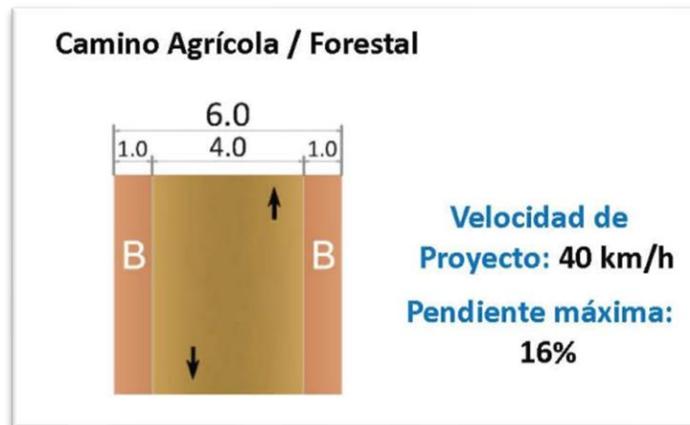


Figura 2-2 Dimensiones del camino Agrícola/Forestal según el MOTP. Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2012b)

2.2.2.6 Datos Hidrológicos e Hidráulicos

El estudio hidrológico e hidráulico se realizó con el objetivo de definir el caudal máximo de diseño y las curvas IDF; adicional a esto, se analizaron varios aspectos referentes a la estabilidad del cauce y de la estructura en cuestión.

2.2.2.6.1 Números índices del río Las Piedras para el análisis morfométrico de la cuenca

- Parámetros Geomorfológicos

Tabla 2-10 Parámetros geomorfológicos del río Las Piedras

Área(Km ²)	12.416
Perímetro(Km)	14.582
Longitud(Km)	6.52

- Factores de forma de Horton

El factor de forma sirve para estimar de forma superficial las tendencias de las crecidas; mientras menor sea su valor, menor es la posibilidad de lluvia intensa sobre una microcuenca. Se lo define como la relación entre el área y el cuadrado de la longitud de la cuenca.

$$Kf = \frac{A}{L^2} = 0.29 \quad (2-9)$$

- Coeficiente de compacidad

Valor numérico que relaciona el perímetro de la cuenca con el de un círculo de área equivalente a la de drenaje.

$$Kc = \frac{P}{2*\sqrt{\pi*A}} = 1.17 \quad (2-10)$$

De la tabla 2-11 se determina que la microcuenca río Las Piedras corresponde a una microcuenca casi redonda a oval redonda con alta tendencia de crecidas, según su coeficiente de compacidad.

Tabla 2-11 Forma Y Tendencia de la cuenca según el coeficiente de compacidad de Gravelius

CLASE DE FORMA	RANGOS DE CLASE	FORMA DE LA CUENCA	TENDENCIA CRECIDAS
Clase Kc1	De 1,0 a 1,25	Casi redonda a oval redonda	ALTA
Clase Kc2	De 1,25 a 1,50	Oval redonda a oval oblonga	MEDIA
Clase Kc3	De 1,50 a 1,75	Oval oblonga a rectangular oblonga	BAJA

- Pendiente media de la cuenca

Según los estudios realizados por el GAD de Bolívar, donde emplearon ArcMap para la obtención de la pendiente media del área de la cuenca, se obtuvo un valor de $S_o = 36\%$, y según la tabla 2-12 corresponde a una pendiente fuerte.

Tabla 2-12 Cuadro de Clasificación de las cuencas de acuerdo con su pendiente media.

Fuente: (Sevilla, n.d.)

Pendiente media (%)	Tipo de relieve	Símbolo
0-3	Plano	P1
3-7	Suave	P2
7-12	Mediano	P3
20-35	Accidentado	P4
35-50	Fuerte	P5
50-75	Muy fuerte	P6
50-75	Escarpado	P7
>75	Muy escarpado	P8

- Densidad de drenaje

Este valor relaciona la longitud de la cuenca y el área de esta; con el fin de definir que tan bien o mal drenada esta la cuenca se estima que valores de densidad mayores o iguales a 0.5 km/km² representan buen desempeño de la red de drenado.

$$Dd = \frac{L}{A} = 0.52 \left(\frac{1}{km} \right) \quad (2-11)$$

En base al valor obtenido se define que la microcuenca del río Las Piedras se encuentra bien drenada.

2.2.2.6.2 Tiempo de concentración

Se lo define como el tiempo de viaje de una gota de agua de lluvia que escurre superficialmente desde el lugar más lejano de la cuenca hasta el punto de salida (Chow, 1994). Existen diferentes maneras de calcularlo, pero en el presente documento se empleó el método de Kirpich (1977), que lo define como el tiempo comprendido entre el final de la precipitación efectiva y el final de la escorrentía directa; adicional a esto, también se empleó el método Témez (1978), que lo define como la diferencia entre el tiempo de finalización del hidrograma de escorrentía superficial y el tiempo de finalización de la precipitación efectiva.

- Fórmula de Kirpich

$$T_c = 0.066 * \left(\frac{L}{\sqrt{S_0}}\right)^{0.77} = 0.07h \quad (2-12)$$

- Fórmula de Témez

$$T_c = 0.3 * \left(\frac{Lc}{S_0^{0.25}}\right)^{0.75} = 0.63h \quad (2-13)$$

2.2.2.6.3 Cálculo de caudal

El motivo por el cual se determinan los caudales de diseño es desarrollar medidas de protección capaces de salvaguardar la obra civil de eventos extraordinarios que afecten con la integridad de este; tal es el caso de los efectos de la socavación, transporte de sedimentos y derrumbes laterales del suelo, entre otros.

Se emplearon tres métodos distintos; el método racional que determina el caudal máximo empleando la precipitación "I", y, el coeficiente de escorrentía "C" estimado en base a las condiciones hidrológicas y geomorfológicas de la cuenca. Por otro lado, se aplicó el método INERHI, que a diferencia del anterior este tiene como variables principales el área de la cuenca y el coeficiente "K", este último depende del periodo de retorno escogido. Finalmente, el método Hofman, donde el área de la cuenca actúa como factor influyente en el cálculo empírico del caudal.

Tabla 2-13 Caudales de crecidas calculados

MÉTODO	Valor calculado
Método del Racional (m ³ /s)	16.83
Método de INERHI (m ³ /s)	18.89
Método Hofman (m ³ /s)	17.54
Caudal adoptado (m³/s)	17,75

- Curvas IDF

Para realizar el análisis de las curvas Intensidad, Duración, Frecuencia se emplearon valores de intensidades máximas de la estación pluviométrica M0129.

Tabla 2-14 Intensidades máximas para distintos periodos de retorno. Fuente:(INAMHI, 2015)

TR (Años)	DURACIONES t (Minutos)								
	5	10	15	20	30	60	120	360	1440
2	72.73	48.59	38.37	32.46	25.63	16.50	9.59	4.06	1.37
5	91.59	61.18	48.32	40.87	32.28	20.77	12.08	5.12	1.73
10	102.90	68.74	54.29	45.92	36.27	23.34	13.57	5.75	1.94
25	115.83	77.38	61.11	51.69	40.83	26.27	15.28	6.47	2.19
50	124.45	83.14	65.66	55.54	43.86	28.23	16.42	6.95	2.35
100	132.53	88.53	69.92	59.14	46.71	30.06	17.48	7.40	2.50

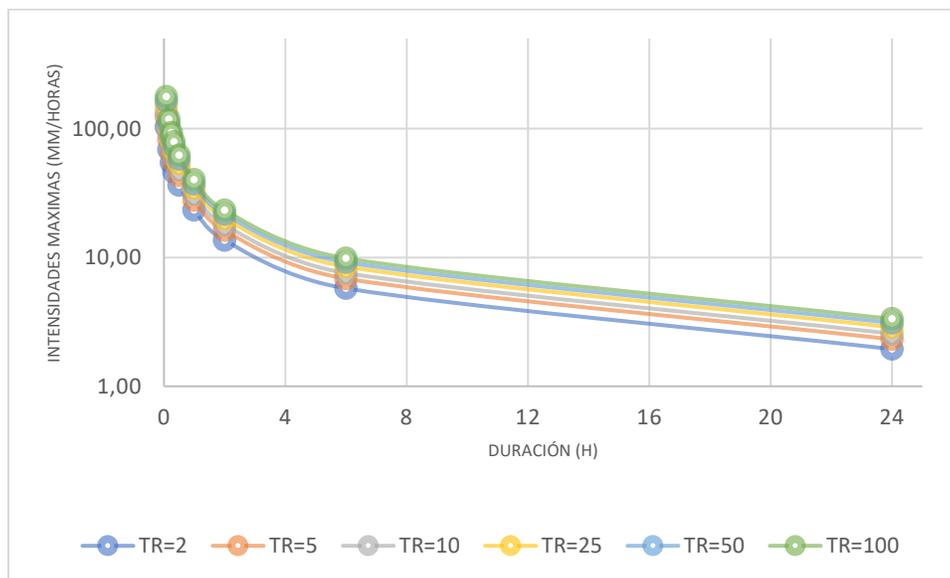


Figura 2-3 Curvas IDF para Río Las Piedras

2.3 Análisis de Alternativas

2.3.1 Factores a considerar la selección del Tipo de Puente

2.3.1.1 Condiciones Técnicas

El conocimiento del comportamiento de los materiales ha sido una ventana al desarrollo de nuevos tipos de puentes que buscan cumplir con criterios técnicos que solventen las soluciones estructurales. (Godinez Melgares, 2010)

A continuación, se detallarán algunas características técnicas de los puentes más utilizados en el cantón de Echeandía, que servirán como antecedentes para considerar las alternativas.

a) Puente tipo losa

Maciza y/o aligerada (sección cuadrada o rectangular).

Material de hormigón armado y acero de refuerzo.

Rango de longitudes de vano de 0 m a 12 m.

b) Puente tipo viga losa

Secciones típicas: Viga T, Doble T y Viga Cajón.

Material de hormigón armado, hormigón presforzado o acero estructural.

Rango de longitudes de vano acorde al material:

i) Hormigón armado: 12 m a 25 m

ii) Hormigón presforzado: 25 m a 325 m

iii) Acero estructural: 30 m a 300 m

c) Puente tipo arco

Estructura con forma de arco.

Material de hormigón o acero estructural.

Rango de longitudes de vano acorde al material:

i) Hormigón armado: 80 m a 390 m

ii) Acero estructural: 130 m a 400 m

d) Puente colgante

Estructura principal compuesta por cables que transmiten las fuerzas a las torres, generalmente hecha de acero estructural.

Rango de longitudes de vano de 300 m a 2000 m.

Para el proyecto en cuestión se consideraron puentes tipo viga y arco, que, según la información mostrada, los materiales más usados para su construcción son el hormigón y el acero estructural. En la tabla 2-15 se detallarán algunas propiedades que diferencian ambos materiales.

Tabla 2-15 Comparación de puentes. Fuente: (Rojas Lopez & Arenas Giraldo, 2008)

HORMIGÓN	ACERO ESTRUCTURAL
Se fabrica en obra	Perfiles normalizados
Control de calidad pobre	Alto control de calidad
No hay limitaciones en cuanto las formas y tamaños	Formas y tamaños limitadas por facilidades de transporte
La falla de estabilidad puede llevar al colapso	La falla de estabilidad puede llevar a la deformación permanente
El límite de resistencia puede estar entre 200 y 400 Mpa	El límite de resistencia puede estar entre 200 y 600 Mpa
Mano de obra no calificada	Mano de obra bajo el cargo de personal especializado
Invulnerabilidad a agentes ambientales, a excepción de medios ácidos	Material muy susceptible a efectos ambientales
Costo de transporte negociable	Transporte especializado para mantener características de diseño
Mayor tiempo de construcción por ser producto de varias etapas	Menor tiempo de construcción por su fácil aplicación en la obra
Mayor costo de mano de obra por requerir más tiempo	La relación mano de obra - tiempo implica menor costo

Reducción de capacidad por esbeltez es moderada	Reducción de capacidad por esbeltez es apreciable
Material ofrecido en el mercado en abundancia	El costo del material se somete a la ley de oferta y demanda ajena
La disponibilidad del material no limita su uso en obra	La disponibilidad del material limita su uso en obra

2.3.1.2 Condiciones Económicas

El efecto comparativo de puentes de hormigón presforzado con los puentes de viga metálica de sección constante se elaboró en base a los análisis de costos presentados en el trabajo de tesis “Análisis comparativo estructural entre vigas simplemente apoyadas de hormigón postensado en sitio y vigas de acero estructural para un puente de 45 m de luz en la ciudad de Esmeraldas”. (Neira Nieves, 2018)

a) Puente con vigas de acero estructural

Este puente toma en cuenta tres rubros únicamente para su análisis de costos, siendo la cantidad de acero estructural el valor más alto. Cuenta con un presupuesto estimado de \$578.585,16.

b) Puente de vigas con hormigón postensado

El análisis de costos toma en cuenta tanto hormigón armado como cables de presfuerzo, por esta razón el valor general del presupuesto es de \$525.440,14.

Del análisis realizado se determina que las vigas de hormigón postensado son más económicas, mientras que, las vigas de acero estructural son mucho más resistentes y reducen costos a largo plazo por mano de obra debido a que su construcción no precisa de mucho tiempo, evitando así cualquier tipo de molestia para los moradores del sector.

2.3.1.3 Consideraciones Legales

A continuación, se mencionará las entidades, especificaciones, normas, leyes y ordenanzas que comúnmente se deben considerar para el desarrollo de una obra ingenieril en Ecuador:

- Ministerio de Transporte y Obras Públicas, MTOP.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC-2015.
- Norma Ecuatoriana Vial, NEVI-12.
- Norma de Diseño Geométrico de carreteras 2003
- MOP-001-F-2002-Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.
- Especificaciones CORPECUADOR.
- Manual de Diseño de Carreteras MOP-001-E-1974.
- Ley Orgánica del Sistema Nacional de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre.
- Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial.
- Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública.
- American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO LRFD 2017 Bridge Design Specification.
- Otra leyes nacionales o internacionales, según sea necesario.

2.3.1.4 Estética

Uno de los principales beneficios de brindar la debida significancia a la condición estética de un puente es la notable mejora del paisaje, integración social, aprovechamiento cultural y distinguimiento del entorno en que habitamos. Arenas (1995) indica:

La calidad estética de las obras públicas es cada vez más demandada por la gente, hecho al que los ingenieros debemos ser sensibles esforzándonos por

incorporar esos valores a nuestras obras de todos los días. Sin embargo, contraponer belleza a funcionalidad es tomar el camino equivocado.

A pesar de esto, para el proyecto en cuestión se optó por realizar el diseño de puente más económico sin considerar la influencia del aspecto estético.

2.3.1.5 Proceso constructivo

A continuación, se mencionarán las tres metodologías constructivas planteadas como opciones.

a) **Viga de hormigón presforzado**

Las vigas de hormigón pretensado son hechas en fábricas, por ende, presentan un mejor control de calidad, sin embargo, su traslado hasta la obra sería el mayor inconveniente, puesto que, es un sector de difícil acceso. Por otro lado, existen las vigas de hormigón postensado, que bien se funden en sitio, pero esto amerita mayor cantidad de personal; acción que influye directamente en los costos.

b) **Viga de acero estructural**

Similar al hormigón pretensado, el control de calidad de materia prima se efectúa en un taller o fábrica, satisfaciendo así los requerimientos de diseño. De igual manera, requiere de transporte especial para conservar sus características de diseño. El tiempo de construcción es menor por su fácil aplicación en obra, no obstante, el costo asociado a la mano de obra está vinculado con la especialización, en otras palabras, se requiere de personal formado técnicamente.

c) **Viga de hormigón armado**

La elaboración de este tipo de vigas no amerita mano de obra calificada y la obtención del material es de fácil acometida, resultando en un ahorro en cuestiones de diseño, así como, también se ahorraría costos en transporte por ser de libre oferta. El único inconveniente es que el tiempo de construcción es más

prolongado por ser el producto de varias etapas constructivas y esto ocasiona un incremento de los costos a causa de adquirir mayor mano de obra.

2.3.1.6 Consideraciones de Impacto Ambiental

Al ser elaboradas en fábricas, las vigas metálicas, producen menos traumatismos en el área de construcción y menor impacto ambiental. En igual forma, una vez cumplida su vida útil o presentar algún tipo de anomalía, son fácilmente reemplazable y reciclable mediante procesos siderúrgicos. (Rojas Lopez & Arenas Giraldo, 2008)

El concreto, que es generalmente fundido en sitio, emite dióxido de carbono como resultado del proceso de fraguado del hormigón. Para proyectos de gran envergadura, la producción de hormigón es mayor, lo que incrementa los niveles de CO₂ en la atmósfera provocando el cambio climático.

2.3.1.7 Consideraciones de Vida útil

La funcionalidad y seguridad de las estructuras debe estar garantizada bajo criterios de resistencia o tolerancia ante acciones fisicoquímicas y mecánicas que se pueden presentar durante su proceso constructivo o etapa de servicio. Muñoz y Mendoza (2012) informan: “En México las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal (NTCC, RCDF) establecen que las estructuras para edificios deben tener una vida útil de 50 años”.

(B. Johnson et al., n.d.) argumenta que la vida residual de los puentes de acero se puede prolongar por mucho tiempo mediante el reforzamiento de los elementos débiles, empleando chapas soldadas o sustituyéndolos cuando se encuentran verdaderamente deteriorados, alcanzando una vida útil de 70 años. Los daños por efectos de la corrosión son más notorios en elementos de acero, sin embargo, su reparación es más sencilla. (Grattasat, 1983)

2.3.2 Descripción de Alternativas

2.3.2.1 Alternativa A: Puente con Vigas de Acero

Conjunto de perfiles soldados tipo I, aplicables a luces menores de 30 m, simplemente apoyadas en los extremos. El elemento losa, de hormigón armado, y viga trabajarán en acción compuesta mediante conectores de corte. La composición de la infraestructura no incluirá pilas, debido a la reducida luz que presenta el puente, pero sí estribos, cuyo diseño se rige por la caracterización del suelo.

Ventajas

- Desempeño óptimo para terrenos con pendiente pronunciada y/o alto relieve donde se dificulte colocar apoyos o encofrados temporales en el cauce del río.
- Elemento de viga prefabricados
- El aporte de la losa a la rigidez permite reducir la altura de las vigas.
- La presencia de la losa pegada al cordón superior del perfil lo protege mucho de fallas asociadas a las abolladuras o fallas flexotorsionantes.
- Tiempo de montaje mínimo
- Los sistemas estructurales mixtos pueden tener un comportamiento igualmente dúctil que los sistemas tradicionales de hormigón o acero.
- La producción del elemento viga de acero no contamina al medio ambiente; una vez finalizada su vida útil es fácilmente reciclable por procesos de fundición.
- Ideal para proyectos de puentes debido a su capacidad para absorber grandes cantidades de energía, tenacidad.
- Estructuras livianas, con reducción de cargas muertas entre el 40% y 50%, que aminoran los costos de cimentación.

Desventajas

- Requiere de mantenimiento periódico, 5 años de pintado especial, para tratar los efectos nocivos de la corrosión a causa de estar expuestos al ambiente y la humedad.
- La eficiencia del trabajo en conjunto de la losa de hormigón y las vigas de acero depende netamente de la incorporación de conectores de corte entre ambos.
- En zonas de concentración de esfuerzos su ductilidad se ve comprometida, provocando la falla frágil.
- Resistencia mínima del acero contra el fuego, a menos que, se usen recubrimientos de hormigón en los perfiles de acero.
- Control especial de las deformaciones verticales de las vigas durante el proceso de fraguado de la losa de hormigón, puesto que, la integridad estructural del puente dependerá únicamente del elemento de acero.
- La conexión entre miembros de acero se realiza por métodos de soldadura, aplicación de tornillos, pernos y remaches; esto amerita de control por parte de personal técnico.

2.3.2.2 Alternativa B: Puente con Vigas de Hormigón Presforzado

En este caso la superestructura estaría compuesta por un tablero de hormigón armado y vigas de hormigón pretensado o postensado, según las indicaciones en campo. Los estribos y la cimentación que conforman la infraestructura se diseñaran en base a las condiciones del suelo que revelen los ensayos de penetración estándar, SPT.

2.3.2.2.1 Puente con Vigas de Hormigón Pretensado

Características

- Piezas prefabricadas en una mesa de colado.

- La fuerza de presfuerzo se aplica antes de fundir el hormigón.
- La tensión se transfiere al concreto por adherencia y efecto de cuña en los extremos libres.
- El acero de presfuerzo tiene trayectoria recta.

Ventajas

- Todo el proceso de elaboración de las piezas dura entre 14 horas a 3 días, dependiendo de las propiedades de la sección.
- Producción industrializada; proporciona alta calidad en los materiales (menores coeficientes parciales de seguridad) y en la ejecución (menor control en obra).
- Secciones más pequeñas
- Uso eficiente de los materiales; reducción del peso y costo total de la estructura.
- Menor daño por efectos climáticos durante el proceso de fabricación.
- Mantenimiento requerido mínimo
- Itinerario exacto de elaboración y montaje en obra.

Desventajas

- A diferencia del hormigón armado, si requiere de mano de obra especializada.
- El transporte de las piezas prefabricadas de hasta 40 m produce grandes costos, selección de rutas alternativas por problemas de gálibo, radios de giro y cortes de tráfico.
- Requiere de diseño especializado para las armaduras, uniones y apoyos.

2.3.2.2 Puentes con Vigas de Hormigón Postensado

Características

- Piezas generalmente construidas en sitio.
- Los torones se tensan después de que se haya endurecido el hormigón.
- El anclaje de los cables se efectúa mediante dispositivos mecánicos.

Ventajas

- Mayor fuerza de tensado.
- La resistencia a la tracción del hormigón convencional es 10 veces menor que la resistencia del hormigón postensado.
- Estructuras livianas que permiten reducir las cargas que soportará la cimentación.
- El hormigón, al no padecer de fisuración, incrementa su vida útil.
- El cable posee un trazado curvo que es adaptable a las condiciones tensionales.

Desventajas

- La ejecución in situ requiere de mayor esfuerzo de control de calidad, y personal especializado para realizar el tesado de los torones y la inyección de la lechada.
- Demanda mayor tiempo de construcción en obra por el fraguado del hormigón y el tesado de los cables.
- El proceso de cálculo es mucho más complejo que el hormigón armado, por ende, requiere de personal técnico.
- Su uso se ve restringido según el código sísmico del país donde se encuentre.

- El acero de presfuerzo que se utiliza es un acero de baja relajación; mucho más caro que el acero común.

2.3.2.3 Alternativa C: Puente en Arco

Conformado por dos elementos importantes; tales como el arco, cuya antifunicularidad es factor decisivo para soportar la carga permanente del puente; y el tablero, ubicado en la parte inferior y cuya geometría obedece las particularidades de la vía existente. Los puentes en arco cuentan con apoyos en sus extremos, estos reciben el peso propio del puente y las sobrecargas mediante la compresión del arco que da origen al empuje horizontal y las fuerzas verticales. (Villarino Otero, 2015)

La implementación de este tipo de puente amerita que las condiciones del suelo sean favorables, lo necesario para resistir los esfuerzos de compresión ocasionados por el empuje horizontal que reciben los apoyos. (Huaca Largo et al., 2012)

A pesar de brindar una apreciación estética mucho mayor que otros tipos de puentes, se consideró el puente tipo arco de tablero inferior debido a que la rasante del camino es muy baja; sin embargo, no resulta ser la opción más económica, puesto que sus métodos constructivos son muy costosos. El rango óptimo de diseño es de 60 m a 200 m.

El arco es una estructura incapaz de resistirse a sí misma, a menos que se encuentre acabada, por tal motivo el proceso constructivo que se seguirá para su creación es de suma importancia. De los procesos generalmente empleados para su levantamiento destaca la construcción por voladizos sucesivos que aprovecha la capacidad resistente de las secciones parciales de la estructura (Viartola Laborda, 2015). No obstante, los antiguos métodos de construcción sobre cimbra y construcción en armadura rígida (autocimbra) siguen siendo empleados bajo exigencias de las grandes luces, dificultad de obstáculos a superar, costos de inversión y especificaciones técnicas. (Demchenko, 2011)

2.3.3 Restricciones

Debido a la ubicación geográfica del cantón de Echeandía, este posee un clima tropical mega térmico húmedo, por lo que llega a experimentar lluvias anuales de 2000 a 4000 mm, creando así una sola estación lluviosa. Por este motivo, cualquier proyecto ingenieril debe considerar efectuarse fuera de este periodo lluvioso para evitar inconvenientes en cualquier etapa del proceso constructivo.

El acceso a la ubicación del puente es remoto, es decir, que la “vía de acceso” se encuentra obstruida por la maleza. Esto dificulta el ingreso del transporte especializado en llevar las piezas prefabricadas al sitio y cualquier otro tipo de maquinaria necesaria.

Los sectores adyacentes a la comunidad La Florida se caracterizan por tener un relieve de montaña y pendientes pronunciadas, por ende, se cree que es conveniente realizar un análisis de estabilización de taludes con la finalidad de asegurar la integridad estructural del proyecto.

Debido al mal uso del suelo que ha recibido por parte de empresas mineras chinas, los pobladores del cantón Echeandía han generado desconfianza e indiferencia hacia el accionar por parte de las autoridades del GAD de Bolívar Como producto de esto, el ingreso a sus recintos con mixers, excavadoras, volquetas o cualquier otro tipo de maquinaria pesada está limitado y se ve con hostilidad ante los ojos de los pobladores.

Los datos obtenidos de los estudios hidrológicos indican un valor de máxima creciente por debajo del metro a causa de realizar el análisis hidráulico del sitio durante la época seca del mismo.

2.3.4 Selección de la Alternativa Óptima

Tabla 2-16 Valoración paramétrica para la selección de la alternativa óptima

Aspectos de valoración	Alternativas		
	Puente con vigas de acero	Puente con vigas de hormigón presforzado	Puente en arco
Costo de material	5	4	1
Estética	3	3	5
Método constructivo	5	3	2
Especificaciones técnicas	3	3	3
Impacto ambiental	5	3	2
Mantenimiento	3	5	2
Vida útil	5	4	5
Total	29	25	20

Para la elección de la alternativa óptima, se empleó el formato de escalas tipo Likert (Ospina Rave et al., 2003); que fundamenta su efectividad en la valoración ordinal con opciones de respuesta numérica del 1 al 5. Dónde, 5 representa una condición muy favorable y 1 la condición menos favorable.

De los aspectos valorados en la tabla 2-5, se determina que el factor de mayor incidencia es la vida útil que tendrá la estructura, seguido de la estética, el método constructivo que empleará y el impacto ambiental que generará. Es normal considerar la vida útil como un factor decisivo para la selección de un puente, puesto que, lo que busca cualquier proyecto ingenieril es satisfacer las condiciones de servicio para el cual fue diseñado, el mayor tiempo posible.

La selección de alternativas se elaboró en base a las condiciones del suelo, geometría de la vía existente y longitud del puente, por tal motivo no se consideraron opciones de puentes que no cumplieran con estas solicitudes pero que sin duda su apreciación estética es mayor a la de los puentes tipo arco, siendo este el caso de puentes atirantados o puentes colgantes.

Por otro lado, el método constructivo empleado para el puente de sección compuesta tiene mucha aceptación por su cualidad de rápido montaje y ensamblaje en obra, gracias a sus secciones de vigas prefabricadas; el mismo caso se presentaría para el hormigón postensado, sin embargo, dada la necesidad del colado in situ, se necesitaría de personal especializado para realizar el tesado de los cables.

Finalmente, el impacto ambiental que puede tener un puente se mide a nivel de los procedimientos constructivos y la vida útil del mismo; para producir el menor daño posible a la zona de estudio y conservar la flora y fauna que le caracteriza. Ante la obtención del máximo valor ponderado de la mayoría de los aspectos analizados, se ha determinado que la opción más factible y conveniente es la de “Puente con vigas de acero”.

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO Y ESPECIFICACIONES

En este capítulo del proyecto se fundamenta en el análisis, diseño y detalles de los elementos del puente.

3.1 Geometría del Puente

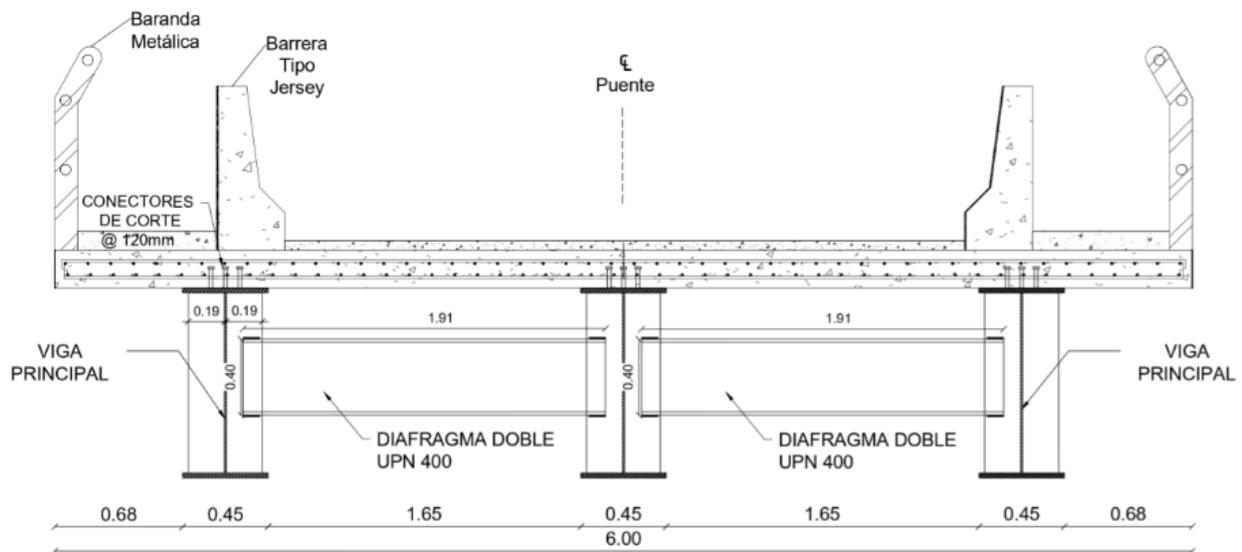


Figura 3-1 Sección Transversal de la Superestructura

La estructura del puente será configurada de la siguiente manera: La superestructura conformada por losa armada en una dirección y vigas metálicas, y la subestructura compuesta de los apoyos, estribos y cimentaciones. El diseño se basará en una infraestructura isostática, con un tramo de luz de 15 m y un solo carril, debido a que se encuentra en una zona rural el cual no existe gran demanda vehicular.

La sección transversal del puente conformará un ancho total de 6 m, en el cual constará de un carril con ancho de calzada de 3.60 m mínimo estipulado por la AASHTO LRFD, y con voladizos de 1.20 m en ambos lados para servicios públicos como la acera peatonal, luminarias, barreras de contención vehiculares y barandas metálicas.

La superestructura será conformada por vigas de acero tipo I simplemente apoyadas sobre los estribos por medio de apoyos de neopreno. Sobre las vigas se soldarán 3 conectores de corte cada 12 cm y estas serán fundidas con la losa de hormigón armado, conformando así el tablero como un solo elemento. A su vez, se soldarán en sitio los rigidizadores de la viga cada 2.5 m y los diafragmas cada 3 m.

La subestructura estará conformada por dos estribos cuya cimentación será una zapata corrida, y fundida en sitio con hormigón estructural de resistencia $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.

Tabla 3-1 Datos Iniciales de Diseño.

Parámetro	Valor	Unidad
Longitud tramo (L)	15	m
Ancho Calzada	3.6	m
Voladizo	0.9	m
Ancho Total	6.0	m
N° Carriles	1	-
N° Vigas	3	-
Separación Vigas (S)	2.1	m
$f'c$	280	Kg/cm ²
f_y	4200	Kg/cm ²

3.2 Cálculo y análisis de las Solicitaciones

3.2.1 Determinación de Cargas

Para el análisis estructural se llegan a considerar diferentes tipos de solicitaciones que pueden actuar en la estructura. Según la normativa ASSHTO-LRFD las cargas se las puede clasificar en Permanentes o Muertas y Transitorias o Vivas.

3.2.1.1 Cargas Permanentes o Muertas [WD]

Son aquellas que permanecen estacionarias, generalmente constituyen el peso propio de la superestructura del puente (tablero, vigas, capa rodadura, barandas, luminarias, instalaciones, etc.) y fuerzas ejercidas por el suelo. Estas se pueden clasificar según la AASHTO:

- Carga muerta de componentes estructurales y no estructurales [DC]
- Carga muerta de la capa de rodadura y dispositivos auxiliares [DW]
- Fuerza de arrastre hacia abajo [DD]
- Empuje horizontal del suelo [EH]
- Efectos de fuerza resultantes del proceso de construcción, incluyendo las fuerzas secundarias del postensado [EL]
- Carga superficial en el terreno [ES]
- Presión vertical del relleno [EV]

Para el análisis de la carga muerta que actuará en la superestructura, se considerarán las siguientes:

3.2.1.1.1 Carga muerta de componentes estructurales y no estructurales [DC]

Losa:

Tabla 3-2 Carga Muerta debido al peso propio de la Losa

Carga Muerta Losa		
Espesor	0,20	m
Ancho	3,60	m
Densidad Hormigón	2320	kg/m ³
Franja Analizada	1,00	m
Carga Lineal	464,00	Kgf/m

Volado:

Tabla 3-3 Carga Muerta debido al peso propio del Volado

Carga Muerta Volado		
Espesor	0,20	m
Ancho	0,90	m
Densidad Hormigón	2320	kg/m3
Franja Analizada	1,00	m
Carga Lineal	464,00	Kgf/m

Viga:

Tabla 3-4 Carga Muerta debido al peso propio de la Viga

Carga Muerta Viga		
Área Viga	0,032	m2
N° Vigas	3	u
Densidad Acero	7850	kg/m3
Carga Lineal	251,20	Kgf/m

Barrera:

Tabla 3-5 Carga Muerta debido al peso propio de la Barrera

Carga Muerta Barrera		
Área Barrera	0,19	m2
N° Barreras	2	u
Densidad Hormigón	2320	kg/m3
Carga Lineal	443,99	Kgf/m

Vereda:

Tabla 3-6 Carga Muerta debido al peso propio de la Vereda

Carga Muerta Vereda		
Espesor	0,10	m
Ancho	0,85	m
Densidad Hormigón	2320	kg/m3
Franja Analizada	1,00	m
Carga Lineal	232,00	Kgf/m

3.2.1.1.2 Carga muerta de la capa de rodadura y dispositivos auxiliares [DW]

Capa de Rodadura:

Tabla 3-7 Carga Muerta debido al peso propio de la Capa de Rodadura

Carga Muerta Capa Rodadura Asfáltica		
Espesor	0,05	m
Ancho	3,60	m
Densidad Hormigón	2320	kg/m ³
Franja Analizada	1,00	m
Carga Lineal	232,00	Kgf/m

Baranda:

Tabla 3-8 Carga Muerta debido al peso propio de la Baranda

Carga Muerta Baranda		
N° Barandas	2	u
Carga Lineal	14	Kgf/m

Iluminaria:

Tabla 3-9 Carga Muerta debido al peso propio de la Iluminaria

Carga Muerta Iluminaria		
N° Barandas	6	u
Carga Lineal	70	Kgf/m

3.2.1.2 Cargas Transitorias o Viva [WL]

Consisten en el peso de las cargas móviles que se transportarán sobre el tablero de la estructura. Se pueden definir como el peso de los camiones, camionetas, automóviles y peatones.

- Fuerza de frenado vehicular [BR]
- Fuerza centrífuga vehicular [CE]
- Fuerza plástica del vehicular [CR]

- Fuerza de colisión vehicular [CT]
- Fuerza de colisión de barcos [CV]
- Carga por fuerza sísmica [EQ]
- Fricción [FR]
- Carga de hielo [IC]
- Carga dinámica vehicular o de impacto [IM]
- Carga viva vehicular [LL]
- Carga viva superficial [LS]
- Carga viva peatonal [PL]
- Asentamiento [SE]
- Contracción [SH]
- Gradiente de temperatura [TG]
- Cambio de temperatura uniforme [TU]
- Carga de agua y presión del flujo [WA]
- Efecto de viento sobre la carga viva [WL]
- Efecto de viento sobre la estructura [WS]

Para el análisis de la carga viva que actuará en la superestructura, se considerarán las siguientes:

3.2.1.2.1 Carga Viva Vehicular [LL]

Factor de Presencia Múltiple

Este factor depende del número de carriles de diseño, sin embargo, no se debe utilizar en el estado límite de fatiga para un camión de diseño. El efecto de la fuerza por carga viva extrema se la determina considerando cada combinación posible de números de múltiples carriles cargados. Los factores especificados en la siguiente tabla no deben ser aplicados en conjunto con el factor de distribución de carga, a excepción cuando se use la regla de la palanca o en las vigas extremas. (AASHTO, 2017)

Se escoge el factor de presencia múltiple para un carril cargado, siendo igual a 1.20.

Tabla 3-10 Factor de Presencia Múltiple, m. Fuente: (AASHTO, 2007)

Número de carriles cargados	Factor de Presencia Múltiple [m]
1	1.20
2	1.00
3	0.85
>3	0.65

Camión de Diseño

Es un tipo de camión en el cual se lo considera como una carga vehicular móvil estándar. Es utilizado para determinar los puntos críticos dónde pueden ocurrir los esfuerzos máximos, de corte y momento, actuantes en el puente. (Castellanos, 2009)

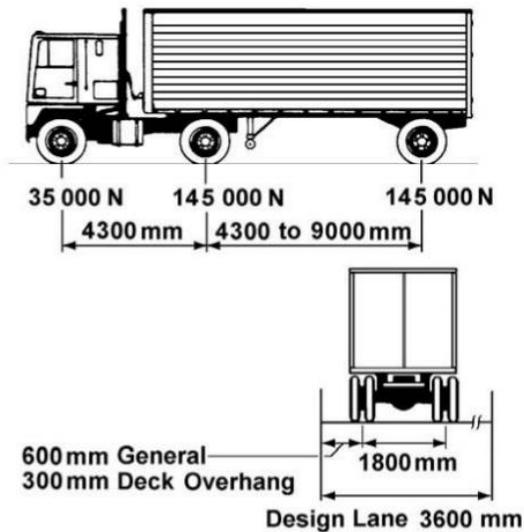


Figura 3-2 Características del Camión de Diseño HS20-44. Fuente: (AASHTO, 2007)

Tabla 3-11 Datos de los pesos y separaciones del Camión de Diseño HS20-44.

Camión HS20-44		
Parámetro	Valor	Unidad
Carga P1	3.57	Ton
Carga P2	14.79	Ton
Carga P3	14.79	Ton
Distancia L1	4.3	m
Distancia L2	4.3	m

Carga de Carril de Diseño

Es un tipo de carga que junto al camión de diseño deben ser consideradas como cargas vivas para proyectos de puente; juntas conforman el tren de carga y se forman por la combinación de cargas “H” y cargas “HS”, siendo la HS mucho más pesadas que las H.

Según la American Association of State Highway and Transportation Officials (2002), cada carga de carril consiste en una carga uniforme por pie lineal de carril combinada con un carga concentrada; y que deben ser consideradas como una carga de 0.64 k/ft (9.3 KN/m) uniformemente distribuida longitudinalmente a lo largo de 10 ft (3 m) de ancho.

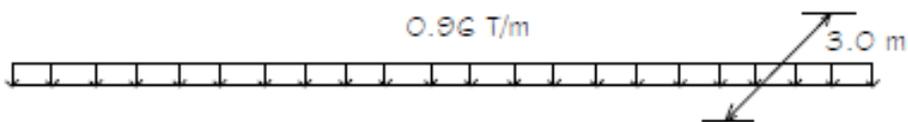


Figura 3-3 Carga de carril. Fuente: (Rodríguez Serquén, 2012)

Tabla 3-12 Carga del Carril de Diseño

Carril de Diseño		
Parámetro	Valor	Unidad
Carga	0.96	Ton/m

3.2.1.2.2 Carga Viva Peatonal [PL]

Según la normativa AASHTO LRFD la carga viva peatonal considerada simultáneamente con la carga viva vehicular de diseño es de 3.6×10^{-2} MPa aplicada a las aceras con un ancho mayor de 0.60 m.

Tabla 3-13 Carga Viva Peatonal

Carga Peatonal		
Parámetro	Valor	Unidad
Carga	0.36	Ton/m2

3.2.1.2.3 Carga Dinámica [IM]

Los efectos de la carga de camión o tándem de diseño se incrementarán acorde a los factores de carga mostrados en la siguiente tabla por efectos de tolerancia de la carga dinámica (impacto).

Tabla 3-14 Factor de Carga Dinámica. Fuente: (AASHTO, 2017)

Componente	IM
Juntas de tablero - Todos los estados límites	75%
Todos los demás componentes: Estado límite de fatiga y fractura	15%
Todos los demás estados límites	33%

El factor que se aplicará a la carga dinámica se calculará como:

$$LL + IM = \left(1 + \frac{IM}{100}\right) \quad (3-1)$$

$$LL + IM = \left(1 + \frac{33}{100}\right) = 1.33$$

La carga de impacto no debe aplicarse a cargas peatonales, carril de diseño, muros de contención que no estén sujetos a reacciones verticales provenientes de la superestructura y la superficie natural del suelo ni a los componentes de la cimentación que se encuentren completamente bajo el nivel del suelo. (AASHTO, 2017)

3.2.1.2.4 Fuerza de Frenado Vehicular [BR]

La fuerza de frenado debe considerarse como el valor mayor de:

- 1) 25% del peso de los ejes del camión o tándem de diseño
- 2) 5% del camión de diseño más la carga de carril o 5% del tándem de diseño más la carga de carril.

Esta fuerza de frenado se transmite a la subestructura a través de la superestructura, y debe colocarse considerando que todos los carriles tienen tránsito en la misma dirección, además de, que la fuerza debe aplicarse horizontalmente a una distancia de 6 ft (1.8 m) sobre la superficie de la calzada y en cualquier dirección longitudinal para producir los efectos de fuerzas más severos. (AASHTO, 2017)

Tabla 3-15 Fuerza de Frenado Vehicular

Fuerza de Frenado		
Parámetro	Valor	Unidad
25% * Carga Camión	8.30	Ton
5% * Carga Camión + Carga Carril	2.60	Ton

3.2.1.2.5 Carga Sísmica [EQ]

Los puentes deben diseñarse para tener una probabilidad baja de colapso y pueden experimentar daños importantes cuando estén sujetos a movimientos sísmicos que tengan una probabilidad de 7% de ser excedido para un periodo de retorno de 75 años.

La carga por fuerza sísmica se determina con la siguiente expresión:

$$EQ = C_{sm}W \quad (3-2)$$

Dónde:

C_{sm} = Coeficiente sísmico de respuesta elástica para el modo de vibración m

$W = DC + DW$ = Carga muerta total de la estructura

El procedimiento general emplea el coeficiente de aceleración máxima del suelo (PGA) y el coeficiente de aceleración espectral de período corto y largo (S_s y S_1) para calcular el espectro de respuesta de diseño. Los valores de PGA, S_s y S_1 se determinarán a partir de las tablas 3-4 a 3-7, según corresponda, o del mapa de movimiento del suelo estatal aprobado por el propietario. (AASHTO, 2017)

Tabla 3-16 Coeficiente de Aceleración según la Zona Sísmica. Fuente: (AASHTO, 2017)

Acceleration Coefficient	Seismic Zone
$A \leq 0.09$	1
$0.09 < A \leq 0.19$	2
$0.19 < A \leq 0.29$	3
$0.29 < A$	4

Tabla 3-17 Definición de clases de sitio. Fuente: (Rodríguez Serquén, 2017)

Site Class	Soil Type and Profile
A	Hard rock with measured shear wave velocity, $\bar{v}_s > 5,000$ ft/s
B	Rock with $2,500$ ft/sec $< \bar{v}_s < 5,000$ ft/s
C	Very dense soil and soil rock with $1,200$ ft/sec $< \bar{v}_s < 2,500$ ft/s, or with either $\bar{N} > 50$ blows/ft, or $\bar{s}_u > 2.0$ ksf
D	Stiff soil with 600 ft/s $< \bar{v}_s < 1,200$ ft/s, or with either $15 < \bar{N} < 50$ blows/ft, or $1.0 < \bar{s}_u < 2.0$ ksf
E	Soil profile with $\bar{v}_s < 600$ ft/s or with either $\bar{N} < 15$ blows/ft or $\bar{s}_u < 1.0$ ksf, or any profile with more than 10.0 ft of soft clay defined as soil with $PI > 20$, $w > 40$ percent and $\bar{s}_u < 0.5$ ksf
F	Soils requiring site-specific evaluations, such as: <ul style="list-style-type: none"> • Peats or highly organic clays ($H > 10.0$ ft of peat or highly organic clay where H = thickness of soil) • Very high plasticity clays ($H > 25.0$ ft with $PI > 75$) • Very thick soft/medium stiff clays ($H > 120$ ft)

La clasificación del perfil del suelo según la AASHTO LRFD es de tipo III en el cual el coeficiente del Sitio S corresponde a 1.5.

Tabla 3-18 Coeficiente de Sitio, S. Fuente: (Rodríguez Serquén, 2017)

Site Coefficient	Soil Profile Type			
	I	II	III	IV
<i>S</i>	1.0	1.2	1.5	2.0

Tabla 3-19 Valores de factor de sitio, F_{pga}. Fuente: (AASHTO, 2017)

Site Class	Peak Ground Acceleration Coefficient (<i>PGA</i>) ¹				
	<i>PGA</i> < 0.10	<i>PGA</i> = 0.20	<i>PGA</i> = 0.30	<i>PGA</i> = 0.40	<i>PGA</i> > 0.50
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F ²	*	*	*	*	*

Tabla 3-20 Valores de factor de sitio, F_a. Fuente: (AASHTO, 2017)

Site Class	Spectral Acceleration Coefficient at Period 0.2 sec (<i>S_s</i>) ¹				
	<i>S_s</i> < 0.25	<i>S_s</i> = 0.50	<i>S_s</i> = 0.75	<i>S_s</i> = 1.00	<i>S_s</i> > 1.25
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F ²	*	*	*	*	*

Tabla 3-21 Valores de factor de sitio, Fv. Fuente: (AASHTO, 2017)

Site Class	Spectral Acceleration Coefficient at Period 1.0 sec (S_1) ¹				
	$S_1 < 0.1$	$S_1 = 0.2$	$S_1 = 0.3$	$S_1 = 0.4$	$S_1 > 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F ²	*	*	*	*	*

Tabla 3-22 Datos Iniciales del Suelo para determinar el Espectro Sísmico de Respuesta

Datos	
Tipo Suelo	C
PGA, z	0,30
Zona Sísmica	III
η	2,48
r	1,00
Ct	0,07
α	0,75

$$S_{ds} = S_s * F_a \quad (3-3)$$

$$S_{d1} = S_1 * F_v \quad (3-4)$$

$$T_S = \frac{S_{d1}}{S_{ds}} \quad (3-5)$$

$$T_0 = 0.2 * T_S \quad (3-6)$$

$$AS = PGA * F_{PGA} \quad (3-7)$$

$$C_{sm} = \frac{1.2 * AS}{T_m^{2/3}} \leq 2.5A \quad (3-8)$$

Dónde:

C_{sm} = Coeficiente sísmico de respuesta elástica para el modo de vibración m^{th}

T_m = Periodo de vibración m^{th}

A = Coeficiente de Aceleración

S = Coeficiente de Sitio

Tabla 3-23 Resultados de Coeficientes de aceleración, Factores de sitio y Periodos de vibración para determinar los Coeficientes de respuesta sísmica elástica.

Cálculos	
Ss	1,50
S1	0,60
Fpga	1,10
Fa	1,00
Fv	1,30
Sds	1,50
Sd1	0,78
Ts	0,52
To	0,104
As	0,33
Csm	0,35

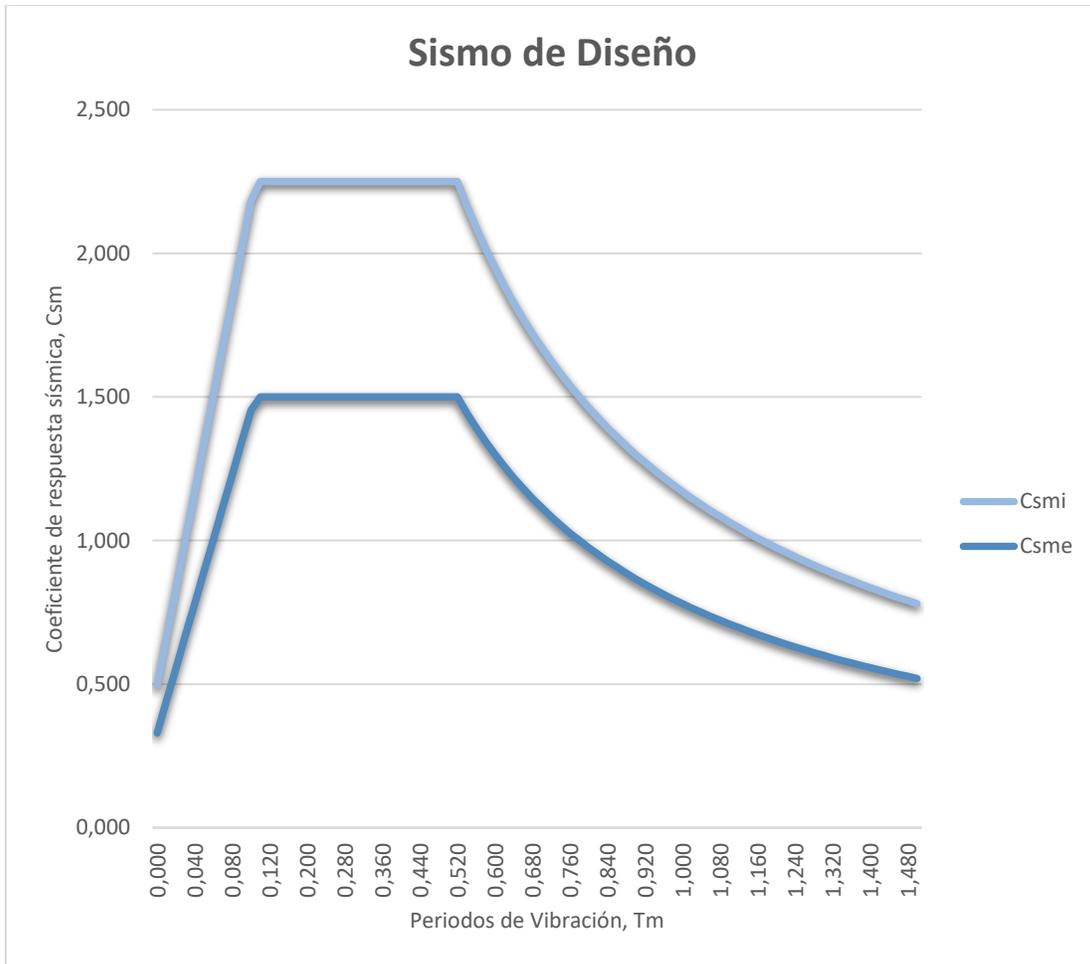


Figura 3-4 Espectro Sísmico de Respuesta Elástico e Inelástico

3.2.2 Factores y Combinaciones de Carga

Los factores de cargas y sus debidas combinaciones se las considera esenciales en la interpretación de los posibles eventos que actuarán sobre la estructura. Las cargas permanentes y transitorias no se efectúan de manera individual en el puente, se deben tomar en cuentas también las cargas sísmicas, de viento, frenado entre otras de forma conjunta según se dé el caso.

La aplicación de métodos numéricos y estadísticos para el análisis de los diferentes eventos que podrían presentarse, la AASHTO LRFD utiliza los Estados Límites como

herramienta de confiabilidad estructural mediante los criterios de Resistencia, Serviciabilidad, Fatiga y Evento Extremo.

3.2.2.1 Sobrecarga Vehicular de Diseño

Como se estipula en la normativa ASSHTO LRFD, la sobrecarga vehicular que se efectúa sobre la calzada de puentes se denomina como HL93, el cual resulta de la combinación de camión de diseño o tándem de diseño más la carga de carril de diseño.

3.2.3 Obtención de Esfuerzos Máximos

La metodología de líneas de influencia para determinar los esfuerzos máximos de momento flector negativo, positivo y esfuerzos de corte o normales de esta estructura, es una de las más aplicables en puentes isostáticos.

Además, se puede obtener los Máximos momentos y esfuerzos por medio del Software Csi Bridge, dónde se modela el diseño geométrico del puente según el prediseño, para colocar las cargas actuantes respectivas y el programa genere todas las combinaciones que se requieren para comprobar así la estructura logre soportar las sollicitaciones posibles generadas.

3.3 Consideraciones para el Diseño

3.3.1 Criterios para el Diseño

Para la determinación de la altura mínima de la superestructura en el cual incluye la losa, se obtuvo mediante la tabla 2.5.6.3-1 de la AASHTO LRFD en el Sistema Internacional (AASHTO, 2007), en dónde se selecciona la relación según el material y tipo de la superestructura a diseñar además del tipo de tramo.

Para efectos de pre-dimensionamiento, la profundidad mínima del tablero con vigas metálicas tipo I compuesta con la losa se determina como indica la tabla a continuación:

Superstructure		Minimum Depth (Including Deck)	
Material	Type	Simple Spans	Continuous Spans
Reinforced Concrete	Slabs with main reinforcement parallel to traffic	$\frac{1.2(S + 3000)}{30}$	$\frac{S + 3000}{30} \geq 165 \text{ mm}$
	T-Beams	$0.070L$	$0.065L$
	Box Beams	$0.060L$	$0.055L$
	Pedestrian Structure Beams	$0.035L$	$0.033L$
Prestressed Concrete	Slabs	$0.030L \geq 165 \text{ mm}$	$0.027L \geq 165 \text{ mm}$
	CIP Box Beams	$0.045L$	$0.040L$
	Precast I-Beams	$0.045L$	$0.040L$
	Pedestrian Structure Beams	$0.033L$	$0.030L$
	Adjacent Box Beams	$0.030L$	$0.025L$
	Overall Depth of Composite I-Beam	$0.040L$	$0.032L$
Steel	Depth of I-Beam Portion of Composite I-Beam	$0.033L$	$0.027L$
	Trusses	$0.100L$	$0.100L$

Figura 3-5 Peraltes mínimos típicos para superestructuras con alturas constante. Fuente: (AASHTO, 2007)

$$H = 0.04L \quad (3-9)$$

$$H = 0.04 * 15m = 0.60 m$$

Dónde:

H = Peralte mínimo de la Superestructura

L = Luz del Puente

3.3.1.1 Losa

El diseño se basará en la AASHTO LRFD 2017 y 2007 con unidades en Sistema Inglés y Sistema Internacional respectivamente. Se consideraron las cargas actuantes bajo estados límites de resistencia como se presenta en el Apéndice B1.

3.3.1.2 Voladizo del tablero

Se diseñará un volado en cada extremo del puente según las especificaciones que emite la AASHTO LRFD 2017, se muestra su desarrollo en el Apéndice B2.

3.3.1.3 Viga de acero bajo esfuerzos de flexión

Para determinar las dimensiones y propiedades geométricas se prosigue según se especifica en los requerimientos de la AASHTO LRFD 2017, se observa el procedimiento en el Apéndice B3.

3.3.1.4 Viga de acero bajo esfuerzos de corte

Comprobación de la viga sometida bajo los esfuerzos de corte para la realización del diseño de pernos tipo STUD, se muestra el desarrollo en el Apéndice B4.

3.3.1.5 Verificación de estado límite de servicio

Se realiza las verificaciones de los estados de deformaciones elásticas y plásticas generados en la viga de acero, se presenta el procedimiento en el Apéndice B5.

3.3.1.6 Rigidizadores por aplastamiento

Se diseñará los rigidizadores en el cual logre atribuir resistencia al esfuerzo cortante, se observa el procedimiento en el Apéndice B6.

3.3.1.7 Diafragmas

Los diafragmas se diseñarán con el fin de arriostrar las vigas de acero de forma lateral siguiendo los requerimientos de la AASHTO LRFD 2017 y la AISC-360 como se aprecia en el Apéndice B7.

3.3.1.8 Apoyos elastoméricos reforzados con placas de acero

Para la transmisión de las cargas de la superestructura a la subestructura se diseñarán los apoyos elastoméricos, además de que brinden un mejor desempeño sísmico como se indica en la AASHTO LRFD, se muestra en el Apéndice B8.

3.3.1.9 Junta de dilatación

El diseño de tipo de junta se fundamenta en el cálculo de acortamiento por retracción del hormigón del tablero y la variación de movimientos térmicos, se especifica el proceso respectivo en el Apéndice B9.

3.3.1.10 Estribos

El diseño de los Estribos serán tales que puedan resistir los estados límites de resistencia y evento extremo, se especificará su acero de refuerzo y su desarrollo en el Apéndice B11.

3.4 Especificaciones Técnicas

3.4.1 Método Constructivo

3.4.1.1 Limpieza y Desbroce

Comprende la limpieza del terreno de maleza o vegetación con el uso de equipo topográfico, esta fase constructiva se lleva a cabo alrededor de un día aproximadamente.

3.4.1.1 Trazado y Replanteo

Con el fin de trasladar los planos del proyecto al terreno se realiza la demarcación de los linderos, ejes de la estructura, zonas de excavación, cimentaciones y colocando los puntos relevantes de la obra, dura alrededor de un día.

3.4.1.2 Movimiento de Tierra

Para la excavación y desalojo de dicho material se lo realiza con máquina excavadora y volqueta. Consiguiente a esto, se procede a la provisión del material de préstamo que será utilizado para mejorar el terreno dónde se ejecutará la obra, esta actividad presenta una duración considerada de 2 días.

3.4.1.3 Subestructura

En cuanto a la constitución de los estribos, para empezar, se realiza un vaciado de hormigón pobre en la base para formar un recubrimiento extra con el fin de que el hormigón no se deteriore tan rápido según lo estimado.

Luego, se realiza el corte, doblado y amarre del acero que conformará la malla de refuerzo tanto para los estribos como para la zapata corrida. Una vez realizada la armadura y el encofrado de los elementos, se vacía el hormigón estructural de resistencia de 280kg/cm².

Para la Losa de aproximación se realiza el mismo proceso con respecto a iniciar con el armado de refuerzo, colocación del encofrado y vaciado del hormigón. Finalmente, se cura el hormigón con el curador químico para así evitar agrietamiento en el mismo. Se estima una duración de 20 días.

3.4.1.4 Superestructura

Para la conformación de la superestructura, se usarán tres vigas de acero que serán ensambladas en fabrica por lo que serán trasladadas al sitio y proceder al montaje apoyados sobre los aparatos de neopreno.

Se soldarán los conectores de corte sobre las vigas, así como los diafragmas, rigidizadores y la pintura epóxica anticorrosiva, por consiguiente, se procede a colocar el encofrado de la losa para su posterior fundición junto a los conectores de corte para que pueda trabajar como un solo elemento con las vigas metálicas.

3.4.1.5 Obras Complementarias

Comprenden las obras tales como la elaboración de las barreras de contención vehicular, barandas para puentes, acera peatonal entre otros servicios de uso público asegurando el bienestar y seguridad de los conductores como a los peatones.

3.4.1.6 Señalización Horizontal y Vertical

La disposición y colocación de las señaléticas como letreros informativos, ambientales, prevención y marcación de la calzada es de gran importancia para precautelar la vida de los moradores del sector.

3.4.2 Detalles de Diseño

3.4.2.1 Detalle de Losa

El detalle de la losa como se determinó en el apartado 3.3.1.1, se muestra a continuación en la siguiente figura.

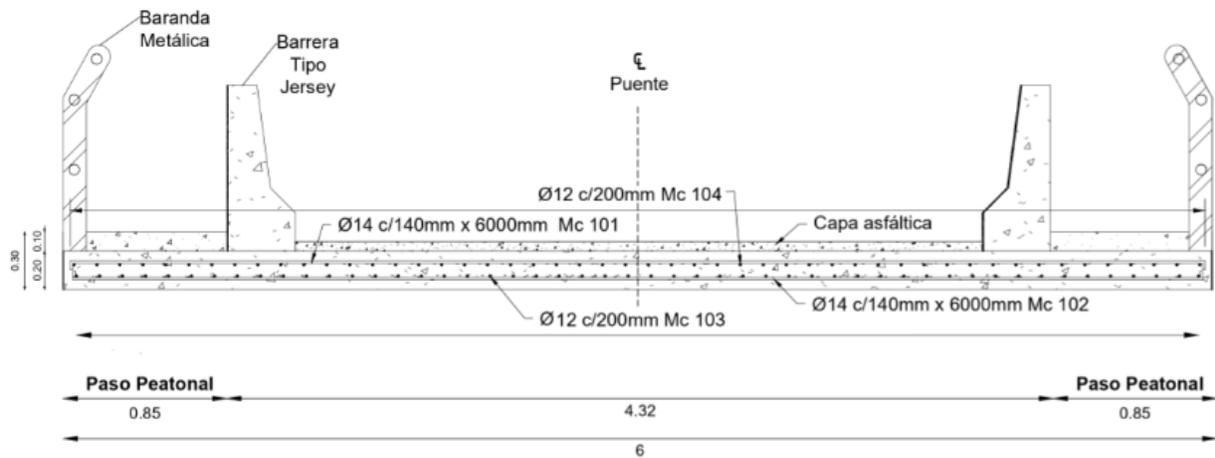


Figura 3-6 Detallamiento de acero de refuerzo en el tablero

3.4.2.2 Detalle de Vigas

El tipo de viga con sus respectivos conectores de cortes y rigidizadores se observa en detalle en la figura.

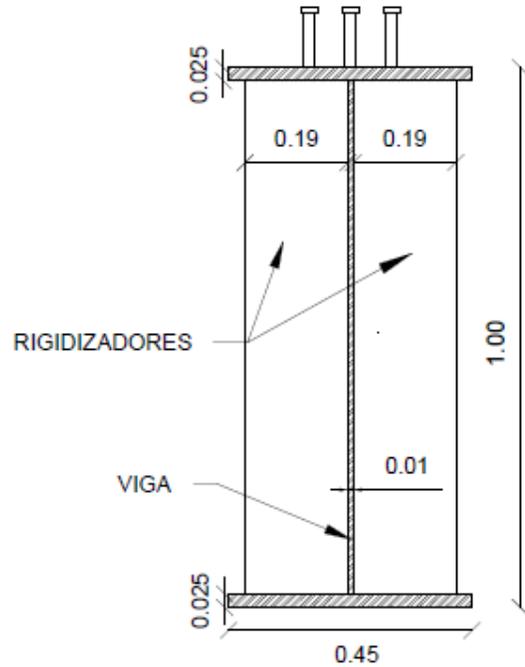


Figura 3-7 Detallamiento de viga de acero

3.4.2.1 Detalle de Diafragmas

El tipo de diafragma a utilizar para arriostrar en la superestructura es como se muestra en la figura.

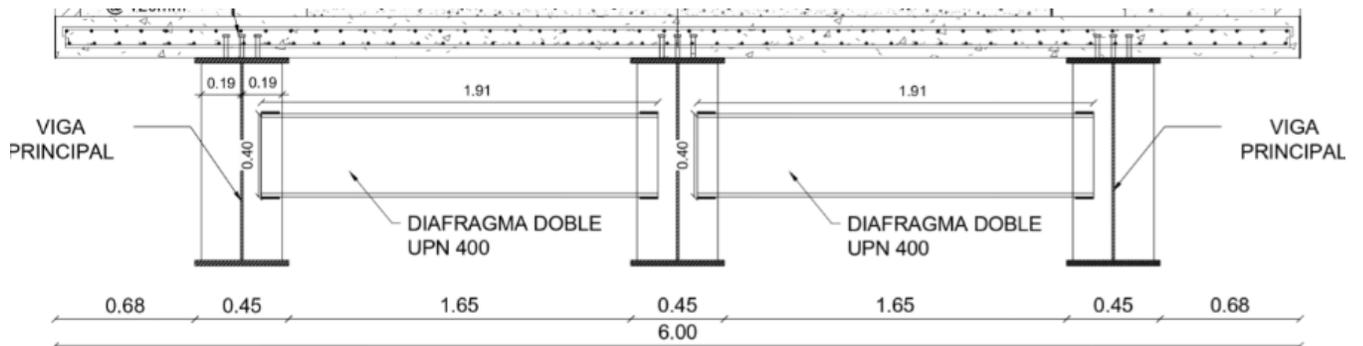


Figura 3-8 Detallamiento de arriostramiento a usar en la Superestructura

3.4.2.2 Detalle de Apoyos Elastoméricos

El tipo de apoyo dónde reposarán las vigas de acero, es el siguiente.

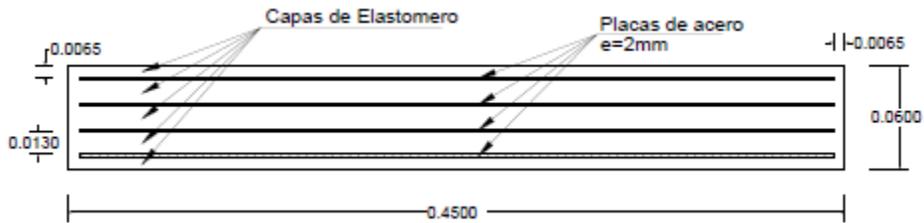


Figura 3-9 Detallamiento de Apoyo Elastoméricos

3.4.2.3 Detalle de Estribo

El detalle del acero de refuerzo en los tipos de Estribos diseñados se observa en la siguiente figura.

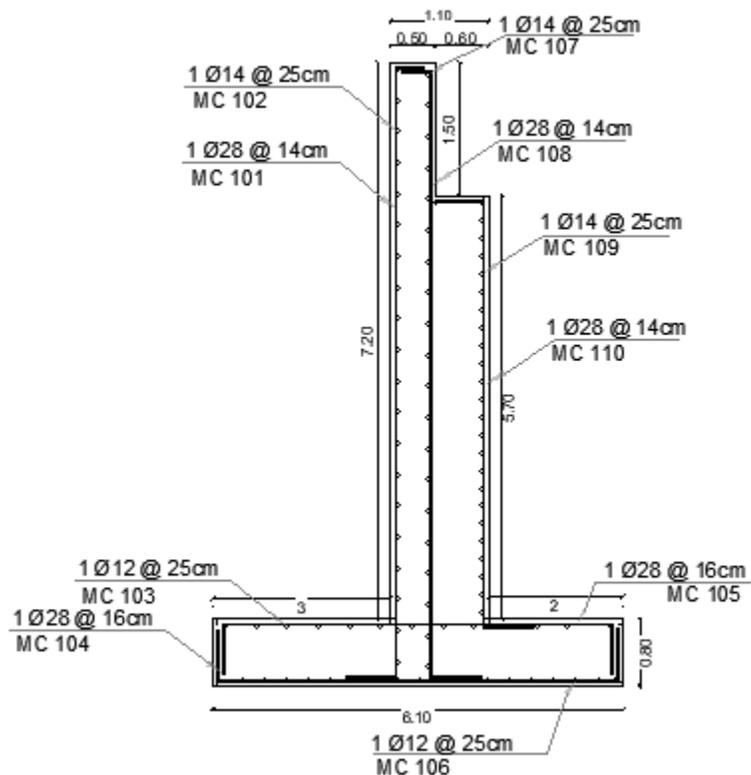


Figura 3-10 Detallamiento de acero de refuerzo en los Estribos

CAPÍTULO 4

4. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Objetivos

4.1.1 Objetivo General

Estimar los posibles impactos ambientales que conlleven la implementación de un puente que conecta la comunidad de La Florida con sus zonas aledañas en el cantón Echeandía de la provincia de Bolívar.

4.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar las actividades del proyecto que ocasionarían impactos nocivos en el medio ambiente ante la ejecución de la obra civil.
- Determinar la valoración de cada una de las actividades del proyecto para priorizar aquellas que generan mayor impacto ambiental.
- Establecer medidas de prevención para disminuir, y en lo posible evitar, cualquier daño de la fauna y la flora característica del lugar dónde se lleva a cabo el proyecto.

4.2 Descripción del Proyecto

Con el objetivo de posibilitar el tránsito de peatones y vehículos en los sectores aledaños a la comunidad La Florida, cantón Echeandía, el Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de Bolívar ha desarrollado varios proyectos de Gestión Territorial; entre ellos se dispuso la alternativa de diseñar y construir un puente en dicha zona.

La selección de la alternativa se realizó tomando en cuenta varios aspectos de valoración, tales como costo, estética, métodos constructivos, mantenimiento, vida útil entre otros; resultando como la alternativa óptima el puente con vigas de acero, debido al tratarse de un componente metálico, este puede reciclarse de manera que se evita en

gran medida la producción de desechos y, así mismo, reduce el impacto ambiental que generaría a largo plazo.

4.3 Línea base ambiental

4.3.1 Clima

Anteriormente se mencionó que el clima predominante del cantón Echeandía es tropical mega térmico húmedo, con un porcentaje de afectación territorial del 72.79%, y por tal motivo, este experimenta una estación de lluvia constante durante al año con precipitaciones de 2000 a 4000 mm. Sin embargo, la clasificación climática del cantón dispone de dos tipos de climas adicionales, tales como el tropical mega térmico semi húmedo, con un 5.63%; y el ecuatorial mesotérmico semi húmedo, con 21.58%. (GADMCE., 2014).

Para el sitio de estudio la estación meteorológica más cercana es la M0383, que se encuentra a 9.50 Km de distancia de la ubicación del puente; de esta se ha podido conseguir información válida del sitio que se muestra en la tabla a continuación.

Tabla 4-1 Valores pluviométricos mensuales 2012 (mm).

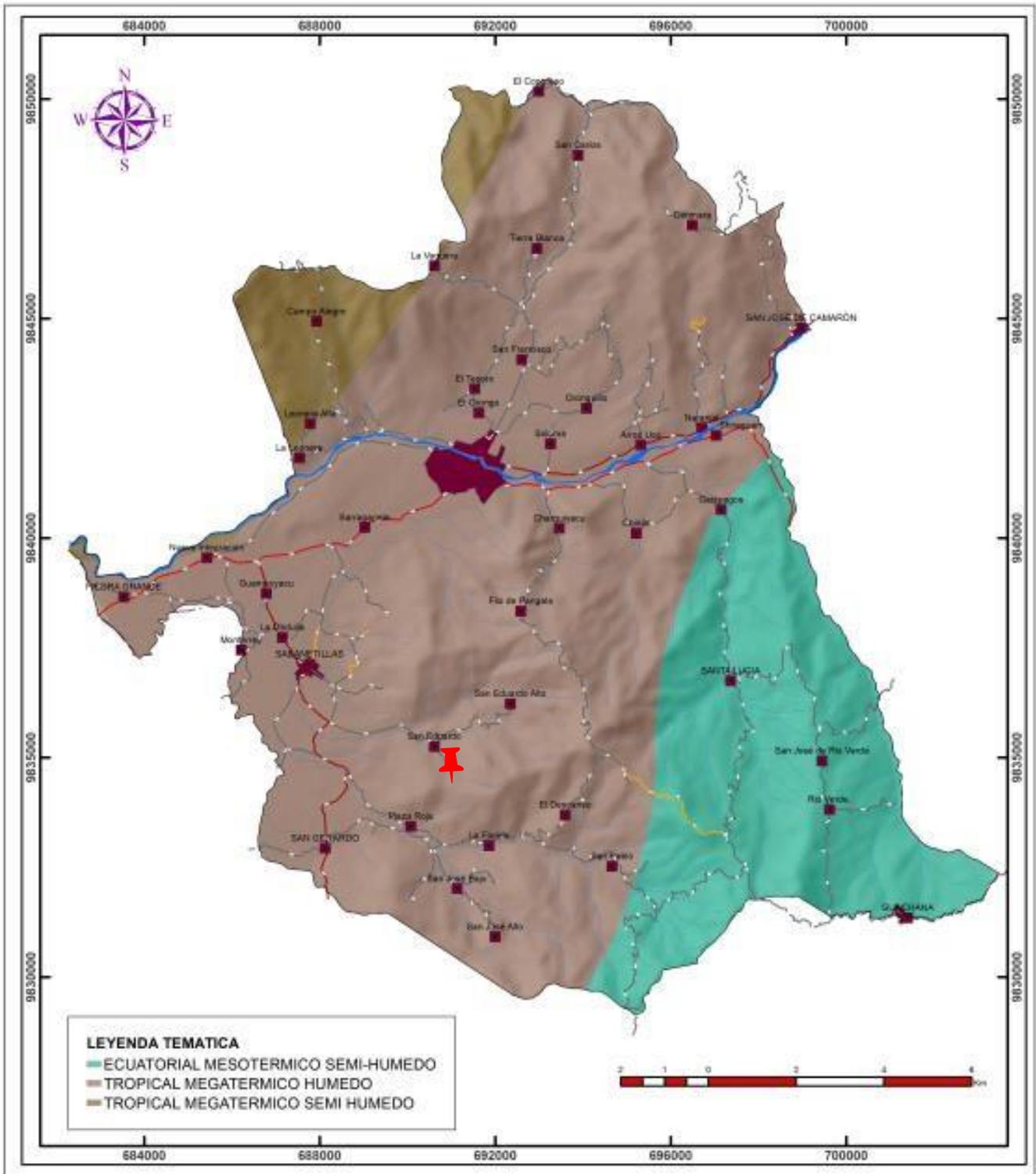
Fuente: (INAMHI, 2015)

Enero	423.7
Febrero	458.5
Marzo	783.1
Abril	412.3
Mayo	124.2
Junio	42.8
Julio	2.1
Agosto	3.4
Septiembre	2.4
Octubre	25.3
Noviembre	23.1
Diciembre	21.7
Total anual	2352.6

Sin embargo, debido a la poca información que se pudo obtener del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador, se optó por usar otro recurso como base de información conocido como World Weather Online, que es un depositario de información climática que cuenta con datos de variables bioclimáticas comprendidas entre los años 2008 a la actualidad; entre estas variables se encuentran valores de temperatura, viento, precipitación, humedad, visión entre otras. En tabla 4-2 se muestran algunos de estos datos mensuales referentes al año 2020.

Tabla 4-2 Información climatológica de Echeandía, 2020. Fuente: (World Weather Online, n.d.)

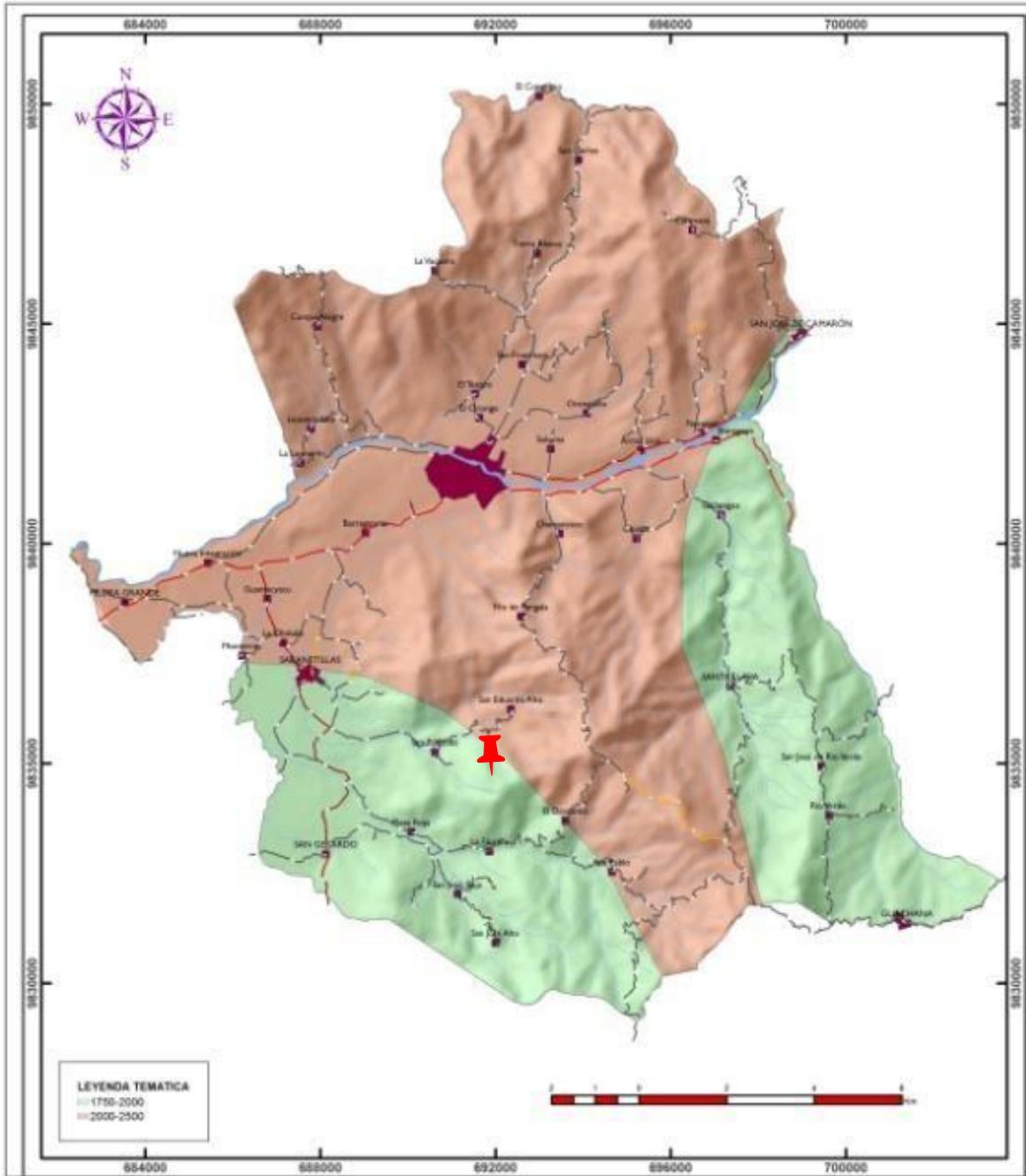
Mes/Factor climático	Temperatura(°C)	Precipitación(mm)	Viento (Km/h)
Enero	20.5	73.9	6
Febrero	23	17.4	5
Marzo	23.5	46.3	6
Abril	24	0	4
Mayo	23.5	2.1	5
Junio	23.5	1.1	6
Julio	21.5	0.1	6
Agosto	22.5	0	6
Septiembre	20.5	0	8
Octubre	22	0.4	10
Noviembre	23.5	0.1	8
Diciembre	23.5	1	5



Mapa 4-1 Tipo de climas del cantón Echeandía. Fuente: (GADMCE., 2014)

4.3.1.1 Precipitación

Según el Plan de Ordenamiento Territorial del cantón (2014), se sabe que el 34.84% del territorio cantonal recibe precipitaciones de 1750 a 2000 mm, mientras que el otro 65.15% experimenta precipitaciones de 2000 a 2500 mm.



Mapa 4-2 Isoyetas del cantón Echeandía. Fuente: (GADMCE., 2014)

Los valores mostrados se interpretan como una excelente recepción de lluvia del cantón, por ende, la implementación de cualquier obra ingenieril no estará limitada por las altas precipitaciones de la época de lluvias, siempre y cuando el desarrollo de actividades como excavaciones, movimiento de tierra o fraguado del hormigón se efectúe fuera de este periodo.

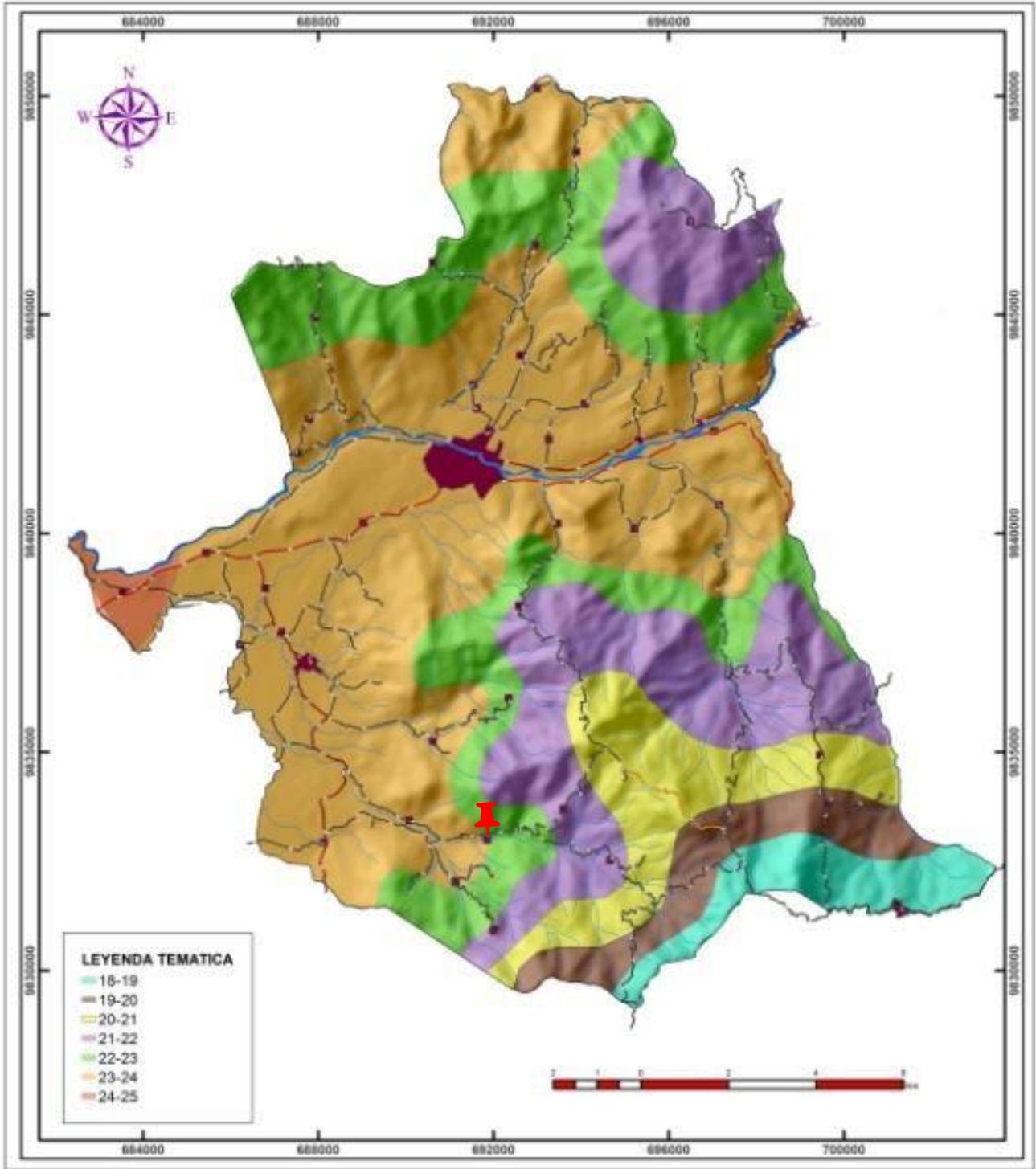
4.3.1.2 Temperatura

El análisis de la temperatura de Echeandía se realizó en base a la información proporcionada por el Plan de Ordenamiento Territorial del cantón; se sabe que la temperatura media va de 18 a 25 °C, con un valor de 46.28% de temperatura influyente de 23.5 °C en la mayor parte de su extensión territorial.

Tabla 4-3 Factor climático. Fuente: (GADMCE., 2014)

Descripción	Rango	Hectáreas	Porcentaje	Área total
TEMPERATURA (°C)	18-19	933.71	4.02	23,206.13
	19-20	1,057.67	4.56	
	20-21	1,870.69	8.06	
	21-22	3,965.44	17.09	
	22-23	4,361.39	18.79	
	23-24	10,739.13	46.28	
	24-25	278.1	1.2	

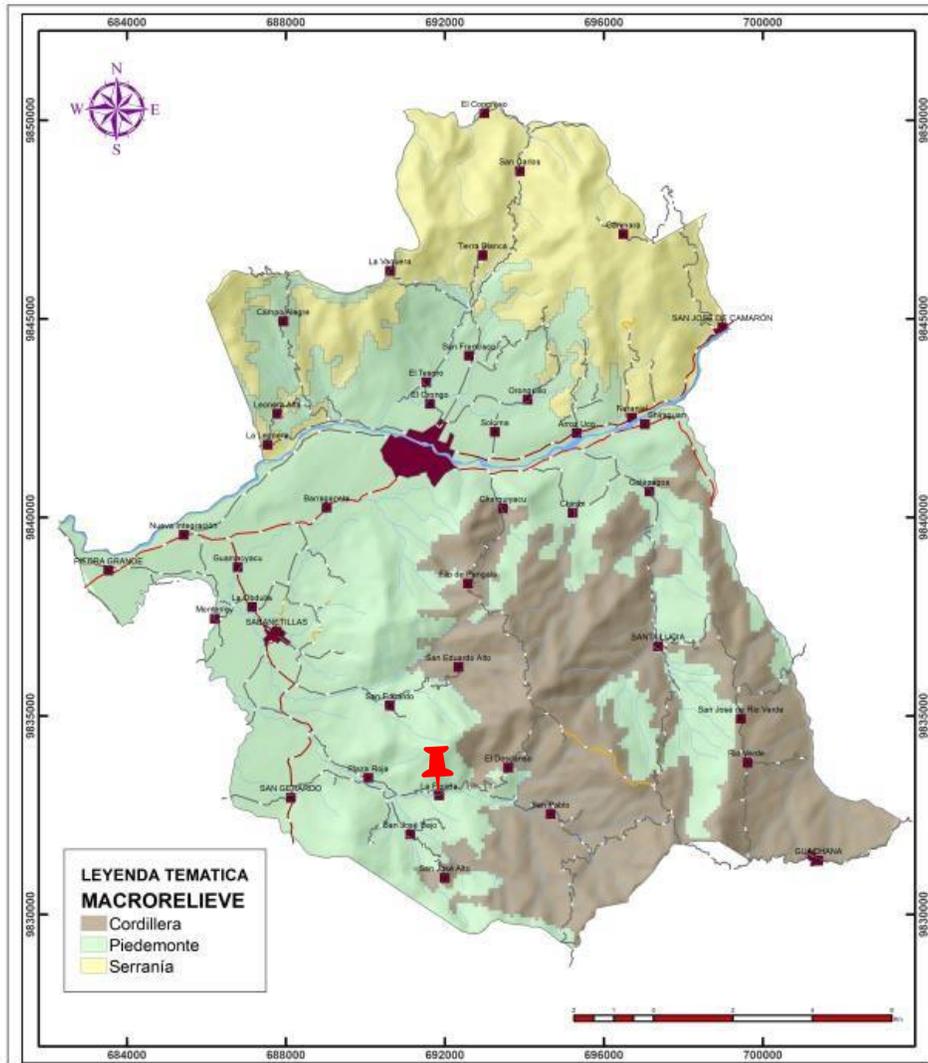
Al igual que la concurrencia de lluvia, el factor de la temperatura es de gran relevancia, puesto que, afectará directamente al desempeño de los obreros y beneficiaria o perjudicará el proceso de fraguado del concreto.



Mapa 4-3 Temperaturas del cantón Echeandía. Fuente: (GADMCE., 2014)

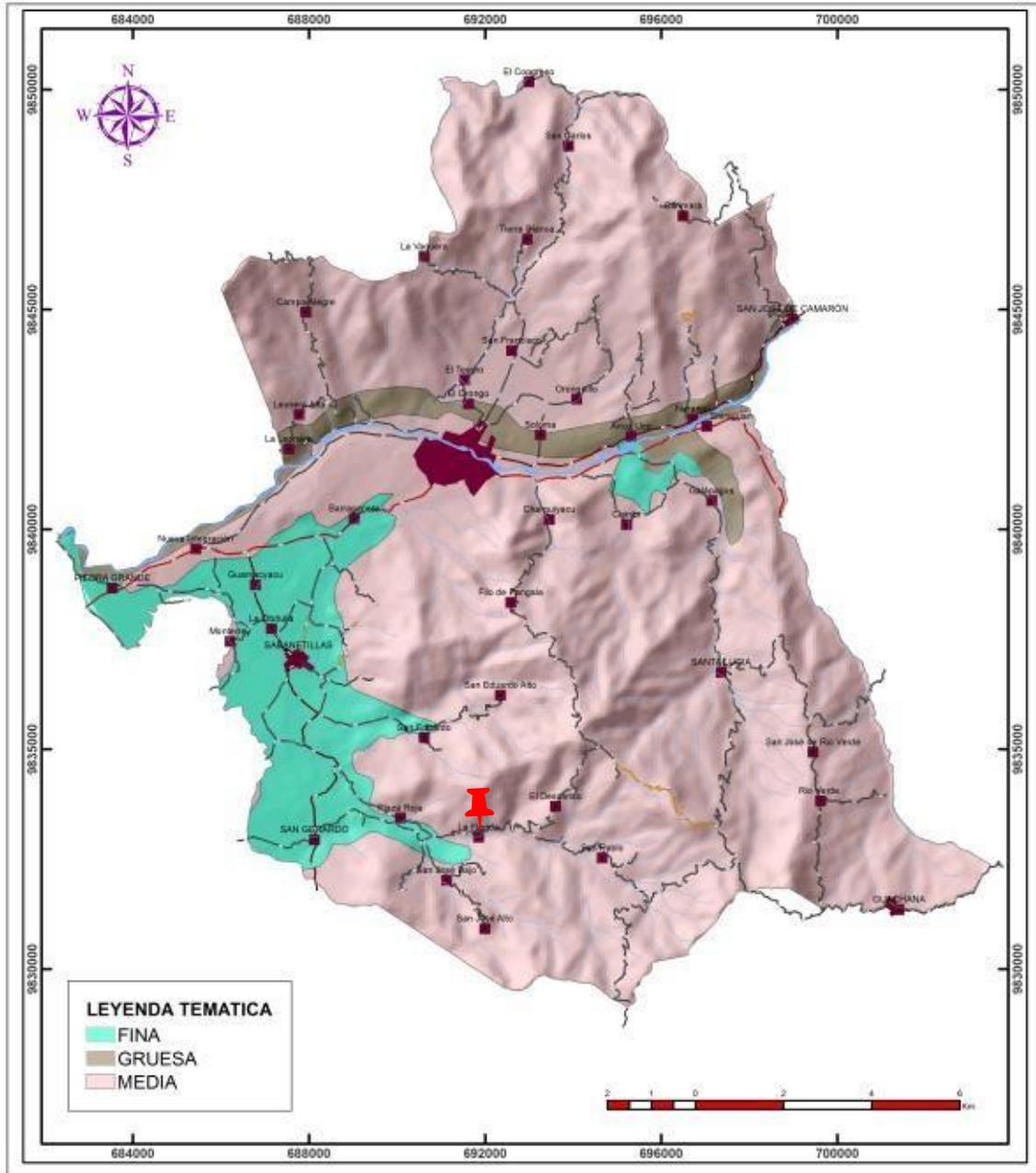
4.3.2 Geología

Se puede determinar las características geomorfológicas del cantón mediante un análisis de Macrorelieves, en el cual el 52.36% de su territorio consta del Macrorelieve de Piedemonte, parte baja de las montañas; el 28.16% en Cordilleras, sistema dual de alineaciones de montañas; y el 19.48% restante en Serranías correspondientes al norte del cantón.



Mapa 4-4 Macrorelieve de Echeandía. Fuente: (GADMCE., 2014)

El tipo de textura del suelo dominante en Echeandía es moderado, con un porcentaje de influencia del 84.24%, caracterizada por manifestar los beneficios de la textura fina y gruesa, tales como retener grandes cantidades de agua y nutrientes, facilidad de trabajo y facilidad de penetración de aire.



Mapa 4-5 Textura del suelo. Fuente: (GADMCE., 2014)

Para determinar la estratificación y la caracterización del suelo en el sitio del puente, se efectuaron ensayos de penetración estándar SPT, que consiste en sondeos de perforación por percusión en la zona con equipo especializado. De acuerdo con la Normativa Ecuatoriana Vial (NEVI) en el capítulo 2B.101.5.3, se recomienda mínimo tres sondeos para cada estribo del puente. Del ensayo realizado se pudieron obtener los siguientes resultados con respecto a las propiedades físico-mecánicas del suelo.

Tabla 4-4 Resultados del Ensayo SPT Aguas Arriba. Fuente: (Estudios Especializados, 2020)

Nivel Cimentación	Profundidad [m]	N SPT [golpes]	Carga Adm. Suelo qa [kg/cm2]	Cohesión [kg/cm2]	Ángulo fricción [°]	Densidad [T/m3]	Tipo Suelo NEC
0.50-1.00	-1.00	18.00	2.04	0.00	32	1.72	C
1.00-1.50	-1.50	20.00	2.31	0.00	33	1.72	C
1.50-2.00	-2.00	23.00	2.68	0.00	34	1.72	C
2.00-2.50	-2.50	46.00	4.30	0.00	40	1.72	C
2.50-3.00	-3.00	87.00	7.19	0.00	44	1.72	C

Tabla 4-5 Resultados del Ensayo SPT Aguas Abajo. Fuente: (Estudios Especializados, 2020)

Nivel Cimentación	Profundidad [m]	N SPT [golpes]	Carga Adm. Suelo qa [kg/cm2]	Cohesión [kg/cm2]	Ángulo fricción [°]	Densidad [T/m3]	Tipo Suelo NEC
0.50-1.00	-1.00	17.00	1.97	0.00	32	1.72	C
1.00-1.50	-1.50	19.00	2.25	0.00	33	1.72	C
1.50-2.00	-2.00	25.00	2.82	0.00	34	1.72	C
2.00-2.50	-2.50	48.00	4.44	0.00	40	1.72	C
2.50-3.00	-3.00	81.00	6.77	0.00	44	1.72	C

De los valores obtenidos, se determina que la estratigrafía y morfología del terreno es catalogada como Manto de Arena Limosa, SM-SC; considerada como arena y, además, por poseer gran cantidad de partículas finas se le denomina arena con finos. Su clasificación según el sistema SUCS es "SM" y está distribuida en una profundidad de 0 a 3 m en los sitios donde se realizaron las perforaciones.

4.3.3 Hidrología

El sistema hídrico de Echeandía es el producto de la acumulación de aguas lluvias que escurren por las quebradas de su terreno escarpado montañoso, dando paso a la formación de arroyos, esteros y ríos de gran extensión.

Los ríos más emblemáticos del cantón se encuentran al Norte, Centro y Sur del territorio. Lo que es lo mismo decir, el río Oncebi, río Chazo Juan y el río las Piedras; cada uno de estos ríos son afluentes del río Daule, por lo tanto, el sistema hídrico de Echeandía conforma la subcuenca del río Babahoyo que a su vez nutre la cuenca del río Guayas. (GADMCE., 2014)

Tabla 4-6 Descripción de ríos. Fuente: (GADMCE., 2014)

No	NOMBRE	TIPO	LONG_KM
1	Estero Linares	Estero	8.27
2	E. Camarón Grande	Estero	5.06
3	Estero Santa Rosa	Estero	3.1
4	Isla	Isla	0.61
5	Estero La Guatuza	Estero	3.88
6	Quebrada	Río Simple	85.22
7	Estero de Monos	Estero	4.14
8	Estero Camarón Chico	Estero	4.01
9	Río Limón del Carmen	Río Simple	7.24
10	Río Soloma	Río Doble	5.64
11	Río las Piedras	Río Simple	9.47
12	Río Sabanetillas	Río Simple	6.53
13	Estero Barraganete	Estero	2.77
14	Río Sibimbe	Río Doble	7.08
15	Estero Pitiambi	Estero	5.35
16	Río Verde	Río Simple	6.12
17	Estero El Mamey	Estero	2.21
18	Río Mulidiahuan	Río Simple	0.01
19	Río Chiniví	Río Simple	6.14
20	E. Oronguillo	Estero	3.95
21	Río Las Piedras	Río Simple	6.82
22	Estero Colombas	Estero	2.38

23	Río Simple	Río Simple	1.93
24	Río Pitiambi	Río Simple	6.67
25	Estero Pangala	Estero	2.35
26	Río Orongo	Río Simple	4.05
27	Río Chazo Juan	Río Doble	17.43
28	E. Cruz Loma	Estero	3.15
29	Estero Guamacyacu	Estero	6.34
30	Río Tesoro	Río Simple	4.97
31	Estero Peñangula	Estero	2.54
32	Río Runayacu	Río Simple	1.75
33	E. Arroz Uco	Estero	4.98
34	Estero Charquiyacu	Estero	4.33
35	Estero de Damas	Estero	3.99
36	Río Runayacu	Río Simple	1.31
37	Río Pequeño	Río Simple	7.9
38	Esteros Menores	Estero	91.94
TOTAL			342.96

Como resultado de un proceso de interpolación para obtener el valor medio mensual del caudal durante todo un periodo de registro, elaborado por Aguilar & Naranjo (2018), empleando los datos de la estación hidrológica H0343, se obtienen los valores mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 4-7 Caudal medio mensual de ríos en Echeandía, m³/s.

Fuente: (Aguilar & Naranjo, 2018)

Enero	22.39
Febrero	41.66
Marzo	46.43
Abril	46.76
Mayo	31.31
Junio	18.3
Julio	11.8
Agosto	9.55
Septiembre	6.78
Octubre	6.2
Noviembre	7.71
Diciembre	11.38

Los valores de caudales de enero a mayo evidencian el aumento de este en comparación de los demás meses del año que comprenden la época seca. Según encuestas hechas a moradores del sitio de estudio (La Florida), se conoce que durante la época lluviosa del año el río Las Piedras experimenta una crecida máxima de hasta 4 m sobre el nivel mínimo del mismo; este suceso acontece anualmente y como evidencia de ello se menciona el arrastre de piedras de gran tamaño desde el inicio de la cuenca hasta el sitio del proyecto, aproximadamente 3.73 Km, producido por el aumento del caudal.

Según el informe presentado por el GADMCE (2014), en los últimos años se registró un déficit hídrico durante la época seca a causa de la destrucción de bosques naturales y el aumento de la frontera agrícola; es por eso, que se debe considerar que el río sobre el cual se posicionará el puente no debe sufrir de algún tipo de daño o contaminación que afecte el uso del recurso hídrico por parte de los moradores.

4.3.4 Aire

La calidad del aire se ve ligeramente afectada por la contaminación producida por la quema de combustible fósiles en los escapes de los vehículos. A pesar de esto, la calidad del aire es generalmente aceptable para la mayoría de las personas. La tabla 4-8 contabiliza el valor de los contaminantes actuales en el cantón y los compara con las concentraciones máximas permisibles de la Norma Ecuatoriana de la Calidad del Aire.

Tabla 4-8 Contaminantes actuales. Fuente: (AccuWeather, 2020)

Componente	Cifras registradas (ug/m3)	Cifras máximas permisibles (ug/m3)
<i>O₃_{8h}</i>	21	200
<i>PM₂₅_{24h}</i>	30	150
<i>PM₁₀_{24h}</i>	22	250
<i>CO_{8h}</i>	1	15000
<i>SO₂_{24h}</i>	3	200
<i>NO₂_{1h}</i>	1	1000

4.3.5 Fauna

En la siguiente tabla se detallan las especies más representativas que existen en el cantón Echeandía.

Tabla 4-9 Fauna del cantón Echeandía. Fuente: (Bonilla Gordón, 2019)

Fotografía	Nombre común	Nombre científico	Fotografía	Nombre común	Nombre científico
	Guatusa	Dasyprocta punctata		Cabeza de mate	Eira barbara
	Guanta	Cuniculus paca		Diostedé	Amphastotucanus
	Armadillo	Dasypodidae		Guarro	Geranoaetus melanoleucus
	Ardilla	Sciurus vulgaris		Pájaro carpintero	Picoides nuttalli
	Conejo	Oryctolagus cuniculus		Huiracchuro	Pheucticus chrysogaster

4.3.6 Flora

Según el GADMCE (2014), el cantón cuenta con una flora exuberante y muy variada debido a la biodiversidad del clima. A continuación, se detallarán algunas de las especies de flora más representativas de Echeandía.

Tabla 4-10 Flora del cantón Echeandía. Fuente (Bonilla Gordón, 2019)

Fotografía	Nombre común	Nombre científico	Fotografía	Nombre común	Nombre científico
	Árbol de Laurel	Laurus nobilis		Café	Coffea
	Cedro	Cedrela odorata L.		Naranja	Citrus sinensis
	Guayaba	Psidium guajava L.		Mandarina	Citrus reticulata Blanco
	Mamey	Pouteria sapota		Limón real	Citrus limón
	Chonta	Juania australis		Yuca	Manihot esculenta
	Cacao fino de aroma	Tehobroma cacao		Banano	Musa paradisiaca

El cantón de Echeandía no solo es sede de una amplia gama de plantas y flores, sino que, posee también una riqueza natural de reservas naturales que conforman su patrimonio cultural. En la tabla 4-11 se indica que el río Las Piedras da lugar a una cascada considerada como potencial reserva natural del cantón, por tal motivo se debe tener extremo cuidado con el vertido de productos químicos o residuos sólidos usados en obra que puedan contaminar el cauce del río.

Tabla 4-11 Listado de Patrimonios Naturales. Fuente: (GADMCE., 2014)

N°	TIPO	LUGAR /PROPIETARIO	ESTADO
1	Bosque Natural	Del Rosario Cagua Robinson	Socio Bosque
2	Bosque Natural	Paredes Avilés Freddy Leoncio	Socio Bosque
3	Cascada	Los Laureles	Potencial
4	Cascada	Paya cacao	Potencial
5	Cascada	Santa Lucía	Potencial
6	Cascada	Rio Verde	Potencial
7	Cascada	Galápagos	Potencial
8	Cascada	Campo Alegre	Potencial
9	Cascada	San Pablo	Potencial
10	Cascada	San José	Potencial
11	Cascada	Rio Piedras	Potencial
12	Cascada	San Eduardo	Potencial

El suelo infiere una parte significativa del terreno, puesto que en este se logra desarrollar actividades de índole biológico ambientadas a las necesidades del ser humano. Además de proporcionar hábitat tanto a la flora como a la fauna, influye positivamente a las actividades agrícolas beneficiando al sector productivo de los habitantes.

4.3.7 Aspectos demográficos

El cantón Echeandía representa el 6.4% del área territorial de la provincia de Bolívar, es decir que cuenta con una extensión de 23206.13 hectáreas. Dentro de esta extensión dispone de una población de 12114 habitantes (Censo del 2011), de los cuales el 50.76% corresponde a hombres y el otro 49.24% a mujeres. De la composición mencionada, se sabe que el 50.93% está ubicada en la zona urbana y el otro 49.07% habita en la zona rural. (GADMCE., 2014)

4.3.8 Actividad económica

Echeandía tiene un gran desempeño en la actividad agrícola debido a estar en una zona subtropical, donde toda su producción en el sector agropecuario se ve beneficiada por la riqueza de los suelos fértiles y basto ganado que posee. En la siguiente ilustración se

demuestra como la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca comprenden el 55.03% de la Población Económicamente Activa (PEA) del cantón.

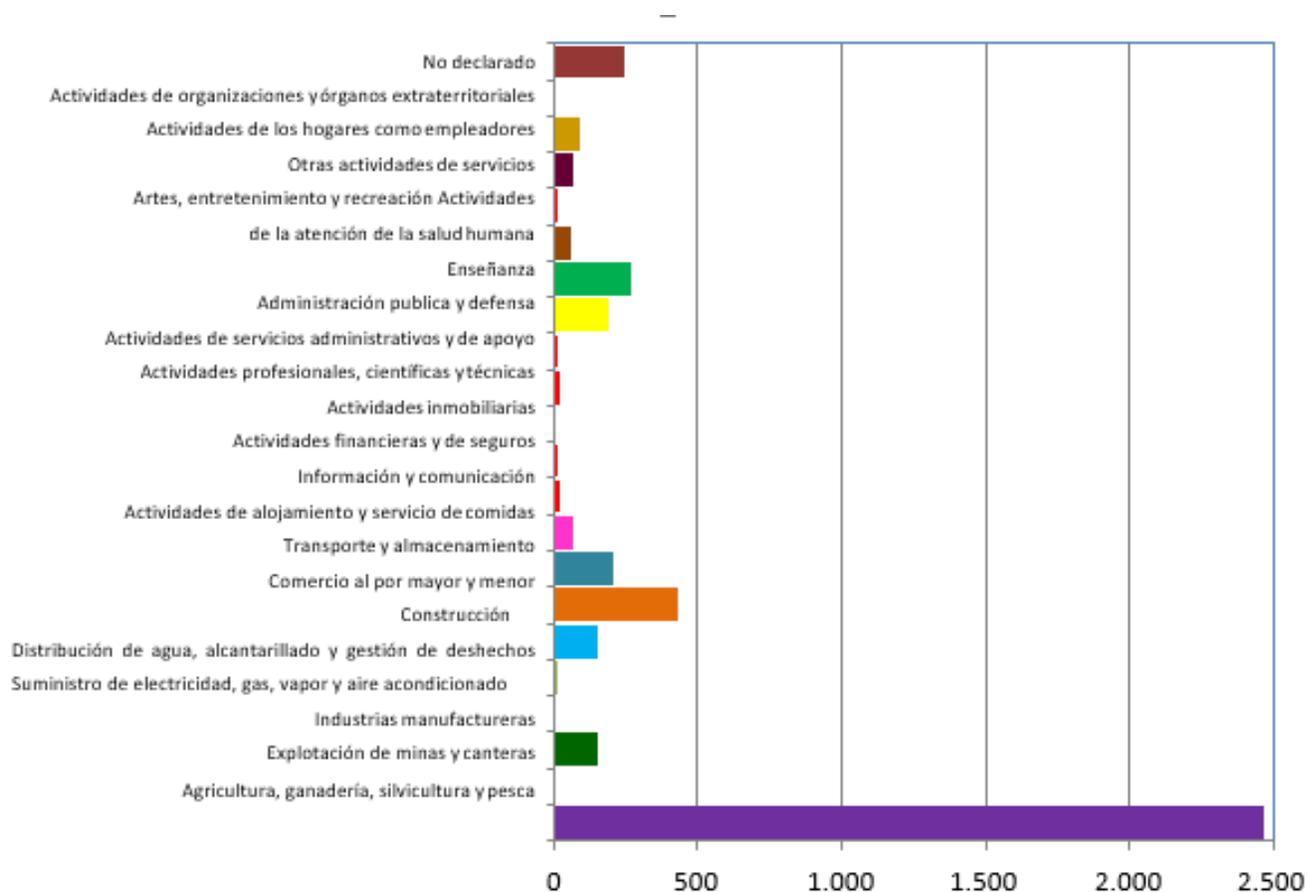


Figura 4-1 Población ocupada por rama de actividad. Fuente: (GADMCE., 2014)

Su segunda rama de ocupación más importante, con un total de 433 personas pertenecientes a la Población Económicamente Activa, es el comercio al por mayor y menor de productos generados en el mismo cantón. (GADMCE., 2014)

En la tabla 4-12 se detalla la producción agropecuaria de Echeandía según tres zonas altitudinales diferentes, tales como zona baja, media y alta.

Tabla 4-12 Producción Agropecuaria. Fuente: (GADMCE., 2014)

Zona	Altitud (m.s.n.m)	Productos
Baja	[200-500] m	Cacao; Maíz; Guineo de seda; Cítricos; Plátano; Maracuyá
Media	[500-1000] m	Guineo de Seda; Pasto para ganado; Cacao; Café; Plátanos; Naranjilla
Alta	[1000-1800] m	Pasto para ganado; Caña de azúcar; Orito

4.4 Actividades del Proyecto

Para la construcción del puente sobre el río Las Piedras, que conectará las comunidades Plaza Roja - San José, se realizarán las actividades mostradas en la tabla 4-13.

Tabla 4-13 Actividades para la ejecución del proyecto del puente sobre el río Las Piedras

Fases	Actividades
Construcción	Desbroce y limpieza de la capa vegetal
	Instalación de campamentos
	Construcción de infraestructura
	Colocación de carpeta asfáltica
	Obras auxiliares
Entrega de proyecto	Desalojo de desechos y escombros
	Desmontaje de campamento
Operación y Mantenimiento	Tráfico vehicular
	Mantenimiento de la infraestructura

4.5 Identificación de Áreas sensibles y posibles Impactos Ambientales

En este proyecto se han identificado varios factores ambientales para medios fisicoquímicos, bióticos y socioeconómicos que se ven afectados directamente por las actividades del proyecto en cuestión. En la tabla 4-14 se mencionan estos factores y sus aspectos ambientales correspondientes.

Tabla 4-14 Factores ambientales. Fuente: (Guailacela & Rojas, 2020)

Medio	Factor ambiental	Aspecto ambiental
Fisicoquímico	Clima	Temperatura
	Aire	Calidad del aire
		Ruido
	Agua superficial	Calidad del agua
		Disponibilidad de agua
	Suelo	Tipo de suelo
		Topografía
		Erosión
		Uso de suelo
		Conservación
Calidad del suelo		
Biótico	Flora	Biodiversidad
	Fauna	Biodiversidad
Socioeconómico	Demografía	Calidad de vida
	Espacio	Servicios sociales
		Servicios públicos
		Uso de suelo
	Economía	Plusvalía
Turismo		

En las tablas 4-15,4-16 y 4-17 se detallan los posibles impactos ambientales identificados para cada etapa del proyecto según las actividades que correspondan a dicha etapa. Así mismo, se hace mención del aspecto ambiental sobre el cual repercute, lo cual será de suma importancia para determinar si genera un impacto positivo o negativo.

Tabla 4-15 Áreas Sensibles y Potenciales Impactos Ambientales en la fase de Construcción

Etapa	Medio	Factor ambiental	Aspecto ambiental	Posible Impacto Ambiental	
Construcción	Fisicoquímico	Aire	Calidad del aire	Generación de gases de combustión y material particulado	
			Ruido	Aumento de nivel sonoro (dB), debido al uso de maquinaria pesada causando contaminación acústica	
		Suelo	Tipo de suelo	Cambio de tipo de suelo (debido a la excavación y relleno)	
			Topografía	Cambio en el relieve del terreno	
			Erosión	Remoción de capa vegetal	
				Desgaste de suelo	
			Calidad del suelo	Derrame de sustancias tóxicas (hidrocarburos de maquinaria)	
				Presencia de desechos sólidos	
		Clima	Temperatura	Generación de calor excesivo que produce aumento de efecto invernadero	
		Agua	Calidad del agua	Generación de aguas servidas y aguas residuales	
				Residuos de hormigón, acero, aditivos o desechos sólidos que pueden caer dentro del río	
				Infiltración de residuos que podrían afectar a una fuente de agua subterránea	
		Biótico	Flora	Biodiversidad	Reducción de flora presente como consecuencia del proceso de desbroce y limpieza de la zona
			Fauna	Biodiversidad	Desplazamiento o migración temporal de especies debido al ruido provocado por la maquinaria y presencia de personas
	Destrucción parcial de microhábitat				
	Socioeconómico	Paisaje	Visibilidad	Presencia de maquinaria	
			Estética	Movimiento de tierra y tala de arboles	
		Economía	Empleo	Plazas de trabajo disponibles	

Tabla 4-16 Áreas Sensibles y Potenciales Impactos Ambientales en la fase de Entrega del proyecto

Etapa	Medio	Factor ambiental	Aspecto ambiental	Posible Impacto Ambiental
Entrega del proyecto	Fisicoquímico	Aire	Calidad del aire	N/A
			Ruido	N/A
		Suelo	Tipo de suelo	N/A
			Topografía	N/A
			Erosión	N/A
			Calidad del suelo	N/A
		Clima	Temperatura	N/A
	Agua	Calidad del agua	Remanentes de asfalto y hormigón que pueden caer al río	
	Biótico	Flora	Biodiversidad	Reforestación de la zona afectada
		Fauna	Biodiversidad	Reincorporación de especies
	Socioeconómico	Paisaje	Visibilidad	Presencia de nueva construcción
			Estética	Confort visual
		Economía	Empleo	N/A
				N/A
		Demografía	Calidad de vida	N/A
				N/A

Tabla 4-17 Áreas Sensibles y Potenciales Impactos Ambientales en la fase de Operación y Mantenimiento

Etapa	Medio	Factor ambiental	Aspecto ambiental	Posible Impacto Ambiental
Operación y Mantenimiento	Fisicoquímico	Aire	Calidad del aire	Presencia de material particulado por tráfico de vehículos
			Ruido	Aumento de nivel sonoro (dB), debido al uso de compresor de aire para pintar
		Suelo	Tipo de suelo	N/A
			Topografía	N/A
			Erosión	N/A
			Calidad del suelo	Derrame de pintura
				N/A

		Clima	Temperatura	Reducción de efecto de isla de calor
		Agua	Calidad del agua	Contaminación por derrame de pintura en el agua
				Infección por residuos sólidos que puede caer en el río
	Biótico	Flora	Biodiversidad	N/A
		Fauna	Biodiversidad	Reincorporación de especies
	Socioeconómico	Paisaje	Visibilidad	Presencia de nueva construcción
			Estética	Confort visual
		Economía	Empleo	Creación de plazas de trabajo para mantenimiento

4.6 Valoración de Impactos Ambientales

Para realizar la evaluación cuantitativa de los impactos producidos por cada actividad del proyecto, se utilizó la metodología de los Criterios Relevantes Integrados (Buroz, 1994). Esta metodología indica que la valoración de cada impacto ambiental se realiza a través de la evaluación de 7 variables, tales como Signo, Intensidad (I), Extensión (E), Duración (D), Magnitud (M), Reversibilidad (RV) y Riesgo o Probabilidad del suceso (RG), cuyo resultado repercute directamente en la valoración final del índice ambiental del impacto analizado.

Tabla 4-18 Criterios de Valoración de Impactos. Fuente: (Greenleaf Ambiental, n.d.)

Parámetro	Descripción	Escala	Valor
Signo	Impacto beneficioso		+
	Impacto dañino		-
Intensidad (I)	Considera que tan grave puede ser la influencia de la actividad del proyecto sobre el componente ambiental analizado	Alto	[7-10]
		Medio	[4-6]
		Bajo	[0-3]
Extensión (E)	Califica al impacto de acuerdo con el tamaño de la superficie afectada por las actividades del proyecto	Puntual	1
		Local	5
		Regional	10
Duración (D)	Analiza el tiempo que durará el efecto de la actividad del proyecto sobre el componente ambiental analizado	Instantáneo	1.0
		Temporal	2.5
		Periódica	5
		Permanente	10

4.6.1 Magnitud del Impacto (M)

Esta variable no amerita ser ponderada, ya que su valor se obtiene relacionando las variables mencionadas en la tabla 4-18. Sin embargo, cada una de las variables en cuestión es afectada directamente por factores adimensionales (F_I, F_E, F_D) que representan el peso de incidencia de la variable considerada sobre la magnitud del impacto.

$$M = \pm [(Ix F_I) + (Ex F_E) + (Dx F_D)]$$

La sumatoria de los factores adimensionales debe ser igual a la unidad, además, la asignación de estos valores depende del criterio del evaluador; no obstante, en caso de tener duda alguna con respecto a esta asignación, se puede destinar un valor de 1/3 a cada factor de peso. En el presente proyecto se ha escogido la ponderación anteriormente mencionada.

Tabla 4-19 Factores de peso

F_I	0.33
F_E	0.33
F_D	0.33

4.6.2 Determinación del Valor del Índice Ambiental (VIA)

El valor del índice de Impacto Ambiental esta dado en función de las características del impacto, y, se calcula relacionando los valores de reversibilidad, riesgo o probabilidad del suceso y magnitud. Similar al cálculo de la magnitud del impacto, el VIA toma en cuenta factores de peso menores que la unidad (FRV, FRG, FM).

$$VIA = RV^{FRV} \times RG^{FRG} \times |M|^{FM}$$

Para la presente evaluación ambiental se usaron coeficientes con valores de importancia iguales.

Tabla 4-20 Factores de peso

FRV	0.33
FRG	0.33
FM	0.33

Tabla 4-21 Criterios de Valoración de Impactos. Fuente: (CADS Espol, 2010)

Parámetro	Descripción	Escala	Valor
Reversibilidad (RV)	Considera la capacidad del sistema de volver a sus condiciones originales una vez terminada la actividad que genera el impacto	Reversible	1
		Parcial	5
		Irreversible	10
Riesgo o probabilidad de suceso (RG)	Estima la probabilidad de ocurrencia del impacto sobre el componente ambiental analizado	Alta (> 50%)	10
		Media (10-50%)	5
		Baja (<10%)	1

Después de obtener el Valor del Índice Ambiental, se establece la significancia de dicho valor para cada impacto evaluado. Para esto se elabora la matriz de significancia de los impactos, que tiene como objetivo el identificar, cualitativamente, el nivel de afectación que posee un impacto sobre un componente ambiental, como producto de alguna actividad del proyecto. La significancia de este impacto es asignado acorde al Valor de Índice Ambiental mostrado en la tabla 4-22.

Tabla 4-22 Significancia de Impacto

Valor de VIA	Significancia del Impacto
[0 - 4)	Baja
[4 - 7]	Media
(7 - 10]	Alta

4.6.3 Matrices de Valoración de Impacto Ambiental

Desde la tabla 4-23 a la tabla 4-29 se muestran los valores establecidos para cada una de las siete variables tomadas en cuenta para el cálculo del Índice de Impacto Ambiental. La tabla 4-30 muestra la matriz de VIA para cada interacción causa-efecto, asimismo, indica el índice total obtenido de la sumatoria de las potenciales interacciones ambientales. En este caso ese valor es de 183. Por último, la tabla 4-31 representa las interacciones estimadas en función de la clasificación de la significancia del impacto (Ver tabla 4-22)

Tabla 4-23 Matriz de valoración de la Intensidad de Impacto Ambiental

Componentes Ambientales		Aire		Suelo			Clima	Agua	Flora	Fauna	Paisaje		Economía
		Calidad del aire	Ruido	Tipo de suelo	Topografía	Erosion	Calidad de suelo	Temperatura	Calidad de agua	Biodiversidad	Biodiversidad	Visibilidad	Estetica
Construcción	Desbroce y limpieza de la capa	0	2	0	0	5	0	0	9	7	0	7	0
	Instalación de campamentos	2	2	0	0	0	3	5	7	0	0	0	0
	Construcción de infraestructura	7	9	9	8	2	10	7	7	0	7	7	0
	Colocación de carpeta asfáltica	7	7	0	0	0	0	3	9	0	0	7	7
	Obras auxiliares	0	3	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0
Entrega de proyecto	Desalojo de desechos y escombros	0	7	0	0	3	3	3	0	0	7	7	0
	Desmontaje de campamento	0	7	0	0	0	0	3	7	0	0	0	10
Operación y	Tráfico vehicular	5	5	0	0	3	0	3	6	0	0	0	0
Mantenimiento	Mantenimiento de la infraestructura	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7

Tabla 4-24 Matriz de valoración de la Extensión de Impacto Ambiental

Componentes Ambientales		Aire		Suelo			Clima	Agua	Flora	Fauna	Paisaje		Economía
		Calidad del aire	Ruido	Tipo de suelo	Topografía	Erosion	Calidad de suelo	Temperatura	Calidad de agua	Biodiversidad	Biodiversidad	Visibilidad	Estetica
Construcción	Desbroce y limpieza de la capa	10	5	0	0	1	1	5	0	1	0	0	1
	Instalacion de campamentos	1	1	1	1	1	1	1	5	0	0	0	0
	Construcción de infraestructura	5	5	1	1	1	1	5	5	1	5	1	1
	Colocación de carpeta asfáltica	5	5	0	0	5	5	5	10	0	1	1	0
	Obras auxiliares	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Entrega de proyecto	Desalojo de desechos y escombros	0	1	0	0	5	0	5	10	5	1	1	1
	Desmontaje de campamento	1	5	1	1	1	1	1	10	1	1	1	0
Operación y	Trafico vehicular	10	10	0	0	5	0	5	10	0	1	1	1
Mantenimiento	Mantenimiento de la infraestructura	0	1	0	0	0	0	0	10	0	1	1	1

Tabla 4-25 Matriz de valoración de la Duración de Impacto Ambiental

Actividades del proyecto		Aire		Suelo			Clima	Agua	Flora	Fauna	Paisaje		Economía
		Calidad del aire	Ruido	Tipo de suelo	Topografía	Erosion	Calidad de suelo	Temperatura	Calidad de agua	Biodiversidad	Biodiversidad	Visibilidad	Estetica
Construcción	Desbroce y limpieza de la capa	5	1	0	0	1	0	0	10	5	0	10	2.5
	Instalación de campamentos	5	5	1	1	1	1	5	2.5	0	0	2.5	2.5
	Construcción de infraestructura	5	1	10	10	0	0	5	0	0	0	2.5	2.5
	Colocación de carpeta asfáltica	1	1	0	0	0	0	1	10	0	0	2.5	2.5
	Obras auxiliares	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	2.5
Entrega de proyecto	Desalojo de desechos y escombros	1	1	0	0	0	0	5	0	0	10	10	2.5
	Desmontaje de campamento	1	1	0	0	0	0	2.5	0	0	10	10	2.5
Operación y Mantenimiento	Tráfico vehicular	10	5	0	0	0	0	0	0	0	10	10	2.5
	Mantenimiento de la infraestructura	1	1	0	0	0	0	0	5	0	0	10	10

Tabla 4-26 Matriz de valoración del Signo de Impacto Ambiental

Actividades del proyecto		Aire		Suelo			Clima	Agua	Flora	Fauna	Paisaje		Economía
		Calidad del aire	Ruido	Tipo de suelo	Topografía	Erosion	Calidad de suelo	Temperatura	Calidad de agua	Biodiversidad	Biodiversidad	Visibilidad	Estetica
Construcción	Desbroce y limpieza de la capa	-1	-1	0	0	-1	0	0	-1	-1	-1	-1	1
	Instalación de campamentos	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	1
	Construcción de infraestructura	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	-1
	Colocación de carpeta asfáltica	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	-1
	Obras auxiliares	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	1
Entrega de proyecto	Desalojo de desechos y escombros	-1	-1	0	0	0	0	-1	-1	0	0	1	1
	Desmontaje de campamento	0	-1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
Operación y Mantenimiento	Tráfico vehicular	-1	-1	0	0	-1	0	-1	-1	0	1	-1	-1
	Mantenimiento de la infraestructura	0	-1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Tabla 4-27 Matriz de valoración de la Magnitud del Impacto Ambiental

Componentes Ambientales		Aire		Suelo			Clima	Agua	Flora	Fauna	Paisaje		Economía	
		Calidad del aire	Ruido	Tipo de suelo	Topografía	Erosion	Calidad de suelo	Temperatura	Calidad de agua	Biodiversidad	Biodiversidad	Visibilidad	Estetica	Empleo
Construcción	Desbroce y limpieza de la capa	-5	-3	0	0	-2	0	0	-7	-4	0	-6	1	
	Instalación de campamentos	-3	-3	-1	0	0	-2	-4	-5	0	0	0	1	
	Construcción de infraestructura	-6	-5	-7	-6	-1	-4	-6	-4	0	0	-4	-4	1
	Colocación de carpeta asfáltica	0	-4	0	0	0	0	0	-10	0	0	-4	-3	1
	Obras auxiliares	0	-2	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	1
Entrega de proyecto	Desalojo de desechos y escombros	0	-3	0	0	0	0	-3	-5	0	0	6	4	4
	Desmontaje de campamento	0	-4	0	0	0	0	1	7	0	0	4	4	4
Operación y Mantenimiento	Tráfico vehicular	-8	-7	0	0	-3	0	-3	-5	0	0	-4	-4	1
	Mantenimiento de la infraestructura	0	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	3

Tabla 4-28 Matriz de valoración de la Reversibilidad del Impacto Ambiental

Componentes Ambientales		Aire		Suelo			Clima	Agua	Flora	Fauna	Paisaje		Economía	
		Calidad del aire	Ruido	Tipo de suelo	Topografía	Erosion	Calidad de suelo	Temperatura	Calidad de agua	Biodiversidad	Biodiversidad	Visibilidad	Estetica	Empleo
Construcción	Desbroce y limpieza de la capa	1	1	0	0	5	0	0	10	5	5	0	1	
	Instalación de campamentos	1	1	5	0	0	5	5	10	0	0	0	1	
	Construcción de infraestructura	1	1	10	10	5	0	5	5	0	5	10	10	1
	Colocación de carpeta asfáltica	1	1	0	0	0	0	0	5	0	1	5	0	1
	Obras auxiliares	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	1
Entrega de proyecto	Desalojo de desechos y escombros	1	1	0	0	0	0	0	5	0	0	0	10	1
	Desmontaje de campamento	0	1	0	0	0	0	0	0	5	5	0	10	1
Operación y Mantenimiento	Tráfico vehicular	5	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	5	1
	Mantenimiento de la infraestructura	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	1

Tabla 4-29 Matriz de valoración de Riesgo de ocurrencia del Impacto Ambiental

Componentes Ambientales		Aire		Suelo			Clima	Agua	Flora	Fauna	Paisaje		Economía	
		Calidad del aire	Ruido	Tipo de suelo	Topografía	Erosion	Calidad de suelo	Temperatura	Calidad de agua	Biodiversidad	Biodiversidad	Visibilidad	Estética	Empleo
Construcción	Desbroce y limpieza de la capa	10	10	0	0	5	0	0	0	10	5	10	10	10
	Instalación de campamentos	5	10	0	1	0	0	0	5	0	0	0	0	10
	Construcción de infraestructura	10	10	10	10	10	5	10	5	0	10	10	0	10
	Colocación de carpeta asfáltica	1	5	0	0	0	0	0	5	0	10	10	0	10
	Obras auxiliares	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10
Entrega de proyecto	Desalojo de desechos y escombros	5	10	0	0	1	0	0	1	0	0	10	0	10
	Desmontaje de campamento	1	10	0	0	0	0	0	1	5	5	10	0	10
Operación y Mantenimiento	Tráfico vehicular	10	10	0	0	5	0	0	1	0	0	10	10	10
	Mantenimiento de la infraestructura	1	10	0	0	0	0	10	1	0	5	10	10	10

Tabla 4-30 Matriz de valoración del Índice Ambiental

Componentes Ambientales		Aire		Suelo			Clima	Agua	Flora	Fauna	Paisaje		Economía	TOTAL
		Calidad del aire	Ruido	Tipo de suelo	Topografía	Erosion	Calidad de suelo	Temperatura	Calidad de agua	Biodiversidad	Biodiversidad	Visibilidad	Estética	
Construcción	Desbroce y limpieza de la capa	4	3	0	0	4	0	0	9	5	0	0	2	26
	Instalación de campamentos	2	3	0	0	0	0	0	6	0	0	0	2	14
	Construcción de infraestructura	4	4	9	9	4	0	7	5	0	0	7	0	49
	Colocación de carpeta asfáltica	0	3	0	0	0	0	0	6	0	0	6	0	17
	Obras auxiliares	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Entrega de proyecto	Desalojo de desechos y escombros	1	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	11
	Desmontaje de campamento	0	4	0	0	0	0	0	0	2	2	0	3	11
Operación y Mantenimiento	Tráfico vehicular	7	7	0	0	4	0	0	3	0	0	6	6	35
	Mantenimiento de la infraestructura	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	6	6	19
TOTAL		19	29	9	9	12	0	7	23	11	9	24	11	183

La matriz de Significancia del Impacto Ambiental se emplea para determinar el Plan de Manejo o Medidas de Mitigación Ambientales en función de las interacciones que muestran impactos significativos negativos altos (rojos) y medios (amarillos). Ver tabla 4-31.

Tabla 4-31 Matriz de Significancia del Impacto Ambiental

Actividades del proyecto		Aire		Suelo			Clima	Agua	Flora	Fauna	Paisaje		Economía	
		Calidad del aire	Ruido	Tipo de suelo	Topografía	Erosión	Calidad de suelo	Temperatura	Calidad de agua	Biodiversidad	Biodiversidad	Visibilidad	Estética	Empleo
Construcción	Desbroce y limpieza de la capa vegetal	media	baja	neutro	neutro	media	neutro	neutro	neutro	alta	media	neutro	neutro	baja
	Instalación de campamentos	baja	baja	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	media	neutro	neutro	neutro	neutro	baja
	Construcción de infraestructura	media	media	alta	alta	media	neutro	media	media	neutro	neutro	media	neutro	baja
	Colocación de carpeta asfáltica	neutro	baja	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	media	neutro	neutro	media	neutro	baja
	Obras auxiliares	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	baja
Entrega de proyecto	Desalojo de desechos y escombros	baja	baja	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	media	neutro	neutro	neutro	neutro	baja
	Desmontaje de campamento	neutro	media	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	baja	baja	neutro	neutro	baja
Operación y Mantenimiento	Tráfico vehicular	media	media	neutro	neutro	media	neutro	neutro	media	neutro	neutro	media	media	baja
	Mantenimiento de la infraestructura	neutro	baja	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	baja	media	media	baja

4.7 Medidas de Prevención/Mitigación

En las tablas 4-32, 4-33 y 4-34, se mencionan las medidas de prevención necesarias para mitigar el impacto ocasionado por las actividades del proyecto con significancia alta y media, que fue detallada en secciones previas.

Tabla 4-32 Medidas de Mitigación de Impactos para actividades de Construcción

Fase	Actividades	Impacto	Significancia	Medidas de Prevención
Construcción	Desbroce y limpieza de la capa vegetal	Remoción de cobertura vegetal	Alta	1. Mantener los sitios de tránsito de maquinaria húmedos para evitar generar material particulado. 2. Reforestación de cobertura vegetal.
	Instalación de campamentos	Generación de desechos sólidos y drenaje de aguas negras	Media	1. Realizar el desalojo adecuado de material remanente. 2. Verter las aguas residuales a las redes de alcantarillado más cercana o tratarlas en pozos sépticos.
	Construcción de infraestructura	Generación de ruido, residuos de demolición y gases de combustión	Alta	1. Destinar áreas específicas de la zona para la acumulación de desechos de hormigón, hierro, madera y/o envases de sustancias químicas. 2. Al trabajar con equipos muy sonoros (más de 80 dB), se recomienda hacerlo por periodos cortos de tiempo; esto a su vez ayudara a disminuir la producción de gases de combustión.
	Colocación de carpeta asfáltica	Generación de ruido y calor excesivo. Remanentes de asfalto que se tiran al río.	Media	1. Optimizar el tiempo de ejecución. 2. Tener cuidado especial con el manejo y deshecho de material bituminoso.
	Obras auxiliares	Desechos generados por pintura	Baja	1. Riesgo tolerable

Tabla 4-33 Medidas de Mitigación de Impactos para actividades de Entrega de Proyecto

Fase	Actividades	Impacto	Significancia	Medidas de Prevención
Entrega de proyecto	Desalojo de desechos y escombros	Recolección y limpieza de desechos	Media	1. Manejo adecuado de material resultante de movimiento de tierra. 2. Transportar los residuos a centros de recolección pertinentes.
	Desmontaje de campamento	Generación de polvo por transporte de baterías sanitarias	Media	1. Humedecer zona donde transita la maquinaria para evitar el levantamiento de polvo. 2. Destinar un grupo para la limpieza general del área de trabajo

Tabla 4-34 Medidas de Mitigación de Impactos para actividades de Operación y Mantenimiento

Fase	Actividades	Impacto	Significancia	Medidas de Prevención
Operación y Mantenimiento	Tráfico vehicular	Generación de desechos, polvo y ruido	Media	1. Colocar señalización preventiva que indique disminución en la velocidad de los vehículos, de esta manera se mitiga la polución generada por polvo
	Mantenimiento de la infraestructura	Generación de desechos de pintura u hormigón que podrían caer al agua	Media	1. Colocar lonas durante el proceso de pintado para evitar contaminar el agua. 2. Manejo adecuado de desechos comunes

4.8 Conclusiones

1. En base a la evaluación de Impacto Ambiental realizada, se comprueba que la construcción de un puente en la zona del proyecto genera, mayormente, impactos leves que no ameritan el desarrollo de medidas de mitigación ambientales; sin embargo, para aquellas actividades con nivel de significancia alto y medio se han establecido ciertas medidas de prevención con el objetivo de encauzar el desarrollo viable y sostenible del proyecto durante todas sus fases constructivas.
2. Según los resultados obtenidos de la Matriz de Valoración del Índice Ambiental, tabla 4-30, se considera que la actividad que mayor afectación ambiental produce es la construcción de la infraestructura, cuyo impacto producido radica en la generación de ruido, residuos sólidos y gases de combustión, para lo cual se recomienda el destinar zonas específicas para la acumulación de desechos de hormigón, hierro, madera, envases de sustancias químicas y material de excavación. Adicional a esto, el nivel de ruido ocasionado por el manejo de maquinaria con presiones sónicas mayores de 80 dB debe ser moderado para evitar generar molestias a los moradores y animales que se encuentran en el sector.
3. La calidad del aire se ve afectada por el incremento de partículas de polvo como producto de la operación de maquinaria empleada durante la operación de desbroce y limpieza de la capa vegetal; de igual manera, otro componente ambiental afectado por esta actividad es la biodiversidad de la flora característica del sector. Ante estas afectaciones se recomiendan el mantener los sitios de tránsito de maquinaria lo suficientemente húmedos para evitar generar material particulado, además, reforestar la cobertura vegetal una vez cesen las actividades de construcción.

4. La calidad del agua ocupa el tercer lugar con respecto a componentes ambientales más afectados, siendo superado por la producción de ruido y afectación de visibilidad del paisaje; cabe recalcar que la contaminación del agua por remanentes de asfalto u hormigón posee altas posibilidades de ocurrencia. Por tal motivo, se aconseja instalar barreras de contención para limitar el arrastre de estos residuos sólidos. Al mismo tiempo, el tratamiento de aguas servidas de los campamentos se realizará mediante pozos sépticos alejados a una cierta distancia del sitio del puente, de manera que el cauce del río no se vea afectado por infiltraciones.

5. Por último, se determinó que el componente con mayor afectación positiva fue el de generación de empleo; puesto que, al tratarse de una obra ingenieril, siempre se amerita la mano de obra no calificada que se encarga de actividades como tala de árboles, limpieza de cobertura vegetal o manejo de desechos. Este último tipo de trabajo se efectúa principalmente por personal contratado en el área del proyecto, que a su vez influye en la disminución de la tasa de desempleo.

CAPÍTULO 5

5. PRESUPUESTO

En este capítulo se evalúa el presupuesto del proyecto para poder llevar a cabo la respectiva planificación y gestión de su proceso constructivo. Para esto, se realiza un análisis de los precios unitarios con el objetivo de establecer los costos de cada actividad a ejecutarse y generar el valor final para así exponerlos a los contratistas.

El presupuesto general es de \$134.467,33 dólares americanos, en el cual corresponde a la obra gris de la obra tanto de la superestructura como la subestructura considerando la cimentación para ambos estribos del puente, no se consideran costos indirectos. Se puede observar la tabla de precios en el Apéndice C1.

5.1 Descripción de rubros

Representan las subactividades de las fases del proyecto a realizar, con el fin de determinar el valor unitario de cada uno. Los rubros se describieron por códigos en función de las respectivas fases de la construcción del puente, empezando por las Obras preliminares, Superestructura, Subestructura, Obras Complementarias, Señalética y el componente Ambiental, se aprecia con mayor detalle en el Apéndice C1.

5.2 Análisis de Precios Unitarios (APU)

Para la elaboración de cada APU se tomó en consideración los valores referenciales de Mano de Obra, Equipos, Materiales y Transporte que se manejan en Ecuador, siendo estos los precios comerciales dispuestos por los proveedores y los precios salariales mínimos por ley del año 2020 dispuestos por la Contraloría General del Estado.

El análisis de precio unitario de cada rubro se encuentra en el Apéndice C3, los precios que se establecen son en dólares americanos [USD].

5.3 Descripción de cantidades de obra

Las cantidades se las determina para cada rubro en función de las unidades, sea este en metros cuadrados [m²], metros cúbicos [m³], kilogramos [kg] o en unidad [u]. Esto permite calcular áreas de terreno, volúmenes de excavación o relleno, volúmenes de hormigón, pesos de acero, unidades de materiales como conectores de corte, señalética, etc, en el cual permiten cuantificar las actividades y poder determinar sus respectivos precios totales. Se puede mostrar las cantidades de cada rubro de la obra en el Apéndice C1.

5.4 Valoración integral del costo del proyecto incluyendo las medidas de prevención y mitigación del impacto ambiental

Para darle un valor agregado al proyecto, se efectuó la implementación de un componente ambiental en el presupuesto de la obra con el fin de que el impacto que tenga la construcción de la infraestructura en el lugar sobre el medio ambiente sea disminuido por medio de la prevención y mitigación de este.

Se observan las actividades consideradas más relevantes de mitigación ambiental en el Apéndice C1, puesto que la infraestructura a construirse no genera tantos efectos perjudiciales en el lugar.

5.5 Cronograma Valorado del Proyecto

Una vez analizado los rubros, precios unitarios y cantidades de obra se procede a realizar el cronograma de actividades correspondientes para la ejecución de todo el proyecto. Se utilizó el Software Project para la elaboración de todo el cronograma según las horas y días laborables y determinando los precios según las semanas y meses como se describe en el Apéndice C2.

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

De este proyecto se puede concluir los puntos más relevantes que acontecen al diseño de la estructura:

1. La importancia de tener nociones preliminares permite que el diseñador elabore un proyecto seguro y funcional para las personas quiénes se beneficiaran de este. Dado el conocimiento técnico e información del emplazamiento, se decidió diseñar un puente de vigas metálicas con losa maciza.
2. La luz que deberá tener la infraestructura es de 15 m de acorde al levantamiento topográfico, y consiguientemente reiterando la baja demanda de los vehículos, este tipo de puente seleccionado de un solo tramo es capaz de resistir las solicitaciones que se generarán sobre este.
3. A partir de los análisis hidráulicos e hidrológicos, se calculó un caudal de diseño promedio de 17.75 m³/s, por consiguiente, se determinó el gálibo 1.5 m, que debe tener el puente según el nivel máximo de agua que presenta el río Las Piedras en épocas lluviosas, 4000 mm. Cumpliendo así con el mínimo permitido por la AASHTO sobre cruces de agua no navegables.
4. Debido a que el suelo dónde será construido el puente es resistente, no se realizó estabilización de talud aplicando métodos como anclajes continuos inyectados o bulones de anclaje, por ende, el diseño de los estribos fue ideal para soportar a la estructura y a su vez estabilizar los taludes. Se hizo el pre-dimensionamiento en función de la luz del puente y se realizaron las comprobaciones respectivas de

volteo, deslizamiento y presión en las bases de los estribos en los estados límites de resistencia y evento extremo. Se concluyó que el diseño resistirá todas las cargas horizontales y verticales sobreimpuestas en los estribos.

5. Los conectores de corte permiten que la losa y las vigas trabajen como un solo elemento, por lo que la sección compuesta contribuye a que el ala superior pueda resistir las compresiones, por ende, evita el riesgo de pandeo local en el alma de la viga, aumentando así la capacidad resistente a la flexión. Así mismo, los diafragmas y rigidizadores proporcionan resistencia a las vigas ante cargas laterales. Los apoyos elastoméricos posibilitan la disminución de las cargas sísmicas liberando energía, aumentando la seguridad de la estructura ante este tipo de evento extremo.

6. Finalmente, la construcción del puente a efectuar sobre el río Las Piedras en el sector La Florida tendrá un presupuesto general de \$134.467,33 dólares americanos y el cronograma valorado de la obra se podrá llevar a cabo alrededor de 45 días laborables. En comparación a los tipos de puentes que se realizan en la provincia de Bolívar, al ser una estructura compuesta, es ligeramente más económico, además que su proceso de construcción estimado consta de una duración óptima. Se puede concluir que el proyecto resulta factible al cumplir con los requerimientos económicos y serviciales predispuestos por el cliente.

6.2 Recomendaciones

1. Debido a la falta de datos meteorológicos obtenidos de la estación M0383, la más cercana a la ubicación del proyecto, se emplearon datos de estaciones que se encuentran a una distancia mayor, por ende, la severidad de los valores obtenidos no brinda gran precisión. Se aconseja ubicar mayor cantidad de estaciones meteorológicas y pluviométricas en puntos estratégicos propensos a convertirse en zonas de estudio en un futuro.
2. A causa a la pandemia mundial vigente muchas de las actividades presenciales fueron limitadas, entre ellas la realización de estudios batimétricos aguas arriba y aguas abajo del cauce. Se recomienda elaborar dichos estudios una vez sea permitido, con la finalidad de obtener un mejor alcance del proyecto con resultados de modelos hidráulicos de calidad.
3. Los valores de caudales máximos mencionados en el presente documento fueron estimados con métodos de cálculos basados en parámetros geomorfológicos del río Las Piedras en condiciones normales; sin embargo, la finalidad del proyecto es otorgar al puente el gálibo necesario para no ser víctima de eventos extremos como socavación del suelo o transporte de sedimentos. Por tal motivo se debería realizar el cálculo de caudales durante la época lluviosa del año que es donde se experimenta mayor nivel de agua y por ende un gran aumento en la magnitud de los caudales.
4. De acuerdo con el capítulo 2B.101.5.3 de la norma NEVI se sugiere efectuar mínimo tres sondeos por cada estribo. La práctica constructiva se limita a realizar un sondeo por estribo, lo cual afecta la precisión en el análisis de los parámetros de suelo realizado. Se recomienda realizar un número de ensayos mayor o igual a lo estipulado por la norma para evitar erosiones futuras en la estructura.

5. Para evitar la erosión de la cimentación, se recomienda posicionar los estribos a una distancia mayor o igual a un metro del límite exterior del cauce.
6. Se recomienda efectuar ensayos de laboratorio de los materiales con la finalidad de proporcionar parámetros de diseño que aseguren la integridad y el funcionamiento adecuado del puente.
7. Del análisis estratigráfico elaborado por el GAD de Bolívar, se sabe que el suelo puede experimentar un asentamiento máximo de 2.50 cm, sin embargo, para efectos de mejora de parámetros de diseño se aconseja realizar este cálculo empleando los valores de peso propio de la estructura diseñada.
8. Para un mejor desempeño ante eventos sísmicos se deja a consideración del ingeniero estructural a cargo la implementación de dispositivos de disipación de energía más eficientes que los aisladores elastoméricos aplicados.
9. Para evitar cualquier tipo de impacto que afecte a la calidad del suelo, composición del agua o fauna del sector, se incita a cumplir con cada una de las medidas de prevención mencionadas en el capítulo de impacto ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

AASHTO. (2007). *AASHTO LRFD Bridge Design Specifications* (4th ed.).

AASHTO. (2012). *AASHTO LRFD Bridge Design Specifications*. In *American Association of State Highway and Transportation Officials*.
https://search.proquest.com/docview/1732672743?accountid=14504%0Ahttp://godot.lib.sfu.ca/GODOT/hold_tab.cgi?url_ver=Z39.88-2004&rft_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:dissertation&genre=dissertations+%26+theses&sid=ProQ:ProQuest+Dissertations+%26+Theses+A%26I&a

AASHTO. (2017). *AASHTO LRFD Bridge Design Specifications* (8th ed.).

American Association of State Highway and Transportation Officials. (2002). *Standard Specifications for Highway Bridges*.

Barker, R. M., & Puckett, J. A. (2013). *Design of Highway Bridges*. In *Design of Highway Bridges*. <https://doi.org/10.1002/9781118411124>

Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2012a). Volumen No. 2 - Libro A Norma para estudios y diseños viales. *Ministerio de Transporte y Obras Públicas Del Ecuador, Volumen 2A*, 1–382. https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.pdf

Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2012b). Volumen No. 2 - Libro A Norma para estudios y diseños viales. *Ministerio de Transporte y Obras Públicas Del Ecuador, Volumen 2A*, 1–382.

Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2015). Peligro Sísmico. NEC-SE-DS. In *Dirección de Comunicación Social, MIDUVI*. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>

Chow, V. Te. (1994). *Hidráulica de Canales Abiertos* (M. Suárez (Ed.)).

Tesis

- Aguilar, J., & Naranjo, L. (2018). *Elaboración de la base de información hidrometeorológica de la cuenca del río Guayas para el procesamiento con el modelo hydraccess ante inundaciones.*
- Bonilla Gordón, K. M. (2019). *Evaluación del Potencial Turístico del Cantón Echeandía, provincia Bolívar.*
- Demchenko, Y. (2011). *Sistemas de Construcción de puentes arcos.* Universidad Politécnica de Madrid.
- Guailacela, M. A., & Rojas, D. C. (2020). *Soluciones basadas en la naturaleza como complemento al sistema de drenaje para mitigar inundaciones en sectores aledaños al Canal La Matanza, Durán.* Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Huaca Largo, N. S., Juiña Gualoto, K. M., Suntaxi Sosa, L. A., & Yunga Sánchez José Luis. (2012). *Alternativa de diseño de un puente de dos vanos (85 m de longitud total) sobre la Quebrada Grande en la Ciudad de Ibarra, Provincia de Imbabura.* Universidad Central del Ecuador.
- Neira Nieves, K. A. (2018). *Análisis comparativo estructural entre vigas simplemente apoyadas de hormigón postensado en sitio y vigas de acero estructural para un puente de 45 m de luz en la ciudad de Esmeraldas* [Universidad de Guayaquil]. https://minio2.123dok.com/dt02pdf/123dok_es/pdf/2020/06_07/tu2vwt1591493310.pdf?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=LB63ZNJ2Q66548XDC8M5%2F20201120%2F%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20201120T235439Z&X-Am

Documentos de Internet

- B. Johnson, A., Tapia Hernández, E., & Perea Olvera, T. (n.d.). *Construcción de puentes de acero: mitos y realidades*. http://mejorconacero.com/wp-content/uploads/puentes_de_acero.pdf
- CADS Espol. (2010). *Estudios y diseños de las obras de protección y recuperación de la Playa de la isla Jambelí, Cantón Santa Rosa, Provincia de El Oro*.
- Castellanos, M. C. (2009). *Validación de la norma AASHTO-LRFD en puentes de hormigón armado*.
- Coloma, V. (2019). Plan De Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia Bolívar. In *GAD Provincia de Bolívar*. http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0260000170001_PD_OT_BOLIVAR_2015_02-09-2015_12-08-14.pdf
- Estudios Especializados. (2020). *Estudio Geológico y Geotécnico para el Proyecto “Puente Río Piedras Sector La Florida.”*
- Federal Highway Administration. (2015). *Selecting the Right Bridge Type*. <https://www.fhwa.dot.gov/bridge/steel/pubs/hif16002/volume05.pdf>
- GADMCE. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Echeandía*.
- Godinez Melgares, G. (2010). *Diseño y Construcción de Puentes*.
- Greenleaf Ambiental. (n.d.). *Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales*.
- MAGAP. (2015). *Memoria Técnica de Cobertura y uso de la Tierra, Sistemas Productivos y Zonas Homogéneas de Cultivo del Cantón Echeandía/Bloque 2.4*.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2018). *Manual de Puentes*.
- Rodríguez Serquén, A. (2012). *Puente con AASHTO-LRFD 2010*.
- Rodríguez Serquén, A. (2017). *Puentes con AASHTO-LRFD 2014 (7th Edition)*.
- Villarino Otero, A. (2015). *Puentes: Definiciones y Conceptos Generales*.
- Zambrano, W. (2016). *Ordenanza que delimita y estructura las zonas urbanas y semiurbanas del Cantón Echeandía*.
- Greenleaf Ambiental. (n.d.). *Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales*.
- Sevilla, S. (n.d.). *Estudio hidrológico e hidráulico para la construcción del puente sobre el río Las Piedras en el sector La Florida, perteneciente al Cantón Echeandía*.

Artículos y Revistas

- Grattasat, G. (1983). Vida útil de puentes. *Informes de La Construcción*, 34(347), 5–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.3989/ic.1983.v34.i347.2055>
- INAMHI. (2019). Determinación de ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación. *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*, 2, 282. http://www.serviciometeorologico.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO_DE_INTENSIDADES_V_FINAL.pdf
- J. Arenas, J. (1995, June). El Arte y la Estética en el Diseño de Puentes: ¿Puentes monumento u obra civil funcional? *Revista de Obras Públicas*, 3344. <http://hdl.handle.net/10902/2033>
- Muñoz Salinas, F., & Mendoza Escobedo, C. J. (2012, July). *La Durabilidad en las Estructuras de Concreto Reforzado desde la perspectiva de la Norma Española para Estructuras de Concreto*. 63–86. <http://www.scielo.org.mx/pdf/ccid/v4n1/v4n1a4.pdf>
- Rojas Lopez, M. D., & Arenas Giraldo, J. J. (2008). Comparacion Técnico-Financiera del Acero Estructural y el Hormigon Armado. *Dyna*, 155, 47–56.
- Viertola Laborda, L. M. (2015, February). Construcción de puentes arco. *Revista de Obras Públicas*, 23–36. http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/2015/2015_febrero_3562.pdf

Páginas Web

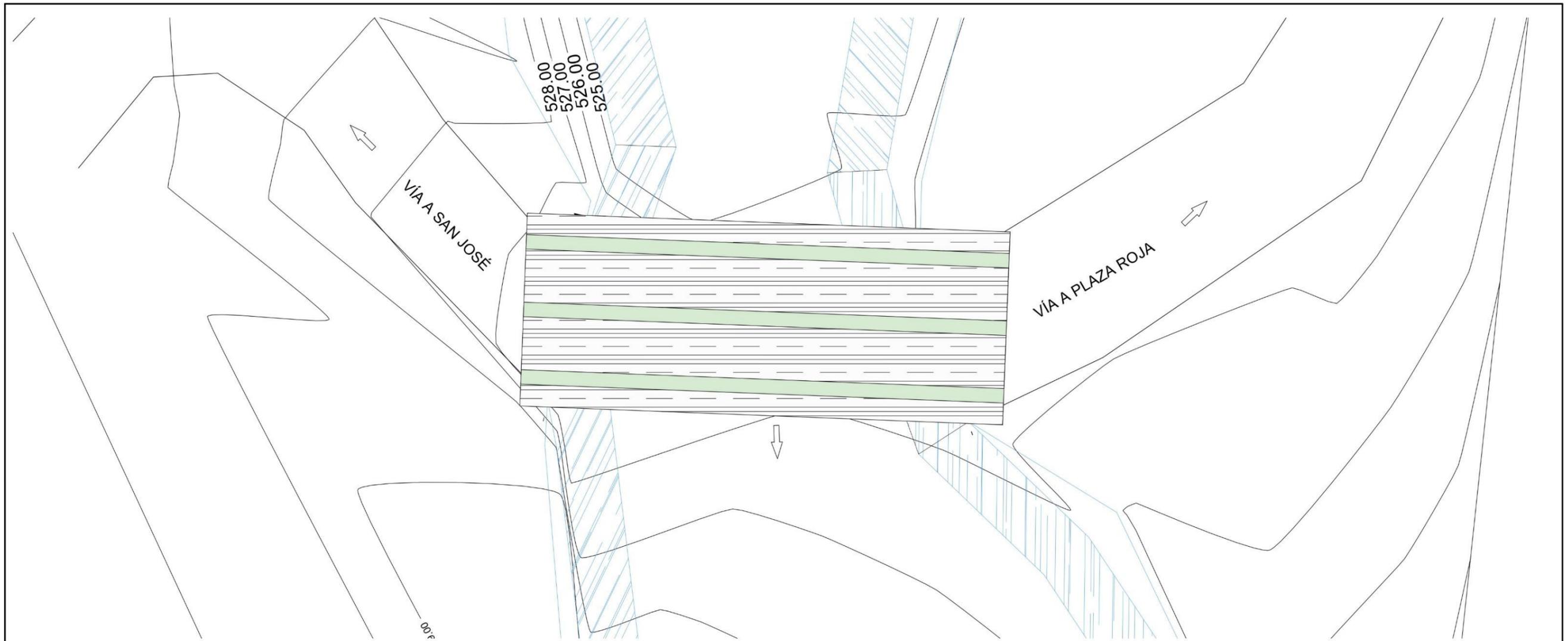
- AccuWeather. (2020). *AccuWeather*.
<https://www.accuweather.com/es/ec/echeandia/1241490/air-quality-index/1241490>
- El Comercio. (2016). *Tres cantones de la provincia de Bolívar están afectados por las lluvias*.
<https://www.elcomercio.com/actualidad/lluvias-bolivar-inundaciones-cantones.html>
- INAMHI. (2015). *Anuario Meteorológico*.
- Prefectura de Bolívar. (2020). *La Provincia de Bolívar*. GAD Provincia de BolívarBolívar.
<http://www.bolivar.gob.ec/cms/>
- Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. (2014). *Colapsó puente de acceso a Santa Lucía - cantón Echeandía*. <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/colapso-puente-de-acceso-a-santa-lucia-canton-echeandia/>
- World Weather Online*. (n.d.).

APÉNDICES

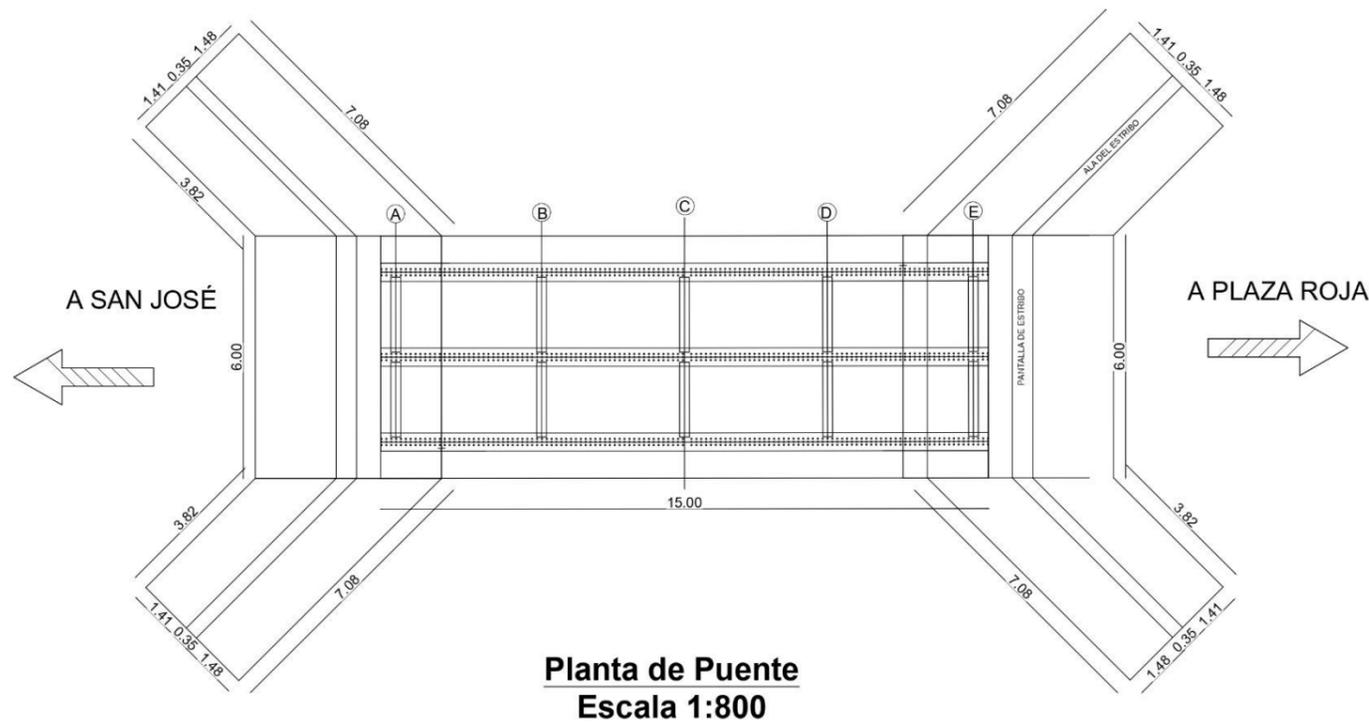
APÉNDICE A

Planos del Proyecto

Plano 1 Implantación del Proyecto



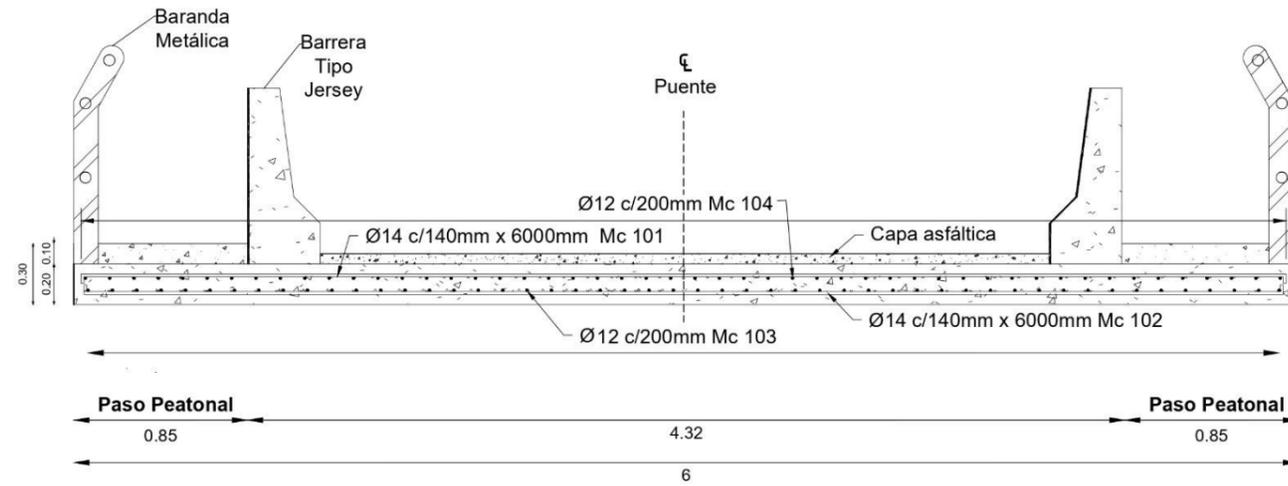
Implantación del puente
Escala 1:600



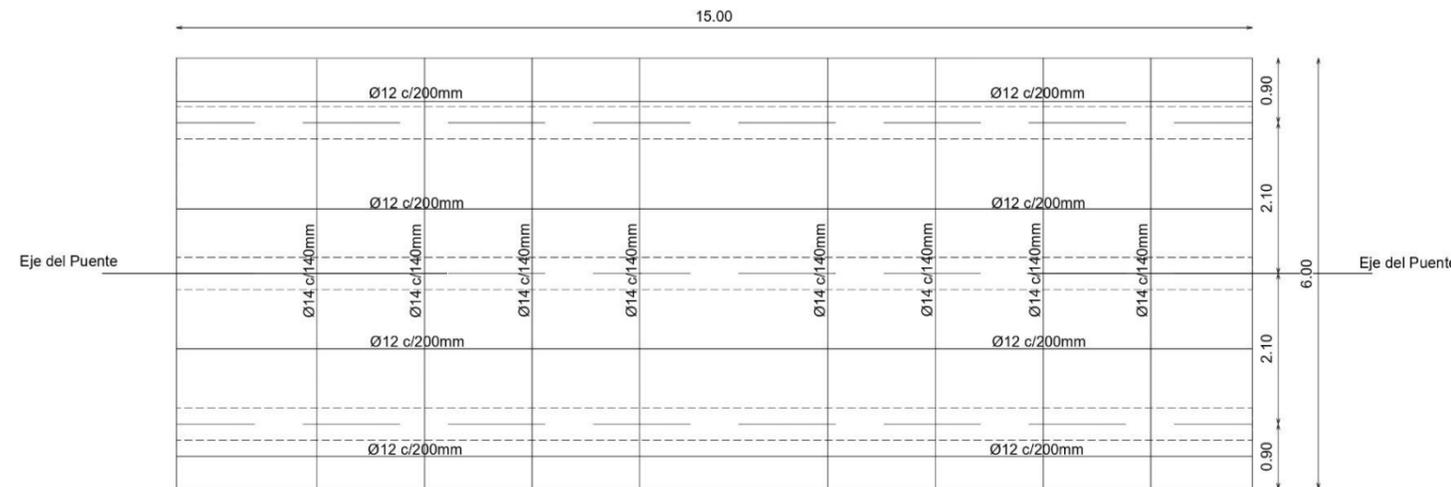
Planta de Puente
Escala 1:800

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS, SECTOR LA FLORIDA, CANTÓN ECHEANDÍA, PROVINCIA DE BOLÍVAR.			
CONTENIDO: Implantación de Proyecto			
Coordinador de Materia Integradora: Msc. Nadia Quijano	Tutores de Conocimientos Específicos: - Ing. Miguel Chávez - Ing. Samantha Hidalgo - Dis. Int. Carola Zavala	Estudiantes: - Freddy Castro - Génesis Reyes	Fecha de emisión: 15 de Enero, 2021
Tutor de Área Académica: Phd. Luis Sánchez		Lámina: E 1/5	Escala: Indicadas

Plano 2 Detallamiento de la Losa



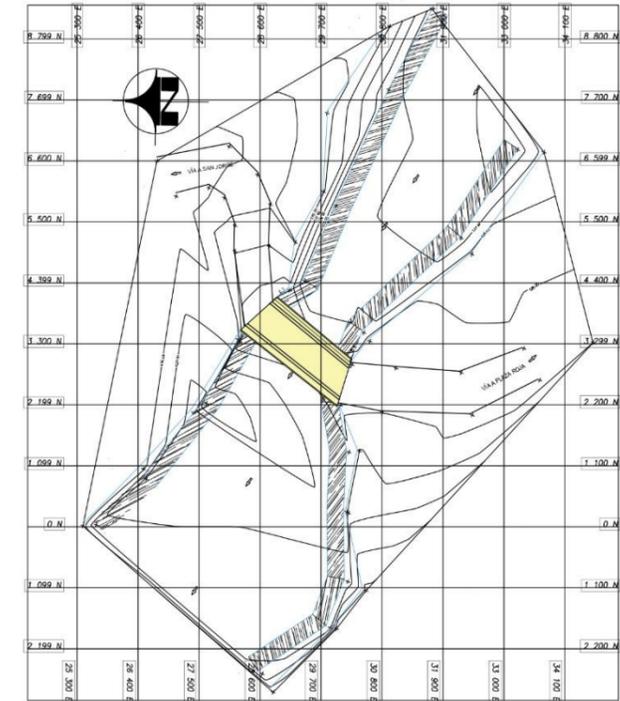
Sección transversal de losa
Escala 1:125



Planta de Tablero: Armadura
Escala 1:400



Despiece de Armadura
Escala 1:500



Planta de Ubicación de puente, Cantón Echeandía, Provincia de Bolívar

LOSA											
PLANILLA DE HIERROS											
Mc	Φ(mm)	Espaciado (cm)	Cantidad (N)	Dimensiones(m)			Longitud (m)		Densidad del acero(kg/m ³)	Cantidad(kg) Total	Observacion
				a	b	c	unidad	total			
101.00	14.00	14.00	137.00	5.93	0.10	0.10	6.13	839.81	7850.00	1014.84	
102.00	14.00	14.00	137.00	5.90	0.10	0.10	6.10	835.97	7850.00	1010.20	
103.00	12.00	20.00	51.00	15.60			15.60	795.60	7850.00	706.34	Traslape de 0.60
104.00	12.00	20.00	51.00	15.60			15.60	795.60	7850.00	706.34	Traslape de 0.60

RESUMEN DE MATERIALES DE LOSA		
Rubro	Losa	Unidad
"Hormigon f'c=280 kg/cm ² "	18.00	m ³
"Acero en barras fy=4200 kg/cm ² "	3437.73	kg

Especificaciones técnicas

- 1.- Todas las medidas presentadas en este plano están en metros, a menos que se indique lo contrario.
- 2.- Cualquier modificación o cambio en la estructura, se debe consultar con diseñador
- 3.- Hormigón en la superestructura: resistencia f'c=280 kg/cm²
- 4.- Recubrimiento de losa: superior de 5 cm, inferior de 2.5 cm
- 5.- Acero de refuerzo: varillas corrugadas con límite de fluencia fy=4200 kg/cm²

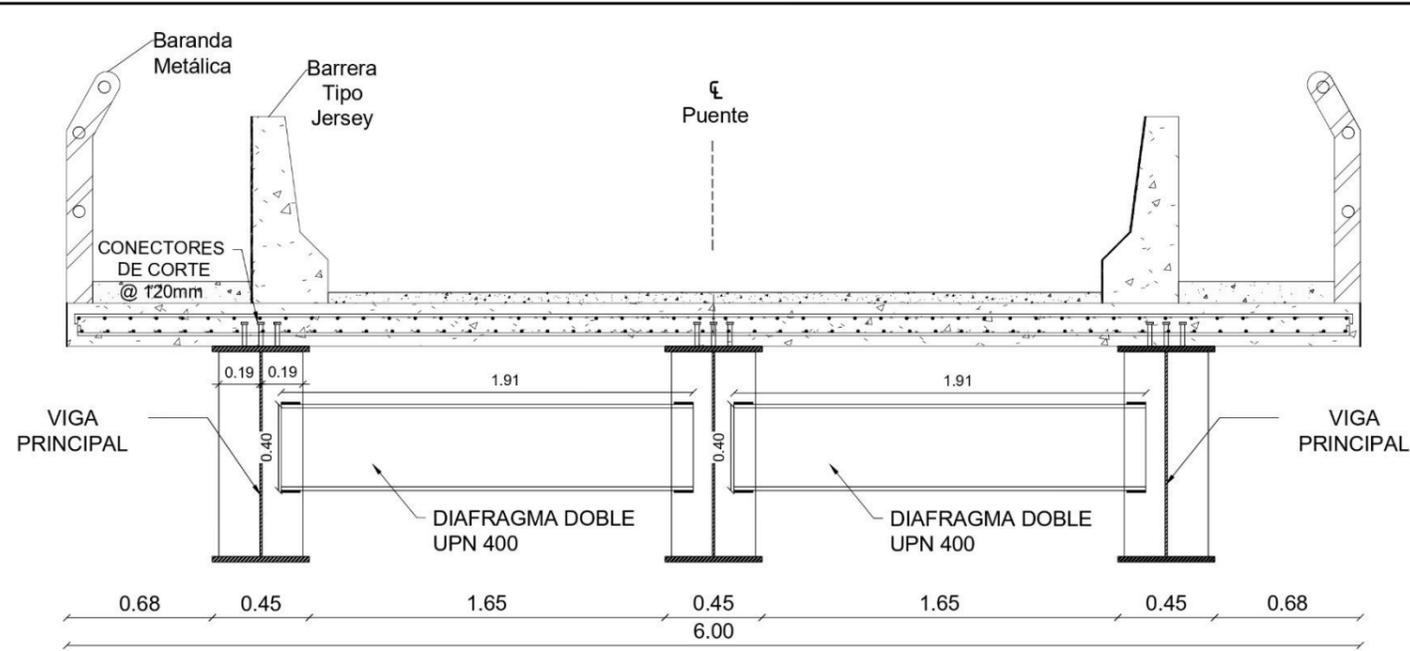
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS, SECTOR LA FLORIDA, CANTÓN ECHEANDÍA, PROVINCIA DE BOLÍVAR.

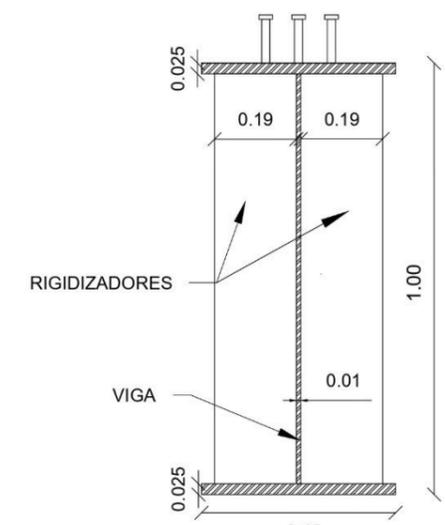
CONTENIDO:
Detallamiento de Losa

Coordinador de Materia Integradora: Msc. Nadia Quijano	Tutores de Conocimientos Específicos: - Ing. Miguel Chávez - Ing. Samantha Hidalgo - Dis. Int. Carola Zavala	Estudiantes: - Freddy Castro - Génesis Reyes	Fecha de emisión: 15 de Enero, 2021 Escala: E 2/5 Indicadas
---	---	--	---

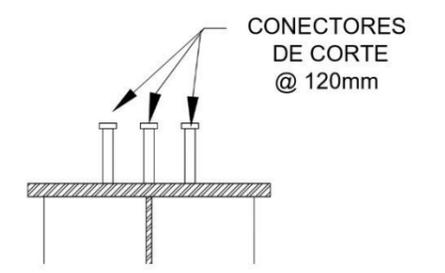
Plano 3 Detallamiento de Vigas, Rigidizadores y Diafragmas



Sección Transversal Típica
Escala 1:150

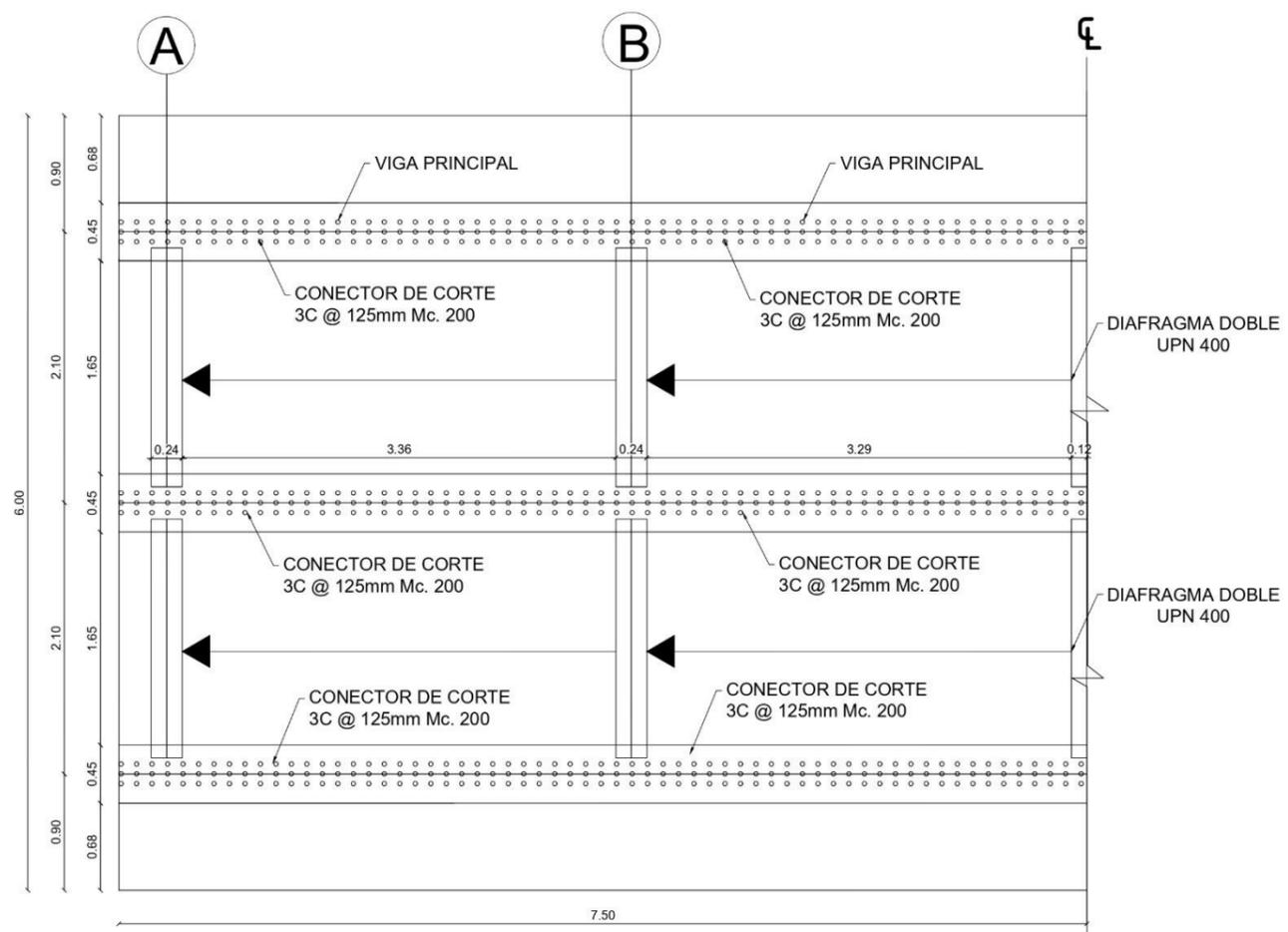


Sección transversal de Viga Principal
Escala 1:75

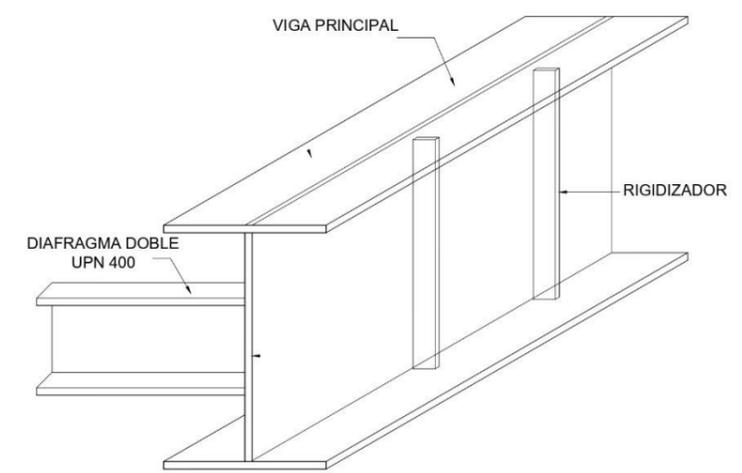


Conectores de corte Ø3/4
Escala 1:60

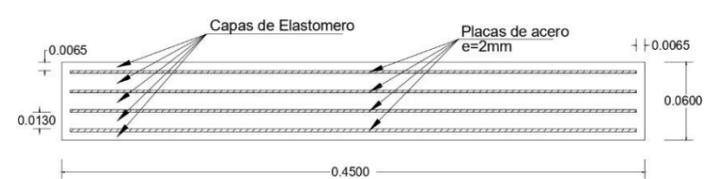
- Especificaciones técnicas**
- 1.- Todas las medidas presentadas en este plano están en metros
 - 2.- Cualquier modificación o cambio en la estructura, se debe consultar con diseñador.
 - 3.- El acero que se usara es A588 Gr 50 con esfuerzo a fluencia $f_y = 3515 \text{ kg/cm}^2$.
 - 4.- Las vigas tipo I serán ensambladas en fábrica para su posterior montaje in situ.
 - 5.- Se utilizara electrodos AWS E 7018 para ensamblar los diafragmas en las vigas.



Planta de las Vigas y Conectores
Escala 1:250



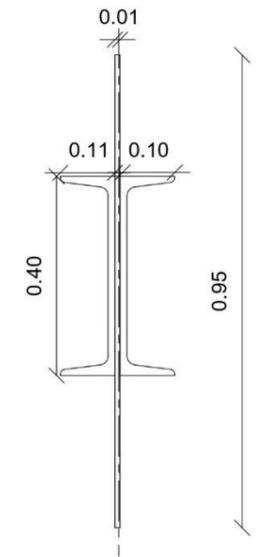
Detalle de Arriostadores de Apoyo
Escala 1:200



Detallamiento de Apoyo Elastomérico
Escala 1:150



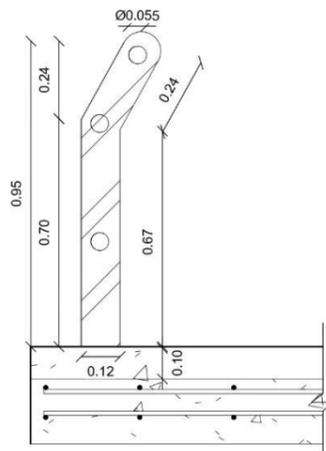
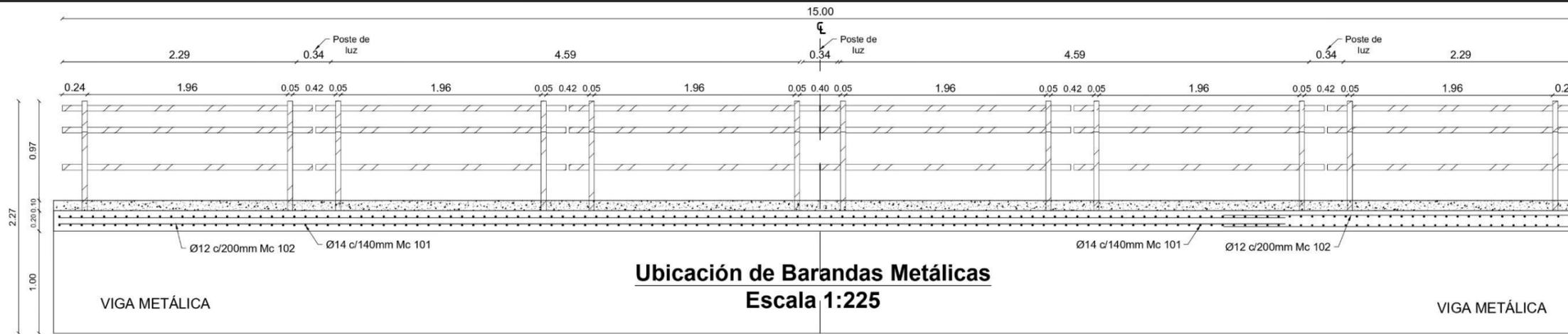
Geometría de Apoyo Elastomérico
Escala 1:100



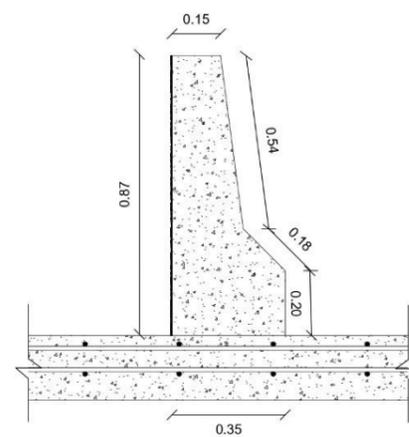
Sección de Diafragma Doble Perfil UPN 400
Escala 1:65

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO DE UN PUEBLO SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS, SECTOR LA FLORIDA, CANTÓN ECHEANDÍA, PROVINCIA DE BOLÍVAR.			
CONTENIDO: Detallamiento de Vigas, Rigidizadores y Diafragmas			
Coordinador de Materia Integradora: Msc. Nadia Quijano	Tutores de Conocimientos Específicos: - Ing. Miguel Chávez - Ing. Samantha Hidalgo - Dis. Int. Carola Zavala	Estudiantes: - Freddy Castro - Génesis Reyes	Fecha de emisión: 15 de Enero, 2021
Tutor de Área Académica: Phd. Luis Sánchez			Límina: E 3/5 Escala: Indicadas

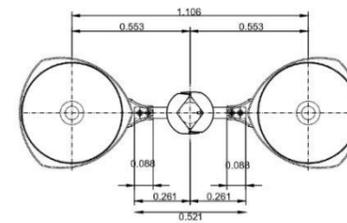
Plano 4 Detallamiento de Baranda, Barrera vehicular, Luminaria y Señalética



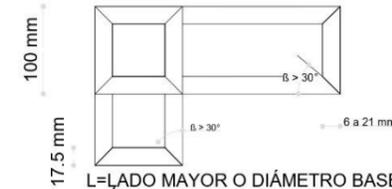
Geometría de Barandas Metálicas
Escala 1:100



Geometría de Barreras tipo Jersey
Escala 1:100



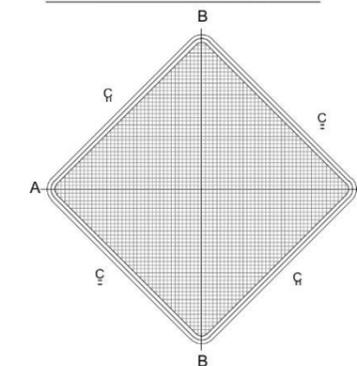
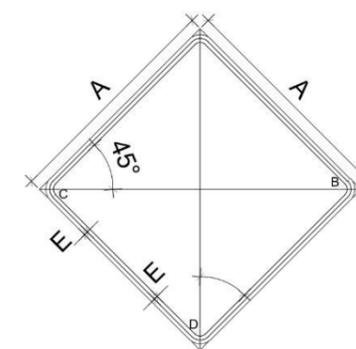
Luminaria
Escala 1:300



L=LADO MAYOR O DIÁMETRO BASE
β=ÁNGULO ENTRE CARA TACHA Y VERTICAL

TIPOS DE TACHAS
REFLECTIVAS
UNIDIRECCIONAL Y BIDIRECCIONAL
@ 12 M

Tachas reflectivas

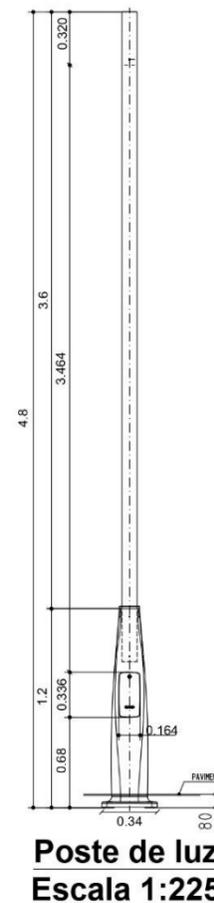
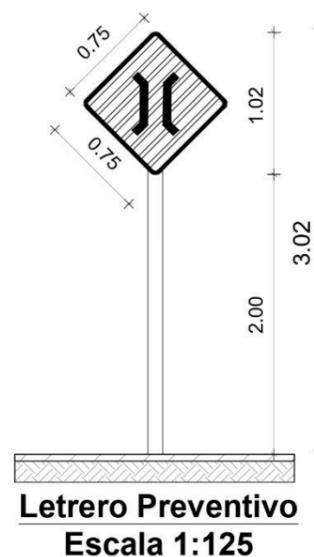
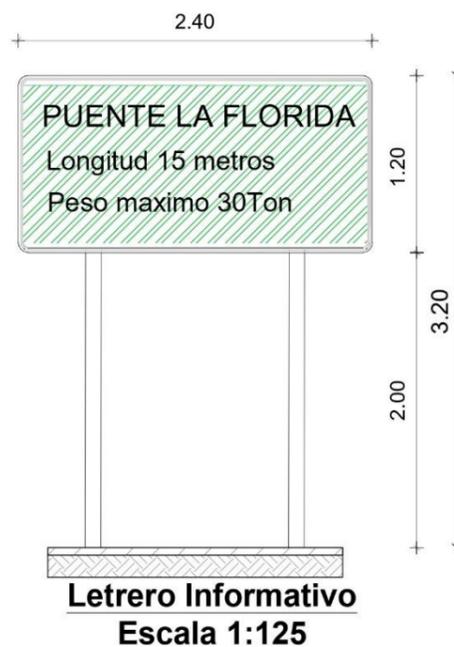


COLOR	
FONDO	AMARILLO
SIMBOLO	NEGRO
ORLA	NEGRO

SEÑAL	ZONA	DIMENSIONES (cm)				
		A	B	C	D	E
75.00	RURAL	75.00	5.00	3.75	2.50	1.25

SEÑAL	ZONA	DIMENSIONES (cm)	
		CUADRICULA	C = 1.25
75.00	RURAL		

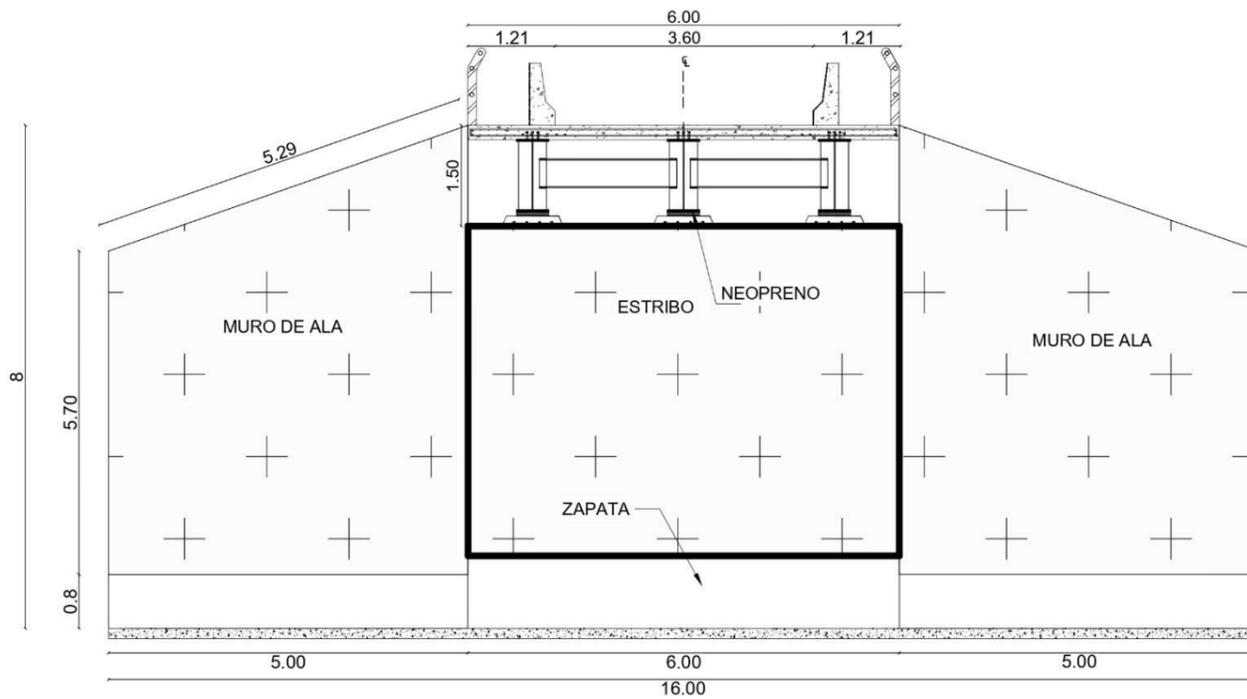
Dimensiones de señales preventivas



Especificaciones técnicas

- 1.- Todas las medidas presentadas en este plano están en metros.
- 2.- Cualquier modificación o cambio en la estructura, se debe consultar con diseñador.
- 3.- Hormigón de barrera tipo Jersey: resistencia $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$.

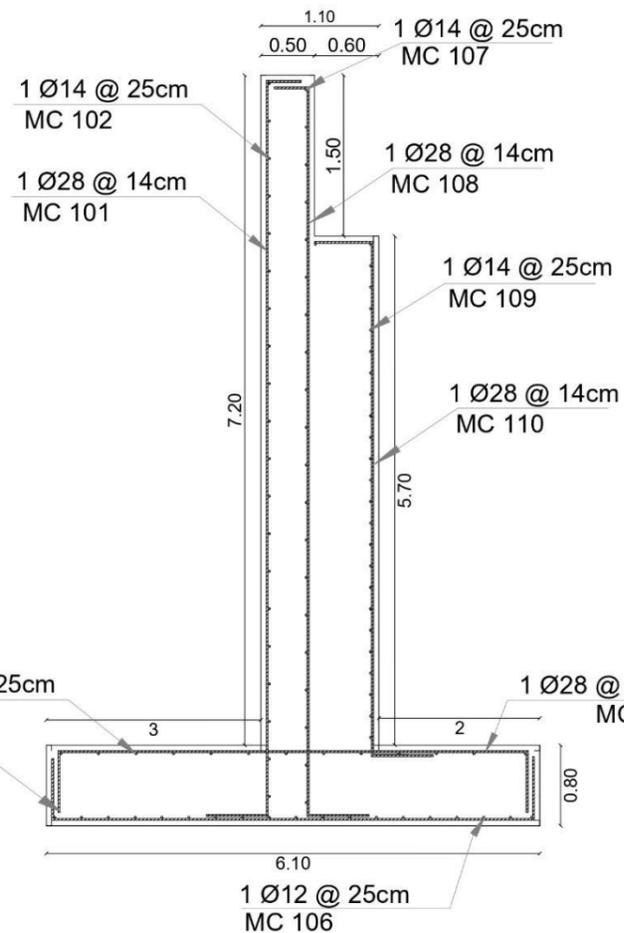
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS, SECTOR LA FLORIDA, CANTÓN ECHEANDÍA, PROVINCIA DE BOLÍVAR.			
CONTENIDO: Detalles de Barandas, Barreras, Luminarias y Señaléticas			
Coordinador de Materia Integradora: Msc. Nadia Quijano	Tutores de Conocimientos Específicos: - Ing. Miguel Chávez - Ing. Samantha Hidalgo - Dis. Int. Carola Zavala	Estudiantes: - Freddy Castro - Génesis Reyes	Fecha de emisión: 15 de Enero, 2021
Tutor de Área Académica: Phd. Luis Sánchez			Lamina: E 4/5
			Escala: Indicadas



Vista en Elevación de Estribos
Escala 1:450

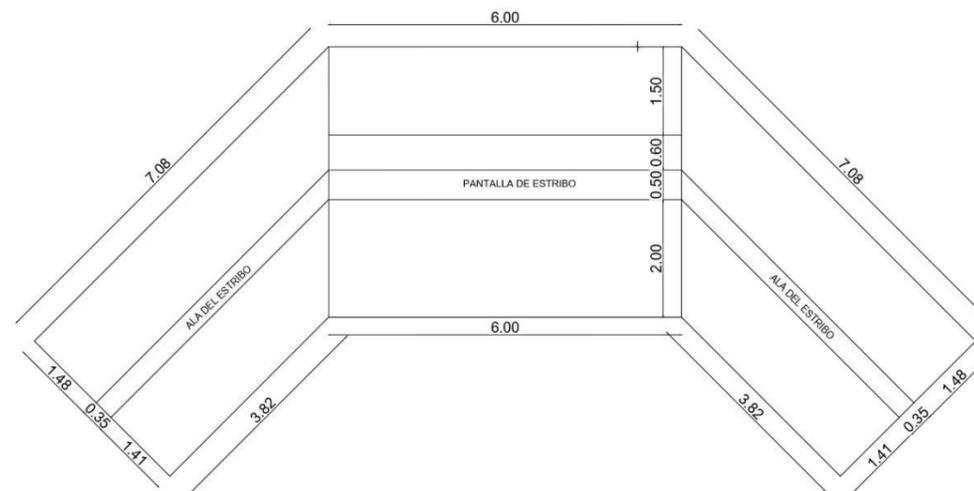


ESTRIBOS										
PLANILLA DE HIERROS										
Mc	Φ(mm)	Espaciado (cm)	Cantidad (N)	Dimensiones(m)			Longitud(m)		Densidad del acero(kg/m3)	Cantidad Total(kg)
				a	b	c	unidad	total		
101	28	14	17	6.0000	0.3250	0.5750	6.9000	117.3000	7850.0000	234.32
102	14	25	20	6.8460			6.8460	136.9200	7850.0000	273.51
103	12	25	13	6.0000			6.0000	78.0000	7850.0000	155.81
104	28	16	24	4.3840	0.5750	0.5750	5.5340	132.8160	7850.0000	265.31
105	28	16	24	4.5000	0.5750	0.5750	5.6500	135.6000	7850.0000	270.87
106	12	25	18	6.0000			6.0000	108.0000	7850.0000	215.74
107	14	25	20	6.0000			6.0000	120.0000	7850.0000	239.71
108	28	14	17	6.8061	0.3250	0.5750	7.7061	131.0032	7850.0000	261.69
109	14	25	24	6.0000			6.0000	144.0000	7850.0000	287.65
110	28	14	30	4.8040	0.5500	0.5750	5.9290	177.8700	7850.0000	355.31



Detallamiento de Armado de Estribos
Escala 1:300

- Especificaciones técnicas
- 1.- Todas las medidas presentadas en este plano están en metros.
 - 2.- Cualquier modificación o cambio en la estructura, se debe consultar con diseñador.
 - 3.- Hormigón premezclado de resistencia $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.
 - 4.- Acero de refuerzo: varilla corrugada con límite de fluencia $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$.
 - 5.- Recubrimiento del estribo de 8 cm.



Planta de Estribos
Escala 1:525

RESUMEN DE MATERIALES DE ESTRIBOS		
Rubro	2 Estribos	Unidad
"Hormigon $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ "	166.85	m3
"Acero en barras $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ "	5119.84	kg

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: **ESTUDIO Y PREDISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO PIEDRA, SECTOR LA FLORIDA, CANTÓN ECHEANDÍA, PROVINCIA DEL BOLÍVAR.**

CONTENIDO: **Detallamiento de Estribos**

Coordinador de Materia Integradora: Ing. Nadia Quijano	Tutores de Conocimientos Específicos: - Ing. Miguel Chávez - Ing. Samantha Hidalgo - Dis. Int. Carola Zavala	Estudiantes: - Freddy Castro - Génesis Reyes	Fecha de emisión: 15 de Enero, 2021
Tutor de Área Académica: Ing. Luis Sánchez			Lámina: E 5/5 Escala: Indicadas

APÉNDICE B

Información Relevante del Proyecto

Apéndice B1: Diseño de Losa

La normativa aplicada, en la sección 9.7.1.1, asevera un peralte mínimo para la losa del tablero correspondiente a 175mm.

1.1 Espesor de la Losa

Para el pre-dimensionamiento de la losa se la tomará en función de un ancho unitario y para su modelo estructural como una viga simplemente apoyada en los tres soportes, las vigas metálicas. Por tal motivo se considerará como una losa de concreto con refuerzo principal perpendicular al tráfico como se indica en la tabla anterior de peraltes mínimos.

$$e_s = \frac{1.2(S+3000)}{30} \quad (6-1)$$

$$e_s = \frac{1.2(2100 + 3000)}{30} = 0.17 \text{ m}$$

Tomando en cuenta que el peralte mínimo para la losa de concreto es de 175 mm se toma el valor de 180 mm además de la consideración de desgaste mínimo 10 mm por lo que para ser conservadores se opta el valor de 200 mm.

Tabla 6-1 Datos Iniciales para el diseño de la Losa.

Datos Iniciales		
Parámetro	Valor	Unidad
Luz L	15	m
Separación S	2,1	m
e _s losa	0,17	m
	0,18	m
t _s diseño	0,20	m

1.2 Luz Efectiva de la Losa

Asumiendo las dimensiones de la Viga I 1000x450x25x10 se obtiene la luz efectiva de la losa.

Tabla 6-2 Dimensiones de la Viga metálica tipo I

Viga I 1000x450x25x10		
bf	0,45	m
tf	0,025	m
d	0,95	m
tw	0,01	m
h	1,00	m

$$bf' = \frac{bf}{4} = 0.1125 \text{ m}$$

$$Le = S - \frac{bf}{4} = 2.1 - 0.11 \approx 2.0 \text{ m}$$

1.3 Momentos Máximos para Carga Muerta

Para la determinación de los Momentos máximos por carga permanente se utilizaron las cargas obtenidas en el capítulo 2 dividida por peso propio de la estructura, DC y por rodadura y accesorios de servicios públicos, DW. Estos momentos son válidos tanto para el momento positivo y negativo de la losa.

$$q_{DC} = 1,39 \text{ Ton/m}$$

$$q_{DW} = 0,13 \text{ Ton/m}$$

$$M_{DC} = q_{DC} * \frac{s^2}{10} \tag{6-2}$$

$$M_{DC} = 1,39 * \frac{2,1^2}{10} = 0,61 \text{ Ton} * \text{m/m}$$

$$M_{DW} = 0,13 * \frac{2,1^2}{10} = 0,06 \text{ Ton} * \text{m/m}$$

1.3.1 Momentos Negativos por Carga Muerta en la misma sección que los Momentos Positivos

Se determina las reacciones debido a las cargas muertas mediante la aplicación de ecuaciones de equilibrio, sumatoria de fuerzas en y a continuación se obtiene:

$$\sum F_y = 0$$

$$R_{DC} = \frac{q_{DC} * S}{2} \quad (6-3)$$

$$R_{DC} = \frac{1,39 * 2,1}{2} = 1,46 \text{ Ton}$$

$$R_{DW} = \frac{0,13 * 2,1}{2} = 0,14 \text{ Ton}$$

Realizando sumatoria de momentos en el punto de corte $bf' = bf/4 = 0.1125 \text{ m}$ en el diagrama de cuerpo libre, resulta lo siguiente:

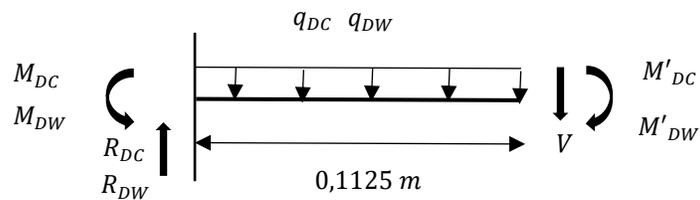


Figura 6-1 Diagrama de Cuerpo Libre, Corte a la distancia $bf'=0,1125\text{m}$.

$$\sum M_{pc} = 0$$

$$M'_{DC} = M_{DC} + q_{DC} * \frac{bf'^2}{2} - R_{DC} * bf' \quad (6-4)$$

$$M'_{DC} = 0,61 + 1,39 * \frac{0,1125^2}{2} - 1,46 * 0,1125 = 0,46 \text{ Ton} * \text{m/m}$$

$$M'_{DW} = 0,06 + 0,13 * \frac{0,1125^2}{2} - 0,14 * 0,1125 = 0,04 \text{ Ton} * \text{m/m}$$

1.4 Momentos Máximos para Carga Viva

Por otro lado, para la determinación de Momentos máximos por carga viva se optó por el uso de la tabla A4-1 de la AASHTO LRFD 2007 dónde se encuentran dichos momentos en función de la separación entre vigas, S.

Tabla 6-3 Máximos Momentos por Carga Viva por ancho unitario, N-mm/mm. Fuente: (AASHTO, 2007)

Table A4-1 Maximum Live Load Moments Per Unit Width, N-mm/mm.

S mm	Positive Moment	Negative Moment						
		Distance from CL of Girder to Design Section for Negative Moment						
		0.0 mm	75 mm	150 mm	225 mm	300 mm	450 mm	600 mm
1300	21 130	11 720	10 270	8940	7950	7150	6060	5470
1400	21 010	14 140	12 210	10 340	8940	7670	5960	5120
1500	21 050	16 320	14 030	11 720	9980	8240	5820	5250
1600	21 190	18 400	15 780	13 160	11 030	8970	5910	4290
1700	21 440	20 140	17 290	14 450	12 010	9710	6060	4510
1800	21 790	21 690	18 660	15 630	12 930	10 440	6270	4790
1900	22 240	23 050	19 880	16 710	13 780	11 130	6650	5130
2000	22 780	24 260	20 960	17 670	14 550	11 770	7030	5570
2100	23 380	26 780	23 190	19 580	16 060	12 870	7410	6080
2200	24 040	27 670	24 020	20 370	16 740	13 490	7360	6730
2300	24 750	28 450	24 760	21 070	17 380	14 570	9080	8050

Acorde a la separación entre vigas de 2100 mm, con respecto al momento máximo positivo es de 23380 N-mm/mm, en cambio para el negativo la distancia desde el centro de la viga hasta bf = 112,5 mm por lo que se utiliza la interpolación entre el rango de 75-150 mm quedando como resultado lo siguiente.

Tabla 6-4 Momento Máximo por Carga Viva Interpolado.

Momentos Negativos por Carga Viva LL			
Momento	Unidad	Distancia	Unidad
23190	N*mm/mm	75	mm
21385	N*mm/mm	112,5	mm
19580	N*mm/mm	150	mm

Se aplica el Ancho de franja equivalente, correspondiente al factor de presencia múltiple $m=1.2m$ y el incremento por carga dinámica del 33% como se determinó en la sección 3.2.1

Type Of Deck	Direction of Primary Strip Relative to Traffic	Width of Primary Strip (mm)	
Concrete:			
• Cast-in-place	Overhang	$1140 + 0.833X$	
	Either Parallel or Perpendicular	+M:	$660 + 0.55S$
		-M:	$1220 + 0.25S$
• Cast-in-place with stay-in-place concrete formwork	Either Parallel or Perpendicular	+M:	$660 + 0.55S$
		-M:	$1220 + 0.25S$
• Precast, post-tensioned	Either Parallel or Perpendicular	+M:	$660 + 0.55S$
		-M:	$1220 + 0.25S$

Figura 6-2 Ancho de Franja Equivalente para Momentos Positivo y Negativo en tablero fundido en sitio. Fuente: (AASHTO, 2007)

Tabla 6-5 Ancho de Franja Equivalente de Momentos Positivo y Negativo.

Ancho de Franja Equivalente		
Momento (+)	1,82	m
S	2100,00	mm
Momento (-)	1,75	m
S	2100,00	mm

Momento por Ancho Franja Equivalente

$$MLL_{AFE} = MLL * \left(\frac{m}{Afe}\right) \quad (6-5)$$

$$MLL +_{AFE} = 2.38 * \left(\frac{1.2}{1.82}\right) = 1,58$$

$$MLL -_{AFE} = 2.18 * \left(\frac{1.2}{1.75}\right) = 1,50$$

Momento por Efecto de Carga Viva (Impacto)

$$MLL_{IM} = MLL_{AFE} * 1 + \%Impacto \quad (6-6)$$

$$MLL +_{IM} = MLL +_{AFE} * 1.33 = \mathbf{2.10}$$

$$MLL -_{IM} = MLL -_{AFE} * 1.33 = \mathbf{2.00}$$

Tabla 6-6 Resumen de los Momentos por DC, DW y LL.

Determinación Momentos por DC, DW y LL		
Parámetro	Valor	Unidad
Carga Muerta, DC	1,39	Ton/m
Carga Muerta, DW	0,13	Ton/m
Momento Mdc (+,-)	0,61	Ton*m/m
Momento Mdw (+,-)	0,06	Ton*m/m
Rdc	1,46	Ton
Rdw	0,14	Ton
M'dc (-)	0,46	Ton*m/m
M'dw (-)	0,04	Ton*m/m
Momento MLL (+)	2,38	Ton*m/m
Momento MLL (-)	2,18	Ton*m/m
MLL(+)_{IM}	2.10	Ton*m/m
MLL(-)_{IM}	2.00	Ton*m/m

Se calcula la combinación de los posibles estados de carga, en dónde, se aplica el estado límite de Resistencia I.

Son usados los momentos por carga muerta DC y DW y momento por carga viva LL tanto positivos como negativos, cuyos factores a multiplicar a dichos momentos son los máximos y mínimos según la normativa, además de los valores de n como se especifica en la tabla 3-15.

$$M_u(+, -) = n((1.25 \text{ o } 0.9M_{DC}) + (1.5 \text{ o } 0.65M_{DW}) + (1.75(M_{LL+IM})) \quad (6-7)$$

Dónde:

M_{DC} = Momento por Carga Muerta de los elementos estructurales

M_{DC} = Momento por Carga Muerta de Rodadura y elementos auxiliares

M_{LL+IM} = Momento por Carga Viva más Efecto Dinámico

Tabla 6-7 Factores de Ductilidad, Redundancia e Importancia Operacional.

η_D	Factor de Ductilidad: diseño convencional y detalles complementarios.	1
η_R	Factor de Redundancia: para niveles convencionales.	1
η_I	Factor de Importancia Operacional: puentes típicos	1
$\eta = \eta_D * \eta_R * \eta_I$	Producto de los factores	1

Tabla 6-8 Combinación de Cargas para la obtención del Momento Último positivo y negativo.

Combinaciones de cargas		
Mu (+)	4,52	Ton-m
Mu (-)	-4,30	Ton-m

1.5 Acero de Refuerzo Principal Positivo

Se lo determina con el Momento Último positivo, por lo que el refuerzo principal se lo ubicará en la parte inferior de la losa perpendicular al tránsito.

Tabla 6-9 Cálculo del Acero de Refuerzo Positivo perpendicular al tránsito.

Refuerzo Positivo		
Acero perpendicular al tránsito		
As	7,91	cm ² /m
Ø	14,00	mm
N° Varillas	6,00	unidades
As real	9,24	cm ² /m
Separación	0,17	m
	16,67	cm
ρ	0,005	Ok
ρ bal	0,0459	
0,75* ρb	0,0345	

Tabla 6-10 Verificación del Momento en el refuerzo positivo perpendicular al tránsito.

Verificar		
a	1,63	cm
ØMn	470804,98	kg cm
	4,71	Ton - m
OK		

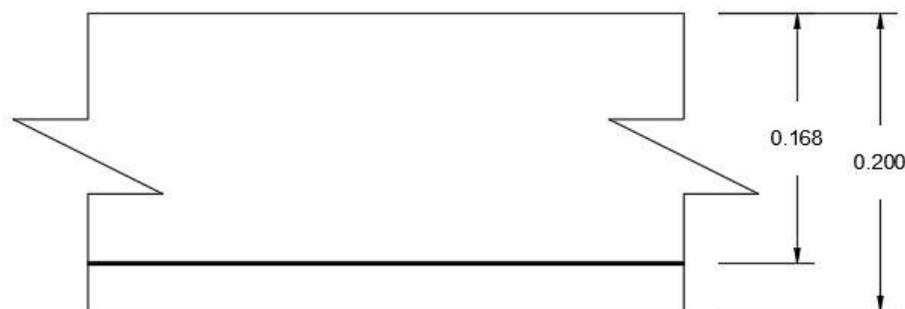


Figura 6-3 Esquema del Acero de Refuerzo Principal Inferior de la Losa

1.6 Acero de Refuerzo Principal Negativo

Se lo determina con el Momento Último negativo, por lo que el refuerzo principal se lo ubicará en la parte superior de la losa perpendicular al tránsito.

Tabla 6-11 Cálculo del Acero de Refuerzo Negativo perpendicular al tránsito.

Refuerzo Negativo		
Acero perpendicular al tránsito		
As	8,85	cm ² /m
Ø	14,00	mm
N° Varillas	6,00	unidades
As real	9,24	cm ² /m
Separación	0,17	m
	16,67	cm
ρ	0,005	Ok
ρ bal	0,0459	
0,75* ρb	0,0345	

Tabla 6-12 Verificación del Momento en el refuerzo negativo perpendicular al tránsito.

Verificar		
a	1,63	cm
ØMn	470804,98	kg cm
	4,71	Ton - m
OK		

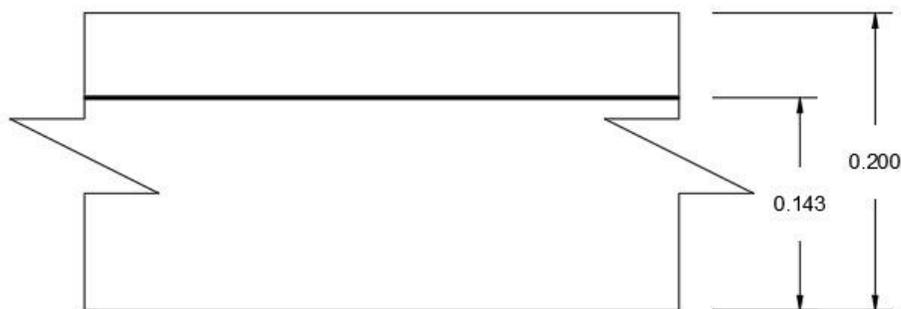


Figura 6-4 Esquema del Acero de Refuerzo Principal Inferior de la Losa

Tabla 6-13 Cálculo del Acero de Refuerzo por Distribución paralelo al tránsito.

Refuerzo de Distribución		
Acero paralelo al tránsito		
%	70,93	0,67
As	5,30	cm ² /m
Ø	12,00	mm
N° Varillas	5,00	unidades
As real	5,65	cm ² /m
Separación	0,20	m
	20,00	cm
ρ	0,003	Ok

Tabla 6-14 Cálculo del Acero de Refuerzo por Temperatura paralelo al tránsito.

Refuerzo por Temperatura		
Acero paralelo al tránsito		
As	0,15	mm ² /mm
As min	2,33	cm ² /m
Ø	8,00	mm
N° Varillas	3,00	unidades
As real	1,51	cm ² /m
Separación	0,33	m
	33,33	cm
ρ	0,0008	No Ok

Concluyendo, se puede resumir el refuerzo para el armado superior e inferior de la losa de concreto tanto en dirección perpendicular como paralelo al tránsito.

Tabla 6-15 Acero Superior e Inferior Perpendicular al tránsito en un ancho unitario.

Acero perpendicular al tránsito		
N° Varillas	6,00	unidades
Ø	14,00	mm
cada	16,00	cm

Tabla 6-16 Acero Superior e Inferior Perpendicular al tránsito en un ancho unitario.

Acero paralelo al tránsito		
N° Varillas	5,00	unidades
Ø	12,00	mm
cada	20,00	cm

Detallamiento de la Losa, Sección Transversal de la Superestructura del Puente

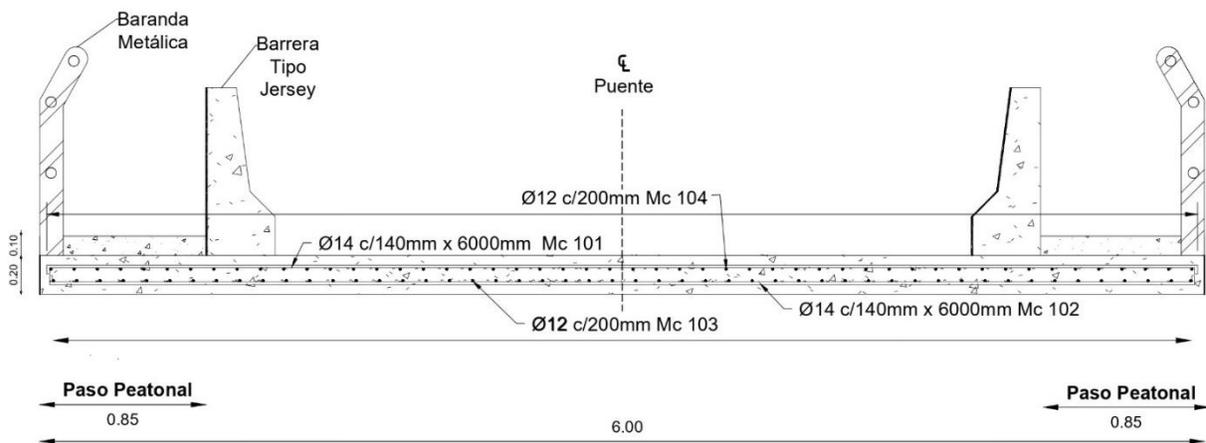


Figura 6-5 Detallamiento del Acero de Refuerzo de la Losa del Puente

Apéndice B2: Diseño de Volado

2.1 Anchos y Centros de Gravedad

Tabla 6-17 Distancias y Centros de Gravedad de los Elementos sobre el Volado

Datos Iniciales		
Parámetro	Valor	Unidad
Long. Volado	0,9	m
Ancho Acera	0,85	m
Ancho Barrera	0,35	m
Ancho Baranda	0,12	m
CG Acera	0,425	m
CG Barrera	0,13	m
CG Baranda	0,06	m

2.2 Cargas

Las cargas que actúan sobre el voladizo se las representa en la siguiente tabla en el cual se las ha considerado en un ancho unitario de profundidad.

$$VoladoDC = \rho_{Horm} * tlosa * 1m * Long. Volado = 417.60 \text{ kgf}$$

$$AceraDC = \rho_{Horm} * tacera * 1m * Ancho Acera = 169.36 \text{ kgf}$$

$$BarandaDW = Carga Lineal * 1m = 14 \text{ kgf}$$

$$PeatonalLL = Carga Peatón * 1m = 360 \text{ kgf}$$

Tabla 6-18 Cargas Permanentes y Transitorias actuantes sobre el Volado

Cargas Permanentes y Transitorias		
Parámetro	Valor	Unidad
Voladizo, DC	417,60	kgf
Acera, DC	169,36	kgf
Baranda, DW	14	kgf
Peatonal, LL	360	kgf

2.2.1 Efecto Carga Viva

$$bf = 0.45 \text{ m}$$

$$lbf = bf/4 = 0.113 \text{ m}$$

$$zeje = 0.113 - 0.05 = 0.063 \text{ m}$$

$$Lv = 0.90 \text{ m}$$

$$bbd = 0.12 \text{ m}$$

$$l = 0.30 \text{ m}$$

$$X = Lv - bbd - l - lbf = 0.367 \text{ m}$$

Type Of Deck	Direction of Primary Strip Relative to Traffic	Width of Primary Strip (mm)	
Concrete:			
• Cast-in-place	Overhang	1140 + 0.833X	
• Cast-in-place with stay-in-place concrete formwork	Either Parallel or Perpendicular	+M:	660 + 0.55S
		-M:	1220 + 0.25S
• Precast, post-tensioned	Either Parallel or Perpendicular	+M:	660 + 0.55S
		-M:	1220 + 0.25S

Figura 6-6 Ancho de Franja Equivalente para Voladizo fundido en sitio. Fuente: AASHTO LRFD 2007

Tabla 6-19 Ancho Franja Equivalente para el Volado de la losa.

Ancho Franja Equivalente		
Parámetro	Valor	Unidad
N° Carriles	1,00	-
m	1,20	m
X	367,00	mm
Afe. Volado	1,45	m

2.3 Momentos

$$M_{VoladoDC} = VoladoDC * \left(\frac{Lv}{2} - lbf\right) = 417.60 * \left(\frac{0.9}{2} - 0.113\right) = 140.73 \text{ kgf} * m$$

$$M_{AceraDC} = AceraDC * (CG Acera - zeje) = 169.36 * (0.425 - 0.063) = 61.31 \text{ kgf} * m$$

$$M_{BarandaDW} = BarandaDW * (Lv - CG Baranda - lbf) = 14 * (0.9 - 0.06 - 0.113) = 10.18 \text{ kgf} * m$$

$$M_{PeatonalLL} = PeatonalLL * X = 132.12 \text{ kgf} * m$$

$$M_{DC} = M_{VoladoDC} + M_{AceraDC} = 202.04 \text{ kgf} * m$$

$$M_{DW} = M_{BarandaDW} = 10.18 \text{ kgf} * m$$

$$M_{LL+IM} = \frac{mp * (M_{PeatonalLL} + M_{PeatonalLL} * \%IM)}{Afe} = \frac{1.2 * (132.12 * 1.33)}{1.45} = 145.42 \text{ kgf} * m$$

Usando la ecuación 6.7 para Momento último por Resistencia I

$$M_u(+, -) = n((1.25 \text{ o } 0.9M_{DC}) + (1.5 \text{ o } 0.65M_{DW}) + (1.75(M_{LL+IM})))$$

$$M_u(+, -) = 1 * ((1.25 * 202.04) + (1.5 * 10.18) + (1.75 * 145.42)) = 522.3 \text{ kgf} * m$$

$$M_u(+, -) = 0.52 \text{ Ton} * m$$

Tabla 6-20 Calculo del Acero de Refuerzo en el Volado

Refuerzo Positivo y Negativo		
Acero perpendicular al tránsito		
As	0,15	mm ² /mm
As min	2,33	cm ² /m
Ø	8,00	mm
N° Varillas	3,00	unidades
As real	1,51	cm ² /m
Separación	0,33	m
	33,33	cm
ρ	0,0008	No Ok

Debido a que el Momento último es muy pequeño en comparación al de la Losa y para ser conservadores, se opta por diseñar el volado con el mismo acero de refuerzo perpendicular y paralelo para mantener la uniformidad.

Apéndice B3: Diseño de Viga

Chequeo de la viga tipo I sometida a Flexión

3.1 Generalidades de la Viga de Acero

3.1.1 Dimensiones

La viga de acero escogida es tipo I en el cuál con respecto al peralte mínimo determinado en el apartado 3.3 se muestra a continuación sus dimensiones:

Viga I 1000x450x25x10		
Ancho del Ala, bf	0,450	m
Espesor del Ala, tf	0,025	m
Altura del Alma, D	0,950	m
Espesor del Alma, tw	0,010	m
Peralte de la viga, d	1,000	m

3.1.2 Propiedades de los Materiales

La viga de acero presenta lo siguiente:

$$F_y = 50 \text{ksi} = 344.50 \text{Mpa}, \quad \text{Esfuerzo de fluencia del acero}$$

$$E_s = 29000 \text{ksi} = 200000 \text{Mpa}, \quad \text{Módulo de elasticidad del acero}$$

3.1.3 Propiedades de la Sección

Áreas

$$A_{fs} = b_{fs} * t_{fs} = 0.01125 \text{m}^2$$

	Base, b [m]	Altura, t [m]	Área [m ²]
Área 1, A _{fs}	0,45	0,025	0,01125
Área 2, A _w	0,01	0,95	0,0095
Área 3, A _{fi}	0,45	0,025	0,01125

$$A_{gNC} = 0.032 \text{m}^2$$

Centroides desde la fibra inferior

$$Y_{fs} = t_{fi} + D + \frac{t_{fs}}{2}$$

$$Y_w = t_{fi} + \frac{D}{2}$$

$$Y_{fi} = \frac{t_{fi}}{2}$$

	Yi [m]
Y _{fs}	0,9875
Y _w	0,5
Y _{fi}	0,0125

$$Y_{cg} = \frac{A_{fs} * Y_{fs} + A_{fs} * Y_{fs} + A_{fs} * Y_{fs}}{A_{gNC}} = 0.50 \text{ m}$$

3.2 Cálculos de la Sección No Compuesta

3.2.1 Momento de Inercia y radio de giro en el eje X

$$I_{xfs} = \frac{b_{fs} * t_{fs}^3}{12} = 5.86 \text{ E} - 07 \text{ m}^4$$

$$I_{xNC} = (I_{xfs} + A_{fs} * (Y_{fs} - Y_{cg})^2) + (I_{xw} + A_w * (Y_w - Y_{cg})^2) + (I_{xfi} + A_{fi} * (Y_{fi} - Y_{cg})^2)$$

$$I_{xNC} = 0.006063 \text{ m}^4$$

	li	Ai*(Yi-Ycg)^2	Inercia Total
Inercia 1, I _{fs}	5,86E-07	0,002674	0,002674
Inercia 2, I _w	0,000714	0,00000	0,00071
Inercia 3, I _{fi}	5,86E-07	0,002674	0,002674
I _{xNC}	0,006063	m ⁴	

$$r_{xNC} = \sqrt{\frac{I_{xNC}}{A_{gNC}}} = 0.435 \text{ m}$$

3.2.2 Momento de Inercia y radio de giro en el eje Y

$$I_{yfs} = \frac{t_{fs} * b_{fs}^3}{12} = 0.0001898 \text{ m}^4$$

$$I_{yNC} = I_{yfs} + I_{yw} + I_{yfi}$$

$$I_{yNC} = 3.80E - 04 \text{ m}^4$$

$$r_{yNC} = \sqrt{\frac{I_{yNC}}{A_{gNC}}} = 0.109 \text{ m}$$

3.2.3 Módulo elástico de sección no compuesta alrededor de X

Distancia desde el centroide hasta el borde superior e inferior de la viga

$$Y_{xNC} = Y_{cg} = 0.50 \text{ m}$$

Módulo de sección elástico hasta las fibras superior e inferior

$$S_{xNC} = \frac{I_{xNC}}{Y_{xNC}} = 0.012 \text{ m}^3$$

3.2.4 Momento elástico de sección no compuesta

$$M_{eNC} = S_{xNC} * f_y = 12125.83 \text{ cm}^3 * 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 5.09 E + 07 \text{ kgf} * \text{cm}$$

$$M_{eNC} = 509.30 \text{ Ton} * \text{m}$$

3.2.5 Módulo plástico de sección no compuesta alrededor de X

$$Y_{enx} = \frac{A_{fs} - A_{fi}}{2t_w} + \frac{D}{2} + t_{fi} = Y_{cg} = 0.50 \text{ m}$$

$$Z_{xNC} = A_{fs} * \left(d - Y_{enx} - \frac{t_{fs}}{2} \right) + A_{fi} * \left(Y_{enx} - \frac{t_{fi}}{2} \right) + \left(\frac{(D - (Y_{enx} - t_{fi}))^2}{2} * t_w \right) + \left(\frac{(Y_{enx} - t_{fi})^2}{2} * t_w \right) =$$

3.2.6 Momento plástico de sección no compuesta

$$M_{pNC} = Z_{xNC} * f_y = 12125.83 \text{ cm}^3 * 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 5.09 \text{ E} + 07 \text{ kgf} * \text{cm}$$

$$M_{pNC} = 509.30 \text{ Ton} * \text{m}$$

Resumen de las propiedades de la sección no compuesta

Propiedades de la Viga (Sección No Compuesta)		
Área	0,03200	m ²
Inercia en X	0,00606	m ⁴
Inercia en Y	0,00157	m ⁴
Centroide desde la base CG	0,50000	m
Radio de giro rx	0,43500	m
Radio de giro ry	0,10900	m
Módulo elástico Sx	0,01200	m ³
Momento elástico Mex	509,30	Ton*m
Módulo plástico Zx		m ³
Momento plástico Mpx		Ton*m

Ancho Efectivo de las Vigas

$$S = 2.1\text{m}$$

$$S_{ext} = 0.9\text{m}$$

$$\frac{L}{B} = 7.14\text{m}$$

Ancho Efectivo interior para vigas $\frac{L}{B} \geq 5 \therefore b_{efint} = S = 2.1\text{m}$

Ancho Efectivo exterior para vigas $b_{efext} = \frac{b_{efint}}{2} + \min\left(\frac{b_{efint}}{2}, S_{ext}\right) = 1.95\text{m}$

3.3 Chequeo de las dimensiones de la viga tipo I

3.3.1 Esbeltez del Alma (Art. 6.10.2. AASHTO LRFD 2017)

$$\frac{D}{t_w} = 100 \leq 150 \therefore Ok$$

3.3.2 Dimensiones de las alas (Art. 6.10.2 AASHTO LRFD 2017)

Esbeltez de las alas

$$\frac{b_{fs}}{2 * t_{fs}} = \frac{b_{fi}}{2 * t_{fi}} = 9 \leq 12 \therefore Ok$$

Ancho de las alas

$$b_f = \min(b_{fs}, b_{fi}) = 450 \text{ mm} \quad \frac{D}{6} = 158.33 \text{ mm}$$
$$b_f \geq \frac{D}{6} \therefore Ok$$

Espesor de las alas

$$t_f = \min(t_{fs}, t_{fi}) = 25 \text{ mm} \quad 1.1 * t_w = 11 \text{ mm}$$

$$t_f \geq 1.1 * t_w \therefore Ok$$

Relación de inercias en el eje débil de las alas

$$10 \geq \frac{I_{yfs}}{I_{yfi}} = 1 \geq 0.1 \therefore Ok$$

Restricción de ancho del ala a compresión (AASHTO LRFD C6.10.3.4-1)

$$b_{fs} = 450 \text{ mm} \geq \frac{L}{85} = 17.65 \text{ mm} \therefore Ok$$

3.3.3 Chequeo del peralte de la viga (T 2.5.2.6.3-1 AASHTO LRFD 2017)

Peralte mínimo del tablero incluyendo losa

$$d_{min} = 0.33 * L = 495 \text{ mm} \quad d = 950 \text{ mm}$$
$$d \geq d_{min} \therefore Ok$$

3.4 Cálculo de la Sección Compuesta a Corto Plazo

Propiedades de los Materiales

La viga de acero y la losa de concreto presentan lo siguiente:

$$\text{Esfuerzo de fluencia del acero, } F_y = 50 \text{ ksi} = 344.50 \text{ MPa}$$

$$\text{Módulo de elasticidad del acero, } E_s = 29000 \text{ ksi} = 200000 \text{ MPa}$$

$$\text{Resistencia a compresión del concreto, } f'_c = 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 28 \text{ MPa}$$

$$\text{Módulo de elasticidad del concreto, } E_c = 15100 * \sqrt{f'_c} \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) = 25175.57 \text{ MPa}$$

Art. C5.4.2.4 – 2A ASHTO LRFD 2017

3.4.1 Viga Interior

$$\text{Relación Modular, } n = \frac{E_s}{E_c} = 8.07 = 8 \quad \text{Art. 6.10.1.1.1b – 1 AASHTO LRFD 2017}$$

$$\text{Espesor de la losa, } t_s = 200 \text{ mm}$$

$$\text{Ancho de losa eq. en acero corto plazo, } b_{SCP} = \frac{b_{efint}}{n} = \frac{2100 \text{ mm}}{8} = 263 \text{ mm}$$

3.4.2 Cálculo del Áreas

Área de losa eq. en acero a corto plazo

$$A_{SCP} = b_{SCP} * t_s = 0.0526 \text{ m}^2 = 52600 \text{ mm}^2$$

Área de sección compuesta a corto plazo

$$A_{gCP} = A_{SCP} + A_{gNC} = 0.0526 \text{ m}^2 + 0.0320 \text{ m}^2 = 0.0846 \text{ m}^2 = 84600 \text{ mm}^2$$

3.4.3 Centroides desde la fibra inferior

$$\text{peralte de la viga, } d = 1000 \text{ mm}$$

$$\text{Espesor de relleno entre la viga y losa, } t_{rell} = 50 \text{ mm}$$

Distancia al centroide de losa desde la fibra inferior de la viga

$$y_s = d + t_{rell} + \frac{t_s}{2} = 1150 \text{ mm}$$

Centroide de Sección Compuesta a Corto Plazo

$$y_{cgCP} = \frac{A_{fs} * Y_{fs} + A_{fi} * Y_{fi} + A_w * Y_w + A_{SCP} * Y_s}{A_{gCP}}$$

$$y_{cgCP} = \frac{11250 * 987.5 + 11250 * 12.5 + 9500 * 500 + 52600 * 1150}{84600} = 904.14 \text{ mm}$$

3.4.4 Momento de Inercia de Sección Compuesta a Corto Plazo en el eje X

$$I_{xs} = \frac{b_{SCP} * t_s^3}{12} = \frac{0.263 * 0.20^3}{12} = 1.75E - 04 \text{ m}^4$$

$$I_{xCP} = \left(I_{xfs} + A_{fs} * (Y_{fs} - Y_{cgCP})^2 \right) + \left(I_{xw} + A_w * (Y_w - Y_{cgCP})^2 \right) \\ + \left(I_{xfi} + A_{fi} * (Y_{fi} - Y_{cgCP})^2 \right) + \left(I_{xs} + A_{SCP} * (Y_s - Y_{cgCP})^2 \right)$$

$$I_{xCP} = 7.876E - 05 + 8.945E - 03 + 2.266E - 03 + 3.355E - 03 = 0.01464 \text{ m}^4$$

3.4.5 Módulo Elástico de Sección Compuesta a Corto Plazo

Distancia del centroide al borde superior

$$y_{sCP} = d - y_{cgCP} = 1000 - 904.14 = 95.86 \text{ mm}$$

Distancia del centroide al borde superior

$$y_{iCP} = y_{cgCP} = 904.14 \text{ mm}$$

Módulo de sección elástico hasta la fibra superior

$$S_{sCP} = \frac{I_{xCP}}{y_{sCP}} = \frac{0.01464}{0.09586} = 0.1528 \text{ m}^3$$

Módulo de sección elástico hasta la fibra inferior

$$S_{iCP} = \frac{I_{xCP}}{y_{iCP}} = \frac{0.01464}{0.90414} = 0.0162 \text{ m}^3$$

3.5 Cálculo de la Sección Compuesta a Largo Plazo

3.5.1 Viga Interior

$$\text{Relación Modular, } n = \frac{E_s}{E_c} = 8.07 = 8 \quad \text{Art. 6.10.1.1.1b - 1 AASHTO LRFD 2017}$$

$$\text{Espesor de la losa, } t_s = 200 \text{ mm}$$

$$\text{Ancho de losa eq. en acero largo plazo, } b_{SLP} = \frac{b_{efint}}{3 * n} = \frac{2100 \text{ mm}}{24} = 87.5 \text{ mm}$$

3.5.2 Cálculo del Áreas

Área de losa eq. en acero a largo plazo

$$A_{SLP} = b_{SLP} * t_s = 0.0175 \text{ m}^2 = 17500 \text{ mm}^2$$

Área de sección compuesta a largo plazo

$$A_{gLP} = A_{SLP} + A_{gNC} = 0.0175 \text{ m}^2 + 0.0320 \text{ m}^2 = 0.0495 \text{ m}^2 = 49500 \text{ mm}^2$$

3.5.3 Centroides desde la fibra inferior

peralte de la viga, $d = 1000 \text{ mm}$

Espesor de relleno entre la viga y losa, $t_{rell} = 50 \text{ mm}$

Distancia al centroide de losa desde la fibra inferior de la viga

$$y_s = d + t_{rell} + \frac{t_s}{2} = 1150 \text{ mm}$$

Centroide de Sección Compuesta a Largo Plazo

$$y_{cgLP} = \frac{A_{fs} * Y_{fs} + A_{fi} * Y_{fi} + A_w * Y_w + A_{sLP} * Y_s}{A_{gLP}}$$
$$y_{cgLP} = \frac{11250 * 987.5 + 11250 * 12.5 + 9500 * 500 + 17500 * 1150}{49500} = 729.80 \text{ mm}$$

3.5.4 Momento de Inercia de Sección Compuesta a Largo Plazo en el eje X

$$I_{xs} = \frac{b_{sLP} * t_s^3}{12} = \frac{0.0875 * 0.20^3}{12} = 5.83E - 05 \text{ m}^4$$

$$I_{xLP} = \left(I_{xfs} + A_{fs} * (Y_{fs} - Y_{cgLP})^2 \right) + \left(I_{xw} + A_w * (Y_w - Y_{cgLP})^2 \right) \\ + \left(I_{xfi} + A_{fi} * (Y_{fi} - Y_{cgLP})^2 \right) + \left(I_{xs} + A_{sLP} * (Y_s - Y_{cgLP})^2 \right)$$

$$I_{xLP} = 7.477E - 07 + 1.216E - 03 + 5.789E - 03 + 3.148E - 03 = 0.010154 \text{ m}^4$$

3.5.5 Módulo Elástico de Sección Compuesta a Largo Plazo

Distancia del centroide al borde superior

$$y_{sLP} = d - y_{cgLP} = 1000 - 729.80 = 270.20 \text{ mm}$$

Distancia del centroide al borde inferior

$$y_{iLP} = y_{cgLP} = 729.80 \text{ mm}$$

Módulo de sección elástico hasta la fibra superior

$$S_{xLPs} = \frac{I_{xLP}}{y_{sLP}} = \frac{0.010154}{0.27020} = 0.0376 \text{ m}^3$$

Módulo de sección elástico hasta la fibra inferior

$$S_{xLPi} = \frac{I_{xCP}}{y_{iCP}} = \frac{0.010154}{0.72980} = 0.0139 \text{ m}^3$$

Apéndice B4: Diseño de Conectores de Corte

Chequeo de la viga tipo I sometida a Corte

4.1 Generalidades del Puente

4.1.1 Dimensiones

La viga de acero escogida es tipo I en el cuál con respecto al peralte mínimo determinado en el apartado 3.3 se muestra a continuación sus dimensiones:

Viga I 1000x450x25x10		
Ancho del Ala, bf	0,450	m
Espesor del Ala, tf	0,025	m
Altura del Alma, D	0,950	m
Espesor del Alma, tw	0,010	m
Peralte de la viga, d	1,000	m

Datos adicionales:

$$\text{Longitud del Puente, } L = 15 \text{ m}$$

$$\text{Ancho efectivo Losa, } b_{ef} = 1.95 \text{ m}$$

$$\text{Espesor de Losa, } t_s = 0.20 \text{ m}$$

4.1.2 Propiedades de los Materiales

La viga de acero y la losa de concreto presentan lo siguiente:

$$\text{Esfuerzo de fluencia del acero, } F_y = 50 \text{ ksi} = 344.50 \text{ MPa}$$

$$\text{Módulo de elasticidad del acero, } E_s = 29000 \text{ ksi} = 200000 \text{ Mpa}$$

$$\text{Resistencia a compresión del concreto, } f'_c = 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 28 \text{ MPa}$$

$$\text{Módulo de elasticidad del concreto, } E_c = 15100 * \sqrt{f'_c} \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) = 25175,57 \text{ MPa}$$

4.1.3 Resistencia nominal de alma rigidizada

$d_o =$ Distancia entre rigidizadores

$k =$ Coeficiente de pandeo de corte

$$d_o = 1680\text{mm} \quad k = 5 + \frac{5}{\frac{d^2}{D}} = 6.599$$

$$\frac{2 * D * t_w}{b_{fs} * t_{fs} + b_{fi} * t_{fi}} = 0.84, \quad \text{Art. 6.10.9.3.2 - 2 AASHTO LRFD 2017}$$

$V_p =$ Fuerza plástica a corte

$$V_p = 0.58 * F_y * D * t_w = 193.749 \text{ Tonf}, \text{ Art. 6.10.9.3.2 - 3 AASHTO LRFD 2017}$$

$C =$ Relacion de pandeo y cedencia por corte

$$\frac{D}{t_w} = 95 \quad 1.4 \sqrt{\frac{E * k}{F_y}} = 86.61$$

$$\frac{D}{t_w} > 1.4 \sqrt{\frac{E * k}{F_y}} \therefore C = \frac{1.57}{\left(\frac{D}{t_w}\right)^2} * \frac{E * k}{F_y} = 0.67$$

Art. 6.10.9.3.2 - 4 - 6 AASHTO LRFD 2017

Para paneles finales

$$V_{ne} = C * V_p = 129.037 \text{ tonf}, \quad \text{Art. 6.10.9.3.3 - 1 AASHTO LRFD 2017}$$

Para paneles internos

$$V_{ni} = V_p * \left(C + \frac{0.87(1 - C)}{\sqrt{1 + \left(\frac{d_o}{D}\right)^2 + \frac{d_o}{D}}} \right) = 143.853 \text{ tonf}$$

Art. 6.10.9.3.2 - 8 AASHTO LRFD 2017

$$\phi_{\text{corte}} = 1, \quad \text{Art. 6.5.4.2 AASHTO LRFD 2017}$$

Cortante actuante para estado limite de resistencia

$$Vu = 108.63 \text{ tonf}$$

$$Vu < \phi_{corte} * Vni = \text{Cumple para panel interno}$$

$$Vu < \phi_{corte} * Vne = \text{Cumple para panel finales}$$

4.2 Conectores de Corte tipo Perno Stud

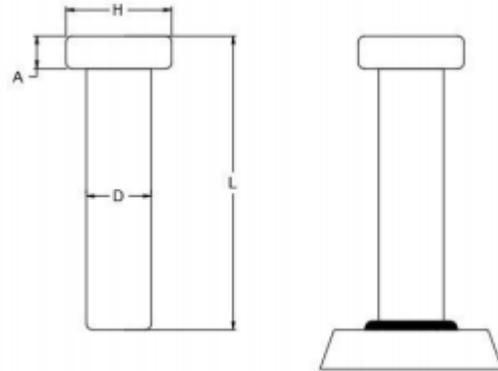
4.2.1 Fuerzas de diseño en conectores de corte

$$L_{perno} = 4 + 0.39 = 4.39 \text{ in}$$

$$D_{perno} = 0.75 \text{ in}$$

$$A_{perno} = 0.39 \text{ in}$$

$$H_{perno} = 1.25 \text{ in}$$



$$\frac{L_{perno}}{D_{perno}} > 4$$

$$5.85 > 4 \therefore \text{Cumple}$$

Fuerzas de diseño Art. 6.10.10.4.2 AASHTO LRFD 2017

Resistencia de la sección de concreto

$$P_{losa} = 0.85 * (f'c * bef * ts) = 999.6 \text{ Tonf}$$

Resistencia de la sección de acero

$$P_{acero} = Fy * D * tw + Fy * bfs * tfs + Fy * bfi * tfi = 1125.23 \text{ Tonf}$$

Menor resistencia de la sección de acero

$$Pp = 996.6 \text{ Tonf}$$

Fuerza en caso de ser un puente curvo

$$F_p = 0 \text{ Tonf}$$

Fuerza cortante de diseño

$$P = \sqrt{P_p^2 + F_p^2} = 996.6 \text{ Tonf}, \quad \text{Art. 6.10.10.4.2 - 1 AASHTO LRFD 2017}$$

4.2.2 Resistencia nominal de los pernos de corte

$$F_{y_{perno}} = 50 \text{ ksi}$$

$$F_{u_{perno}} = 65 \text{ ksi}$$

$$\text{Área}_{perno} = 0.4417 \text{ in}^2 = 2.85 \text{ cm}^2$$

$$Q_{n1} = 0.5 \text{Área}_{perno} * \sqrt{f'_c * E_c} = 12.17 \text{ tonf}$$

$$Q_{n2} = \text{Área}_{perno} * F_{u_{perno}} = 13.03 \text{ tonf}$$

$$\text{Art. 6.10.10.3 - 1 AASHTO LRFD 2017}$$

Resistencia nominal del perno de corte

$$Q_n = \min(Q_{n1}, Q_{n2}) = 12.17 \text{ tonf}$$

$$\phi_{pernocorte} = 0.85$$

$$\text{Art. 6.5.4.2 AASHTO LRFD 2017}$$

Número mínimo de pernos a lo largo de la viga

$$n_{min} = \frac{P}{\phi_{pernocorte} * Q_n} = 96.34$$

Número de pernos de corte a usar para cada viga

$$n = 125$$

Separación de pernos de corte en filas de 3

$$\text{Separación} = \frac{L}{n} = 0.12 \text{ m} = 12 \text{ cm}$$

$$\text{Separación} > 4 * D_{perno}$$

$$12 > 7.62 \therefore \text{Si cumple}$$

Apéndice B5: Verificación de estado límite de servicio

5.1 Deformaciones elásticas

Se consideran cuando son causadas por la carga viva del camión de diseño o por la combinación del 25% del camión de diseño + carga de carril.

Datos

$$L = 15m \quad \frac{L}{1000} = 1.5cm$$

$$\delta_{LL} = 6mm$$

$$\delta_{LL0.25camion+carril} = 10mm$$

$$\max(\delta_{LL}, \delta_{LL0.25camion+carril}) > \frac{L}{1000} \therefore \text{Cumple}$$

5.2 Deformaciones plásticas Estado Límite de Servicio II

Momento por Carga Permanente antes que el concreto endurezca

(Trabaja como Sección No Compuesta)

$$M_{DC1} = 87.125 \text{ Ton} * m$$

Momento por el residuo de Carga Permanente antes que el concreto endurezca

(Trabaja como Sección Compuesta)

$$M_{DC2} = 22.158 \text{ Ton} * m$$

Momento por la Capa de Rodadura

$$M_{DW} = 11.213 \text{ Ton} * m$$

Momento por el Camión de Diseño

$$M_{LL+IM} = 85.256 \text{ Ton} * m$$

Módulos Elásticos

Sección no compuesta, hasta la fibra superior e inferior

$$S_{xNC} = 0.012 \text{ m}^3$$

Sección compuesta a corto plazo

$$S_{xCPs} = 0.1528 \text{ m}^3$$

$$S_{xCPI} = 0.0162 \text{ m}^3$$

Sección compuesta a largo plazo

$$S_{xLPs} = 0.0376 \text{ m}^3$$

$$S_{xLPI} = 0.0139 \text{ m}^3$$

Esfuerzos

Esfuerzo de Fluencia del Acero

$$F_y = 50 \text{ ksi} = 344.5 \text{ MPa}$$

Esfuerzo por Estado Límite de Servicio II para el ala superior

$$f_s = \frac{M_{DC1}}{S_{xNC}} + \frac{M_{DC2} + M_{DW}}{S_{xLPs}} + \frac{1.3 * M_{LL+IM}}{S_{xCPs}} = 8873.29 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} = 87.05 \text{ MPa}$$

Esfuerzo por Estado Límite de Servicio II para el ala inferior

$$f_i = \frac{M_{DC1}}{S_{xNC}} + \frac{M_{DC2} + M_{DW}}{S_{xLPI}} + \frac{1.3 * M_{LL+IM}}{S_{xCPI}} = 16502.7 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} = 161.89 \text{ MPa}$$

Verificación de los Esfuerzos

$$0.95 * R_h * F_y = 327.28 \text{ MPa}$$

$R_h = 1$, Factor de hibridez para un sólo material

$f_i = 0 \text{ MPa}$, Esfuerzo de pandeo lateral para puentes rectos

Ala Superior

$$f_s < 0.95 * R_h * F_y \therefore Ok$$

Ala Inferior

$$f_i + \frac{f_i}{2} < 0.95 * R_h * F_y \therefore Ok$$

Apéndice B6: Rigidizadores por aplastamiento

6.1 Dimensiones de la Viga

Viga I 1000x450x25x10		
Ancho del Ala, bf	0,450	m
Espesor del Ala, tf	0,025	m
Altura del Alma, D	0,950	m
Espesor del Alma, tw	0,010	m
Peralte de la viga, d	1,000	m

Datos adicionales:

$$\text{Longitud del Puente, } L = 15 \text{ m}$$

$$\text{Ancho de soldadura entre ala y alma, } D_{sol} = 7 \text{ mm}$$

$$\text{Distancia desde el ala al extremo de la soldadura, } k = t_{fs} + D_{sol} = 32 \text{ mm}$$

6.2 Propiedades de los Materiales

Acero A588 Gr 50 para vigas,

$$\text{Esfuerzo de fluencia del acero para vigas, } F_y = 50 \text{ ksi} = 344.738 \text{ MPa}$$

Acero Grado 50

$$\text{Esfuerzo de fluencia del acero para rigidizadores, } F_{y_r} = 50 \text{ ksi} = 344.5 \text{ MPa}$$

$$\text{Módulo de elasticidad del acero, } E = 29000 \text{ ksi} = 200000 \text{ MPa}$$

Soldadura: AWS E70xx

$$\text{Resistencia límite al corte del electrodo, } F_{sol} = 70 \text{ ksi} = 482.30 \text{ MPa}$$

Reacción del apoyo

$$R_u = 112.12 \text{ tonf}$$

6.3 Resistencia del alma por las cargas

6.3.1 Resistencia por cedencia del alma

$$Ru \leq \phi_b * Rn1$$

$$\text{Factor de reducción, } \phi_b = 1$$

$$\text{Longitud de Apoyo de Viga, } N = 60\text{cm}$$

$$Rn1 = (5 * k + N) * (Fy * tw) = 5330.75 \text{ Tonf}$$

6.3.2 Resistencia por aplastamiento del alma

$$Ru < \phi_w * Rn2$$

$$\phi_w = 0.8$$

$$Rn2 = 0.80tw^2 \left(1 + 3 * \left(\frac{N}{d} \right) * \left(\frac{tw}{tfs} \right)^{1.5} \right) * \sqrt{\frac{E * Fy * tfs}{tw}} = 114.84 \text{ Tonf}$$

$$\phi Rn_{min} = (\phi_b * Rn1, \phi_w * Rn2) = 91.87 \text{ Tonf}$$

$$\frac{Ru}{\phi Rn_{min}} = 1.22 > 1 \therefore \text{Se necesitan rigidizadores en apoyos}$$

6.3.3 Dimensiones del rigidizador

$$bt = \frac{bfs - tw}{2} = 220 \text{ mm}$$

ancho de rigidizador escogido, $bt = 190 \text{ mm}$

espesor del rigidizador, $tp = 10 \text{ mm}$

altura del rigidizador, $D = 950 \text{ mm}$

6.3.4 Requerimiento para el detallado

$$\text{Límite del ancho del rigidizador, } bt \leq 0.48 * tp \sqrt{\frac{E}{Fy}}$$

$$0.48 * tp \sqrt{\frac{E}{Fy}} = 115.6 \text{ mm} \therefore \text{Satisface}$$

6.3.5 Ancho del rigidizador

$$bt \geq 2 + \frac{D}{30}$$

$$2 + \frac{D}{30} = 33.66 \text{ mm} \therefore \text{Satisface}$$

$$16 * tp \geq bt \geq \frac{bfi}{4}$$

$$16 * tp \geq bt \geq \frac{bfi}{4} \therefore \text{Satisface}$$

Restricciones

$$I_t \geq I_{t1}$$

$$I_t \geq I_{t2}$$

$$do = 500 \text{ cm}$$

Rigidez a flexión del rigidizador

$$J = \frac{2.5}{\frac{do^2}{D}} - 2 \geq 0.5 \gg \text{Falso} \therefore \text{Se usa } J = 0.5$$

$$b = \min(D, do) = 95 \text{ cm} = 37.4 \text{ in}$$

$$I_{t1} = b * t_w^3 * J = 1.141 \text{ in}^4$$

$$F_{crs} = \frac{0.31 * E}{\frac{bt^2}{tp}} \leq Fy$$

Esfuerzo por pandeo local del rigidizador

$$F_{crs} = \frac{0.31 * E}{\frac{bt^2}{tp}} = 24.91 \text{ ksi},$$

$$\rho_t = \max\left(\frac{F_y}{F_{crs}}, 1\right) = 2$$

$$I_{t2} = \frac{D^4 * \rho_t^{1.3}}{40} * \frac{F_y^{15}}{E} = 8.62 \text{ in}^4$$

$$I_t = \frac{tp * bt^3}{12} + tp * bt * \frac{bt^2}{2} = 54.93 \text{ in}^4$$

$$I_t \geq \min(I_{t1}, I_{t2}) \therefore \text{Satisface}$$

6.4 Diseño

Factor de resistencia por cedencia local del alma, $\phi = 1$

*Área de la sección transversal sin destajes, $A_{pn} = 2(bt - 25\text{mm}) * tp$*

*Resistencia al aplastamiento, $R_{sbr} = 1.4 * A_{pn} * F_y$*

Resistencia al aplastamiento aminorada, $\phi R_{sbr} = 1592.69 \text{ KN}$

$$\frac{R_u}{\phi R_{sbr}} \leq 1 \therefore \text{Satisface,} \quad \text{Demanda de capacidad}$$

6.4.1 Diseño del rigidizador como columna

*Longitud efectiva para rigidizadores, $KL = 0.75 * D = 71.25 \text{ cm}$*

*Área total de rigidizadores y alma efectiva, $A = 18 * tw^2 + 2 * bt * tp = 56 \text{ cm}^2$*

$$I = \frac{1}{12} * (18 * tw) * tw^3 + \left(\frac{1}{12} * tp * bt^3 + (bt * tp) * \left(\frac{bt}{2} + \frac{tw}{2} \right)^2 \right) * 2 = 4944.667 \text{ cm}^4$$

Inercia y alma efectiva

$$\text{Radio de giro de rigidizadores y alma efectiva, } r_s = \sqrt{\frac{I}{A}} = 9.39 \text{ cm}$$

$$\text{Resistencia nominal equivalente a cedencia, } P_o = F_y * A = 1930.53 \text{ kN}$$

$$\text{Carga crítica al pandeo flexioanl, } P_e = \frac{\pi^2 * E}{\frac{KL^2}{r_s^2}} * A = 191990.268 \text{ kN}$$

$$\frac{P_e}{P_o} \geq 0.44 \therefore P_n = 0.658^{\frac{P_o}{P_e}} * P_o = 1922.42 \text{ kN}$$

$$\text{Coeficiente de minoración, } \phi = 0.9$$

$$\text{Resistencia a compresión factorada, } \phi * P_n = 1730.178 \text{ kN}$$

Demanda de capacidad

$$\frac{R_u}{\phi * P_n} = 0.63$$

6.5 Cálculo de soldadura

$$\text{Ancho de soldadura entre ala y alma considerado, } D_{sol} = 7 \text{ mm}$$

Resistencia a corte de la soldadura

$$\text{Coeficiente de minoración para soldadura a corte, } \phi_{e2} = 0.8$$

$$\text{Resistencia de la soldadura, } R_r = 0.6 * \phi_{e2} * F_{exx} = 33.6 \text{ ksi}$$

Longitud de contacto entre planchas y alma de la viga

$$L_w = 4 * (D - 5 \text{ mm}) = 3780 \text{ mm}$$

$$\frac{D - 5mm}{D_{sol}} > 100 \therefore$$

$$\text{Factor de reducción de longitud de soldadura, } \beta = 1.2 - 0.2 * \frac{D - 5mm}{100 * D_{sol}} = 0.93$$

$$\text{Longitud de soldadura efectiva, } Lw_{ef} = Lw * \beta = 3515.4mm$$

$$\text{Ancho efectivo de la soldadura, } D_{sol_{ef}} = \frac{D_{sol}}{\sqrt{2}} = 4.95mm$$

Demanda capacidad de soldadura

$$DC = \frac{Ru}{Rr * Lw_{ef} * D_{sol_{ef}}} = 0.277 \leq 1 \therefore \text{Satisface}$$

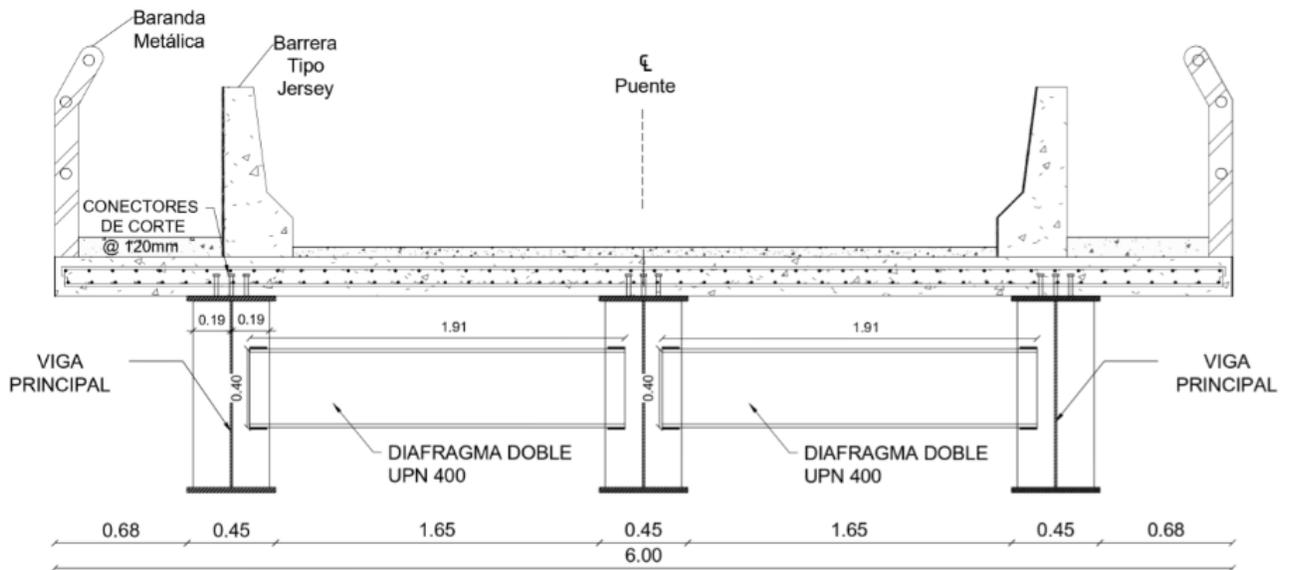
Revisar que no se haya sobrepasado el ancho de soldadura D

$$D_{max} = \min(tw, tp) > 0.25in \therefore \min(tw, tp) - 0.0625 = 8.41 \text{ mm}$$

$$D_{sol} \leq D_{max} \therefore \text{Satisface}$$

Apéndice B7: Diafragmas

7.1 Geometría del Puente



Longitud de tramo de puente, $L = 15 \text{ m}$

Separación entre vigas, $S = 2.5 \text{ m}$

Momento máximo en el tramo, $M_f = 942.75 \text{ tonf}$

7.2 Geometría de la Viga Principal

Viga I 1000x450x25x10		
Ancho del Ala, bf	0,450	m
Espesor del Ala, tf	0,025	m
Altura del Alma, D	0,950	m
Espesor del Alma, tw	0,010	m
Peralte de la viga, d	1,000	m

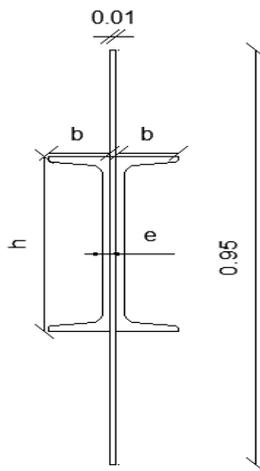
Propiedades de la sección

Inercia alrededor del eje X, $I_x = 6.06 \times 10^5 \text{ cm}^4$

Inercia alrededor del eje Y, $I_y = 1.57 \times 10^5 \text{ cm}^4$

7.3 Geometría del diafragma doble UPN 400

Perfil UPN 400		
Altura del perfil, h	0.4	m
Ancho del patín, b	0.11	m
Espesor del alma, e	0,014	m



Sección de Diafragma doble UPN 400

7.4 Propiedades de los Materiales

Acero de vigas Gr50

Esfuerzo de fluencia del acero para vigas, $F_y = 50 \text{ ksi} = 344.738 \text{ Mpa}$

Módulo de elasticidad del acero, $E = 29000 \text{ ksi} = 200000 \text{ MPa}$

Acero de perfil UPN 400 Gr36

Esfuerzo de fluencia del acero para vigas, $F_y = 36 \text{ ksi} = 248.211 \text{ Mpa}$

Esfuerzo de fractura del acero para vigas, $F_u = 58 \text{ ksi} = 399.896 \text{ Mpa}$

Módulo de elasticidad del acero, $E = 29000 \text{ ksi} = 200000 \text{ MPa}$

7.5 Cálculo de soldadura

Fluencia a tensión de perfil UPN 400

$$\phi Rn1 = 0.9 * Fy * Ag = 459.432 \text{ klb}$$

Fluencia a fractura de perfil UPN 400

$$U = 1$$

$$Ae = Ag * U = 14.18 \text{ in}^2$$

$$\phi Rn2 = 0.75 * Ae * Fu = 616.83 \text{ klb}$$

Tamaño de soldadura

$$\text{Anchomáximo, } W_{s_{max}} = 0.33 \text{ in}$$

Resistencia nominal de soldadura por pulgada

$$\phi Rn = 0.75 * 0.6 * E_80xx(0.707 * t) = 8.43 \text{ klb/in}$$

Longitud de soldadura

$$L_{soldadura} = \frac{\min(\phi Rn1, \phi Rn2)}{\phi Rn} = 54.5 \text{ in}$$

$$\text{Longitud de cada cordón de soldadura, } \frac{L_{soldadura}}{3} = 18.16 \text{ in} = 46.14 \text{ cm}$$

Se aconseja usar una placa en el rigidizador, que actúe como extensión de este y sirva para cubrir la longitud total de cada cordón de soldadura, de manera que, este alcance su resistencia máxima.

Apéndice B8: Apoyo elastoméricos reforzado con placas de acero

Dimensiones Iniciales

$$\text{Longitud del puente, } Lt = 15 \text{ m}$$

$$\text{Reacción carga muerta de servicio, } RDL = 78.74 \text{ kip}$$

$$\text{Reacción carga viva de servicio, } RLL = 88.72 \text{ kip}$$

$$\text{Ancho de ala inferior de viga principal, } W = b_{fi} = 45 \text{ cm}$$

$$\text{Temperatura promedio en la zona, } Tem = 50 \text{ F}$$

8.1. Movimiento debido a temperatura

$$\text{MovimientoTemp} = 1.5 * 0.0000065 * 50 * Lt$$

$$\text{MovimientoTemp} = 0.73125 \text{ cm}$$

8.2. Espesor mínimo requerido de la placa

$$\text{Espesor} = 2 \text{ MovimientoTemp}$$

$$Tem = \text{temperatura promedio en la zona}$$

$$Tem = 1.4625 \text{ cm}$$

$$\text{EspesorRequerido} = 2 \text{ in} = 5.08 \text{ cm}$$

$$\text{Presión Máxima} = \frac{RDL + RLL}{W * L} \leq 1000 \text{ lb/in}^2$$

$$L = \frac{RDL + RLL}{1 \text{ kip/in}^2 * W} = 24.03 \text{ cm}$$

$$L = 35 \text{ cm, elegido}$$

$$W \times L = 45 \text{ cm} \times 35 \text{ cm}$$

Factor de forma

$$S = \frac{W \times L}{0.5 * 2 * (W + L)} = 7.63 \geq 7.5$$

Espesor máximo de placa

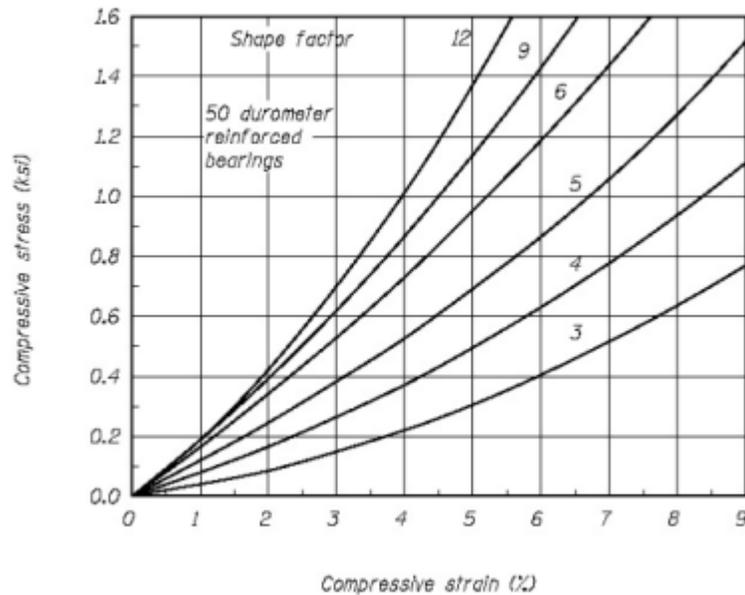
$$EspMax = L/3 = 4.466 \text{ in} = 11.34 \text{ cm}$$

8.3. Esfuerzo a compresión

$$Esf = RDL/W \times L = 0.3320 \text{ kip/in}^2 = 332.033 \text{ lbf/in}^2$$

8.4. Deflexión vertical inicial

Mediante la extrapolación se determina el valor de 0.04; se requiere el factor de forma determinado y el esfuerzo a compresión total.



Curvas Esfuerzo-Deformación. Fuente: (AASHTO, 2012)

Esfuerzo de compresión total

$$Esf = \frac{RDL + RLL}{W \times L} = 0.706 \text{ kip/in}^2 = 706.15 \text{ lbf/in}^2$$

$$EspesorInicial = EspesorRequerido - (EspesorRequerido \times 0.04) = 4.8768 \text{ cm}$$

Espesor total después de desplazamiento

$$Esfin = EspesorInicial - (EspesorRequerido \times 0.04) = 4.826 \text{ cm} = 1.9 \text{ in}$$

8.5. Máxima fuerza cortante

$$F_{smax} = RDL/5 = 7.14 \text{ tonf}$$

$$G = 131 \text{ tonf/m}^2 = 0.18633 \text{ ksi}$$

$$\text{Área} = W \times L = 1531.39 \text{ cm}^2 = 0.15314 \text{ m}^2 = 237.366 \text{ in}^2$$

$$\text{MovimientoTemp} = 0.73125 \text{ cm} = 0.00731 \text{ m}$$

$$\text{EspesorRequerido} = 5.08 \text{ cm} = 0.0508 \text{ m}$$

$$F_s = \frac{G * \text{Área} * \text{MovimientoTemp}}{\text{EspesorRequerido}} = 2.887 \text{ tonf}$$

8.6 Selección de Espesores

Espesor de Diseño [pulg]	Numero de Capas de 1/2" *	Número de Placas de Acero	Espesor Real	
			Mínimo	Máximo**
1.0	2	2	1.15	1.29
1.5	3	3	1.73	1.89
>> 2.0	4	4	2.30	2.48
2.5	5	5	2.88	3.08
3.0	6	6	3.45	3.67
3.5	7	7	4.03	4.27
4.0	8	8	4.60	4.86
4.5	9	9	5.18	5.46
5.0	10	10	5.75	6.05
5.5	11	11	6.33	6.65
6.0	12	12	6.90	7.24

Apéndice B9: Estribos

9.1 Prediseño

Dimensiones

$$L = 15 \text{ m}$$

$$H_{\text{estribo}} = 8.00 \text{ m (Altura seleccionada)}$$

$$H' = 0 \text{ mm (Altura de 0 para un tramo)}$$

$$h_{\text{parapeto}} = 1.50 \text{ m}$$

$$h_{\text{base}} = 0.10 H = 0.80$$

$$b_{\text{estribo}} = 1/2 H - 2/3 H = 4.00\text{m} - 5.33 \text{ m} = \text{Se escoge } 6.10 \text{ m}$$

$$b_{\text{cuerpo}} = H/10 - H/24 = 0.80 \text{ m} - 0.33 \text{ m} = \text{Se escoge } 1.10 \text{ m}$$

$$b_{\text{punta}} = b_{\text{estribo}}/3 = 1.78 = \text{Se escoge } 2.00 \text{ m}$$

$$b_{\text{talón}} = b_{\text{estribo}} - b_{\text{cuerpo}} - b_{\text{punta}} = 3.00 \text{ m}$$

$$N = 305\text{mm} + 2.5 \text{ mm/m} * L + 10 \text{ mm/m} * H' = 342.5 \text{ mm} = \text{Se escoge } 0.60 \text{ m}$$

$$b_{\text{parapeto}} = b_{\text{cuerpo}} - N = 0.50 \text{ m}$$

Propiedades del terreno

$$\gamma_{\text{relleno}} = 1800 \text{ kgf/m}^3$$

$$\phi_{\text{relleno}} = 35^\circ$$

$$C_{\text{relleno}} = 0.09 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1720 \text{ kgf/m}^3$$

$$\phi_{\text{suelo}} = 33^\circ$$

$$C_{\text{suelo}} = 0 \text{ kgf/cm}^2$$

Propiedades de los materiales

$$E_c = 252671 \text{ kgf/cm}^2$$

$$E_{\text{varilla}} = 2100000$$

$$\gamma_c = 2320 \text{ kgf/m}^3$$

$$f'_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$$

9.2 Cargas Actuantes

9.2.1 Cargas Verticales

Se considera un ancho unitario de longitud del estribo y los momentos desde el punto A.

Estribo DC

Sección	Base	Altura	D de H.A	DC	X	Y	Mx	My
	m	m	Ton/m ³	Ton/m	m	m	Ton*m/m	Ton*m/m
1	0,50	1,50	2,32	1,74	2,85	7,25	4,96	12,62
2	1,10	5,70	2,32	14,75	2,55	3,65	37,09	53,09
3	6,10	0,80	2,32	11,32	3,05	0,40	34,53	4,53
				27,61			76,58	70,24

Peso Relleno EV

Sección	Base	Altura	D de H.A	DC	X	Y	Mx	My
	m	m	Ton/m ³	Ton/m	m	m	Ton*m/m	Ton*m/m
4	3,00	7,20	1,72	37,15	4,60	4,40	170,90	163,47
5	2,00	0,70	1,72	2,41	1,00	1,15	2,41	2,77
				39,56			173,31	166,24

Sobrecarga por Carga Viva en el terreno LSy

H_{relleno}	8,00	m
h_{eq}	0,60	m
b_{talón}	3,00	m
γ_{suelo}	1,72	Ton/m ³
LSy	3,10	Ton/m
X	4,60	m

Table 3.11.6.4-1 Equivalent Height of Soil for Vehicular Loading on Abutments Perpendicular to Traffic.

Abutment Height (mm)	<i>h_{eq}</i> (mm)
1500	1200
3000	900
≥6000	600

Tabla 6-21 Momentos por Cargas Verticales actuante sobre el Estribo

CARGA	TIPO	V, Ton/m	X _A , m	M _v , ton*m/m
Estribo	DC	27,61	2,77	76,58
Superestructura	DC	1,68	2,30	3,87
Rodadura	DW	0,25	2,30	0,56
Viva+Dinámica	LL+IM	5,01	2,30	11,53
Peso Relleno	EV	39,56	4,38	173,31
Sobrecarga LSy	LS	3,10	4,60	14,24
Total		77,21		280,10

9.2.2 Cargas Horizontales

Se considera un ancho unitario de longitud del estribo y los momentos desde el punto A.

Coefficiente Activo de Empuje

$$K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi_f}{2} \right) = 0.29$$

Sobrecarga por Carga Viva del terreno, LSa

$$P1 = K_a * H_{Estribo} * \gamma_t = 0.29 * 0.6 * 1.72 = 0.30 \text{ Ton/m}^2$$

$$LS_x = H_{Estribo} * P1 = 7 * 0.31 = 2.13 \text{ Ton/m}$$

$$Y_{LSx} = \frac{H_{Estribo}}{2} = 4.00 \text{ m}$$

Presión Lateral del terreno, EH

$$P2 = K_a * H * \gamma_t = 0.29 * 8.00 * 1.72 = 4.06 \text{ Ton/m}^2$$

$$EH = \frac{H_{Estribo}}{2} * P2 = 16.23 \text{ Ton/m}$$

$$Y_{EH} = \frac{H_{Estribo}}{3} = 2.67 \text{ m}$$

Carga Sísmica, EQ

Efecto combinado de Presión Estática del terreno junto al Efecto Dinámico, y la Fuerza Inicial del estribo, P_{AE} y P_{IR} .

K_V = Coeficiente de aceleración vertical

K_h = Coeficiente de aceleración horizontal

K_{AE} = Coeficiente de presión activa sísmica del terreno

P_{AE} = Fuerza dinámica debido al empuje de relleno

P_{IR} = Fuerza horizontal debido a la fuerza sísmica del estribo

Datos Generales	
PGA	0.3
Factor de Sitio F_{pga}	1.1
K_v	0
K_h	0.165

$$K_{ho} = F_{PGA} * PGA = As = 0.33$$

$$K_h = 0.5 * K_{ho} = 0.165$$

$$\theta_{MO} = \tan^{-1} \left(\frac{kh}{1 - kv} \right) = 9.37^\circ$$

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\emptyset - \theta_{MO} - \beta)}{\cos \theta_{MO} \cos^{-1} \beta \cos(\delta + \beta + \theta_{MO})} * \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\emptyset + \delta) \sin(\emptyset - \theta_{MO} - i)}{\cos(\delta + \beta - \theta_{MO}) \cos(i - \beta)}} \right]^{-2}$$

$$K_{AE} = 0.40$$

Fuerza dinámica por Empuje de terreno

$$P_{AE} = \frac{1}{2} * K_{AE} * H^2 * \gamma_S = 21.95 \text{ Ton/m}$$

Carga Sísmica, Diferencia entre Empuje activo estático y Empuje del terreno

$$EQ = \Delta_{PAE} = P_{AE} - EH = 5.72 \text{ Ton/m}$$

$$Y_{EQ} = \frac{H_{Estribo}}{2} = 4.00 \text{ m}$$

Fuerza horizontal por Sismo

$$P_{IR} = K_h(W_w + W_s) = 0.165 * (27.61 + 39.56) = 11.08 \text{ Ton/m}$$

Efecto Combinado P_{AE} y P_{IR}

$$P1_{sism} = EQ - 0.5P_{IR} = 11.26 \text{ Ton/m}$$

$$P2_{sism} = EH + P_{IR} = 27.31 \text{ Ton/m}$$

Predomina P2sism

$$P_{sism} = EH + P_{IR} = 27.31 \text{ Ton/m}$$

$$Y_{Psism} = \frac{H_{Estribo}}{2} = 4.00 \text{ m}$$

Carga Sísmica por la Superestructura, P_{EQ}

$$P_{EQ} = P_{DC+DW} * A_S = 0.64 \text{ Ton/m}$$
$$Y_{PEQ} = h_{base} + h_{cuerpo} + \frac{h_{parapeto}}{2} = 7.25 \text{ m}$$

Frenado, BR

$$BR = 25\% * \text{Carga ejes Camión} * \#\text{carriles} = 0.25 * (33.141\text{Ton}) * 1 = \frac{8.29\text{Ton}}{5\text{m}}$$

$$= 1.66\text{Ton/m}$$

$$Y_{BR} = H_{Estribo} + 1.8\text{m} = 9.8\text{m}$$

Tabla 6-22 Momentos por Cargas Horizontales actuantes sobre el Estribo

CARGA	TIPO	H, Ton/m	Y _A , m	M _H , ton*m/m
LSx	LS	2,43	4,00	9,74
EH	EH	16,23	2,67	43,27
P _{Sism}	EQ	27,31	4,00	109,23
P _{EQ}	EQ	0,64	7,25	4,61
BR	BR	1,66	9,80	16,27
Total		48,26		183,12

9.3 Estados Límites y Combinaciones de Cargas

Para la verificación en el E.L. Resistencia IA se consideran los factores máximos para las Cargas Horizontales y los factores mínimos para las Cargas Verticales para establecer las condiciones más críticas de volcamiento y deslizamiento del elemento.

Por otro lado, el E.L. Resistencia IB se consideran los factores máximos para las Cargas Horizontales y Cargas Verticales para incrementar los efectos producidos para el chequeo de presiones en la base del elemento.

En el E.L. Extremo I se verifican la estabilidad del vuelco, deslizamiento y presiones.

Para el E.L. Servicio I se chequea los agrietamientos generados por la distribución de la armadura en la pantalla del elemento.

Tabla 6-23 Factores de Mayoración para Combinaciones de Cargas

ESTADO LÍMITE	γ_{DC}	γ_{DW}	γ_{EV}	γ_{LL+IM}	γ_{LSy}	γ_{LSx}	γ_{EH}	γ_{EQ}	γ_{BR}	APLICACIÓN
Resistencia IA	0,90	0,65	1,00	0,00	0,00	1,75	0,90	0,00	1,75	Deslizamiento y Volteo
Resistencia IB	1,25	1,50	1,35	1,75	1,75	1,75	1,50	0,00	1,75	Presiones
Extremo I	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	Deslizamiento, volteo y presiones
Servicio I	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	Agrietamiento

Cargas Verticales, Vu

TIPO	DC		DW	EV	LL+IM	LS	Σ
CARGA	DC, estribo	DC, super.	DW	EV	LL+IM	LSy	Vu, Ton
V, Ton	27,61	1,68	0,25	39,56	5,01	3,10	77,21
γ	0,90	0,90	0,65	1,00	0,00	0,00	
Resist. IA	24,85	1,51	0,16	39,56	0,00	0,00	66,08
γ	1,25	1,25	1,50	1,35	1,75	1,75	
Resist. IB	34,51	2,10	0,37	53,41	8,78	5,42	104,58
γ	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	
E. Extremo I	27,61	1,68	0,25	39,56	2,51	1,55	73,15

Momento Estabilizador debido a las Cargas Verticales, Mvu

TIPO	DC		DW	EV	LL+IM	LS	Σ
CARGA	DC, estribo	DC, super.	DW	EV	LL+IM	LSy	Mvu, Ton*m
Mv, Ton*m	76,58	3,87	0,56	173,31	11,53	14,24	280,10
γ	0,90	0,90	0,65	1,00	0,00	0,00	
Resist. IA	68,92	3,48	0,37	173,31	0,00	0,00	246,08
γ	1,25	1,25	1,50	1,35	1,75	1,75	
Resist. IB	95,73	4,84	0,85	233,96	20,18	24,92	380,48
γ	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	

E. Extremo I	76,58	3,87	0,56	173,31	5,77	7,12	267,21
--------------	-------	------	------	--------	------	------	--------

Cargas Horizontales, Hu

TIPO	LS	EH	EQ		BR	Σ
CARGA	LSx	EH	P sism.	P EQ	BR	Hu. Ton
H. Ton	2,43	16,23	27,31	0,64	1,66	48,26
γ	1,75	0,90	0,00	0,00	1,75	
Resist. IA	4,26	14,60	0,00	0,00	2,91	21,77
γ	1,75	1,50	0,00	0,00	1,75	
Resist. IB	4,26	24,34	0,00	0,00	2,91	31,50
γ	0,50	1,00	1,00	1,00	0,50	
E. Extremo I	1,22	16,23	27,31	0,64	0,83	46,22

Momento de Volcamiento debido a las Cargas Horizontales, Mhu

TIPO	LS	EH	EQ		BR	Σ
CARGA	LSx	EH	P sism.	P EQ	BR	Hu. Ton
H. Ton	9,74	43,27	109,23	4,61	16,27	183,12
γ	1,75	0,90	0,00	0,00	1,75	
Resist. IA	17,04	38,94	0,00	0,00	28,47	84,45
γ	1,75	1,50	0,00	0,00	1,75	
Resist. IB	17,04	64,90	0,00	0,00	28,47	110,41
γ	0,50	1,00	1,00	1,00	0,50	
E. Extremo I	4,87	43,27	109,23	4,61	8,13	170,12

9.4 Chequeo de Estabilización y Esfuerzos

Estado Límite de Resistencia

$$e_{max} = \frac{bbase}{3} = 2.03 \text{ m, Art. 11.6.3.3 AASHTO LRFD}$$

Estado Límite de Evento Extremo

$$e < \frac{11 * bbase}{30} = 1.69 \text{ m}$$

$$X_o = \frac{M_{vu} - M_{hu}}{V_u}$$

ESTADO	Vu	Mvu	Mhu	Xo	e=B/2-Xo	e max	e < e max
	Ton/m	Ton*m/m	Ton*m/m	m	m	m	
Resist. IA	66,08	246,08	84,45	2,45	0,60	2,03	Ok
Resist. IB	104,58	380,48	110,41	2,58	0,47	2,03	Ok
E. Extremo I	73,15	267,21	170,12	1,33	1,72	2,24	Ok

Chequeo de Deslizamiento en la base del Estribo

Art. 10.6.3.4 AASHTO LRFD

$$R_\tau = V * \tan \delta, \text{ Resistencia al deslizamiento}$$

$$\tan \delta = \tan \phi_f$$

$\phi_b = 1$, Estado Límite Resistencia y Evento Extremo, Art. 11.5.5 AASHTO LRFD

$$R_\tau = u(\phi_f V_u) * \phi_b > H_u$$

Estados	Vu Ton/m	Resistencia Ton/m	Actuante Ton/m	Resist>Actuant.
		R_t	H_u	
Resist. IA	66,08	42,91	21,77	Ok
Resist. IB	104,58	67,92	31,50	Ok
E. Extremo I	73,15	47,50	46,22	Ok

Chequeo de Presiones en la base del Estribo

Art. 10.6.3.1 AASHTO LRFD

$$q_R = \phi_b * q_n, \text{ Art. 10.6.3.1.1 - 1 AASHTO LRFD}$$

ϕ_b : Factor de resistencia, Art. 10.5.5.2.2

q_n : Resistencia nominal en el apoyo

$\varphi_b = 0.55, \text{Estado Límite de Resistencia}$
 $\varphi_b = 1.00, \text{Estado Límite de Evento Extremo}$

$$q_n = 2.31 \frac{kg}{cm^2}$$

$$F.S. = 3$$

$$X_o = \frac{M_{vu} - M_{hu}}{V_u}$$

ESTADO	Vu	Mvu	Xo	e=B/2-Xo	q=Vu/B-2e	q _R	q < q _R
	Ton/m	Ton*m/m	m	m	kg/cm ²	kg/cm ²	
Resist. IA	66,08	246,08	2,45	0,60	1,35	3,81	Ok
Resist. IB	104,58	380,48	2,58	0,47	2,02	3,81	Ok
E. Extremo I	73,15	267,21	1,33	1,72	2,76	6,93	Ok

9.5 Armado del Estribo

Acero por Flexión

Momento de Diseño en la Base de la Pantalla

Estado Límite Resistencia I

$$M_u = n(1,75 M_{LS} + 1,5 M_{EH}) = 61.11 \text{ Ton*m}$$

Estado Límite de Evento Extremo I

$$M_u = n(\gamma M_{LSx} + \gamma M_{EH} + \gamma (M_{Psism.} + M_{PEQ})) = 137.90 \text{ Ton* m}$$

Se diseña el armado del refuerzo con el mayor Momento.

Determinación del Acero

Diámetro hierro, ϕ	2,8	cm
Área hierro, A_ϕ	6,16	cm ²
Recubrimiento, r	8	cm
$Z = r + \phi/2$	9,4	cm
Espesor Losa, ts	110	cm
d= ts - z	100,6	cm
Ancho Unitario, b	100	cm

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = 153,22 \text{ Ton} * m$$

f'c, kg/ cm ²	280
fy, kg/ cm ²	4200
ϕ	0,9
B ₁	0,85
Mu, kg*m	137900,55
Mn, kg*m	153222,83

$$A_s = \frac{M_n}{f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0,85 * f'c * b}$$

As, cm ² /m	37,50
a, cm	6,62
c=a/ β_1 , cm	7,78

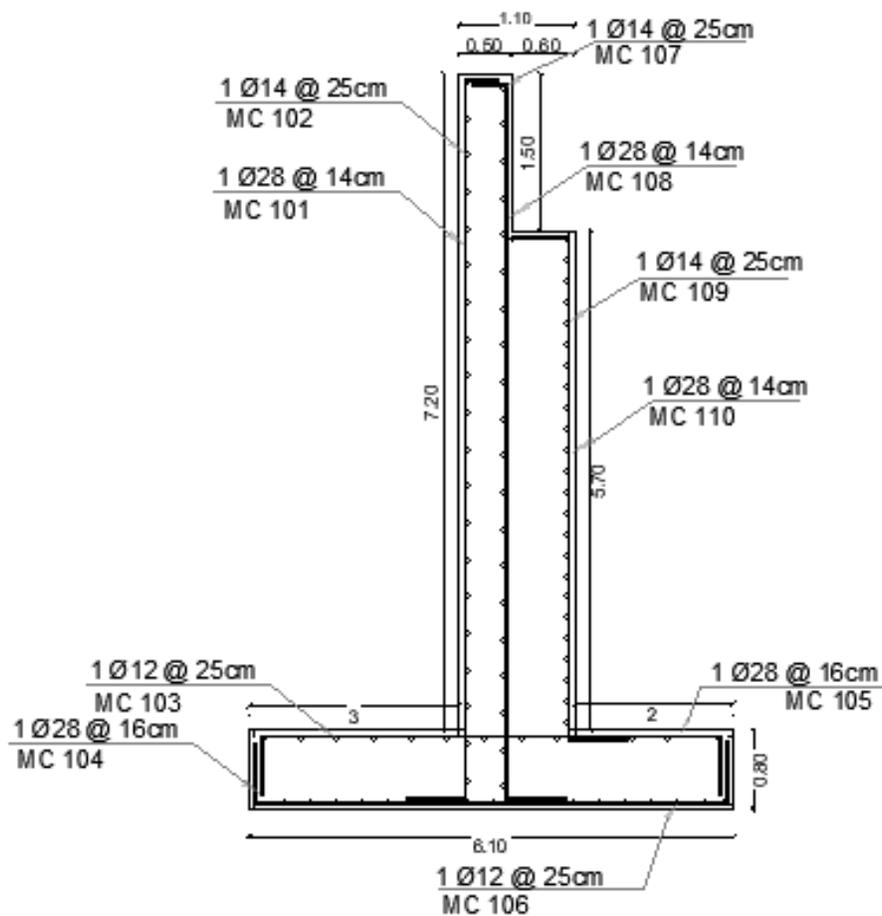
N° Varillas = A_s/A_{ϕ} ~ 7 unidades/m

$A_{sreal} = N^{\circ}$ Varillas * $A_{\phi} = 43,10 \text{ cm}^2$

$S = A_{\phi} / A_{sreal} = 14 \text{ cm}$

Parámetro	Acero por Flexión	Acero por Temperatura
Pantalla	ϕ 28mm @ 14 cm	ϕ 14mm @ 25 cm
Talón	ϕ 28mm @ 16 cm	ϕ 12mm @ 25 cm
Punta	ϕ 28mm @ 16 cm	ϕ 12mm @ 25 cm

Detallamiento del Estribo



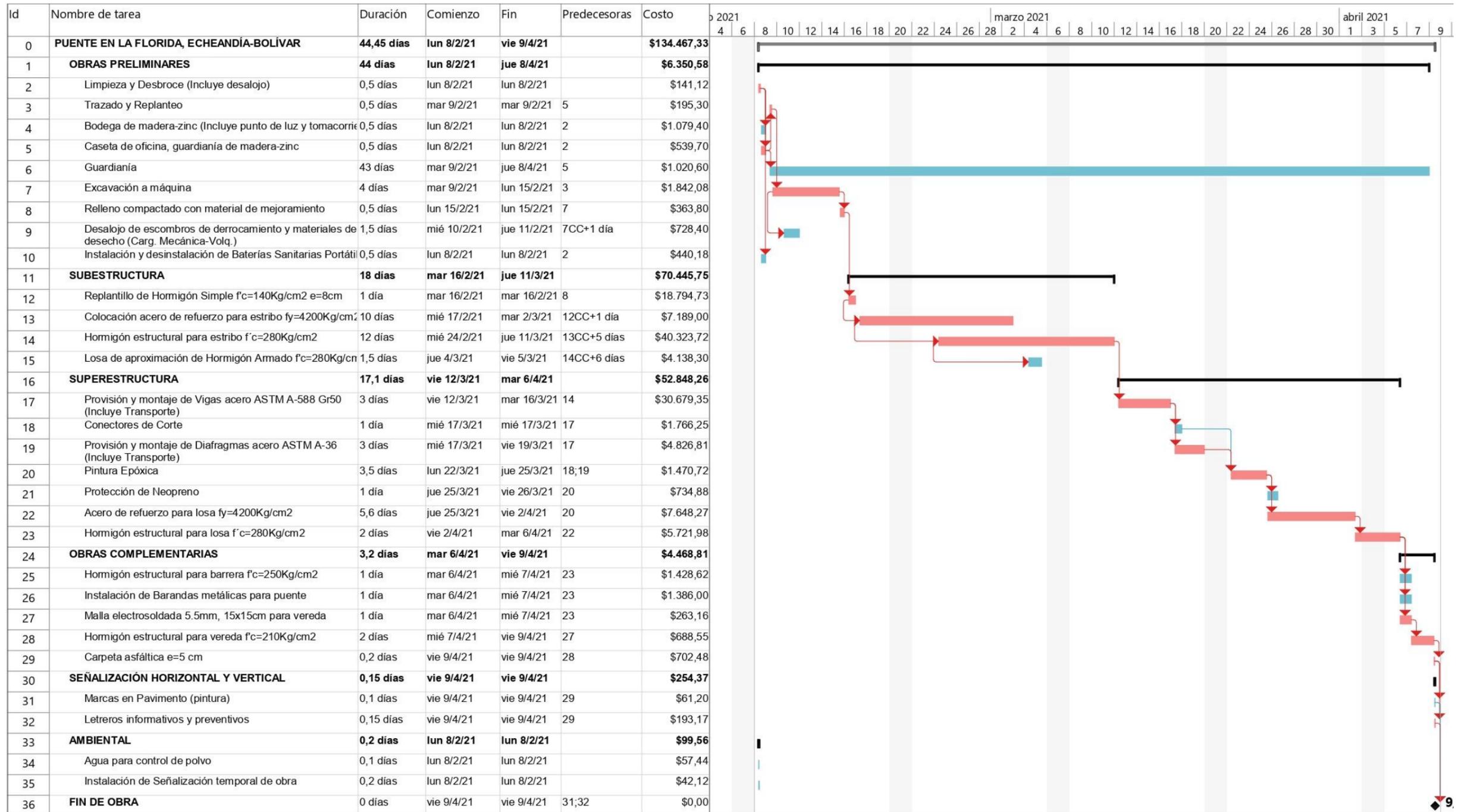
APÉNDICE C

Presupuesto del Proyecto

Apéndice C1: Presupuesto General

PRESUPUESTO GENERAL						
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS						
CODIGO	RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1. OBRAS PRELIMINARES						
1.1	1	Limpieza y Desbroce (Incluye desalojo)	m2	126,00	\$ 1,12	\$ 141,12
1.2	2	Trazado y Replanteo	m2	126,00	\$ 1,55	\$ 195,30
1.3	3	Bodega de madera-zinc (Incluye punto de luz y tomacorriente)	m2	30,00	\$ 35,98	\$ 1.079,40
1.4	4	Caseta de oficina, guardianía de madera-zinc	m2	15,00	\$ 35,98	\$ 539,70
1.5	5	Guardianía (12 horas nocturnas y fines de semana - un guardia)	mes	1,50	\$ 680,40	\$ 1.020,60
1.6	6	Excavación a máquina	m3	397,00	\$ 4,64	\$ 1.842,08
1.7	7	Relleno compactado con material de mejoramiento	m3	20,00	\$ 18,19	\$ 363,80
1.8	8	Desalojo de escombros de derrocamiento y materiales de desecho (Carg. Mecánica-Volq.)	m3	120,00	\$ 6,07	\$ 728,40
1.9	9	Baterías Sanitarias portátiles (Incluye instalación y desinstalación)	u	1,00	\$ 440,18	\$ 440,18
2. SUBESTRUCTURA						
2.1	10	Replanteo de Hormigón Simple f'c=140Kg/cm2 e=8cm	m3	132,32	\$ 142,04	\$ 18.794,73
2.2	11	Acero de refuerzo para estribo fy=4200Kg/cm2	kg	2765,00	\$ 2,60	\$ 7.189,00
2.3	12	Hormigón estructural para estribo f'c=280Kg/cm2	m3	132,30	\$ 304,79	\$ 40.323,72
2.4	13	Losa de aproximación de Hormigón Armado f'c=280Kg/cm2	m3	10,00	\$ 413,83	\$ 4.138,30
3. SUPERESTRUCTURA						
3.1	14	Provisión y montaje de Vigas acero ASTM A-588 Gr50 (Incluye Transporte)	kg	11984,12	\$ 2,56	\$ 30.679,35
3.2	15	Conectores de Corte	u	1125,00	\$ 1,57	\$ 1.766,25
3.3	16	Provisión y montaje de Diafragmas acero ASTM A-36 (Incluye Transporte)	kg	1318,80	\$ 3,66	\$ 4.826,81
3.4	17	Pintura Epóxica	m2	192,00	\$ 7,66	\$ 1.470,72
3.5	18	Protección de Neopreno	u	6,00	\$ 122,48	\$ 734,88
3.6	19	Acero de refuerzo para losa fy=4200Kg/cm2	kg	3712,75	\$ 2,06	\$ 7.648,27
3.7	20	Hormigón estructural para losa f'c=280Kg/cm2	m3	18,90	\$ 302,75	\$ 5.721,98
4. OBRAS COMPLEMENTARIAS						
4.1	21	Hormigón estructural para barrera f'c=250Kg/cm2	m3	6,55	\$ 218,11	\$ 1.428,62
4.2	22	Barandas metálicas para puente	kg	420,00	\$ 3,30	\$ 1.386,00
4.3	23	Malla electrosoldada 5.5mm, 15x15cm para vereda	m2	25,50	\$ 10,32	\$ 263,16
4.4	24	Hormigón estructural para vereda f'c=210Kg/cm2	m3	2,68	\$ 256,92	\$ 688,55
4.5	25	Carpeta asfáltica e=5 cm	m2	54,54	\$ 12,88	\$ 702,48
5. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL						
5.1	26	Marcas en Pavimento (pintura)	m	30,00	\$ 2,04	\$ 61,20
5.2	27	Letreros informativos y preventivos	u	3,00	\$ 64,39	\$ 193,17
6. AMBIENTAL						
6.1	28	Agua para control de polvo	m3	8,00	\$ 7,18	\$ 57,44
6.2	29	Señalización temporal de obra	u	3,00	\$ 14,04	\$ 42,12
TOTAL						\$ 134.467,31

Apéndice C2: Diagrama de Gantt



Proyecto: PUENTE EN LA FLORI Fecha: vie 29/1/21	Tarea	 Tarea inactiva	 Informe de resumen manual	 Hito externo	 Progreso manual
	División	 Hito inactivo	 Resumen manual	 Fecha límite	
	Hito	 Resumen inactivo	 solo el comienzo	 Tareas críticas	
	Resumen	 Tarea manual	 solo fin	 División crítica	
	Resumen del proyecto	 solo duración	 Tareas externas	 Progreso	

Apéndice C2: Análisis de Precios Unitarios

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS EN EL SECTOR LA FLORIDA

Ubicación: Cantón Echeandía, Provincia del Bolívar

Oferente: Reyes Génesis - Castro Freddy

Rubro: 1

Código: 1.1

Unidad: m2

Descripción: Limpieza y Desbroce (Incluye desalojo)

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta manual (5% mano de obra)					0,02
Volqueta	1,00	20,00	20,00	0,0221	0,44
Sierra eléctrica	1,00	1,00	1,00	0,0221	0,02
SUBTOTAL M					0,48
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	2,00	3,60	7,20	0,0221	0,16
Maestro mayor Obras civiles (Estr. Oc. C1)	1,00	4,04	4,04	0,0221	0,09
Op. Equipo liviano (Estructura Ocupacional D2)	1,00	3,65	3,65	0,0221	0,08
Chofer volqueta (estr. Ocup. C1)	1,00	5,29	5,29	0,0221	0,12
SUBTOTAL N					0,45
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL O				-	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL P				-	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA			TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)		0,93
			INDIRECTOS 20,00%	0,19	
			OTROS C.I. % 0,00%	-	
			COSTO TOTAL DEL RUBRO	1,12	
			VALOR REFERENCIAL	1,12	

.....

CONSULTOR

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS EN EL SECTOR LA FLORIDA

Ubicación: Cantón Echeandía, Provincia del Bolívar

Oferente: Reyes Génesis - Castro Freddy

Rubro: 2

Código: 1.2

Unidad: m2

Descripción: Trazado y Replanteo

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta manual (5% mano de obra)					0,05
Equipo Topográfico Completo	1,00	2,50	2,50	0,0700	0,18
SUBTOTAL M					0,23
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Maestro mayor Obras civiles (Estr. Oc. C1)	0,10	4,04	0,40	0,0260	0,01
Topografo 2 (estr. Ocupacional C1)	1,00	4,04	4,04	0,0500	0,20
Estructura Ocup. D2 (cadenero)	2,00	3,65	7,30	0,0700	0,51
Peón (Estr. Oc. E2)	1,00	3,60	3,60	0,0700	0,25
SUBTOTAL N					0,97
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C = A*B	
Tablas semidura	ml	0,020	1,60	0,03	
Cuartones semiduros	ml	0,032	0,62	0,02	
Clavos 2 1/2"	lb	0,005	1,58	0,01	
Cal	lb	0,050	0,60	0,03	
SUBTOTAL O					0,09
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C = A*B	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
SUBTOTAL P					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA			TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)		1,29
			INDIRECTOS	20,00%	0,26
			OTROS C.I. %	0,00%	-
			COSTO TOTAL DEL RUBRO		1,55
			VALOR REFERENCIAL		1,55

CONSULTOR

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS EN EL SECTOR LA FLORIDA

Ubicación: Cantón Echeandía, Provincia del Bolívar

Oferente: Reyes Génesis - Castro Freddy

Rubro: 3

Código: 1.3

Unidad: m2

Descripción: Bodega de madera-zinc (Incluye punto de luz y tomacorriente)

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta manual (5% mano de obra)					0,10
SUBTOTAL M					0,10
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Maestro mayor Obras civiles (Estr. Oc. C1)	0,10	4,04	0,40	0,2500	0,10
Albañil (Estr. Oc. D2)	1,00	3,65	3,65	0,2500	0,91
Peón (Estr. Oc. E2)	1,00	3,60	3,60	0,2500	0,90
SUBTOTAL N					1,91
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C = A*B	
Zinc 12' e=0.21	u.	1,000	7,70	7,70	
Zinc 10' e=0.23 mm	u.	1,000	7,00	7,00	
Tablas semidura	ml	5,000	1,60	8,00	
Cuartones semiduros	ml	3,000	0,62	1,86	
Clavos 2 1/2"	lb	0,010	1,58	0,02	
Cable doble # 12	m.	2,000	0,55	1,10	
Boquillas para intemperie	u.	0,200	1,20	0,24	
Focos Ahorrativo 35 W	u.	0,200	4,25	0,85	
Tomacorriente doble 110 V (para intemperie)	u	0,200	6,00	1,20	
SUBTOTAL O					27,97
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C = A*B	
					-
					-
					-
					-
					-
SUBTOTAL P					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA			TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	29,98	
-----			INDIRECTOS 20,00%	6,00	
.....			OTROS C.I. % 0,00%	-	
CONSULTOR			COSTO TOTAL DEL RUBRO	35,98	
			VALOR REFERENCIAL	35,98	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS EN EL SECTOR LA FLORIDA

Ubicación: Cantón Echeandía, Provincia del Bolívar

Oferente: Reyes Génesis - Castro Freddy

Rubro: 4

Código: 1.4

Unidad: m2

Descripción: Caseta de oficina, guardianía de madera-zinc

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta manual (5% mano de obra)					0,10
SUBTOTAL M					0,10
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Maestro mayor Obras civiles (Estr. Oc. C1)	0,10	4,04	0,40	0,2500	0,10
Albañil (Estr. Oc. D2)	1,00	3,65	3,65	0,2500	0,91
Peón (Estr. Oc. E2)	1,00	3,60	3,60	0,2500	0,90
SUBTOTAL N					1,91
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C = A*B	
Zinc 12' e=0.21	u.	1,000	7,70	7,70	
Zinc 10' e=0.23 mm	u.	1,000	7,00	7,00	
Tablas semidura	ml	5,000	1,60	8,00	
Cuartones semiduros	ml	3,000	0,62	1,86	
Clavos 2 1/2"	lb	0,010	1,58	0,02	
Cable doble # 12	m.	2,000	0,55	1,10	
Boquillas para intemperie	u.	0,200	1,20	0,24	
Focos Ahorrativo 35 W	u.	0,200	4,25	0,85	
Tomacorriente doble 110 V (para intemperie)	u	0,200	6,00	1,20	
SUBTOTAL O					27,97
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C = A*B	
					-
					-
					-
					-
SUBTOTAL P					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA				TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	29,98
				INDIRECTOS 20,00%	6,00
				OTROS C.I. % 0,00%	-
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	35,98
				VALOR REFERENCIAL	35,98

CONSULTOR

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS EN EL SECTOR LA FLORIDA

Ubicación: Cantón Echeandía, Provincia del Bolívar

Oferente: Reyes Génesis - Castro Freddy

Rubro: 5

Código: 1.5

Unidad: mes

Descripción: Guardianía (12 horas nocturnas y fines de semana - un guardia)

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta manual (5% mano de obra)					27,00
SUBTOTAL M					27,00
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	1,00	3,60	3,60	150,0000	540,00
SUBTOTAL N					540,00
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL O					-
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C = A*B	
					-
					-
					-
					-
					-
SUBTOTAL P					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA			TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)		567,00
			INDIRECTOS	20,00%	113,40
			OTROS C.I. %	0,00%	-
			COSTO TOTAL DEL RUBRO		680,40
			VALOR REFERENCIAL		680,40

CONSULTOR

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS EN EL SECTOR LA FLORIDA

Ubicación: Cantón Echeandía, Provincia del Bolívar

Oferente: Reyes Génesis - Castro Freddy

Rubro: 6

Código: 1.6

Unidad: m3

Descripción: Excavación a máquina

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta manual (5% mano de obra)					0,02
Excavadora de oruga	1,00	42,00	42,00	0,080	3,36
	1,00				
SUBTOTAL M					3,38
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Maestro mayor Obras civiles (Estr. Oc. C1)	0,10	4,04	0,40	0,0800	0,03
Peón (Estr. Oc. E2)	0,50	3,60	1,80	0,0800	0,14
Operador de Excavadora	1,00	4,04	4,04	0,0800	0,32
SUBTOTAL N					0,49
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL O					-
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C = A*B	
					-
					-
					-
					-
					-
SUBTOTAL P					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA			TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)		3,87
			INDIRECTOS	20,00%	0,77
			OTROS C.I. %	0,00%	-
			COSTO TOTAL DEL RUBRO		4,64
			VALOR REFERENCIAL		4,64

CONSULTOR

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS EN EL SECTOR LA FLORIDA

Ubicación: Cantón Echeandía, Provincia del Bolívar

Oferente: Reyes Génesis - Castro Freddy

Rubro: 7

Código: 1.7

Unidad: m3

Descripción: Relleno compactado con material de mejoramiento

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta manual (5% mano de obra)					0,06
Excavadora de oruga	1,00	42,00	42,00	0,080	3,36
Rodillo liso	1,00	35,00	35,00	0,080	2,80
Plancha vibro apisonadora	1,00	2,50	2,50	0,080	0,20
SUBTOTAL M					6,42
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Maestro mayor Obras civiles (Estr. Oc. C1)	0,10	4,04	0,40	0,0800	0,03
Peón (Estr. Oc. E2)	2,00	3,60	7,20	0,0800	0,58
Operador de Excavadora	1,00	4,04	4,04	0,0800	0,32
Op. Rodillo Autopropulsado	1,00	3,85	3,85	0,0800	0,31
SUBTOTAL N					1,24
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C = A*B	
Material de mejoramiento Ø < 4" incluido transporte	m3	1,000	7,50	7,50	
SUBTOTAL O					7,50
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C = A*B	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
SUBTOTAL P					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA				TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	15,16
				INDIRECTOS 20,00%	3,03
				OTROS C.I. % 0,00%	-
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	18,19
				VALOR REFERENCIAL	18,19

CONSULTOR

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS EN EL SECTOR LA FLORIDA

Ubicación: Cantón Echeandía, Provincia del Bolívar

Oferente: Reyes Génesis - Castro Freddy

Rubro: 8

Código: 1.8

Unidad: m3

Descripción: Desalojo de escombros de derrocamiento y materiales de desecho (Carg. Mecánica-Volq.)

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta manual (5% mano de obra)					0,15
Volqueta	1,00	20,00	20,00	0,100	2,00
SUBTOTAL M					2,15
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	2,00	3,60	7,20	0,3300	2,38
Chofer volqueta (estr. Ocup. C1)	1,00	5,29	5,29	0,1000	0,53
SUBTOTAL N					2,91
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C = A*B	
SUBTOTAL O					-
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C = A*B	
					-
					-
					-
					-
					-
SUBTOTAL P					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA				TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	5,06
				INDIRECTOS 20,00%	1,01
				OTROS C.I. % 0,00%	-
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	6,07
				VALOR REFERENCIAL	6,07

CONSULTOR

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS EN EL SECTOR LA FLORIDA

Ubicación: Cantón Echeandía, Provincia del Bolívar

Oferente: Reyes Génesis - Castro Freddy

Rubro: 9

Código: 1.9

Unidad: u

Descripción: Baterías Sanitarias portátiles (Incluye instalación y desinstalación)

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta manual (5% mano de obra)					0,80
SUBTOTAL M					0,80
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	1,00	3,60	3,60	4,0000	14,40
Maestro mayor Obras civiles (Estr. Oc. C1)	0,10	4,04	0,40	4,0000	1,62
SUBTOTAL N					16,02
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C = A*B	
Letrina sanitaria móvil	u	1,000	350,00	350,00	
SUBTOTAL O					350,00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C = A*B	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
SUBTOTAL P					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					
				TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	
				20,00%	73,36
				0,00%	-
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	
				440,18	
				VALOR REFERENCIAL	
				440,18	

CONSULTOR

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS EN EL SECTOR LA FLORIDA

Ubicación: Cantón Echeandía, Provincia del Bolívar

Oferente: Reyes Génesis - Castro Freddy

Rubro: 10

Código: 2.1

Unidad: m3

Descripción: Replanto de Hormigón Simple $f'c=140Kg/cm^2$ $e=8cm$

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta manual (5% mano de obra)					2,32
Concretera de 1 saco	1,00	3,60	3,60	1,000	3,60
SUBTOTAL M					5,92
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	4,00	3,60	14,40	1,0000	14,40
Maestro mayor Obras civiles (Estr. Oc. C1)	1,00	4,04	4,04	2,5000	10,10
Albañil (Estr. Oc. D2)	2,00	3,65	7,30	1,0000	7,30
Carpintero (Estr. Oc. D2)	2,00	3,65	7,30	2,0000	14,60
SUBTOTAL N					46,40
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C = A*B	
Arena homogenizada (0-5mm)	m3	0,650	10,00	6,50	
Cemento portland en saco	kg	300,000	0,15	45,00	
Ripio	m3	0,950	15,00	14,25	
Agua	m3	0,240	1,25	0,30	
SUBTOTAL O					66,05
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C = A*B	
					-
					-
					-
					-
					-
SUBTOTAL P					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA			TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)		118,37
			INDIRECTOS 20,00%		23,67
			OTROS C.I. % 0,00%		-
			COSTO TOTAL DEL RUBRO		142,04
			VALOR REFERENCIAL		142,04

CONSULTOR

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS EN EL SECTOR LA FLORIDA

Ubicación: Cantón Echeandía, Provincia del Bolívar

Oferente: Reyes Génesis - Castro Freddy

Rubro: 11

Código: 2.2

Unidad: kg

Descripción: Acero de refuerzo para estribo $f_y=4200\text{Kg/cm}^2$

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta manual (5% mano de obra)					0,04
Cortadora dobladora de hierro	1,00	2,00	2,00	0,0290	0,06
SUBTOTAL M					0,10
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	4,00	3,60	14,40	0,0290	0,42
Maestro mayor Obras civiles (Estr. Oc. C1)	0,25	4,04	1,01	0,0290	0,03
Fierrero (Estr. Oc. D2)	2,00	3,65	7,30	0,0290	0,21
Ayudante de fierrero	2,00	3,60	7,20	0,0290	0,21
SUBTOTAL N					0,87
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C = A*B	
Acero de refuerzo $f_y=4200\text{kg/cm}^2$	kg	1,050	1,05	1,10	
Alambre de amarre	lb	0,110	0,90	0,10	
SUBTOTAL O					1,20
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C = A*B	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
SUBTOTAL P					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA				TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	2,17
				INDIRECTOS 20,00%	0,43
				OTROS C.I. % 0,00%	-
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	2,60
				VALOR REFERENCIAL	2,60

CONSULTOR

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS EN EL SECTOR LA FLORIDA

Ubicación: Cantón Echeandía, Provincia del Bolívar

Oferente: Reyes Génesis - Castro Freddy

Rubro: 12

Código: 2.3

Unidad: m3

Descripción: Hormigón estructural para estribo $f'c=280\text{Kg/cm}2$

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta manual (5% mano de obra)					5,00
Vibrador	1,00	2,50	2,50	0,800	2,00
Encofrado metálico	2,00	0,80	1,60	0,800	1,28
SUBTOTAL M					8,28
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	5,00	3,60	18,00	0,8000	14,40
Maestro mayor Obras civiles (Estr. Oc. C1)	1,00	4,04	4,04	10,0000	40,40
Albañil (Estr. Oc. D2)	2,00	3,65	7,30	0,8000	5,84
Ferrero (Estr. Oc. D2)	2,00	3,65	7,30	5,4000	39,42
SUBTOTAL N					100,06
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C = A*B	
Hormigón Simple $f'c=280\text{kg/cm}2$ premezclado (Puesto en Obra)	m3	1,050	138,00	144,90	
Curador químico	gl	0,200	3,75	0,75	
SUBTOTAL O					145,65
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C = A*B	
					-
					-
					-
					-
					-
SUBTOTAL P					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA				TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	253,99
				INDIRECTOS 20,00%	50,80
				OTROS C.I. % 0,00%	-
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	304,79
				VALOR REFERENCIAL	304,79

.....
CONSULTOR

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS EN EL SECTOR LA FLORIDA

Ubicación: Cantón Echeandía, Provincia del Bolívar

Oferente: Reyes Génesis - Castro Freddy

Rubro: 13

Código: 2.4

Unidad: m3

Descripción: Losa de aproximación de Hormigón Armado $f_c=280\text{Kg/cm}^2$

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	$C = A*B$	R	$D = C*R$
Herramienta manual (5% mano de obra)					6,23
Vibrador	1,00	2,50	2,50	1,100	2,75
Encofrado metálico	0,45	0,80	0,36	1,100	0,40
SUBTOTAL M					9,38
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	$C = A*B$	R	$D = C*R$
Peón (Estr. Oc. E2)	8,00	3,60	28,80	1,1000	31,68
Maestro mayor Obras civiles (Estr. Oc. C1)	1,00	4,04	4,04	10,0000	40,40
Albañil (Estr. Oc. D2)	2,00	3,65	7,30	1,1000	8,03
Carpintero (Estr. Oc. D2)	1,00	3,65	3,65	10,0000	36,50
Fierrero (Estr. Oc. D2)	2,00	3,65	7,30	1,1000	8,03
SUBTOTAL N					124,64
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	Costo
		A	B	$C = A*B$	
Acero de refuerzo $f_y=4200\text{kg/cm}^2$	kg	61,400	1,05	64,47	
Alambre de amarre	lb	0,180	0,90	0,16	
Clavos	kg	0,120	1,50	0,18	
Hormigón Simple $f_c=280\text{kg/cm}^2$ premezclado (Puesto en Obra)	m3	1,050	138,00	144,90	
Curador químico	gl	0,300	3,75	1,13	
SUBTOTAL O					210,84
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	Costo
		A	B	$C = A*B$	
					-
					-
					-
					-
					-
SUBTOTAL P					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					
				TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	
				20,00%	68,97
				0,00%	-
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	
				VALOR REFERENCIAL	

.....
CONSULTOR

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS EN EL SECTOR LA FLORIDA

Ubicación: Cantón Echeandía, Provincia del Bolívar

Oferente: Reyes Génesis - Castro Freddy

Rubro: 14

Código: 3.1

Unidad: kg

Descripción: Provisión y montaje de Vigas acero ASTM A-588 Gr50 (Incluye Transporte)

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta manual (5% mano de obra)					0,01
Amoladora eléctrica	2,00	1,00	2,00	0,002	0,00
Equipo y elementos auxiliares para soldar	2,00	17,00	34,00	0,002	0,07
Grúa móvil 25Ton (incluye operador)	2,00	70,00	140,00	0,002	0,28
SUBTOTAL M					0,36
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	6,00	3,60	21,60	0,0020	0,04
Maestro mayor Obras civiles (Estr. Oc. C1)	0,10	4,04	0,40	0,0500	0,02
Maestro especial soldador	2,00	4,04	8,08	0,0020	0,02
Inspector de soldadura	1,00	25,00	25,00	0,0020	0,05
SUBTOTAL N					0,13
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C = A*B	
Planchas de acero estructural A588 Gr50	kg	0,060	0,92	0,06	
Vigas soldadas tipo I en acero A588	kg	0,940	1,64	1,54	
Electrodo E 7018	kg	0,010	3,70	0,04	
SUBTOTAL O					1,64
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C = A*B	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
SUBTOTAL P					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA				TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	2,13
				INDIRECTOS 20,00%	0,43
				OTROS C.I. % 0,00%	-
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	2,56
				VALOR REFERENCIAL	2,56

CONSULTOR

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS EN EL SECTOR LA FLORIDA

Ubicación: Cantón Echeandía, Provincia del Bolívar

Oferente: Reyes Génesis - Castro Freddy

Rubro: 15

Código: 3.2

Unidad: u

Descripción: Conectores de Corte

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta manual (5% mano de obra)					0,01
Equipo y elementos auxiliares para soldar	2,00	17,00	34,00	0,005	0,17
SUBTOTAL M					0,18
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	1,00	3,60	3,60	0,0050	0,02
Maestro mayor Obras civiles (Estr. Oc. C1)	0,25	4,04	1,01	0,0050	0,01
Maestro especial soldador	2,00	4,04	8,08	0,0050	0,04
Ayudante de soldadura	2,00	3,70	7,40	0,0050	0,04
Inspector de soldadura	1,00	25,00	25,00	0,0050	0,13
SUBTOTAL N					0,24
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C = A*B	
Conectores de corte tipo Stud	u	1,000	0,89	0,89	
SUBTOTAL O					0,89
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C = A*B	
					-
					-
					-
					-
					-
SUBTOTAL P					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA				TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	1,31
				INDIRECTOS 20,00%	0,26
				OTROS C.I. % 0,00%	-
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	1,57
				VALOR REFERENCIAL	1,57

CONSULTOR

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS EN EL SECTOR LA FLORIDA

Ubicación: Cantón Echeandía, Provincia del Bolívar

Oferente: Reyes Génesis - Castro Freddy

Rubro: 16

Código: 3.3

Unidad: kg

Descripción: Provisión y montaje de Diafragmas acero ASTM A-36 (Incluye Transporte)

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta manual (5% mano de obra)					0,06
Equipo y elementos auxiliares para soldar	1,00	17,00	17,00	0,024	0,41
Amoladora eléctrica	1,00	1,00	1,00	0,024	0,02
SUBTOTAL M					0,49
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	4,00	3,60	14,40	0,0240	0,35
Maestro mayor Obras civiles (Estr. Oc. C1)	0,10	4,04	0,40	0,0240	0,01
Maestro especial soldador	2,00	4,04	8,08	0,0240	0,19
Inspector de soldadura	1,00	25,00	25,00	0,0240	0,60
SUBTOTAL N					1,15
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C = A*B	
Ángulos 65x65x6mm A36	kg	1,050	1,30	1,37	
Electrodo E 7018	kg	0,010	3,70	0,04	
SUBTOTAL O					1,41
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C = A*B	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
SUBTOTAL P					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA				TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	3,05
				INDIRECTOS 20,00%	0,61
				OTROS C.I. % 0,00%	-
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	3,66
				VALOR REFERENCIAL	3,66

CONSULTOR

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS EN EL SECTOR LA FLORIDA

Ubicación: Cantón Echeandía, Provincia del Bolívar

Oferente: Reyes Génesis - Castro Freddy

Rubro: 17

Código: 3.4

Unidad: m2

Descripción: Pintura Epóxica

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta manual (5% mano de obra)					0,23
Compresor de aire de 125HP	1,00	9,40	9,40	0,092	0,86
SUBTOTAL M					1,09
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	3,00	3,60	10,80	0,3000	3,24
Op. Equipo liviano (Estructura Ocupacional D2)	1,00	3,65	3,65	0,0920	0,34
Pintor (Estructura Ocupacional D2)	2,00	3,65	7,30	0,0920	0,67
Inspector de pintura	1,00	4,05	4,05	0,0920	0,37
SUBTOTAL N					4,62
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C = A*B	
Lija de agua N100	u	0,150	0,60	0,09	
Pintura epóxica	l	0,034	3,45	0,12	
Ajustador	l	0,226	2,05	0,46	
SUBTOTAL O					0,67
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C = A*B	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
SUBTOTAL P					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA				TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	6,38
				INDIRECTOS 20,00%	1,28
				OTROS C.I. % 0,00%	-
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	7,66
				VALOR REFERENCIAL	7,66

CONSULTOR

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS EN EL SECTOR LA FLORIDA

Ubicación: Cantón Echeandía, Provincia del Bolívar

Oferente: Reyes Génesis - Castro Freddy

Rubro: 18

Código: 3.5

Unidad: u

Descripción: Protección de Neopreno

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta manual (5% mano de obra)					1,15
SUBTOTAL M					1,15
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	2,00	3,60	7,20	1,5000	10,80
Maestro mayor Obras civiles (Estr. Oc. C1)	1,00	4,04	4,04	1,5000	6,06
Mecánico de equipo pesado (Estr. Oc. C1)	1,00	4,04	4,04	1,5000	6,06
SUBTOTAL N					22,92
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C = A*B	
Neopreno	u	6,000	13,00	78,00	
SUBTOTAL O					78,00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C = A*B	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
SUBTOTAL P					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					
				TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	
				102,07	
				INDIRECTOS 20,00%	
				20,41	
				OTROS C.I. % 0,00%	
				-	
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	
				122,48	
				VALOR REFERENCIAL	
				122,48	

CONSULTOR

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS EN EL SECTOR LA FLORIDA

Ubicación: Cantón Echeandía, Provincia del Bolívar

Oferente: Reyes Génesis - Castro Freddy

Rubro: 19

Código: 3.6

Unidad: kg

Descripción: Acero de refuerzo para losa $f_y=4200\text{Kg/cm}^2$

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta manual (5% mano de obra)					0,02
Cortadora dobladora de hierro	1,00	2,00	2,00	0,0120	0,02
SUBTOTAL M					0,04
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	5,00	3,60	18,00	0,0120	0,22
Maestro mayor Obras civiles (Estr. Oc. C1)	0,10	4,04	0,40	0,0120	-
Fierrero (Estr. Oc. D2)	3,00	3,65	10,95	0,0120	0,13
Ayudante de fierrero	3,00	3,60	10,80	0,0120	0,13
SUBTOTAL N					0,48
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C = A*B	
Acero de refuerzo $f_y=4200\text{kg/cm}^2$	kg	1,050	1,05	1,10	
Alambre de amarre	lb	0,110	0,90	0,10	
SUBTOTAL O					1,20
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C = A*B	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
SUBTOTAL P					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA			TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)		1,72
			INDIRECTOS 20,00%		0,34
			OTROS C.I. % 0,00%		-
			COSTO TOTAL DEL RUBRO		2,06
			VALOR REFERENCIAL		2,06

CONSULTOR

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS EN EL SECTOR LA FLORIDA

Ubicación: Cantón Echeandía, Provincia del Bolívar

Oferente: Reyes Génesis - Castro Freddy

Rubro: 20

Código: 3.7

Unidad: m3

Descripción: Hormigón estructural para losa $f'c=280\text{Kg}/\text{cm}^2$

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta manual (5% mano de obra)					4,81
Vibrador	1,00	2,50	2,50	0,800	2,00
Encofrado metálico	5,32	0,80	4,26	0,800	3,40
SUBTOTAL M					10,21
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	6,00	3,60	21,60	1,4500	31,32
Maestro mayor Obras civiles (Estr. Oc. C1)	1,00	4,04	4,04	8,0000	32,32
Albañil (Estr. Oc. D2)	2,00	3,65	7,30	1,4500	10,59
Fierrero (Estr. Oc. D2)	2,00	3,65	7,30	3,0000	21,90
SUBTOTAL N					96,13
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C = A*B	
Hormigón Simple $f'c=280\text{kg}/\text{cm}^2$ premezclado (Puesto en Obra)	m3	1,050	138,00	144,90	
Curador químico	gl	0,280	3,75	1,05	
SUBTOTAL O					145,95
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C = A*B	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
SUBTOTAL P					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA				TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	252,29
				INDIRECTOS 20,00%	50,46
				OTROS C.I. % 0,00%	-
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	302,75
				VALOR REFERENCIAL	302,75

CONSULTOR

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS EN EL SECTOR LA FLORIDA

Ubicación: Cantón Echeandía, Provincia del Bolívar

Oferente: Reyes Génesis - Castro Freddy

Rubro: 21

Código: 4.1

Unidad: m3

Descripción: Hormigón estructural para barrera $f'c=250\text{Kg/cm}^2$

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta manual (5% mano de obra)					4,18
Vibrador	1,00	2,50	2,50	0,800	2,00
Encofrado metálico	4,50	0,80	3,60	0,800	2,88
SUBTOTAL M					9,06
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	4,00	3,60	14,40	1,6000	23,04
Maestro mayor Obras civiles (Estr. Oc. C1)	1,00	4,04	4,04	4,5000	18,18
Albañil (Estr. Oc. D2)	1,00	3,65	3,65	1,6000	5,84
Fierrero (Estr. Oc. D2)	2,00	3,65	7,30	5,0000	36,50
SUBTOTAL N					83,56
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C = A*B	
Hormigón $f'c=250\text{kg/cm}^2$	m3	1,050	84,00	88,20	
Curador químico	gl	0,250	3,75	0,94	
SUBTOTAL O					89,14
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C = A*B	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
SUBTOTAL P					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA				TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	181,76
				INDIRECTOS 20,00%	36,35
				OTROS C.I. % 0,00%	-
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	218,11
				VALOR REFERENCIAL	218,11

CONSULTOR

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS EN EL SECTOR LA FLORIDA

Ubicación: Cantón Echeandía, Provincia del Bolívar

Oferente: Reyes Génesis - Castro Freddy

Rubro: 22

Código: 4.2

Unidad: kg

Descripción: Barandas metálicas para puente

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta manual (5% mano de obra)					0,03
Amoladora eléctrica	2,00	1,00	2,00	0,0120	0,02
Equipo y elementos auxiliares para soldar	2,00	17,00	34,00	0,0120	0,41
SUBTOTAL M					0,46
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	4,00	3,60	14,40	0,0120	0,17
Maestro mayor Obras civiles (Estr. Oc. C1)	0,10	4,04	0,40	0,0120	-
Maestro especial soldador	2,00	4,04	8,08	0,0120	0,10
Inspector de soldadura	1,00	25,00	25,00	0,0120	0,30
SUBTOTAL N					0,57
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C = A*B	
Tubos de acero 50x3mm	kg	1,050	1,60	1,68	
Electrodo E 7018	kg	0,010	3,70	0,04	
SUBTOTAL O					1,72
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C = A*B	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
SUBTOTAL P					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA			TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)		2,75
			INDIRECTOS 20,00%		0,55
			OTROS C.I. % 0,00%		-
			COSTO TOTAL DEL RUBRO		3,30
			VALOR REFERENCIAL		3,30

CONSULTOR

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS EN EL SECTOR LA FLORIDA

Ubicación: Cantón Echeandía, Provincia del Bolívar

Oferente: Reyes Génesis - Castro Freddy

Rubro: 23

Código: 4.3

Unidad: m2

Descripción: Malla electrosoldada 5.5mm, 15x15cm para vereda

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta manual (5% mano de obra)					0,14
Amoladora eléctrica	1,00	1,00	1,00	0,250	0,25
SUBTOTAL M					0,39
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	2,00	3,60	7,20	0,2500	1,80
Maestro mayor Obras civiles (Estr. Oc. C1)	0,10	4,04	0,40	0,2500	0,10
Fierrero (Estr. Oc. D2)	1,00	3,65	3,65	0,2500	0,91
SUBTOTAL N					2,81
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C = A*B	
Malla electrosoldada 5.5mm, 15x15cm	m2	1,050	4,80	5,04	
Alambre de amarre	lb	0,400	0,90	0,36	
SUBTOTAL O					5,40
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C = A*B	
				-	
				-	
				-	
				-	
SUBTOTAL P					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA			TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)		8,60
-----			INDIRECTOS		20,00%
.....			OTROS C.I. %		0,00%
CONSULTOR			COSTO TOTAL DEL RUBRO		10,32
			VALOR REFERENCIAL		10,32

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS EN EL SECTOR LA FLORIDA

Ubicación: Cantón Echeandía, Provincia del Bolívar

Oferente: Reyes Génesis - Castro Freddy

Rubro: 24

Código: 4.4

Unidad: m3

Descripción: Hormigón estructural para vereda f'c=210Kg/cm2

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta manual (5% mano de obra)					5,33
Vibrador	1,00	2,50	2,50	0,500	1,25
SUBTOTAL M					6,58
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	8,00	3,60	28,80	1,4500	41,76
Maestro mayor Obras civiles (Estr. Oc. C1)	1,00	4,04	4,04	8,0000	32,32
Albañil (Estr. Oc. D2)	2,00	3,65	7,30	1,4500	10,59
Fierrero (Estr. Oc. D2)	2,00	3,65	7,30	3,0000	21,90
SUBTOTAL N					106,57
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C = A*B	
Tablas semidura	ml	2,000	1,60	3,20	
Cuartones semiduros	ml	6,000	0,62	3,72	
Tiras	u	2,000	1,75	3,50	
Clavos	kg	0,300	1,50	0,45	
Hormigón f'c=210kg/cm2	m3	1,050	84,00	88,20	
Curador químico	gl	0,500	3,75	1,88	
SUBTOTAL O					100,95
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C = A*B	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
SUBTOTAL P					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA			TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)		214,10
			INDIRECTOS	20,00%	42,82
			OTROS C.I. %	0,00%	-
			COSTO TOTAL DEL RUBRO		256,92
			VALOR REFERENCIAL		256,92

CONSULTOR

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS EN EL SECTOR LA FLORIDA

Ubicación: Cantón Echeandía, Provincia del Bolívar

Oferente: Reyes Génesis - Castro Freddy

Rubro: 25

Código: 4.5

Unidad: m2

Descripción: Carpeta asfáltica e=5 cm

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta manual (5% mano de obra)					0,06
Generador eléctrico	1,00	26,67	26,67	0,015	0,40
Volqueta	1,00	20,00	20,00	0,015	0,30
Rodillo neumático	1,00	32,60	32,60	0,015	0,49
Rodillo vibratorio liso	1,00	26,60	26,60	0,015	0,40
Cargadora frontal neumática 95 HP	1,00	26,00	26,00	0,015	0,39
Escoba mecánica autopropulsada	1,00	15,00	15,00	0,015	0,23
Planta procesadora de asfalto	1,00	125,00	125,00	0,015	1,88
Terminadora de asfalto	1,00	45,00	45,00	0,015	0,68
Distribuidor de asfalto	1,00	28,00	28,00	0,015	0,42
SUBTOTAL M					5,25
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	10,00	3,60	36,00	0,0150	0,54
Chofer volqueta (estr. Ocup. C1)	1,00	5,29	5,29	0,0150	0,08
Ayudante de maquinaria	4,00	3,65	14,60	0,0150	0,22
Op. Rodillo Autopropulsado	1,00	3,85	3,85	0,0150	0,06
Op. Camión de carga frontal	1,00	3,85	3,85	0,0150	0,06
Op. Barredora autopropulsada	0,20	3,85	0,77	0,0150	0,01
Op. Acabadora de pavimento de h. asfáltico	1,00	3,85	3,85	0,0150	0,06
Op. Caldero Planta Asfáltica	1,00	3,85	3,85	0,0150	0,06
Op. Distribuidor de Asfalto	0,20	3,85	0,77	0,0150	0,01
SUBTOTAL N					1,10
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C = A*B	
Asfalto	lt	8,000	0,30	2,40	
Material para carpeta	m3	0,100	13,50	1,35	
SUBTOTAL O					3,75
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C = A*B	
Asfalto	lt	8,00	0,08	0,63	
					-
					-
					-
					-
SUBTOTAL P					0,63
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA			TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)		10,73
			INDIRECTOS 20,00%		2,15
			OTROS C.I. % 0,00%		-
			COSTO TOTAL DEL RUBRO		12,88
CONSULTOR			VALOR REFERENCIAL		12,88

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS EN EL SECTOR LA FLORIDA

Ubicación: Cantón Echeandía, Provincia del Bolívar

Oferente: Reyes Génesis - Castro Freddy

Rubro: 26

Código: 5.1

Unidad: m

Descripción: Marcas en Pavimento (pintura)

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta manual (5% mano de obra)					-
Camioneta doble cabina	1,00	4,80	4,80	0,003	0,01
Escoba mecánica autopropulsada	1,00	15,00	15,00	0,003	0,04
Franjadora	1,00	28,00	28,00	0,003	0,08
SUBTOTAL M					0,13
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	1,00	3,60	3,60	0,0029	0,01
Chofer (Estr. Oc. C1)	0,10	5,29	0,53	0,0029	-
Operador grupo I (Estr. Oc. C1)		4,04	-	0,0029	-
SUBTOTAL N					0,01
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	Costo
		A	B	C = A*B	
Pintura de trafico	gl	0,050	28,00	1,40	
Microesferas	kg	0,085	1,85	0,16	
SUBTOTAL O					1,56
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	Costo
		A	B	C = A*B	
					-
					-
					-
					-
					-
SUBTOTAL P					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA			TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)		1,70
			INDIRECTOS 20,00%		0,34
			OTROS C.I. % 0,00%		-
			COSTO TOTAL DEL RUBRO		2,04
			VALOR REFERENCIAL		2,04

CONSULTOR

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS EN EL SECTOR LA FLORIDA

Ubicación: Cantón Echeandía, Provincia del Bolívar

Oferente: Reyes Génesis - Castro Freddy

Rubro: 27

Código: 5.2

Unidad: u

Descripción: Letreros informativos y preventivos

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta manual (5% mano de obra)					0,14
Soldadora	1,00	2,50	2,50	0,300	0,75
SUBTOTAL M					0,89
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	2,00	3,60	7,20	0,3000	2,16
Maestro especial soldador	0,50	4,04	2,02	0,3000	0,61
SUBTOTAL N					2,77
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C = A*B	
Letro metálico de seguridad	u	1,000	50,00	50,00	
SUBTOTAL O					50,00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C = A*B	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
SUBTOTAL P					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					
				TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	
				53,66	
				INDIRECTOS	20,00%
				10,73	
				OTROS C.I. %	0,00%
				-	
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	
				64,39	
				VALOR REFERENCIAL	
				64,39	

CONSULTOR

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS EN EL SECTOR LA FLORIDA

Ubicación: Cantón Echeandía, Provincia del Bolívar

Oferente: Reyes Génesis - Castro Freddy

Rubro: 28

Código: 6.1

Unidad: m3

Descripción: Agua para control de polvo

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta manual (5% mano de obra)					0,06
Tanquero de agua 2000 litros	1,00	20,00	20,00	0,170	3,40
SUBTOTAL M					3,46
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	0,50	3,60	1,80	0,1700	0,31
Chofer tanquero (estr. Ocup. C1)	1,00	5,29	5,29	0,1700	0,90
SUBTOTAL N					1,21
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C = A*B	
Agua	m3	1,050	1,25	1,31	
SUBTOTAL O					1,31
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C = A*B	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
SUBTOTAL P					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA				TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	5,98
				INDIRECTOS 20,00%	1,20
				OTROS C.I. % 0,00%	-
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	7,18
				VALOR REFERENCIAL	7,18

CONSULTOR

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO LAS PIEDRAS EN EL SECTOR LA FLORIDA

Ubicación: Cantón Echeandía, Provincia del Bolívar

Oferente: Reyes Génesis - Castro Freddy

Rubro: 29

Código: 6.2

Unidad: u

Descripción: Señalización temporal de obra

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta manual (5% mano de obra)					0,20
Soldadora	1,00	2,50	2,50	1,000	2,50
SUBTOTAL M					2,70
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / hr	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	1,00	3,60	3,60	1,0000	3,60
Maestro especial soldador	0,10	4,04	0,40	1,0000	0,40
SUBTOTAL N					4,00
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	Costo
		A	B	C = A*B	
Letreros de Prev. (3 fil de cinta de peligro y con poste)	m	1,000	5,00		5,00
SUBTOTAL O					5,00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	Costo
		A	B	C = A*B	
					-
					-
					-
					-
					-
SUBTOTAL P					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA			TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)		11,70
-----			INDIRECTOS		20,00%
-----			OTROS C.I. %		0,00%
-----			COSTO TOTAL DEL RUBRO		14,04
CONSULTOR			VALOR REFERENCIAL		14,04