

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Estudio y diseño de puente sobre el río Guaranda, Provincia de Bolívar

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Michael David Camacho Sevilla

Jean Cristhian Delgado Díaz

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

DEDICATORIA

Michael David Camacho Sevilla

El presente trabajo se lo dedico a mi padre Alejandro Camacho, mi madre Silvia Sevilla y mi hermana Diana, quienes me han dado su apoyo incondicional en todo este proceso de mi formación académica; a todos mis familiares y amigos que siempre estuvieron motivándome y ayudándome de una u otra forma para culminar con mis estudios. A todos mis compañeros con los que hice grupo de proyecto y con los cuales compartí grandes retos a lo largo de esta etapa como estudiante.

Jean Cristhian Delgado Díaz

Esta tesis se la dedico primeramente a Dios, quien me ha dado la fuerza para seguir durante todo este camino. A mis padres, Irene y Freddy, por todo el amor que me han dado y el sacrificio que han realizado, para mi es un orgullo ser su hijo, son los mejores padres. A mi hermano Endy quien me ha dado su apoyo y ánimos en todo momento y a todos mis compañeros que me han brindado su ayuda cuando lo necesité.

AGRADECIMIENTOS

Michael David Camacho Sevilla.

Mis más sinceros agradecimientos a mis padres, a toda mi familia y amigos por creer en mí y darme ese apoyo y aprecio en momentos difíciles.

A mi compañero Jean Delgado por el apoyo y compromiso que ha tenido a lo largo de todo este proceso de proyecto integrador.

A mis profesor y tutores, en especial al PhD. Pedro Rojas por habernos compartido sus conocimientos y guiado durante todo este proyecto ya que, sin sus consejos y recomendaciones no lo hubiésemos podido lograr.

Jean Cristhian Delgado Díaz

Mi agradecimiento a Dios por acompañarme siempre. A mis padres, hermano y toda mi familia por su apoyo permanente e incondicional.

A mi compañero Michael Camacho por todo el compromiso y entusiasmo mostrado durante este proyecto.

A los buenos profesores que tuve durante mi vida estudiantil quienes supieron impartir su conocimiento y hacer posible mi preparación profesional. A los excelentes tutores que tuve la dicha de tener en este proyecto, en especial al PhD. Pedro Rojas, por todo el tiempo que nos ha dedicado y que, con su experiencia y conocimientos nos ha guiado para conseguir este gran objetivo.

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Michael David Camacho Sevilla y Jean Cristhian Delgado Díaz 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"



Michael David Camacho
Sevilla



Jean Cristhian Delgado
Díaz

EVALUADORES

PhD Miguel Ángel Chávez

PROFESOR DE LA MATERIA

Pedro Rojas C.

PhD Pedro Rojas

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

En la actualidad, los sectores norte y sur de la ciudad de Guaranda no pueden conectarse directamente, si no es por medio de un recorrido que atraviesa el centro urbano de la ciudad, ocasionando congestión vehicular, en especial por vehículos pesados con carga agrícola, y lo que es peor, poniendo en riesgo la integridad física de los peatones. Para esta problemática se ha planteado el desarrollo de una solución vial que pase por la periferia de la ciudad que se ve obligada a atravesar el río Guaranda, por lo que resulta necesario construir un puente. El presente proyecto busca determinar el mejor diseño posible para dicho puente. El diseño se basó en los datos de la topografía, las características geotécnicas, hidrológicas e hidráulicas del lugar de la implantación, y la aplicación de la norma AASHTO LRFD 2017. Con esta información recopilada se determinó el gálibo necesario y se evaluaron diferentes alternativas, de pendiente y estructurales. Como solución se obtuvo un puente de estructura mixta con una pendiente del 6%, de 54 metros de longitud, compuesto por un claro central de 40 metros de 4 vigas de metálicas y dos claros de 7 metros de 4 vigas de hormigón armado cada uno. Adicionalmente, se realizó una evaluación de los potenciales impactos medioambientales que se puedan presentar por las diferentes actividades de la obra y se propusieron sus respectivas medidas de mitigación.

Palabras Clave: puente, estructura mixta, vigas metálicas, análisis hidrológico, medidas de mitigación.

ABSTRACT

At present, the northern and southern sectors of the city of Guaranda can not be directly connected, if not by a route that crosses the urban center of the city, causing vehicular congestion, especially heavy vehicles with agricultural cargo, and what is worse, putting the physical integrity of pedestrian at risk. For this problem, the development of a road solution has been planned that passes through the periphery of the city, which is forced to cross the Guaranda River, making it necessary to build a bridge. The present project seeks to determine the best possible design for such a bridge. The design was based on topography data, geotechnical, hydrological, and hydraulic characteristics of the implementation site, and the application of the AASHTO LRFD 2017. With this information collected, the required clearance under the bridge was determined and different slope and structural alternatives were evaluated. The solution was a mixed structure bridge with a slope of 6%, 54 meters long, consisting of a 40-meter central span of 4 steel girders and two 7-meter spans of 4 reinforced concrete girders each. Additionally, an evaluation of the potential environmental impacts that may occur due to the different activities of the work was carried out and their respective mitigation measures were proposed.

Keywords: *bridge, mixed structure, steel girders, hydrological analysis, mitigation measures.*

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	6
RESUMEN.....	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	VIII
SIMBOLOGÍA.....	IX
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIV
CAPÍTULO 1.....	15
1. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1 Descripción del problema.....	15
1.2 Justificación del problema.....	15
1.3 Objetivos.....	16
1.3.1 Objetivo General.....	16
1.3.2 Objetivos Específicos.....	16
1.4 Marco teórico.....	16
1.4.1 Definición de puente.....	16
1.4.2 Componentes de un puente.....	17
1.4.3 Lugar de implantación de un puente.....	17
1.4.4 Estudios preliminares.....	18
CAPÍTULO 2.....	20
2. METODOLOGÍA.....	20
2.1 Reconocimiento del lugar.....	20
2.2 Estudios topográficos.....	21
2.3 Cálculos hidrológicos.....	21

2.3.1	Análisis de precipitaciones.....	21
2.3.2	Determinación del coeficiente de escurrentía.....	28
2.3.3	Determinación del caudal de diseño.....	29
2.4	Alternativas de tipo de puente.....	29
2.4.1	Alternativas de pendiente.....	29
2.4.2	Alternativas estructurales.....	30
2.4.3	Prefactibilidad.....	31
2.5	Alternativa seleccionada.....	33
CAPÍTULO 3.....		34
3.	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	34
3.1	Diseño de la losa de hormigón armado.....	34
3.1.1	Espesor de la losa.....	34
3.1.2	Cargas permanentes.....	34
3.1.3	Momentos aplicados a la losa.....	34
3.1.4	Momento último.....	35
3.1.5	Refuerzo principal.....	35
3.1.6	Refuerzo de distribución.....	36
3.1.7	Diseño del voladizo.....	36
3.2	Diseño de las vigas metálicas.....	37
3.2.1	Predimensionamiento de la viga metálica.....	38
3.2.2	Cargas muertas aplicadas a la viga metálica.....	38
3.2.3	Cargas vivas aplicadas a la viga metálica.....	39
3.2.4	Momentos producidos sobre la viga metálica.....	40
3.2.5	Momento de diseño por carga viva.....	40
3.2.6	Cortantes producidos en la viga.....	40
3.2.7	Cortante de diseño por carga viva.....	40
3.2.8	Factores de distribución de carga viva para una viga interior.....	41

3.2.9	Momentos y cortantes últimos	42
3.2.10	Dimensionamientos de la viga metálica.....	42
3.3	Diseño de las vigas de hormigón armado (H.A.)	43
3.3.1	Predimensionamiento de la sección transversal.....	43
3.3.2	Cargas muertas aplicadas a la viga de hormigón armado	43
3.3.3	Momentos producidos por las cargas muertas a la viga de hormigón armado 43	
3.3.4	Momento de diseño por carga viva.....	44
3.3.5	Cortantes producidos a la viga de hormigón armado.....	44
3.3.6	Cortante de diseño por carga viva	44
3.3.7	Factores de distribución de carga viva para una viga interior	44
3.3.8	Momentos y cortantes últimos	45
3.3.9	Refuerzo de la viga de hormigón armado	45
3.4	Diseño de la viga cabezal.....	46
3.4.1	Dimensiones de la viga cabezal.....	46
3.4.2	Cargas muertas aplicadas a la viga cabezal.....	47
3.4.3	Cargas vivas (incluyendo impacto) aplicados a la viga cabezal.....	48
3.4.4	Momento y cortante último aplicados a la viga cabezal	48
3.4.5	Refuerzos de la viga cabezal.....	48
3.5	Diseño de la pila de hormigón armado	50
3.5.1	Predimensionamiento de la pila	50
3.5.2	Cargas muertas aplicadas a la pila	50
3.5.3	Cargas vivas (incluyendo impacto) aplicados a la pila.....	51
3.5.4	Combinación de carga de resistencia 1	51
3.5.5	Cálculo de la inercia efectiva de la pila del puente	51
3.5.6	Cálculo del periodo fundamental T en la dirección longitudinal	52
3.5.7	Cálculo del periodo fundamental T en la dirección transversal.....	53

3.5.8	Cálculo de la carga sísmica a partir de los espectros de respuesta AASHTO LRFD, para suelo tipo D.....	54
3.5.9	Momento y cortante último aplicados a la pila	56
3.5.10	Refuerzos de la pila	57
3.6	Diseño de los estribos	59
3.6.1	Predimensionamiento de los estribos	59
3.6.2	Cargas aplicadas al estribo.....	60
3.6.3	Refuerzo en el estribo.....	61
3.7	Análisis de presupuesto	63
CAPÍTULO 4.....		66
4.	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	66
4.1	Objetivos del impacto ambiental.....	66
4.1.1	Objetivo general.....	66
4.1.2	Objetivos específicos	66
4.2	Línea base ambiental	66
4.2.1	Medio físico.....	66
4.2.2	Medio biótico.....	67
4.2.3	Medio socioeconómico	67
4.3	Área de influencia del proyecto	68
4.3.1	Área de influencia directa ambiental	68
4.3.2	Área de influencia indirecta ambiental	69
4.4	Actividades del proyecto.....	69
4.5	Componentes ambientales.....	70
4.6	Identificación de impactos ambientales	70
4.7	Valoración de impactos ambientales	72
4.8	Medidas de prevención/mitigación	73
4.9	Autorización ambiental	75

4.10 Conclusiones ambientales.....	76
CAPÍTULO 5.....	77
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	77
5.1 Conclusiones.....	77
5.2 Recomendaciones.....	78
BIBLIOGRAFÍA.....	79
APÉNDICES A	81
A.1 Análisis de precios unitarios, subestructura	81
A.2 Análisis de precios unitarios, superestructura.....	91
A.3 Análisis de precios unitarios, mitigación de impactos ambientales	96
APÉNDICE B.....	103
B.1 Cronograma valorado	103
APÉNDICE C.....	104
C.1 Excavación y relleno para puentes incluye desalojo.....	104
C.2 Capas de rodadura	106
C.3 Hormigón estructural.....	110
C.4 Acero de refuerzo	120
C.5 Estructuras de acero estructural	123
C.6 Medidas generales de control ambiental	129
C.7 Demarcación del frente de obra.....	130
C.8 Servicios higiénicos portátiles.....	131
APÉNDICE D.....	132
D.1 Planos.....	132

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
LRFD	Load Resistance Factor Design
ASTM	American Society for Testing and Materials
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
APUs	Análisis de Precios Unitarios
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado

SIMBOLOGÍA

m	Metro
mm	Milímetro
tonnef	Tonelada fuerza
kN	Kilonewton
h	Hora
Km	Kilómetro
s	Segundo
Q	Caudal
C	Coefficiente de escorrentía
I	Intensidad de precipitación
K	Coefficiente de uniformidad
P	Precipitación máxima
A	Área
t_{min}	Espesor mínimo para losa
S	Longitud efectiva
DC	Carga permanente por peso propio
DW	Carga permanente por carpeta asfáltica y servicios de infraestructura
W	Carga muerta total
LL	Carga viva
LL+IM	Carga viva más impacto
M_u	Momento último
$A_{s,req}$	Área de acero requerida
L_{ri}	Longitud de refuerzo inferior
L_{rs}	Longitud de refuerzo superior
d	Peralte efectivo
A_s	Área de acero
$A_{s,d}$	Área de acero de distribución
M	Momento
m_p	Factor de presencia múltiple
P	Peso
x	Distancia del eje de la rueda al eje de la viga exterior
W_f	Ancho de faja

d_{\min_viga}	Peralte mínima de la viga metálica
$d_{\min_viga+losa}$	Peralte mínima de la viga metálica más losa
L	Longitud de viga
D	Peralte de la viga metálica
t_w	Espesor del alma
b_f	Espesor del ala
q	Carga de carril distribuida
$M_{u,LL}$	Momento último por carga viva
$V_{u,LL}$	Cortante último por carga viva
N_b	Número de vigas
DFM	Factor de distribución de momento para carga viva
DFV	Factor de distribución de cortante para carga viva
Est.	Estribo
Ø	Diámetro de la varilla
Mc.	Marca de clase
c/	Cada
H.A.	Hormigón armado
f_d	Factor de distribución
P	Carga
P_u	Carga última
ALR	Relación de carga axial
f'_c	Capacidad a compresión del hormigón
A_g	Área gruesa
kgf	Kilogramo fuerza
I_{ex}	Inercia efectiva en X
I_{ey}	Inercia efectiva en Y
h	Lado largo de la columna
K_L	Rigidez en la dirección longitudinal
n_c	Número de columnas
E_c	Módulo de elasticidad del hormigón
H	Altura de la pila, incluyendo viga cabezal
T_L	Periodo fundamental en la dirección longitudinal
K_T	Rigidez en la dirección transversal

T_T	Periodo fundamental en la dirección transversal
T_m	Periodo para el modo de vibración m
C_{sm}	Coeficiente sísmico de respuesta elástica
E_Q	Fuerza estática horizontal equivalente elástica
R	Factor de modificación de respuesta sísmica
$^{\circ}\text{C}$	Grados Celsius
m_a	Masa actuante sobre la pila

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.1 Puente de la Unidad Nacional, Guayaquil.....	17
Ilustración 2.1 Global Land Cover para uso de suelo	28
Ilustración 2.2 Tipo de suelo.....	28
Ilustración 2.3 Alternativa estructural 1.....	30
Ilustración 2.4 Alternativa estructural 2.....	30
Ilustración 2.5 Costo vs luz del puente (50m a 600m).....	31
Ilustración 2.6 Costo vs luz del puente (5m a 60m).....	32
Ilustración 2.7 Tipo de puente y longitud óptima de tramos en pies.....	32
Ilustración 2.8 Vista en planta de la estructura del puente	33
Ilustración 3.1 Sección transversal de la losa.....	37
Ilustración 3.2 Dimensiones de la viga metálica.....	38
Ilustración 3.3 Carga viva de camión HS20-44 aplicada sobre la viga metálica.....	39
Ilustración 3.4 Carga viva de carril aplicada sobre la viga metálica.....	39
Ilustración 3.5 Carga viva de tándem aplicada sobre la viga metálica	39
Ilustración 3.6 Dimensiones de la viga de H.A.	43
Ilustración 3.7 Elevación longitudinal de la viga de H.A.(P2-E2)	46
Ilustración 3.8 Sección transversal de la viga H.A, corte 1-1´.....	46
Ilustración 3.9 Sección transversal de la viga cabezal	47
Ilustración 3.10 Sección longitudinal de la viga cabezal.....	47
Ilustración 3.11 Armado de la viga cabezal	49
Ilustración 3.12 Sección 1-1`	49
Ilustración 3.13 Sección 2-2`	50
Ilustración 3.14 Rigidez efectiva de las secciones agrietadas de hormigón armado	52
Ilustración 3.15 Espectros de respuesta elástica, AASHTO LRFD, suelo tipo D.....	56
Ilustración 3.16 Armado de la pila	57
Ilustración 3.17 Armado pila 1	57
Ilustración 3.18 Armado pila 2	58
Ilustración 3.19 Dimensiones de la zapata	58
Ilustración 3.20 Sección transversal de la zapata, corte A-A´.....	59
Ilustración 3.21 Sección transversal de la zapata, corte B-B´.....	59
Ilustración 3.22 Dimensiones del estribo 1	60
Ilustración 3.23 Armado de estribo 1	61

Ilustración 3.24 Armado de estribo 2	61
Ilustración 3.25 Armado de muro 1	62
Ilustración 3.26 Armado de muro 2	62
Ilustración 3.27 Vista en planta del estribo 1	63
Ilustración 3.28 Vista en planta del estribo 2	63
Ilustración 4.1 Lugar de implantación del puente	67
Ilustración 4.2 Población por rama de actividad	68
Ilustración 4.3 Actividades que generan mayor ingreso	68
Ilustración 4.4 Área de influencia directa	69
Ilustración 4.5 Consulta de actividades ambientales	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Precipitación máxima en 24 horas, estación Laguacoto.....	22
Tabla 2.2 Precipitación máxima en 24 horas, estación Instituto Técnico 3 de Marzo....	22
Tabla 2.3 Precipitación máxima en 24 horas, estación Salinas-Bolívar	23
Tabla 2.4 Precipitación máxima en 24 horas, estación San Juan Chimborazo	24
Tabla 2.5 Precipitación máxima en 24 horas, estación Cañi-Limbe	25
Tabla 2.6 Proyección de las precipitaciones para diferentes periodos de retorno, estación Laguacoto.....	26
Tabla 2.7 Proyección de las precipitaciones para diferentes periodos de retorno, estación Instituto Técnico 3 de marzo.....	26
Tabla 2.8 Proyección de las precipitaciones para diferentes periodos de retorno, estación Salinas-Bolívar	26
Tabla 2.9 Proyección de las precipitaciones para diferentes periodos de retorno, estación San Juan-Chimborazo.....	27
Tabla 2.10 Proyección de las precipitaciones para diferentes periodos de retorno, estación Cañi-Limbe.....	27
Tabla 3.1 Momentos positivos y negativos sobre la viga.....	35
Tabla 3.2 Factor de presencia múltiple.....	37
Tabla 3.3 Momentos sobre la viga metálica	40
Tabla 3.4 Cortantes producidos por las cargas muertas y vivas	40
Tabla 3.5 Tramos de la viga metálica.....	42
Tabla 3.6 Momentos producidos por las cargas muertas	44
Tabla 3.7 Cortantes producidos por las cargas muertas	44
Tabla 3.8 Carga sísmica.....	54
Tabla 3.9 Cargas verticales, horizontales y momentos alrededor del punto A.....	60
Tabla 3.10 Presupuesto del proyecto.....	64
Tabla 4.1 Matriz de Cribado (Fase de identificación)	72
Tabla 4.2 Matriz de Cribado (Fase de evaluación)	73
Tabla 4.3 Medidas de mitigación	73

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto presenta una alternativa de diseño para el nuevo puente sobre el río Guaranda, el cual formará parte de la futura vía que conectará el norte con el sur de la ciudad sin pasar por el centro urbano; es decir, este puente forma parte de una solución vial, la cual tiene como objetivo evitar que los vehículos pesados ingresen al centro de la ciudad. Adicional a ello, esto ayudará a disminuir el tráfico de la zona urbana, preservando el centro histórico, patrimonio cultural del Ecuador.

Al conectar el norte con el sur mediante una vía perimetral, se estima que el tráfico estará compuesto por vehículos livianos y pesados, principalmente de camiones con productos agrícolas, ya que se prevé que accedan al nuevo mercado mayorista por esta futura ruta.

1.1 Descripción del problema.

En la ciudad de Guaranda, provincia de Bolívar, donde estará ubicado el proyecto, se tiene problemas de tráfico en el centro de la ciudad y a su vez, se tiene un gran riesgo para el peatón debido a que, los vehículos pesados utilizan la actual vía principal para cruzar la ciudad.

Adicional a ello, se ha construido el nuevo mercado mayorista al norte de la ciudad de Guaranda, lo que incrementará el tráfico producido por los camiones que transportan productos agrícolas provenientes de la región costa y de otras partes de la sierra ecuatoriana.

1.2 Justificación del problema

Debido a la gran cantidad de vehículos pesados que pasan por las vías en medio de la ciudad y la inseguridad vial que esto provoca, existe la necesidad de una vía que pase por la periferia y así disminuir el tráfico de la zona y el riesgo a accidentes de tránsito.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseño de un puente sobre el río Guaranda, parte de la nueva vía que conecta el norte con el sur de Guaranda, para desvío de tráfico pesado.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar y evaluar los resultados del estudio hidrológico e hidráulico para obtener el gálibo requerido y controlar las afectaciones por socavación en los estribos y pilas.
- Presentar una solución de diseño con mejor relación costo/beneficio, cumpliendo con los criterios de la norma AASHTO LRFD 2017.
- Analizar el impacto ambiental que tendrá la construcción e implementación de esta estructura en la biodiversidad de la zona.
- Elaborar un presupuesto y cronograma valorado analizando la reducción de costos y tiempos de ejecución de la obra con el fin de que tenga un precio mínimo y su construcción pueda darse por el GAD del cantón Guaranda.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Definición de puente.

El puente es una estructura construida para salvar un obstáculo físico (como un río, valle, carretera) que de otra forma sería muy difícil o hasta imposible. Es componente fundamental en el sistema de transporte por tres razones: controla la capacidad del sistema, su costo de construcción por Km es el más alto del sistema y si el puente falla, el sistema falla. (Barker & Puckett, 2013)

Todos los puentes importantes son construidos con fondos públicos. Por lo tanto, el diseño debe cumplir con tres objetivos: eficiente, económico y estético. (Billington et al., 2021) A modo de ejemplo, se muestra el Puente de la Unidad Nacional en la Ilustración 1.1, que une las ciudades de Guayaquil con Samborondón y Durán.



Ilustración 1.1 Puente de la Unidad Nacional, Guayaquil [El Universo, 2020]

1.4.2 Componentes de un puente

Los elementos estructurales que conforman un puente se clasifican en dos grandes grupos: subestructura y superestructura.

La superestructura transmite las cargas (por tensión, compresión, flexión o una combinación de estas) desde la superficie de rodadura hasta los soportes del puente; mientras que la subestructura trasfiere las cargas desde la superestructura hasta el estrato resistente. (Rossow, 2006)

Los elementos de la subestructura conllevan mayor tiempo de construcción, presentan un significativo riesgo al momento de la construcción y son sensibles al ambiente; en especial los puentes construidos sobre masas de agua. (Nolan et al., 2019)

1.4.3 Lugar de implantación de un puente

Para determinar la ubicación de un puente se debe tomar en consideración varios elementos. Para la subestructura se debe considerar:

- Tipo de cargas a soportar y su respectiva magnitud
- Topografía y geología del lugar de implantación
- Infraestructura subterránea adyacente
- Caudal máximo del río

Para la superestructura se debe considerar:

- Longitud total y eje de la vía
- Condiciones de la luz a salvar
- Accesibilidad al sitio

También es necesaria una vista de campo para una inspección del sitio e investigar temas importantes como:

- Obras similares en las cercanías
- Zona más estrecha del río
- Zona con menor riesgo de socavación
- Necesidad o no de obras de protección
- Nivel máximo del agua mediante entrevista a moradores del lugar

1.4.4 Estudios preliminares

Una vez determinada la ubicación del puente, es primordial conocer con mayor exactitud las características del terreno y del cauce del río, para lo cual se deben implementar los siguientes estudios.

Estudio topográfico: Ayuda a la determinación precisa de la ubicación del puente, y de las dimensiones de los elementos estructurales, y también provee de información básica para los siguientes estudios. (Rodríguez Serquén, 2012)

Este estudio debe contener las curvas de nivel y perfiles de la vía tomados con referencia al eje. Además, el alineamiento del cauce del río, aguas arriba y aguas abajo y demás detalles del lugar como vías de acceso, carreteras, cercos, entre otros.

Estudio hidrológico e hidráulico: Se enfocan en la determinación del caudal máximo de un río para un determinado periodo de retorno. Para este fin se emplea datos de las máximas precipitaciones históricas, tipos y uso de suelos, y parámetros básicos de la cuenca. (Coello, 2013) Además, ayudan a determinar problemas de socavación (general y local) en pilas y estribos.

Estudio geológico y geotécnico: Determinan las características (locales y generales) de las formaciones geológicas presentes en la zona de implantación, para así establecer su distribución y sus correspondientes características geotécnicas. (Rodríguez Serquén, 2012)

Estudio de riesgo sísmico: Determina los espectros de diseño y define las componentes vertical y horizontal del sismo, lo cual dependerá de la zona sísmica en donde se ubique el puente, el tipo de puente y las características del suelo. (MTC, 2003)

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Con el fin de dar solución a la necesidad de la ciudad se planteó la construcción de un puente sobre el río Guaranda. En las inmediaciones del puente hay pendientes muy pronunciadas, incrementando la longitud de este. Por lo que, se tienen diferentes alternativas: puente con vigas de hormigón armado, puente con vigas de hormigón presforzado y puente con vigas de acero estructural.

Para elegir el tipo de viga primero se estudiaron los claros que se tienen para el puente. Debido a que el claro principal supera los 20 metros, la solución de vigas de hormigón armado ya no era la adecuada, ya que el puente con luces mayores a 20 metros, su costo de construcción sobrepasa a las vigas de hormigón presforzado y metálicas.

Otro factor importante en tomar en cuenta fue las condiciones de la zona. Las vías cercanas a donde se construirá el puente tienen curvas muy cerradas, lo que dificulta el transporte de vigas de gran longitud, por lo que se descartó la alternativa de vigas de hormigón presforzado. Finalmente, como solución se decidió emplear vigas metálicas.

2.1 Reconocimiento del lugar

El día 7 de octubre del 2021 se realizó la primera visita para analizar la problemática y dar una solución óptima a la misma. La visita de campo tenía como fin, conocer el lugar en donde se construirá el puente y plantear las posibles soluciones. También fue útil para recopilar datos de la zona.

En el lugar de construcción del puente, el río Guaranda tiene 8 metros de ancho y, a solo 500 metros de distancia hay dos puentes. La vía a la cual se conectará el puente tendrá 2 carriles, uno en dirección norte-sur y el otro en dirección sur-norte.

El tirante en verano no supera 0.5 metros y en invierno llega hasta 1.5 metros máximo, esta información fue recopilada con ayuda de los moradores del sector.

El tráfico esperado será en su mayoría transporte pesado, ya que se tiene previsto que una vez que la nueva vía este construida, disminuya la circulación de este tipo de transporte en el centro de la ciudad.

2.2 Estudios topográficos

Los datos topográficos fueron entregados por el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Guaranda. Con el levantamiento topográfico se diseñó el eje de la vía y posteriormente el perfil longitudinal del terreno en donde estará ubicada el puente. Adicional a ello se diseñó secciones transversales cada 10 metros y 40 metros de longitud, esto con el fin de presentar las mejores soluciones acorde a las condiciones topográficas de la zona. Se considera un puente con pendiente de 10% y otro con pendiente de 6%.

2.3 Cálculos hidrológicos

Para la obtención del caudal de diseño para el río Guaranda se aplicó el método racional modificado de J. R. Témez. La principal consideración es la modificación en la obtención de la precipitación máxima diaria, mediante un factor reductor de la lluvia, debido a la no uniformidad de las precipitaciones en cuencas mayores a 1 Km². Este método tiene un límite de aplicación, basado en el tiempo de concentración y el área de la cuenca analizada, el cual es:

$$0.25h \leq T_c \leq 24h; 1 \text{ Km}^2 \leq A \leq 3000 \text{ Km}^2$$

Para el caudal de referencia en el punto de aforo se emplea la Ecuación (2.1).

$$Q = 0.278 C * I * A * K \quad (2.1)$$

Dónde:

Q: Descarga máxima de diseño (m³/s)

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

K: Coeficiente de uniformidad

2.3.1 Análisis de precipitaciones

Para obtener el valor de la precipitación representativa de la zona se obtuvo los datos de las precipitaciones máximas en 24 horas de las estaciones pluviométricas del INAHMI más cercanas a la cuenca analizada. A continuación, se muestran los datos obtenidos de cada estación.

Tabla 2.1 Precipitación máxima en 24 horas, estación Laguacoto [INAMHI]

Estación	Laguacoto
Código	M1107-MA37
Coordenadas	1° 36' 52'' S
	78° 59' 54'' W
Cota	2622 m
Año	Precipitación máxima en 24h [mm]
1993	36.0
1994	37.5
2007	30.6
2008	35.0
2009	30.2
2010	32.7
2011	39.6
2012	25.0
2013	20.0

Tabla 2.2 Precipitación máxima en 24 horas, estación Instituto Técnico 3 de Marzo [INAMHI]

Estación	Instituto Técnico 3 de Marzo
Código	M1117-MA47
Coordenadas	1° 40' 47'' S
	79° 2' 5'' W
Cota	2504 m
Año	Precipitación máxima en 24h [mm]
1995	27.6
1996	28.4

2001	17.8
2002	37.4
2004	36.8
2005	39.8
2007	29.3
2008	29.1
2009	37.6
2011	27.4
2012	33.5
2013	23.7

Tabla 2.3 Precipitación máxima en 24 horas, estación Salinas-Bolívar [INAMHI]

Estación	Salinas-Bolívar
Código	M385
Coordenadas	1° 24' 13'' S
	79° 1' 6'' W
Cota	3600 m
Año	Precipitación máxima en 24h [mm]
1991	27.6
1993	35.8
1997	31.0
1999	38.0
2000	20.9
2001	35.5
2002	33.3
2003	20.1
2007	15.5

2008	18.2
2010	53.0
2011	27.0
2012	29.5
2013	25.3

Tabla 2.4 Precipitación máxima en 24 horas, estación San Juan Chimborazo [INAMHI]

Estación	San Juan-Chimborazo
Código	M393
Coordenadas	1° 37' 35" S
	78° 47' 0" W
Cota	3220 m
Año	Precipitación máxima en 24h [mm]
1990	33.2
1991	30.2
1993	33.9
1995	35.1
1996	29.2
1998	38.6
1999	35.5
2002	35.6
2003	22.0
2005	36.1
2006	36.7
2007	41.0
2008	31.4
2009	42.5

2010	35.2
2011	30.2
2012	35.6
2013	21.5

Tabla 2.5 Precipitación máxima en 24 horas, estación Cañi-Limbe [INAMHI]

Estación	Cañi-Limbe
Código	M404
Coordenadas	1° 46' 18" S
	78° 59' 25" W
Cota	2800 m
Año	Precipitación máxima en 24h [mm]
1990	29.2
1991	32.1
1992	45.5
1998	63.0
1999	43.6
2003	40.0
2004	33.1
2010	37.2
2011	41.6
2012	41.1
2013	28.4

Con estos datos, se proyectó la precipitación máxima de cada estación empleando tres distribuciones diferentes (Gumbel, Pearson III y Nash).

Tabla 2.6 Proyección de las precipitaciones para diferentes periodos de retorno, estación Laguacoto [Elaboración propia]

Tr (Periodo de retorno)	Nash [mm/h]	Gumbel [mm/h]	Pearson III [mm/h]
2	31.11	30.82	31.01
10	42.27	39.98	40.16
25	47.89	44.60	44.30
50	52.05	48.02	47.21
100	56.19	51.42	50.00

Tabla 2.7 Proyección de las precipitaciones para diferentes periodos de retorno, estación Instituto Técnico 3 de marzo [Elaboración propia]

Tr (Periodo de retorno)	Nash [mm/h]	Gumbel [mm/h]	Pearson III [mm/h]
2	29.88	29.63	30.30
10	41.17	39.19	39.25
25	46.85	44.00	42.88
50	51.07	47.57	45.33
100	55.26	51.12	47.61

Tabla 2.8 Proyección de las precipitaciones para diferentes periodos de retorno, estación Salinas-Bolívar [Elaboración propia]

Tr (Periodo de retorno)	Nash [mm/h]	Gumbel [mm/h]	Pearson III [mm/h]
2	28.03	27.74	27.95
10	45.17	42.03	42.31
25	53.80	49.22	48.88
50	60.21	54.55	53.54
100	66.56	59.85	58.00

Tabla 2.9 Proyección de las precipitaciones para diferentes periodos de retorno, estación San Juan-Chimborazo [Elaboración propia]

Tr (Periodo de retorno)	Nash [mm/h]	Gumbel [mm/h]	Pearson III [mm/h]
2	32.81	32.62	32.79
10	41.66	40.74	40.90
25	46.12	44.83	44.56
50	49.43	47.86	47.14
100	52.71	50.87	49.60

Tabla 2.10 Proyección de las precipitaciones para diferentes periodos de retorno, estación Cañi-Limbe [Elaboración propia]

Tr (Periodo de retorno)	Nash [mm/h]	Gumbel [mm/h]	Pearson III [mm/h]
2	38.31	37.93	37.46
10	55.58	52.19	52.42
25	64.28	59.37	60.00
50	70.73	64.69	65.57
100	77.13	69.98	71.06

Posteriormente, se realizó la prueba de Kolmogorov para elegir la distribución que más se asemeja a los datos de entrada. La distribución de Gumbel fue la seleccionada y se escogió el dato de precipitación para un periodo de retorno de 100 años debido a la importancia de la estructura que se va a diseñar (puente vehicular).

Con el dato de precipitación de cada estación se utilizó el método de las isoyetas para así encontrar la representativa de toda la cuenca. Se empleó este método debido a la topografía del lugar, la cual presenta una superficie no uniforme. Se obtuvo como resultado una precipitación de 62.67 mm.

2.3.2 Determinación del coeficiente de escorrentía

Para la determinación del coeficiente de escorrentía fue necesario determinar el uso y tipo de suelo de la zona en estudio. Para este fin se usó la herramienta Global Land Cover de la empresa Copernicus y datos proporcionados por la página ORNL DAAC de la NASA, respectivamente. (Ver Ilustración 2.2).



Ilustración 2.1 Global Land Cover para uso de suelo [Copernicus]

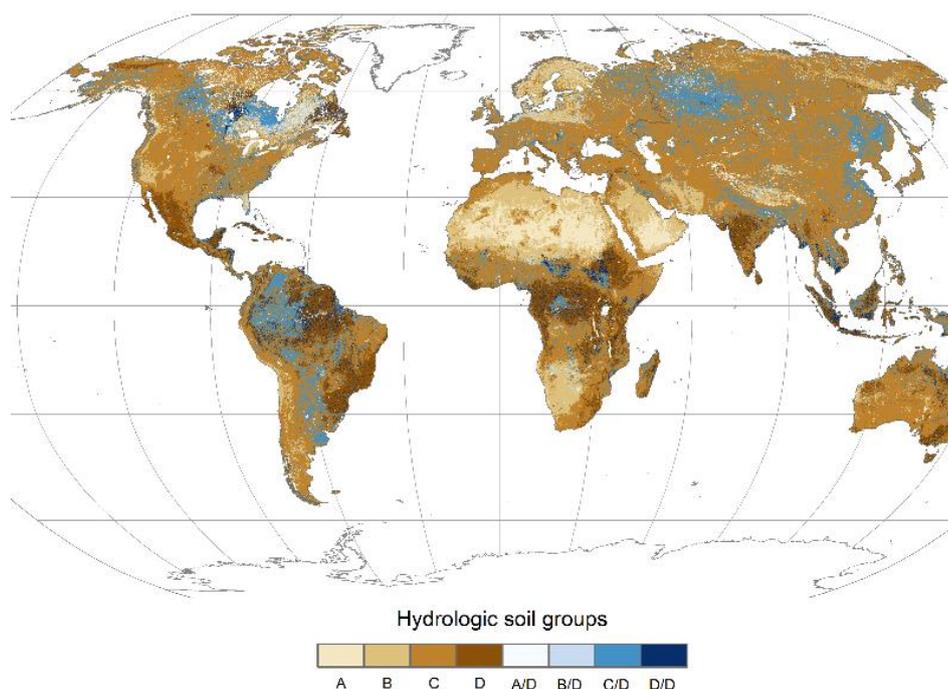


Ilustración 2.2 Tipo de suelo [ORNL DAAC]

2.3.3 Determinación del caudal de diseño

Como se mencionó anteriormente, se determinó el caudal de diseño por medio del método racional modificado de Témez, definido por la Ecuación (2.1) con los siguientes datos:

K= Coeficiente de uniformidad = 1.19

A = Área de la cuenca (km²) = 184.42 Km²

P= Precipitación máxima = 62.67 mm

C= Coeficiente de Escorrentía = 0.39

Se obtuvo como resultado un caudal de diseño igual a 63.26 m³/s considerando un periodo de retorno de 100 años. Adicionalmente, se empleó el programa HEC-RAS para determinar la cota del nivel máximo del agua para dicho periodo de retorno. Se obtuvo como resultado una cota de 2653.45 m, a 2.45 m de la cota inferior del río (2651 m).

2.4 Alternativas de tipo de puente

2.4.1 Alternativas de pendiente

- **Alternativa 1**

Contempla un puente con una pendiente del 10%, esta alternativa ha sido considerada con base al conocimiento del lugar, la topografía de la zona y la forma como se intercepta con el eje vial planteado por el municipio de Guaranda.

El inconveniente con esta alternativa es su grado de pendiente, debido a que el tráfico futuro esperado está compuesto, en su mayoría, por transporte de carga pesada, este porcentaje de pendiente tanto en subida como en bajada no es el óptimo.

- **Alternativa 2**

Esta alternativa considera una reducción en el porcentaje de la pendiente, de una pendiente del 10% a una pendiente del 6%. Esta alternativa se ha desarrollado tomando en cuenta el inconveniente presentado en la alternativa anterior, cumpliendo con los requerimientos de pendiente máximas para velocidades de diseño de 60km/h, ideal para el tránsito de vehículos pesados.

2.4.2 Alternativas estructurales

Considerando un puente con una pendiente del 6%, ya que es la más idónea para el tráfico esperado, se tiene dos tipos de alternativas estructurales. La primera alternativa estructural es un puente conformado por dos pilas y tres claros (36m, 15m y 10m), teniendo como resultado una longitud total de 61 m de eje a eje de estribo. Todos los claros están formados de 4 vigas, variando en el material. El claro central de 36 m es de vigas metálicas, mientras que el de 15 m es de vigas de hormigón armado y el de 10 m es de tipo losa como se detalla en la Ilustración 2.3.

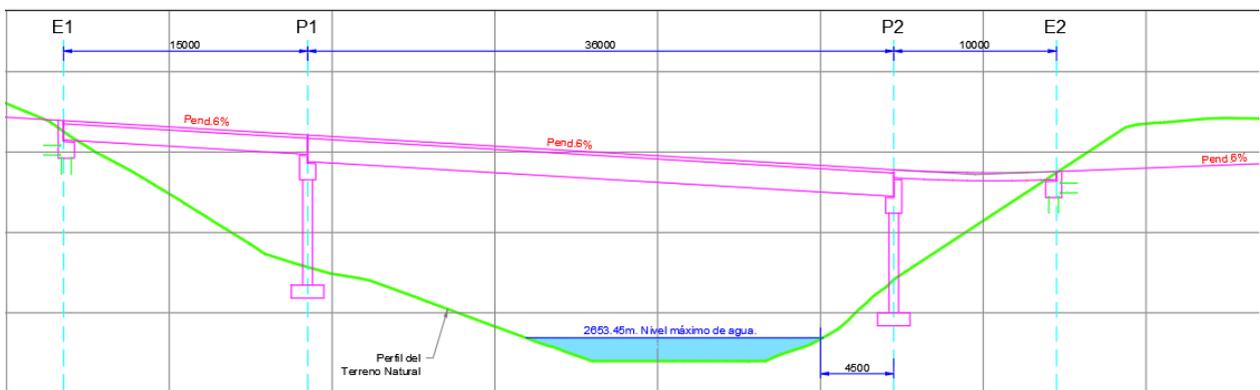


Ilustración 2.3 Alternativa estructural 1 [Elaboración propia]

La segunda alternativa estructural es un puente también formado por dos pilas y tres claros (40m, 7m y 7m), teniendo como resultado una longitud total de 54 m de eje a eje de estribo. El claro central de 40 m es de vigas metálicas, mientras que los dos de los extremos de 7 m son de vigas de hormigón armado como se detalla en la Ilustración 2.4.

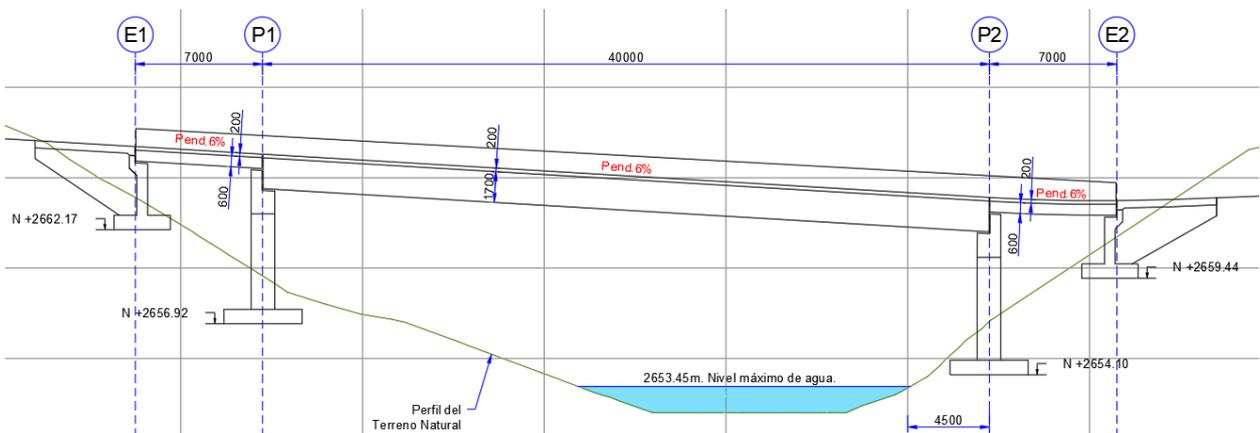


Ilustración 2.4 Alternativa estructural 2 [Elaboración propia]

2.4.3 Prefactibilidad

Al comenzar el diseño de un puente, lo primero que se debe hacer es elegir el tipo de puente a diseñar, es decir, si este será con una estructura tradicional, tipo arco, presforzado con voladizos sucesivos, atirantados o colgantes.

Para ello se han realizado diferentes estudios, y análisis de prefactibilidad para determinar que estructura es más económica y así dar una pronta solución al problema. Las luces que se tiene en la geometría del puente para ambas alternativas son de 61 m y 54 m, por lo que la elección óptima es un puente con una estructura tradicional como lo indica la Ilustración 2.5.

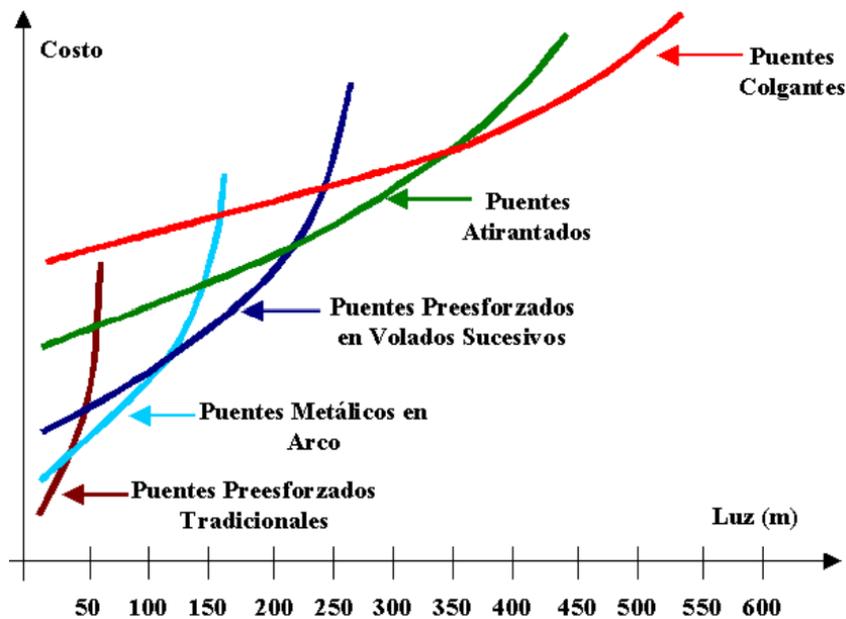


Ilustración 2.5 Costo vs luz del puente (50m a 600m) [Romo Proaño]

En ambas alternativas el claro central es de vigas metálicas, esto debido a que para claros de esas longitudes (36m y 40 m) representa la mejor relación costo-luz de puente como se puede evidenciar en la Ilustración 2.6. Por otro lado, para los claros de 10 m y 7 m de ambas alternativas, los materiales ideales para estas longitudes de luces son vigas de hormigón armado y losas de hormigón. Por último, para la luz de 15 m de la alternativa estructural 1, el material idóneo son vigas de hormigón armado como los indica la Ilustración 2.6 y la Ilustración 2.7.

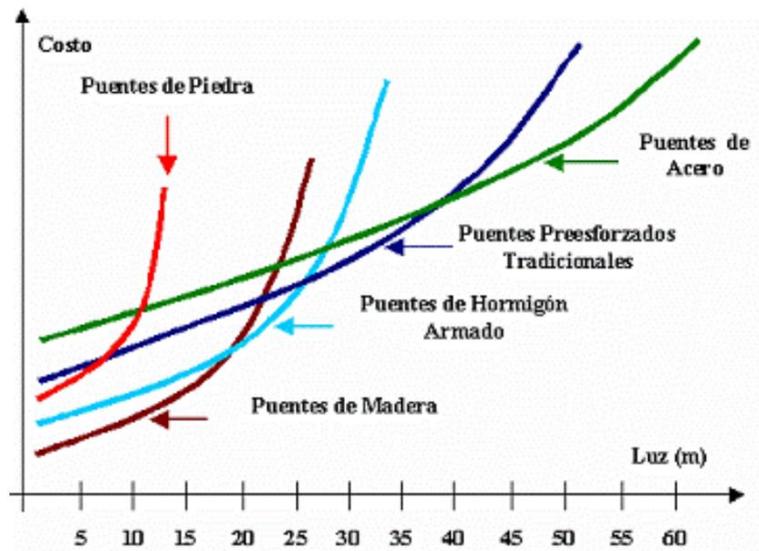


Ilustración 2.6 Costo vs luz del puente (5m a 60m) [Romo Proaño]

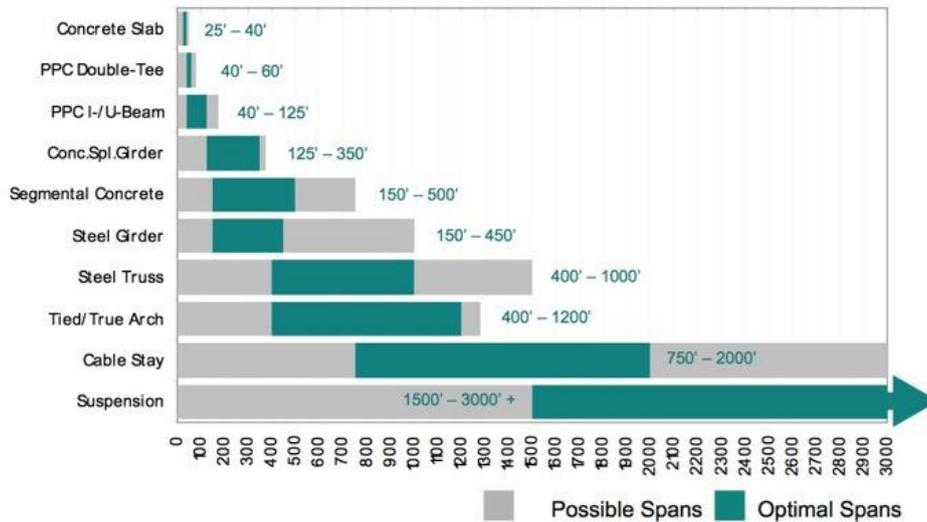


Ilustración 2.7 Tipo de puente y longitud óptima de tramos en pies [Portland-Milwaukie Light Rail Project]

- Para la selección de una de las dos alternativas estructurales se deben comparar varios aspectos, entre ellos: diseño, económico, estético y constructivo.
- Diseño: En vista que la alternativa estructural 2 presenta solo dos tipos diferentes de vigas (vigas metálicas y vigas de hormigón armado) de las cuales estas últimas tienen la misma luz, el tiempo que demanda el análisis y el diseño de esta alternativa será menor que el tiempo requerido por la alternativa estructural 1.

- Económico: La longitud del puente en la alternativa estructural 1 (61 m) es mayor que el de la alternativa estructural 2 (54 m) por lo que esta alternativa es más económica.
- Estético: La alternativa estructural 2 ofrece una mejor apariencia arquitectónica debido a la simetría del puente al tener las luces de los extremos de la misma longitud y mismo diseño.

2.5 Alternativa seleccionada

Ambas alternativas satisfacen los requerimientos técnicos y las relaciones costo vs luz de puente, pero principalmente la segunda opción se ajusta a los intereses del cliente ya que prevalece en aspectos tales como: diseño, económico, estético y constructivo. Por lo tanto, la alternativa seleccionada es la alternativa estructural 2 que consiste en un puente con un tramo central de 40 m compuesto de vigas metálicas y dos tramos extremos de 7 m cada uno compuesto de vigas de hormigón armado como se muestra en la Ilustración 2.8.

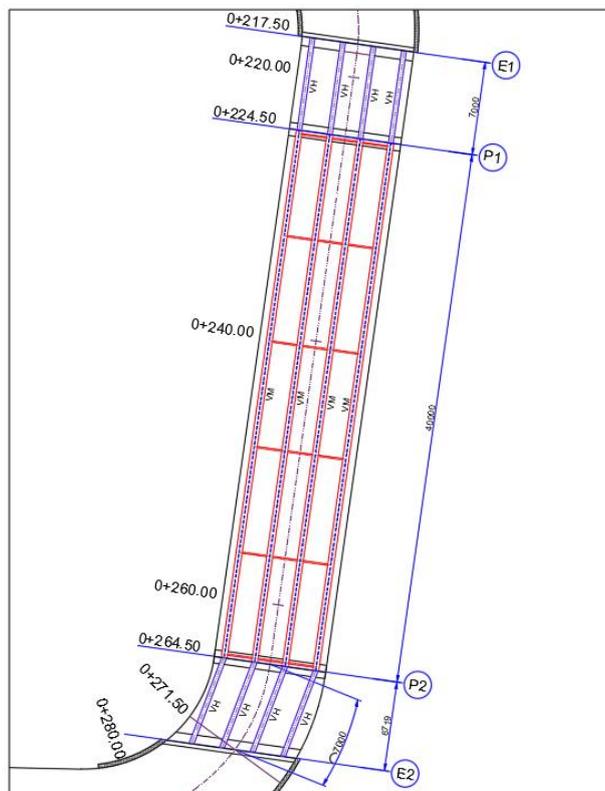


Ilustración 2.8 Vista en planta de la estructura del puente [Elaboración propia]

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Diseño de la losa de hormigón armado

3.1.1 Espesor de la losa

Para obtener el espesor mínimo de la losa se empleó la Ecuación (3.1) proveniente de la Tabla 2.5.2.6.3-1 de las especificaciones de la AASHTO LRFD (American Association of State Highway and Transportation Officials, 2017) para espesor mínimo de losas de hormigón armado con el refuerzo principal paralelo al tráfico.

$$t_{\min} = \frac{S + 10}{30} \geq 0.54 \text{ ft}; \text{ Para tramos continuos} \quad (3.1)$$

Donde:

S: Longitud efectiva (distancia entre ejes de vigas para vigas metálicas y entre caras de vigas para vigas de hormigón).

Con una longitud efectiva de 2.30 m se obtuvo un espesor mínimo de 17.8 cm, por lo que se optó por trabajar con un espesor de 20 cm (para cálculos estructurales) y 21 cm (para peso propio), considerando 1 cm de desgaste de la carpeta asfáltica.

3.1.2 Cargas permanentes

Las cargas muertas aplicadas en la losa son las siguientes:

- DC= Peso propio de la losa (0.50 tonnef/m) + Peso de los chaflanes (0.04 tonnef/m)
- DW= Asfalto y servicios de infraestructura (0.11 tonnef/m)
- W= DC+DW= 0.65 tonnef/m.

Se consideró un espesor de asfalto igual a 50 mm.

3.1.3 Momentos aplicados a la losa

Una vez calculadas las cargas aplicadas sobre la losa, se determinó los momentos aplicados sobre la losa. En la Tabla 3.1 Momentos positivos y negativos sobre la viga se

muestran los resultados de los momentos producidos por las cargas muertas y cargas vivas. Los momentos por carga viva incluyen los factores por presencia múltiple y la carga dinámica vehicular.

Tabla 3.1 Momentos positivos y negativos sobre la viga [Elaboración propia]

Tipo	Momento positivo [tonnef*m]	Momento negativo [tonnef*m]
DC	0.29	0.21
DW	0.06	0.04
LL+IM	2.48	2.23

3.1.4 Momento último

Para determinar el momento de diseño se consideró el estado límite de resistencia I, debido a ser el más crítico (uso vehicular normal sin viento). La combinación de carga de este estado es la siguiente:

$$\text{Resistencia I: } 1.25 DC + 1.50 DW + 1.75 (LL + IM) \quad (3.2)$$

Como resultado se obtuvo:

$$M_u^+ = 4.78 \text{ tonnef} * m$$

$$M_u^- = 4.24 \text{ tonnef} * m$$

3.1.5 Refuerzo principal

Para el acero de refuerzo se empleó uno con resistencia $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ y se dejó un recubrimiento de 4 cm como indica la normativa. Aplicando la Ecuación (3.3) se obtuvo el área de acero requerida.

$$A_{s,req} = \frac{M_u}{3.4d} \quad (3.3)$$

Para el refuerzo positivo se obtuvo un $A_{s,req} = 8.90 \text{ cm}^2$, por lo que se adopta 7 varillas de 14 mm cada 150 mm en 1 m de ancho de losa, obteniendo un $A_s^+ = 10.77 \text{ cm}^2$. Tomando en cuenta que el mayor momento positivo ocurre en el centro entre vigas, y por economía, se opta que, de las 7 varillas, solo 4 sean continuas y 3 restantes sean intermedias, con una longitud de refuerzo inferior (L_{ri}) igual a:

$$L_{ri} = \frac{2}{3} S = 1.53 \text{ m} \quad (3.4)$$

Se adopta una longitud de varillas intermedias para el refuerzo inferior igual a 1.80 m. Para el refuerzo negativo se obtuvo un $A_{s,req}^- = 7.89 \text{ cm}^2$, por lo que se adopta 7 varillas de 14 mm cada 150 mm en 1 m de ancho de losa, obteniendo un $A_s^- = 10.77 \text{ cm}^2$. Tomando en cuenta que el mayor momento positivo ocurre en las vigas, y por economía, se opta que, de las 7 varillas, solo 4 sean continuas y 3 restantes sean intermedias, con una longitud de refuerzo superior (L_{rs}) igual a:

$$L_{rs} = \frac{S}{2} = 1.15 \text{ m} \quad (3.5)$$

Se adopta una longitud de varillas intermedias para el refuerzo superior igual a 1.50 m.

3.1.6 Refuerzo de distribución

Este refuerzo es colocado de forma perpendicular al refuerzo principal, es decir, paralelo al tráfico. Debido a que el refuerzo principal es perpendicular al tráfico, se utiliza la Ecuación (3.6) [A9.7.3.2, p. 9-12].

$$\% = \frac{220}{\sqrt{S}} \leq 67\% \quad (3.6)$$

Al obtener un $\% = 90.54$, se utiliza el 67% para los cálculos. Se obtuvo el acero de distribución requerido empleando la Ecuación (3.7).

$$A_{s,d} = 0.67 * (A_s) \quad (3.7)$$

Por lo tanto, se adopta varillas de 12 mm cada 150 mm para el refuerzo de distribución positivo (inferior) y para lograr algo de economía, se adopta varillas de 12 mm cada 300 mm para el refuerzo de distribución negativo (superior).

3.1.7 Diseño del voladizo

Debido a que se está empleando las especificaciones AASHTO LRFD 2017, las losas son diseñadas utilizando el método aproximado de las fajas, las cuales son transversales, por lo que deben ser diseñadas para el eje de 145 kN del camión de diseño. Para calcular el momento en el volado se emplea la Ecuación (3.8).

$$M = \frac{m * P * x}{W_f} \quad (3.8)$$

Donde:

m: Factor de presencia múltiple [A.3.6.1.1.2, p. 3-18]

P: Peso de una rueda= 145kN/2=72.5 kN

x: distancia de eje que rueda al eje de viga exterior en pies

W_f : ancho de faja [Tabla A4.6.2.1.3-1, p. 4-24]

Para la obtención del factor de presencia múltiple se recurre a la Tabla 3.2 Factor de presencia múltiple y para determinar el ancho de faja se emplea la Ecuación (3.9)

Tabla 3.2 Factor de presencia múltiple [AASHTO LRFD 2017 (A.3.6.1.1.2, p. 3-18)]

Factor de presencia múltiple	# carriles cargados
1.2	1
1	2
0.85	3
0.65	>3

$$W_f = 45 + 10x \quad (3.9)$$

Se obtuvo como resultado los valores de $M_{LL}=1.64$ tonnef*m y $M_{LL+IM}=2.18$ tonnef*m, considerando una carga dinámica vehicular $IM=1.33$. Por lo tanto, se adoptó varillas de 14 mm cada 300 mm en la parte superior y varillas de 14 mm cada 150 mm en la parte inferior. El detalle del armado se muestra en la Ilustración 3.1.

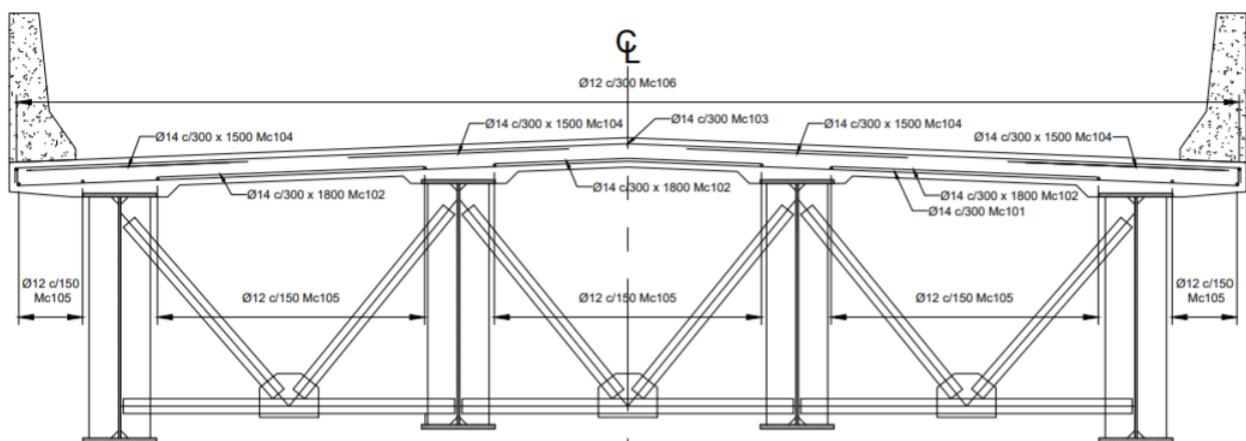


Ilustración 3.1 Sección transversal de la losa [Elaboración propia]

3.2 Diseño de las vigas metálicas

Para el diseño de las vigas metálicas se utilizó acero estructural ASTM A588 Grado 50.

3.2.1 Predimensionamiento de la viga metálica

Las dimensiones de la sección de la viga metálica con las que se comenzó el diseño se muestran en la Ilustración 3.2.

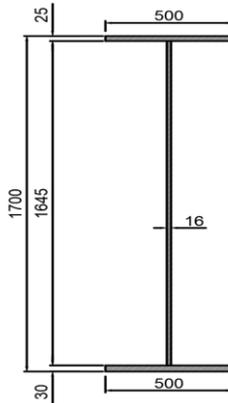


Ilustración 3.2 Dimensiones de la viga metálica [Elaboración propia]

Con estas dimensiones propuestas, se realizó la verificación del peralte de la viga.

$d_{\min_viga} = 0.027 * L = 1.08m$ Ya que el peralte es de 1.70 m, OK.

$d_{\min_viga} + losa = 0.032 * L = 1.28m$ Ya que el peralte incluido la losa es de 1.91 m, OK.

Proporciones límite de la sección transversal dados en AASHTO LRFD 6.10.2.

a) Para alma sin rigidizadores longitudinales $D / t_w \leq 150$.

$$\frac{D}{t_w} = \frac{1645 \text{ mm}}{16 \text{ mm}} = 103; \text{ OK} \quad (3.10)$$

b) Para alas. $b_f \geq D / 6$.

$$b_f = 500 \text{ mm} \geq \frac{D}{6} = \frac{1645 \text{ mm}}{6} = 274 \text{ mm}; \text{ OK} \quad (3.11)$$

Donde D es el peralte del alma, t_w es el espesor del alma y b_f es ancho del ala.

3.2.2 Cargas muertas aplicadas a la viga metálica.

Las cargas muertas aplicadas en la viga metálica son las siguientes:

- DC= Peso propio de la viga (0.42 tonnef/m) + Peso de las barreras (0.34 tonnef/m) + Peso de la losa (1.25 tonnef/m).
- DW= Asfalto (0.25 tonnef/m) + Servicios de infraestructura (0.07 tonnef/m).
- W= DC+DW= 2.35 tonnef/m.

3.2.3 Cargas vivas aplicadas a la viga metálica.

Para el diseño se consideran tres tipos de cargas vivas:

1) Carga de camión HS20-44.

El camión HS20-44 tiene tres ejes, dos pesan 14.52 tonnef y uno 3.63 tonnef. A continuación, en la Ilustración 3.3 se muestra la ubicación de cada uno para provocar el momento máximo en la viga.

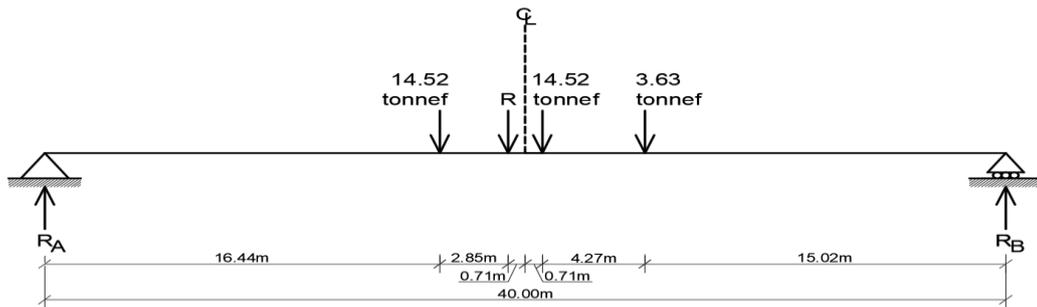


Ilustración 3.3 Carga viva de camión HS20-44 aplicada sobre la viga metálica
[Elaboración propia]

2) Carga de carril.

La carga de carril es de 0.952 tonnef/m. En la Ilustración 3.4 se muestra como está distribuida.

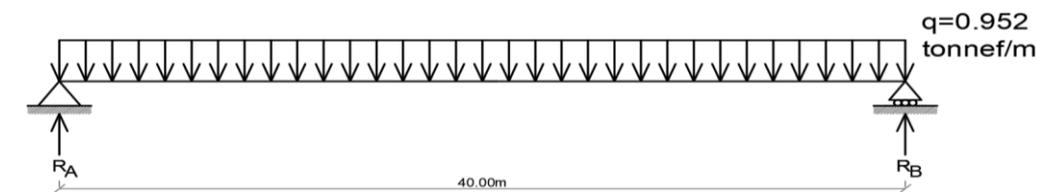


Ilustración 3.4 Carga viva de carril aplicada sobre la viga metálica [Elaboración propia]

3) Carga de tándem (camión militar), incluye impacto.

En la Ilustración 3.5 se muestra la ubicación de estas fuerzas.

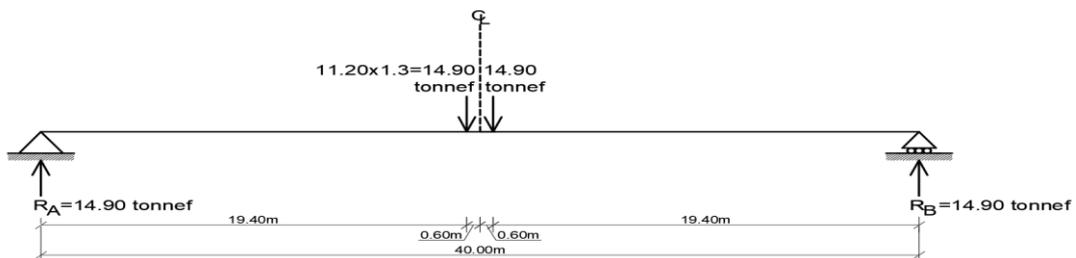


Ilustración 3.5 Carga viva de tándem aplicada sobre la viga metálica [Elaboración propia]

3.2.4 Momentos producidos sobre la viga metálica

En la Tabla 3.3 Momentos sobre la viga metálica se encuentran los momentos por cargas muertas y cargas vivas producidos sobre la viga.

Tabla 3.3 Momentos sobre la viga metálica [Elaboración propia]

Tipo	Momento [tonnef*m]
DC	403.8
DW	50.6
LL carril	190.4
LL camión HS20-44	288.4

3.2.5 Momento de diseño por carga viva

Para la obtención del momento de diseño provocado por las cargas vivas se deben considerar dos casos:

- 1) Camión (incluye carga dinámica vehicular) + carga de carril = 573.85 tonnef*m.
- 2) Tándem (incluye carga dinámica vehicular) + carga de carril = 479.46 tonnef*m.

Debido a que el momento del caso 1 es mayor, este controla. Por lo tanto, $M_{u,LL}=573.85$ tonnef*m.

3.2.6 Cortantes producidos en la viga

En la Tabla 3.4 se encuentran los cortantes por cargas muertas y cargas vivas producidos en la viga.

Tabla 3.4 Cortantes producidos por las cargas muertas y vivas [Elaboración propia]

Tipo	Cortante [tonnef]
DC	40.385
DW	5.060
LL carril	19.040
LL camión HS20-44	30.342

3.2.7 Cortante de diseño por carga viva

Para la obtención del cortante de diseño por carga viva se deben considerar dos casos:

- 1) Camión (incluye carga dinámica vehicular) + carga de carril = 59.39 tonnef.

2) Tándem (incluye carga dinámica vehicular) + carga de carril = 48.39 tonnef.

Debido a que el valor del caso 1 es mayor, este controla. Por lo tanto, $V_{u,LL}=59.39$ tonnef.

3.2.8 Factores de distribución de carga viva para una viga interior

Los momentos flectores de la carga viva y los esfuerzos cortantes se determinan utilizando las fórmulas simplificadas del factor de distribución, dadas en la AASHTO LRFD sección 4.6.2.2. Para utilizar las fórmulas simplificadas del factor de distribución de la carga viva, deben cumplirse las siguientes condiciones:

- La anchura de la losa es constante O.K.
- Número de vigas, $N_b \geq 4$ ($N_b = 4$) O.K.
- Las vigas son paralelas y de la misma rigidez O.K.
- La parte de la calzada del voladizo debe ser $\leq 3,0$ pies ($d=1,5$ pies) O.K.
- La curvatura es inferior a 4° (Curvatura = $0,0^\circ$) O.K

El factor de distribución para momento de flexión se lo obtiene mediante la Ecuación (3.12) y la Ecuación (3.13) para dos o más carriles cargados y para un carril cargado, respectivamente. Estas ecuaciones son válidas para todos los estados límites, excepto el de fatiga.

$$DFM = 0.75 + \left(\frac{S}{9.5}\right)^{0.6} \left(\frac{S}{L}\right)^{0.2} \left(\frac{K_g}{12 * L * t_s^3}\right)^{0.2} \quad (3.12)$$

$$DFM = 0.06 + \left(\frac{S}{14}\right)^{0.4} \left(\frac{S}{L}\right)^{0.3} \left(\frac{K_g}{12 * L * t_s^3}\right)^{0.1} \quad (3.13)$$

Como resultado se obtuvo que para dos carriles el $DFM=0.595$ carriles/viga y para un carril el $DFM=0.407$ carriles/viga, controlando el resultado de los dos carriles con $DFM=0.595$. El factor de distribución para cortante se lo obtiene mediante la Ecuación (3.14) y la Ecuación (3.15) para dos o más carriles cargados y para un carril de diseño cargado respectivamente.

$$DFV = 0.2 + \left(\frac{S}{12}\right) - \left(\frac{S}{35}\right)^2 \quad (3.14)$$

$$DFV = 0.36 + \left(\frac{S}{25}\right) \quad (3.15)$$

Como resultado se obtuvo un DFV=0.782 carriles/viga para dos carriles y un DFV=0.662 carriles/viga para un carril, controlando el resultado de los dos carriles con DFV=0.782 carriles/viga. Se multiplica estos factores a los valores de momento y cortante encontrados anteriormente. Se obtiene un valor de momento igual a 341.32 tonnef*m y uno de cortante igual a 46.47 tonnef.

3.2.9 Momentos y cortantes últimos

Para determinar el momento último y cortante último se consideró el estado límite de resistencia I, debido a ser el más crítico (uso vehicular normal sin viento). Se aplicó la Ecuación (3.3) obteniendo un $M_u=1178$ tonnef*m y un $V_u=139.39$ tonnef.

3.2.10 Dimensionamientos de la viga metálica

Finalizado los cálculos y las correspondientes verificaciones, la viga metálica quedó compuesta por 5 tramos con espesor de ala distinto para así no desperdiciar material y reducir los costos. En la Tabla 3.5 se muestran los diferentes tramos con sus respectivas medidas de ala y alma.

Tabla 3.5 Tramos de la viga metálica [Elaboración propia]

Viga metálica- Tramo P1 a P2 (40.00 m)						
Tramo	Elemento		Ancho (mm)	Espesor (mm)	A (mm ²)	L (m)
1	Sección 1: 0.00m - 5.00m	Ala Superior	500	20	10000	5.00
		Alma	1645	16	26320	5.00
		Ala Inferior	500	20	10000	5.00
2	Sección 2: 5.00m - 11.00m	Ala Superior	500	25	12500	6.00
		Alma	1645	16	26320	6.00
		Ala Inferior	500	25	12500	6.00
3	Sección 3: 11.00m - 29.00m	Ala Superior	500	25	12500	18.00
		Alma	1645	16	26320	18.00
		Ala Inferior	500	30	15000	18.00
4	Sección 4: 29.00m - 35.00m	Ala Superior	500	25	12500	6.00

		Alma	1645	16	26320	6.00
		Ala Inferior	500	25	12500	6.00
5	Sección 5: 35.00m - 40.00m	Ala Superior	500	20	10000	5.00
		Alma	1645	16	26320	5.00
		Ala Inferior	500	20	10000	5.00

3.3 Diseño de las vigas de hormigón armado (H.A.)

3.3.1 Predimensionamiento de la sección transversal

Las dimensiones de la sección transversal con las que se trabajó se presentan en la Ilustración 3.6, con todas las unidades en mm.

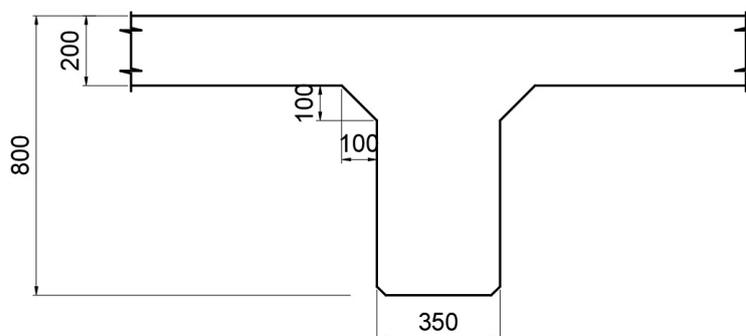


Ilustración 3.6 Dimensiones de la viga de H.A. [Elaboración propia]

3.3.2 Cargas muertas aplicadas a la viga de hormigón armado

Las cargas muertas soportadas por la viga de hormigón armado son las siguientes:

- DC= Peso propio de la viga (0.50 tonnef/m) + Peso de las barreras (0.34 tonnef/m) + Peso de la losa (1.25 tonnef/m)
- DW= Asfalto y servicios de infraestructura (0.25 tonnef/m).
- W=Total de cargas muertas=DC+DW=2.35 tonnef/m.

3.3.3 Momentos producidos por las cargas muertas a la viga de hormigón armado

En las Tabla 3.6 se encuentran los momentos por cargas muertas y cargas vivas producidos sobre la viga.

Tabla 3.6 Momentos producidos por las cargas muertas [Elaboración propia]

Tipo	Momento [tonnef*m]
DC	12.864
DW	1.550

3.3.4 Momento de diseño por carga viva

1) Para la obtención del momento de diseño por carga viva se deben considerar dos casos: Camión (incluye carga dinámica vehicular) + carga de carril = 39.60 tonnef*m

2) Tándem (incluye carga dinámica vehicular) + carga de carril = 49.04 tonnef*m.

Debido a que el momento del caso 2 es mayor, este controla. Por lo tanto, $M_{u,LL}=49.04$ tonnef*m.

3.3.5 Cortantes producidos a la viga de hormigón armado

En la Tabla 3.7 se encuentran los cortantes por cargas muertas y cargas vivas producidos sobre la viga.

Tabla 3.7 Cortantes producidos por las cargas muertas [Elaboración propia]

Tipo	Cortante [tonnef]
DC	7.351
DW	0.886

3.3.6 Cortante de diseño por carga viva

1) Para la obtención del momento de diseño por carga viva se deben considerar dos casos: Camión (incluye carga dinámica vehicular) + carga de carril = 30.16 tonnef.

2) Tándem (incluye carga dinámica vehicular) + carga de carril = 30.58 tonnef.

Debido a que el momento del caso 2 es mayor, este controla. Por lo tanto, $V_{u,LL}=30.578$ tonnef.

3.3.7 Factores de distribución de carga viva para una viga interior

Para determinar los factores de distribución para momento se empleó la Ecuación (3.11) y la Ecuación (3.12), del mismo modo que para la viga metálica. Como resultado se

obtuvo, para dos carriles el $DFM=0.741$ carriles/viga y, para un carril el $DFM=0.586$ carriles/viga. Por lo tanto, se escoge trabajar con el mayor.

El factor de distribución para cortante se lo determinó mediante la Ecuaciones (3.13) y (3.14) para dos o más carriles cargados y para un carril de diseño cargado respectivamente. Como resultado se obtuvo un $DFV=0.782$ carriles/viga para dos carriles y un $DFV=0.662$ carriles/viga para un carril. Se escoge trabajar con el mayor.

Se multiplica estos factores a los valores de momento y cortante encontrados anteriormente. Se obtiene un valor de momento igual a 36.32 tonnef*m y uno de cortante igual a 23.92 tonnef.

3.3.8 Momentos y cortantes últimos

Para determinar el momento y cortante últimos se consideró el estado límite de resistencia I, debido a ser el más crítico (uso vehicular normal sin viento). Se aplicó la Ecuación (3.3) obteniendo un $M_u=81.95$ tonnef*m y un $V_u=52.38$ tonnef.

3.3.9 Refuerzo de la viga de hormigón armado

Para soportar el momento y cortante obtenidos, se optó por 4 varillas de 18 mm en la parte superior a todo lo largo de la viga. En la parte inferior se adoptó 4 varillas de 25 mm a lo largo de la viga, más un refuerzo en la mitad de 2 varillas de 25 mm por 4500 mm y otro refuerzo de 2 varillas de 25 mm por 3000 mm.

Para el estribado se optó por estribos de 14 mm cada 100 mm desde los extremos por 1400 mm de distancia y el tramo central de 4200 mm cada 250 mm como se muestra en la Ilustración 3.7.

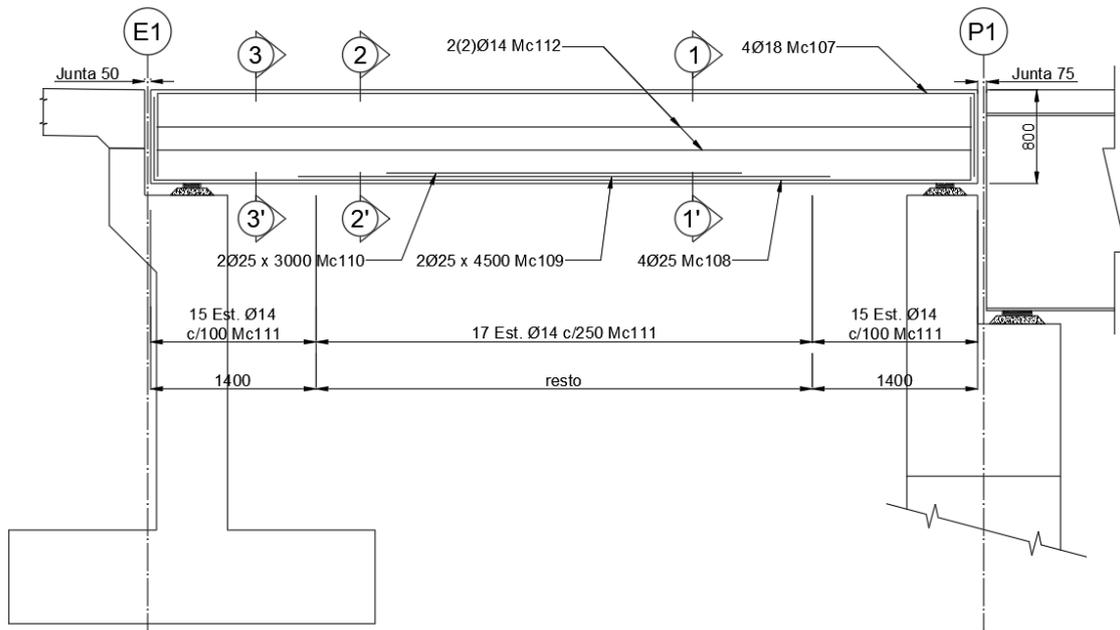


Ilustración 3.7 Elevación longitudinal de la viga de H.A.(P2-E2) [Elaboración propia]

Se añadió separadores de 25 mm cada 2000 mm y 2 filas de 2 varillas intermedias de 14 mm para prevenir fisuraciones en las caras de la viga e incrementar la capacidad a torsión de la viga. A continuación, se detalla en la Ilustración 3.8 de la sección transversal 1-1' de la viga de H.A.

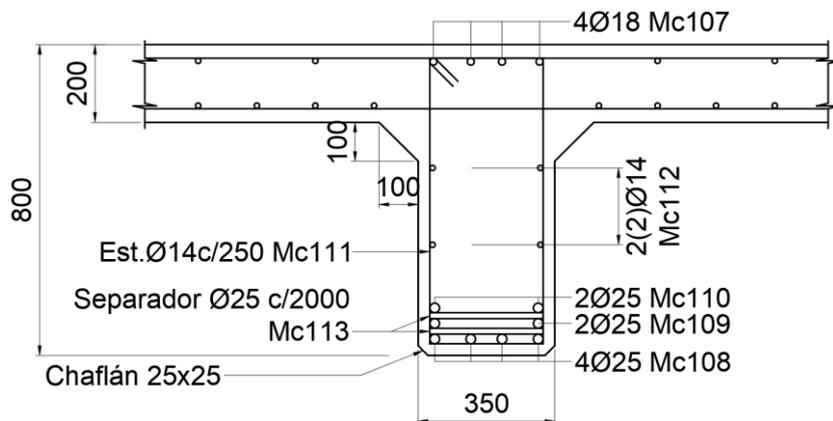


Ilustración 3.8 Sección transversal de la viga H.A, corte 1-1' [Elaboración propia]

3.4 Diseño de la viga cabezal

3.4.1 Dimensiones de la viga cabezal

Para la viga cabezal de hormigón armado se adoptó las siguientes dimensiones; altura 1300 mm, base 1300 mm, longitud de apoyo para la viga metálica 700 mm, longitud de

apoyo para la viga de hormigón 525 mm. La viga cabezal tendrá forma de L debido, ya que, las vigas que soportará son de diferente peralte, además su sección transversal será variable para darle una buena estética. La forma y medidas se muestran en la Ilustración 3.9 y la Ilustración 3.10.

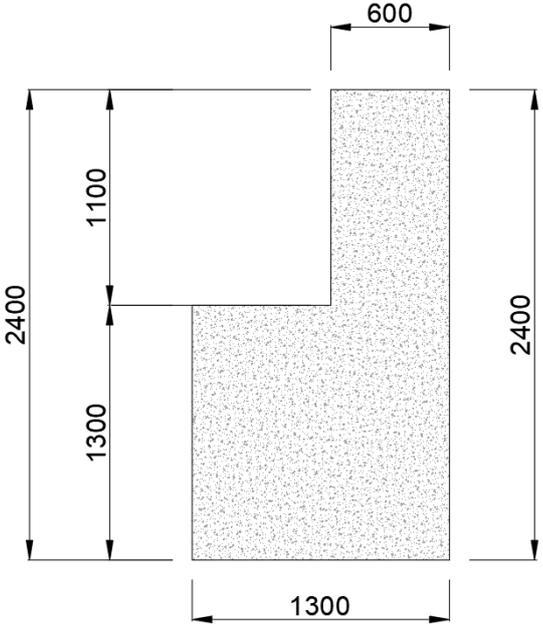


Ilustración 3.9 Sección transversal de la viga cabezal [Elaboración propia]

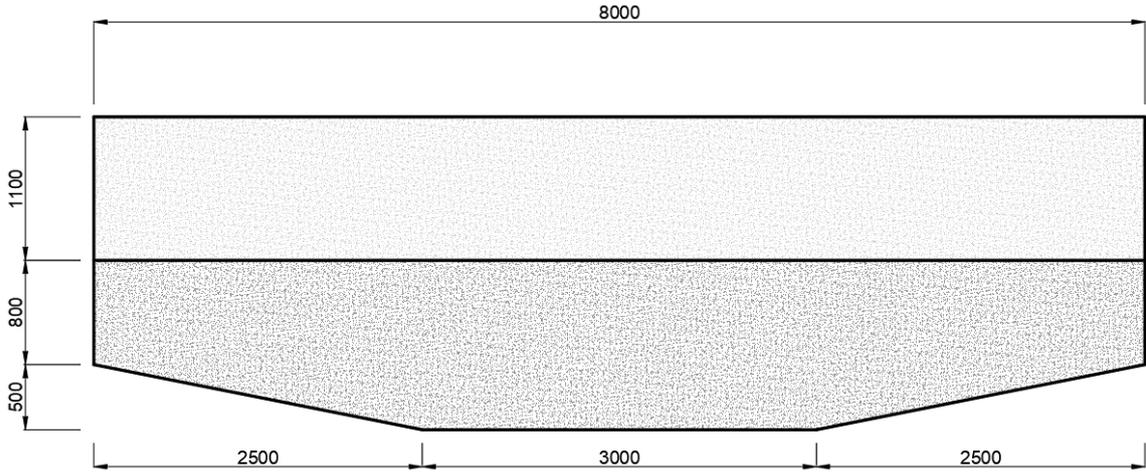


Ilustración 3.10 Sección longitudinal de la viga cabezal [Elaboración propia]

3.4.2 Cargas muertas aplicadas a la viga cabezal

Las cargas muertas soportadas por la viga cabezal son las siguientes:

- DC= Peso de la viga metálica (8.84 tonnef) + Peso de la viga de hormigón armado (1.93 tonnef) + Peso de las barreras (7.05 tonnef) + Peso de la losa (24.87 tonnef)
- DW= Servicios de infraestructura (1.48 tonnef) + Asfalto (4.98 tonnef).
- W=Total de cargas muertas=DC+DW=50 tonnef.

3.4.3 Cargas vivas (incluyendo impacto) aplicados a la viga cabezal

Se analizan dos casos:

- 1) Carga de camión (incluye impacto) + carga distribuida= 60.85 tonnef.
- 2) Tándem (incluye impacto) + carga distribuida= 50.71 tonnef.

Posteriormente, se aplica el factor de distribución (f_d) al caso que controla (Caso 1). Con un $f_d = 0.7$, se obtuvo una carga viva LL=43.00 tonnef.

3.4.4 Momento y cortante último aplicados a la viga cabezal

Se aplicó la combinación de cargas correspondiente a Resistencia I empleando la Ecuación 3.3 para determinar la carga última. Se obtuvo una carga última $P_u=152.75$ tonnef. Con este resultado, se determinó un momento último $M_u=318.41$ tonnef*m y un cortante último $V_u=169.19$ tonnef.

3.4.5 Refuerzos de la viga cabezal

Para el refuerzo longitudinal, en la parte superior que soportará a la viga de hormigón armado se colocaron 4 varillas de 25 mm, en la parte superior que soportará a la viga metálica se colocaron dos filas de 8 varillas de 25 mm separadas con un separador de 25 mm cada 2000 mm, y en la parte inferior de la viga cabezal se colocó una fila de 8 varillas de 25 mm.

Además, se colocaron 8 filas de 2 varillas de 18 mm en el centro de la viga cabezal para evitar fisuramiento. En la Ilustración 3.11 se detalla el armado de la viga cabezal.

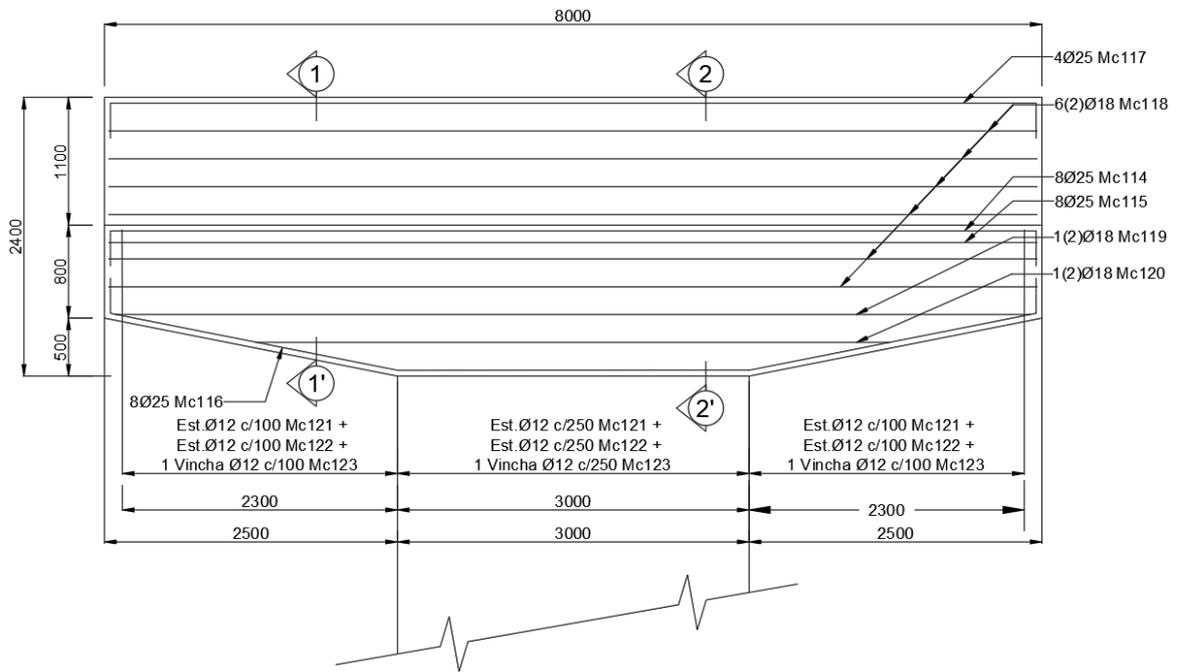


Ilustración 3.11 Armado de la viga cabezal [Elaboración propia]

Para el refuerzo transversal se colocaron dos estribos más 1 vincha de 12 mm cada 100 mm en las secciones variables. Mientras que, en la sección constante, la distribución fue cada 250 mm. En la Ilustración 3.12 y la Ilustración 3.13 se detalla el estribado de ambas secciones.

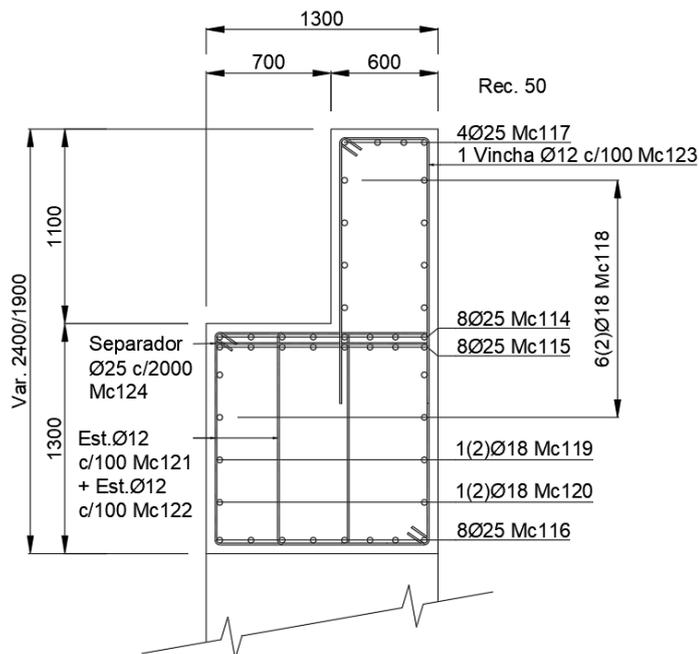


Ilustración 3.12 Sección 1-1' [Elaboración propia]

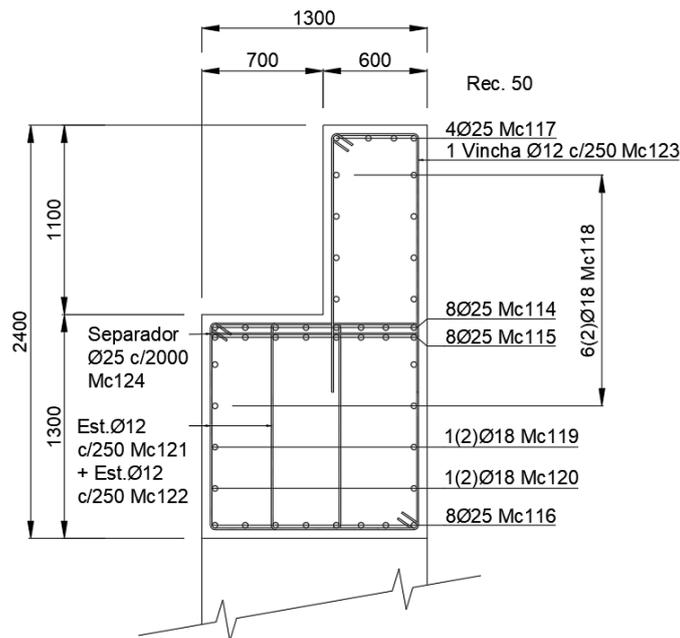


Ilustración 3.13 Sección 2-2` [Elaboración propia]

3.5 Diseño de la pila de hormigón armado

3.5.1 Predimensionamiento de la pila

Se realizó el predimensionamiento considerando que solo 4 vigas longitudinales se apoyen fuera del área efectiva de la columna y 4 vigas longitudinales se apoyen dentro del área efectiva de la columna, ayudando a reducir costos en acero de refuerzo para la viga cabezal y la columna. Con ello se obtuvo el lado largo de 3000 mm, adicional a ello, se adoptó en el lado corto 1300 mm al igual que el ancho de la viga cabezal, esto se lo realizó con el fin de evitar excentricidades en la transmisión de cargas.

3.5.2 Cargas muertas aplicadas a la pila

Las cargas muertas soportadas por la pila son las siguientes:

- DC= Peso de la viga metálica (35.36 tonnef) + Peso de la viga de hormigón armado (7.70 tonnef) + Peso de las barreras (28.20 tonnef) + Peso de la losa (99.49 tonnef) + Peso de la viga cabezal (52.61 tonnef) + Peso propio de la columna (84.24 tonnef).
- DW= Servicios de infraestructura (5.92 tonnef) + Asfalto (19.91 tonnef).
- W=Total de cargas muertas=DC+DW=333.42 tonnef.

3.5.3 Cargas vivas (incluyendo impacto) aplicados a la pila

La carga viva que actúa sobre la pila es el doble de la obtenida en la sección 3.4.3, ya que el puente es de dos carriles, con lo cual se obtiene: $LL=60.85 \text{ tonnef} * 2 = 121.7 \text{ tonnef}$.

3.5.4 Combinación de carga de resistencia 1

Para iniciar con el diseño de la pila se debe calcular la carga axial a la cual está sometida, para ello se emplea la combinación dada por AASHTO LRFD 2017 de Resistencia I, obteniendo lo siguiente:

- $P=1.25DC+1.5DW+1.75LL=636.21 \text{ tonnef}$.

3.5.5 Cálculo de la inercia efectiva de la pila del puente

Para iniciar, se debe calcular la relación de carga axial, para ello se aplica la Ecuación (3.16).

$$ALR = \frac{P}{f'_c * A_g} \quad (3.16)$$

Donde:

ALR: Relación de carga axial.

P: Carga axial que recibe la columna.

f'_c : Capacidad a compresión del hormigón.

A_g : Área gruesa de la columna.

Reemplazando:

$$ALR = \frac{636.21 \text{ tonnef}}{\frac{280 \text{ kgf}}{\text{cm}^2} * 3.9 * 10^{-4} \text{ cm}^2} = 0.058 \quad (3.17)$$

Luego se estima una cuantía, en el caso de estudio, se adoptó una cuantía de $\rho = 1.25\%$. Con ello se puede determinar la inercia efectiva de la sección, para ello se hace uso de la Ilustración 3.14.

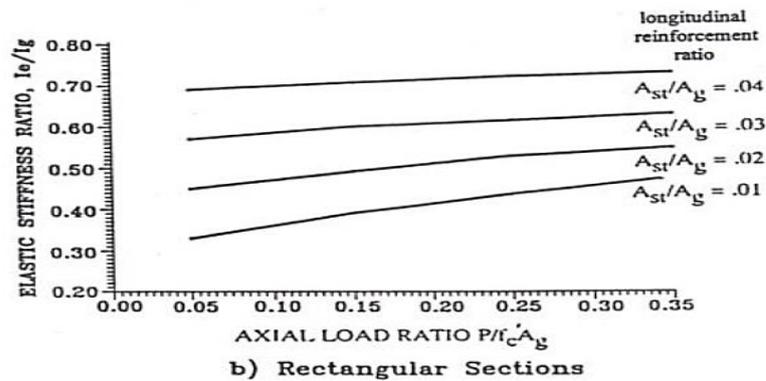


Ilustración 3.14 Rigidez efectiva de las secciones agrietadas de hormigón armado
 [Priestley et al., 1996]

Obteniendo como inercia efectiva el 36% de la inercia gruesa, como se detalla en la Ecuación (3.18) y la Ecuación (3.19).

$$I_{ex} = 0.36 \frac{b * h^3}{12} = 1.053 m^4 \quad (3.18)$$

Donde:

I_{ex} : Inercia efectiva en x.

b: lado corto de la columna 1.3 m.

h: lado largo de la columna 3 m.

$$I_{ey} = 0.36 \frac{h * b^3}{12} = 0.198 m^4 \quad (3.19)$$

Donde:

I_{ey} : Inercia efectiva en y.

b: lado corto de la columna 1.3 m.

h: lado largo de la columna 3 m.

3.5.6 Cálculo del periodo fundamental T en la dirección longitudinal

Para ello primero se debe determinar la masa actuante mediante la Ecuación (3.20).

$$m_a = \frac{W}{g} = 34 \text{ tonne} \quad (3.20)$$

Donde:

m_a : Masa del puente que actúa sobre la pila.

W: Total de cargas muertas del puente.

g: Gravedad.

Lo siguiente, es determinar la rigidez en la dirección longitudinal aplicando la Ecuación (3.21).

$$K_L = \frac{n_c * 3 * E_c * I_{ey}}{H^3} = 205.6 \quad (3.21)$$

Donde:

K_L : Rigidez en la dirección longitudinal de la pila.

n_c : Número de columnas = 1.

E_c : Módulo de elasticidad del concreto de $280 \frac{kgf}{cm^2} = 252671.33 \frac{kgf}{cm^2}$.

I_{ey} : Inercia efectiva en la dirección "Y" de la pila = $0.198 m^4$.

H: Altura de la pila, incluyendo la viga cabezal = $9m$

A continuación, se determina el periodo fundamental en la dirección longitudinal mediante la Ecuación (3.22).

$$T_L = 2 * \pi * \sqrt{\frac{m_a}{K_L}} = 2.55 s \quad (3.22)$$

Donde:

T_L : Periodo fundamental en la dirección longitudinal.

m_a : Masa del puente que actúa sobre la pila.

K_L : Rigidez en la dirección longitudinal de la pila.

3.5.7 Cálculo del periodo fundamental T en la dirección transversal

Lo siguiente, es determinar la rigidez en la dirección transversal aplicando la Ecuación (3.23).

$$K_T = \frac{n_c * 3 * E_c * I_{ex}}{H^3} = 1094.91 \quad (3.23)$$

Donde:

K_T : Rigidez en la dirección transversal de la pila.

n_c : Número de columnas = 1.

E_c : Módulo de elasticidad del concreto de $280 \frac{kgf}{cm^2} = 252671.33 \frac{kgf}{cm^2}$.

I_{ex} : Inercia efectiva en la dirección "X" de la pila = $0.198 m^4$.

H: Altura de la pila, incluyendo la viga cabezal = $9m$

A continuación, se determina el periodo fundamental en la dirección transversal mediante la Ecuación (3.24).

$$T_T = 2 * \pi * \sqrt{\frac{m_a}{K_T}} = 1.11 \text{ s} \quad (3.24)$$

Donde:

T_T : Periodo fundamental en la dirección transversal.

m_a : Masa del puente que actúa sobre la pila.

K_T : Rigidez en la dirección transversal de la pila.

3.5.8 Cálculo de la carga sísmica a partir de los espectros de respuesta AASHTO LRFD, para suelo tipo D

Donde:

T_m : Periodo para el modo de vibración m.

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

W : Peso de la carga muerta que actúa sobre la pila.

E_Q : Fuerza estática horizontal equivalente elástica.

E_Q (diseño) R=2: Fuerza estática horizontal con un factor de modificación de respuesta sísmica igual a 2.

En la Tabla 3.8 se muestran los resultados obtenidos para la carga sísmica, y en la Ilustración 3.15 se muestra el espectro de respuesta sísmica.

Tabla 3.8 Carga sísmica [Elaboración propia]

SUELO D				
T_m [s]	C_{sm}	W (tonnef)	E_Q	E_Q (diseño R=2)
0.00	0.50	333.42	166.71	83.36
0.12	1.50	333.42	500.13	250.07
0.60	1.50	333.42	500.13	250.07
0.70	1.29	333.42	428.68	214.34
0.80	1.13	333.42	375.10	187.55
0.90	1.00	333.42	333.42	166.71
1.00	0.90	333.42	300.08	150.04

1.10	0.82	333.42	272.80	136.40
1.20	0.75	333.42	250.07	125.03
1.30	0.69	333.42	230.83	115.41
1.40	0.64	333.42	214.34	107.17
1.50	0.60	333.42	200.05	100.03
1.60	0.56	333.42	187.55	93.77
1.70	0.53	333.42	176.52	88.26
1.80	0.50	333.42	166.71	83.36
1.90	0.47	333.42	157.94	78.97
2.00	0.45	333.42	150.04	75.02
2.10	0.43	333.42	142.89	71.45
2.20	0.41	333.42	136.40	68.20
2.30	0.39	333.42	130.47	65.23
2.40	0.38	333.42	125.03	62.52
2.50	0.36	333.42	120.03	60.02
2.60	0.35	333.42	115.41	57.71
2.70	0.33	333.42	111.14	55.57
2.80	0.32	333.42	107.17	53.59
2.90	0.31	333.42	103.48	51.74
3.00	0.30	333.42	100.03	50.01
3.10	0.29	333.42	96.80	48.40
3.20	0.28	333.42	93.77	46.89
3.30	0.27	333.42	90.93	45.47
3.40	0.26	333.42	88.26	44.13
3.50	0.26	333.42	85.74	42.87
3.60	0.25	333.42	83.36	41.68
3.70	0.24	333.42	81.10	40.55
3.80	0.24	333.42	78.97	39.48
3.90	0.23	333.42	76.94	38.47
4.00	0.23	333.42	75.02	37.51

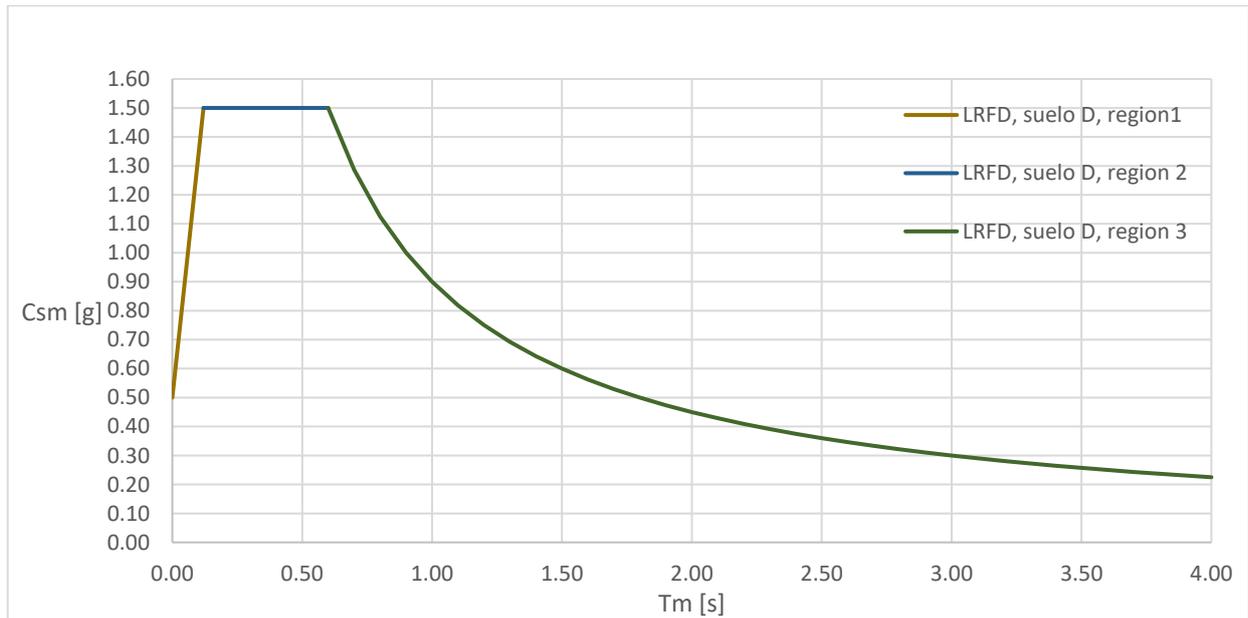


Ilustración 3.15 Espectros de respuesta elástica, AASHTO LRFD, suelo tipo D

[Elaboración propia]

A continuación, se verifica en que punto de la gráfica, interseca con el periodo fundamental calculado en la sección 3.5.7.

Para la dirección longitudinal se tiene: $T_L=2.55$ s, $C_{sm}=0.35$, $E_Q = W * C_{sm}=116.70$ tonnef
 E_Q (diseño R=2) =58.35 tonnef.

Para la dirección transversal se tiene: $T_T=1.11$ s, $C_{sm}=0.81$, $E_Q = W * C_{sm}=270.07$ tonnef
 E_Q (diseño R=2) =135.04 tonnef.

3.5.9 Momento y cortante último aplicados a la pila

Luego de realizar los correspondientes cálculos se obtuvo en la dirección longitudinal un momento último $M_u=525.14$ tonnef*m y un cortante último $V_u=116.70$ tonnef y en la dirección transversal un momento último $M_u=1215.33$ tonnef*m y un cortante último $V_u=270.07$ tonnef.

3.5.10 Refuerzos de la pila

La pila quedó compuesta por 80 varillas de 28 mm de diámetro para el refuerzo longitudinal, y 4 estribos de 16 mm más 2 vinchas de 16 mm para el refuerzo transversal. La disposición del acero de refuerzo se presenta en la Ilustración 3.16. En la Ilustración 3.17 se detalla para la pila 1 y en Ilustración 3.18 para la pila 2.

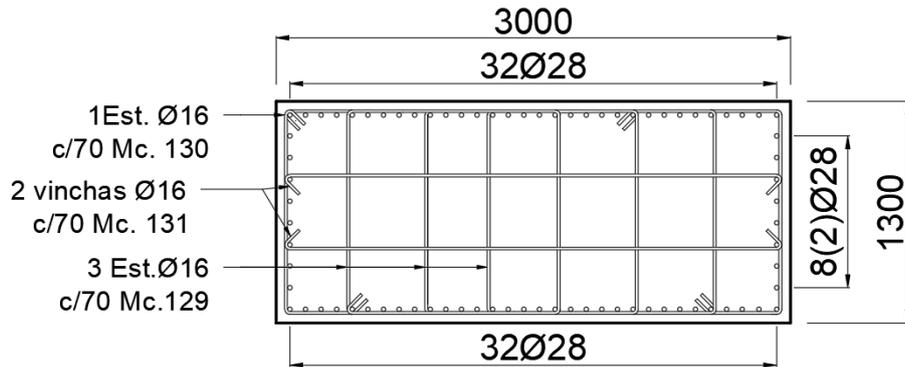


Ilustración 3.16 Armado de la pila [Elaboración propia]

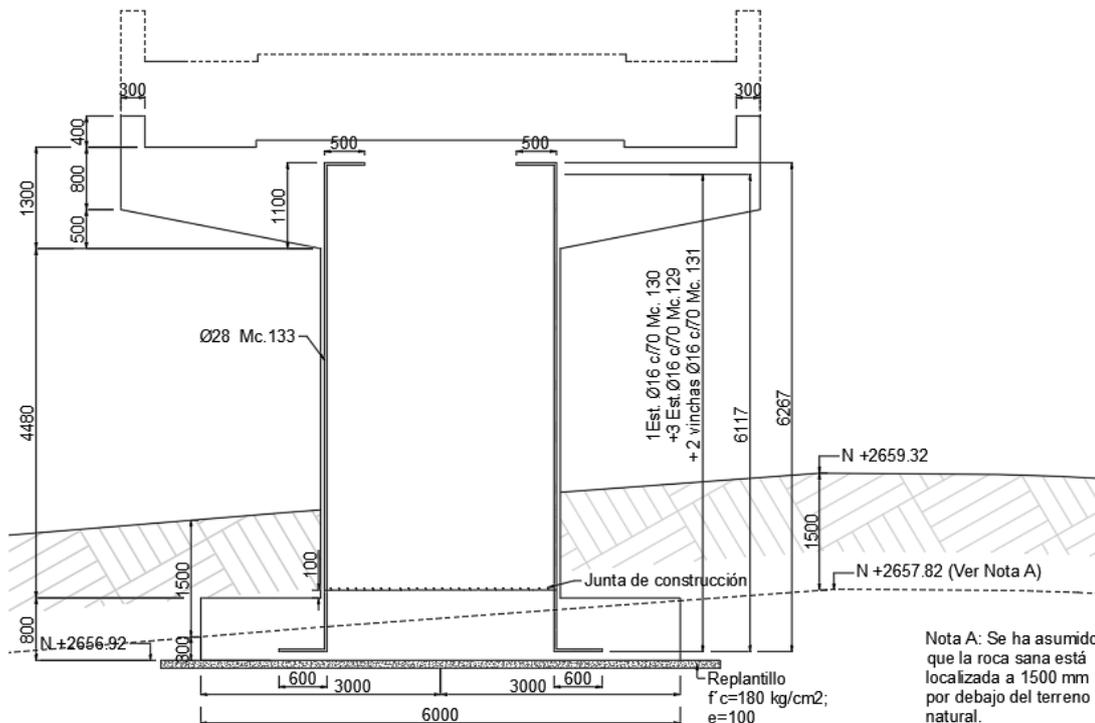


Ilustración 3.17 Armado pila 1 [Elaboración propia]

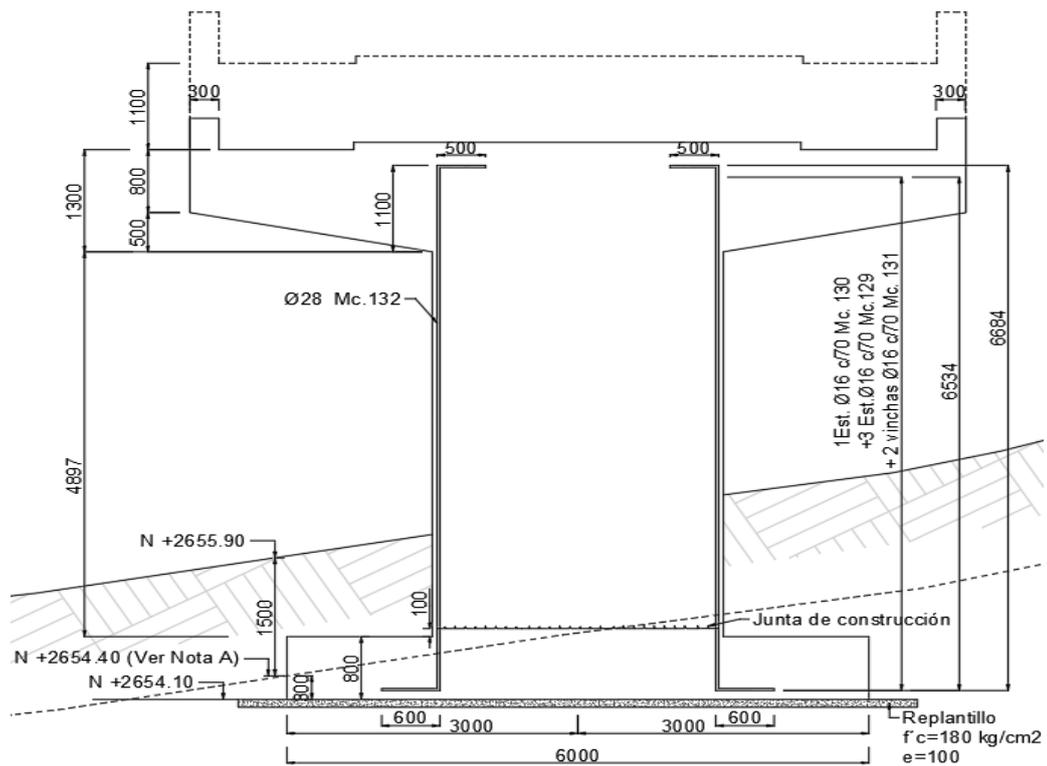


Ilustración 3.18 Armado pila 2 [Elaboración propia]

Las dimensiones de las zapatas se detallan en la Ilustración 3.19. Para el armado de las zapatas se utilizó varillas de 28 mm cada 200 mm en ambos sentidos como se detalla en la Ilustración 3.20 y la Ilustración 3.21.

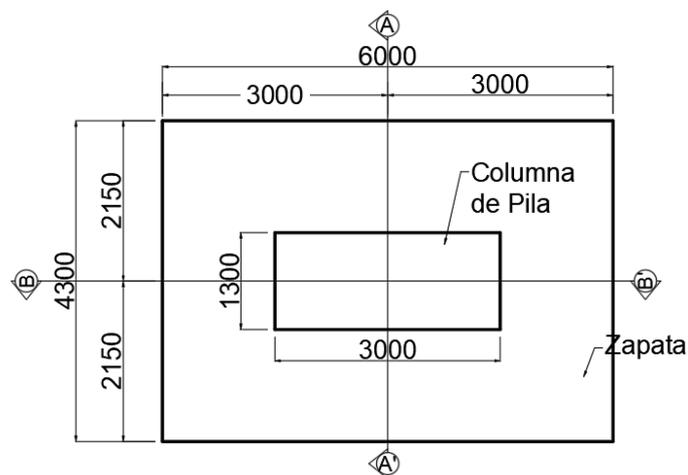


Ilustración 3.19 Dimensiones de la zapata [Elaboración propia]

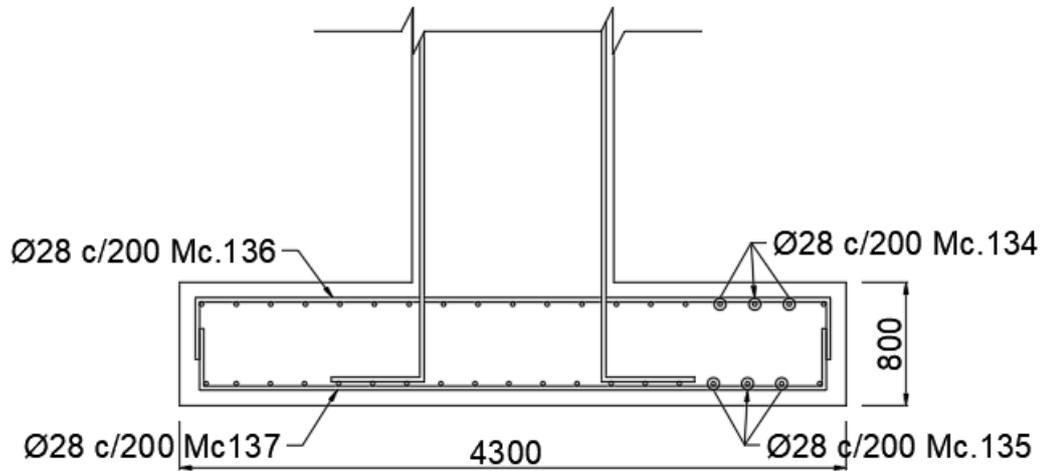


Ilustración 3.20 Sección transversal de la zapata, corte A-A´ [Elaboración propia]

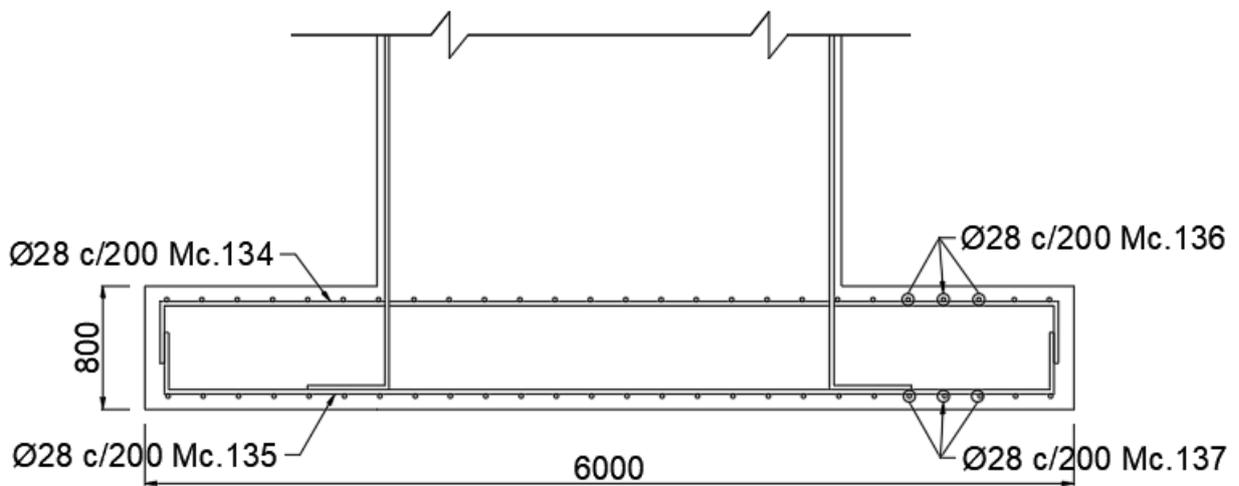


Ilustración 3.21 Sección transversal de la zapata, corte B-B´ [Elaboración propia]

3.6 Diseño de los estribos

3.6.1 Predimensionamiento de los estribos

Las medidas de la geometría del estribo se describen en la Ilustración 3.22.

3.6.3 Refuerzo en el estribo

El armado del estribo quedó configurado de la manera indicada en la Ilustración 3.23 y la Ilustración 3.24, considerando una cuantía de 0.008.

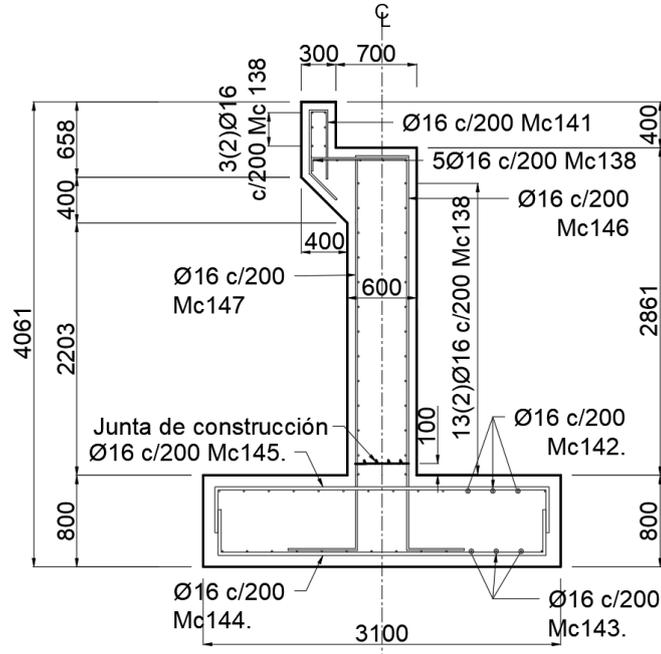


Ilustración 3.23 Armado de estribo 1 [Elaboración propia]

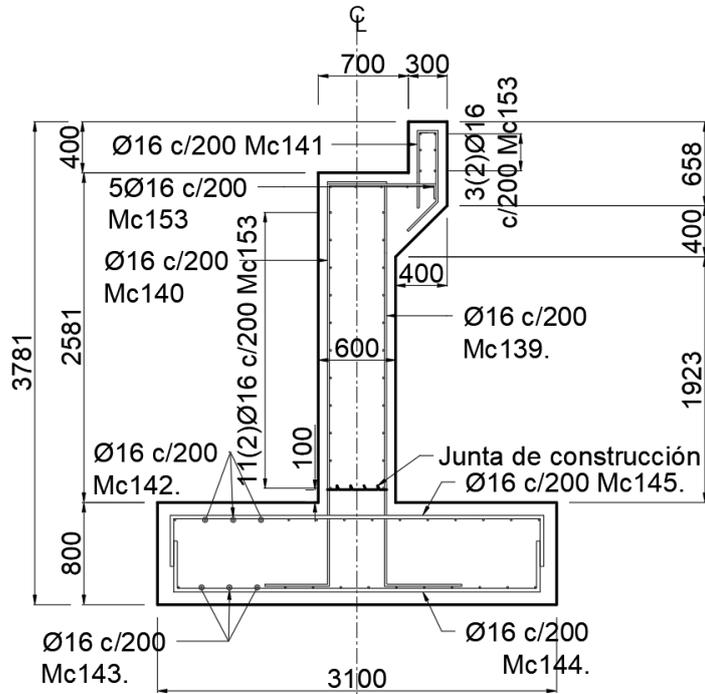


Ilustración 3.24 Armado de estribo 2 [Elaboración propia]

El armado de los muros laterales se detalla en las siguientes ilustraciones. En la Ilustración 3.25 para el muro del estribo 1 y en la Ilustración 3.26 para el muro del estribo 2.

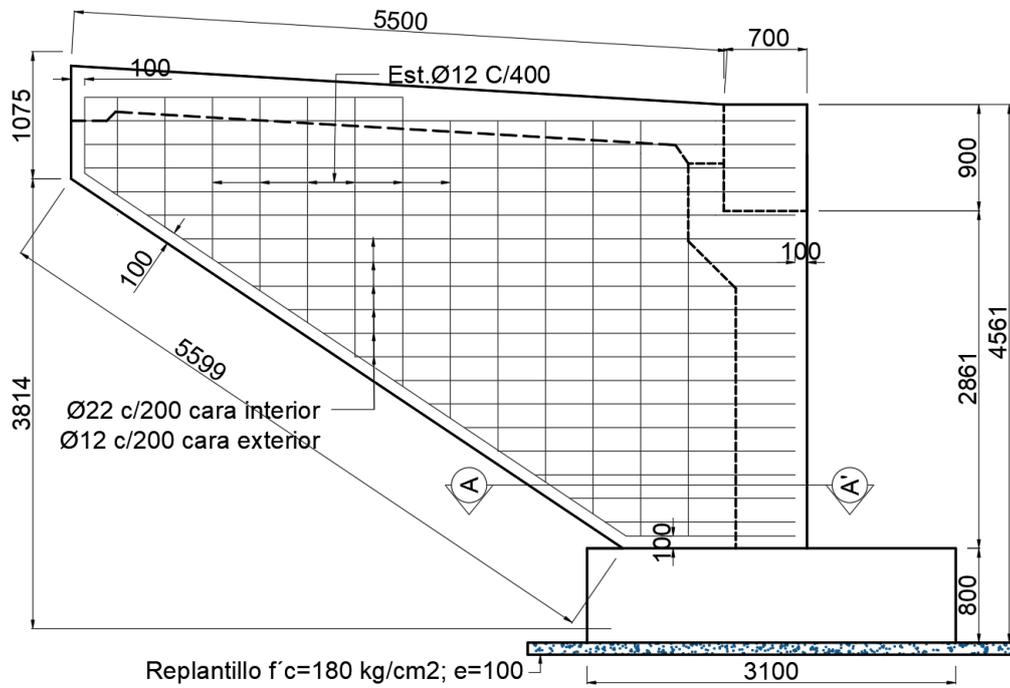


Ilustración 3.25 Armado de muro 1 [Elaboración propia]

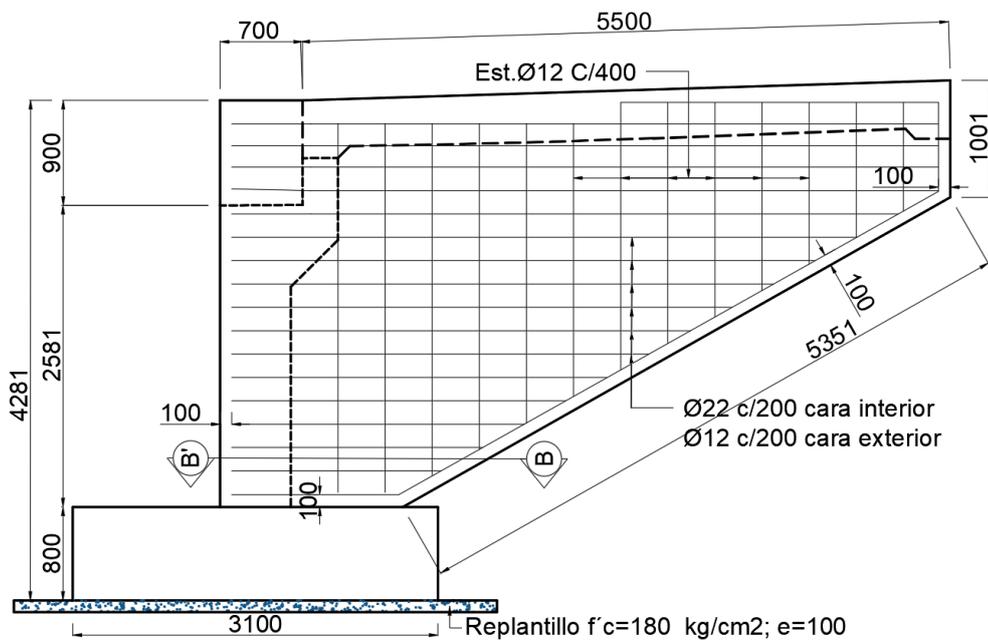


Ilustración 3.26 Armado de muro 2 [Elaboración propia]

Mientras que la vista en planta del estribo se aprecia en la Ilustración 3.27 y la Ilustración 3.28.

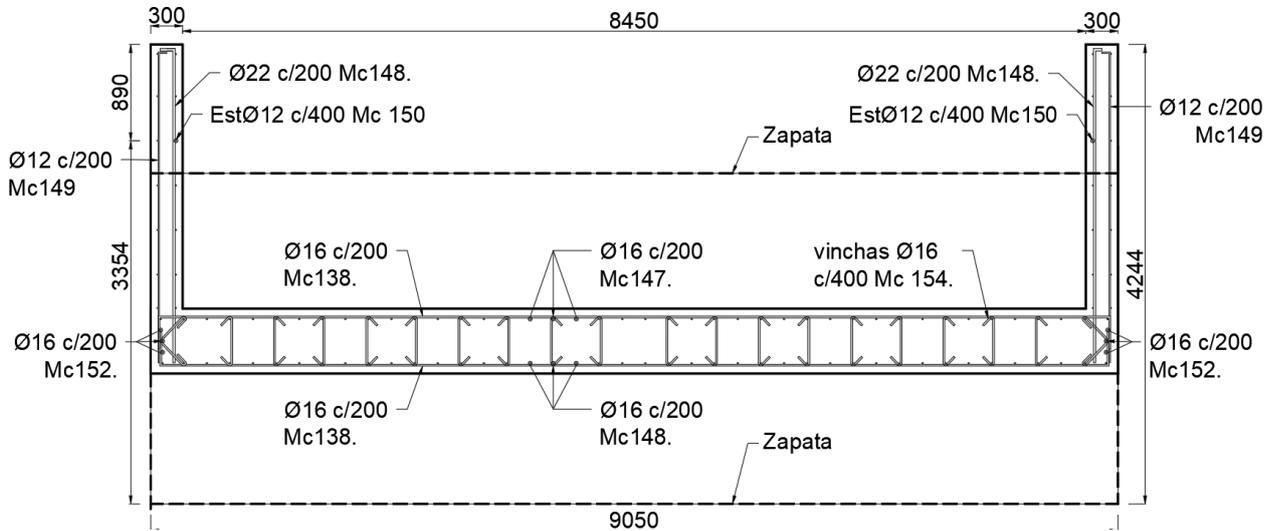


Ilustración 3.27 Vista en planta del estribo 1 [Elaboración propia]

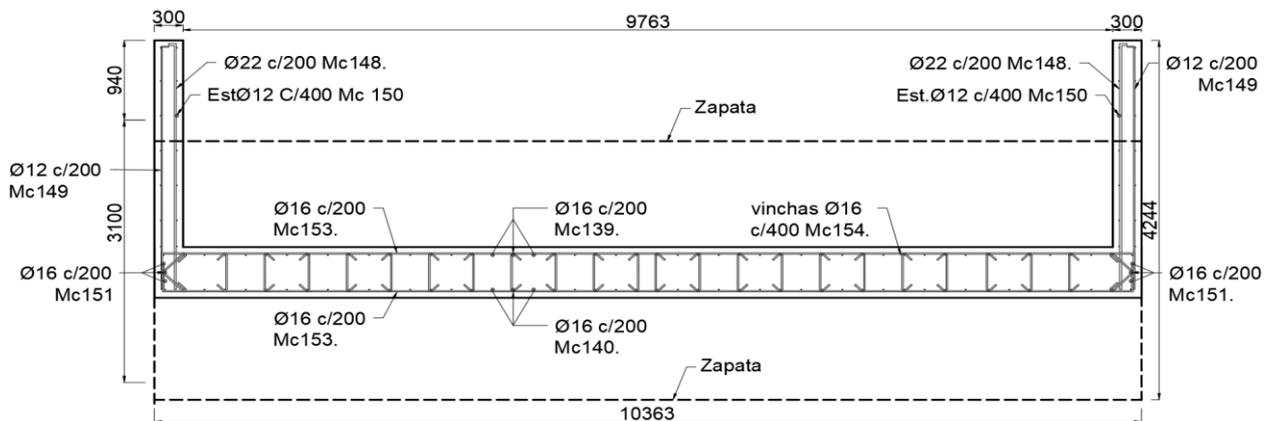


Ilustración 3.28 Vista en planta del estribo 2 [Elaboración propia]

3.7 Análisis de presupuesto

El presupuesto realizado en el presente proyecto está relacionado únicamente a la construcción de subestructura y superestructura del puente, así como los rubros de mitigación de impactos ambientales. El presupuesto del proyecto se muestra en la Tabla 3.10.

Tabla 3.10 Presupuesto del proyecto [Elaboración propia]

ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR					
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1. SUBESTRUCTURA					
1.1	Excavación y Relleno para Puentes, incluye desalojo	m ³	158	\$14.79	\$2,336.82
1.2	Hormigón de Cemento Portland; f'c=18 MPa (180 Kg/cm ²). Replanteo	m ³	16	\$ 131.70	\$2,107.20
1.3.1	Hormigón Estructural de Cemento Portland; f'c=28 MPa (280 Kg/cm ²) en Estribos	m ³	94	\$ 257.15	\$24,172.10
1.3.2	Hormigón Estructural de Cemento Portland; f'c=28 MPa (280 Kg/cm ²) en Pilas	m ³	78	\$ 263.68	\$20,567.04
1.3.3	Hormigón Estructural de Cemento Portland; f'c=28 MPa (280 Kg/cm ²) en Viga cabezal	m ³	34	\$276.73	\$9,408.82
1.4	Acero de refuerzo en barras f _y =4,200 Kg/cm ² .	Kg.	30205	\$2.07	\$62,524.35
1.5.1	Placas de Neopreno tipo 1 (250*400*40), incluye mortero de nivelación de f'c=400 Kg/cm ² .	u	8	\$123.93	\$991.44
1.5.2	Placas de Neopreno tipo 2 (150*250*40), incluye mortero de nivelación de f'c=400 Kg/cm ² .	u.	16	\$120.79	\$1,932.64
1.6	Juntas de Neopreno	m	34	\$ 315.80	\$10,737.20
1.7	Banda de PVC 200 x 10	m	17	\$ 4.49	\$ 76.33
2. SUPERESTRUCTURA					
2.1	Vigas metálicas - Acero estructural ASTM A588 G50 (Fabricación, suministro, transporte y montaje)	Kg	68612	\$4.47	\$306,695.64
2.2	Conectores de corte- Acero estructural ASTM A108 (Suministro, transporte y montaje)	kg	1758	\$3.50	\$6,153.00
2.3	Hormigón Estructural de Cemento Portland; f'c=28 MPa (280 Kg/cm ²). - Superestructura	m ³	180	\$289.38	\$52,088.40
2.4	Acero de refuerzo en barras f _y =4,200 Kg/cm ² .	Kg	63220	\$2.07	\$130,865.40
2.5	Carpeta de Rodadura de Hormigón Asfáltico, e=5 cm incluido riego de liga	m ²	487.5	\$9.60	\$4,680.00
3. MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES					
3.1	Rótulos de Información del Proyecto	u.	2	\$305.62	\$611.24

3.2	Hojas Volantes	u.	1000	\$0.05	\$ 50.00
3.3	Demarcación de Frente de Obra	m.	2000	\$4.14	\$8,280.00
3.4	Letreros preventivos	u.	20	\$111.06	\$2,221.20
3.5	Vallas de señalización	u.	30	\$91.32	\$2,739.60
3.6	Señales luminosas de prevención	u.	30	\$43.61	\$1,308.30
3.7	Servicios higiénicos portátiles (2 unidades)	mes	9	\$240.00	\$2,160.00
				TOTAL	\$652,706.72

Como se puede observar, el presupuesto se lo realizó por orden de magnitud, permitiendo describir y estimar los costos de manera asertiva. Adicional a ello, los precios unitarios que están presentados en la tabla tienen un incremento del 25%, los cuales están subdivididos de la siguiente manera:

- Gastos generales 12%
- Imprevistos 3%
- Utilidades 10%

El presupuesto propuesto excluye los rubros relacionados a: remoción y expropiaciones, obras viales, obras de drenaje, pilotaje, señalización, paisajismo e iluminación. Estos rubros deberán ser considerados por el GAD municipal de Guaranda para la construcción de este puente.

CAPÍTULO 4

4. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Objetivos del impacto ambiental

4.1.1 Objetivo general

Evaluar los efectos sobre el medio ambiente que puede ocasionar la construcción de un puente sobre el río Guaranda, provincia de Bolívar.

4.1.2 Objetivos específicos

- Elaborar la Línea de Base Ambiental que sirva de referencia para la Evaluación de Impacto Ambiental.
- Determinar las actividades del proyecto que podrían tener mayor afectación sobre el ambiente y así establecer, preliminarmente, las medidas de prevención, mitigación, y/o compensación.

4.2 Línea base ambiental

4.2.1 Medio físico

4.2.1.1 Clima

Para el análisis climático se tomó los datos de la Estación Meteorológica M1107 Laguacoto, la cual permite el análisis de datos como: temperatura, nubosidad, velocidad del viento y precipitación. Los datos de esta última se detallan en el Capítulo 2. La temperatura promedio mensual es de 13°C, con una máxima mensual de 23°C y mínima mensual de 8°C. La velocidad del viento máxima registrada es de 20 m/s, esta se da en seis de los doce meses del año. En el área de influencia, los vientos que predominan van de sur a este. La humedad relativa registrada es de 63% y la nubosidad media es de 6 octas.

4.2.1.2 Tectónica

Según el mapa de zonificación sísmica de la Norma Ecuatoriana de Construcción en su edición 2015, existen 4 zonas definidas por el grado de amenaza (siendo la zona IV la

de mayor riesgo). Guaranda se encuentra en la zona sísmica IV, obteniendo un factor de zona sísmica “z” iguala a 4.

4.2.2 Medio biótico

4.2.2.1 Fauna

No se observa la presencia de fauna nativa en la zona de influencia directa del proyecto, pero si la presencia de animales de granja, en especial ganado vacuno, pastoreando en los alrededores.

4.2.2.2 Flora

En la ciudad de Guaranda se encuentran árboles y arbustos como por ejemplo romerillo, mortiño, chuquiraguas y eucalipto.

4.2.3 Medio socioeconómico

4.2.3.1 Aspectos demográficos

Los sectores más próximos al lugar en donde se llevará a cabo el proyecto son los ubicados en el sector sureste de la ciudad de Guaranda. Pero, estas personas no se verán afectadas debido a que no se encuentran en la zona de influencia directa del proyecto, ya que a 100 metros alrededor del eje del proyecto no se encuentran viviendas. En la Ilustración 4.1 se presenta la ubicación de implantación del puente.



Ilustración 4.1 Lugar de implantación del puente [Google Earth Pro]

4.2.3.2 Actividad económica

La mayoría de la población económicamente activa de la ciudad se dedican a actividades agrícolas. En la Ilustración 4.2 se detalla el porcentaje de población dedicada a cada actividad y en la Ilustración 4.3 las actividades que generan mayor ingreso en la ciudad de Guaranda.



Ilustración 4.2 Población por rama de actividad [INEC, 2010]



Ilustración 4.3 Actividades que generan mayor ingreso [INEC, 2010b]

4.3 Área de influencia del proyecto

4.3.1 Área de influencia directa ambiental

El área de influencia directa ambiental del proyecto es la zona geográfica comprendida a una distancia de 100 m a cada uno de los lados del eje vial y del puente que forman parte del proyecto. Además, se toman en cuenta componentes como canteras o minas,

sitios de disposición del material de desalojo, campamentos, entre otros. En la Ilustración 4.4 se indica la zona de influencia directa.

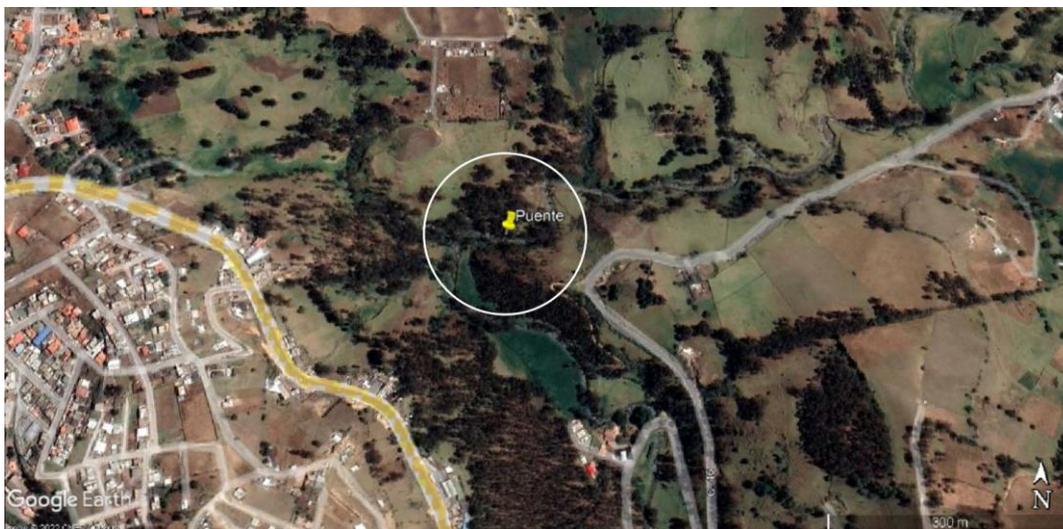


Ilustración 4.4 Área de influencia directa [Google Earth Pro]

4.3.2 Área de influencia indirecta ambiental

El área de influencia indirecta ambiental del proyecto abarca la zona sureste de la ciudad de Guaranda.

4.4 Actividades del proyecto

Las actividades con un potencial para producir impactos se indican a continuación:

Actividades complementarias

- A1: Instalación y operación del campamento
- A2: Cierre parcial o total de vías
- A3: Fuentes de materiales
- A4: Transporte de materiales
- A5: Disposición final de materiales de desalojo

Actividades de construcción

- B1: Preparación del terreno
- B2: Excavaciones
- B3: Construcción de la subestructura

B4: Construcción de la superestructura

Actividades de operación y mantenimiento

C1: Tráfico

C2: Mantenimiento del puente

4.5 Componentes ambientales

De acuerdo con las características propias del área de influencia directa del proyecto, se incluyen los siguientes factores ambientales con sus respectivos atributos:

Factores físicos

- Ruido
- Polvo
- Erosión/sedimentación
- Contaminación por escorrentía

Factores bióticos

- Cubierta vegetal
- Efectos del polvo en la flora
- Molestias a la fauna del lugar

Factores humanos

- Actividades productivas
- Calidad de vida
- Tiempos de viaje
- Empleo y mano de obra
- Seguridad

4.6 Identificación de impactos ambientales

La metodología utilizada para la evaluación de los impactos fue por medio de tablas, empleando calificaciones propuestas por el Método de Matriz de Leopold (1971), a través de cuadros de interrelaciones (Matriz de Cribado), en donde se relacionan los

componentes ambientales con las actividades del proyecto previamente identificadas. Se dio un valor cualitativo a cada impacto que se generaría. La metodología de la Matriz de Cribado Ambiental utiliza las siguientes nomenclaturas con sus respectivas definiciones:

A: Impacto adverso significativo, representa un resultado nada deseable ya sea en términos de degradación de la calidad previa del componente ambiental o dañando el componente desde una perspectiva ambiental.

a: Impacto adverso poco significativo, representa una leve degradación de la calidad previa del componente ambiental o que se daña poco el componente desde la perspectiva ambiental.

B: Impacto benéfico significativo, representa un resultado muy deseable ya sea en términos de mejorar la calidad previa del componente ambiental o de mejorar el componente desde una perspectiva ambiental.

b: Impacto beneficiosos poco significativo o pequeño, representa una leve mejora de la calidad previa del componente ambiental o que se mejora un poco el componente desde la perspectiva ambiental.

M: Puede usarse algún tipo de medida correctora para reducir o evitar un impacto adverso significativo.

m: Puede usarse algún tipo de medida correctora para reducir o evitar un impacto adverso poco significativo.

Durante el desarrollo de la evaluación de impactos ambientales, cuando sea necesario, se hará un análisis de dos **indicadores de impacto** complementarios que son útiles para definir de mejor manera las características del impacto, estos son:

Duración: Tiempo que dura el impacto, ésta puede ser: **Temporal**, cuando se trata de un impacto de tiempo limitado durante la ejecución u operación del proyecto o

Permanente, cuando tiene lugar durante todo el desarrollo del proyecto, en especial durante la etapa de operación.

Reversibilidad: Capacidad del ambiente de volver a sus condiciones originales sin necesidad de aplicar medidas de mitigación, los impactos pueden ser entonces:

Reversibles, si el medio natural es capaz por sí solo de volver a la calidad original del sistema o **Irreversibles**, cuando el medio natural no es capaz por sí mismo volver a la calidad original del sistema.

En la Tabla 4.1 se presenta la Matriz de Cribado en fase de identificación.

Tabla 4.1 Matriz de Cribado (Fase de identificación) [Elaboración propia]

ACTIVIDADES DEL PROYECTO											
FACTORES Y ATRIBUTOS AMBIENTALES	COMPLEMENTARIAS					CONSTRUCCIÓN				OPERACIÓN	
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2
FACTORES FÍSICOS											
1. Ruido	x		x	x		x	x	x	x	x	
2. Polvo	x		x	x		x	x			x	
3. Contaminación escorrentía	x				x		x	x	x		
4. Erosión - Sedimentación			x				x				
FACTORES BIÓTICOS											
5. Cubierta vegetal			x								
6. Efectos del polvo en la flora			x				m				
7. Molestias a la fauna del lugar			x				m				
FACTORES HUMANOS											
8. Actividades productivas										x	
9. Calidad de vida										x	
10. Tiempos de viaje		x								x	
11. Empleo y mano de obra						x	x	x	x		
12. Seguridad		x									x
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO											
	A1 Instalación y operación del campamento A2 Cierre parcial o total de vías A3 Fuentes de materiales A4 Transporte de materiales A5 Disposición final materiales de desalojo					B1 Preparación del terreno B2 Excavaciones B3 Construcción subestructura B4 Construcción superestructura				C1 Tráfico C2 Mantenimiento	

4.7 Valoración de impactos ambientales

Una vez identificados los impactos, se procedió a calificar cada uno de ellos. La matriz de cribado en su fase de evaluación se detalla en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2 Matriz de Cribado (Fase de evaluación) [Elaboración propia]

ACTIVIDADES DEL PROYECTO											
FACTORES Y ATRIBUTOS AMBIENTALES	COMPLEMENTARIAS					CONSTRUCCIÓN				OPERACIÓN	
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2
FACTORES FÍSICOS											
1. Ruido	m		m	m		m	m	m	m	m	
2. Polvo	m		m	m		m	m			m	
3. Contaminación escorrentía	m				m		m	a	a		
4. Erosión - Sedimentación			m				m				
FACTORES BIÓTICOS											
5. Cubierta vegetal			m								
6. Efectos del polvo en la flora			m				m				
7. Molestias a la fauna del lugar			a				m				
FACTORES HUMANOS											
8. Actividades productivas										B	
9. Calidad de vida										B	
10. Tiempos de viaje		m								B	
11. Empleo y mano de obra						b	b	b	b		
12. Seguridad		m									m
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO											
	A1 Instalación y operación del campamento A2 Cierre parcial o total de vías A3 Fuentes de materiales A4 Transporte de materiales A5 Disposición final materiales de desalojo					B1 Preparación del terreno B2 Excavaciones B3 Construcción subestructura B4 Construcción superestructura				C1 Tráfico C2 Mantenimiento	

4.8 Medidas de prevención/mitigación

A continuación, se detallan las actividades y las medidas correspondientes a implementarse en la Tabla 4.3:

Tabla 4.3 Medidas de mitigación [Elaboración propia]

Actividad	Factor ambiental	Medida propuesta
Instalación y operación de campamento	Ruido	Mantenimiento y calibración de maquinaria para reducir la cantidad de ruido.
	Polvo	Humedecer con frecuencia las zonas donde se genere polvo y cubrir con piedra triturada las áreas abiertas.
	Contaminación escorrentía	Disponer de las excretas de los trabajadores mediante técnicas sanitarias como una fosa séptica. Almacenar y vender aceites y grasas usados en las máquinas a recicladoras de estos productos.

Cierre parcial o total de vías	Tiempos de viaje	Colocar señales preventivas para indicar los cierres de manera oportuna. Además, informar de estos cierres a través de medios de comunicación.
	Seguridad	Colocar guardianía en el área de influencia directa del proyecto.
Fuentes de materiales	Ruido	Mantenimiento y calibración de maquinarias usadas en canteras. Implementar barreras forestales o muros de mampostería para disminuir el nivel de ruido en las cercanías de la cantera.
	Polvo	Humedecer con frecuencia las áreas expuestas. Emplear mangas en las maquinarias cuando sea posible para evitar el levantamiento de polvo.
	Erosión	Explotación de canteras en terrazas. Sembrar una cubierta vegetal al finalizar con la explotación.
	Efectos del polvo en la flora	Humedecer con frecuencia las áreas expuestas. Emplear mangas en las maquinarias cuando sea posible para evitar el levantamiento de polvo.
	Molestias a la fauna	No hay medida de mitigación ejecutable.
Transporte de materiales	Ruido	Calibración y mantenimiento de las volquetas para disminuir el ruido generado.
	Polvo	Cubrir con una lona a los camiones transportadores de materiales desde las canteras hasta la zona del proyecto, o desde aquí hasta los sitios de disposición final.
Disposición final de materiales de desalojo	Contaminación escorrentía	Evitar disponer los materiales en corrientes hídricas. Usar como material de relleno para los barrios cercanos que lo necesiten.
Preparación del terreno	Ruido	Colocar pantallas móviles en las áreas habitadas cercanas a la zona del proyecto.
	Polvo	Humedecer zonas abiertas con frecuencia.
Excavaciones	Ruido	Calibración y mantenimiento de maquinaria de excavación
	Polvo	Humedecer las áreas expuestas.
	Contaminación escorrentía	Disponer los sólidos generados por excavaciones en el sitio designado para disposición de material de desalojo.
	Erosión	Prevenir el desarrollo de procesos erosivos.
	Efectos del polvo en la flora	No hay medida de mitigación ejecutable.

	Molestias a la fauna	No hay medida de mitigación ejecutable.
	Empleo y mano de obra	Impacto benéfico con una magnitud poco significativa.
Construcción subestructura	Ruido	Calibración y mantenimiento de la maquinaria pesada.
	Contaminación escorrentía	No hay medida de mitigación ejecutable.
	Empleo y mano de obra	Impacto benéfico con una magnitud poco significativa.
Construcción superestructura	Ruido	Calibración y mantenimiento de la maquinaria pesada
	Contaminación escorrentía	No hay medida de mitigación ejecutable.
	Empleo y mano de obra	Impacto benéfico con una magnitud poco significativa.
Tráfico	Ruido	Construir barreras fijas de hormigón para reducir el nivel de ruido.
	Polvo	Controlar, conforme lo establece la regulación nacional, las partículas que emiten los escapes de los vehículos.
	Actividades productivas	Impacto benéfico con una magnitud significativa.
	Tiempos de viaje	Impacto benéfico con una magnitud significativa.
	Calidad de vida	Impacto benéfico con una magnitud significativa.
Mantenimiento	Seguridad	Señalizar las vías de acceso al puente y colocar las señales de advertencia cuando se ejecuten trabajos de mantenimiento para que los usuarios disminuyan la velocidad.

4.9 Autorización ambiental

Dependiendo del nivel de impacto ambiental, la construcción de una obra necesita su respectivo tipo de autorización. Para consultar el tipo de autorización necesario se recurre a la página web del Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) del Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAAE).

En esta página, este proyecto está categorizado como “Construcción de puentes, túneles o acueductos” y se puede constatar que es necesario obtener un Registro ambiental, el cual tiene una tasa de \$180.00 como se muestra en la Ilustración 4.5.

Consulta de Actividades Ambientales

Para conocer la Actividad Ambiental a la que pertenece su proyecto, el proceso que corresponde (Registro Ambiental o Licencia Ambiental), el tiempo de emisión y los costos que genera, haga clic en buscar.

Descripción de la actividad	CONSTRUCCIÓN DE PUENTES, TÚNELES, ACUEDUCTOS
Su trámite corresponde a un(a)	REGISTRO AMBIENTAL
Tiempo de emisión	Inmediato.
Costo del trámite	180.0 dólares (Tiene un costo adicional si existe remoción de cobertura vegetal nativa)

Ilustración 4.5 Consulta de actividades ambientales [Ministerio de Ambiente, 2020]

4.10 Conclusiones ambientales

1. Al finalizar la valoración de impactos, los impactos globales estimados fueron de un bajo riesgo, y en la mayoría temporales.
2. Se estableció para cada impacto ambiental su respectivo método de mitigación.
3. Se determinó que es necesario la regularización ambiental mediante la obtención del correspondiente Registro Ambiental, otorgado por el Ministerio del Ambiente y Agua a través del Sistema Único de Información Ambiental.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se concluye que el presente proyecto da solución a los requerimientos solicitados por el cliente, así también, se da solución a los problemas de tráfico presentados en el centro de la ciudad de Guaranda.
- Se puede concluir que, al realizar el estudio hidrológico del nivel máximo de agua, el galibo de diseño requerido cumple con las demandas, adicional a ello, las pilas no se encuentran en peligro de tener problemas de socavación ya que, no se altera bajo ninguna condición la sección del río.
- Se realizó con efectividad el diseño estructural, reduciendo al mínimo los costos en procesos constructivos, eligiendo la alternativa que presenta mayor afinidad a la zona, cumpliendo con todos los requerimientos dados por la normativa AASHTO LRFD 2017.
- Al diseñar el presupuesto, se consideraron los rubros procedentes de los APUs de la construcción de la subestructura y superestructura, así como los rubros de mitigación de los impactos ambientales, llegando a un valor de \$652.706,71 lo cual es aceptable para un proyecto de tal magnitud.
- Se puede concluir que el proceso constructivo del puente tendrá una duración de 9 meses de acuerdo con el cronograma valorado, de los cuales 5 meses tardará la construcción de la subestructura y 7 meses la construcción de la superestructura, mientras que la mitigación de impactos ambientales será durante los 9 meses del proceso constructivo del puente.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda que, para el diseño definitivo de las cimentaciones, el diseñador realice ensayos SPT y ensayos de geofísica para determinar el espesor de los estratos de suelo y la roca de la zona ya que el diseño realizado en el presente trabajo de titulación no realiza un diseño de cimentaciones definitivo.
- Para realizar la construcción del puente en su totalidad el GAD Municipal de Guaranda deberá analizar los rubros referentes a: remociones y expropiaciones, obras viales, obras drenaje, pilotaje, señalización, paisajismo e iluminación.
- Se recomienda que el Municipio del cantón Guaranda, detalle en el contrato de la obra del presente puente, que el número de segmentos y sus conexiones a ser fabricados para la elaboración de la viga metálica deberá ser definida por el contratista con la aprobación de la fiscalización.
- Se recomienda que para el diseño de la vía de la cual formará parte el puente, sea realizada basándose en los estudios del presente proyecto, utilizando cotas de diseño y geometría.
- Para el mejoramiento del suelo en los estribos y que este no falle a corte se recomienda emplear anclajes continuos inyectados a 8 metros de profundidad, siendo estos diseñados por un estudio geotécnico definitivo.

BIBLIOGRAFÍA

- American Association of State Highway and Transportation Officials. (2017). *AASHTO LRFD bridge design specifications* (8va Edición).
- Barker, R. M., & Puckett, J. Alan. (2013). *Design of highway bridges : an LRFD approach*. ISBN 978-0-470-90066-6
- Billington, P. N., Shirley-Smith, Hubert, Billington, & David P. (2021, October 14). *Bridge*. Encyclopedia Britannica.
- Coello, C. (2013). *Estudios definitivos para el puente sobre el río Anzu, ubicado en los cantones Tena y Carlos Julio Arosemena Tola. Estudio hidrológico-hidráulico*.
- El Universo. (2020, November 17). *El puente de la Unidad Nacional enlaza Guayaquil con otros sitios del Ecuador desde hace 50 años*. El Universo. <https://www.eluniverso.com/guayaquil/2020/11/16/nota/8051224/puente-unidad-nacional-obra-guayaquil-rafael-mendoza-aviles/>
- INAMHI. (2021). *Estaciones Hidrológicas con transmisión GOES*.
- INEC. (2010a). *Censo de Población y Vivienda*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-de-poblacion-y-vivienda-2010/>
- INEC. (2010b). *Censo Económico*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-economico/>
- Leopold, L. B. (1971). A procedure for evaluating environmental impact (Vol. 28, No. 2). US Department of the Interior. <https://doi.org/10.3133/cir645>
- Ministerio de Ambiente Agua y Transición Ecológica. (2020). *SUIA. Sistema Único de Información Ambiental*. http://suiadoc.ambiente.gob.ec/web/suia/catalogo_ambiental;jsessionid=Eu6NynQ-CzQIKGtlnLaKSfA9-
- MTC. (2003). *Manual de diseño de puentes*. http://www.carreteros.org/hispana/peru/09_peru.pdf
- Nolan, S. J., Cadenazzi, T., Rossini, M., Nanni, A., Knight, C., & Lasa, I. (2019). The 200-year bridge substructure - foundations for resilience and sustainability. *20th Congress of IABSE, New York City 2019: The Evolving Metropolis - Report*, 1208–1214. <https://doi.org/10.2749/newyork.2019.1207>

- Priestley, M. J. N., Seible, F., & Calvi, G. M. (1996). *Seismic Design and Retrofit of Bridges* - M. J. N. Priestley, F. Seible, G. M. Calvi (John Wiley & Sons, Ed.). ISBN:9780470172858. DOI:10.1002/9780470172858
- Rodríguez Serquén, A. (2012). *Puentes con AASHTO-LRFD 2010* (5ta Edición).
- Rossow, M. (2006). *Bridge Components and Elements (BIRM)*.

APÉNDICES A

A.1 Análisis de precios unitarios, subestructura

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
OBRA:	ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR						
RUBRO N.-:	1.1	K = RENDIMIENTO			0.077	Rendimiento	13
UNIDAD:	m ³ .	(Horas/unidad)				Unidad/Hora	
Especificación:	Excavación y Relleno para Puentes, incluye desalojo				FECHA:	25-Jan-22	
A.- EQUIPO A UTILIZAR				CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K
Excavadora 3	Potencia	126	HP	1.0	40.00	40.00	3.08
Volqueta 8m ³	Potencia	-	HP	1.0	25.00	25.00	1.92
Compactador manual 3	Potencia	semipesado	HP	0.5	2.50	1.25	0.10
						TOTAL A:	5.10
B.- MANO DE OBRA				N. de Pers. A	Jornal/Hora B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K
Operador de excavadora				1.00	4.29	4.29	0.33
Chofer de volquetas				1.00	5.62	5.62	0.43
Operador de equipo liviano				2.00	3.87	7.74	0.60
						TOTAL B:	1.36
C.- MATERIALES (*)				UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO C= A x B
Material para relleno				m ³	8.00	0.60	4.80
						TOTAL C:	4.80
D.- TRANSPORTE			DMT C	UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO D= A x B x C
Material para relleno			12	m ³	0.08	0.60	0.58
						TOTAL D:	0.58
E.- COSTO UNITARIO DIRECTO				A + B + C = D			11.83
F.- GASTOS GENERALES				12.00%	x (E)	1.42	
G.- IMPREVISTOS				3.00%	x (E)	0.35	
H.- UTILIDADES				10.00%	x (E)	1.18	
I.- PRECIO UNITARIO TOTAL				(E + F + G + H)			14.79
M.- OBSERVACIONES :							
SE ASUME US \$			14.79	m³.	FACTOR DE SOBRECOSTO		
						125.00%	
ELABORADO :		Michael Camacho y Jean Delgado					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
OBRA:	ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR						
RUBRO N.- :	1.2	K = RENDIMIENTO		0.1667	Rendimiento	6	
UNIDAD :	m ³ .	(Horas/unidad)			Unidad/Hora		
Especificación :	Hormigón de Cemento Portland; f'c=18 MPa (180 Kg/cm²). Replanteo				FECHA :	25-Jan-22	
A.- EQUIPO A UTILIZAR				CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K
Vibrador	Potencia	7	HP	2.00	3.75	7.50	1.25
Herramientas manuales	Potencia	-	HP	1.00	1.50	1.50	0.25
Bomba Lanzadora de Concreto				0.25	19.00	4.75	0.79
Encofrado metálico				1.00	2.50	2.50	0.42
						TOTAL A :	2.71
B.- MANO DE OBRA				N. de Pers. A	Jornal/Hora B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K
Operador de equipo liviano				1.00	3.87	3.87	0.65
Albañil				2.00	3.87	7.74	1.29
Operador de bomba lanzadora de concreto				1.00	4.09	4.09	0.68
Residente de Obra				0.50	4.31	2.16	0.36
Ayudante de albañil				4.00	3.83	15.32	2.55
						TOTAL B :	5.53
C.- MATERIALES (*)				UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO C= A x B
Hormigón Premezclado f'c=180 Kg/cm ² .				m ³ .	92.00	1.05	96.60
						TOTAL E :	96.60
D.- TRANSPORTE		DMT C	UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO D= A x B x C	
Hormigón Premezclado f'c=180 Kg/cm ² .		1	m ³ .	0.50	1.05	0.53	
						TOTAL F :	0.53
E.- COSTO UNITARIO DIRECTO				A + B + C + D = E			105.36
F.- GASTOS GENERALES				12.00%	x (E)	12.64	
G.- IMPREVISTOS				3.00%	x (E)	3.16	
H.- UTILIDADES				10.00%	x (E)	10.54	
I.- PRECIO UNITARIO TOTAL				(E + F + G + H)			131.70
J.- OBSERVACIONES :							
SE ASUME US \$		131.70	m³.	FACTOR DE SOBRECOSTO			
						125.00%	
ELABORADO :		Michael Camacho y Jean Delgado					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
OBRA:	ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR						
RUBRO N.- :	1.3.1	K = RENDIMIENTO			0.25	Rendimiento	4
UNIDAD :	m ³ .	(Horas/unidad)				Unidad/Hora	
Especificación :	Hormigón Estructural de Cemento Portland; f'c=28 MPa (280 Kg/cm ²) en Estribos					FECHA :	25-Jan-22
A.- EQUIPO A UTILIZAR				CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K
Vibrador	Potencia	7	HP	2.00	2.50	5.00	1.25
Herramientas manuales	Potencia	-	HP	2.00	1.50	3.00	0.75
Bomba Lanzadora de Concreto				1.00	19.00	19.00	4.75
Encofrado metálico				1.00	2.50	2.50	0.63
						TOTAL A :	7.38
B.- MANO DE OBRA				N. de Pers. A	Jornal/Hora B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K
Operador de equipo liviano				1.00	3.87	3.87	0.97
Albañil				2.00	3.87	7.74	1.94
Operador de bomba lanzadora de concreto				1.00	4.09	4.09	1.02
Residente de Obra				0.50	4.31	2.16	0.54
Ayudante de albañil				4.00	3.83	15.32	3.83
						TOTAL B :	8.29
C.- MATERIALES (*)				UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO C= A x B
Hormigón Premezclado f'c=280 Kg/cm ² .				m ³ .	180.00	1.05	189.00
						TOTAL C :	189.00
D.- TRANSPORTE		DMT C	UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO D= A x B x C	
Hormigón Premezclado f'c=280 Kg/cm ² .		1	m ³ .	1.00	1.05	1.05	
						TOTAL D :	1.05
E.- COSTO UNITARIO DIRECTO				A + B + C + D = E			205.72
F.- GASTOS GENERALES				12.00%	x (E)	24.69	
G.- IMPREVISTOS				3.00%	x (E)	6.17	
H.- UTILIDADES				10.00%	x (E)	20.57	
I.- PRECIO UNITARIO TOTAL				(E + F + G + H)			257.15
J.- OBSERVACIONES :							
SE ASUME US \$		257.15	m³.	FACTOR DE SOBRECOSTO			
						125.00%	
ELABORADO :		Michael Camacho y Jean Delgado					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
OBRA:	ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR						
RUBRO N.- :	1.3.2	K = RENDIMIENTO		0.33	Rendimiento	3	
UNIDAD :	m ³ .	(Horas/unidad)			Unidad/Hora		
Especificación :	Hormigón Estructural de Cemento Portland; f'c=28 MPa (280 Kg/cm ²) en Pilas				FECHA :	25-Jan-22	
A.- EQUIPO A UTILIZAR				CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K
Vibrador	Potencia	7	HP	2.00	2.50	5.00	1.67
Herramientas manuales	Potencia	-	HP	2.00	1.50	3.00	1.00
Bomba Lanzadora de Concreto				1.00	19.00	19.00	6.33
Encofrado metálico				1.00	2.50	2.50	0.83
						TOTAL A :	9.83
B.- MANO DE OBRA				N. de Pers. A	Jornal/Hora B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K
Operador de equipo liviano				1.00	3.87	3.87	1.29
Albañil				2.00	3.87	7.74	2.58
Operador de bomba lanzadora de concreto				1.00	4.09	4.09	1.36
Residente de Obra				0.50	4.31	2.16	0.72
Ayudante de albañil				4.00	3.83	15.32	5.11
						TOTAL B :	11.06
C.- MATERIALES (*)				UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO C= A x B
Hormigón Premezclado f'c=280 Kg/cm ² .				m ³ .	180.00	1.05	189.00
						TOTAL C :	189.00
D.- TRANSPORTE			DMT C	UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO D= A x B x C
Hormigón Premezclado f'c=280 Kg/cm ² .			1	m ³ .	1.00	1.05	1.05
						TOTAL D :	1.05
E.- COSTO UNITARIO DIRECTO				A + B + C + D = E			210.94
F.- GASTOS GENERALES				12.00%	x (E)		25.31
G.- IMPREVISTOS				3.00%	x (E)		6.33
H.- UTILIDADES				10.00%	x (E)		21.09
I.- PRECIO UNITARIO TOTAL				(E + F + G + H)			263.68
J.- OBSERVACIONES :							
SE ASUME US \$		263.68	m ³ .	FACTOR DE SOBRECOSTO			
						125.00%	
ELABORADO :		Michael Camacho y Jean Delgado					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
OBRA:		ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR					
RUBRO N.- :	1.3.3	K = RENDIMIENTO			0.5	Rendimiento	2
UNIDAD :	m ³ .	(Horas/unidad)				Unidad/Hora	
Especificación :	Hormigón Estructural de Cemento Portland; f'c=28 MPa (280 Kg/cm ²) en Viga cabezal				FECHA :	25-Jan-22	
A.- EQUIPO A UTILIZAR				CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K
Vibrador	Potencia	7	HP	2.00	2.50	5.00	2.50
Herramientas manuales	Potencia	-	HP	2.00	1.50	3.00	1.50
Bomba Lanzadora de Concreto				1.00	19.00	19.00	9.50
Encofrado metálico				1.00	2.50	2.50	1.25
						TOTAL A :	14.75
B.- MANO DE OBRA				N. de Pers. A	Jornal/Hora B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K
Operador de equipo liviano				1.00	3.87	3.87	1.94
Albañil				2.00	3.87	7.74	3.87
Operador de bomba lanzadora de concreto				1.00	4.09	4.09	2.05
Residente de Obra				0.50	4.31	2.16	1.08
Ayudante de albañil				4.00	3.83	15.32	7.66
						TOTAL B :	16.59
C.- MATERIALES (*)				UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO C= A x B
Hormigón Premezclado f'c=280 Kg/cm ² .				m ³ .	180.00	1.05	189.00
						TOTAL C :	189.00
D.- TRANSPORTE		DMT C	UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO D= A x B x C	
Hormigón Premezclado f'c=280 Kg/cm ² .		1	m ³ .	1.00	1.05	1.05	
						TOTAL D :	1.05
E.- COSTO UNITARIO DIRECTO				A + B + C + D = E			221.39
F.- GASTOS GENERALES				12.00%	x (E)	26.57	
G.- IMPREVISTOS				3.00%	x (E)	6.64	
H.- UTILIDADES				10.00%	x (E)	22.14	
I.- PRECIO UNITARIO TOTAL				(E + F + G + H)			276.73
J.- OBSERVACIONES :							
SE ASUME US \$		276.73	m³.	FACTOR DE SOBRECOSTO			125.00%
ELABORADO :				Michael Camacho y Jean Delgado			

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA:	ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR				
RUBRO N.- :	1.4	K = RENDIMIENTO	0.003	Rendimiento	320
UNIDAD :	Kg	(Horas/unidad)		Unidad/Hora	
Especificación :	Acero de refuerzo en barras fy=4,200 Kg/cm ² .			FECHA :	25-Jan-22
A.- EQUIPO A UTILIZAR		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K
Herramientas manuales		1.00	1.50	1.50	0.005
Cortadora - Dobladora		1.00	1.75	1.75	0.01
				TOTAL A :	0.01
B.- MANO DE OBRA		N. de Pers. A	Jornal/Hora B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K
Residente de Obra		0.50	4.31	2.16	0.01
Fierrero		2.00	3.87	7.74	0.02
Ayudante de fierrero		3.00	3.83	11.49	0.04
				TOTAL B :	0.07
C.- MATERIALES (*)		UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO C= A x B
Acero en varillas Grado 60		Kg.	1.37	1.05	1.44
Alambre Recocido # 18		Kg.	1.28	0.07	0.09
				TOTAL C :	1.53
D.- TRANSPORTE	DMT C	UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO D= A x B x C
Acero en varillas Grado 60	1	Kg.	0.04	1.05	0.04
Alambre Recocido # 18	1	kg	0.04	0.07	0.00
				TOTAL D :	0.04
E.- COSTO UNITARIO DIRECTO		A + B + C + D = E			1.65
F.- GASTOS GENERALES		12.00%	x (E)		0.20
G.- IMPREVISTOS		3.00%	x (E)		0.05
H.- UTILIDADES		10.00%	x (E)		0.17
I.- PRECIO UNITARIO TOTAL		(E + F + G + H)			2.07
J.- OBSERVACIONES :					
SE ASUME US \$	2.07	Kg	FACTOR DE SOBRECOSTO		
				125.00%	
ELABORADO :	Michael Camacho y Jean Delgado				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA:	ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR				
RUBRO N.- :	1.5.1	K = RENDIMIENTO	1	Rendimiento	1
UNIDAD :	u.	(Horas/unidad)		Unidad/Hora	
Especificación :	Placas de Neopreno			FECHA :	22-Jan-22
A.- EQUIPO A UTILIZAR		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K
Herramientas manuales		1.00	1.50	1.50	1.50
				TOTAL A :	1.50
B.- MANO DE OBRA		N. de Pers. A	Jornal/Hora B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K
Residente de Obra		0.50	4.31	2.16	2.16
Albañil		1.00	3.87	3.87	3.87
				TOTAL B :	6.03
C.- MATERIALES (*)		UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO C= A x B
Caucho Neopreno		dm ³	10.55	7.00	73.85
Arena		m ³ .	13.75	0.25	3.44
Cemento		saco	9.00	0.05	0.46
Epóxico pegante a hormigón		litro	8.45	0.80	6.76
Grout		kg	15.00	0.10	1.50
Malla electrosoldada de 50x50 y 6mm de diámetro		kg	1.37	1.05	1.44
				TOTAL C :	87.45
D.- TRANSPORTE		DMT C	UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B
Caucho Neopreno		1	dm ³	0.53	7.00
Arena		1	m ³ .	0.11	0.25
Cemento		1	saco	0.03	0.05
Epóxico pegante a hormigón		1	litro	0.42	0.80
Grout		1	kg	0.12	0.10
Malla electrosoldada 50x50 y 6mm		1	kg	0.08	1.05
				TOTAL D :	4.17
E.- COSTO UNITARIO DIRECTO		A + B + C + D = E			99.14
F.- GASTOS GENERALES		12.00%	x (E)		11.90
G.- IMPREVISTOS		3.00%	x (E)		2.97
H.- UTILIDADES		10.00%	x (E)		9.91
I.- PRECIO UNITARIO TOTAL		(E + F + G + H)			123.93
J.- OBSERVACIONES :					
SE ASUME US \$	123.93	u.	FACTOR DE SOBRECOSTO		
				125.00%	
ELABORADO :		Michael Camacho y Jean Delgado			

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA:	ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR				
RUBRO N.- :	1.5.2	K = RENDIMIENTO		0.667	Rendimiento
UNIDAD :	u.	(Horas/unidad)			Unidad/Hora
Especificación :		Placas de Neopreno		FECHA :	25-Jan-22
A.- EQUIPO A UTILIZAR		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K
Herramientas manuales		1.00	1.50	1.50	1.00
				TOTAL A :	1.00
B.- MANO DE OBRA		N.de Pers. A	Jornal/Hora B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K
Residente de Obra		0.50	4.31	2.16	1.44
Albañil		1.00	3.87	3.87	2.58
				TOTAL B :	4.02
C.- MATERIALES (*)		UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO C= A x B
Caucho Neopreno		dm ³	10.55	7.00	73.85
Arena		m ³ .	13.75	0.25	3.44
Cemento		Saco	9.00	0.05	0.46
Epóxico pegante a hormigón		litro	8.45	0.80	6.76
Grout		kg	15.00	0.10	1.50
Malla electrosoldada 50x50 y 6mm		kg	1.37	1.05	1.44
				TOTAL C :	87.45
D.- TRANSPORTE		DMT C	UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B
Caucho Neopreno		1	dm ³	0.53	7.00
Arena		1	m ³ .	0.11	0.25
Cemento		1	Saco	0.03	0.05
Epóxico pegante a hormigón		1	litro	0.42	0.80
Grout		1	kg	0.12	0.10
Malla electrosoldada de 50x50 y 6mm		1	kg	0.08	1.05
				TOTAL D :	4.17
E.- COSTO UNITARIO DIRECTO		A + B + C + D = E			96.63
F.- GASTOS GENERALES		12.00%	x (E)		11.60
G.- IMPREVISTOS		3.00%	x (E)		2.90
H.- UTILIDADES		10.00%	x (E)		9.66
I.- PRECIO UNITARIO TOTAL		(E + F + G + H)			120.79
J.- OBSERVACIONES :					
SE ASUME US \$		120.79	u.	FACTOR DE SOBRECOSTO	
				125.00%	
ELABORADO :		Michael Camacho y Jean Delgado			

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA:	ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR				
RUBRO N.- :	1.6	K = RENDIMIENTO	2	Rendimiento	0.5
UNIDAD :	m.	(Horas/unidad)		Unidad/Hora	
Especificación :	Juntas de neopreno			FECHA :	25-Jan-22
A.- EQUIPO A UTILIZAR	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K	
Herramientas manuales	1.00	1.50	1.50	3.00	
			TOTAL A :	3.00	
B.- MANO DE OBRA	N.de Pers. A	Jornal/Hora B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K	
Residente de Obra	0.50	4.31	2.16	4.31	
Maestro de obra	1.00	4.09	4.09	8.18	
Albañil	2.00	3.87	7.74	15.48	
Ayudante de albañil	3.00	3.83	11.49	22.98	
			TOTAL B :	50.95	
C.- MATERIALES (*)	UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO C= A x B	
Acero en varillas	Kg.	0.45	45.00	20.25	
Caucho Neopreno	dm ³	10.55	12.00	126.60	
Arena	m ³ .	13.75	0.05	0.70	
Cemento	saco	9.00	0.80	7.20	
Epóxico pegante a hormigón	litro	8.45	3.85	32.53	
Sellado de Junta	m.	2.50	1.00	2.50	
			TOTAL C :	189.79	
D.- TRANSPORTE	DMT C	UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO D= A x B x C
Acero en varillas	1	Kg.	0.02	45.00	0.90
Caucho Neopreno	1	dm ³	0.53	12.00	6.36
Arena	1	m ³ .	0.11	0.05	0.01
Cemento	1	saco	0.03	0.80	0.02
Epóxico pegante a hormigón	1	litro	0.42	3.85	1.62
Sellado de Junta	1	m.	-		
			TOTAL D :	8.91	
E.- COSTO UNITARIO DIRECTO	A + B + C + D = E				252.64
F.- GASTOS GENERALES	12.00%	x (E)			30.32
G.- IMPREVISTOS	3.00%	x (E)			7.58
H.- UTILIDADES	10.00%	x (E)			25.26
I.- PRECIO UNITARIO TOTAL	(E + F + G + H)				315.80
J.- OBSERVACIONES :					
SE ASUME US \$	315.80	m.	FACTOR DE SOBRECOSTO		
			125.00%		
ELABORADO :	Michael Camacho y Jean Delgado				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA:	ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR				
RUBRO N.- :	1.7	K = RENDIMIENTO	0.083	Rendimiento	12
UNIDAD :	u.	(Horas/unidad)		Unidad/Hora	
Especificación :	Banda de PVC 200 x 10			FECHA :	25-Jan-22
A.- EQUIPO A UTILIZAR		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K
Herramientas manuales		1.00	1.50	1.50	0.13
				TOTAL A :	0.13
B.- MANO DE OBRA		N.de Pers. A	Jornal/Hora B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K
Residente de Obra		0.20	4.31	0.86	0.07
Maestro de obra		0.50	4.09	2.05	0.17
Albañil		1.00	3.87	3.87	0.32
Ayudante de albañil		2.00	3.83	7.66	0.64
				TOTAL B :	1.20
C.- MATERIALES (*)		UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO C= A x B
Banda de PVC (20 cm x 1 cm)		m	1.20	1.10	1.32
Cemento en sacos		Kg.	0.18	0.50	0.09
Arena de río		m ³ .	13.00	0.05	0.65
Aditivo Sikagrout		Kg.	3.45	0.05	0.17
				TOTAL C :	2.23
D.- TRANSPORTE		DMT C	UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B
Banda de PVC (20 cm x 1 cm)		1	m	0.00	1.10
Cemento en sacos		1	Kg.	0.01	0.50
Arena de río		1	m ³ .	0.31	0.05
Aditivo Sikagrout		1	Kg.	0.17	0.05
				TOTAL D :	0.03
E.- COSTO UNITARIO DIRECTO		A + B + C + D = E			3.59
F.- GASTOS GENERALES		12.00%	x (E)		0.43
G.- IMPREVISTOS		3.00%	x (E)		0.11
H.- UTILIDADES		10.00%	x (E)		0.36
I.- PRECIO UNITARIO TOTAL		(E + F + G + H)			4.49
J.- OBSERVACIONES :					
SE ASUME US \$	4.49	u.	FACTOR DE SOBRECOSTO		
				125.00%	
ELABORADO :	Michael Camacho y Jean Delgado				

A.2 Análisis de precios unitarios, superestructura

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
OBRA:	ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR						
RUBRO N.- :	2.1	K = RENDIMIENTO			0.0033	Rendimiento	300
UNIDAD :	Kg	(Horas/unidad)				Unidad/Hora	
Especificación :	Vigas metálicas - Acero estructural ASTM A588 G50 (Fabricación, suministro, transporte y montaje)				FECHA :	25-Jan-22	
A.- EQUIPO A UTILIZAR				CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K
Herramientas manuales	-		HP	1.00	1.50	1.50	0.01
Grúa 3	Potencia	80 T	HP	2.00	105.00	210.00	0.70
Camión				2.00	20.00	40.00	0.13
Soldadora				2.00	1.50	3.00	0.01
Cortadora - Dobladora				1.00	1.75	1.75	0.01
						TOTAL A :	0.85
B.- MANO DE OBRA				N. de Pers. A	Jornal/Hora B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K
Residente de Obra				0.20	4.31	0.86	0.00
Maestro soldador especializado				2.00	4.29	8.58	0.03
Albañil				2.00	3.87	7.74	0.03
Ayudante de maquinaria				2.00	3.93	7.86	0.03
Operador de Grúa				2.00	4.29	8.58	0.03
CHOFER: Para camiones				1.00	5.62	5.62	0.02
						TOTAL B :	0.13
C.- MATERIALES (*)				UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO C= A x B
Acero estructural ASTM A588 G50				Kg.	2.20	1.02	2.24
Soldadura				Kg.	0.83	0.05	0.04
Pintura Anticorrosiva Azarcón				Galón	24.72	0.01	0.25
						TOTAL C :	2.53
D.- TRANSPORTE			DMT C	UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO D= A x B x C
Acero estructural ASTM A588 G50			1	Kg.	0.04	1.02	0.04
Soldadura			1	Kg.	0.04	0.05	0.00
Pintura Anticorrosiva Azarcón			1	Galón	1.78	0.01	0.02
						TOTAL D :	0.06
E.- COSTO UNITARIO DIRECTO				A + B + C + D = E			3.58
F.- GASTOS GENERALES				12.00%	x (E)		0.43
G.- IMPREVISTOS				3.00%	x (E)		0.11
H.- UTILIDADES				10.00%	x (E)		0.36
I.- PRECIO UNITARIO TOTAL				(E + F + G + H)			4.47
SE ASUME US \$		4.47	Kg	FACTOR DE SOBRECOSTO 125.00%			
ELABORADO :		Michael Camacho y Jean Delgado					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA:	ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR				
RUBRO N.- :	2.2	K = RENDIMIENTO	0.0033	Rendimiento	300
UNIDAD :	Kg	(Horas/unidad)		Unidad/Hora	
Especificación:	Conectores de corte- Acero estructural ASTM A108 (Fabricación, suministro, transporte y montaje)			FECHA :	25-Jan-22
A.- EQUIPO A UTILIZAR		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K
Herramientas manuales		1.00	1.50	1.50	0.01
Camión		2.00	20.00	40.00	0.13
Soldadora		2.00	1.50	3.00	0.01
Cortadora - Dobladora		1.00	1.75	1.75	0.01
				TOTAL A :	0.15
B.- MANO DE OBRA		N.de Pers. A	Jornal/Hora B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K
Residente de Obra		0.20	4.31	0.86	0.00
Maestro soldador especializado (En Construcción - Estr.Oc.C1)		2.00	4.29	8.58	0.03
Albañil		2.00	3.87	7.74	0.03
CHOFER: Para camiones pesados y extra pesados (Estr.Oc.C1)		1.00	5.62	5.62	0.02
				TOTAL B :	0.08
C.- MATERIALES (*)		UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO C= A x B
Acero estructural ASTM A108		Kg.	2.20	1.02	2.24
Soldadura		Kg.	0.83	0.05	0.04
Pintura Anticorrosiva Azarcón		Galón	24.72	0.01	0.25
				TOTAL C :	2.53
D.- TRANSPORTE	DMT C	UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO D= A x B x C
Acero estructural ASTM A108	1	Kg.	0.02	1.02	0.02
Soldadura	1	Kg.	0.04	0.05	0.00
Pintura Anticorrosiva Azarcón	1	Galón	1.78	0.01	0.02
				TOTAL D :	0.04
E.- COSTO UNITARIO DIRECTO	A + B + C + D = E				2.80
F.- GASTOS GENERALES	12.00%	x (E)			0.34
G.- IMPREVISTOS	3.00%	x (E)			0.08
H.- UTILIDADES	10.00%	x (E)			0.28
I.- PRECIO UNITARIO TOTAL	(E + F + G + H)				3.50
J.- OBSERVACIONES :					
SE ASUME US \$	3.50	Kg	FACTOR DE SOBRECOSTO		
				125.00%	
ELABORADO :	Michael Camacho y Jean Delgado				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
OBRA:	ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR						
RUBRO N.- :	2.3	K = RENDIMIENTO			0.6667	Rendimiento	1.5
UNIDAD :	m ³ .	(Horas/unidad)				Unidad/Hora	
Especificación :	Hormigón Estructural de Cemento Portland; f'c=28 MPa (280 Kg/cm ²)-Superestructura				FECHA :	25-Jan-22	
A.- EQUIPO A UTILIZAR				CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K
Vibrador	Potencia	7	HP	2.00	2.50	5.00	3.33
Herramientas manuales				2.00	1.50	3.00	2.00
Bomba Lanzadora de Concreto				1.00	19.00	19.00	12.67
Encofrado metálico				1.00	2.50	2.50	1.67
						TOTAL A :	19.67
B.- MANO DE OBRA				N.de Pers. A	Jornal/Hora B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K
Operador de equipo liviano				1.00	3.87	3.87	2.58
Albañil				2.00	3.87	7.74	5.16
Operador de bomba lanzadora de concreto				1.00	4.09	4.09	2.73
Residente de Obra				0.50	4.31	2.16	1.44
Ayudante de albañil				4.00	3.83	15.32	10.21
						TOTAL B :	22.12
C.- MATERIALES (*)				UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO C= A x B
Hormigón Premezclado f'c=280 Kg/cm ² .				m ³ .	180.00	1.05	189.00
						TOTAL C :	189.00
D.- TRANSPORTE			DMT C	UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO D= A x B x C
Hormigón Premezclado f'c=280 Kg/cm ² .			1	m ³ .	0.69	1.05	0.72
						TOTAL D :	0.72
E.- COSTO UNITARIO DIRECTO				A + B + C + D = E			231.51
F.- GASTOS GENERALES				12.00%	x (E)		27.78
G.- IMPREVISTOS				3.00%	x (E)		6.95
H.- UTILIDADES				10.00%	x (E)		23.15
I.- PRECIO UNITARIO TOTAL				(E + F + G + H)			289.38
J.- OBSERVACIONES :							
SE ASUME US \$		289.38	m ³ .	FACTOR DE SOBRECOSTO			
							125.00%
ELABORADO :		Michael Camacho y Jean Delgado					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
OBRA:	ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR					
RUBRO N.- :	2.4	K = RENDIMIENTO	0.0031	Rendimiento	320	
UNIDAD :	Kg	(Horas/unidad)		Unidad/Hora		
Especificación:	Acero de refuerzo en barras fy=4,200 Kg/cm ² .			FECHA :	25-Jan-22	
A.- EQUIPO A UTILIZAR		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K	
Herramientas manuales		1.00	1.50	1.50	0.00	
Cortadora - Dobladora		1.00	1.75	1.75	0.01	
				TOTAL A :	0.01	
B.- MANO DE OBRA		N.de Pers. A	Jornal/Hora B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K	
Residente de Obra		0.50	4.31	2.16	0.01	
Fierrero		2.00	3.87	7.74	0.02	
Ayudante de fierrero		3.00	3.83	11.49	0.04	
				TOTAL B :	0.07	
C.- MATERIALES (*)		UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO C= A x B	
Acero en varillas		Kg.	1.37	1.05	1.44	
Alambre Recocido # 18		Kg.	1.28	0.07	0.09	
				TOTAL C :	1.53	
D.- TRANSPORTE		DMT C	UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO D= A x B x C
Acero en varillas		1	Kg.	0.04	1.05	0.04
Alambre Recocido # 18		1	Kg.	0.04	0.07	0.00
				TOTAL D :	0.04	
E.- COSTO UNITARIO DIRECTO		A + B + C + D = E			1.65	
F.- GASTOS GENERALES		12.00%	x (E)		0.20	
G.- IMPREVISTOS		3.00%	x (E)		0.05	
H.- UTILIDADES		10.00%	x (E)		0.17	
I.- PRECIO UNITARIO TOTAL		(E + F + G + H)			2.07	
J.- OBSERVACIONES :						
SE ASUME US \$	2.07	Kg	FACTOR DE SOBRECOSTO			
				125.00%		
ELABORADO :	Michael Camacho y Jean Delgado					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
OBRA:	ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR						
RUBRO N.- :	2.5	K = RENDIMIENTO			0.01	Rendimiento	100
UNIDAD :	m ² .	(Horas/unidad)				Unidad/Hora	
Especificación:	Carpeta de Rodadura de Hormigón Asfáltico e=5 cm incluido riego de liga				FECHA :	25-Jan-22	
A.- EQUIPO A UTILIZAR		CANTIDAD A		TARIFA B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K	
Terminadora de Asfalto		1.0		45.00	45.00	0.45	
Rodillo Liso	Potencia	-	HP	1.0	38.00	38.00	0.38
Rodillo Neumático	Potencia	-	HP	1.0	33.00	33.00	0.33
Volqueta 8 m ³		4.00		25.00	100.00	1.00	
Camión Distribuidor de Asfalto		1.00		35.00	35.00	0.35	
					TOTAL A :	2.51	
B.- MANO DE OBRA		N.de Pers. A		Jornal/Hora B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K	
Operador de distribuidor de asfalto		1.00		4.09	4.09	0.04	
Operador de rodillo liso		1.00		4.09	4.09	0.04	
Operador de rodillo neumático		1.00		4.09	4.09	0.04	
Residente de obra		0.50		4.31	2.16	0.02	
Peón		5.00		3.83	19.15	0.19	
					TOTAL B :	0.34	
C.- MATERIALES (*)		UNIDAD		COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO C= A x B	
Mezcla Asfáltica		m ³ .		77.00	0.06	4.62	
Asfalto		Galón		1.73	0.07	0.12	
Diesel		Galón		1.60	0.02	0.03	
					TOTAL C :	4.77	
D.- TRANSPORTE		DMT C	UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO D= A x B x C	
Mezcla Asfáltica		10	m ³ .	0.10	0.06	0.06	
Asfalto		1	Galón	0.02	0.07	0.00	
Diesel		1	Galón	0.04	0.02	0.00	
					TOTAL D :	0.06	
E.- COSTO UNITARIO DIRECTO		A + B + C + D = E				7.68	
F.- GASTOS GENERALES		12.00%	x (E)		0.92		
G.- IMPREVISTOS		3.00%	x (E)		0.23		
H.- UTILIDADES		10.00%	x (E)		0.77		
I.- PRECIO UNITARIO TOTAL		(E + F + G + H)				9.60	
J.- OBSERVACIONES :							
SE ASUME US \$		9.60	m ² .	FACTOR DE SOBRECOSTO			
					125.00%		
ELABORADO :		Michael Camacho y Jean Delgado					

A.3 Análisis de precios unitarios, mitigación de impactos ambientales

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA:	ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR				
RUBRO N.- :	3.1	K = RENDIMIENTO		0.2	Rendimiento
UNIDAD	u.	(Horas/unidad)			Unidad/Hora
5	Rótulo de Información del Proyecto (1.50 x 3.00 m)			FECHA :	25-Jan-22
A.- EQUIPO A UTILIZAR	POTENCIA	CANTIDAD	C. HORARIO	C.TOTAL/h.	%
Herramientas manuales	-	1.00	1.50	1.50	1.50
Soldadora	-	0.40	1.50	0.60	0.60
Cortadora	-	0.20	3.13	0.63	0.63
			TOTAL A :	2.73	2.726
B.- MANO DE OBRA	N.de Pers.	Jor.Bas/h	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K	%
Residente de obra	0.25	4.31	1.08	0.22	0.09%
Maestro soldador especializado	1.00	4.29	4.29	0.86	0.35%
Albañil	1.00	3.87	3.87	0.77	0.32%
Ayudante de albañil	1.00	3.83	3.83	0.77	0.31%
			TOTAL B :	2.61	2.61
C.- MATERIALES (*)		UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO C= A x B
Plancha Metálica e= 3 mm		Kg.	0.55	105.98	58.29
Tubería Acero Inoxidable 3" e=3 mm.		Kg.	0.75	41.33	31.00
Pintura Anticorrosiva Azarcón		Galón	24.72	1.25	30.90
Esmalte Jalapas blanco Semibrillo		Galón	25.60	2.50	64.00
Pernos de Sujeción 5/8" x 4"		u	0.92	4.00	3.68
Hormigón Premezclado f'c=210 Kg/cm ² .		m ³ .	95.00	0.42	39.90
				TOTAL C :	227.76
D.- TRANSPORTE		UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO D= A x B x C
Plancha Metálica e= 3 mm		Kg.	0.02	105.98	2.12
Tubería Acero Inoxidable 3" e=3 mm.		Kg.	0.05	41.33	2.07
Pintura Anticorrosiva Azarcón		Galón	1.78	1.25	2.23
Esmalte Jalapas blanco Semibrillo		Galón	1.81	2.50	4.53
Pernos de Sujeción 5/8" x 4"		u	0.05	4.00	0.20

Hormigón Premezclado f'c=210 Kg/cm ² .		m ³ .	0.61	0.42	0.26
				TOTAL D :	11.39
E.- COSTO UNITARIO DIRECTO	A + B + C + D = E				244.50
F.- GASTOS GENERALES	12.00%	x (E)			29.34
G.- IMPREVISTOS	3.00%	x (E)			7.33
H.- UTILIDADES	10.00%	x (E)			24.45
I.- PRECIO UNITARIO TOTAL	(E + F + G + H)				305.62
SE ASUME US \$	305.62 u.	FACTOR DE SOBRECOSTO			125.00%
ELABORADO :	Michael Camacho y Jean Delgado				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA:	ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR				
RUBRO N.- :	3.2		UNIDAD :	u.	
Especificación :	Hojas Volantes		FECHA :	25-Jan-22	
A.- EQUIPO A UTILIZAR		CANTIDAD	POTENCIA	C. HORARIO	C.TOTAL/h.
				TOTAL A :	0.00
B.- MANO DE OBRA	N.de Pers.	Jor.Bas/h	Fac.Mayor.	REGALIAS	C.TOTAL/h.
				TOTAL B :	0.00
C.- RENDIMIENTO DE EQUIPO	0.005	COSTO HORARIO TOTAL A+B :			0.00
D.- COSTO UNITARIO SIN MATERIAL NI TRANSPORTE : (A+B)/C =					0.00
E.- MATERIALES (*)		UNIDAD	COSTO	CONSUMO	COSTO UNITARIO
Hojas Volantes		u.	0.04	1.00	0.04
				TOTAL E :	0.04
F.- TRANSPORTE	D.M.T. **	UNIDAD	COSTO	CONSUMO	COSTO UNITARIO
				TOTAL F :	0.00
G.- COSTO UNITARIO DIRECTO		D + E + F = G			0.04
H.- GASTOS GENERALES		12.00%	x (G)		0.00
I.- IMPREVISTOS		3.00%	x (G+H)		0.00
J.- UTILIDADES		10.00%	x (G+H+I)		0.00
L.- PRECIO UNITARIO TOTAL		(G + H + I + J)			0.05
M.- OBSERVACIONES :					
SE ASUME: US \$	0.05	u.	FACTOR DE SOBRECOSTO		
				125.00%	
ELABORADO :	Michael Camacho y Jean Delgado				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA:	ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR				
RUBRO N.- :	3.3	K = RENDIMIENTO	1	Rendimiento	1
UNIDAD :	m	(Horas/unidad)		Unidad/Hora	
Especificación :	Demarcación de Frente de Obra			FECHA :	25-Jan-22
A.- EQUIPO A UTILIZAR		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K
Herramientas manuales		0.50	1.50	0.75	0.75
				TOTAL A :	0.75
B.- MANO DE OBRA		N.de Pers. A	Jornal/Hora B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K
				TOTAL B :	-
C.- MATERIALES (*)		UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO C= A x B
Hormigón Premezclado f'c=210 Kg/cm ² .		m ³	95.00	0.01	1.28
Cuartones		UNIDAD	2.00	0.33	0.66
Esmalte Japalas blanco Semibrillo		Galón	25.60	0.02	0.51
				TOTAL C :	2.45
D.- TRANSPORTE		DMT C	UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B
Hormigón Premezclado f'c=210 Kg/cm ² .			m ³	0.61	0.01
Cuartones			UNIDAD	0.20	0.33
Esmalte Japalas blanco Semibrillo			Galón	1.81	0.02
				TOTAL D :	0.11
E.- COSTO UNITARIO DIRECTO		A + B + C + D = E			3.31
F.- GASTOS GENERALES		12.00%	x (E)		0.40
G.- IMPREVISTOS		3.00%	x (E)		0.10
H.- UTILIDADES		10.00%	x (E)		0.33
I.- PRECIO UNITARIO TOTAL		(E + F + G + H)			4.14
J.- OBSERVACIONES :					
SE ASUME US \$	4.14	m	FACTOR DE SOBRECOSTO		
				125.00%	
ELABORADO :	Michael Camacho y Jean Delgado				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA:	ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR				
RUBRO N.- :	3.4	K = RENDIMIENTO	0.1667	Rendimiento	6
UNIDAD :	u	(Horas/unidad)		Unidad/Hora	
Especificación :	Letreros Preventivos		FECHA :		25-Jan-22
A.- EQUIPO A UTILIZAR		CANTIDAD	POTENCIA	C. HORARIO	C.TOTAL/h.
				TOTAL A :	-
B.- MANO DE OBRA		N.de Pers.	Jor.Bas/h	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K
					%
Residente de Obra		0.25	4.31	1.08	0.18
Albañil		1.00	3.87	3.87	0.65
Ayudante de albañil		4.00	3.83	15.32	2.55
					TOTAL B :
					3.38
C.- RENDIMIENTO DE EQUIPO		0.50	COSTO HORARIO TOTAL A+B :		3.38
D.- COSTO UNITARIO SIN MATERIAL NI TRANSPORTE : (A+B)/C =					6.76
E.- MATERIALES (*)		UNIDAD	COSTO	CONSUMO	COSTO UNITARIO
Cuartones		u	2.00	4.00	8.00
Plancha de Plywood		u	5.00	2.00	10.00
Clavos		kg	0.52	2.00	1.04
Esmalte Japalas blanco Semibrillo		Galón	25.60	2.28	58.38
					TOTAL E :
					77.42
F.- TRANSPORTE		UNIDAD	COSTO	CONSUMO	COSTO UNITARIO
Cuartones		u.	0.07	4.00	0.28
Plancha de Plywood		u.	0.10	2.00	0.20
Clavos		kg	0.03	2.00	0.06
Esmalte Japalas blanco Semibrillo		Galón	1.81	2.28	4.13
					TOTAL F :
					4.67
G.- COSTO UNITARIO DIRECTO		D + E + F = G			88.84
H.- GASTOS GENERALES		12.00%	x (G)		10.66
I.- IMPREVISTOS		3.00%	x (G+H)		2.67
J.- UTILIDADES		10.00%	x (G+H+I)		8.88
L.- PRECIO UNITARIO TOTAL		(G + H + I + J)			111.06
M.- OBSERVACIONES :					
SE ASUME US \$	111.06	u	FACTOR DE SOBRECOSTO		
				125.00%	
ELABORADO :		Michael Camacho y Jean Delgado			

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA:	ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR				
RUBRO N. - :	3.5	K = RENDIMIENTO (Horas/unidad)	0.167	Rendimiento Unidad/Hora	6
Especificación :	Vallas de Señalización			FECHA :	26-Jan-22
A.- EQUIPO A UTILIZAR	CANTIDAD	POTENCIA	C. HORARIO	C.TOTAL/h.	
				TOTAL A :	-
B.- MANO DE OBRA	N.de Pers.	Jor.Bas/h	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H C x K	D= %
Residente de Obra	0.25	4.31	1.08	0.18	0.25%
Carpintero	1.00	3.87	3.87	0.65	0.88%
Ayudante de carpintero	2.00	3.83	7.66	1.28	1.75%
				TOTAL B :	2.10
C.- RENDIMIENTO DE EQUIPO	0.25	COSTO HORARIO TOTAL A+B :			2.10
D.- COSTO UNITARIO SIN MATERIAL NI TRANSPORTE : (A+B)/C =					8.41
E.- MATERIALES (*)	UNIDAD	COSTO	CONSUMO	COSTO UNITARIO	
Cuartones	u	2.00	6.00	12.00	
Tabla	u	4.00	3.00	12.00	
Clavos	kg	0.52	2.00	1.04	
Esmalte Japalas blanco Semibrillo	Galón	25.60	0.43	10.94	
Hormigón Premezclado f'c=210 Kg/cm ² .	m ³	95.00	0.28	26.60	
				TOTAL E :	62.58
F.- TRANSPORTE	UNIDAD	COSTO	CONSUMO	COSTO UNITARIO	
Cuartones	u.	0.07	6.00	0.42	
Tabla	u.	0.03	3.00	0.09	
Clavos	kg	0.03	2.00	0.06	
Esmalte Japalas blanco Semibrillo	Galón	1.81	0.43	0.77	
Hormigón Premezclado f'c=210 Kg/cm ² .	m ³	0.69	1.05	0.72	
				TOTAL F :	2.07
G.- COSTO UNITARIO DIRECTO	D + E + F = G				73.06
H.- GASTOS GENERALES	12.00%	x (G)			8.77
I.- IMPREVISTOS	3.00%	x (G+H)			2.19
J.- UTILIDADES	10.00%	x (G+H+I)			7.31
L.- PRECIO UNITARIO TOTAL					(G + H + I + J) 91.32

M.- OBSERVACIONES :				
SE ASUME US \$	91.32	u	FACTOR DE SOBRECOSTO	
			125.00%	
ELABORADO :		Michael Camacho y Jean Delgado		

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA:	ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR				
RUBRO N.- :	3.6	K = RENDIMIENTO	0.1667	Rendimiento	6
Unidad:	u	(Horas/unidad)		Unidad/Hora	
Especificación :	Señal luminosa de prevención			FECHA :	25-Jan-22
A.- EQUIPO A UTILIZAR	CANTIDAD		POTENCIA	C. HORARIO	C.TOTAL/h.
				TOTAL A :	-
B.- MANO DE OBRA	N.de Pers.	Jor.Bas/h	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K	%
Residente de Obra	0.25	4.31	1.08	0.18	0.51%
electricista	1.00	3.87	3.87	0.65	1.85%
Ayudante de electricista	3.00	3.83	11.49	1.92	5.49%
			TOTAL B :	2.74	7.85%
				TOTAL B :	5.48
C.- RENDIMIENTO DE EQUIPO	0.25	COSTO HORARIO TOTAL A+B :			5.48
D.- COSTO UNITARIO SIN MATERIAL NI TRANSPORTE : (A+B)/C =					21.92
E.- MATERIALES (*)	UNIDAD	COSTO	CONSUMO	COSTO UNITARIO	
Foco 60 Watt	u.	0.45	22.00	9.90	
Alambre gemelo # 14	m	0.32	9.59	3.07	
				TOTAL E :	12.97
F.- TRANSPORTE	UNIDAD	COSTO	CONSUMO	COSTO UNITARIO	
				TOTAL F :	-
G.- COSTO UNITARIO DIRECTO	D + E + F = G		34.89		
H.- GASTOS GENERALES	12.00%	x (G)	4.19		
I.- IMPREVISTOS	3.00%	x (G+H)	1.05		
J.- UTILIDADES	10.00%	x (G+H+I)	3.49		
L.- PRECIO UNITARIO TOTAL		(G + H + I + J)			43.61
M.- OBSERVACIONES :					
SE ASUME US \$	43.61	u	FACTOR DE SOBRECOSTO		125.00%
ELABORADO :		Michael Camacho y Jean Delgado			

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA:	ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR				
RUBRO N.- :	3.7	K = RENDIMIENTO	1	Rendimiento	1
UNIDAD :	mes	(Horas/unidad)		Unidad/Hora	
Especificación :	Servicios Higiénicos Portátiles (dos unidades)			FECHA :	25-Jan-22
A.- EQUIPO A UTILIZAR		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K
				TOTAL A :	
B.- MANO DE OBRA		N.de Pers. A	Jornal/Hora B	COSTO HORA C	COSTO TOTAL/H D= C x K
				TOTAL B :	
C.- MATERIALES (*)		UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO C= A x B
Servicios Higiénicos Portátiles		u.	96.00	2.00	192.00
				TOTAL C :	192.00
D.- TRANSPORTE	DMT C	UNIDAD	COSTO A	CONSUMO B	COSTO UNITARIO D= A x B x C
				TOTAL D :	
E.- COSTO UNITARIO DIRECTO		A + B + C + D = E			192.00
F.- GASTOS GENERALES		12.00%	x (E)		23.04
G.- IMPREVISTOS		3.00%	x (E)		5.76
H.- UTILIDADES		10.00%	x (E)		19.20
I.- PRECIO UNITARIO TOTAL		(E + F + G + H)			240.00
J.- OBSERVACIONES :					
SE ASUME US \$	240.00	mes	FACTOR DE SOBRECOSTO		
				125.00%	
ELABORADO :	Michael Camacho y Jean Delgado				

APÉNDICE B

B.1 Cronograma valorado

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS														
ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR														
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	MESES								
						1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1. SUBESTRUCTURA	-	-	-	0.00									
1.1	Excavación y Relleno para Puentes, incluye desalojo	m ³	158	15	2337		779	779	779					
1.2	Hormigón de Cemento Portland; f'c=18 MPa (180 Kg/cm ²). Replanteo	m ³	16	132	2107		702	702	702					
1.3.1	Hormigón Estructural de Cemento Portland; f'c=28 MPa (280 Kg/cm ²) en Estribos	m ³	94	257	24172			8057	8057	8057				
1.3.2	Hormigón Estructural de Cemento Portland; f'c=28 MPa (280 Kg/cm ²) en Pilas	m ³	78	264	20567			6856	6856	6856				
1.3.3	Hormigón Estructural de Cemento Portland; f'c=28 MPa (280 Kg/cm ²) en Viga cabezal	m ³	34	277	9409				3136	3136	3136			
1.4	Acero de refuerzo en barras fy=4,200 Kg/cm ² .	Kg.	30205	2	62524				20841	20841	20841			
1.5.1	Placas de Neopreno tipo 1 (250*400*40), incluye mortero de nivelación de f'c=400 Kg/cm ² .	u	8	124	991				496	496				
1.5.2	Placas de Neopreno tipo 2 (150*250*40), incluye mortero de nivelación de f'c=400 Kg/cm ² .	u.	16	121	1933				966	966				
1.6	Juntas de Neopreno	m	34	316	10737				5369	5369				
1.7	Banda de PVC 200 x 10	m	17	4	76				38	38				
-	-	-	0	SUBTOTAL	134854									
2	2. SUPERESTRUCTURA	-	-	-	0									
2.1	Vigas metálicas - Acero estructural ASTM A588 G50 (Fabricación, suministro, transporte y montaje)	Kg	68612	4	306696			61339	61339	61339	61339	61339		
2.2	Conectores de corte- Acero estructural ASTM A108 (Suministro, transporte y montaje)	kg	1758	4	6153			1231	1231	1231	1231	1231		
2.3	Hormigón Estructural de Cemento Portland; f'c=28 MPa (280 Kg/cm ²)- Superestructura	m ³	180	289	52088				10418	10418	10418	10418	10418	
2.4	Acero de refuerzo en barras fy=4,200 Kg/cm ² .	Kg	63220	2	130865				26173	26173	26173	26173	26173	
2.5	Carpeta de Rodadura de Hormigón Asfáltico, e=5 cm incluido riego de liga	m ²	488	10	4680								2340	2340
-	-	-	-	SUBTOTAL	500482									
3	3. MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	-	-	-	0									
3.1	Rótulos de Información del Proyecto	u.	2	306	611	611								
3.2	Hojas Volantes	u.	1000	0	50	50								
3.3	Demarcación de Frente de Obra	m.	2000	4	8280	8280								
3.4	Letreros preventivos	u.	20	111	2221	1111	1111							
3.5	Vallas de señalización	u.	30	91	2740	1370	1370							
3.6	Señales luminosas de prevención	u.	30	44	1308	654	654							
3.7	Servicios higiénicos portátiles (2 unidades)	mes	9	240	2160	240	240	240	240	240	240	240	240	240
-	-	-	-	SUBTOTAL	17370									
				TOTAL	652707									
				INVERSIÓN MENSUAL		12316	4856	79204	146641	145160	123378	99400	39171	2580
				INVERSIÓN ACUMULADA		12316	17172	96376	243017	388177	511555	610956	650127	652707
				PORCENTAJE DE CONSTRUCCIÓN MENSUAL		2%	1%	12%	22%	22%	19%	15%	6%	0%
				PORCENTAJE DE CONSTRUCCIÓN ACUMULADO		2%	3%	15%	37%	59%	78%	94%	100%	100%

APÉNDICE C

C.1 Excavación y relleno para puentes incluye desalojo

Descripción

Este trabajo consiste en la excavación en cualquier tipo de terreno y cualquier condición de trabajo necesario para la construcción de las cimentaciones de puentes y otras estructuras. También, incluirá cualquier otra excavación designada en los documentos contractuales como excavación estructural. Todas las excavaciones se harán de acuerdo con los alineamientos, pendientes y cotas señaladas en los planos y por el Fiscalizador. El relleno para estructuras consistirá en el suministro, colocación y compactación del material seleccionado para el relleno alrededor de las estructuras. En concordancia, con los límites y niveles señalados en los planos y fijados por el Fiscalizador. También, comprenderá el suministro, colocación y compactación del material seleccionado de relleno, en sustitución de los materiales inadecuados que se puedan encontrar al realizar la excavación para cimentar las obras.

El material excavado que el Fiscalizador considere no adecuado para el uso como relleno para estructuras se empleará en los rellenos o, de ser considerado que tampoco es adecuado para tal uso. Se lo desechará de acuerdo con las instrucciones del Fiscalizador. No se efectuará ningún pago adicional por la disposición de este material.

Procedimiento de trabajo

Antes de ejecutar la excavación para las estructuras deberán realizarse en el área fijada las operaciones necesarias de limpieza. El Contratista notificará al Fiscalizador con suficiente anticipación el comienzo de cualquier excavación, a fin de que se puedan tomar todos los datos del terreno natural necesarios para determinar las cantidades de obra realizada.

Será responsabilidad del Contratista proveer a su costo, cualquier apuntalamiento, arriostramiento y otros dispositivos para apoyar los taludes de excavación necesarios para poder construir con seguridad las cimentaciones y otras obras de arte especificadas. No se medirá para su pago ninguna excavación adicional que el Contratista efectúe solamente para acomodar tales dispositivos de apoyo.

Después de terminar cada excavación, de acuerdo con las indicaciones de los planos y del Fiscalizador, el Contratista deberá informar de inmediato al Fiscalizador y no podrá iniciar la construcción de cimentaciones, hasta que el Fiscalizador haya aprobado la profundidad de la excavación y la clase de material de la cimentación. El terreno natural adyacente a las obras no se alterará sin autorización del Fiscalizador.

Proceso de excavación

La profundidad de las excavaciones que están indicadas en los planos para cimentación de estribos, pilas y otras obras de subestructura, se considerará aproximada; el Fiscalizador aprobará la cota de cimentación y el material del lecho, y podrá ordenar por escrito que se efectúen los cambios que el considere necesarios para tener una cimentación satisfactoria.

El material, al nivel aprobado para la base de una cimentación directa, se limpiará y labrará hasta obtener una superficie firme, y que sea horizontal o escalonada, de acuerdo con las instrucciones del Fiscalizador. Cualesquiera grietas en un lecho de cimentación rocoso se limpiarán y se llenarán con lechada de cemento, conforme ordene el Fiscalizador y a costo del Contratista. En caso de efectuarse sin autorización del Fiscalizador la sobre-excavación en roca hasta un nivel mayor de 10 cm, por debajo de la cota aprobada, el contratista deberá reemplazar a su costo el material sobre-excavado, con hormigón de la clase especificada por el Fiscalizador.

Cuando una zapata deba fundirse sobre material que no sea de roca, deberán tomarse las precauciones adecuadas para evitar la alteración del material al nivel del lecho de cimentación. Cualquier material de lecho que haya sido alterado será reconvertido y compactado, o removido y reemplazado con material seleccionado bien compactado o de acuerdo con las instrucciones del Fiscalizador y a costo del Contratista.

Tratamiento especial de cimentaciones para estructuras

En la excavación para estructuras, cuando el lecho para la cimentación resulte ser de material inadecuado según el criterio del Fiscalizador, se realizará la profundización de la excavación, de acuerdo con las instrucciones de él, hasta conseguir una base de cimentación aceptable. Esta excavación adicional se rellenará con material de relleno para estructuras, compactado por capas de 15 cm de espesor o con hormigón de 180 kgf/cm², conforme indique el Fiscalizador.

N° del Rubro	Descripción	Unidad de medición
1.1	Excavación y Relleno para Puentes, incluye desalojo	m3

C.2 Capas de rodadura

Hormigón Asfáltico Mezclado en Planta.

Descripción

Este trabajo es para la elaboración de capas de rodadura de hormigón asfáltico y este se lo realiza con agregados en la granulometría especificada, relleno mineral y material asfáltico, mezclados en caliente en una planta central y este debe ser colocado sobre una base que esté debidamente preparada o un pavimento existente, esto deberá estar especificado en los documentos contractuales.

Materiales

El tipo y grado del material asfáltico que deberá emplearse en la mezcla estará determinado en el contrato y será mayormente cemento asfáltico con un grado de penetración 60 - 70. En caso de vías que serán sometidas a un tráfico liviano o intermedio, el cual permitirá la utilización de cemento asfáltico 85 – 100. Para vías y carriles especiales en donde se tendrá un tráfico muy pesado, se admitirá utilizar cementos asfálticos mejorados.

Los agregados, que se emplearán en el hormigón asfáltico en planta podrán estar compuestos por roca, o grava triturada total o parcialmente, materiales que estén fragmentados de manera natural, arenas y relleno mineral. Estos agregados tendrán que cumplir con los agregados tipo A, B o C especificados en la normativa del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MOP 2002). Los agregados deberán estar compuestos por fragmentos que estén limpios, ser sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, libres de polvo, arcilla u otras materias que no formen parte de este o sean extrañas.

Las mezclas asfálticas por emplearse en capas de rodadura para vías de tráfico pesado y extrapesado tendrán que cumplir con la relación entre el porcentaje en peso del agregado pasante del tamiz INEN 75micrones y el contenido de asfalto en porcentaje en

peso del total de la mezcla (relación filler/betún) y esta deberá estar entre 0.8 y 1.2, nunca podrá ser menor o mayor al rango establecido.

Equipo de transporte

Los camiones para el transporte del hormigón asfáltico serán de volteo y contarán con cajones metálicos cerrados y en buen estado. Para usar estos camiones, deberán tener limpios los cajones y luego serán recubiertos con aceite u otro material que este aprobado por la fiscalización, con el fin de evitar que la mezcla se adhiera al metal del cajón y en consecuencia se disminuya la eficiencia del proceso. Si ya está cargado el camión con la mezcla asfáltica, esta tendrá que ser protegida empleando una cubierta de lona, con el fin de conservar el calor también, para evitar la contaminación con polvo u otras impurezas que están en el ambiente.

Equipo de distribución de la mezcla

La distribución de la mezcla asfáltica en el camino será efectuada mediante el empleo de una máquina terminadora autopropulsada, que sea capaz de distribuir el hormigón asfáltico de acuerdo con los espesores, alineamientos, pendientes y ancho que están especificados en los planos. Las terminadoras deben tener una tolva delantera con suficiente capacidad para poder captar la mezcla del camión de volteo; esta deberá trasladar la mezcla al cajón posterior, el cual contendrá un tornillo sinfín para repartirla uniformemente en todo el ancho, que deberá ser regulable. Dispondrá también de una plancha enrasadora vibrante para igualar y apisonar la mezcla; esta plancha podrá ser fijada en diferentes alturas y pendientes para lograr la sección transversal especificada. La descarga de la mezcla en la tolva de la terminadora deberá efectuarse cuidadosamente, en tal forma de impedir que los camiones golpeen la máquina y causen movimientos bruscos que puedan afectar a la calidad de la superficie terminada. Para completar la distribución en secciones irregulares, así como para corregir algún pequeño defecto de la superficie, especialmente en los bordes, se usarán rastrillos manuales de metal y madera que deberán ser provistos por el Contratista.

Equipo de compactación

El equipo de compactación podrá estar formado por rodillos lisos de ruedas de acero, rodillos vibratorios de fuerza de compactación equivalente y rodillos neumáticos

autopropulsados. El número necesario de rodillos dependerá tanto de la superficie y el espesor que tenga la mezcla que será compactada, mientras esta se encuentre en condiciones trabajables. Los rodillos lisos con tres ruedas deberán tener un peso entre 10 y 12 toneladas, y los tandem entre 8 y 10 toneladas. Los rodillos neumáticos deberán tener las llantas lisas y una carga por rueda y la presión de inflado tendrá que ser la conveniente para el espesor de la carpeta. El espesor mínimo para carpetas de 5 cm, de espesor compactado, tendrán 1.000 Kg por cada una de las ruedas y una presión de inflado de 6.0 Kg/cm².

Compactación

La mejor temperatura para empezar a compactar la mezcla recién extendida, dentro del margen posible que va de 163 a 85 °C, es la máxima temperatura a la cual la mezcla puede resistir el rodillo sin desplazarse horizontalmente.

Con la compactación inicial deberá alcanzarse casi la totalidad de la densidad en obra y la misma se realizará con rodillos lisos de ruedas de acero vibratorios, continuándose con compactadores de neumáticos con presión elevada. Con la compactación intermedia se deberá seguir densificando la mezcla antes que la misma se enfríe por debajo de 85 °C y se va realizando el respectivo sellado la superficie.

Al utilizar compactadores vibratorios se tendrá en cuenta el ajuste de la frecuencia y la velocidad del rodillo, para que al menos se produzcan 30 impactos de vibración por cada metro de recorrido. Para ello se recomienda usar la frecuencia nominal máxima y ajustar la velocidad de compactación.

Con respecto a la amplitud que tendrá la vibración, se deberá utilizar la recomendación del fabricante para el equipo en cuestión. Es importante que en la compactación de capas delgadas no se emplee el uso de vibración y la velocidad que tendrá la compactadora no deberá superar los 5 km/hora.

Además, ante mezclas asfálticas con bajas estabilidades el empleo de compactadores neumáticos deberá hacerse con presiones de neumáticos reducidas. Con la compactación final se deberá mejorar estéticamente la superficie, eliminando las posibles marcas dejadas en la compactación intermedia. Deberá realizarse cuando la mezcla esté aún caliente empleando rodillos lisos metálicos estáticos o vibratorios (sin emplear vibración en este caso) En capas de gran espesor o ante materiales muy calientes se recomienda dar las dos primeras pasadas sin vibración para evitar marcas

difíciles de eliminar posteriormente. Ante esta situación, si se utilizaran rodillos neumáticos, se aconseja comenzar a compactar con presiones bajas en los neumáticos aumentando paulatinamente la misma según el comportamiento de la capa.

Se deben realizar tramos de prueba para establecer el patrón de compactación para minimizar el número de pasadas en la zona apropiada de temperatura y obtener la densidad deseada. El patrón de compactación podrá variar de proyecto en proyecto, según las condiciones climáticas, los equipos utilizados, el tipo de mezcla, el patrón de recorrido, entre otros. La secuencia de las operaciones de compactación y la selección de los tipos de compactadores tiene que proveer la densidad de pavimentación especificada.

El Fiscalizador deberá aprobar el patrón de compactación propuesto por el Contratista de la obra en cuestión. A menos que se indique lo contrario por parte del fiscalizador, la compactación tiene que iniciar en los costados y longitudinalmente paralelo a la línea central del puente, recubriendo cada recorrido realizado la mitad del ancho que tiene la compactadora, progresando gradualmente hacia el coronamiento del camino. Cuando la compactación se realice en forma escalonada o cuando límite con una vía colocada anteriormente, la junta longitudinal tiene que ser primeramente compactada, siguiendo con el procedimiento normal de compactación. En curvas peraltadas, la compactación se debe iniciar en el lado inferior y progresar hacia el lado superior, superponiendo recorridos longitudinales paralelos a la línea central. Para impedir que la mezcla se adhiera a las compactadoras, puede que sea necesario mantener las ruedas adecuadamente humedecidas con agua, o agua mezclada con cantidades muy pequeñas de detergente u otro material aprobado. No se admitirá el exceso de líquido ni el empleo de fuel oil para este fin.

En los lugares inaccesibles a los rodillos se deberá efectuar la compactación de la mezcla con piones mecánicos, hasta obtener la densidad y acabado especificados.

La capa de hormigón asfáltico compactada deberá mostrar y tener una textura lisa y uniforme, sin tener ninguna fisura ni rugosidades, y estará construida de conformidad con los alineamientos, cotas, espesores y perfiles estipulados en el contrato.

Mientras esté en proceso la compactación, no se permitirá ninguna circulación vehicular. Cuando deba completarse y conformarse los espaldones adyacentes a la carpeta, deberán recortarse los bordes a la línea establecida en los planos. El contratista deberá observar cuidadosamente la densidad durante el proceso de compactación mediante la

utilización de instrumentos nucleares de la medición de la densidad para asegurar que se está obteniendo la compactación mínima requerida.

N° del Rubro	Descripción	Unidad de medición
2.5	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta de 5 cm de espesor	m2

C.3 Hormigón estructural

Descripción

Este trabajo consistirá en el suministro, puesta en obra, terminado y curado del hormigón en puentes, alcantarillas de cajón, muros de ala y de cabezal, muros de contención, sumideros, tomas y otras estructuras de hormigón en concordancia con estas especificaciones y con los requerimientos que se tienen en los documentos contractuales y las instrucciones dadas por el Fiscalizador. Este trabajo incluye la fabricación, transporte, almacenamiento y colocación de vigas losas y otros elementos estructurales prefabricados.

El hormigón que se empleará para estructuras deberá estar compuesto por cemento Portland, agregado grueso, agregado fino, aditivos, si son necesarios y agua, todo mezclado en las proporciones especificadas y que estén aprobadas por fiscalización.

La clase de hormigón a emplear en una estructura determinada será detallada en los planos o en las disposiciones especiales.

Dosificación

La mezcla de hormigón deberá tener una correcta dosificación y presentará condiciones adecuadas para la trabajabilidad y un correcto terminado.

Será impermeable, resistente y durable al clima.

El diseño que tendrá la mezcla será para cumplir con las especificaciones que están indicadas en los planos o documentos contractuales, será aprobado por el Fiscalizador y determinará las proporciones definitivas de los materiales y la consistencia requerida.

Calidad del hormigón

El hormigón debe diseñarse para ser uniforme, trabajable, transportable, fácilmente colocable y de una consistencia aceptable para la Fiscalización. (En estas condiciones el hormigón es dócil).

Para obtener una buena docilidad en el hormigón se deberá evitar usar áridos que tengan formas alargadas y con aristas. Es importante indicar que el tipo de cemento influye en la docilidad del hormigón.

El contenido de cemento, relación máxima “agua/cemento” permitida, máximo revenimiento y otros requerimientos para todas las clases de hormigón a emplearse en una construcción, deberán conformar como requisitos indispensables de las especificaciones técnicas de construcción.

Se deberá tener una resistencia a la compresión del hormigón a los 7 días que represente el 70% de la resistencia especificada en los planos a los 28 días. La calidad del hormigón colocado en la obra deberá cumplir con la capacidad de resistencia a lo largo del tiempo, frente a agentes y medios abrasivos.

Revenimientos requeridos

Cuando el rango del agua es reducido mediante el uso de aditivos, el revenimiento no deberá exceder de 200 mm.

Encofrados

Todos los encofrados se construirán de madera o metal adecuados y serán impermeables al mortero y de suficiente rigidez para impedir la distorsión por la presión del hormigón o de otras cargas relacionadas con el proceso de construcción. Los encofrados se construirán y conservarán de manera que en estos no se produzcan torceduras y aberturas por la contracción de la madera, y tendrán suficiente resistencia para evitar una deflexión excesiva durante el vaciado del hormigón. Su diseño será tal que el hormigón terminado se ajuste a las dimensiones y contornos especificados. Para el diseño de los encofrados, se tomará en cuenta el efecto de la vibración del hormigón durante en vaciado.

Los encofrados para superficies descubiertas se harán de madera labrada de espesor uniforme u otro material aprobado por el Fiscalizador; cuando se utilice forro para el

encofrado, éste deberá ser impermeable al mortero y del tipo aprobado por el Fiscalizador. Todas las esquinas expuestas deberán ser achaflanadas.

Previamente al vaciado del hormigón, las superficies interiores de los encofrados estarán limpias de toda suciedad, mortero y materia extraña y recubiertas con aceite para moldes.

No se vaciará hormigón alguno en los encofrados hasta que todas las instalaciones que se requieran embeber en el hormigón se hayan colocado, y el Fiscalizador haya inspeccionado y aprobado dichas instalaciones. El ritmo que deberá tener el vaciado del hormigón será controlado con el fin de evitar que las deflexiones que se generan en los encofrados o paneles de encofrados no superen a las tolerancias permitidas por estas especificaciones. De generarse deflexiones u ondulaciones superando a lo permitido, se suspenderá el vaciado hasta arreglar el encofrado con el fin de evitar una repetición del problema.

Las ataduras metálicas o anclajes, dentro de los encofrados, serán construidos de tal forma que su remoción sea posible hasta una profundidad de por lo menos 5 centímetros desde la cara, sin causar daño al hormigón. Todos los herrajes de las ataduras de alambre especiales serán de un diseño tal que, al sacarse, las cavidades que queden sean del menor tamaño posible. Estas cavidades se llenarán con mortero de cemento y la superficie se dejará sana, lisa, igual y de color uniforme. Todos los encofrados se construirán y mantendrán según el diseño de tal modo que el hormigón terminado tenga la forma y dimensiones indicadas en los planos y esté con las pendientes y alineaciones establecidas. Los encofrados permanecerán colocados por los períodos que se especifican más adelante, La forma, resistencia, rigidez, impermeabilidad, textura y color de la superficie en los encofrados usados deberá mantenerse todo el tiempo. Cualquier madera que se encuentre torcida o deformada deberá ser reparada antes de volver a ser usada. Todos los encofrados que se rechacen por cualquier causa no volverán a ser usados.

Los enlaces o uniones que tendrán los diferentes elementos de los encofrados serán sólidos y sencillos para que, su montaje y desmontaje se verifiquen de manera fácil. Todas las superficies de los encofrados y los productos que a estos se puedan aplicar, no deberán tener ninguna sustancia que termine perjudicando la capacidad del hormigón.

Cuando se realice el encofrado de los elementos de gran altura y de pequeño espesor a hormigonar, se deberá elaborar paredes laterales de los encofrados y estas deberán tener ventanas de control, de suficiente tamaño con el fin de que desde allí se pueda realizar una mejor compactación del hormigón. Estas aberturas se dispondrán con espaciamiento horizontal y vertical menor o igual a un metro, y se cerrarán cuando el hormigón llegue a la parte inferior de estas.

Temperatura de colocación del hormigón

La temperatura del hormigón colocado en sitio, en caso de losas de puentes y losas superiores en contacto con el tráfico no deberán exceder de 29°C, para otras estructuras la temperatura de fundición deberá especificarse en los planos.

Para colocación de masas de hormigón que estén indicadas en planos y su fundición sea monolítica, en el momento de su colocación la temperatura no deberá ser superior a 24°C.

Para iniciar un plan de fundición en condiciones de alta temperatura, se deberá seguir el siguiente plan:

- Selección de los ingredientes del hormigón para minimizar el calor de hidratación.
- Colocar hielo o ingredientes fríos para el hormigón.
- Controlar la relación A/C del concreto a colocarse.
- Usar protección para controlar el aumento del calor.

El contratista dispondrá de instrumentos de medición de temperatura, y debe hacerlo en las fundiciones tanto en la superficie como en la parte interior del hormigón.

Colocación del hormigón en vigas, losas, zapatas, columnas, pilas y estribos.

En vigas simples, el hormigón será depositado empezando en el centro de la luz y terminando en los extremos. En vigas, el hormigón será colocado en capas horizontales uniformes, a lo largo de toda su longitud. En luces continuas, el hormigón se colocará de acuerdo con lo especificado en los planos o en las disposiciones especiales.

El hormigonado en los acartelamientos con alturas menores a 1 metro deberá realizarse en forma continua con el hormigonado de la viga, y los cabezales de las columnas o estribos deberán ser rebajados para formar los apoyos de los acartelamientos. En cualquier chaflán o acartelamiento que tenga una altura mayor de un metro, el

hormigonado de los estribos o columnas, vigas y acartelamientos, deberá realizarse en tres etapas sucesivas: primero, la parte inferior del acartelamiento; luego, la parte inferior de la viga y, por último, se completará lo que falta.

En vigas continuas acarteladas, el hormigonado deberá realizarse en forma continua en toda su altura, incluido el acartelamiento. Donde el hormigonado sea de tal magnitud que no se pueda realizar en una operación continua, las juntas de construcción verticales se localizarán preferiblemente en la zona de flexión nula.

El hormigonado en losas y zapatas se realizará en una operación continua, a menos que se indique otra cosa en los planos.

Los pisos y las vigas de la superestructura deberán hormigonarse en una operación continua, salvo cuando se especifique otra cosa. Deberán preverse anclajes especiales para corte, asegurando de esta manera la acción monolítica entre las vigas y el piso.

El hormigonado en vigas "T" se podrá hacer en una operación continua o en dos etapas: primero, toda la altura del nervio y, luego, la losa superior. En el último caso, la unión entre el nervio y la losa de la viga rectangular deberá ser efectiva, utilizando una junta de construcción aprobada por el Fiscalizador y de acuerdo con lo indicado en los planos y en las presentes especificaciones.

Colocación del hormigón en la cimentación y subestructura.

Como regla general, el hormigón no podrá ser colocado en la cimentación hasta que el fondo y las características de esta hayan sido inspeccionadas.

El fondo de la cimentación por ningún motivo debe contener agua. La fundición de columnas, pilas o estribos de hormigón deberán ser fundidas monolíticamente entre juntas de construcción, las mismas que deberán estar definidas para toda la estructura antes del inicio de la fundición.

El hormigonado de columnas, pilas y muros se lo realizará en forma continua, a menos que se indique otra cosa en los planos. El hormigón se dejará fraguar por lo menos 12 horas antes de colocar el hormigón en el cabezal, y éste no se colocará hasta que se hayan removido los moldes de las columnas e inspeccionado el hormigón colado en ellas, salvo que el Fiscalizador autorice otro procedimiento. La carga de la superestructura no se la dejará descansar sobre las columnas hasta que haya transcurrido por lo menos 14 días después del hormigonado, a menos que el Fiscalizador permita otro procedimiento.

La secuencia de hormigonado en vigas rectangulares, losas y columnas, estará indicada en los planos o en las disposiciones especiales. Los dientes para corte u otros medios utilizados para asegurar la unión adecuada de vigas y losas, deberán ser aprobados por el Fiscalizador.

Todos los barandales y parapetos no deberán ser hormigonados antes que los encofrados o cerchas del tablero se hayan retirados, esto no se podrá realizar a menos que el Fiscalizador lo autorice. Los moldes deberán tener una superficie lisa y perfectamente contruidos y alineados, de manera que el hormigón no se dañe al desencofrar.

Bombeo

El vaciado del hormigón por bombeo se permitirá únicamente si es autorizado por el Fiscalizador. El equipo deberá funcionar de modo que no produzca vibraciones que puedan dañar el hormigón fresco. El equipo, para conducir el hormigón por bombeo, deberá ser de clase y capacidad adecuadas para el tipo de trabajo. No se usarán tubos de aluminio para conducir el hormigón. La bomba deberá operarse correctamente produciendo un flujo continuo de hormigón sin cavidades de aire. Cuando el bombeo se haya completado, el hormigón remanente en la tubería, si va a usarse, deberá ser expulsado, sin que el hormigón se mezcle con elementos extraños o exista segregación de sus materiales.

Como evitar las fisuras en las superficies de hormigón

Las losas delgadas de gran longitud, como las utilizadas en la pavimentación y canalización, son especialmente susceptibles a la fisuración al verse sometidas a condiciones ambientales desfavorables.

El terreno de sustentación de estos elementos estructurales debe ser firme, estar perfectamente nivelado, ser capaz de soportar las cargas previsibles y tener el grado de humedad adecuado en el momento de la colocación del hormigón. El hormigón a utilizar debe estar dosificado con los contenidos mínimos de cemento y agua necesarios en función de las características de la obra. Las operaciones de acabado de la superficie del elemento de hormigón deben reducirse al mínimo y es aconsejable que, una vez finalizadas estas operaciones de acabado, la superficie sea protegida hasta que comience el proceso de curado.

Fisura durante la fase constructiva

Los tipos de fisuras que aparecen en los pavimentos durante la fase de construcción pueden dividirse en:

- Fisuras de retracción.
- Fisuras de retracción superficial.
- Fisuras por deformación.

Las Fisuras por retracción vienen originadas por la desecación de la zona superior de la losa y pueden alcanzar profundidades superiores a los 25 mm. Estas fisuras son por lo general de trazado corto y se desarrolla más o menos paralelamente al eje central, aunque no necesariamente. La causa principal, origen de esta fisuración, es la excesiva y rápida pérdida de humedad que se puede deber a alguna o algunas de las siguientes razones:

- Terreno de sustentación seco.
- Utilización de áridos secos.
- La evaporación producida por el calor o los vientos secos.

Otras causas pueden ser la presencia de un exceso de finos en el hormigón, un exceso de agua en la mezcla o un retraso en el comienzo del proceso de curado. Este tipo de fisuración se puede prevenir eliminando las causas que son su origen, esto es:

- Analizando y verificando la dosificación del hormigón, reduciendo el contenido agua y teniendo una correcta granulometría.
- Humedeciendo el terreno, si es otro elemento de hormigón también se debe humedecer y los áridos que se emplean en la fabricación del hormigón.
- Iniciar con el proceso de curado a las 24 hora de haber fundido y como máximo 96 horas.

Las fisuras por retracción superficial que están muy finas y superficiales se conectan entre sí, siendo semejantes a la piel de cocodrilo. Estas se originan por la retracción de la pasta de cemento que ha sido transportada a la superficie por un exceso de vibrado. También aparecen estas fisuras cuando se rocía agua sobre la superficie para facilitar las operaciones de acabado, o cuando el árido utilizado en la fabricación del hormigón

porta un exceso de polvo que provoca la exudación. El calor y la sequedad del viento son también factores causantes de este tipo de fisuras.

Las fisuras por deformación que se desarrollan a través de la losa son debidas a las perturbaciones que sufre el hormigón antes de su endurecimiento. Dichas perturbaciones pueden tener su origen en alguna o algunas de las razones siguientes:

- Deformación del terreno de sustentación
- Movimiento de los encofrados
- Desplazamiento de las barras de las armaduras
- Los áridos muy absorbentes pueden dar lugar a veces a una fisuración de este tipo.

Generalmente los hormigones serán más fisurables cuanto más fluidos sean.

A veces ciertos suelos sufren deformaciones al absorber humedad y en consecuencia las losas que reposan sobre estos suelos están expuestas a la fisuración por deformación del terreno, al absorber éste el agua del hormigón.

Recomendaciones

Deben evitarse las mezclas viscosas con un exceso de arena. La composición del árido debe presentar una buena Granulometría, evitando un exceso de finos en la arena.

El hormigón debe tener una consistencia ni demasiado fluida ni demasiado seca, con un asiento de 50 a 75 mm. en aquellos casos en que las características de la obra y los medios de la puesta en obra lo permitan.

La observancia de las siguientes reglas ayudará a minimizar la formación de huecos:

- La colocación del hormigón no se debe realizar con excesiva rapidez, se deberá colocar el hormigón en capas de un espesor máximo de 30 cm y vibrar cada capa.
- En el caso de superficies inclinadas, la vibración debe ser la necesaria para conseguir la debida compactación.
- En el caso de superficies verticales, efectuando un vibrado un poco más enérgico que el que normalmente se realiza.
- Utilizando vibradores de superficies, acoplados a los encofrados.
- Vibración con barra la zona del hormigón próximo a la superficie del encofrado simultáneamente a la compactación por vibración de la masa de hormigón.
- Utilizar encofrados que permitan la salida de agua y aire, pero no de mortero.

- Utilizando la inexistencia de huecos para ello se emplea encofrados provistos de forros absorbentes.

Juntas de dilatación y contracción

Las juntas de expansión y contracción se realizarán de acuerdo con los planos o conforme lo indique el Fiscalizador.

Juntas abiertas se construirán en los lugares señalados en los planos, mediante el uso de tiras de madera, chapas metálicas u otro material removible, aprobado por el Fiscalizador. El retiro de las plantillas de madera se realizará sin dañar las aristas del hormigón. El refuerzo no se extenderá a través de las juntas abiertas, a menos que así lo indiquen los planos. Las juntas de expansión rellenas se construirán en forma similar a las juntas abiertas. Cuando se especifique el empleo de juntas de expansión premoldeadas, el espesor del material de relleno por instalarse será el fijado en los planos. El material por usarse estará de acuerdo con la Sección 806 de estas especificaciones.

Deberá colocarse cubrejuntas de metal, caucho o plástico, como indiquen los planos.

Los rellenos preformados contarán con los agujeros para recibir las espigas donde señalen los planos. El relleno para cada junta deberá ser suministrado en una sola pieza para la profundidad y ancho completos requeridos.

Las aberturas en las juntas de expansión serán las diseñadas en los planos a temperatura normal y se tendrá especial cuidado en no disminuir el espacio. Se colocarán dispositivos para la impermeabilización de las juntas, cuando así se estipule en los planos u ordene el Fiscalizador. Los ángulos, chapas u otras formas estructurales empleados en juntas serán elaborados con precisión para darles la forma exacta, de acuerdo con la sección de la losa de hormigón. La fabricación y pintura se realizarán de acuerdo con los requisitos pertinentes de estas especificaciones. Cuando los planos lo indiquen, estas piezas serán galvanizadas en lugar de pintadas. Se tendrá especial cuidado de que la superficie quede nivelada y recta y se emplearán métodos adecuados para colocar las juntas y conservarlas en su posición correcta durante el vaciado del hormigón.

Cubrejuntas

Los materiales usados en cubrejuntas estarán de acuerdo con lo indicado en la Sección 806 de estas especificaciones. Las planchas de cobre u otro material aprobado por el Fiscalizador para cubrejuntas serán del ancho y forma indicados en los planos y ordenados por el Fiscalizador. La plancha de cobre en cada junta deberá ser de una sola pieza continua y, cuando se autorice más de una pieza, las uniones deberán conectarse mediante soldadura, de manera que se forme una unidad completamente hermética contra el paso del agua. Cuando se especifique el uso de cubrejuntas de caucho, éstas se moldearán en una sola pieza; el material usado será denso y homogéneo en toda su sección transversal.

Las tiras y piezas de conexión deberán ser curadas de manera que cualquier sección resulte densa, homogénea y exenta de porosidades.

Apoyos

Las placas de neopreno y ensamblajes de apoyo, articulaciones y otros dispositivos de expansión se construirán de acuerdo con los detalles indicados en los planos. Los pernos de anclaje en pilares, estribos o pedestales se ajustarán con cuidado en el hormigón durante su vaciado o se colocarán en orificios formados durante el hormigonado o realizados después del fraguado.

Los orificios podrán formarse mediante la utilización de tacos de madera, tubos metálicos u otros dispositivos aprobados por el Fiscalizador.

Las Bandas de PVC serán de las dimensiones indicadas y colocadas de acuerdo con los detalles de los planos o indicadas por el Fiscalizador.

N.º del Rubro	Descripción	Unidad de medición
1.2	Hormigón de Cemento Portland; f'c= 180 Kg/cm ² . Replanteo	m ³
1.3.1	Hormigón Estructural de Cemento Portland; f'c=28 MPa (280 Kg/cm ²) en Estribos	m ³
1.3.2	Hormigón Estructural de Cemento Portland; f'c=28 MPa (280 Kg/cm ²) en Pilas	m ³
1.3.3	Hormigón Estructural de Cemento Portland; f'c=28 MPa (280 Kg/cm ²) en Viga cabezal	m ³

2.3	Hormigón Estructural de Cemento Portland; $f'c=28$ MPa (280 Kg/cm ²) en la superestructura	m ³
1.5.1	Placas de Neopreno tipo 1 (250*400*40), incluye mortero de nivelación de $f'c=400$ Kg/cm ² .	u
1.5.2	Placas de Neopreno tipo 2 (150*250*40), incluye mortero de nivelación de $f'c=400$ Kg/cm ² .	u
1.6	Juntas en Neopreno	m
1.7	Banda de PVC 200 x 10	m

C.4 Acero de refuerzo

Descripción

Este trabajo consistirá en el suministro y colocación de acero de refuerzo para hormigón de la clase, tipo y dimensiones señalados en los documentos contractuales.

Materiales

Existen cuatro clases de acero de refuerzo: barras corrugadas, mallas de alambre, alambre y barras lisas de acero, las cuales deberán satisfacer los requisitos establecidos en las normas INEN 101, INEN 102, INEN 103, INEN 104.

Acero de refuerzo

Este ítem norma el suministro y colocación del acero corrugado y liso, en lo referente a secciones y detalles estas deberán constar en los planos. El refuerzo debe cumplir los requisitos técnicos del INEN.

Almacenamiento y conservación

Antes de pedir el material, las planillas de armaduras serán sometidas por el Contratista a la aprobación del Fiscalizador y no se hará ningún pedido de materiales hasta que dichas planillas estén aprobadas.

La aprobación de las planillas de armaduras por parte del Fiscalizador no relevará, en forma alguna, al Contratista de su responsabilidad respecto de la exactitud de tales planillas y del suministro de acero de refuerzo que deberá cumplir con todos los

requerimientos del contrato. Cualquier gasto, en conexión con las modificaciones del material que haya sido suministrado, establecido en las planillas, para hacer cumplir con los planos realizados por el diseñador, serán por cuenta del Contratista.

El acero de refuerzo deberá estar almacenado en soportes adecuados o plataformas, con el fin de que entre en contacto con la superficie del terreno. Deberá protegérselo, hasta donde sea posible, para evitar daños mecánicos y deterioro por oxidación.

Preparación, doblado y colocación del refuerzo

Las barras y el alambre de acero serán protegidos en todo tiempo de daños y, cuando se los coloque en la obra, estarán libres de suciedad, escamas sueltas, herrumbrado, pintura, aceite u otra sustancia inaceptable.

Colocación y amarres

Las barras de acero se colocarán en las posiciones indicadas en los planos, se las amarrará con alambre u otros dispositivos metálicos en todos sus cruces y deberán quedar sujetas firmemente durante el vaciado del hormigón. El espaciamiento de la armadura de refuerzo con los encofrados se lo hará utilizando bloques de mortero, espaciadores metálicos o sistemas de suspensión aprobados por el Fiscalizador. No se permitirá el uso de aparatos de plástico, madera o aluminio. El recubrimiento mínimo de las barras se indicará en los planos. La colocación de la armadura será aprobada por el Fiscalizador antes de colocar el hormigón.

Espaciamiento y protección del refuerzo

Se normarán por el reglamento de Diseño del A.C.I. 318.14 en su sección 7.6. Espaciamiento límites para refuerzos. Las barras en su ubicación no deberían variar más de 1/12 del espaciamiento, considerando este espaciamiento desde la parte exterior de cada barra. Por ningún motivo el recubrimiento mínimo a la superficie del refuerzo será menor a 25 mm y se guiarán por las indicaciones de los planos.

Empalmes

Las barras serán empalmadas como se indica en los planos y el constructor deberá llegar a un mutuo acuerdo con las instrucciones dadas por el Fiscalizador. Los empalmes deberán hacerse con traslapes escalonados de las barras. El traslape mínimo para

barras de 25 mm, será de 45 veces el diámetro y para otras barras no menor de 30 veces el diámetro. Empalmes realizados con soldadura a tope o cualquier tipo de dispositivos de acoplamiento mecánico solo serán permitidos únicamente si están especificados en los planos o por la autorización del Fiscalizador por escrito. Estos empalmes tendrán que desarrollar al menos el 90 por ciento de la máxima resistencia a la tracción que puede tener la barra. Cualquier desviación que se tenga en el alineamiento de las barras a través de un empalme a tope soldado o mecánico, no podrá exceder de 6 milímetros por metro de longitud.

La sustitución de barras será permitida únicamente con autorización del Fiscalizador; todas las barras reemplazantes deberán tener un área equivalente o mayor que la del diseño.

Acoples mecánicos

Cuando se indiquen en los planos, acoples mecánicos pueden ser utilizados para unir aceros de refuerzo, de acuerdo con especificaciones establecidas por el Departamento de Especificaciones de Materiales D-9-4510, en caso de no existir especificaciones, estos acoples mecánicos serán aprobados por la Fiscalización, sin embargo, no deberán usarse acoples de caña o manguito para refuerzos cubiertos o protegidos por epóxicos. Las resistencias de los acoples mecánicos deberán ser igual o superior al 125 % de la resistencia del refuerzo base.

Ensayos y Tolerancias

El Contratista deberá entregar al Fiscalizador todos los certificados de cumplimiento del acero de refuerzo que haya sido utilizado en la obra. Cuando el Fiscalizador lo pidiere también entregará copias de los informes de la fábrica en donde constan los análisis de las características físicas y químicas del acero. El Fiscalizador siempre tendrá el derecho de tomar muestras de acero entregado a la obra y ensayarlas para comprobar la calidad certificada.

N.º del Rubro	Descripción	Unidad de medición
1.4	Acero de refuerzo en barras	Kg
2.4	Acero de refuerzo en barras	Kg

C.5 Estructuras de acero estructural

Descripción

Este trabajo consistirá en el montaje y construcción de las estructuras de acero, de acuerdo con los detalles indicados en los planos, en la forma establecida en estas especificaciones.

El Contratista suministrará, fabricará y erigirá las estructuras de acero, construirá y retirará todas las construcciones provisionales, así como realizará todos los trabajos requeridos para la terminación total de las estructuras de acero.

Los detalles de las conexiones para puentes de carretera que el Contratista elija utilizar en la obra se conformarán según las normas y especificaciones de la AASHTO vigentes para puentes. Para puentes ferroviarios, satisfarán las normas y especificaciones de la ARFA en vigencia y las estipulaciones de las disposiciones especiales. Para puentes peatonales, satisfarán las normas y especificaciones de la AISC en vigencia y las estipulaciones de las disposiciones especiales.

Materiales

La clase de acero estructural, remaches, pernos, pernos calibrados, pernos de alta resistencia y todo material concerniente a estructuras de acero, estará de acuerdo con lo indicado en esta especificación técnica.

Condiciones generales

El Contratista notificará al Fiscalizador, por lo menos con 10 días de anticipación, el inicio de la construcción de cualquier pieza de acero estructural. Antes de empezar la construcción, entregará al Fiscalizador certificados de cumplimiento que comprueben la calidad de todo el acero estructural por utilizarse; suministrará también al Fiscalizador un juego completo de todos los pedidos de materiales estructurales. El Contratista dará su total cooperación al Fiscalizador, suministrando el material y la mano de obra necesarios, para realizar las pruebas de los materiales utilizados en la estructura de acero. Se harán los arreglos necesarios y se darán todas las facilidades del caso para que el Fiscalizador o sus representantes tengan libre acceso a cualquier parte de la fábrica o talleres donde

se realicen trabajos relacionados con la fabricación de los elementos de la estructura de acero.

La aprobación en la fábrica de cualquier material o elemento terminado no impedirá el reclamo posterior, si se les encuentra defectuosos en el sitio de la obra. El Contratista, salvo si en los documentos contractuales o disposiciones especiales se indica otra cosa, está obligado:

- A comprobar en obra las cotas fundamentales de replanteo de la estructura de acero.
- A la ejecución, en taller, de la estructura.
- Al almacenaje, transporte, manejo y montaje de aquella.
- Al suministro y erección de todos los andamios y elementos de elevación y auxiliares que sean necesarios, tanto para el montaje como para la realización de las inspecciones.
- A la prestación del personal y materiales necesarios para la prueba de carga de la estructura, si esta estuviera especificada en los documentos contractuales o disposiciones especiales.
- A enviar al Contratista de las obras de hormigón, en caso de ser otro distinto, dentro del plazo previsto en el contrato, todos aquellos elementos de la estructura que deban quedar anclados en la obra no metálica.

Mano de obra

La mano de obra y el acabado estarán conformes a las mejores prácticas generales de las fábricas o talleres modernos de estructuras de acero.

Las partes que estarán expuestas a la vista tendrán un acabado nítido. El cizallamiento, los cortes a soplete y el martilleo o cincelamiento, se ejecutarán en forma precisa y cuidadosa. Todas las esquinas y filos agudos, así como los filos que se produzcan por cortes y asperezas durante el manejo o erección, serán debidamente redondeados con esmeril o métodos adecuados.

Fabricación

Las placas de acero serán cortadas y fabricadas de tal manera que la dirección primaria de laminación de las placas sea paralela a la dirección en la cual se produzca el principal esfuerzo en el elemento fabricado, durante el servicio.

Uniones soldadas

Toda la soldadura estará de acuerdo con lo estipulado en la última edición de la publicación AWS D 2.0, "Standard Specifications for Welded Highway and Railway Bridges", de la "American Welding Society", además de las estipulaciones de las presentes especificaciones y de las disposiciones especiales.

La soldadura se hará de acuerdo con las mejores prácticas modernas, con personal de soldadores calificados y aceptados por el Fiscalizador. El Contratista será responsable de la calidad de la soldadura realizada, tanto en fábrica como en obra. Cualquier soldadura que en la opinión del Fiscalizador no sea satisfactoria será rechazada, pero en ningún caso esto implicará que el Contratista sea relevado de su responsabilidad por la calidad de las soldaduras efectuadas.

Las superficies por soldar serán lisas, no deberán tener rebabas, tendrán que ser uniformes, no tener desprendimientos, cualquier tipo de grasa o cualquier otro defecto que podrían afectar la calidad de la soldadura. Las superficies que se extiendan dentro de 5 centímetros de cualquier zona a soldar no estarán pintadas ni cubiertas con otro material que podría afectar la calidad, o producir vapores o gases inconvenientes durante la realización de este trabajo.

Queda prohibido el relleno de agujeros con soldaduras elaborados en la estructura para pernos o remaches provisionales de montaje. Los miembros por soldarse serán alineados correctamente y sujetos firmemente en su posición por medio de cualquier dispositivo adecuado, incluyendo puntos de soldadura hasta que se haya completado el trabajo de soldadura; se permitirá unir estos puntos con la soldadura definitiva siempre que no presenten fisuras ni otros defectos y hayan quedado perfectamente limpios de escoria. El orden de ejecución de los cordones y la secuencia de soldadura dentro de cada uno de ellos y del conjunto será tal que, después de unidas las piezas, obtengan su forma y posición relativas definitivas, sin necesidad de un enderezado o rectificación posterior, al mismo tiempo que se mantenga dentro de límites aceptables, las tensiones residuales causadas por la contracción.

Para unir dos piezas que tienen diferente sección, para esto la mayor sección tendrá que ser adelgazada en la zona de contacto, con pendientes no superiores al 25%, con el fin de obtener una transición suave de la sección. La soldadura no será hecha en superficies

húmedas, o expuestas a la lluvia, o a vientos fuertes, tampoco cuando los soldadores estén expuestos a condiciones climáticas desfavorables.

Después de ejecutar cada cordón elemental y antes de colocar el siguiente, se deberá limpiar la superficie con una piqueta y un cepillo de alambre, con el fin de eliminar todo rastro de escorias.

Se tomarán las debidas precauciones para proteger los trabajos de soldadura contra el viento y especialmente contra el frío. Se suspenderá el trabajo cuando la temperatura baje de los cero grados centígrados, para evitar un enfriamiento excesivamente rápido de la soldadura.

Cuando se especifique en los planos o en las disposiciones especiales, se practicará el alivio de los esfuerzos inducidos en los miembros por la soldadura, mediante el tratamiento a calor. El tratamiento por seguir deberá contar con la aprobación del Fiscalizador, pero el Contratista será el único responsable de que los resultados sean satisfactorios.

Queda prohibido acelerar el enfriamiento de las soldaduras con medios artificiales.

De acuerdo con las instrucciones del Fiscalizador, el Contratista, a su costo, realizará por el método de radiografía la comprobación de todas las soldaduras a tope de las juntas en tensión, del 25 por ciento de las soldaduras a tope de las juntas en compresión y del 25 por ciento de las soldaduras a tope de las juntas de las vigas longitudinales de los elementos estructurales principales.

Si más del 10 por ciento de las soldaduras de las vigas a compresión radiografiadas resultan defectuosas, el Contratista estará obligado a radiografiar todo el resto de las soldaduras aún no ensayadas. Lo anterior se aplica igualmente tanto a las soldaduras en taller como en obra. Los procedimientos, equipos y materiales radiográficos estarán de acuerdo con los requerimientos estipulados en la publicación AWS D 2.0 de la "American Welding Society".

Las soldaduras se ceñirán lo más estrictamente posible a los requerimientos de los planos, y las superficies descubiertas de la soldadura serán razonablemente lisas y regulares. Sólo cuando lo autorice el Fiscalizador, se permitirán soldaduras significativamente mayores en longitud y tamaño a las especificadas en los planos.

Las soldaduras serán firmes y uniformes en toda su extensión. No existirán porosidades ni grietas en la superficie soldada.

Habrá completa fusión entre el metal de soldadura y el material base, y entre los pasos sucesivos a lo largo de la junta. Las soldaduras estarán exentas de traslape, y el metal base sin hendiduras.

Las superficies de las soldaduras se limpiarán completamente y se pintarán, después de terminado y aceptado todo el trabajo de soldadura. Las superficies que no se limpien usando un chorro de arena, deberán neutralizarse por medios adecuados antes de pintarse.

Ajuste de los rigidizadores

Los rigidizadores que se encuentran en los extremos de las vigas y los rigidizadores que están destinados a soportar cargas o los que serán esmerilados o fresados con el fin de que puedan apoyarse uniformemente sobre las alas de la viga, o ser soldados, de acuerdo con los detalles indicados en los planos. Cualquier espacio libre entre los rigidizadores y las alas, no excederá de 1.5 milímetros, a no ser que se especifique otra cosa en los planos.

Pintura

Todas las superficies de acero o hierro se limpiarán y pintarán de acuerdo con lo establecido en el Sección 507, a menos que por las características del acero no se requiera, y sea aprobado por escrito por el Fiscalizador.

Transporte, manejo y almacenamiento

Las manipulaciones necesarias para la carga, descarga, transporte y almacenamiento en obra se realizarán con el cuidado necesario para no producir solicitaciones en ningún elemento de la estructura, y para no dañar ni a las piezas ni a la pintura. Se cuidarán especialmente, protegiendo, si fuera necesario, las partes sobre las que hayan de fijarse las cadenas, cables o ganchos por utilizar en la elevación o sujeción de las piezas de la estructura.

El peso de cada elemento estará indicado en las órdenes de despacho de taller a obra. Los elementos estructurales cuyo peso exceda de tres toneladas, llevarán una marca indicativa de su peso.

Las partes salientes de cada elemento que corran peligro de doblarse o dañarse, serán embaladas y empacadas con madera u otro material que les proteja de cualquier daño posible.

Los pasadores, elementos pequeños y los paquetes de pernos, remaches roscas y arandelas, serán despachadas en cajas o barriles cuyo peso bruto no excederá de 135 kilogramos. Una lista del material contenido en cada embalaje acompañará a cada embarque.

Si el contrato es solo para la erección, el Contratista revisará el material que se le envíe con las listas de embarque e informará por escrito, de inmediato, sobre cualquier faltante o daño existente. El Contratista será el único responsable por la pérdida de cualquier material que esté a su cargo, o por cualquier daño que se produzca después de que el material quede a su cargo.

El material por ser almacenado se colocará sobre largueros en el terreno, el cual se limpiará y drenará cuidadosamente. Los miembros que tengan longitudes considerables se almacenarán sobre largueros de madera, con pequeñas separaciones para prevenir daños por deflexión.

Montaje en general

Para el ensamblaje en la obra, las partes estarán cuidadosamente ensambladas como se indique en los planos, y se seguirán todas las marcas de coincidencia. El material será cuidadosamente manejado, de manera que ninguna parte resulte doblada, rota o dañada en ninguna forma. No se realizará el martilleo que pueda dañar o deformar algún miembro. Las superficies de apoyo y las superficies que estarán en permanente contacto se limpiarán antes que los miembros sean ensamblados. Se cuidará de no pintar, ni engrasar en modo alguno, las superficies de contacto de uniones con pernos de alta resistencia.

A no ser que se utilice para el montaje el método en voladizo, las celosías se ensamblarán sobre entramados de madera provisionales, ubicados de tal manera que den a los montantes del tramo el apoyo con la contra flecha adecuada. Los entramados se dejarán en su sitio hasta que los empalmes del cordón de tracción hayan sido completamente empernados o remachados, y todas las conexiones en los nudos restantes ensambladas con sus respectivos pasadores y pernos.

Los pernos o remaches en los empalmes de juntas de tope de los miembros a compresión, así como los pernos o remaches de los barandales, no serán puestos o ajustados sino cuando se haya completado el montaje del cordón inferior. Los empalmes y las conexiones en obra llevarán en la mitad de los agujeros, pernos y pasadores cilíndricos de erección (50% pernos y 50% pasadores), antes de iniciar el remachado o empernado con pernos de alta resistencia. Cuando se trate de empalmes y conexiones que tengan que soportar el tránsito durante el montaje, en los 3/4 del total de agujeros se colocarán pernos y pasadores.

N.º del Rubro	Descripción	Unidad de Medición
2.1	Vigas metálicas - Acero estructural ASTM A588 G50 (Fabricación, suministro, transporte y montaje)	Kg
2.2	Conectores de corte- Acero estructural ASTM A108 (Suministro, transporte y montaje)	Kg

C.6 Medidas generales de control ambiental

SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL.

Descripción

Trata sobre la implementación de una adecuada señalización con temas alusivos a la prevención y control de las actividades humanas a fin de evitar deterioros ambientales en las zonas de trabajo de la obra vial.

Procedimiento de Trabajo

Antes de iniciar los trabajos preliminares en la obra, el Contratista implementará una adecuada rotulación ambiental de carácter:

- i) informativa,
- ii) preventiva y
- iii) de restricciones.

Las señales informativas tendrán como objetivo el advertir a los trabajadores, visitantes y población aledaña a la zona de la obra sobre la ejecución de trabajos relacionados con la vía.

Las señales preventivas tendrán por objetivo advertir a los trabajadores y usuarios de la vía acerca de la existencia y naturaleza de peligros potenciales en las zonas de trabajo, e indicar la existencia de ciertas limitaciones o prohibiciones que se presenten, especialmente en cuanto a la velocidad de circulación.

Las señales de restricción señalarán las acciones que no se deben realizar a fin de no causar impactos ambientales negativos en el entorno.

La temática particular para cada tipo de rótulo, así como el material y ubicación estarán contempladas en las especificaciones ambientales particulares o en su caso por el criterio del Fiscalizador.

Este tipo de rotulación incluirá la fabricación y colocación de los letreros de acuerdo con los planos de la obra o disposiciones del Fiscalizador.

En casos en se estime conveniente y previa aprobación de la Fiscalización, se colocarán letreros con iluminación artificial en las zonas de peligro.

Salvo casos en que la Fiscalización lo considere inconveniente, los letreros serán de madera tratada y con leyendas y dibujos en bajo relieve.

N.º del Rubro	Descripción	Unidad de Medición
3.1	Rótulos de Información del Proyecto	u
3.4	Letreros preventivos	u
3.5	Vallas de señalización	u
3.6	Señales luminosas de prevención	u

C.7 Demarcación del frente de obra

Acciones y procedimientos para desarrollar

Demarcar el perímetro del frente de la obra, para evitar incomodidades a la comunidad por las actividades de construcción, colocando los cerramientos provisionales con su respectiva cinta reflectiva y barricada, y estos no deberán generar impacto visual en la siguiente forma:

- Las barricadas deben estar formadas por bandas o listones horizontales de longitud no superior a 3.0 metros y ancho de 0.30 metros separadas por espacios

del mismo tamaño que su ancho. La altura que cada barricada deberá tener como mínimo 1.50 metros. Las bandas horizontales se deben pintar con franjas alternadas negras y anaranjadas reflectivas que formen un ángulo de 45 grados con la vertical.

- En sitios donde la construcción de barricadas no es factible a juicio de la Fiscalización, se pueden utilizar tanques de 55 galones, los cuales se deberán pintar con franjas alternas reflectivas negras y anaranjadas de 0.20 metros de ancho cada una. La altura de los tanques no debe ser inferior a 0.80 metros.

N.º del Rubro	Descripción	Unidad de medición
3.3	Demarcación de Frente de Obra	m

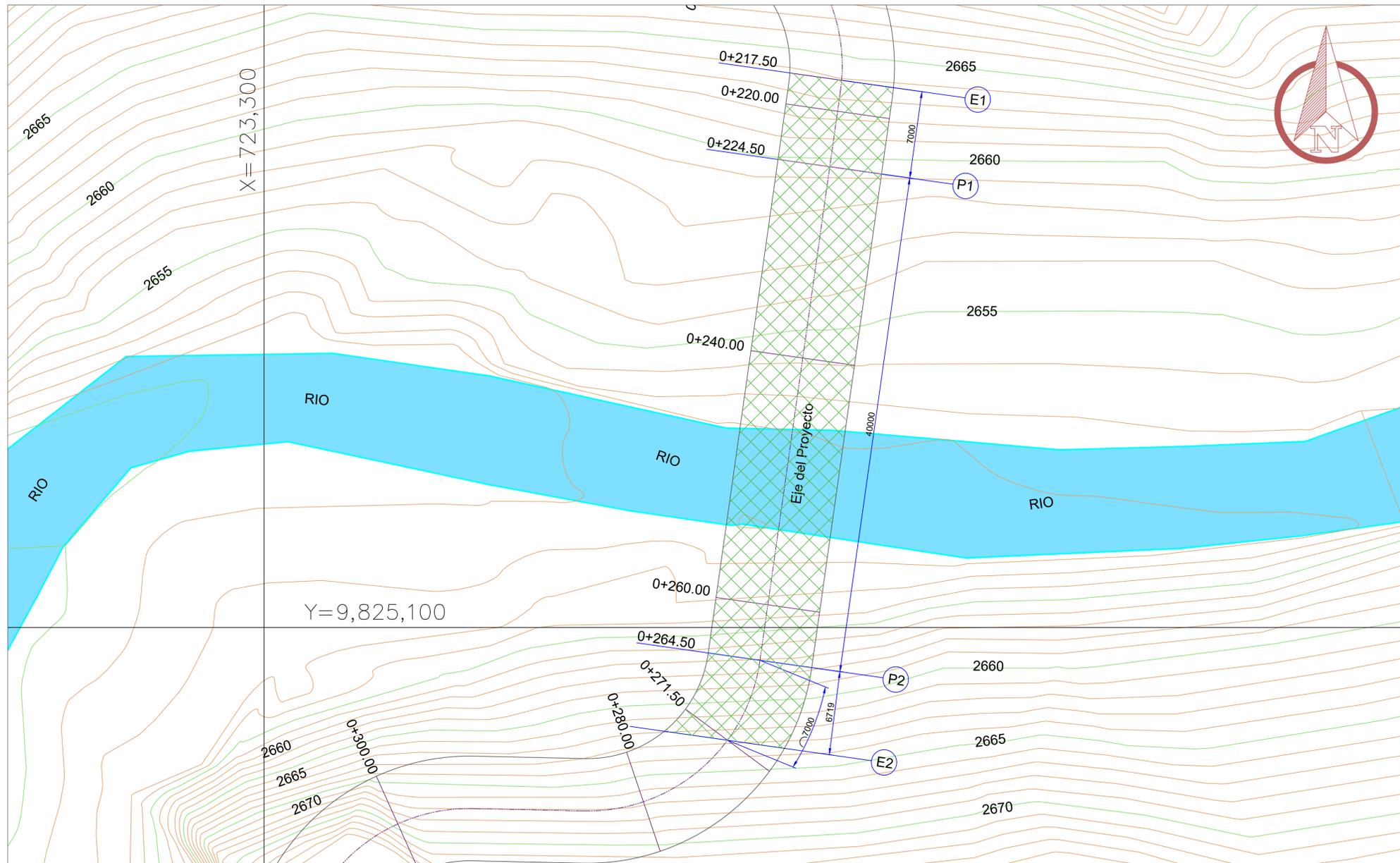
C.8 Servicios higiénicos portátiles

Las excretas del campamento se dispondrán en dos Servicios Higiénicos Portátiles. El mantenimiento deberá garantizar su higiénico uso y la adecuada colocación final de los residuos en áreas que estén aptas para este fenómeno. Todo vertimiento ya sea este de residuos líquidos tendrá que ser sometido a los requisitos y condiciones establecidas según la normatividad y se deberá tener en cuenta todas las características del sistema de alcantarillado y la fuente receptora correspondiente.

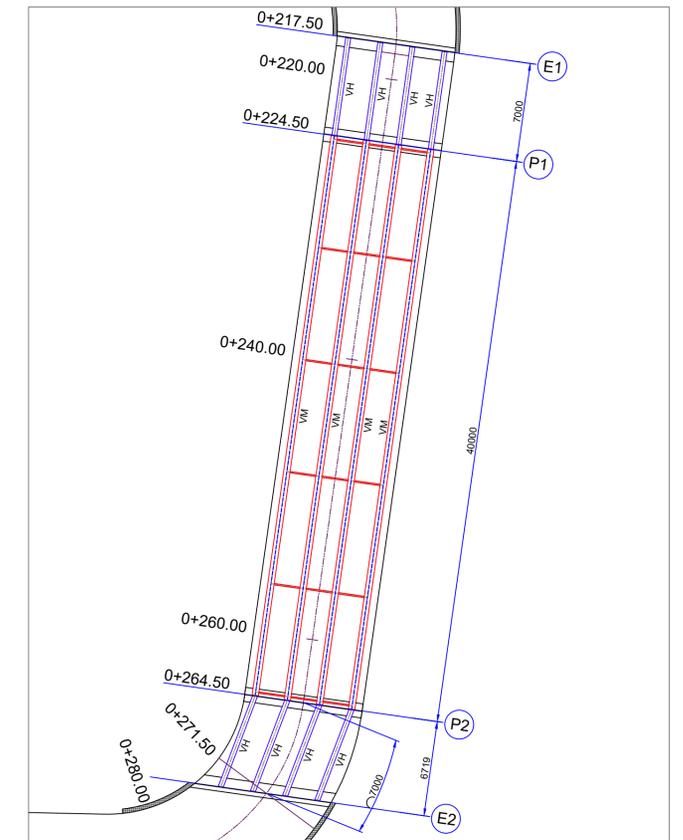
N.º del Rubro	Descripción	Unidad de medición
3.7	Demarcación de Frente de Obra	mes

APÉNDICE D

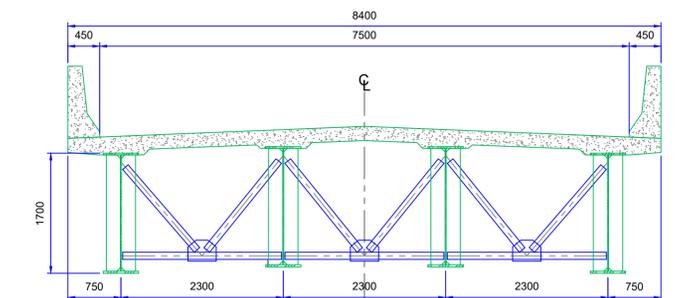
D.1 Planos



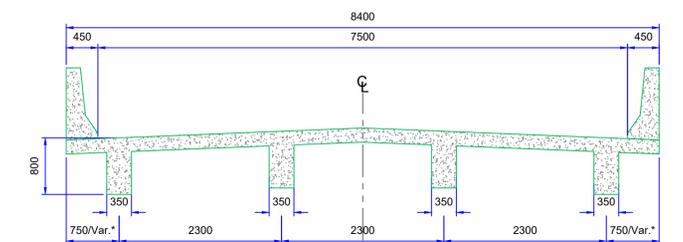
IMPLANTACIÓN GENERAL
ESCALA 1:200



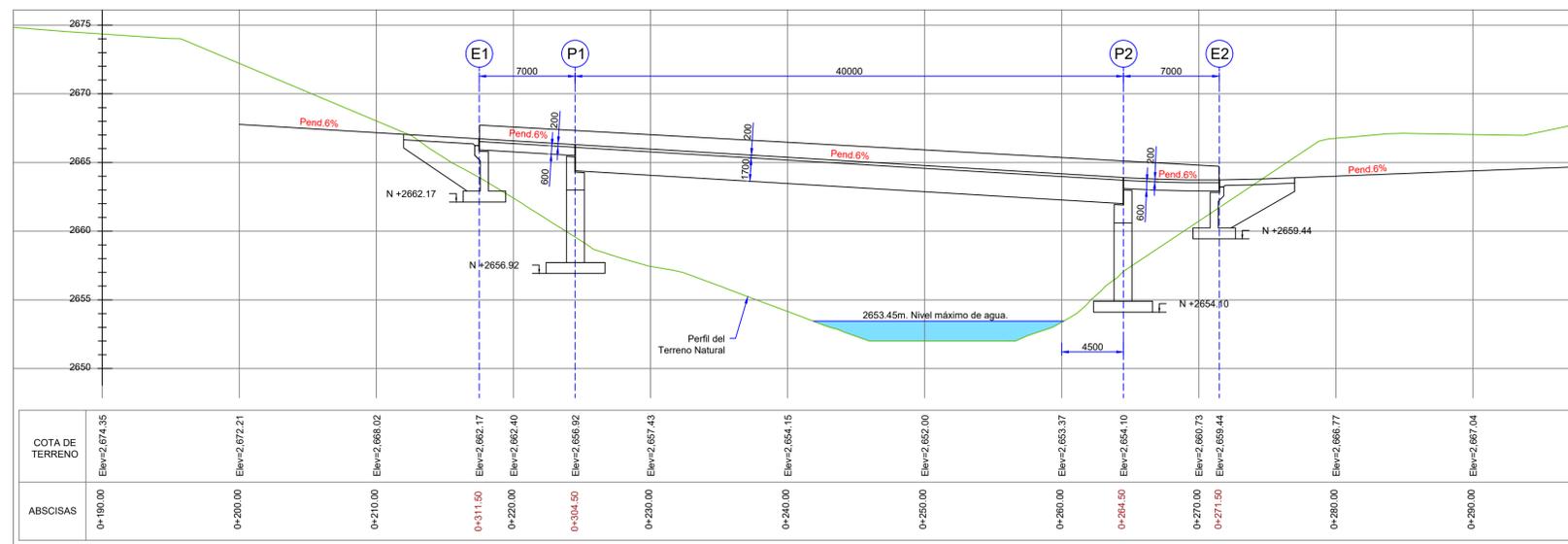
PLANTA ESTRUCTURA DEL TABLERO
ESCALA 1:250



SECCIÓN TRANSVERSAL DEL PUENTE
(TRAMO DE 40.00 m)
ESCALA 1:50



SECCIÓN TRANSVERSAL DEL PUENTE
(TRAMOS DE 7.00 m) *VARIABLE EN TRAMO E2-P2
ESCALA 1:50



ELEVACIÓN LONGITUDINAL DEL TERRENO
ESCALA 1:250

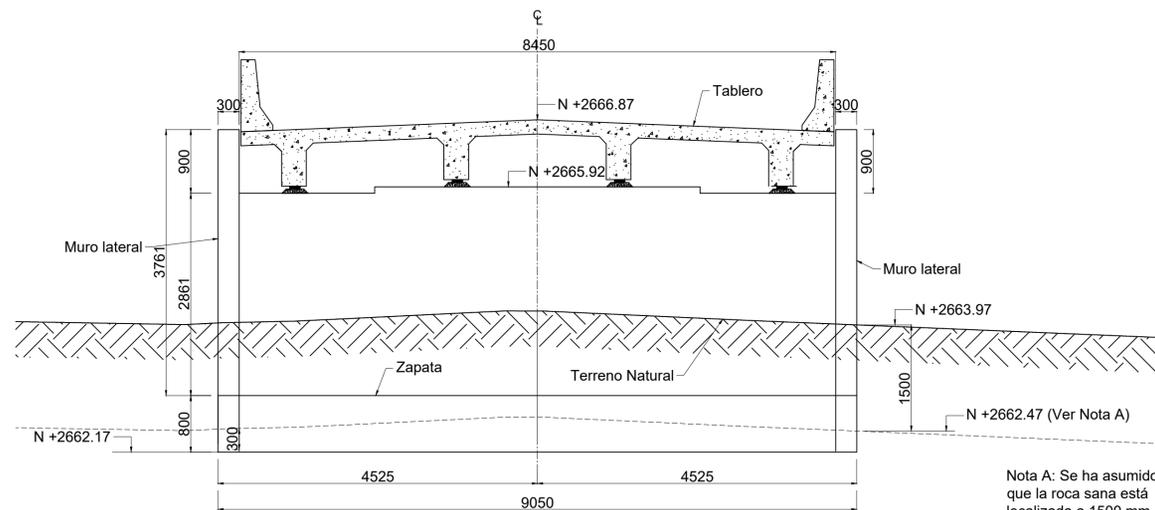
COTA DE TERRENO	0+180.00	0+200.00	0+210.00	0+211.50	0+220.00	0+304.50	0+230.00	0+240.00	0+250.00	0+260.00	0+264.50	0+270.00	0+271.50	0+280.00	0+290.00
Elev=2,674.35	Elev=2,672.21	Elev=2,668.02	Elev=2,662.17	Elev=2,662.40	Elev=2,656.92	Elev=2,657.43	Elev=2,654.15	Elev=2,662.00	Elev=2,663.37	Elev=2,664.10	Elev=2,660.73	Elev=2,659.44	Elev=2,667.77	Elev=2,667.04	
ABSCISAS	0+180.00	0+200.00	0+210.00	0+211.50	0+220.00	0+304.50	0+230.00	0+240.00	0+250.00	0+260.00	0+264.50	0+270.00	0+271.50	0+280.00	0+290.00

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

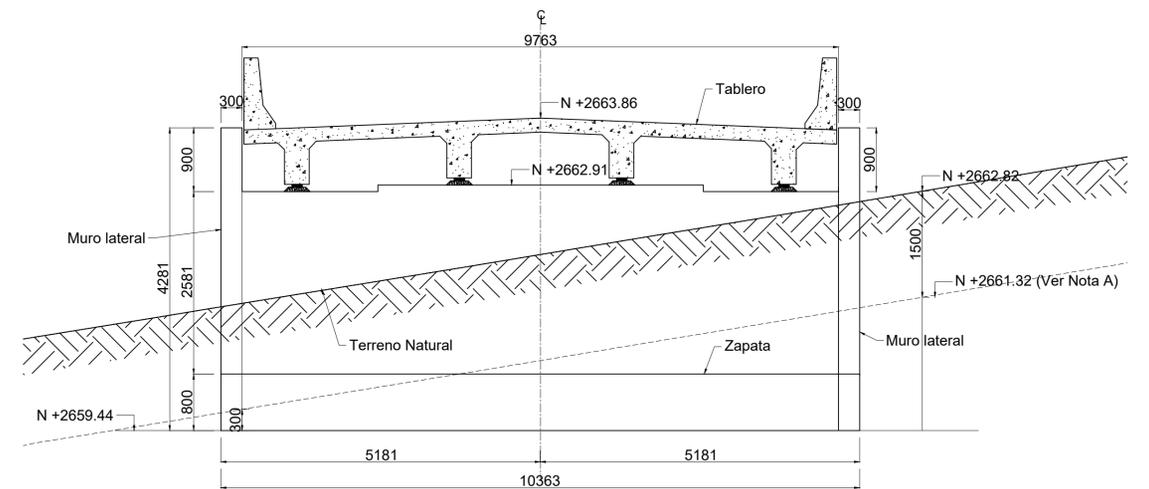
PROYECTO:
ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR

CONTENIDO:
IMPLANTACIÓN GENERAL-PERFIL LONGITUDINAL-CORTES TRANSVERSALES

Coordinador de Materia Integradora: PhD Andrés Velástegui	Tutores de Conocimientos Específicos: - MSc Walter Hurtares - PhD Pedro Rojas - PhD Miguel Ángel Chávez - Arq Eunice Lindao	Estudiantes: - Cristhian Delgado D. - Michael Camacho S.	Fecha de emisión: 11 de enero, 2022
Tutor de Área de Conocimiento: PhD Pedro Rojas	Lámina: 1/8	Escala: INDICADAS	

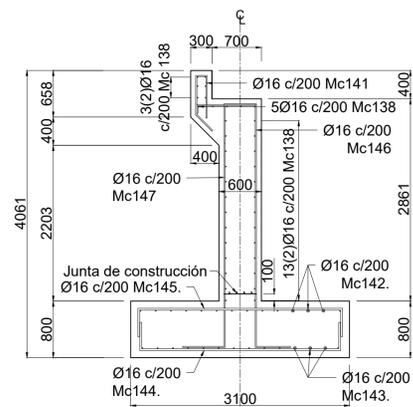


VISTA FRONTAL ESTRIBO 1
VISTA HACIA TRAMO DE 40m (Abs:0+217.50)
 ESCALA 1:50

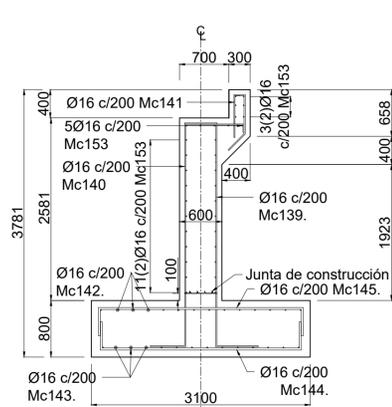


VISTA FRONTAL ESTRIBO 2
VISTA HACIA TRAMO DE 7m (Abs:0+241.50)
 ESCALA 1:50

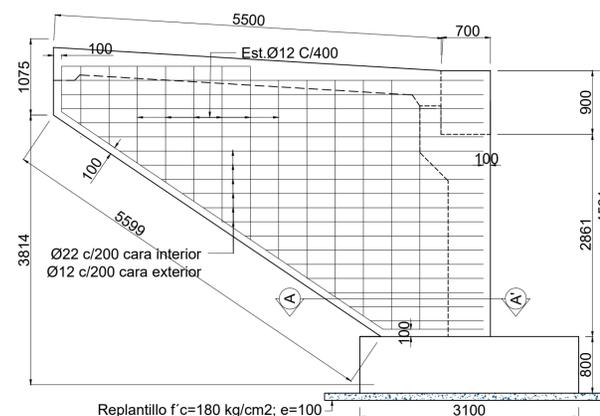
Nota A: Se ha asumido que la roca sana está localizada a 1500 mm por debajo del terreno natural.



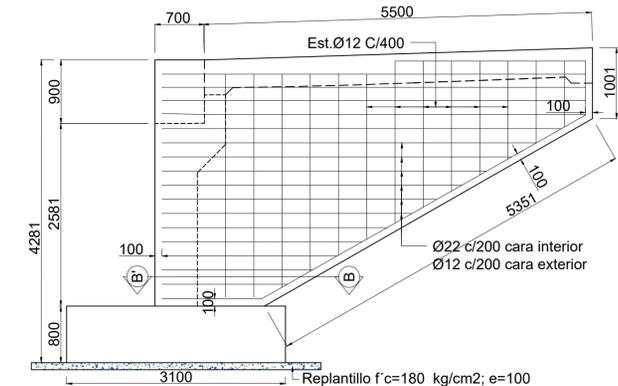
ESTRIBO 1-REFUERZOS
 ESCALA 1:50



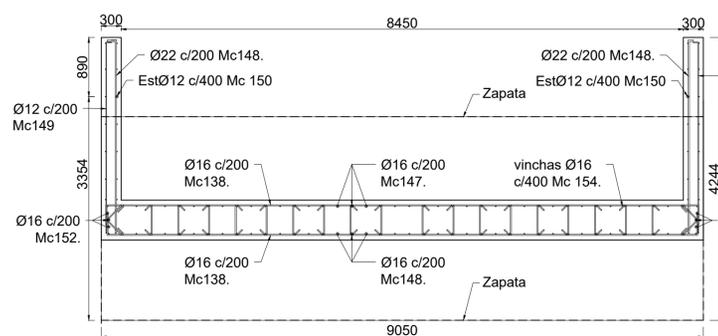
ESTRIBO 2-REFUERZOS
 ESCALA 1:50



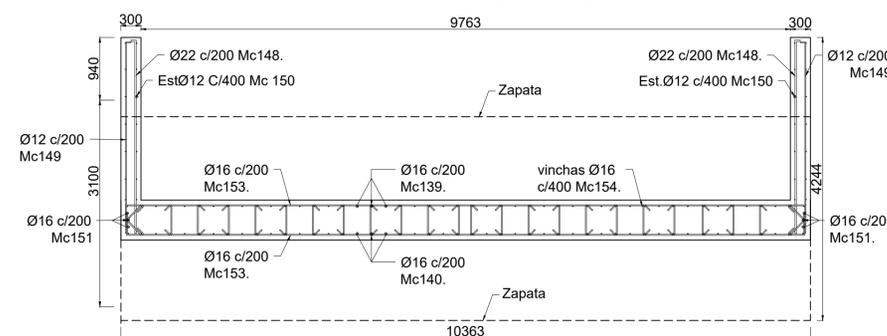
REFUERZO MURO 1
 ESCALA 1:50



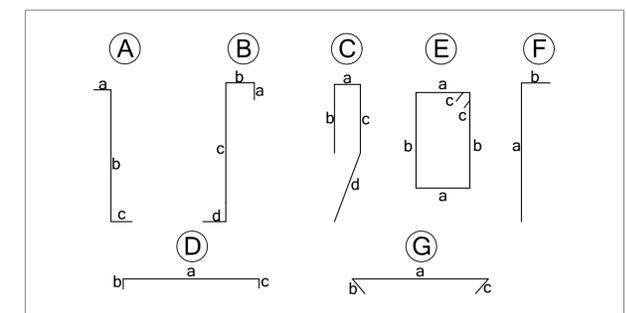
REFUERZO MURO 2
 ESCALA 1:50



CORTE A-A'
 ESCALA 1:50



CORTE B-B'
 ESCALA 1:50



TIPOS DE DOBLADOS

Lugar	Mc.	Tipo	Ø mm	Espac. mm	Cant. #	Dimensiones [m]				Longitud [m]	Peso [Kg]		Observaciones	
						a	b	c	d		Unidad	Total		Unitario
ESTRIBOS	138	D	16	200	37	8.91	0.30	0.30		9.51	351.87	1.578	555	
	139	A	16	200	48	0.46	3.17	0.58		4.21	202.08	1.578	319	
	140	B	16	200	48	0.12	0.85	3.15	0.50	4.62	221.76	1.578	350	
	141	C	16	200	84	0.60	0.16	0.56	0.33	1.65	138.60	1.578	219	
	142	D	16	200	28	8.91	0.40	0.40		9.71	271.88	1.578	429	
	143	D	16	200	28	8.88	0.40	0.40		9.68	271.04	1.578	428	
	144	D	16	200	84	2.85	0.40	0.40		3.65	306.60	1.578	484	
	145	D	16	200	84	2.90	0.40	0.40		3.70	310.80	1.578	490	
	146	B	16	200	42	0.12	0.85	3.43	0.50	4.90	205.80	1.578	325	
	147	A	16	200	42	0.46	3.45	0.58		4.49	188.58	1.578	298	
	148	F	22	200	92	0.14	2.34			2.48	366.88	2.984	1095	Dimensión b promedio
	149	F	12	200	92	0.08	2.34			2.42	361.36	0.888	321	Dimensión b promedio
	150	E	12	400	56	0.19	2.25	0.08		2.52	170.68	0.888	152	Dimensión b promedio
	151	D	16	200	6	4.96	0.30	0.30		5.56	33.36	1.578	53	
	152	D	16	200	6	4.73	0.30	0.30		5.33	31.98	1.578	50	
	153	D	16	200	33	10.22	0.30	0.30		10.82	357.06	1.578	563	
154	G	16	400	1056	0.46	0.10	0.10		0.66	696.96	1.578	1100		
TOTAL: 7230														

RESUMEN DE CANTIDADES DE ESTRIBOS H.A (E1 Y E2)		
ELEMENTO	TOTAL	UNIDAD
HORMIGÓN f'c=280 Kg/cm²	94.00	m³
ACERO DE REFUERZO fy=4200 Kg/cm²	7230	Kg

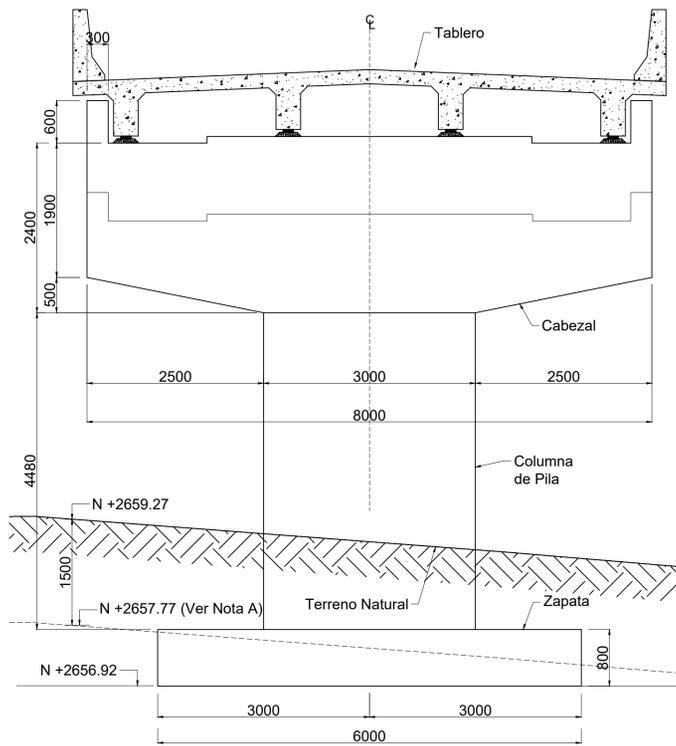
- NOTAS GENERALES**
- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EN MILIMETROS (mm).
 - LAS MEDIDAS PREVALECN SOBRE LA ESCALA DEL DIBUJO
 - LAS LONGITUDES, MEDIDAS Y COTAS DEBERÁN SER VERIFICADAS POR EL CONSTRUCTOR
 - SE TOMARAN CILINDROS PARA CONTROLAR LA CALIDAD DEL HORMIGON

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

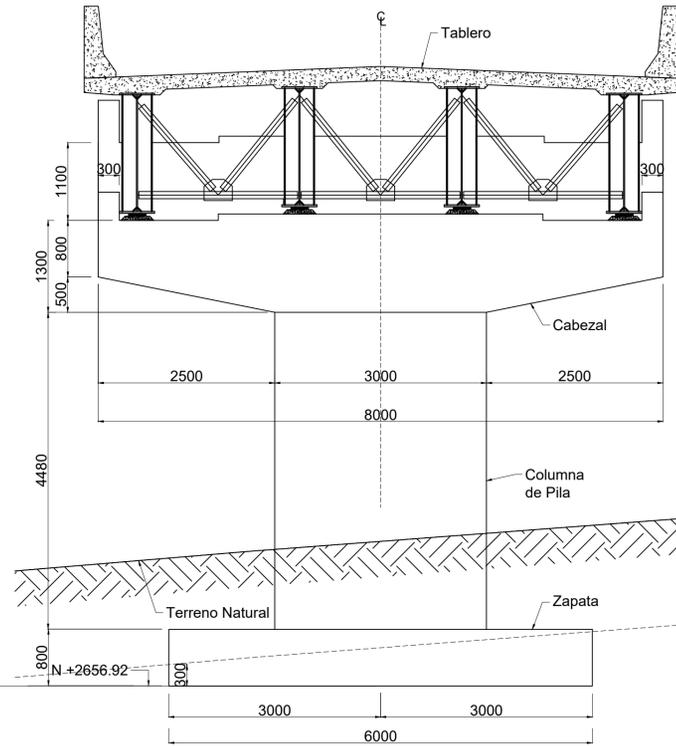
PROYECTO: **ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BÓLIVAR**

CONTENIDO: **ESTRIBOS "E1" y "E2": GEOMETRÍA Y ARMADO**

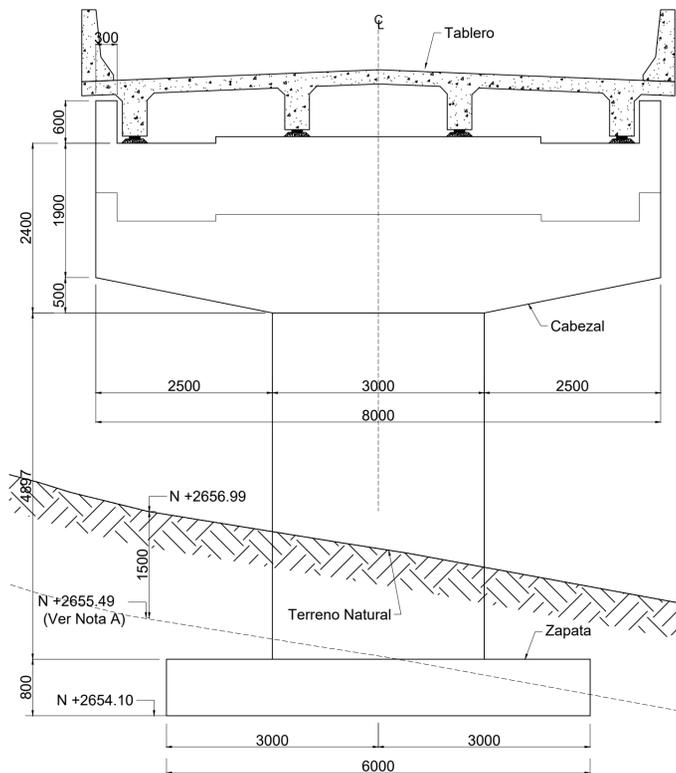
Coordinador de Materia Integradora: PhD Andrés Velástegui	Tutores de Conocimientos Específicos: - MSc Walter Hurtares - PhD Pedro Rojas - PhD Miguel Ángel Chávez - Arq Eunice Lindao	Estudiantes: - Cristian Delgado D. - Michael Camacho S.	Fecha de emisión: 11 de enero, 2022
Tutor de Área de Conocimiento: PhD Pedro Rojas	Lámina: 2/8	Escala: INDICADAS	



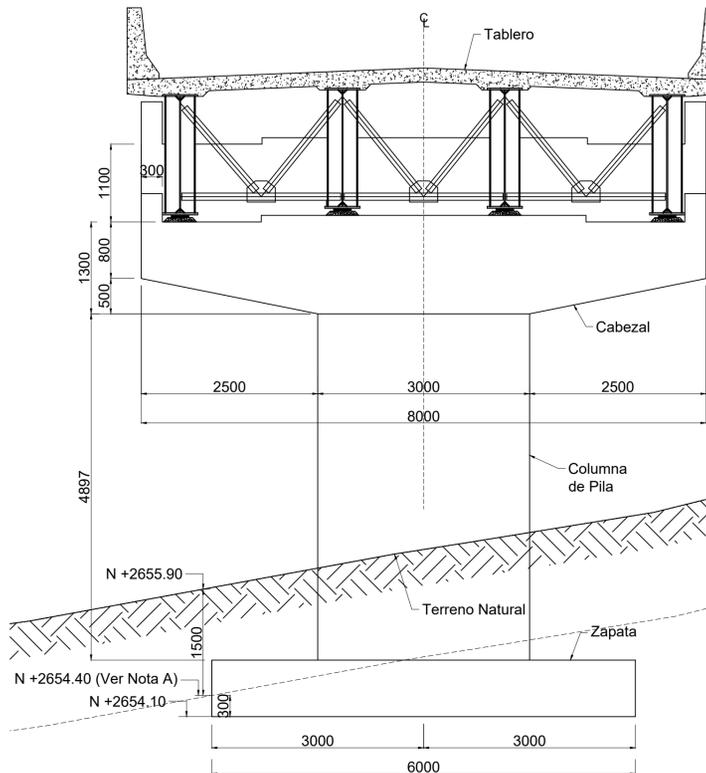
**SECCIÓN TRANSVERSAL PILA 1
VISTA HACIA TRAMO DE 7m (Abs:0+224.50)
ESCALA 1:50**



**SECCIÓN TRANSVERSAL PILA 1
VISTA HACIA TRAMO DE 40m (Abs:0+224.50)
ESCALA 1:50**

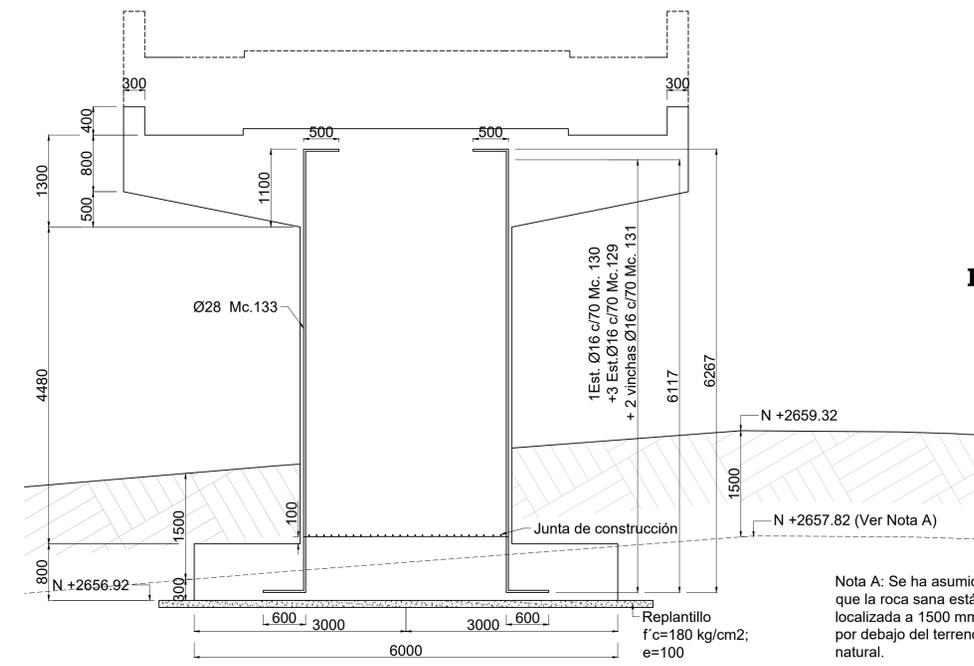


**SECCIÓN TRANSVERSAL PILA 2
VISTA HACIA TRAMO DE 7m (Abs:0+264.50)
ESCALA 1:50**

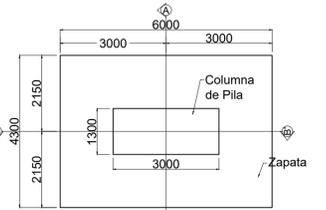


**SECCIÓN TRANSVERSAL PILA 2
VISTA HACIA TRAMO DE 40m (Abs:0+264.50)
ESCALA 1:50**

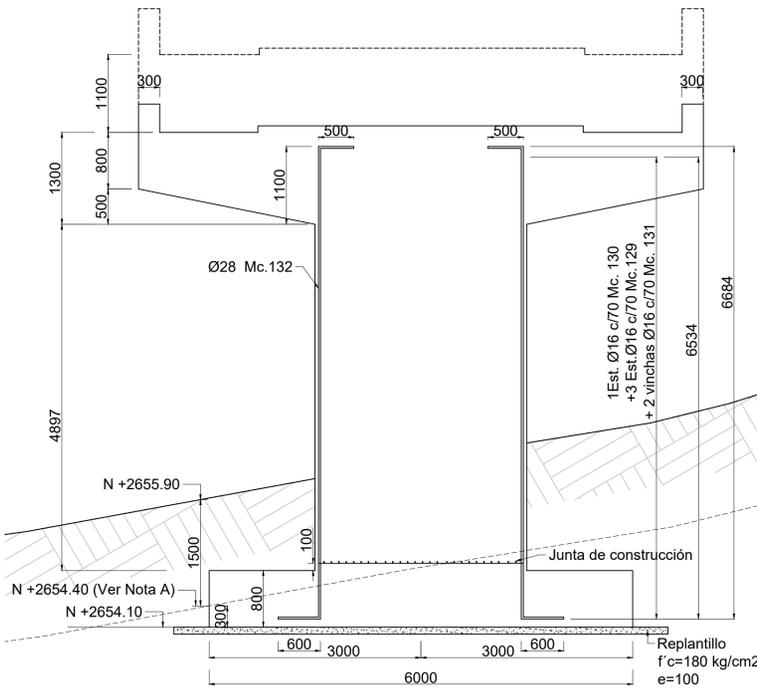
PLANILLA DE HIERROS													
Lugar	Mc.	Tipo	Ø mm	Espac. mm	Cant. #	Dimensiones [m]			Longitud [m]		Peso [Kg]		Observaciones
						a	b	c	Unidad	Total	Unitario	Total	
PILAS	129	C	16	70	542	1.16	1.11	0.10	2.38	2576.47	1.578	4066	
	130	C	16	70	181	2.90	1.12	0.10	4.12	1488.84	1.578	2349	
	131	E	16	70	361	2.90	0.10	0.10	3.10	1120.52	1.578	1768	
	132	D	28	variable	80	6.68	0.60	0.50	7.78	622.72	4.834	3010	
	133	D	28	variable	80	6.27	0.60	0.50	7.37	589.36	4.834	2849	
	134	A	28	200	38	5.80	0.40	0.40	6.60	250.80	4.834	1212	
	135	A	28	200	38	5.75	0.40	0.40	6.55	248.90	4.834	1203	
	136	A	28	200	52	4.10	0.40	0.40	4.90	254.80	4.834	1232	
	137	A	28	200	52	4.04	0.40	0.40	4.84	251.68	4.834	1217	
	TOTAL:											18906	



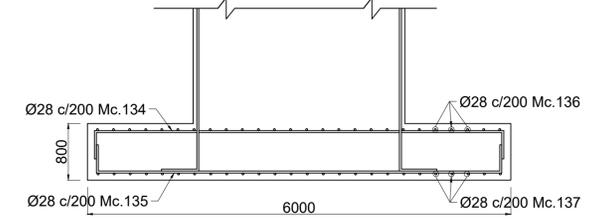
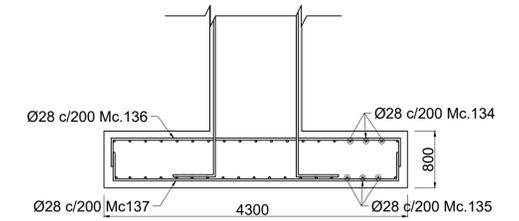
**ARMADO PILA 1
VISTA HACIA TRAMO DE 7m (Abs:0+264.50)
ESCALA 1:50**



Nota A: Se ha asumido que la roca sana está localizada a 1500 mm por debajo del terreno natural.

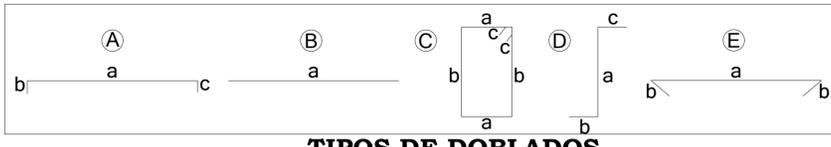


**ARMADO PILA 2
VISTA HACIA TRAMO DE 7m (Abs:0+224.50)
ESCALA 1:50**



NOTAS GENERALES

- 1.- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EN MILIMETROS (mm).
- 2.- LAS MEDIDAS PREVALECN SOBRE LA ESCALA DEL DIBUJO
- 3.- LAS LONGITUDES, MEDIDAS Y COTAS DEBERÁN SER VERIFICADAS POR EL CONSTRUCTOR
- 4.- SE TOMARAN CILINDROS PARA CONTROLAR LA CALIDAD DEL HORMIGON



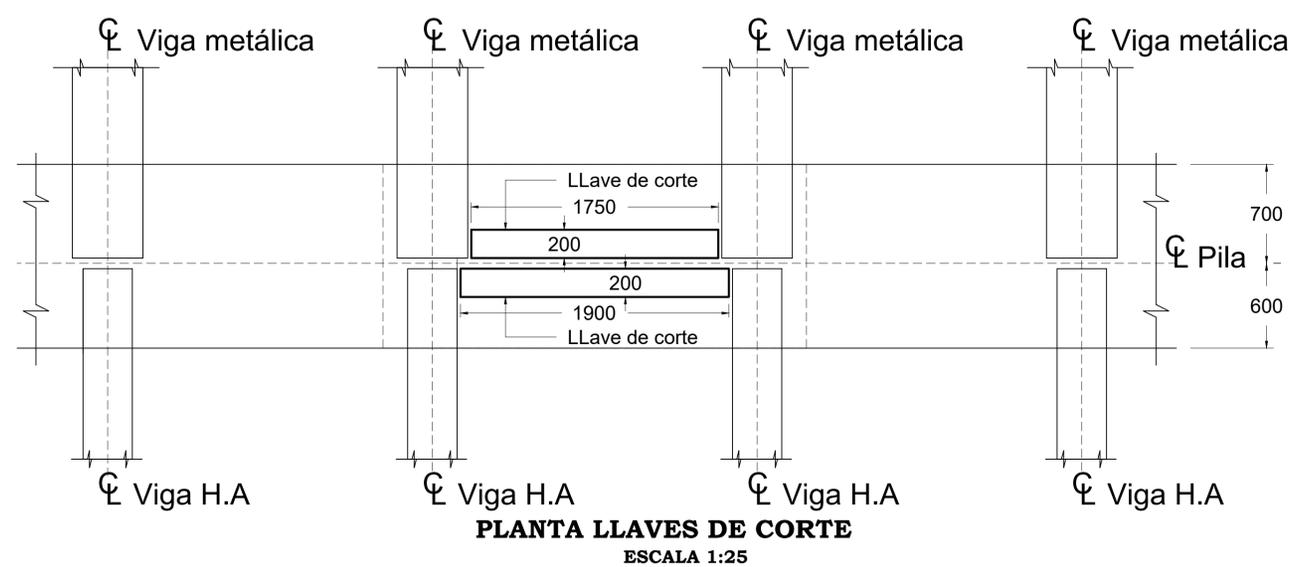
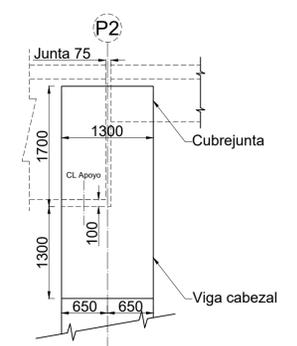
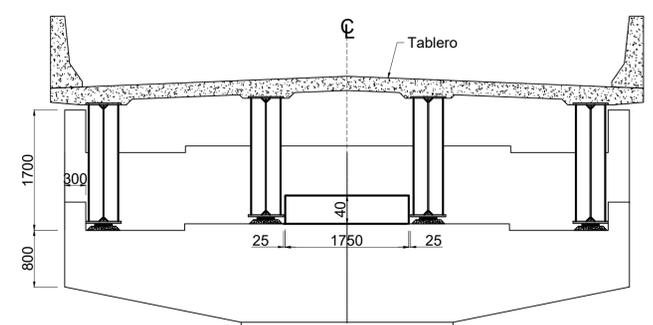
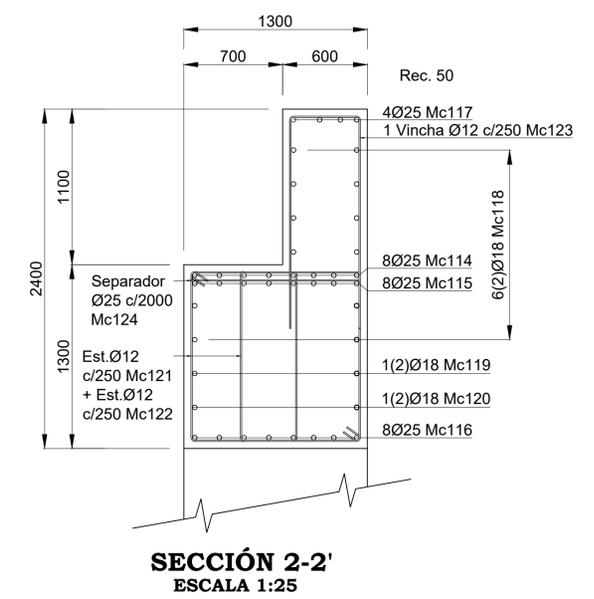
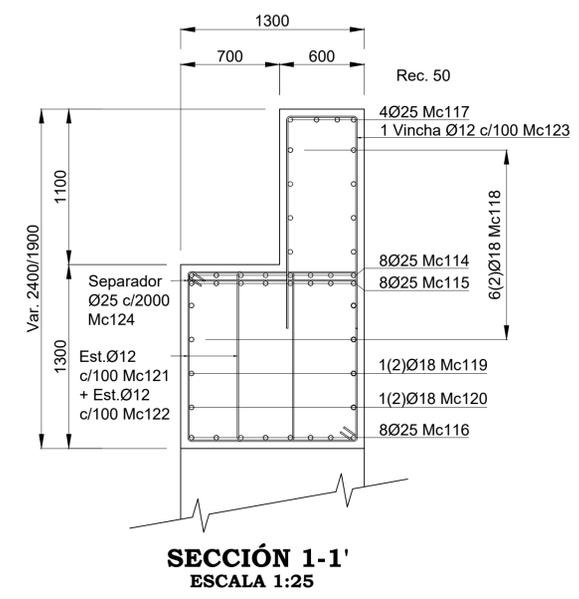
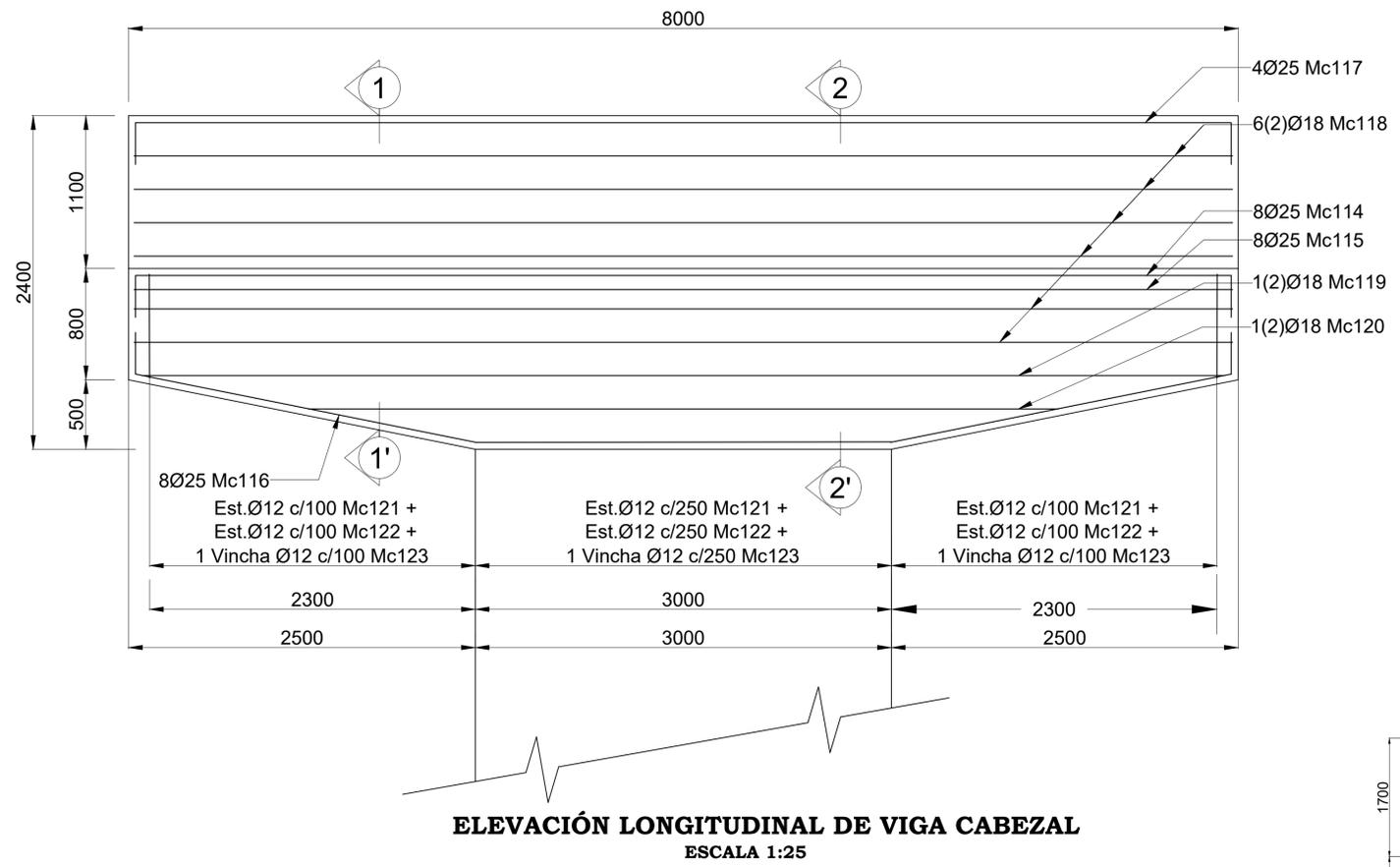
RESUMEN DE CANTIDADES DE PILAS H.A (P1 Y P2)		
ELEMENTO	TOTAL	UNIDAD
HORMIGÓN f'c=280 Kg/cm ²	77.85	m ³
ACERO DE REFUERZO fy=4200 Kg/cm ²	18906	Kg

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

PROYECTO: **ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR**

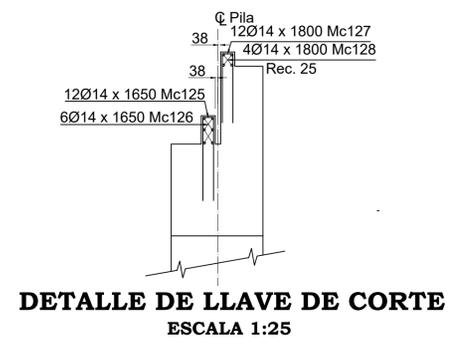
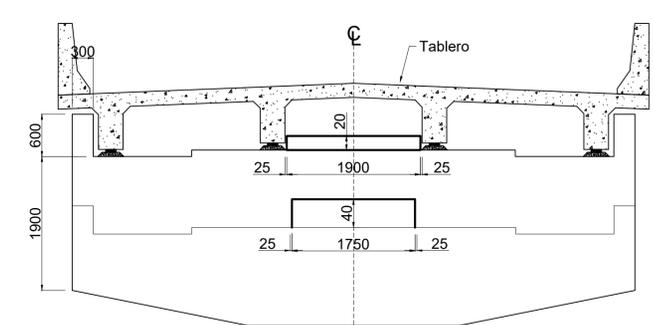
CONTENIDO: **PILAS "P1" y "P2": GEOMETRÍA Y ARMADO**

Coordinador de Materia Integradora: PhD Andrés Velástegui	Tutores de Conocimientos Específicos: - MSc Walter Hurtares - PhD Pedro Rojas - PhD Miguel Ángel Chávez - Arq Eunice Lindao	Estudiantes: - Cristian Delgado D. - Michael Camacho S.	Fecha de emisión: 11 de enero, 2022
Tutor de Área de Conocimiento: PhD Pedro Rojas	Lámina: 3/8	Escala: INDICADAS	



ELEVACIÓN FRONTAL LLAVES DE CORTE (VIGAS METÁLICAS)
ESCALA 1:50

CUBREJUNTA
ESCALA 1:50



ELEVACIÓN FRONTAL LLAVES DE CORTE (VIGAS H.A.)
ESCALA 1:50

DETALLE DE LLAVE DE CORTE
ESCALA 1:25

NOTAS GENERALES

- 1.- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EN MILIMETROS (mm).
- 2.- LAS MEDIDAS PREVALECN SOBRE LA ESCALA DEL DIBUJO
- 3.- LAS LONGITUDES, MEDIDAS Y COTAS DEBERÁN SER VERIFICADAS POR EL CONSTRUCTOR
- 4.- SE TOMARAN CILINDROS PARA CONTROLAR LA CALIDAD DEL HORMIGON

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

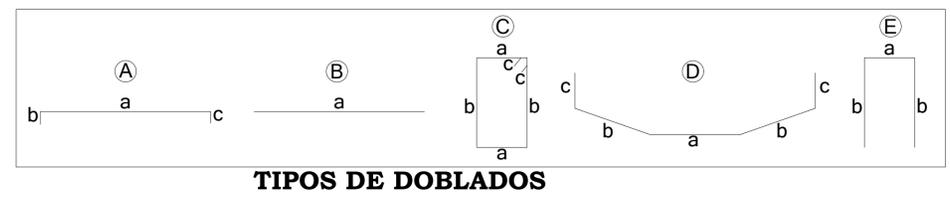
PROYECTO: **ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR**

CONTENIDO: **VIGA CABEZAL DE HORMIGÓN ARMADO L=8m: GEOMETRÍA Y ARMADO.**

Coordinador de Materia Integradora: PhD Andrés Velástegui	Tutores de Conocimientos Específicos: - MSc Walter Hurtares - PhD Pedro Rojas - PhD Miguel Ángel Chávez - Arq Eunice Lindao	Estudiantes: - Cristhian Delgado D. - Michael Camacho S.	Fecha de emisión: 11 de enero, 2022
Tutor de Área de Conocimiento: PhD Pedro Rojas			Lámina: 4/8 Escala: INDICADAS

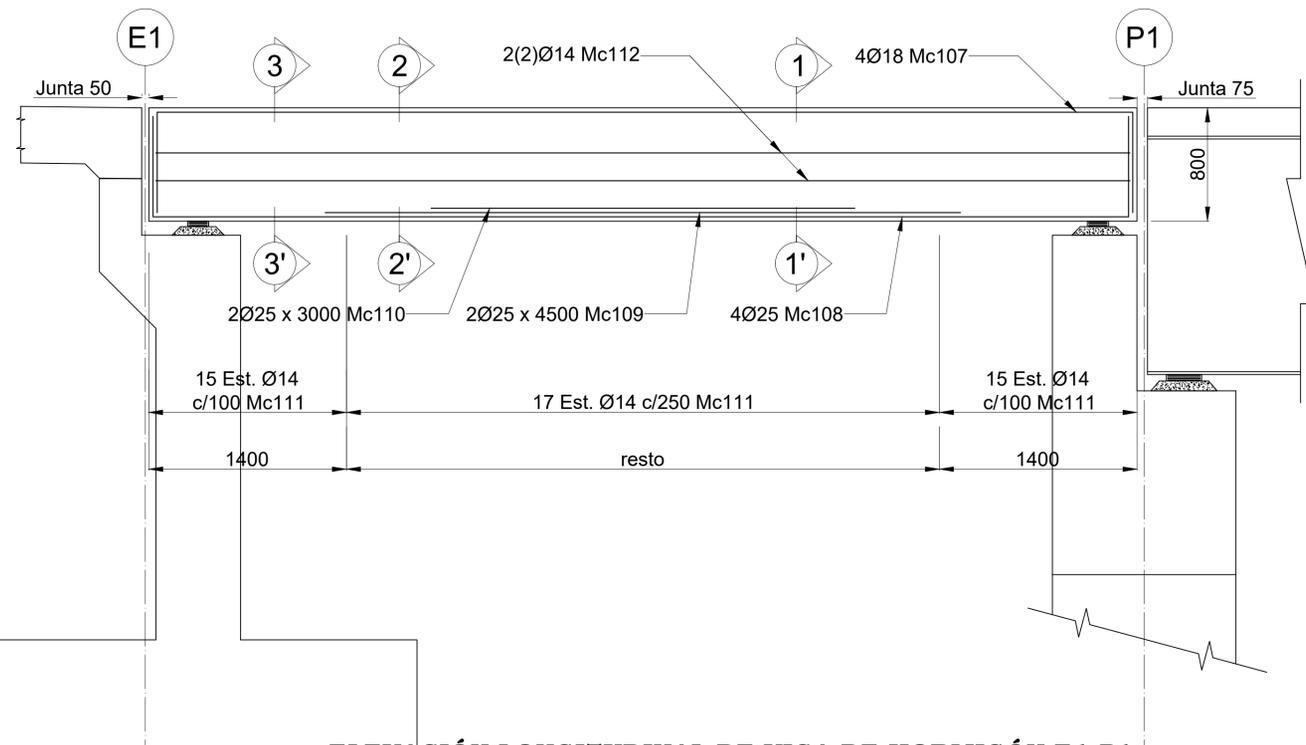
PLANILLA DE HIERROS

Lugar	Mc.	Tipo	Ø mm	Espac. mm	Cant. #	Dimensiones [m]			Longitud [m]		Peso[Kg]		Obs.
						a	b	c	Unidad	Total	Unitario	Total	
VIGA CABEZAL	114	A	25		8	7.90	0.30	0.30	8.50	68.00	3.853	262	
	115	B	25		8	7.92			7.92	63.36	3.853	244	
	116	D	25		8	2(0.30)	2(2.50)	2(3.00)	11.60	92.80	3.853	358	
	117	A	25		4	7.90	0.30	0.30	8.20	32.80	3.853	126	
	118	B	18		12	7.92			7.92	95.04	1.998	190	
	119	B	18		2	7.92			7.92	15.84	1.998	32	
	120	B	18		2	7.92			7.92	15.84	1.998	32	
	121	C	12	100-250	58	2(0.75)	2(1.20)	2(0.10)	3.80	220.40	0.888	196	
	122	C	12	100-250	58	2(0.85)	2(1.20)	2(0.10)	4.00	232.00	0.888	206	
	123	E	12	100-250	58	0.50	1.50	1.50	3.50	203.00	0.888	180	
	124	B	25	2000	4	7.92			7.92	31.68	3.853	122	
	125	E	14		12	0.15	1.18	1.18	2.50	30.00	1.208	36	
	126	B	14		6	1.65			1.65	9.90	1.208	12	
	127	E	14		12	0.15	0.98	0.98	2.10	25.20	1.208	30	
	128	B	14		4	1.80			1.80	7.20	1.208	9	
												1 VIGA CABEZAL TOTAL:	2035
											2 VIGAS CABEZAL TOTAL:	4069	

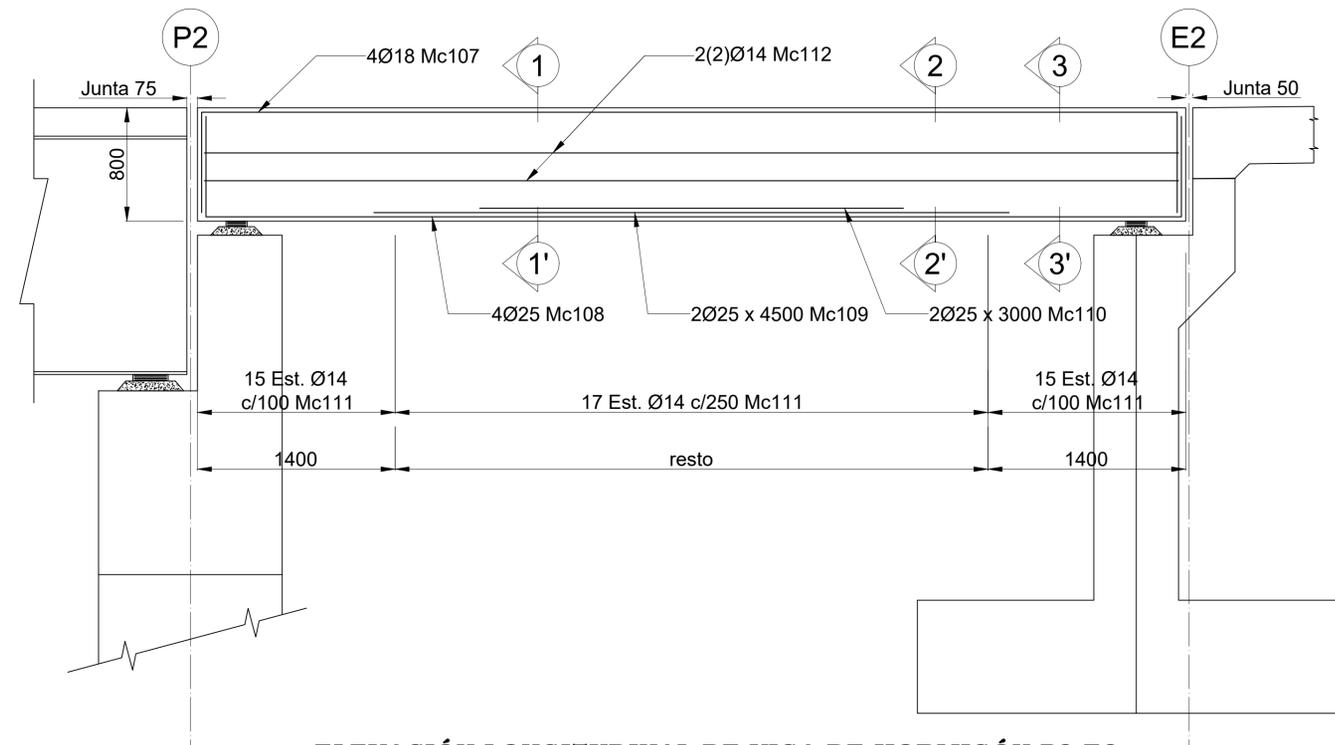


RESUMEN DE CANTIDADES EN VIGAS CABEZAL H.A. (P1 Y P2)

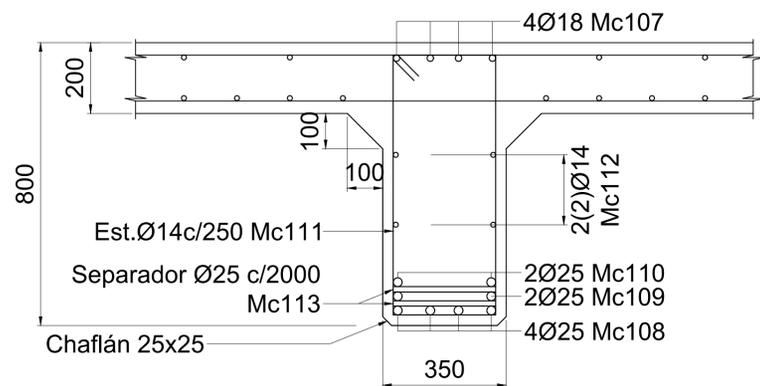
ELEMENTO	TOTAL	UNIDAD
HORMIGÓN f _c =280 Kg/cm ²	34	m ³
ACERO DE REFUERZO f _y =4200 Kg/cm ²	4069	Kg



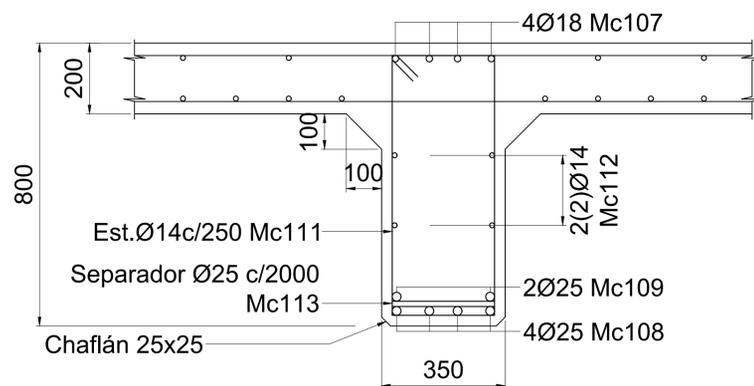
ELEVACIÓN LONGITUDINAL DE VIGA DE HORMIGÓN E1-P1
ESCALA 1:25



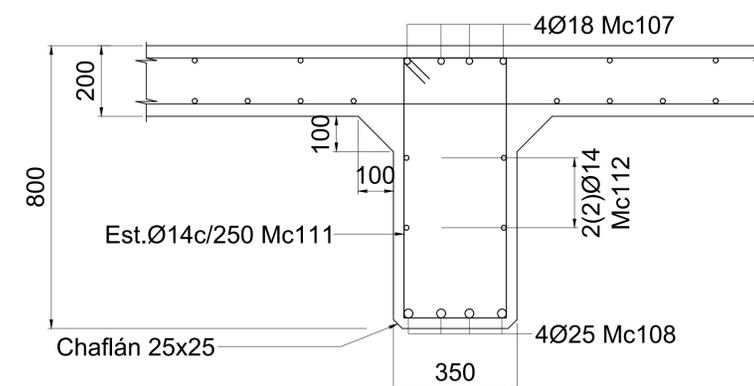
ELEVACIÓN LONGITUDINAL DE VIGA DE HORMIGÓN P2-E2
ESCALA 1:25



SECCIÓN 1-1'
ESCALA 1:10



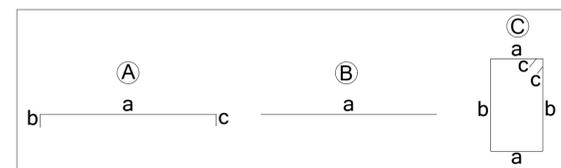
SECCIÓN 2-2'
ESCALA 1:10



SECCIÓN 3-3'
ESCALA 1:10

PLANILLA DE HIERROS

Lugar	Mc.	Tipo	Ø	Espac.	Cant.	Dimensiones [m]			Longitud [m]		Peso [Kg]		Obs.
						a	b	c	Unidad	Total	Unitario	Total	
VIGA H.A.	107	A	18		4	6.91	0.70	0.70	8.31	33.24	1.998	66	
	108	A	25		4	6.91	0.70	0.70	8.31	33.24	3.853	128	
	109	B	25		2	4.50			4.50	9.00	3.853	35	
	110	B	25		2	3.00			3.00	6.00	3.853	23	
	111	C	14	100-250	47	2(0.29)	2(0.735)	2(0.12)	2.29	107.63	1.208	130	
	112	B	14		2(2)	6.91			6.91	27.64	1.208	33	
	113	B	25		5	0.26			0.26	1.30	3.853	5	
										1 VIGA TOTAL:	421		
										8 VIGAS TOTAL:	3366		



TIPOS DE DOBLADOS

RESUMEN DE CANTIDADES EN VIGAS H.A (E1-P1)(P2-E2)		
ELEMENTO	TOTAL	UNIDAD
HORMIGÓN f _c =280 Kg/cm ²	12	m ³
ACERO DE REFUERZO f _y =4200 Kg/cm ²	3366	Kg

NOTAS GENERALES

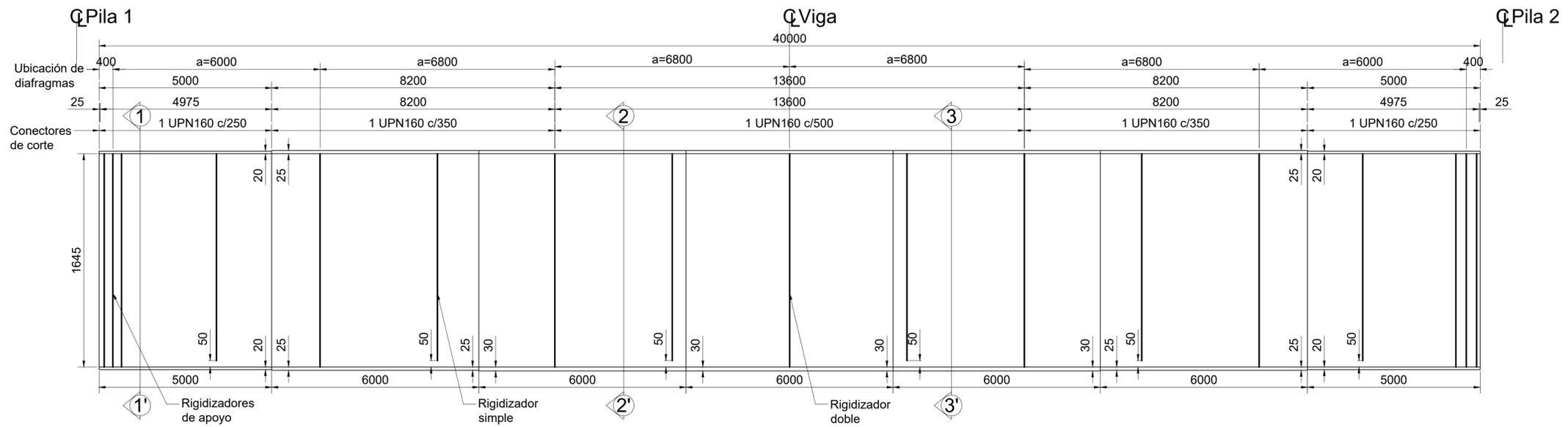
- 1.- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EN MILIMETROS (mm).
- 2.- LAS MEDIDAS PREVALECEEN SOBRE LA ESCALA DEL DIBUJO
- 3.- LAS LONGITUDES, MEDIDAS Y COTAS DEBERÁN SER VERIFICADAS POR EL CONSTRUCTOR
- 4.- SE TOMARAN CILINDROS PARA CONTROLAR LA CALIDAD DEL HORMIGON

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

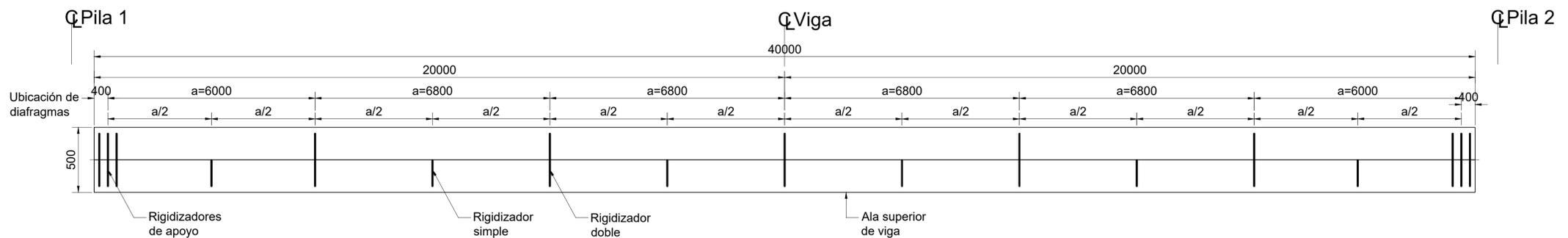
PROYECTO: **ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR**

CONTENIDO: **VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO L=7m: GEOMETRÍA Y ARMADO**

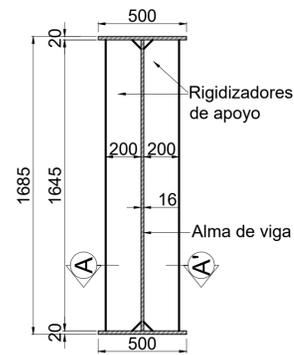
Coordinador de Materia Integradora: PhD Andrés Velástegui	Tutores de Conocimientos Específicos: - MSc Walter Hurtares - PhD Pedro Rojas - PhD Miguel Ángel Chávez - Arq Eunice Lindao	Estudiantes: - Cristhian Delgado D. - Michael Camacho S.	Fecha de emisión: 11 de enero, 2022
Tutor de Área de Conocimiento: PhD Pedro Rojas	Lámina: 5/8	Escala: INDICADAS	



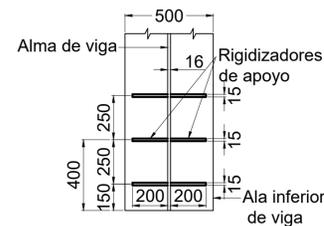
ELEVACIÓN LONGITUDINAL DE VIGA METÁLICA
 ESCALA H: 1:75
 V: 1:20



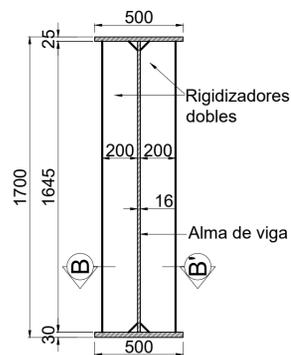
PLANTA DE VIGA METÁLICA-DISPOSICIÓN DE LOS RIGIDIZADORES
 ESCALA H: 1:75
 V: 1:20



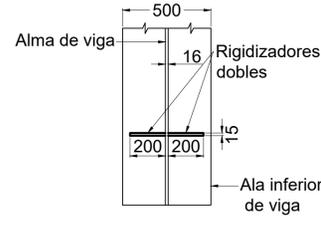
SECCIÓN 1-1'
 ESCALA 1:20



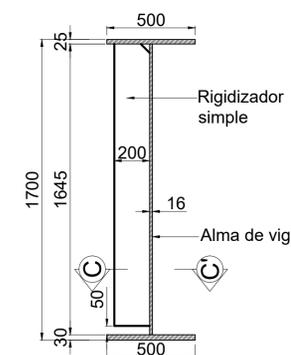
SECCIÓN A-A'
 ESCALA 1:20



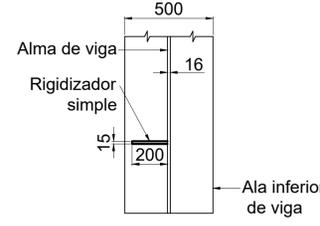
SECCIÓN 2-2'
 ESCALA 1:20



SECCIÓN B-B'
 ESCALA 1:20



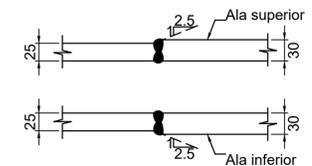
SECCIÓN 3-3'
 ESCALA 1:20



SECCIÓN C-C'
 ESCALA 1:20



DISPOSICIÓN DE CONECTORES DE CORTE
 ESCALA 1:20



DETALLE TRANSICIÓN DE VIGA
 ESCALA 1:5

Cuadro de cantidades - Viga metálica- Tramo P1 a P2 (40.00 m)									
Elemento	Ancho (mm)	Espesor (mm)	A (mm²)	L (m)	Volumen (m³)	Peso 1 Viga (kg)	n Vigas	Peso n Vigas (kg)	
Sección 1: 0.00m - 5.00m	Ala Superior	500	20	10000	5.00	0.050	392.50	4	1570.00
	Alma	1645	16	26320	5.00	0.132	1033.06	4	4132.24
	Ala Inferior	500	20	10000	5.00	0.050	392.50	4	1570.00
Sección 2: 5.00m - 11.00m	Ala Superior	500	25	12500	6.00	0.075	588.75	4	2355.00
	Alma	1645	16	26320	6.00	0.158	1239.67	4	4958.69
	Ala Inferior	500	25	12500	6.00	0.075	588.75	4	2355.00
Sección 3: 11.00m - 29.00m	Ala Superior	500	25	12500	18.00	0.225	1766.25	4	7065.00
	Alma	1645	16	26320	18.00	0.474	3719.02	4	14876.06
	Ala Inferior	500	30	15000	18.00	0.270	2119.50	4	8478.00
Sección 4: 29.00m - 35.00m	Ala Superior	500	25	12500	6.00	0.075	588.75	4	2355.00
	Alma	1645	16	26320	6.00	0.158	1239.67	4	4958.69
	Ala Inferior	500	25	12500	6.00	0.075	588.75	4	2355.00
Sección 5: 35.00m - 40.00m	Ala Superior	500	20	10000	5.00	0.050	392.50	4	1570.00
	Alma	1645	16	26320	5.00	0.132	1033.06	4	4132.24
	Ala Inferior	500	20	10000	5.00	0.050	392.50	4	1570.00
								64300.92	

Cuadro de cantidades - Rigidizadores - Tramo P1 a P2 (40.00 m)									
Ubicación	Elemento	Ancho (mm)	Espesor (mm)	A (mm²)	L (m)	Volumen (m³)	Cantidad	Peso (kg)	
Diafragmas de apoyo	Dobles	PL 1645X200X15	200	15	3000	1.645	0.004935	48	1859.51
	Simple	PL 1595X200X15	200	15	3000	1.595	0.004785	24	901.49
								4310.59	

Cuadro de cantidades - Conectores de corte UPN160 - Tramo de 40.00 m					
Elemento	Cantidad de conectores de corte por viga	n Vigas	Total (u)	Peso unitario (kg)	Peso total (kg)
UPN 160	114	4	456	3.854	1757.42

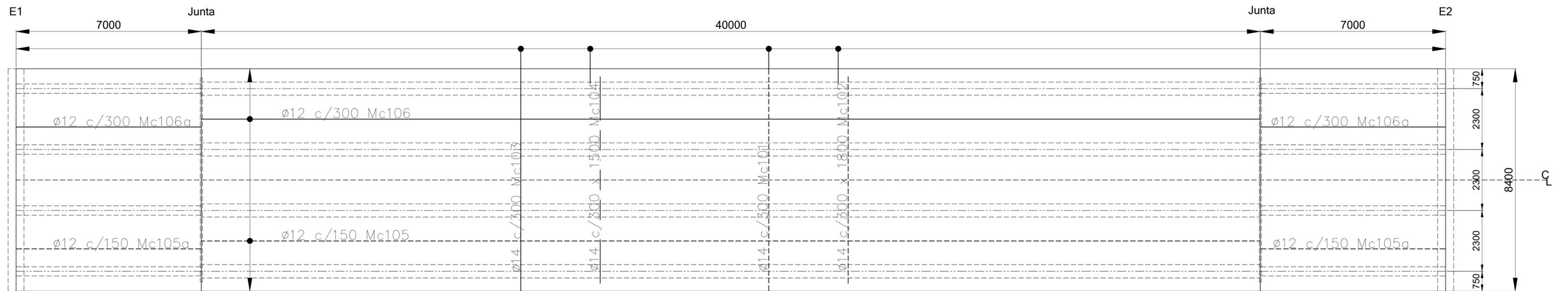
MATERIALES
 ACERO PARA VIGAS: ASTM A588 Grado 50
 PERNOS: ASTM A-325
 SOLDADURA: Proceso de Soldadura :
 SAW (en taller)
 SMAW (en campo)
 Resistencia mínima: 70ksi
 CONECTORES DE CORTE : ASTM A108

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

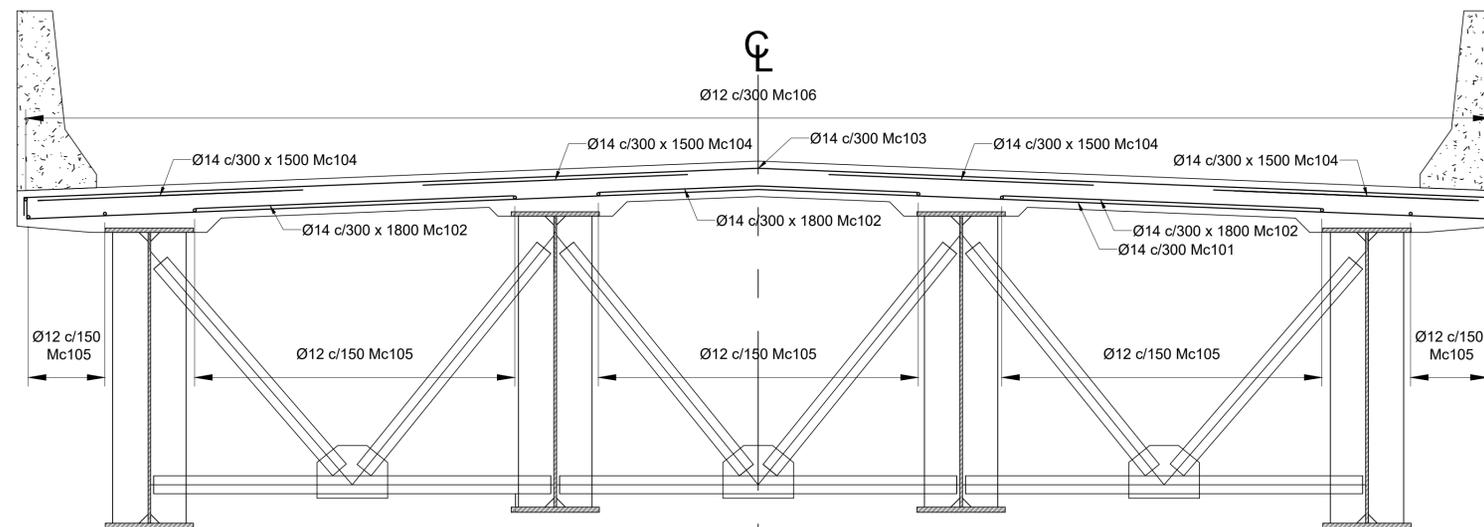
PROYECTO: **ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR**

CONTENIDO: **VIGA METÁLICA "I", L=40 m: -PERFIL LONGITUDINAL -SECCIONES TRANSVERSALES -SECCIÓN EN PLANTA**

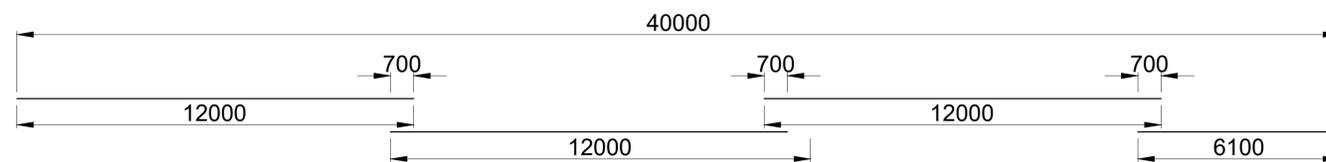
Coordinador de Materia Integradora: PhD Andrés Velástegui	Tutores de Conocimientos Específicos: - MSc Walter Hurtares - PhD Pedro Rojas - PhD Miguel Ángel Chávez - Arq Eunice Lindao	Estudiantes: - Cristhian Delgado D. - Michael Camacho S.	Fecha de emisión: 11 de enero, 2022
Tutor de Área de Conocimiento: PhD Pedro Rojas	Lámina: 6/8	Escala: INDICADAS	



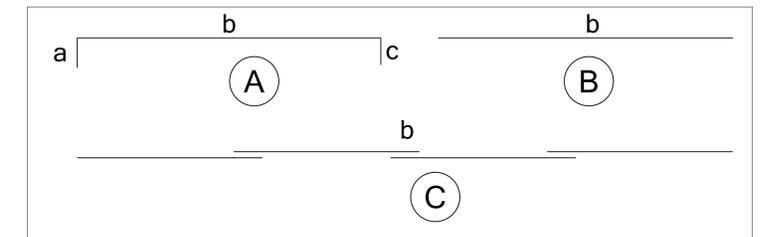
PLANTA DEL TABLERO
ESCALA: 1:75



ARMADURA DE LOSA
ESCALA: 1:25



DESPIECE DE ARMADURA MC105 Y MC106
SIN ESCALA



TIPOS DE DOBLADOS

RESUMEN DE CANTIDADES EN TABLERO		
ELEMENTO	TOTAL	UNIDAD
Hormigón $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	99	m ³
Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$	9579	kg

NOTAS GENERALES

- 1.- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EN MILIMETROS (mm).
- 2.- LAS MEDIDAS PREVALECEAN SOBRE LA ESCALA DEL DIBUJO
- 3.- LAS LONGITUDES, MEDIDAS Y COTAS DEBERÁN SER VERIFICADAS POR EL CONSTRUCTOR
- 4.- SE TOMARAN CILINDROS PARA CONTROLAR LA CALIDAD DEL HORMIGON

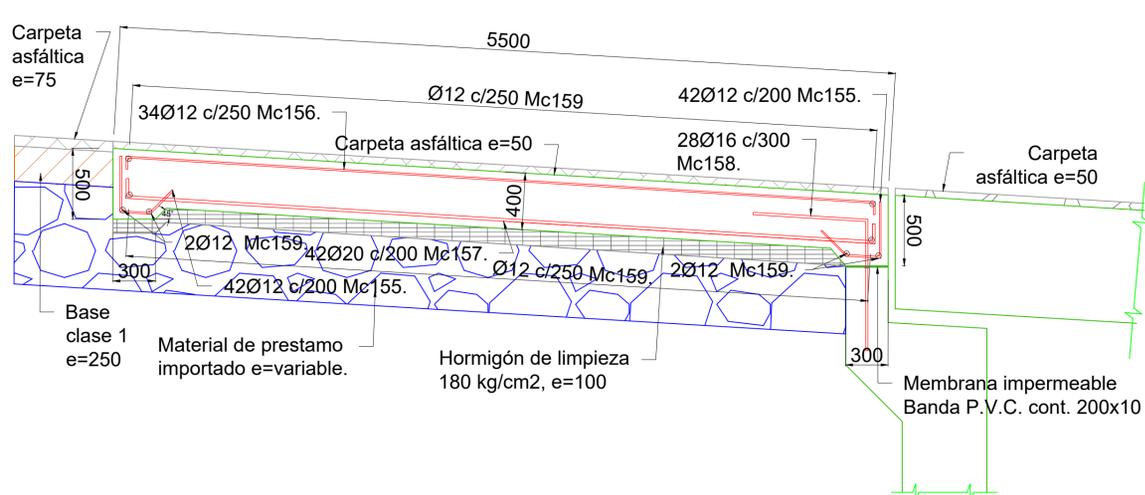
PLANILLA DE HIERROS													
Lugar	Mc	Tipo	D	Espac.	Cant.	Dimensiones (m)			Longitud (m)		Peso (kg)		Obs.
			mm			a	b	c	unidad	total	Unitario	Total	
ARMADO DEL TABLERO	101	A	14	30	216	0.10	8.30	0.10	8.5	1836.0	1.208	2218	
	102	B	14	30	486	0.00	1.80	0.00	1.8	874.8	1.208	1057	
	103	A	14	30	162	0.10	8.33	0.10	8.5	1381.2	1.208	1669	
	104	B	14	30	432	0.00	1.35	0.00	1.4	583.2	1.208	705	
	105	C	12	15	57	0.00	42.10	0.00	42.1	2399.7	0.888	2131	
	105 a	B	12	15	82	0.00	6.95	0.00	7.0	569.9	0.888	506	
	106	C	12	30	29	0.00	42.10	0.00	42.1	1220.9	0.888	1084	
	106 a	B	12	30	34	0.00	6.95	0.00	7.0	236.3	0.888	210	
Total tablero E1-E2 (kg)											9579		

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

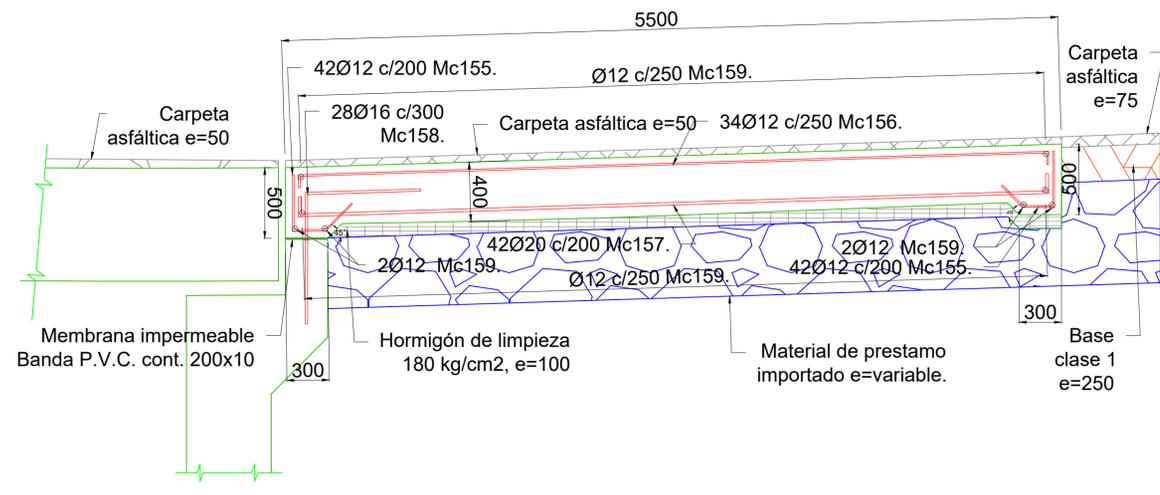
PROYECTO: **ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR**

CONTENIDO: **PLANTA GENERAL DE LOSA: - SECCIÓN TRANSVERSAL -DETALLES Y ARMADO**

Coordinador de Materia Integradora: PhD Andrés Velástegui	Tutores de Conocimientos Específicos: - MSc Walter Hurtares - PhD Pedro Rojas - PhD Miguel Ángel Chávez - Arq Eunice Lindao	Estudiantes: - Cristhian Delgado D. - Michael Camacho S.	Fecha de emisión: 11 de enero, 2022
Tutor de Área de Conocimiento: PhD Pedro Rojas	Lámina: 7/8	ESCALA: INDICADAS	

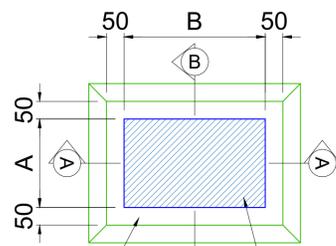


SECCIÓN LONGITUDINAL LOSA DE ACCESO 1
ESCALA 1:25



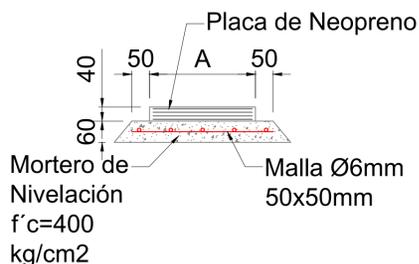
SECCIÓN LONGITUDINAL LOSA DE ACCESO 2
ESCALA 1:25

DETALLE DE PLACAS DE APOYO

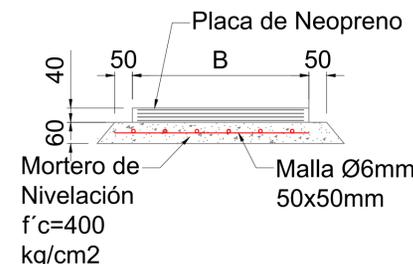


Mortero de Nivelación
Placa de Neopreno Dureza 50° shore

ASIENTO DE PLACA: PLANTA
ESCALA 1:10

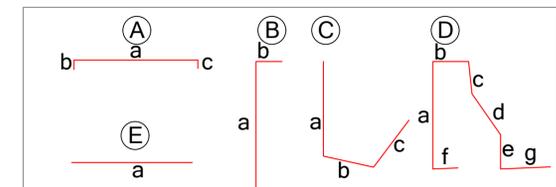


SECCIÓN B-B'
ESCALA 1:10

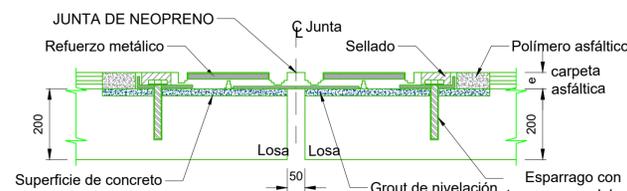


SECCIÓN A-A'
ESCALA 1:10

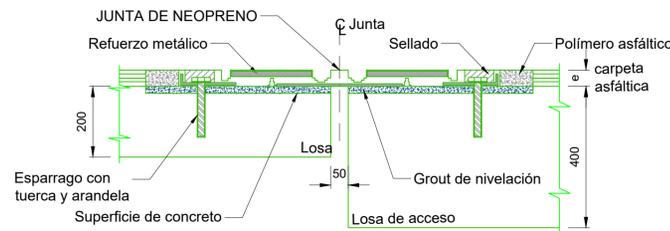
NÚMERO TOTAL DE APOYOS= 24 u			
PILA	DIMENSIÓN (mm)		CANTIDAD (u)
	A	B	
E1=E2	150	250	8
P1=P2	250	400	8
	150	250	8



TIPOS DE DOBLADOS



JUNTA DE NEOPRENO (UNIÓN LOSA-LOSA)
ESCALA 1:10

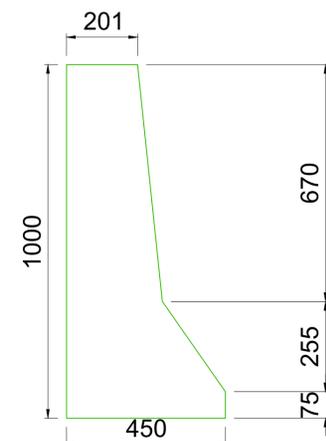


JUNTA DE NEOPRENO (UNIÓN LOSA-LOSA DE ACCESO)
ESCALA 1:10

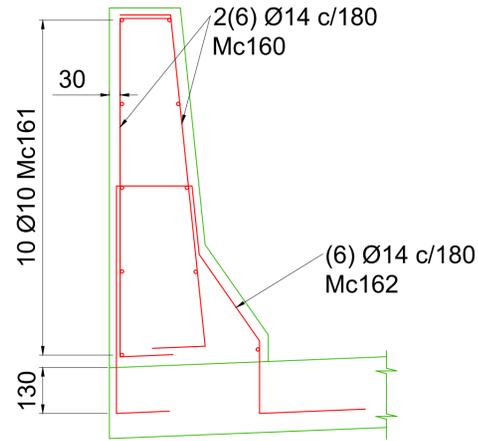
RESUMEN DE CANTIDADES DE LOSAS DE ACCESO		
ELEMENTO	TOTAL	UNIDAD
HORMIGÓN f'c=280 Kg/cm ²	38	m ³
HORMIGÓN f'c=180 Kg/cm ²	7	m ³
ACERO DE REFUERZO fy=4200 Kg/cm ²	2554	Kg
MATERIAL DE PRESTAMO IMPORTADO	51	m ³
BASE CLASE 1	2	m ³
Separación con membrana impermeable (Mezcla de AP3 con arena)	1mm*0.3m*8.4m	UNIDAD
TUVO PVC Ø1"	2.378	m

RESUMEN DE CANTIDADES BARRERAS TIPO JERSEY		
ELEMENTO	TOTAL	UNIDAD
HORMIGÓN f'c=280 Kg/cm ²	31	m ³
ACERO DE REFUERZO fy=4200 Kg/cm ²	47721	Kg

PLANILLA DE HIERROS																
Lugar	Mc.	Tipo	Ø	Espac.	Cant #	Dimensiones [m]					Longitud [m]		Peso [Kg]		Obs.	
						a	b	c	d	e	f	g	Unidad	Total		Unitario
LOSAS DE ACCESO	155	C	12	200	172	0.4	0.2	0.2				0.84	144.48	0.888	128.298	
	156	A	12	250	70	5.32	0.1	0.1				5.52	386.4	0.888	343.123	
	157	A	20	200	86	5.32	0.1	0.1				5.6	481.6	2.466	1187.63	
	158	B	16	300	58	0.8	0.9					1.7	98.6	1.578	155.591	
	159	A	12	250	98	8.3	0.1	0.1				8.5	833	0.888	739.704	
											TOTAL:		2554.34			
BARRERAS	160	A	14	180	1208	0.96	0.15	0.15				1.26	1518.46	1.208	1834.29	
	161	E	10		1200	60.00						60.00	72000.00	0.617	44424.00	
	162	D	14	180	604	0.64	0.21	0.20	0.30	0.21	0.15	0.30	2.01	1211.02	1.208	1462.91
											TOTAL:		47721.21			



BARRERA TIPO JERSEY
ESCALA 1:10



BARRERA TIPO JERSEY: ARMADO
ESCALA 1:10

NOTAS GENERALES

- 1.- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EN MILIMETROS (mm).
- 2.- LAS MEDIDAS PREVALECEAN SOBRE LA ESCALA DEL DIBUJO
- 3.- LAS LONGITUDES, MEDIDAS Y COTAS DEBERÁN SER VERIFICADAS POR EL CONSTRUCTOR
- 4.- SE TOMARAN CILINDROS PARA CONTROLAR LA CALIDAD DEL HORMIGON

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

PROYECTO: **ESTUDIO Y DISEÑO DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR**

CONTENIDO: **LOSA DE ACCESO: GEOMETRIA Y ARMADO
DETALLES VARIOS**

Coordinador de Materia Integradora: PhD Andrés Velástegui	Tutores de Conocimientos Específicos: - MSc Walter Hurtares - PhD Pedro Rojas - PhD Miguel Ángel Chávez - Arq Eunice Lindao	Estudiantes: - Cristhian Delgado D. - Michael Camacho S.	Fecha de emisión: 11 de enero, 2022
Tutor de Área de Conocimiento: PhD Pedro Rojas	Lámina: 8/8	Escala: INDICADAS	