



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Disertación previa a la obtención del título de

Ingeniero Civil

**Estudio y diseño del puente sobre el río Coyago y trazado vial en la vía
“La Concepción – San Lorenzo” de la parroquia Guayllabamba**

Autor: Nelson Patricio Aguirre Núñez

Director: Ing. Juan Carlos Moya

Quito , Octubre de 2014

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ingeniero **Juan Carlos Moya**, tutor designado por la Universidad Internacional del Ecuador UIDE para revisar el Proyecto de Investigación Científica con el tema: “ESTUDIO Y DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RÍO COYAGO Y TRAZADO VIAL EN LA VÍA “LA CONCEPCIÓN – SAN LORENZO” DE LA PARROQUIA GUAYLLABAMBA.” del estudiante **Nelson Patricio Aguirre Núñez**, alumno de Ingeniería Civil, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos de fondo y los méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Comité Examinador designado por la Universidad. Certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo responsable exclusivo tanto en su originalidad, autenticidad, como en su contenido.

Quito, Octubre de 2014



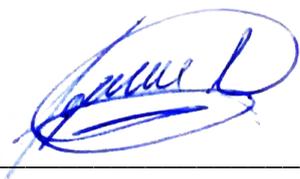
Ing. Juan Carlos Moya

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Yo, Nelson Patricio Aguirre Núñez, declaro que el trabajo de investigación denominado: ESTUDIO Y DISEÑO DEL PUENTE SOBRE EL RÍO COYAGO Y TRAZADO VIAL EN LA VÍA “LA CONCEPCIÓN – SAN LORENZO” DE LA PARROQUIA GUAYLLABAMBA es original, de mi autoría y exclusiva responsabilidad legal y académica, habiéndose citado las fuentes correspondientes y en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

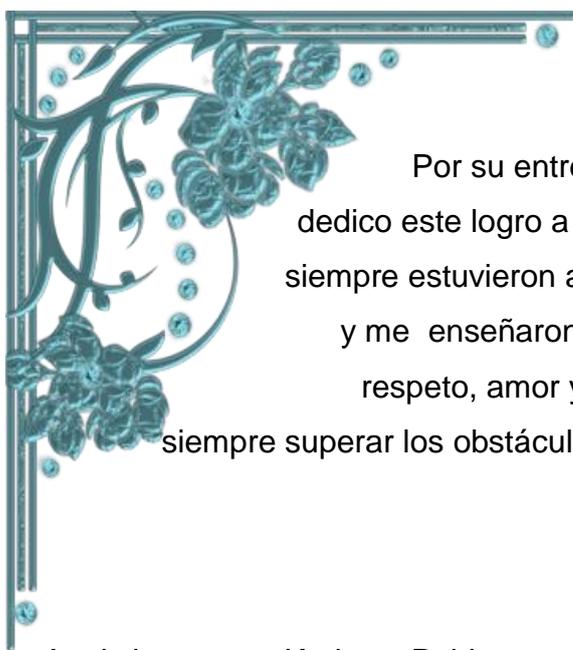
Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, sin restricción de ningún género.

Quito, Octubre de 2014



Sr. Nelson Aguirre Núñez.
C.I. 100273534-6

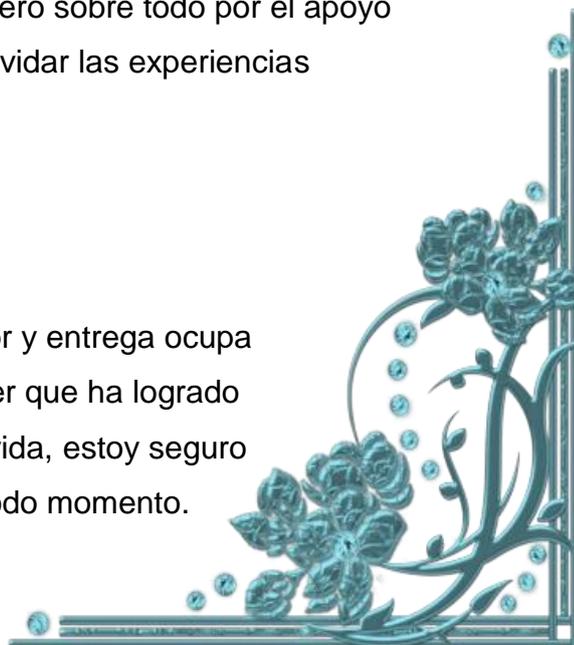
Dedicatoria



Por su entrega, apoyo incondicional, amor y cariño, dedico este logro a mis padres: Nelson y Consuelo quienes siempre estuvieron a mi lado en los momentos más difíciles, y me enseñaron los valores más importantes de la vida: respeto, amor y trabajo duro y perseverante, buscando siempre superar los obstáculos que nos hacen cada día más fuertes.

A mis hermanos Karina y Pablo, personas especiales e importantes en mi vida; gracias por su amistad y cariño; pero sobre todo por el apoyo brindado siempre que lo he necesitado; sin olvidar las experiencias compartidas que jamás serán olvidadas.

A mí querida esposa Karly; quien con su amor y entrega ocupa un lugar muy importante en mi vida, una mujer que ha logrado demostrar ser triunfadora y admirable en mi vida, estoy seguro y sé que siempre estará para apoyarme en todo momento.
Te amo.



Agradecimiento

En primer lugar agradezco a Dios por darme salud, sabiduría y entendimiento; necesario durante todos estos años de vida; por permitirme seguir adelante y alcanzar uno de mis sueños tan anhelados.

A mis padres, hermanos y esposa, personas especiales y únicas en mi vida; quienes me brindaron su apoyo incondicional a cada momento y cuyas palabras de aliento me ayudaron a seguir adelante y conseguir mis mejores y gratificantes experiencias.

A quienes creyeron en mí para poder realizar el trabajo de grado, especialmente a mis profesores y amigos, quienes no dudaron de mi capacidad para salir adelante, Ing. Juan Carlos Moya, Ing. Pedro Cadena, Ing. Wilson Almeida, Ing. Hernan Lara, les agradezco de todo corazón y prometo entregar todo de mí por no defraudar la confianza depositada, seré un hombre y un profesional de altura, con honestidad y valores.

ÍNDICE GENERAL

Contenido

APROBACIÓN DEL TUTOR	II
AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE GENERAL	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN	IX
INTRODUCCIÓN.....	X
1. EL PROBLEMA.....	1
1.1. OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:.....	1
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.4. SISTEMATIZACIÓN.....	2
1.5. OBJETIVOS.....	5
1.5.1. Objetivo general:.....	5
1.5.2. Objetivos específicos:	5
1.6. JUSTIFICACIÓN	5
1.6.1. Justificación teórica.....	5
1.6.2. Justificación práctica	6
1.6.3. Justificación relevancia social	6
1.7. IDEAS A DEFENDER.....	7
1.7.1. Hipótesis o idea a defender	7
1.7.2. Variable independiente.....	7
1.7.3. Variable dependiente.....	7
2. MARCO REFERENCIAL	8
2.1. MARCO CONCEPTUAL	8
2.2. MARCO TEÓRICO	9
2.2.1. Estudios preliminares.....	10
2.2.2. Diseño del puente	13
2.2.3. Tipos de puentes.....	15
2.2.4. Obras Complementarias	23

2.2.5.	Trazado vial	27
2.2.6.	Historia de las vías terrestres.....	28
2.2.7.	Tipos de vías.....	29
2.2.8.	Estudio de tráfico	30
2.2.9.	Estudio Ambiental.....	31
2.3.	MARCO LEGAL.....	32
3.	INVENTIVA GENERAL DEL PROYECTO	41
3.1.	ANTECEDENTES.....	41
3.2.	METODOLOGÍA	48
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	49
3.4.	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS 51	
3.5.	PROPUESTA DE DISEÑO	53
3.5.1.	Diseño de la superestructura del puente.....	53
3.5.2.	Diseño de la infraestructura del puente	67
3.5.3.	Diseño de la estructura del pavimento.....	87
3.5.4.	Cantidades de obra y presupuesto referencial.....	92
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	94
4.1.	CONCLUSIONES.....	94
4.2.	RECOMENDACIONES.....	96
5.	BIBLIOGRAFIA.....	99
6.	ANEXOS	102
	ANEXO 1 – MARCO LEGAL.....	103
	ANEXO 2 – ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	159
	ANEXO 3 – ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO	187
	ANEXO 3.1 – CUENCA HIDROGRÁFICA RÍO COYAGO	207
	ANEXO 3.2 – CURVA IPSOMÉTRICA	210
	ANEXO 3.3 – CURVA DE MASA DE LLUVIA	212
	ANEXO 3.4 – COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO C.....	214
	ANEXO 3.5 – NÚMERO HIDROLÓGICO CN	216
	ANEXO 3.6 – MODELO HYMO 10 PARA EL CÁLCULO DE CAUDALES MÁXIMOS .	219
	ANEXO 3.7 – HIDROGRAMA.....	221
	ANEXO 3.8 – CÁLCULO DE SOCAVACIÓN E INFORME DE LABORATORIO	225
	ANEXO 3.9 – DATOS PRINCIPALES DEL ANÁLISIS.....	228

ANEXO 4 – ESTUDIO TOPOGRÁFICO	230
ANEXO 5 – ESTUDIO VIAL Y DISEÑO GEOMÉTRICO	234
ANEXO 5.1 – LIBRETA PROCESADA	267
ANEXO 6 – ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA LA VÍA Y EL PUENTE	285
ANEXO 7 – FICHA AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL CATEGORIA II.....	331
PLANOS	364

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido

FIGURA 1 – GRAFICO DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES	88
FIGURA 2 – GRAFICO PARA ESTIMAR EL COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE CAPA DE CONCRETO ASFÁLTICO	88
FIGURA 3 – VARIACIÓN DEL COEFICIENTE DE BASE GRANULAR A2	89
FIGURA 4 – VARIACIÓN DEL COEFICIENTE DE CAPA SUB BASE GRANULAR A3	89

NOTA: Los anexos y planos contemplados en el índice general del presente trabajo se encuentran adjuntos de manera digital en un cd.

RESUMEN

Se analizó la propuesta para el desarrollo de la conexión vial y el puente en el sector de Guayllabamba; con el fin de ayudar a mejorar los problemas causados por la falta de alternativas en los caminos que comunican a los principales barrios de la parroquia, causando entre sus pobladores situaciones sociales y económicas poco desarrolladas. Este documento hace referencia a leyes, normas, procesos, estudios y datos necesarios para aplicar la construcción de un puente en el Ecuador, detallando los pasos a seguir según las normativas vigentes en el país, con el fin de mantener un medio ambiente sano en el proceso, así como las características del terreno y las necesidades presentes en la población. Los estudios preliminares que evidencian la realidad y el estado actual de la zona arrojaron datos imprescindibles para la determinación del proceso de construcción adecuado, así como el lugar correcto de implantación; al ser considerado viable el proyecto, sus principales beneficiarios ahorran entre 10 y 15 minutos en el recorrido disminuyendo una distancia de 3 km aproximadamente; no se olvidó tomar en cuenta el análisis presupuestario para desenvolver la idea con el mejor resultado posible, sin incurrir en gastos excesivos para la comunidad y por ende sus pobladores; los cuales tienen el deseo de predisposición y colaboración.

Palabras Clave: Estudio – Diseño – Puente – Vía – Resultado

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de un proyecto encaminado a resolver un problema de la parroquia de Guayllabamba; como es la falta de una vía de acceso directa entre sus comunidades, es una oportunidad para que el investigador ponga en práctica su conocimiento personal y técnico; conocimiento que tiene la oportunidad de incrementarse poco a poco con el desarrollo del proyecto; sin olvidar que los beneficiarios directos serán los pobladores del sector cuya predisposición y colaboración en el tema ha tenido una importante participación.

El presente estudio y diseño del puente sobre el río Coyago y trazado vial en la vía “La Concepción – San Lorenzo” de la parroquia de Guayllabamba se encuentra conformado por cuatro capítulos los mismos que son: Problema, Marco Referencial, Metodología y Conclusiones - Recomendaciones.

En el **Capítulo I “El Problema”** se habla de las razones y hechos que motivaron la realización del tema; identificando las principales variables tanto dependientes como independientes que permiten encaminar el desarrollo de una hipótesis a defender para cubrir las necesidades de la población.

En el **Capítulo II “Marco Referencial”** dentro de éste capítulo se tiene tres partes importantes así: el *Marco Conceptual* en donde se indica las definiciones importantes para la construcción de un puente; el *Marco Teórico* en donde se habla de los estudios preliminares: hidrológicos, de suelos y topográficos necesarios para el desarrollo del estudio planteado; así como las clases de puentes existentes, de las cuales se partirá para encontrar la mejor opción a aplicar según las condiciones presentes en el sector; por último existe el *Marco Legal* a tomar en cuenta en el diseño y estudio conforme a la normativa del país.

El **Capítulo III “Metodología”** contiene las técnicas e instrumentos aplicados para el desarrollo del análisis general y específico en cuanto se refiere a los cálculos de la superestructura e infraestructura del puente; de igual forma hace referencia al diseño de la estructura del pavimento como a las cantidades de obra y presupuesto referencial, necesario para la construcción del puente en sí.

El **Capítulo IV “Conclusiones y Recomendaciones”** hace mención a los datos considerados como principales en el desarrollo total del estudio. En este capítulo se brinda al lector un conocimiento general de los resultados que ha proporcionado el tema; y, con el cual se identifican las fortalezas y falencias a reforzar para desarrollar un correcto proceso de construcción sin olvidar las bases técnicas y conocimientos previos adquiridos.

Al finalizar la investigación se adjunta los **Anexos** correspondientes que permiten identificar entre otras cosas: las normas principales en las cuales se basó el desarrollo del tema; los estudios preliminares, la libreta de campo utilizada, el estudio ambiental y los análisis de precios unitarios necesarios para el desarrollo del presupuesto referencial.

Por último se adjuntan los seis planos realizados con la memoria de cálculo los cuales sirven para la construcción del puente y se encuentran planteados en los siguientes temas:

- Topográfico – Vial
- Implantación del Puente
- Superestructura
- Infraestructura

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA

1.1. OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN

Estudio y diseño del puente sobre el río Coyago y trazado vial en la vía “La Concepción – San Lorenzo” de la parroquia Guayllabamba.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

En ingeniería civil las vías presentan variedad de problemas, y la discontinuidad de éstas se convierte en un problema para la sociedad; así, entre los factores que afectan al desarrollo de las comunidades, están:

- La dificultad de comunicación entre localidades restringiendo las relaciones comerciales.

El transporte de productos se dificulta, y el tiempo se alarga; provocando la pérdida de los productos y el retraso en la atención al usuario.

- Las vías en mal estado y sin mantenimiento constante, producen mayor consumo de combustible así como el deterioro de los automotores y la reducción de su vida útil.

Esto dificulta el ingreso o salida de turistas, residentes y personas aledañas a la zona; volviéndose de ésta forma un problema para el desarrollo de las comunidades, emprendimientos y negocios; al estar alejados y mal provistos.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En la Parroquia de Guayllabamba en la provincia de Pichincha se encuentra una conexión única entre las comunidades, la misma que si se ve afectada obligaría a los pobladores a recorrer largas distancias para llegar al destino deseado; es por eso que se presenta la interrogante de:

¿Qué se podría realizar para disminuir o erradicar la discontinuidad vial provocada por el río Coyago en la vía La Concepción - San Lorenzo ubicada

en la parroquia de Guayllabamba cantón Quito provincia de Pichincha, para conseguir un desarrollo constante y crecimiento de su población?

1.4. SISTEMATIZACIÓN

El presente trabajo tiene la finalidad de diseñar un puente viable sobre el río Coyago y el trazado vial; es decir, el diseño geométrico y la estructura del pavimento para mejorar la conexión vial entre los barrios San Lorenzo y La Concepción en la parroquia de Guayllabamba provincia de Pichincha; lo que permitirá un crecimiento constante y sustentable tanto social como económicamente, que iniciará a través de la generación de ésta estructura.

Para desarrollar el diseño del puente sobre el río Coyago y el trazado vial es necesario realizar estudios previos en los temas: topográficos, hidrológicos y de suelos; información que permitirá obtener datos técnicos necesarios de acuerdo a las normas nacionales vigentes en la construcción de puentes y estructura del pavimento para considerar viable la construcción tanto del puente como de la vía de acceso; con ello se conseguirá la información técnica necesaria para el diseño de la infraestructura y superestructura de un puente real y para el diseño geométrico y de la estructura del pavimento.

Todos estos estudios; se encontrarán sustentados por un estudio de impacto ambiental previamente realizado, para finalizar con un análisis de precios unitarios y así determinar el presupuesto referencial de dicho estudio.

El estudio topográfico proporcionará el levantamiento de la zona; ayudando a determinar que ese es el mejor lugar así como el más adecuado para emplazar tanto el puente como también realizar el diseño geométrico de la vía.

Dentro del estudio topográfico se contemplará la superficie del terreno en planta como también los perfiles del río por el eje de la vía, perfiles aguas arriba, aguas abajo, del eje vial y la nivelación del mismo; se realizará trabajo de campo el cual se contará con el equipo adecuado así se usará: estación total, prismas, estacas, pintura y herramienta menor; adicionando a esto el trabajo de oficina en el cual es necesario contar con una computadora para la descarga de datos y su posterior procesamiento para

obtener el mapa topográfico. Es importante y muy recomendable el dejar referencias visibles y claras en el sector para poder utilizarlas en estudios posteriores.

En el estudio hidrológico se aplicará la información obtenida por el mapa topográfico, en especial de los perfiles que éste proporciona; puesto que en ésta etapa lo que se busca es determinar el caudal máximo en periodo de tiempo determinado y de esta forma encontrar el nivel de máxima crecida del río en el sector donde se implantará el puente y así mediante el galibo máximo determinar el nivel de la rasante del puente. Es transcendental de igual forma tomar muestras del lecho del río para poder realizar un estudio de su granulometría en laboratorio, resultados que servirán para establecer el grado de socavación en el río.

El estudio de suelos permite conocer cuáles son las características físicas y mecánicas del suelo mediante la toma de muestras para su posterior ensayo en un laboratorio; consiguiendo con ello ver la profundidad a la cual podría estar la cimentación del puente; el tratamiento que se le puede otorgar y como se lo va a trabajar mientras se realiza la obra.

Concluidos los estudios se inicia con el diseño geométrico de la vía; en el cual se determina el eje vial con su respectivo diseño horizontal y diseño vertical del proyecto a realizarse y la estructura del pavimento, básicamente se identificará los espesores de las capas de terracerías y del pavimento; es decir, de la sub-base, base y capa asfáltica; tomando en cuenta los aspectos para realizar un diseño adecuado los cuales son carga del tránsito, materiales de terracerías, condiciones climatológicas, materiales de la capa del pavimento, método de diseño y deterioros.

El diseño del puente consta de dos elementos principales los cuales son: la superestructura compuesta por el tablero, las vigas, juntas de dilatación, diafragmas protecciones laterales y sistema de drenaje; y la infraestructura formada por los estribos, pilas, muros de ala, aparatos de apoyo, trabas sísmicas y sistema de drenaje. Al término del diseño se presentará la respectiva memoria técnica y los planos de cada uno de sus elementos detallados para su fácil entendimiento.

Al concluir con el diseño se desarrolla el estudio del impacto ambiental; para lo cual es necesaria la identificación del proyecto en campo, tomando en cuenta:

- ✓ Ubicación
- ✓ Área de influencia directa e indirecta
- ✓ Flora y la fauna que será afectada por la construcción del proyecto
- ✓ Nivel socioeconómico
- ✓ Número de habitantes.

Aspectos en los cuales se analizará impactos tanto positivos como negativos en la fase de construcción y operación del proyecto; éstos serán valorizados mediante la matriz de Leopold para identificar las afectaciones de las actividades anteriormente mencionadas y formular un plan de manejo ambiental en donde se mitiguen los impactos negativos y se extiendan los impactos positivos.

Se finaliza el proyecto con la realización de un análisis de precio unitario, en el cuál es necesario conocer:

- ✓ Planos y especificaciones técnicas
- ✓ Visitar el sitio de la obra a ejecutarse
- ✓ Verificar si existen materiales locales, mina de materiales; debido a la importancia de verificar la distancia de la mina a la obra en donde influye el transporte
- ✓ Mano de obra (si en el sector existe personal calificado)
- ✓ Equipo y transporte.

Estos parámetros sirven para ejecutar los costos directos de un análisis de precio unitario, y sumados a los costos indirectos; se obtiene el presupuesto del proyecto.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo general:

- Diseñar un puente sobre el río Coyago y el trazado vial para la generación de una mejor conexión vial entre los barrios La Concepción y San Lorenzo en la parroquia Guayllabamba.

1.5.2. Objetivos específicos:

- Realizar un estudio técnico, el cual determine la ubicación más favorable del puente de acuerdo al trazado vial y con el fin de beneficiar el aspecto socioeconómico de la población
- Desarrollar el diseño geométrico y de la estructura del pavimento de la vía.
- Desarrollar el diseño tanto de la superestructura como de la infraestructura del puente sobre el río Coyago de acuerdo a las normas nacionales vigentes en la construcción de puentes.
- Determinar el impacto ambiental que el proyecto genera a través de una investigación técnica y prospectiva.
- Determinar las cantidades de obra, el presupuesto y un análisis de precios unitarios del puente y la vía a construirse.

1.6. JUSTIFICACIÓN

1.6.1. Justificación teórica

El desarrollo tanto del estudio como del diseño de un puente sobre el Río Coyago así como el trazado vial, se ejecutará por la necesidad de mantener una mejor comunicación entre los pobladores de los barrios de “La Concepción y San Lorenzo”; siendo esto una urgente representación para la

parroquia de Guayllabamba con el afán de afianzar la continuidad vial de la zona.

1.6.2. Justificación práctica

La conclusión de ésta obra que se considera una gran alternativa vial es importante para la comunidad; porque de ésta forma existirá un ahorro de 3km en el tramo a recorrerse, previniendo así a que con la obstrucción de los pasos principales de conexión entre la parroquia, las comunidades queden incomunicadas y aisladas.

1.6.3. Justificación relevancia social

Es grande el impacto social que causará ésta obra en la zona; otorgará beneficios para aproximadamente 6.500 habitantes siendo así 3000 habitantes del barrio La Concepción y 3500 habitantes del barrio San Lorenzo de un total de 16.213 habitantes en la parroquia de Guayllabamba según los censos INEC del 2010, a esto sumándole los beneficiarios indirectos que tomarían esta nueva ruta la cual servirá también para descongestionamiento vehicular de la zona.

El gobierno autónomo descentralizado de la parroquia de Guayllabamba, dentro de su proyección general ha planificado el incorporar este puente y la continuidad de la vía en su gestión administrativa previniendo cualquier eventualidad y de esta forma ayudar a la movilidad de los moradores como al transporte de los productos agrícolas de esta zona; para lo cual se ha visto en la necesidad de contar con un estudio para su construcción, con la finalidad de obtener un documento técnico de acuerdo a los términos de referencia y normas nacionales vigentes en la construcción de puentes y de vías.

1.7. IDEAS A DEFENDER

1.7.1. Hipótesis o idea a defender

Diseñar y analizar un puente con su respectiva conexión vial; de acuerdo a la información obtenida en los estudios preliminares realizados en el sector motivo de estudio, para verificar la factibilidad del proyecto, el mismo que unirá los barrios de la parroquia de Guayllabamba; permitiendo la disminución del tiempo de recorrido, y obteniendo un mayor desarrollo en fuentes de empleo productivas que aumenten la calidad de vida de la población y negocios locales.

1.7.2. Variable independiente

- a)** Continuidad vial

1.7.3. Variable dependiente

- a)** Condición de vida de la población
- b)** Reducción de tiempo de viaje

CAPÍTULO II

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. MARCO CONCEPTUAL

Los conceptos a continuación expuestos son tomados de: (Otero, 2013)

- **Apoyo.-** son los elementos a través de los cuales el tablero transmite los acciones que le solicitan a las pilas y/o estribos.
- **Estribos.-** Situados en los extremos del puente sostienen los terraplenes que conducen al puente. A diferencia de las pilas los estribos reciben además de la superestructura el empuje de las tierras de los terraplenes de acceso al puente, en consecuencia trabajan también como muros de contención. Los estribos están compuestos por un muro frontal que soporta el tablero y muros en vuelta o muros-aletas que sirven para la contención del terreno.
- **Infraestructura o subestructura.-** Es la parte del puente que se encarga de transmitir las solicitaciones al suelo de cimentación, y está constituida por: Estribos y Pilas.
- **Puente.-** Se utiliza para describir a las estructuras viales, con trazado por encima de la superficie, que permiten vencer obstáculos naturales como ríos, quebradas, hondonadas, canales, entrantes de mar, estrechos de mar, lagos, etc.
- **Superestructura.-** Es la parte del puente en donde actúa la carga móvil, y está constituida por: Tablero, Vigas longitudinales y transversales, Aceras y pasamanos, Capa de rodadura, y Otras Instalaciones.
- **Tablero.-** Soporta directamente las cargas dinámicas (tráfico) y por medio de las armaduras transmite sus tensiones a estribos y pilas, que a su vez, las hace llegar a los cimientos, donde se disipan en la roca o en el terreno circundante. Los tableros van complementados

por los bordillos que son el límite del ancho libre de la calzada y su misión es evitar que los vehículos suban a las aceras que van destinadas al paso peatonal y finalmente al borde van los postes y pasamanos.

- **Vano.-** Son cada uno de los espacios de un puente u otra estructura, comprendida entre dos apoyos consecutivos. La distancia entre dos puntos de apoyo consecutivos de los elementos portantes principales es la luz del vano; no hay que confundirla con la luz libre que es la distancia en los paramentos de los apoyos, ni con la longitud del puente.
- **Vigas longitudinales y transversales.-** son los elementos que permiten salvar el vano, pudiendo tener una gran variedad de formas como con las vigas rectas, arcos, pórticos, reticulares, vigas vierendeel, etc.

2.2. MARCO TEÓRICO

Para poder realizar el proyecto de una forma ordenada; es necesario definir las partes principales en las cuales se encontrará fundamentado su desarrollo, es decir: la creación del puente acompañada de un adecuado trazado vial es el núcleo central del proyecto; lo cual se ve complementado con el desarrollo previo de un estudio ambiental el mismo que es importante para definir su construcción, impacto y trascendencia dentro del entorno en el que piensa entablar.

PUENTE: Es una estructura que salva un obstáculo, sea río, foso, barranco o vía de comunicación natural o artificial, que permite el paso de peatones, animales o vehículos.

La construcción de puentes se enfoca en dos temas pilares que permitirán el desarrollo de la propuesta de la mejor manera posible; de ésta forma se encuentran los estudios preliminares los mismos que abarcan información importante sobre la topografía, suelos e hidrología del lugar en el que se pretende diseñar el puente; y como segundo tema el diseño del puente

propriadamente dicho en el cual se desarrollará el esquema de la infraestructura y superestructura necesaria para el puente.

VÍA: Es la zona de uso público destinada al movimiento de peatones y vehículos.

Un correcto trazado vial dentro del proyecto se desarrollará, tomando en cuenta como pilar fundamental el estudio de tráfico; el mismo que, acompañado de un adecuado diseño geométrico, un buen estudio de vía y una correcta señalización horizontal y vertical de la vía; proporcionará los mejores resultados para el trazado vial que se pretende entablar.

2.2.1. Estudios preliminares

a) Estudios Topográficos

Para conseguir un buen desarrollo del puente tanto en su diseño como en el resultado de sus cálculos, los cuales bien realizados ayudarán a evitar posibles desastres; es necesario obtener información importante sobre las medidas de la superficie en donde se pretende establecer el mismo. Todo esto con el único fin de realizar procesos que determinen las posiciones relativas de los puntos sobre la superficie de la tierra y debajo de la misma; mediante la combinación de las medidas según los tres elementos de espacios: distancia, elevación y dirección.

Generalidades.- La topografía es una rama muy importante dentro de la Ingeniería Civil, sin ella no se podría determinar si las características del terreno así como su inclinación y forma son las adecuadas para edificar una estructura. Para poder desarrollar un buen trabajo en el levantamiento topográfico según (Medina, 2011) tiene que realizarse operaciones tanto en campo como en oficina; lo que permite conseguir información real que con la ayuda de los equipos necesarios otorgar al profesional todo lo necesario para concluir con éxito el estudio en general.

Equipo.- Para desarrollar los levantamientos y mediciones topográficas correctamente, es indispensable contar con el equipo de trabajo adecuado

que permita acceder en tiempo real a información verídica, la misma que respaldará el diseño del puente propuesto. Según lo expone (Medina, 2011):

Podemos clasificar al equipo en tres categorías:

- + Para medir ángulos.- Aquí se encuentran la brújula, el tránsito y el teodolito.*
- + Para medir distancias.- Aquí se encuentra la cinta métrica, el odómetro, y el distanciómetro.*
- + Para medir pendiente.- Aquí se encuentran el nivel de mano, de riel, el fijo, basculante, automático*

Proceso.- Según lo establecido en el documento Levantamientos Especiales para Obras de (Serafino, 2013), se conoce como un proceso general para los levantamientos el siguiente:

- a) Un mapa topográfico del terreno para el estudio del proyecto de la obra.*
- b) El señalamiento sobre el terreno de una serie de puntos, con estacas o de otro modo cualquiera.*
- c) La determinación de alineaciones y pendientes o desniveles que puedan necesitarse para situar puntos adicionales en la obra misma.*
- d) Las mediciones necesarias para comprobar la situación de tramos de obra ya realizados y determinar los volúmenes de suelo realmente movidos hasta una fecha dada como base para el pago al contratista de los certificados de obras, y la confección de planos de detalles y generales Conforme a Obra.*
- e) Realizar mediciones a fin de obtener los planos de propiedades linderas o parcelas afectadas por la obra, a los efectos de adquisición, expropiación o fijación del derecho de servidumbres.*

El proceso del estudio topográfico dentro del desarrollo del diseño de un puente real, según lo dice (Miño, 2013) es muy importante porque permite establecer y conseguir información real que ayude a edificar la obra dentro de un terreno sin preparar, el mismo que después de realizar las modificaciones pertinentes evidenciadas por los datos obtenidos, se convierte en estable y permite crear una obra con viabilidad y duración a largo plazo.

b) Estudios de Suelos

El desarrollo de estudios de suelos según lo dice (DOSSA, 2011) al igual que el estudio topográfico; dentro de un diseño tiene un lugar importante ya que permite conocer cuáles son las características físicas y mecánicas del suelo, para de esta forma ver que tratamiento se le puede otorgar y como se lo va a trabajar mientras se desarrolla la obra; con lo cual se puede conseguir el tipo de cimentación más acorde con la obra y con el peso que va a soportar

Generalidades.- El desarrollo de estudios de suelos depende mucho del tipo y características de la obra en la que se piensan hacer; todo con el fin de establecer los mejores instrumentos y equipos para poder obtener datos verídicos que contribuyan al progreso del diseño del puente real y así poder utilizar el material correspondiente para cada caso existente.

El estudio de suelos es importante para el desarrollo de todos los proyectos porque permite y ayuda a reconocer los principales materiales a usar en las diferentes edificaciones; dependiendo del tipo de suelo en el que se pretende trabajar todo con el fin de generar buenos resultados y obras duraderas a largo plazo.

c) Estudios Hidrológicos

Se pretende recolectar datos verídicos hidrológicos que ayuden y permitan establecer la realidad de la zona en donde se ubicaría el puente, para de esta forma considerar las crecientes de río y establecer la mejor forma que ayudará a mantener una obra de calidad y a largo plazo.

Como lo dice (Hídricos, 2007), es importante establecer los resultados hidrológicos porque al tratarse de un puente, la injerencia que posee en este caso el agua y las crecientes del río sobre la estabilidad del mismo y sobre su duración es alta, así como conocer y valorar sus características físicas y geomorfológicas de la cuenca.

Generalidades.- Según lo dice (Miño, 2013), el desarrollo y recopilación de datos en los estudios hidrológicos se lo realiza ya que se tiene que

determinar los parámetros hidrológicos que afectan directa e indirectamente en las condiciones estructurales para el cálculo y diseño de las obras civiles del puente. Estos estudios se complementan realizando tanto visitas de campo como estudios de gabinete para recolectar la información suficiente y necesaria.

Según lo explica (Miño, 2013) en el estudio hidrológico es importante:

El estudio hidrológico está destinado a disponer del régimen hídrico de la región por donde se emplaza el puente. Las investigaciones están orientadas a la determinación de parámetros de apoyo para los cálculos respectivos, con la ayuda de observaciones de campo complementarias a los datos obtenidos en el cálculo hidrológico. La secuencia de actividades es la siguiente:

1. Acopio de información
2. Procesamiento de la información
3. Determinación de caudales de diseño

De igual forma es importante tener conocimiento que para el desarrollo de los estudios hidrológicos es trascendental realizar los análisis hidrológicos e hidráulicos que constan en el volumen de especificaciones técnicas y que corresponden al mismo tiempo al manual de diseño de caminos y puentes del Ministerio de Transportes y Obras Públicas del Ecuador MTOP-001-F.

Los estudios hidrológicos son importantes porque de esta forma se puede mediante una base técnica concretar y demostrar el mejor emplazamiento; pero más que ello lo que tiene gran importancia es determinar el galibo de seguridad para una estructura como la que se desea diseñar en este proyecto, así como también para determinar el lugar, dimensiones y rasante del camino.

2.2.2. Diseño del puente

a) Superestructura

Es la parte donde actúa directamente la carga móvil, es decir el tablero, capa de rodadura, vigas transversales o longitudinales, diafragmas, juntas de dilatación, sistemas de drenaje, protecciones laterales, etc. Es de gran importancia ya que esta carga es la que se va a transmitir directamente hacia la infraestructura del puente.

La superestructura es la parte superior de un puente que sirve para unir y salvar distancias entre uno o más puntos. (Oriente, 2013) refleja en Tesis que: “De acuerdo al Inventario Estado de Condición del Puente (IECP) del Sistema de Administración de Puentes (SAP), propiedad del Ministerio de Obras Públicas; la superestructura está formada por dos partes así: Elementos Principales y Elementos Secundarios”

 **Elementos principales.**

Es el elemento que transmite las cargas vivas (transito) y muertas (peso propio de la superestructura) a los apoyos extremos e intermedios de la infraestructura (estribos y pilas). Los elementos principales de la superestructura son de acuerdo al tipo de puente.

 **Elemento Secundario.**

Son elementos complementarios de la superestructura siendo necesarios para la estabilidad de la estructura y posibilitan el tránsito por el puente

El estudio y diseño de todos los elementos de la superestructura de un puente es muy importante debido a que de los resultados obtenidos tenemos las cargas actuantes sobre la infraestructura, así como también de estos elementos depende la funcionalidad y el buen servicio del puente a la comunidad.

b) Infraestructura

Son los elementos de un puente los cuales reciben todas las cargas actuantes en la superestructura y las cargas laterales de empuje de tierras para de esta manera y mediante todos los elementos que conforma la infraestructura distribuir de la mejor manera las reacciones sobre el suelo que dicho puente va a ejercer.

Según lo que se expresa en (Oriente, 2013), la infraestructura conocida también como subestructura “consiste de todos los elementos requeridos para soportar la superestructura y la carretera del paso elevado. Los componentes básicos de la subestructura consisten de los siguientes: Aparatos de apoyo, Estribos, Pilas y Fundaciones”

Al ser los elementos que reciben todas las cargas de la superestructura su diseño es importante para de esta manera evitar asentamientos relevantes

en su estructura para así dar una buena funcionalidad del puente al servicio de la comunidad y tener un periodo de vida útil de acuerdo a las normas establecidas.

2.2.3. Tipos de puentes

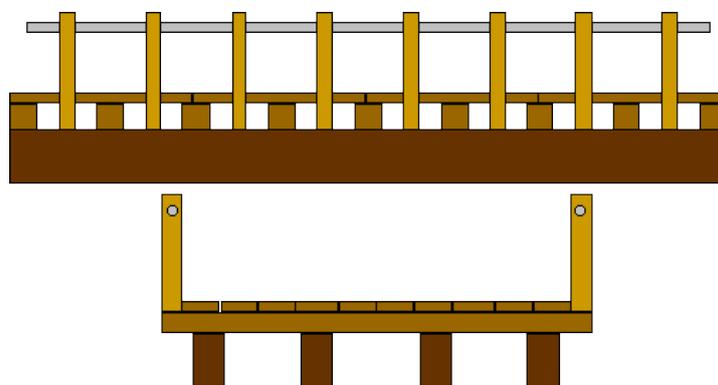
Los puentes se pueden clasificar en diferentes tipos, de acuerdo a diversos conceptos como:

- El tipo de material de construcción.
- El sistema estructural predominante.
- El sistema constructivo utilizado.
- El uso del puente.
- La ubicación de la calzada en la estructura del puente, etc.

a) El Tipo de Material de Construcción.

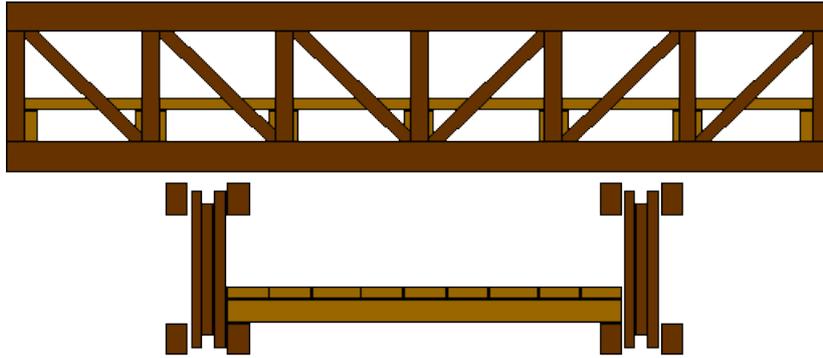
El material con que se construyen (o se han construido) los puentes suele ser madera, fábrica, acero, hormigón armado y hormigón pretensado, dependiendo del lugar, de la época, del coste, etc.

PUNTES DE MADERA.- Los puentes de madera se han utilizado eficientemente, con luces de hasta 20 m, en caminos de poca circulación con vehículos livianos, son ligeros, baratos y muy vulnerables, actualmente sólo se conciben en obras provisionales.



Puente con Vigas Longitudinales de Madera

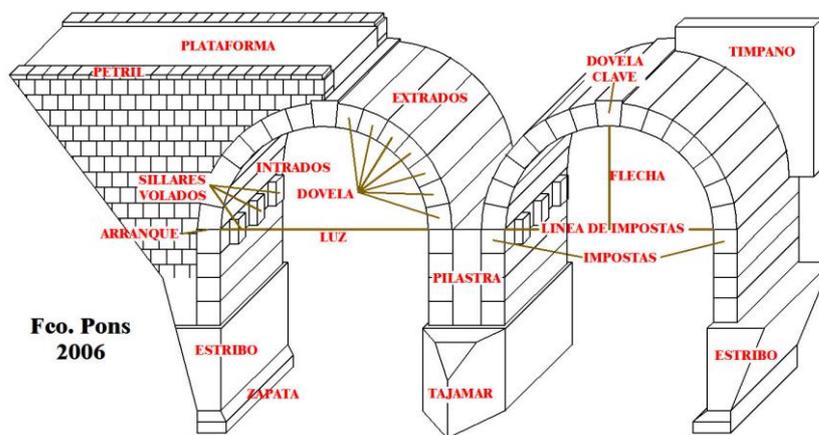
Tomado de: <http://publiespe.espe.edu.ec/academicas/puentes/puentes.htm>



Puente con Celosía de Madera

Tomado de: <http://publiespe.espe.edu.ec/academicas/puentes/puentes.htm>

PUENTE DE FÁBRICA.- En piedra, ladrillo y hormigón en masa, son siempre puentes en arco, pues estos materiales sólo resisten esfuerzos de compresión; su duración es ilimitada, pues todavía se usan puentes romanos, sin prácticamente gastos de conservación. La imposibilidad de mecanizar su construcción hace que sean de coste muy elevado. Con los puentes de fábrica, prácticamente únicos hasta el s. XVIII, no pueden alcanzarse grandes luces, por lo que no se construyen. El desarrollo de la industria metalúrgica orientó hacia los metales la técnica de construcción de puentes, impulsada particularmente por el desarrollo del ferrocarril.

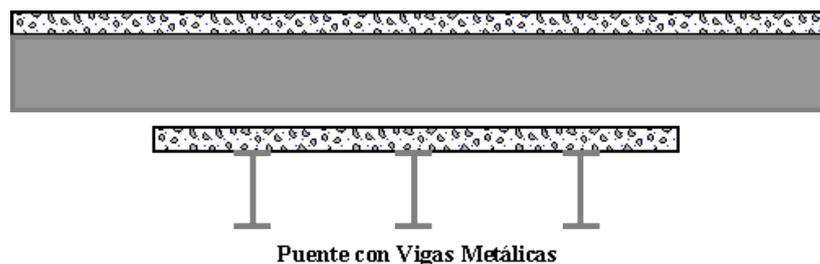


Tomado de: <http://caminosdeferro.blogspot.com/2013/07/salvando-las-distancias-puentes-de.html>

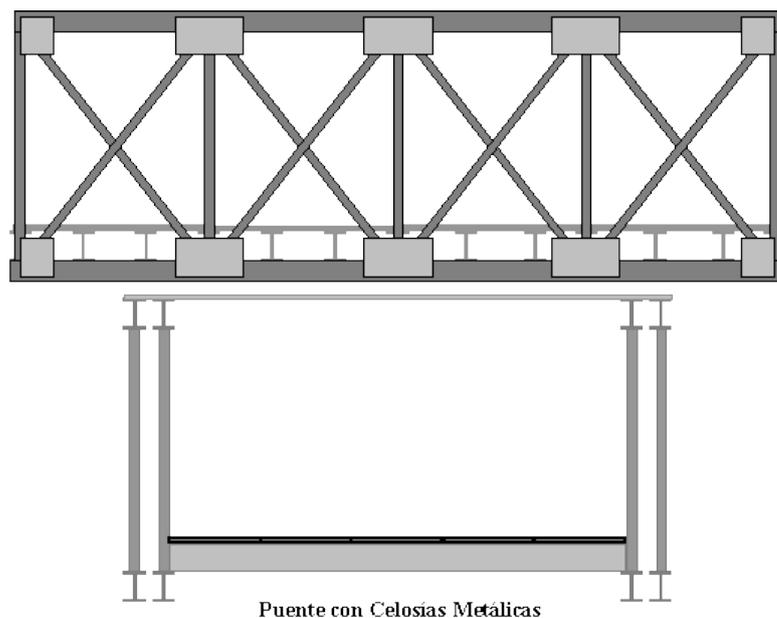
PUENTES DE ACERO.- Inicialmente construidos con hierro colado y hierro forjado y, después, con acero laminado, marcaron una época en la ingeniería de caminos, pues admiten las más diversas soluciones técnicas.

Los puentes de acero construidos en el país han permitido alcanzar luces importantes, se prestan a sustituciones y ampliaciones y son de rápida construcción. Los puentes sobre vigas metálicas pueden vencer luces de hasta 45 m, mientras que con puentes metálicos en celosías se ha alcanzado los 80 m, y con puentes metálicos en arco se ha llegado hasta 100 m

Sus inconvenientes son el elevado precio de la materia prima, los gastos de mantenimiento por su sensibilidad a los agentes atmosféricos y gases corrosivos y su excesiva deformación elástica. Estos puentes pueden ser de arco, viga, tirantes, etc.; y el acero puede presentar diversas formas según trabaje por tracción, compresión o flexión, pudiendo estar unidas las piezas por remachado en caliente o por soldadura fundamentalmente. Las pilas y estribos pueden ser de hierro o generalmente de hormigón.



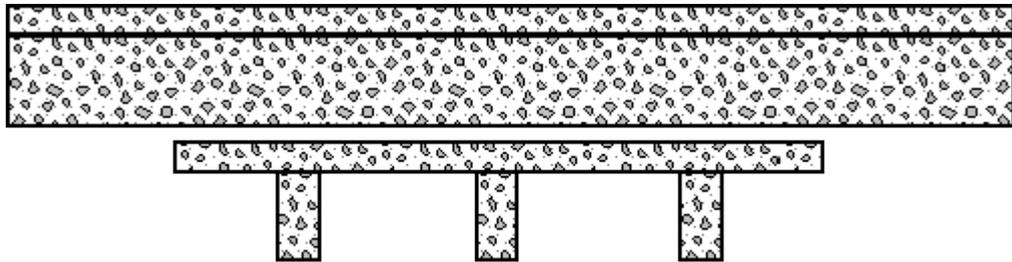
Tomado de: <http://publiespe.espe.edu.ec/academicas/puentes/puentes.htm>



Tomado de: <http://publiespe.espe.edu.ec/academicas/puentes/puentes.htm>

PUNTES DE HORMIGÓN ARMADO.- Posteriores cronológicamente a los metálicos, son preferentemente de arco y viga, adaptándose el hormigón a variadas soluciones que permiten aprovechar un mismo elemento para varios fines.

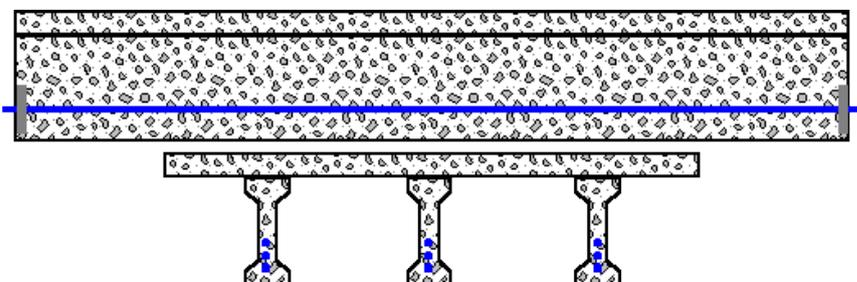
Los puentes de hormigón armado, en carreteras de primero y segundo orden, no tienen gastos de mantenimiento y son de rápida construcción, particularmente si se utilizan elementos prefabricados, han tenido éxito con luces de hasta 25 m. Al ser discreto su coste se utilizan mucho en construcciones no muy atrevidas, luces superiores son inconvenientes para este tipo de puentes por el incremento desmedido de su peso y de su costo.



Puente con Vigas Longitudinales de Hormigón Armado

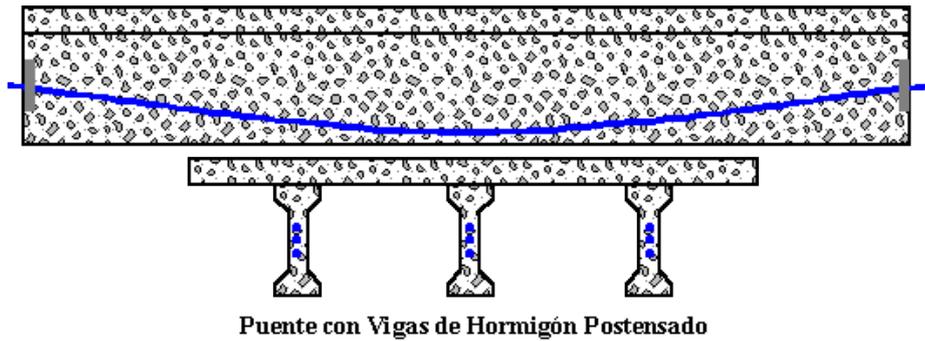
Tomado de: <http://publiespe.espe.edu.ec/academicas/puentes/puentes.htm>

PUNTES DE HORMIGÓN PRE-ESFORZADO.- La tecnología del hormigón pre-esforzado (pretensado y postensado) tradicional permitieron superar parcialmente las limitaciones de los puentes de hormigón armado, son de rápido montaje, no precisan gastos de mantenimiento y presentan grandes posibilidades estéticas, llegándose a implementar soluciones viables en puentes de hasta 45 m de luz.



Puente con Vigas de Hormigón Pretensado

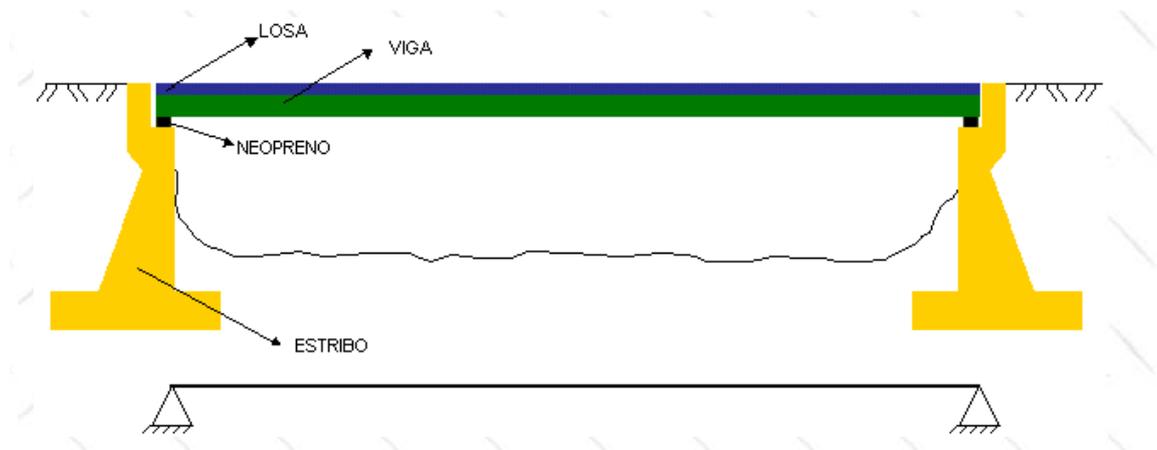
Tomado de: <http://publiespe.espe.edu.ec/academicas/puentes/puentes.htm>



Tomado de: <http://publiespe.espe.edu.ec/academicas/puentes/puentes.htm>

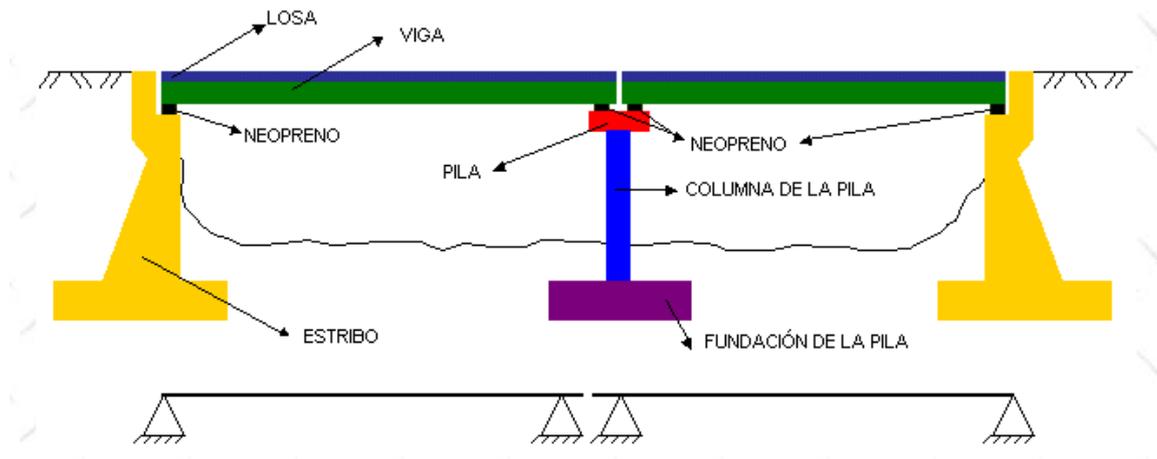
b) El Sistema Estructural Predominante.

CON VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS.- Salvan las luces mediante vigas paralelas, generalmente de hierro o de hormigón pretensado, y sobre cuya ala superior está la superficie de rodadura.



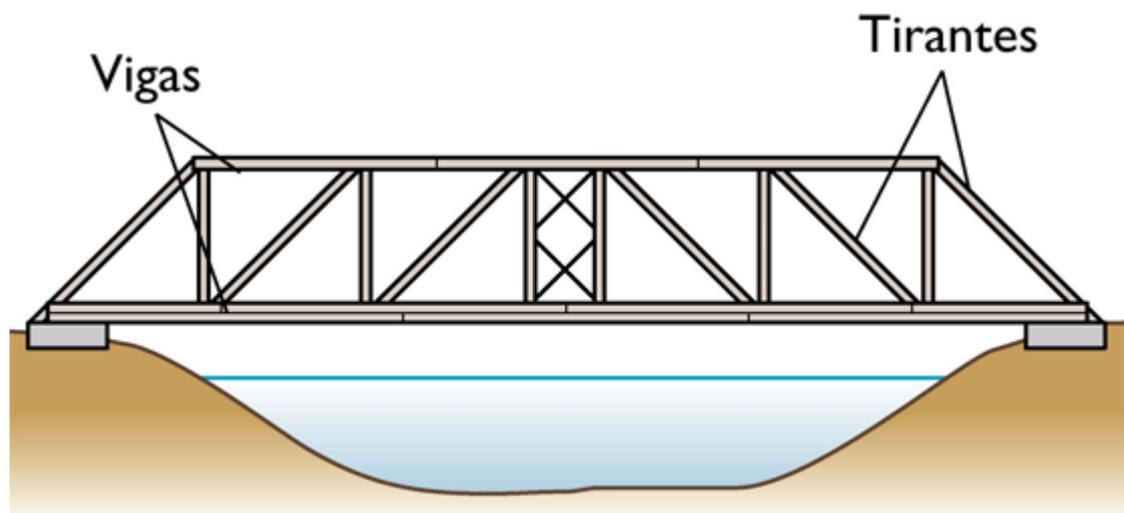
Tomado de: <http://www.miliarium.com/bibliografia/Monografias/Puentes/TiposPuentes.asp>

ISOSTÁTICO EN VARIOS TRAMOS.- Consisten en la sucesión de varios tramos con apoyos intermedios que soportan a vigas simplemente apoyadas de manera continua se los emplea para poder cubrir grandes luces.



Tomado de: <http://www.miliarium.com/bibliografia/Monografias/Puentes/TiposPuentes.asp>

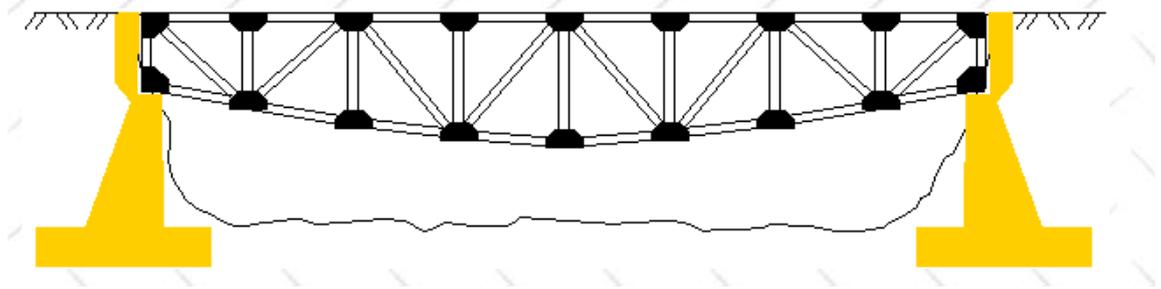
PUNTES DE ARMADURA EN CELOSÍA.- Son semejantes a los isostáticos, pero con vigas en celosía, con elementos de acero soldado o remachado; permiten cubrir grandes luces.



Tomado de: http://tec1uribarri.blogspot.com/2014_01_01_archive.html

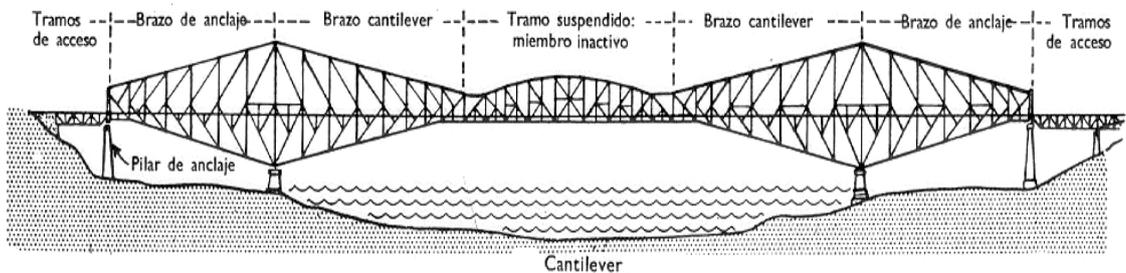
PUNTES TIPO BAILEY.- Son puentes de grandes dimensiones descansan generalmente sobre cimientos de roca o tosca. Si los estratos sobre los que se va a apoyar están muy lejos de la superficie, entonces se hace necesario

utilizar pilares cuya profundidad sea suficiente para asegurar que la carga admisible sea la adecuada.



Tomado de: <http://www.miliarium.com/bibliografia/Monografias/Puentes/TiposPuentes.asp>

PUNTES EN CANTILÉVER.- Constan esquemáticamente de dos voladizos simétricos que salen de dos pilas contiguas, presentan diversas construcciones, en arco o viga, de acero u hormigón, y pueden salvar grandes luces, sin necesidad de estructuras auxiliares de apoyo durante su construcción.



Tomado de: <http://puentes.galeon.com/tipos/pontscantilever.htm>

c) Según el Obstáculo que Salvan.

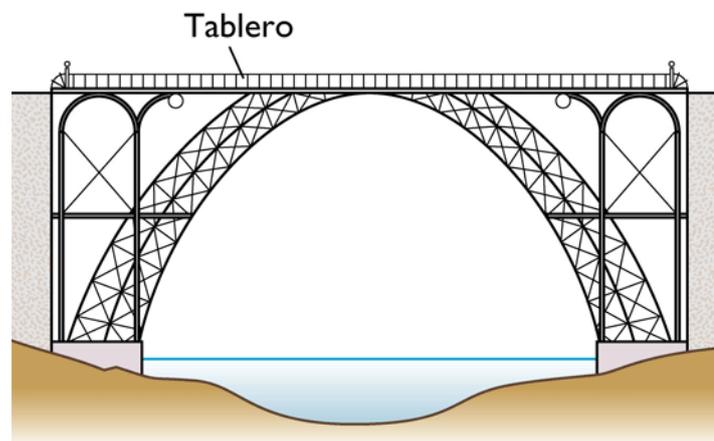
Según el obstáculo que salvan los puentes pueden ser:

- Acueductos: soportan un canal o conductos de agua.
- Viaductos: puentes construidos sobre terreno seco o en un valle y formados por un grupo de tramos cortos.

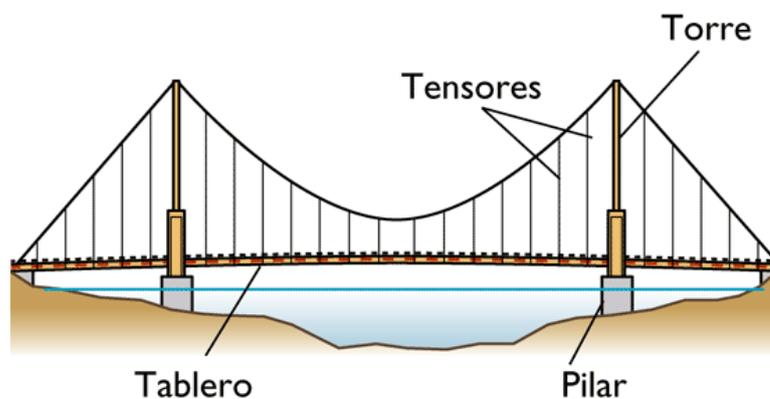
- Pasos elevados: puentes que cruzan autopistas, carreteras o vías de tren.
- Carretera elevada: puente bajo, pavimentado, sobre aguas pantanosas o en una bahía y formado por muchos tramos cortos.
- Alcantarillas: un puente por debajo del cual transitan las aguas de un río o quebrada

d) Según Fundamento Arquitectónico.

Por el fundamento arquitectónico los puentes se clasifican en: en arco, colgantes y atirantados.

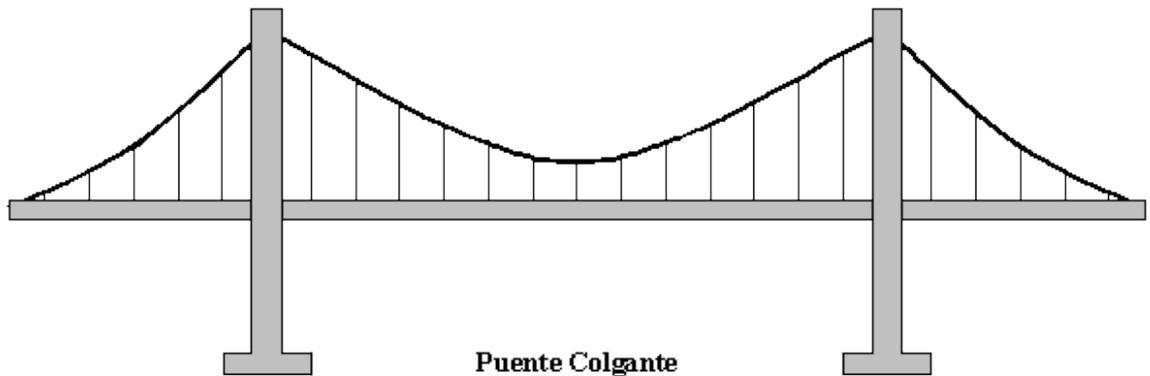


Tomado de: <http://grupo4btosafa.blogspot.com/2010/11/basicamente-las-formas-que-adoptan-los.html>



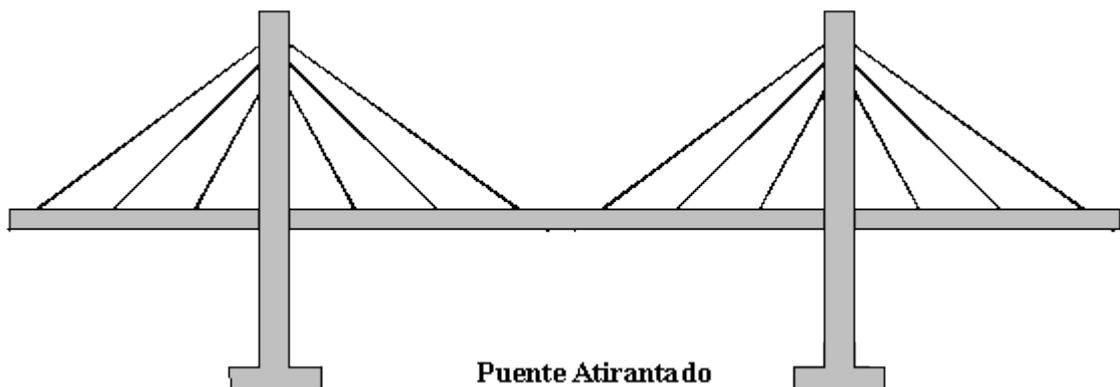
Tomado de: <http://puentelevadizo2000.blogspot.com/>

Puente colgante.- la utilización de cables como los elementos estructurales más importantes de un puente tiene por objetivo el aprovechar la gran capacidad resistente del acero cuando está sometido a tracción.



Tomado de: <http://publiespe.espe.edu.ec/academicas/puentes/puentes.htm>

Puente atirantado.- el diseño y la construcción de puentes atirantados es otra alternativa para manejar el problema de los puentes de gran longitud.



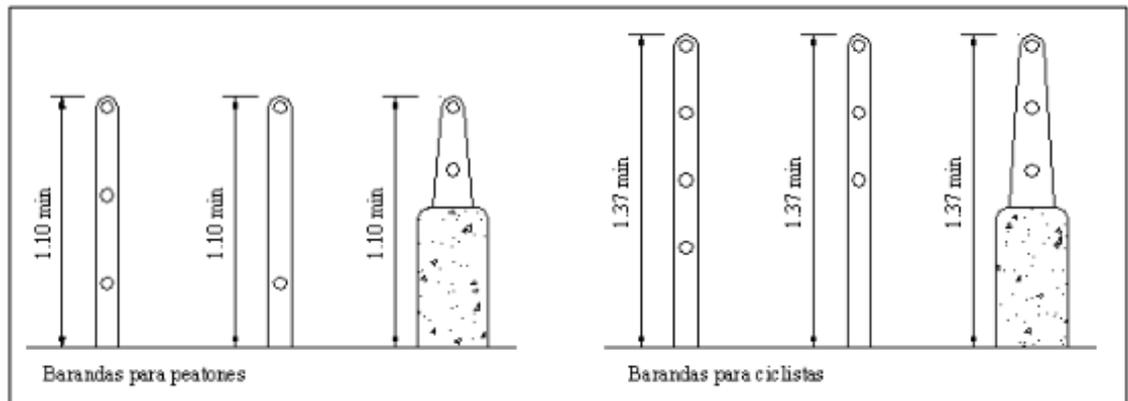
Tomado de: <http://publiespe.espe.edu.ec/academicas/puentes/puentes.htm>

2.2.4. Obras Complementarias

a) Barandas

Los puentes deben ser provistos de barandas o sistemas de barreras para protección de los usuarios. Estos sistemas deben resistir las distintas cargas en las respectivas direcciones.

Para cumplir este objetivo el Manual de Diseño de Puentes señala que la altura de las barandas para puentes peatonales será no menor de 1.10 m. y en casos de ciclovías, será no menor de 1.37 m



Modelos de barandas para tránsito peatonal y de ciclistas separado del vehicular. Adaptado de Herrera Mantilla, Jerónimo. Puentes, Univ. Católica de Colombia 1996.

Además, las barandas deben ser especificadas de tal forma que sean económicas y estéticas. Debe considerarse el aspecto estético al momento de escoger el tipo de baranda o barrera de manera que pueda lograrse armonía con el resto de la estructura. En general, las soluciones mixtas de barandas de metal más concreto satisfacen estos requisitos.

b) Separadores

En general, para facilitar el flujo de tráfico cuando existe un puente en dos sentidos se recomienda separar el tráfico. Para lograr ese fin, se especifica el uso de separadores centrales y laterales.

Sin embargo, se dan casos donde se pueda justificar razones técnico-económicas en estructuras excepcionales el ancho podrá ser reducido a sólo 1m, previa aprobación. Además, en casos extremos el separador central se podrá reducir a una barrera o defensa y a una franja de seguridad o berma a cada lado.

En puentes con dos vías de tráfico, puede disponerse de una barrera de mediana magnitud como elemento separador entre las dos vías. En obras urbanas, se admiten barreras especiales, más ligeras y estéticas, pero con la resistencia verificada.

Las barreras serán ubicadas como mínimo a 0.60 m del borde de una vía y como máximo a 1.20 m.

c) Losas de transición

Las losas de transición tendrán un espesor mínimo de 0.20 m y una longitud límite justificado dentro de la geometría del puente y los accesos. Además, se especifica que estarán ligados a la estructura o al estribo del puente mediante articulaciones de concreto, sin conectores, y apoyadas en el terraplén de acceso.

d) Muros de alas

Los muros de ala son estructuras laminares solidarios con geometría adecuada para la contención lateral de los terraplenes de acceso. Deben tener un espesor no menor de 0.25 m y confinar preferentemente toda la losa de transición.

e) Iluminación

Los puentes deben ser iluminados adecuadamente. El uso de la iluminación, reflectorización, intermitencia u otros dispositivos, deberá regularse, por razones de seguridad, con la señalización propia del camino.

f) Señalización

Las medidas de señalización serán tomadas durante las etapas de construcción y servicio del puente. Igualmente, se debe establecer los elementos y secciones de refuerzo de los carteles, sus elementos de soporte y materiales.

g) Sistema de Drenaje

Se debe considerar en lo posible:

- Una sola pendiente en casos de puentes cortos.
- La situación de mayor pendiente longitudinal., recomendándose valores mayores que 0.5%.

En caso de situaciones favorables (con rampa con pendiente mayor a 2% y longitud menor que 50 m), el drenaje será previsto con una captación ubicada en el extremo más bajo de la obra y secciones transversales con una inclinación mayor ó igual a 2%. En el caso de situaciones desfavorables (rampas sin pendiente longitudinal, trecho más bajo de curvas verticales cóncavas) el drenaje puede ser proporcionado mediante una canaleta lateral con inclinación no nula.

En todos los elementos cuando exista la posibilidad de acumulación de aguas en las partes internas de la estructura, se preverán medidas de drenaje en la parte más baja de la zona de acumulación.

Además, para el drenaje transversal, se establecerá:

- Pendientes transversales no nulas.
- Pendiente transversal mínima de 2% (2 cm/m), para las superficies de rodadura.

En caso de puentes en transiciones, se justificará la variación de las pendientes las cuales deberán ser estudiadas y justificadas.

h) Elementos de captación

Para eliminar rápidamente las descargas de aguas pluviales se pueden considerar el uso de elementos de captación. Estos elementos serán colocados preferentemente cerca de los bordes exteriores de la vía de

tráfico. Su espaciamiento estará en función de la descarga de agua pluvial esperada.

Se considera adecuado en el caso de puentes susceptibles a descargas directas elevadas. Además, se debe considerar en el diseño medidas de protección contra la corrosión y las manchas ferruginosas, si se utilizan tubos o dispositivos de fijación metálicos.

También, Herrera Mantilla (1996), recomienda colocar drenes de 10 cm diámetro al lado de los bordillos a cada lado con una separación de 4 m como máximo.

i) Pavimentación

La pavimentación de la superficie superior deberá ser realizada mediante el uso de pavimentos rígidos o flexibles. Se elegirá el tipo de pavimento en función de la facilidad de obtención de materiales, la disponibilidad de equipos adecuados y la continuidad con el pavimento de la carretera. El espesor del pavimento será elegido en función al tráfico esperado en la vía.

Además se deberá prever las juntas de pavimento. En general, estas juntas del pavimento estarán ubicadas en las juntas de dilatación del puente.

2.2.5. Trazado vial

a) Diseño del Trazado Vial

Con el trazado vial se busca optimizar la continuidad vial y establecer en estas líneas las posibles alternativas de las vías, para esto es necesario tanto el reconocimiento y estudio de campo como el buen manejo de los paquetes computacionales para mantener un diseño efectivo y con la funcionalidad necesaria.

Como lo dice (Paco Junior Alcoser Serrano Paco, 2010), para realizar el trazado y replanteo previo a la construcción de una carretera ya sea ésta

urbana o rural, se necesita recopilar toda la información del proyecto vial, tales como los datos contenidos en el diseño horizontal, diseño vertical, especificaciones técnicas, cuadro de cantidades y cronograma, y en ciertas ocasiones de las memorias de cálculo

En este caso son las normas y procedimientos para la construcción de la carretera están basados en las especificaciones generales del MOP-001F-2000.

Este estudio es importante ya que de esta forma se puede observar la mejor alternativa para el trazado vial, el ancho de vía y también las afectaciones que existen a lo largo de dichas alternativas, para así llegar a diseñar bajo las normas y especificaciones técnicas vigentes.

2.2.6. Historia de las vías terrestres

Según lo expresa (Nigenda, 2011) los primeros caminos que aparecieron en el mundo eran peatonales por el simple hecho de que en un inicio la existencia de nómadas predominaba en la tierra; sin embargo con el paso del tiempo dichos caminos se direccionaron a varias finalidades como la religiosa, comercio o conquista.

Los Incas de Sudamérica construyeron una avanzada red de caminos peatonales que permaneció en su mayor apogeo por varios años pese a que la rueda como invento ya había aparecido; esto por el simple hecho de que los incas no tenían conocimiento alguno sobre su existencia.

Al aparecer la rueda como invento; se observó el cambio drástico de caminos peatonales a carreteras en varias partes del mundo excepto en Sudamérica; obligando a que dichos caminos se acondicionen de la mejor manera para brindar un tránsito rápido, eficaz y cómodo a los transeúntes; así los primeros caminos conocidos son los creados por los espartanos y fenicios.

En su presentación (Cardoso, 2013) indica que los mesopotámicos fueron uno de los primeros constructores de carreteras hacia el año 3500A.C., a quienes les siguieron los Chinos que desarrollaron un sistema de carreteras

en torno al siglo XI A.C. y terminaron construyendo la conocida ruta de la seda (la más larga del mundo) durante 2000 años.

La colocación de rocas en los caminos peatonales blandos o en lodazales fueron acciones que se tomaron para adecuar las carreteras a las necesidades de los nuevos transportes, tomando en cuenta detalles como el de evitar aberturas que ocasionarían la incrustación de la rueda entre las rocas, entre otras.

2.2.7. Tipos de vías

a) Red vial estatal

Según consta en el documento de (MTOP - Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2002); la red vial estatal se encuentra constituida por todas las vías, las cuales tienen como única entidad responsable de su administración así como de su manejo y control; al Ministerio de Transporte y Obras Públicas "MTOP".

Esta red vial estatal se encuentra conformada por: vías primarias y secundarias, que son los caminos que registran el mayor tráfico vehicular y su función principal es la de intercomunicar a las capitales de provincia, cabeceras de cantón, puertos de frontera internacional con o sin aduana y a los grandes y medianos centros de actividad económica.

Las *vías primarias* conocidas también como corredores arteriales, se forman por rutas que conectan cruces de frontera, puertos, y capitales de provincia; el tráfico que poseen proviene de las vías secundarias. Estas vías reciben un nombre propio; tipo código que se encuentra compuesto por la letra E, un numeral de uno a tres dígitos y en algunos casos una letra indicando rutas alternas (A, B, C, etc.). Estas vías también se consideran una troncal si tienen dirección norte-sur; siendo numerado de dos dígitos e impar.

Las *vías secundarias* o vías colectoras, comprenden rutas que buscan recolectar el tráfico de una zona rural o urbana para guiarlo a las vías primarias. Estas vías reciben un nombre propio compuesto por las ciudades o localidades que conectan; además reciben un código compuesto por la

letra E, un numeral de dos o tres dígitos y en algunos casos una letra indicando rutas alternas (A, B, C, etc.).

b) Red vial provincial

Este conjunto de vías se encuentra administrado por cada uno de los Consejos Provinciales, y está integrada por las vías terciarias y caminos vecinales. Las vías terciarias conectan cabeceras de parroquias y zonas de producción con los caminos de la red vial nacional y caminos vecinales, de un reducido tráfico.

c) Red vial cantonal

Esta red vial se encuentra conformada de la misma forma que la red vial provincial; sin embargo su administración se realiza por cada uno de los consejos municipales

2.2.8. Estudio de tráfico

El objetivo fundamental del estudio de tráfico es la determinación del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) que tiene una vía y que fundamentado en el análisis de tráfico, tasas de crecimiento y proyecciones, estimar el TPDA para el futuro, mismo que se constituye en el parámetro fundamental para el análisis y diseño de pavimentos.

a) Alcance

El Estudio de tráfico se lo realizará según la siguiente estructura y metodología, a fin de establecer la demanda actual y futura del proyecto.

- Investigación preliminar del proyecto
- Determinación del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)
- Proyección del TPDA

b) Metodología y Trabajo de Campo

El alcance del trabajo define la estimación del tráfico, por lo que se contabilizó el número de vehículos durante 12 horas, clasificándolos en los siguientes tipos de vehículos:

- Livianos (autos y camionetas)
- Buses
- Camiones

2.2.9. Estudio Ambiental

Según (Briceño, 2012) se llama evaluación de impacto ambiental o estudio de impacto ambiental (EIA), a un análisis anterior a la ejecución de un proyecto en donde se identifiquen las posibles consecuencias que éste tendrá con relación a la salud ambiental así como a la integridad de los ecosistemas en los que se piensa implantar dicha construcción; por otro lado toma muy en cuenta la calidad que se presta a los servicios ambientales dentro del proyecto y las condiciones que estos proporcionarán en sus alrededores.

El estudio de impacto ambiental; con el paso de los años, ha ido tomando fuerza y reglamentándose en muchas legislaciones, con el fin de frenar las consecuencias negativas que la construcción indiscriminada de proyectos ha causado en el mundo; por lo que, las consecuencias negativas que resulten de una EIA son consideradas dependiendo de cada legislación por el impacto que provocan con la severidad necesaria; es decir *“abarca desde la paralización definitiva del proyecto hasta su ignorancia completa”* (Briceño, 2012).

El EIA se realiza siempre con relación a un proyecto específico; el mismo que se encuentra ya definido en sus puntos particulares como: tipo de obra, materiales a ser usados, procedimientos constructivos, trabajos de mantenimiento en la fase operativa, tecnologías utilizadas, insumos, etc.

2.3. MARCO LEGAL

Para poder realizar el trazado de caminos y carreteras; así como diseñar el puente y la estructura del pavimento; se utilizará varias normativas tanto nacionales como internacionales que se encuentren vigentes y son aceptadas en el país; es por ello que para la elaboración del proyecto se toma como principal base legal a: la ley de caminos, la norma ASSHTO para la estructura de pavimentos y la norma ASSHTO para diseñar puentes.

Dentro de la *LEY DE CAMINOS* se puede citar a varios artículos importantes relacionados con la construcción de caminos públicos, los mismos que están divididos en algunos subtemas así:

De los caminos públicos:

- **Artículos 1 – 2 – 3 – 4 – 9 y 10:** los cuales hacen referencia a la definición de caminos públicos, del control y aprobación de trabajos; así como también el derecho de vía el cual proporciona la facultad de ocupar el terreno necesario para la construcción, conservación, ensanchamiento, mejoramiento o rectificación de caminos sin olvidar las expropiaciones para obras viales públicas a cargo del gobierno.

De la conservación de los caminos públicos:

- **Artículo 23:** Mencionando como responsable de la conservación de los caminos públicos y en general de los servicios de vialidad a las entidades respectivas cada una en su jurisdicción.

Del control de los caminos públicos:

- Según: **Art. 3** *control de los caminos públicos*, **Art. 4** *aprobación del proyecto vial y delimitación del derecho de vía*; **Art 5** *ocupación de terreno o espacios necesarios*; es necesario para la construcción, ensanchamiento o mejoramiento de caminos someter los proyectos y planos a consideración y aprobación del MTOP; presentando todos los documentos necesarios ante los directores provinciales.

Del uso y conservación de los caminos públicos en:

Las normas generales:

- **Artículo 23:** En donde indica que con el afán de mantener el buen uso y conservación de los caminos públicos; los vehículos cuyo peso sea superior a 5.000kg y no exceda de 46.000 kg, se sujetaran a las normas establecidas por la ley en ese capítulo.
- **Artículo 24:** El cual hace referencia a la prohibición de circulación de algunos vehículos y para efectos de clasificación de los vehículos sujetos al control se tiene las nomenclaturas en el *Art. 34*.

De los pesos, dimensiones y más características de los vehículos:

- **Artículos 35 y 36:** En donde se habla de los pesos, dimensiones máximas y más características de los vehículos autorizados a circular en carreteras de uso público.

Del control de los pesos y medidas de los vehículos:

- **Artículos 37 y 39:** En donde se habla que el control de los pesos y medidas de los vehículos será ejercido por el MTOP; conjuntamente con los organismos y autoridades de tránsito y transporte terrestre; así como también el hecho de que el control previo a la circulación en las vías será para aquellos vehículos cuyos pesos y dimensiones excedan los previstos en el reglamento; por lo cual se encontrarán prohibidos de circular por las vías del país.

Para el diseño de pavimentos flexibles dentro de la norma AASHTO 93; la misma que habla de la utilización de varios factores que al incluirse en el diseño garantizará su vida útil y su funcionalidad, se encuentra:

- Los factores principales: factor de confiabilidad y el módulo resiliente; que corresponde a los principios fundamentales de la teoría elástica para la determinación de las propiedades de resistencia de materiales. Con estos módulos resilientes se determinará los coeficientes estructurales, tanto de los materiales naturales o procesados, como de los estabilizados.

- Ecuación AASHTO-93; la misma que tiene la siguiente forma:

$$\log_{10} W_{t18} = Z_R * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

En donde las **variables independientes** son:

Wt18: Número de aplicaciones de cargas equivalentes de 80 kN acumuladas en el periodo de diseño (n)

ZR: Valor del desviador en una curva de distribución normal, función de la Confiabilidad del diseño (R) o grado confianza en que las cargas de diseño no serán superadas por las cargas reales aplicadas sobre el pavimento.

So: Desviación estándar del sistema, función de posibles variaciones en las estimaciones de tránsito (cargas y volúmenes) y comportamiento del pavimento a lo largo de su vida de servicio.

ΔPSI: Pérdida de Serviciabilidad (Condición de Servicio) prevista en el diseño, y medida como la diferencia entre la “planitud” (calidad de acabado) del pavimento al concluirse su construcción (Serviceabilidad Inicial (po) y su planitud al final del periodo de diseño (Servicapacidad Final (pt).

MR: Módulo Resiliente de la subrasante y de las capas de bases y sub-bases granulares, obtenido a través de ecuaciones de correlación con la capacidad portante (CBR) de los materiales (suelos y granulares).

Variable dependiente:

SN: Número Estructural, o capacidad de la estructura para soportar las cargas bajo las condiciones (variables independientes) de diseño.

- En el procedimiento para el diseño **AASHTO '93** se considera como variables generales de diseño y construcción aquellas que deben ser consideradas en cualquier estructura de pavimentos; así se incluyen

limitaciones de: tiempo, tráfico, confiabilidad y efectos ambientales; esto de acuerdo a las tablas y figuras que ese código incluye para su diseño.

Para el diseño de puentes, la normativa **AASHTO** especifica varios puntos como en el caso de los carriles de carga, las sobrecargas como camiones normalizados o sobrecargas equivalentes; todo esto se lo puede reproducir como una carga uniforme en combinación con una carga puntual, así hay varios puntos y literales que se exponen para su diseño:

- **ASSHTO 3.7.6B:** Indica que para el cálculo de momentos y cortantes se debe utilizar diferentes cargas concentradas: *la carga de línea equivalente* se usa cuando se producen tensiones mayores que los ejemplos de carga correspondientes, *la carga concentrada* y *la carga uniforme* deben considerarse como uniformemente distribuidas sobre el ancho de 3.00 m para el carril del tráfico.
- Para el diseño también existe la *carga HS-MOP* la cual corresponde a la **HS20-44** con un incremento de 25% en la magnitud de los dos modelos, camión estándar y carga de línea. Hay que tomar en cuenta que las líneas de carga de 3.00 m deben ubicarse dentro de los anchos de vía para producir los máximos efectos.
- **ASSHTO 3.3.6 – 3.6 – 3.8:** En donde se detallan cuáles son los pesos específicos a utilizar en la carga muerta; cuales son los pesos de las cargas móviles aplicadas debido a vehículos y peatones en lo que respecta a la carga viva; y el factor de impacto el cual dice que se debe incrementar las cargas vivas de tráfico para considerar los efectos.
- **ASSHTO 3.12:** Indica que cuando los esfuerzos máximos sobre cualquier miembro son producidos por la carga simultánea de varios carriles de tráfico, se pueden utilizar distintos porcentajes de carga viva; en vista de la poca probabilidad de coincidencia de las cargas máximas.

- **ASSHTO 2.2.5:** Cuando no se utilizan aceras en las aproximaciones de la carretera al puente; la altura de la acera del puente, medida desde la capa de rodadura, no debe ser menor que 20 cm y preferiblemente no mayor a 25 cm.
- **ASSHTO 3.14.1:** Los pisos de las aceras, las vigas longitudinales y su apoyo inmediatos se deben diseñar para una carga viva peatonal de 415 Kg/m² de área de acera.
- **ASSHTO 3.14.2:** Los bordillos se deben diseñar para resistir una fuerza lateral no menor que 745 kg/m de bordillo aplicada en el tope, o si el bordillo tiene más de 25 cm de altura a una altura de 25 cm sobre la calzada.
- **ASSHTO 2.7.1:** Se debe considerar también para las cargas sobre las protecciones independientemente de su objetivo principal el cual es contener al vehículo promedio que utiliza la estructura; a:
 - La seguridad de los ocupantes de un vehículo que choca contra la protección
 - La seguridad de otros vehículos cercanos a la colisión
 - La seguridad de los vehículos o peatones que se encuentran bajo la estructura
 - La estética y visibilidad de los vehículos que transitan sobre el puente.
- Se deben diseñar los pasamanos para un momento debido a cargas concentradas en el centro del panel y en la unión con los postes de $PL/6$ donde L es la separación entre postes y P' es igual a P, P/2 o P/3, modificadas con el factor C cuando sea requerido. Los pasamanos de las protecciones combinadas se deben diseñar para un momento en el centro del panel y en la unión de los postes de $0,1wL^2$.
- **ASSHTO 2.1.1:** La carga de diseño de las protecciones es $P=4.550$ Kg.

- **ASSHTO 2.7.2.2.3 y 2.7.3.2.2:** La carga de diseño de las protecciones de peatones o bicicletas transversal y vertical, actuando simultáneamente en cada pasamano debe ser $w \geq 75$ kg/m.

- **ASSHTO 2.7.1.3.1:** El factor de amplificación de la carga de diseño

de las protecciones C es: $C = 1 + \frac{h - 84}{46} \geq 1$ (Figura 2.7.4B); donde h es la altura en cm de la cara superior del pasamanos más alto sobre la superficie de referencia.

- **ASSHTO 2.7.4.1:** Las protecciones se deben diseñar por el método elástico de esfuerzos admisibles para el material apropiado.

- **ASSHTO 3.15 y 3.15.3:** Estos puntos especifican una velocidad básica del viento de 160 km/h para el cálculo de cargas y fuerzas de viento así como para cargas de volteo por viento; la dirección del viento es perpendicular al eje longitudinal de la estructura, y adicionalmente se debe considerar una fuerza hacia arriba aplicada sobre un punto a $\frac{1}{4}$ del ancho transversal de la superestructura hacia el lado de barlovento.

- **ASSHTO 3.17:** Se debe proveer una adecuada fijación de la superestructura a la infraestructura asegurando que el levantamiento calculado en cualquier apoyo sea resistido mediante miembros tensionados sujetos a una masa de mampostería igual a la mayor fuerza obtenida para una de las dos condiciones siguientes:

- 100 por ciento del levantamiento calculado producido por una carga o una combinación de cargas en la que la carga viva más el impacto son incrementados en el 100%.
- 150 por ciento del levantamiento calculado correspondiente a cargas de servicio. Los pernos de anclaje sujetos a tensión y otros elementos de la estructura esforzados en las condiciones antes armadas se deben diseñar para el 150% del esfuerzo admisible básico.

- **ASSHTO 3.16:** Para el diseño se debe considerar los esfuerzos y deformaciones en la estructura debidos a la variación de la temperatura; así también se debe determinar el aumento y la disminución de la temperatura para el sitio donde será construida la estructura y realizar los cálculos en relación a una temperatura asumida para el instante del montaje.
- **ASSHTO 3.20:** Las estructuras de contención de relleno se deben diseñar para soportar presiones de la teoría de Coulomb u otras permitidas en la sección 5 de la norma equivalente a 480 kg/m³. Para pórticos rígidos se puede utilizar un máxima de $\frac{1}{2}$ del momento producido por la presión lateral de tierra para reducir el momento positivo de las vigas de la losa superior o en las losas superior e inferior según el caso.
- **ASSHTO 6.6.6:** Cuando la carga vehicular se ubica a una distancia horizontal igual a $\frac{1}{2}$ de la altura del muro se debe incrementar el empuje lateral del relleno mediante la sobre posición de carga viva correspondiente a una altura mínima de 60cm de tierra; los muros a gravedad y semi gravedad se deben diseñar para asegurar la estabilidad frente a posibles modos de falla con algunos factores de seguridad.
- **ASSHTO 3.21:** En las regiones sísmicas se debe diseñar las estructuras para resistir movimientos sísmicos considerando: la relación del sitio con fallas activas, la respuesta sísmica del suelo y las características de la respuesta dinámica de la estructura de acuerdo a la división 1^a de la norma (Seismic Design).
- **ASSHTO 3.22:** Para las combinaciones de cargas, los grupos de cargas representan varias combinaciones de cargas y fuerzas que pueden actuar sobre la estructura. Todos los miembros de la estructura o de la cimentación se deben diseñar para estos grupos de combinaciones, que son aplicables según el tipo de diseño que se utilice.

- **ASSHTO 3.23.1:** La distribución lateral de las cargas de las ruedas ubicadas sobre los extremos de las vigas debe ser aquella que resulta de suponer que el piso actúa como una viga simplemente apoyada sobre esas vigas para ruedas y ejes ubicados en otra posición de la luz; *la distribución para cortante* se debe determinar con el método prescrito para momento, excepto que los cálculos de cortante horizontal en las vigas de madera se debe calcular con el artículo 13.3.
- **ASSHTO 3.23.2:** Para el cálculo de los momentos flectores en las vigas longitudinales, se asume que no se produce ningún efecto de distribución longitudinal de las cargas de las ruedas. La distribución transversal se determina de la siguiente manera:
 - En el cálculo de los momentos flectores de las vigas de piso la *AASHTO 3.23.3* dice que no se debe asumir una distribución transversal de las cargas de las ruedas. Si se omiten las vigas longitudinales y el piso se soporta directamente sobre las vigas de piso.
- **ASSHTO 3.24, literal 3.24.1 y 3.24.2:** Dentro de la distribución de las cargas y diseño de las losas se habla de la longitud de los tramos; la cual debe ser la distancia entre los centros de los apoyos, pero no debe ser mayor a la luz libre más el espesor de la losa; así como también se habla de la distancia entre las cargas de las ruedas y el borde para el diseño de las losas, en la cual dice que la carga de rueda y el bordillo debe ser de 30cm. Si no se usan bordillos o aceras la carga de rueda se debe ubicar a 30cm de la cara de la protección.
- **ASSHTO 3.24.3:** El momento flector por metro de ancho de la losa se debe calcular de acuerdo con los métodos indicados en los casos A y B, a menos que se utilice otro método de mayor exactitud considerando el área de contacto con la llanta. Dicha área necesaria para métodos de mayor exactitud se especifica en el artículo 3.30.

- Las losas diseñadas para el momento flector como se indica en el artículo 3.24.3 se deben considerar satisfactorias para la adherencia y el cortante como lo dice el artículo **ASSHTO 3.24.4**.
- **ASSHTO 3.24.5:** La losa se debe diseñar para soportar las cargas independientemente de los efectos de cualquier apoyo de borde a lo largo del extremo del voladizo.
- **ASSHTO 3.24.10:** Para considerar la distribución lateral de las cargas vivas concentradas, se debe colocar un refuerzo transversal al acero de refuerzo principal en la parte inferior de todas las losas; excepto en las alcantarillas o en los puentes losa en los que la altura o el relleno sobre la losa es mayor que 60cm.

Dentro del proyecto se contempla también el efecto ambiental que proporcionará la construcción en el instante de su ejecución así como con el paso de los años; y para ello se toma en cuenta lo descrito en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente:

- Para los estudios ambientales, según la norma informa que la construcción de un puente menor a 500 metros se encuentra en categoría II; por lo que se tiene que obtener una licencia ambiental denominada Licencia Ambiental Categoría II mediante la aprobación de una ficha ambiental con su respectivo plan de manejo.

Las normas detalladas se adjuntan en el **Anexo 1**.

CAPITULO III

3. INVENTIVA GENERAL DEL PROYECTO

3.1. ANTECEDENTES

Las primeras comunidades se desarrollaron tras unirse un grupo de individuos los cuales entendieron que por sí mismos no podían tener la misma subsistencia y defensa ante las distintas exigencias del medio o entorno que les rodeaba que trabajando en conjunto; con ello lograron conseguir mejores recursos y bienes que abastecían las necesidades de un gran número de personas y al mismo tiempo de su calidad de vida.

Es por ello que se inició con la creación de aldeas y tribus que evolucionaron en sociedades primitivas y con su expansión a nuevos territorios se inicia con las **infraestructuras**, lo que les permitía unir sus territorios y por medio de rutas, carreteras y **puentes** aspectos como: la comunicación; los negocios y las relaciones sociales empezaron a surgir y mejorar con el paso del tiempo.

Desde los puentes más rústicos; hasta aquellos que son una verdadera obra maestra de *ingeniería e infraestructura*; tienen como esencia y objetivo el subsanar y solucionar el acceso a zonas que se ven imposibilitadas de acceder. En la actualidad hay muchas tecnologías que son aplicables en la construcción de puentes; otorgando obras maestras como los famosos puentes colgantes que atraviesan una gran cantidad de kilómetros, hasta aquellos que se realizan en hormigón o losa y que son de unos pocos metros, para unir comunidades, etc.

La historia de los puentes va de la mano con la historia de la ingeniería estructural considerada como una rama clásica de la ingeniería civil que se ocupa del diseño y cálculo de la parte estructural en elementos y sistemas estructurales tales como edificios, puentes, muros, presas, túneles y otras obras civiles; con el único fin de conseguir estructuras seguras, resistentes y funcionales para el desarrollo de una comunidad, provincia, país, etc.

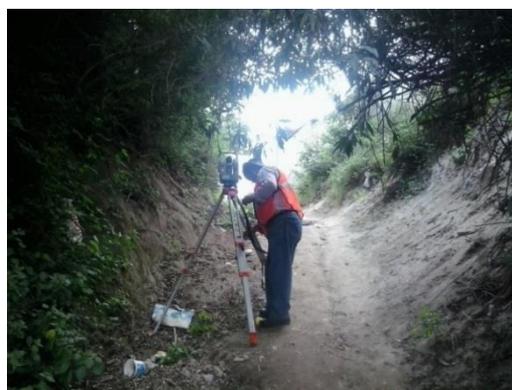
Por éstas razones y tomando en cuenta que los puentes son unas de las infraestructuras más antiguas e importantes en el desarrollo social mundial y antes de iniciar con el desarrollo del proyecto; es necesario conocer cómo está la vía y el puente en Guayllabamba actualmente.

La vía que conecta los barrios de La Concepción y San Lorenzo es peatonal y se encuentra en mal estado; dificultando por ello la comunicación entre los barrios y aumentando el tiempo de recorrido vehicular entre los moradores. La vía actualmente es de tierra y como se puede observar en la foto tiene un ancho inicial de 4,50m desde la abscisa 0+000 hasta la 0+050:



Vía actual en la abscisa 0+040.
Elaborado por: Nelson Aguirre N.

Continuando se observa que la vía se reduce desde la abscisa 0+050 hasta la abscisa 0+100 a un ancho promedio de 2m, lo que trae como consecuencia en el tramo un gran movimiento de tierras debido al ancho mínimo que presenta y a la altura de sus taludes laterales existentes, como se ilustra en la siguiente fotografía:



Vía actual en la abscisa 0+080.
Elaborado por: Nelson Aguirre N.

Finalmente se observa que existe un ensanchamiento de vía posterior de promedio 4m, desde la abscisa 0+100 hasta la abscisa 0+300, con la particularidad que en este tramo no existen taludes laterales; de la siguiente forma:



Vía actual en la abscisa 0+120.
Elaborado por: Nelson Aguirre N.

Una vez identificado el estado actual de la vía es necesario documentar la **realidad del puente** existente, el mismo que fue elaborado por iniciativa de los moradores sin precautelar la seguridad ya que consta únicamente de un tronco que atraviesa el río como se puede observar en la siguiente fotografía:



Puente actual provisionado por los moradores de la zona.
Elaborado por: Nelson Aguirre N.

Las orillas del río presentan socavación en el sector donde será implantado el puente por lo que es necesario colocar estructuras de defensa como protección para las bases; la realidad se presenta en la siguiente fotografía:



Orillas del río Coyago
Elaborado por: Nelson Aguirre N.



Huella en las orillas de crecidas posteriores.
Elaborado por: Nelson Aguirre N.

El rastro dejado por el nivel de crecida del río, tanto en las orillas como en la parte inferior del puente provisional tiene que ser considerado como un dato importante; y al existir poca diferencia de niveles entre el fondo del río y el borde superior de éste; es necesario que el galibo a escoger sea el

adecuado; la siguiente fotografía indica el deterioro en la parte baja del puente provisional lo que revela hasta donde llega el río en creciente:



Deterioro del puente provisional
Elaborado por: Nelson Aguirre N.

Conociendo la realidad de la vía y el puente existente se procede a realizar los estudios necesarios como inicio para el desarrollo del proyecto planteado:

Los **estudios topográficos** parten de la colocación de puntos y referencias con los cuales se procederá a realizar el diseño geométrico de la vía y la correcta ubicación del puente.



Colocación de puntos y referencias.
Elaborado por: Nelson Aguirre N.



Levantamiento Topográfico.
Elaborado por: Nelson Aguirre N.

Con las deducciones obtenidas en el estudio anterior; los **estudios hidrológicos** continúan con la toma de muestras del lecho del río, para obtener posteriormente los resultados de socavamiento que se presentará a un período de diseño determinado.



Toma de muestras del lecho del río
Elaborado por: Nelson Aguirre N.

Para concluir con los estudios preliminares necesarios para el diseño del puente y de la vía se realizan los **estudios de suelos**, los cuales permiten

indicar cuál es el nivel de cimentación del puente y al mismo tiempo ayuda a determinar cuál será la estructura del pavimento.



Proceso de toma de muestras de suelo
Elaborado por: Nelson Aguirre N.



Muestras de suelo
Elaborado por: Nelson Aguirre N.

El proyecto va a necesitar de un volumen de excavación en su tramo inicial; detrás del cual el material extraído se ocupará para conformar el relleno en el diseño de la vía después de realizado el puente; relleno que se necesitará debido al poco desnivel que se encuentra entre el fondo y el borde superior del río como se mencionó anteriormente.

Así también se necesitará de obras auxiliares para el puente debido a las máximas crecidas que el río presenta; y aunque éstas no sean frecuentes se deben realizar para garantizar su funcionalidad y evitar cualquier posible

inconveniente en el uso y desarrollo de la obra al 100%; éstas obras van a proteger a la cimentación del puente en dicho sector.

3.2. METODOLOGÍA

La presente investigación pretende solucionar la problemática expuesta en los antecedentes a través del uso de: tipos, métodos, técnicas o instrumentos que proporcionen la información necesaria para poder justificar la importancia y trascendencia del desarrollo del mismo.

Se aplicará tanto la investigación bibliográfica como la investigación de campo; de esta manera en un principio se necesita **explorar fuentes de información** sobre el desarrollo de puentes y estudios con el fin de conseguir una base sustentable en la cual el proyecto se verá apoyado y con la que el desarrollo se encaminará de la mejor manera; simultáneamente con la aplicación de la información es importante la aplicación de la **investigación de campo** porque el investigador trabaja en el ambiente natural en el cual se piensa desenvolver el proyecto y gracias a los resultados obtenidos en estas investigaciones se podrá alcanzar los datos más relevantes a ser analizados; datos que serán generados de las diferentes muestras tomadas para desarrollar los estudios pertinentes.

Conjuntamente con la investigación se desarrolla dos métodos de investigación necesarios para estructurar firmemente el proyecto planteado, así: el método inductivo el cual conociendo aspectos puntuales sobre temas de ingeniería civil en construcción de puentes; permitirá que se agrupen generando conclusiones importantes y con altos fundamentos, para el proyecto y su aplicación lo que proporcionará datos preliminares para el diseño y futura ejecución del proyecto; y el método analítico – sintético que es importante porque al absorber información de grandes urbes en la investigación, al ser interpretada y adaptada a la realidad de parroquia de Guayllabamba; al obtener datos documentales a través de instrumentos utilizados; permite al investigador analizarlos y sintetizarlos utilizando no solo información científica sino por sobre todo juicios de valor y muestras

(criterios) personales que ayudará como fundamento para la base teórica conseguida.

El instrumento que permitirá la recolección de datos verídica en el proyecto será la observación científica directa, la misma que consiste en la percepción sistemática y dirigida a captar los aspectos más significativos de los objetos (Abril, 2013); para el correcto desarrollo del proyecto éste instrumento de investigación se verá aplicado no solo en los estudios realizados sino también al momento de recolección de muestras, colocación de puntos y referencias; entre otros aspectos que proporcionan los datos requeridos al emplear y observar los procesos directamente y no únicamente con información teórica existente en libros o fuentes informativas.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se aplicará la observación directa en la Parroquia de Guayllabamba específicamente en el sector en donde se encuentra el río Coyago en los meses de enero y febrero del 2014; con la ayuda de personal técnico especializado en cada área quienes contribuirán a levantar una información fidedigna.

El levantamiento de la información se realizará con fichas de observación cuidadosamente elaboradas por el autor para cada estudio; en donde, se registrará la secuencia de datos que al ser información primaria otorgará la base para el diseño del puente y de la vía; éste levantamiento se amplía con trabajo de campo en tres aspectos pilares, como son:

a) Suelos

El estudio de suelos es el que proporciona aspectos importantes para el diseño de la estructura del pavimento y también para el diseño de la infraestructura del puente; con el objeto de recuperar muestras que permitan identificar el perfil estratigráfico del terreno. Para obtener los datos relevantes y necesarios en el diseño del puente, se realizó 2 perforaciones a rotación a las orillas del río Coyago; mientras que para el diseño de la estructura del pavimento se recabó la información al analizar los resultados

obtenidos con el equipo de penetración con cono dinámico DCP, en tres puntos diferentes.

El detalle de los estudios y el mapa de zonificación sísmica del Ecuador se encuentran en el **Anexo 2**.

b) Hidrología

El objetivo del estudio es, calcular el caudal máximo y el nivel máximo que alcanzará el río en la sección elegida para su construcción, para un período de retorno de 100 años. Se identificarán y evaluarán las condiciones hidráulicas de la sección de emplazamiento, en períodos de crecida, a fin de determinar los efectos erosivos consecuentes, mediante el cálculo de la socavación en el cauce del río.

Toda la información a calcularse, permitirá el establecimiento de la luz óptima del puente y el establecimiento de las cotas de cimentación de los apoyos, protecciones y demás elementos constructivos del puente, desde el punto de vista hidrológico e hidráulico.

El detalle de los estudios se encuentra en el **Anexo 3**.

c) Topografía

El principal objetivo de este estudio es la determinación de las características topográficas de la zona donde se realizará la implantación del puente vehicular.

Determinar los accidentes topográficos que podrían afectar el normal desenvolvimiento del río y posteriormente del diseño y funcionalidad del puente, considerando la ubicación de los elementos de infraestructura y todas sus características.

Para el estudio topográfico se ejecutaron las siguientes actividades:

- Localización del sitio de implantación del puente
- Determinación del eje del cause
- Determinación del eje vial
- Determinación del ancho de vía

- Determinación de las coordenadas del eje en los posibles sitios de implantación de los estribos

La presentación de cada uno de los resultados obtenidos en los estudios realizados se la va a hacer en las ***fichas de observación creadas***; en donde se expondrán todos los datos así como las observaciones pertinentes para cada aspecto.

El detalle de los estudios se encuentra en el **Anexo 4 – Planos**.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para realizar el procesamiento de datos se recolectará todas las fichas de observación obtenidas en los estudios; con éstas se inicia un trabajo de gabinete en el que se utiliza el programa de topografía y vías AutoCAD Civil 3D 2013 para el diseño y dibujo tanto del puente como del diseño geométrico de la vía y estructura del pavimento; y para los puntos auxiliares se utiliza el programa SDR Mapping; adicionalmente para el desarrollo de los cálculos necesarios para concluir efectivamente el proyecto planteado se utilizó el programa de office Microsoft Excel.

Para iniciar con la verificación de la hipótesis se toman en cuenta los resultados obtenidos en el trabajo de campo conjuntamente con el trabajo de gabinete así:

DATOS OBTENIDOS DEL ESTUDIO DE SUELOS

- Nivel de cimentación recomendado=2123.55 msnm
- Capacidad de carga= 17T/m²
- Peso específico del suelo de relleno=1.80 T/m³
- Angulo de fricción interna=32°

Para el diseño de la estructura de pavimentos también se realizó su respectivo estudio de suelos para determinar el CBR del suelo y de ésta forma poder realizar un diseño confiable:

- CBR=8
- Aceleración de sitio está en la zona IV del mapa de zonificación sísmica del Ecuador. $A=0.4$

DATOS OBTENIDOS DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO

- Caudal de crecida para $T_r=100$ años=96.20 m³/s
- Velocidad media durante la crecida=3.19 m/s
- Galibo mínimo de seguridad=2.00m
- Nivel de máxima crecida (NMC)=2127.52 msnm
- Nivel normal de estiaje (NNE)= 2125.55 msnm
- Área de la sección transversal para el NMC=30.18m²
- Ancho del río para el NMC=20.00m (el puente presentara un esviajamiento de 30°)
- Pendiente Hidráulica=0.0161
- Área de la cuenca=90.33 km²
- Longitud del cauce principal=20.87 km
- La cota mínima de socavación en el cauce del río es de 2124.90 msnm; es conveniente y recomendable cimentar el puente en una cota inferior a esta.

3.5. PROPUESTA DE DISEÑO

3.5.1. Diseño de la superestructura del puente

1.- DATOS GENERALES

GEOMETRIA DEL PUENTE

LONGITUD DEL TRAMO	Lt=	20,00 m
ANCHO CALZADA	Ac=	7,30 m
ANCHO VEREDA	Av=	0,75 m
LUZ DE CALCULO	Lc=	19,50 m
ANCHO NORMAL DEL PUENTE	An=	8,80 m
SOBREANCHO INTERIOR	Sai=	- m
SOBREANCHO EXTERIOR	Sae=	- m
ANCHO TOTAL DEFINITIVO DEL PUENTE	At=	8,80 m
PENDIENTE TRANSVERSAL	Pt=	0,02 a 2 lados
PENDIENTE LONGITUDINAL	Pl=	-
NIVEL RASANTE DEL PUENTE INICIAL	Nri=	2.131,52 msnm
NIVEL RASANTE DEL PUENTE FINAL	Nrf=	2.131,52 msnm
SEPARACION ENTRE VIGAS	Sv=	3,23 m
NUMERO DE VIGAS	Nv=	3,00
CAPA DE RODADURA	ecr=	0,05 m
ESVIAJAMIENTO EN PLANTA	α =	30,00 °
ABSCISA INICIAL	Abl=	97,72 m
ABSCISA EN EL CENTRO DE LA LUZ	Abcl=	107,72 m
ABSCISA FINAL	Abf=	117,72 m

2.- MATERIALES

HORMIGON TABLERO	f'c=	240,00 kg/cm ²
ACERO DE REFUERZO	Fy=	4.200,00 kg/cm ²
MODULO DE ELASTICIDAD ACERO	Es=	2.030.000,00 kg/cm ²
MODULO DE ELASTICIDAD HORMIGON 12000 $\sqrt{f'c}$	Ec=	185.903,20 kg/cm ²

3.-NORMAS DE DISEÑO

AASHTO 2002

SOBRECARGA { HS-MOP
CARGA EQUIVALENTE MAYORADA (25%)

4.-PROTECCIONES

DATOS

FLEXION:

$$f_c = 0.4 * f'_c = 96,00$$

kg/cm² Esfuerzo de trabajo del hormigón

$$f_s = 0.4 * F_y = 1.680,00$$

kg/cm² Esfuerzo de trabajo del acero

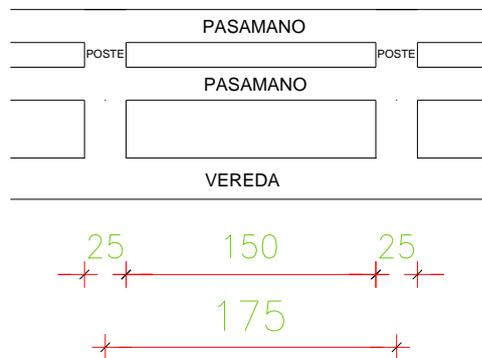
$$n = E_s / E_c = 10,92$$

$$k = (n * f_c) / (n * f_c + f_s) = 0,38$$

$$j = 1 - k / 3 = 0,87$$

$$R = 0.5 * f_c * j * k = 16,08$$

4.1.- PASAMANOS:



$$M_{ext} = P' * L / 6$$

$$P = 4,55 \text{ T}$$

$$P' = P / 2$$

$$L = 1,90 \text{ m}$$

$$M_{ext} = 0,72 \text{ T-m}$$

$$M_r = R * B * d^2$$

Aplicando el Art. 3.24.2.2, podemos incrementar los esfuerzos admisibles en 50%. Reemplazando M_r por M_{ext} y adoptando:

$$M_r = 1.5 * R * B * d^2$$

$$d = \sqrt{M_r / 1.5 * R * b}$$

$$b = 20,00 \text{ cm}$$

$$d = 12,21 \text{ cm}$$

$$h = 20,00 \text{ cm}$$

$$r = 3,00 \text{ cm}$$

$$d = 17,00 \text{ cm}$$

$$A_s(\text{cara int.}) = M/f's*j*d = 1,93 \text{ cm}^2$$

$$f's = 1.5*f_s$$

$$A_s(\text{cara ext.}) = 0.50A_s(\text{cara int.}) = 0,96 \text{ cm}^2$$

Usar: $2\phi 12\text{mm}$ cara int.
 $2\phi 12\text{mm}$ cara ext.

CORTE:

$$V_{\max} = P/2 = 2,27 \text{ T}$$

$$v = V/bd = 6,68 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_c = \quad - \text{ kg/cm}^2$$

Adoptado por seguridad

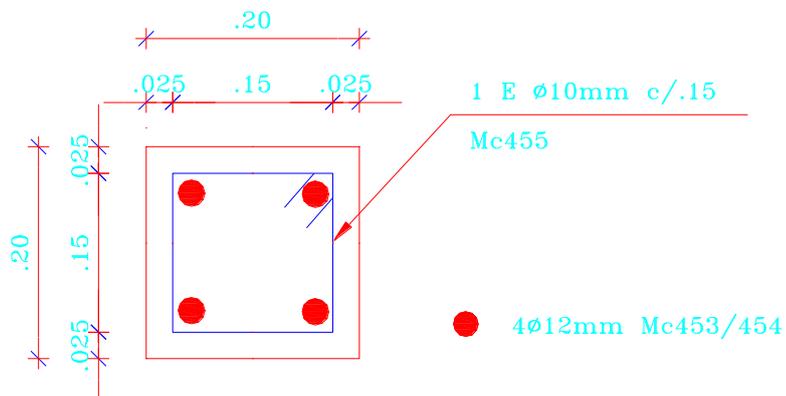
Usamos: Estribos ϕ 10 mm Dos pasamanos

$$A_v = 1,57 \text{ cm}^2$$

$$S = A_v*f_s/(v-v_c)*b =$$

$$19,73 \text{ cm}^2$$

Usar: $1E\phi 10\text{mm}@15\text{cm}$



4.2.- POSTES.-

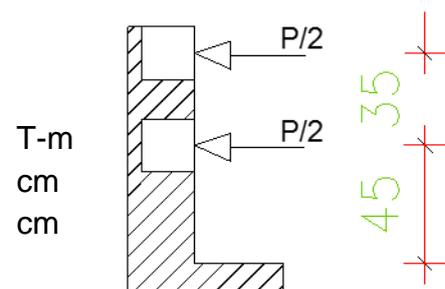
$$P = 4,55 \text{ T}$$

$$M_{\text{ex}} = P/2 * (.45 + .80)$$

$$M_{\text{ex}} = 2,84 \text{ T-m}$$

$$b = 25,00 \text{ cm}$$

$$d = \sqrt{M/1.5*R*b} = 21,70 \text{ cm}$$



El poste será de 0.25x0.27m

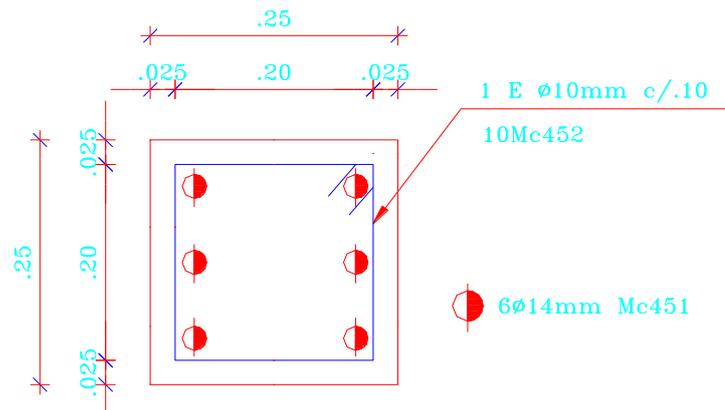
h=	25,00	cm
r=	3,00	cm
d=	22,00	cm
Altura de P=	90,00	cm
f's=	2.520,00	kg/cm ²
As= M/f's*j*d=	5,88	cm ²

Usar: 3φ14mm en ambas caras (6φ14mm/poste)

CORTE:

Vmax=P=	4,55	T	
v=	V/bd=	8,26	kg/cm ² Art: 8.15.5.2(ST)
vc	$0.251\sqrt{f'c}$ =	-	kg/cm ² Adoptado por seguridad
Usamos:	Estribosφ	10	mm Dos pasamanos
Av=		1,57	cm ²
S=	$Av*fs/(v-vc)*b$ =	12,77	cm ²

Usar: 1Eφ10mm@10cm



CARGAS POSTERIORES.-

Np=	24	Numero de postes
Postes=	0,06	T/m
Pasamanos=	0,26	T/m Peso pasamanos
wp+p=	0,32	T/m

ACERA:

La concideramos parte del tablero

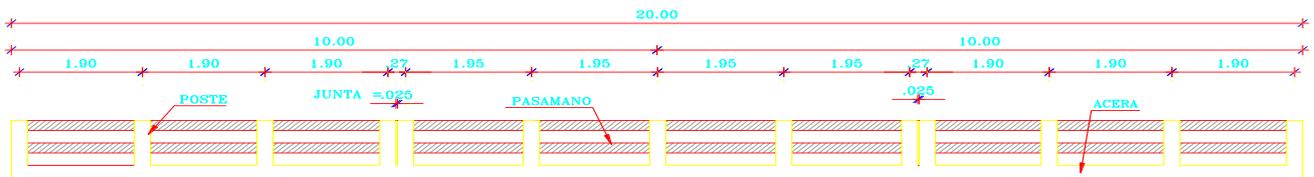
wa=	-	T/m
-----	---	-----

CAPA DE RODADURA:

Ac= 7,30 m
 ecr= 0,05 m
 wcr= 0,80 T/m

CARGAS POSTERIORES POR VIGA:

Nº de vigas= 3U
 wacb/viga= 0,599



5.- CALCULO DEL TABLERO

5.1.- ESPESOR DEL TABLERO

Separación vigas $S_v = 3,23$ m
 Ancho mínimo de platabanda superior con cartela $b = 0,40$ m
 Distancia libre tablero $d = 2,83$ m Para puente Esviajado
 Luz de cálculo del tablero $St = 3,23$ m Para puente Esviajado
 $t > 0,165$ m
 $t \geq 0,10 + St/30 = 0,208$ $t = 0,20$ m Adoptado

5.2.- CARGA MUERTA

VOLADIZO
 ACERA

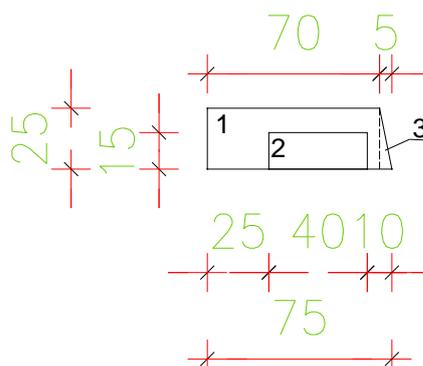
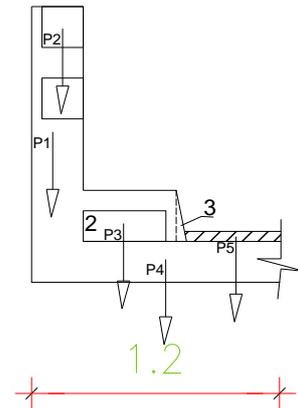


Fig.	b (m)	h(m)	Nº	A (m2)	X(m)	A x X (m3)
1	0,7	0,25	1	0,175	0,35	0,0613
2	0,4	0,15	-1	-0,06	0,47	-0,0282
3	0,05	0,25	1	0,00625	0,725	0,0045
$\Sigma A =$				0,121	$\Sigma A * X =$	0,038

$$X_{cg} = (\Sigma A * X) / (\Sigma A)$$

$X_{cg} = 0,310$ Centro de Gravedad acera

Nº	P (T)	d(m)	M=P*d(T-m)
P1	0,06	1,075	0,060
P2	0,26	1,05	0,277
P3	0,29	0,75	0,218
P4	0,576	0,6	0,346
P5	0,064	0,225	0,014
Total	Mcmv=		0,916



TRAMO Y APOYO INTERIORES

$$M_{cm} = w * s^2 / 10$$

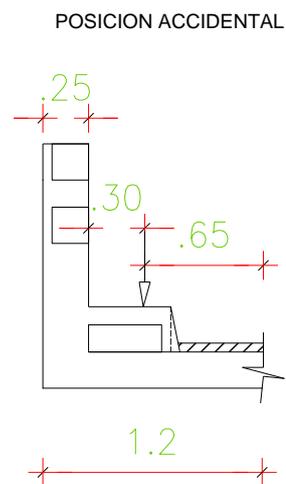
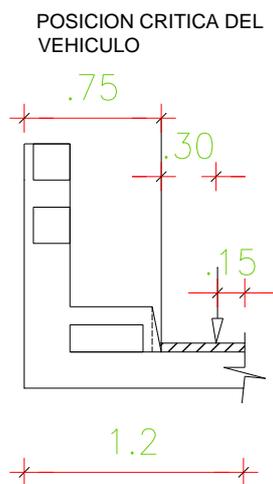
$$w = 0,59 \text{ T/m}$$

$$s = 3,23 \text{ m}$$

$$M_{cm} = 0,616 \text{ T-m}$$

5.3.- CARGA VIVA

VOLADIZO 1



Pr = 10,20 T

Posicion		Normal-crit	Accidental
x	m	0,15	0,65
E	m	1,26	1,66
i		1,3	1,3
Mcv+i	T-m	1,57	5,18

TRAMO Y APOYOS INTERIORES

$M_{cv+i} = \pm 0.8 * ((St + 0.61/9.74) * Pr * F \text{ de impacto})$

$M_{cv+i} = 4,18 \text{ T-m}$

5.4.- MOMENTOS ULTIMOS

$M_u = 1.3(M_{cm} + 1.67M_{cv+i})$

$M_u = 1.3(M_{cm} + 1.00M_{cv+i})$

VOLADIZO

$M_u = 4,61 \quad \text{T-m}$

$M_u = 7,93 \quad \text{T-m} \quad \text{Por accidental}$

TRAMO Y APOYOS INTERIORES

$M_u = 9,880 \quad \text{T-m}$

5.5.- ARMADURAS

ARMADURA DE FLEXION

$f'_c = 240,00 \text{ kg/cm}^2$

$F_y = 4.200,00 \text{ kg/cm}^2$

$b = 100,00 \text{ cm}$

$h = 20,00 \text{ cm}$

$r_i = 3,00 \text{ cm}$ Recubrimiento inferior

$r_s = 3,00 \text{ cm}$ Recubrimiento superior

$d_i = 17,00 \text{ cm}$ Altura efectiva para $A_s (+)$

$d_s = 17,00 \text{ cm}$ Altura efectiva para $A_s (-)$

$f_r = 1.984 \sqrt{f'_c} = 30,74 \text{ kg/cm}^2$ Modulo de rotura del hormigón

$I_g = (b * h^3 / 12) = 66.666,67 \text{ cm}^4$ Inercia de la sección

$y_t = \text{esp}/2 = 10,00 \text{ cm}$ Centro de masa

$M_{ag} = (f_r * l_g / y_t) = 2,05 \text{ T-m}$ Momento de agrietamiento

El diseño no va a tener armadura mínima puesto que el momento actuante es mayor al momento de agrietamiento

$M_{umin} = 1.2M_{ag} / 0.9 = 2,73 \text{ T-m}$

$M_{umin} < M_{actuante}$

Voladizo $2,73 < 4,61$ Normal

$2,73 < 7,93$ Accidental

Tramo y apoyos interiores

$2,73 < 9,880$

Voladizo 1

$M_u = 7,93 \text{ T-m}$

$W = (1 - (\sqrt{1 - (2.36 * M_u) / (\phi * b * d^2 * f'_c)})) / 1.18 = 0,1383$

$\rho_{calculo} = w * (f'_c / F_y) = 0,0079$

$A_S = \rho_{calculo} * b * d = 13,43 \text{ cm}^2$

TRAMO Y APOYOS INTERIORES

$M_u = 9,88 \text{ T-m}$

$W = (1 - (\sqrt{1 - (2.36 * M_u) / (\phi * b * d^2 * f'_c)})) / 1.18 = 0,1767$

$\rho_{calculo} = w * (f'_c / F_y) = 0,0101$

$A_S = \rho_{calculo} * b * d = 17,16 \text{ cm}^2$

Usar:

Inferior : $1\text{Ø}18\text{mm @}0.125\text{m}$

Superior: $1\text{Ø}18\text{mm @}0.25\text{m} + 1\text{Ø}18\text{mm @}0.25\text{m}$

Apoyos interiores y voladizo

ARMADURA DE DISTRIBUCION

$\% = 121 / \sqrt{S}$

$S = 3,23$

% MAX = 67 Se colocara en la parte inferior del tablero entre caras de vigas (S)

$$\% = 67,33$$

$$A_{sd} = 0.67 \cdot A_s(+)$$

$$A_{sd} = 11,50 \text{ cm}^2$$

Usar: 1Ø12mm @0.10m en S/2 (Parte Central)

1Ø12mm @0.25m en S/4 (Parte Exterior)

Armadura de Distribución

$$A_{st} = 2,64 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Usar: 1Ø12mm @0.25m en S/2 (Parte Central)

6.- CALCULO DE VIGAS

LONGITUD DE VIGA $L = 20,00 \text{ m}$

DISTANCIA ENTRE CARAS DE LAS VIGAS $s = 2,83 \text{ m}$

LUZ DE CALCULO $L_c = 19,50$

Dimensionamiento de la viga:

$$h_v = 1.10(0.15 + L_c/18)$$

$$h_v = 1,357$$

adoptamos $h_v = 1,50 \text{ m}$

ancho del alma adoptado = 0,40 m

Ancho colaborante (menor a):

$$L/4 = 5,00 \text{ m}$$

$$c - c \text{ vigas} = 2,83 \text{ m}$$

$$12t + b = 2,80 \text{ m}$$

Ancho colaborante de cálculo = 2,83

6.1.- CARGAS:

Cargas Muertas:

Peso del tablero txc-cvigasx2,40=	1,358 t/m
Peso del alma de la viga (hv-t)xbx2.40=	1,248 t/m
Cartelas 0,20x0,20x2,40=	0,096 t/m
Peso de acabados=	0,578 t/m

Suma = 3,281 t/m

Peso de Acabados:

Postes=	0,113 t/m (2)
Pasamanos=	0,528 t/m (2)
Vereda=	0,291 t/m (2)
Rodadura=	0,803 t/m

1,735 t/m

Nv=	3,00
Wc acabados/viga=	0,578
Wtotal cm=	3,859

Se colocan un diafragma en el tramo

Peso del Diafragma = Pd= **1,874 ton**

Cargas Muertas:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Corte en cualquier punto: } V_x = R_i - wx \\ M_x = R_i x - (wx^2)/2 \end{array} \right\} 0 \leq x \leq L/2$$

Momento en cualquier punto:

X (m)	Ri	Rix	Wx (t)	Vcm (t)	(wx ²)/2	Mcm (t - m)
0,000	38,560	0	0,000	38,560	0	0,000
1,250	38,560	48,1998125	4,823	33,736	3,014635417	45,185
2,500	38,560	96,399625	9,647	28,913	12,05854167	84,341
3,750	38,560	144,5994375	14,470	24,090	27,13171875	117,468
5,000	38,560	192,79925	19,294	19,266	48,23416667	144,565
6,250	38,560	240,9990625	24,117	14,443	75,36588542	165,633
7,500	38,560	289,198875	28,941	9,619	108,526875	180,672
9,750	38,560	375,9585375	37,623	0,937	183,4104188	192,548

wv= 3,86
Lc= 19,50
Pd= 1,87
Ri= 38,56

Carga Viva: Momentos por carga viva + impacto

P= 10,20 Ton

X (m)	Factor Lateral	Mcv/via	Mcv+i (t - m)
0,000	1,044	0,000	0,00000
1,250	1,044	48,61346	50,73597
2,500	1,044	90,68846	94,64800
3,750	1,044	126,22500	131,73609
5,000	1,044	151,14308	157,74212
6,250	1,044	167,22769	174,52900
7,500	1,044	176,77385	184,49195
9,750	1,044	177,48000	185,22893

Fd= 1,650
 l mom= 1,265
 N° Vias= 2

Cortes por carga viva + impacto:

P= 14,75 Ton

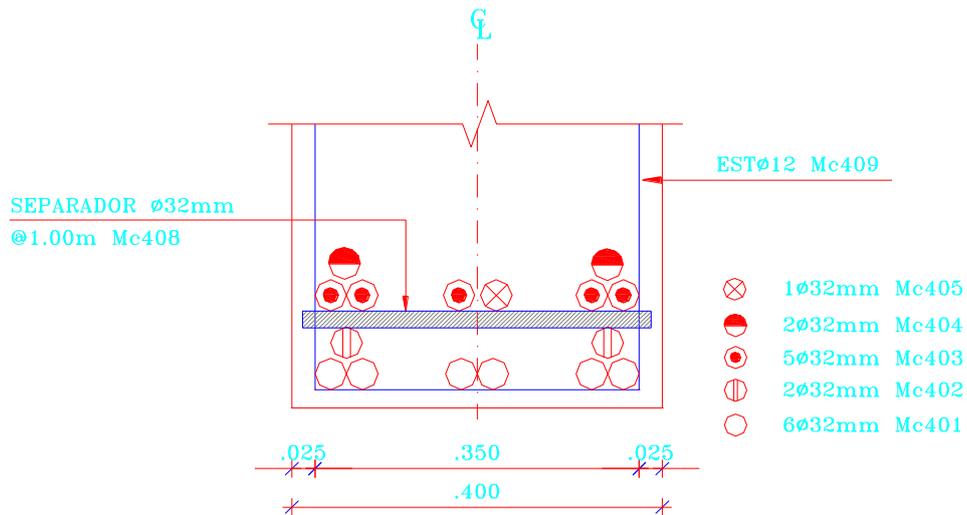
X (m)	Factor Lateral	V/via	Vcv/viga Tn
0,000	1,044	56,844	59,32610
1,250	1,044	52,58942	54,88552
2,500	1,044	48,33462	50,44495
3,750	1,044	44,07981	46,00437
5,000	1,044	39,82500	41,56379
6,250	1,044	35,57019	37,12322
7,500	1,044	31,31538	32,68264
9,750	1,044	23,65673	24,68960

6.2.- SOLICITACIONES ÚLTIMAS Y ARMADURA

$$\begin{aligned} \mu_u &= 1.3(M_{cm} + 1.67M_{cv+i}) & B &= 2,83 & A_s \text{ mín} &= 14/f_y \cdot b \cdot x_{bd} \\ & & d &= 1,40 & A_s \text{ mín} &= 18,67 \\ \mu_v &= 1.3(V_{cm} + 1.67V_{cv+i}) & b &= 0,40 & & 4 \text{ o } 28 \\ & & A_s &= p \cdot B \cdot d & & \end{aligned}$$

CUADRO DE RESUMEN

X (m)	Vu (ton)	Mu(t-m)	As(cm2)	Armadura
0,00	202,694	0,00	0,00	
1,25	187,523	173,35	33,04	6 o 32
2,50	172,351	323,38	62,12	8 o 32
3,75	157,179	450,09	87,05	13 o 32
5,00	142,007	538,94	104,73	15 o 32
6,25	126,836	596,30	116,24	15 o 32
7,50	111,664	630,34	123,10	16 o 32
9,75	84,355	632,86	123,61	16 o 32



6.3.- ANALISIS DEL TRABAJO DE LA VIGA

$$M_u \text{ límite} = 0.9 \times 0.85 \times f'_c \times B \times t \times (d - t/2)$$

$$M_u \text{ límite} =$$

$$M_u \text{ límite} = 1350,93 \quad \text{t-m}$$

$$M_u \text{ externo} = 632,856 < 1350,93$$

La viga trabaja como sección rectangular $B = 2,83$

6.4.- ANALISIS Y ARMADURA POR CORTANTE

X (m)	V _{cm}	V _{cv+i}	V _u	V _n	V _s	S
0,000	38,560	59,33	178,87	210,43	145,12	9,16
1,250	33,736	54,89	162,96	191,72	126,41	10,51
2,500	28,913	50,44	147,05	173,00	107,70	12,34
3,750	24,090	46,00	131,15	154,29	88,98	14,93
5,000	19,266	41,56	115,24	135,58	70,27	18,91
6,250	14,443	37,12	99,33	116,86	51,56	25,78
7,500	9,619	32,68	83,43	98,15	32,84	40,00
9,750	0,937	24,69	54,79	64,46	---	40,00

En este caso usamos $S_{max} = b_w = 0,40$

Colocar estribos intermedios normativos $\emptyset=8\text{mm}$ para evitar el pandeo de los estribos principales durante el proceso constructivo, entonces se colocara $1\emptyset 8\text{mm} @ S$.

$$V_u = 1,3V_{cm} + 2,17V_{cv} + i$$

$$\phi = 0,85$$

$$S = A_v \cdot f_y \cdot d / V_s$$

$$V_n = V_u / \phi$$

se usan estribos de ϕ 12 mm con área $A_v = 2,26 \text{ cm}^2$ de 2 ramas

$$V_s = V_n - V_c$$

$$V_c = 2 \sqrt{f'c} \cdot b_w \cdot d = 65,31$$

ARMADURA DE PIEL (caras laterales de vigas)

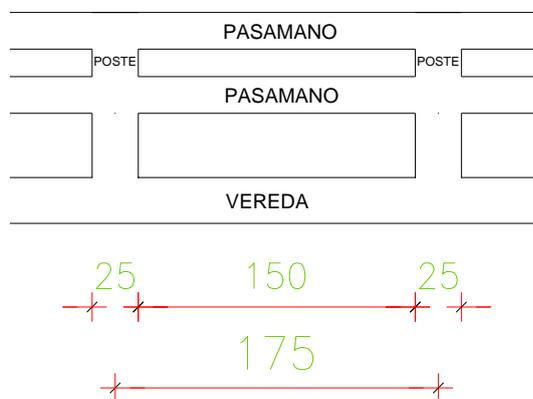
$$A_s = 10\% A_s$$

$$A_s = 12,36 \text{ cm}^2$$

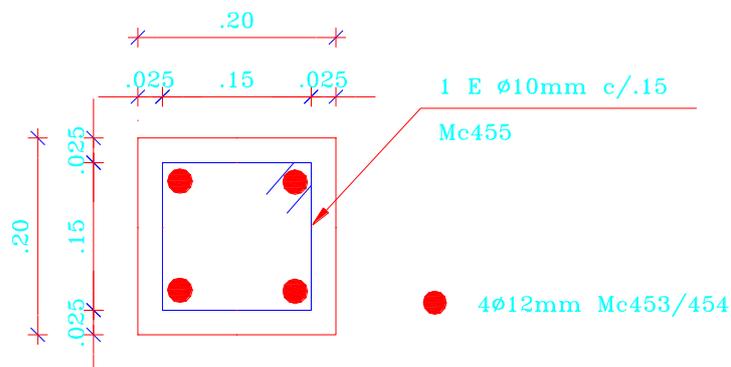
se usan 10 o 12 mm. 5 o 12 mm. /cara

RESULTADOS DEL DISEÑO DE LA SUPERESTRUCTURA

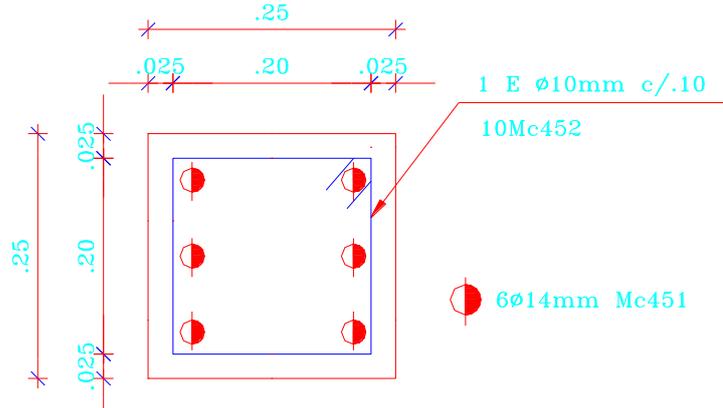
1.- PROTECCIONES



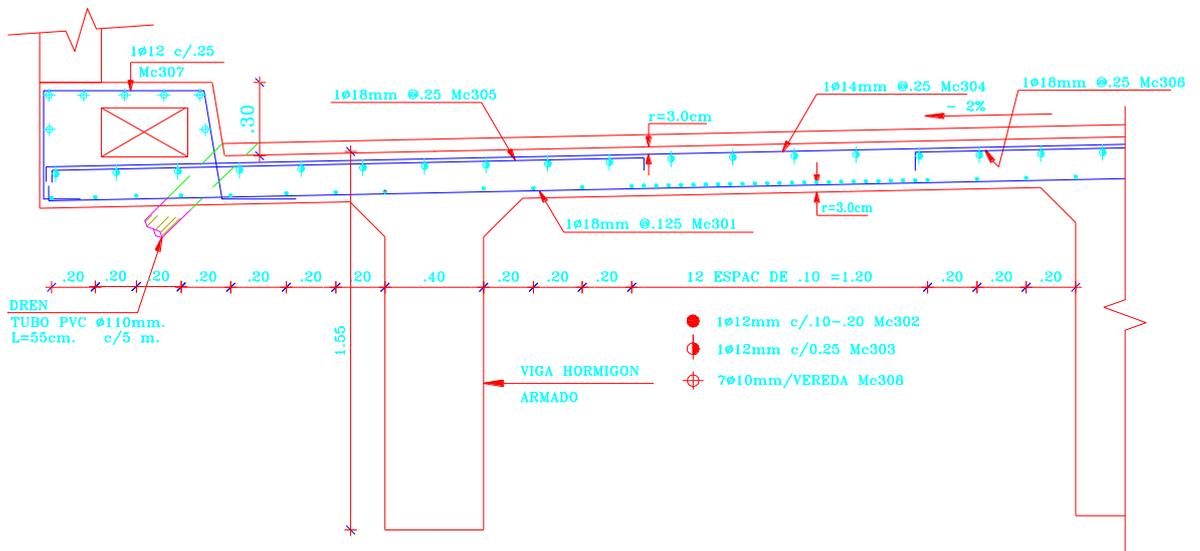
PASAMANOS



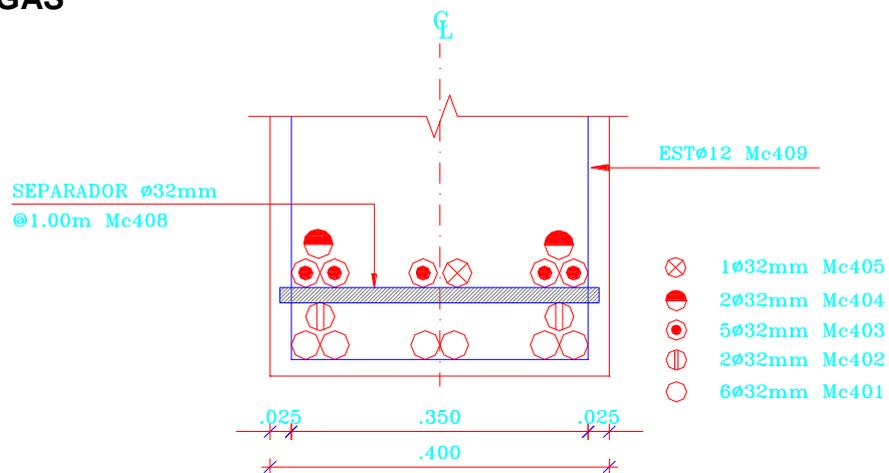
POSTE



2.- TABLERO



3.- VIGAS



3.5.2. Diseño de la infraestructura del puente

INFRAESTRUCTURA: ESTRIBO

1.- GEOMETRIA

1.1.- PLANTA y ELEVACION FRONTAL

Ae =	10,200 m	Ancho del estribo
Nr =	2.131,520 m	Cota rasante
Nc =	2.123,520 m	Cota cimentación
Hs =	1,600 m	Altura de superestructura
Pt =	2,00%	Pend. Transversal
Nn =	1.286,000	Nivel natural del terreno
Nv =	3	Número de vigas
Sv =	3,230 m	Separación vigas
Pr =	10,000 t	Carga de rueda
f'c =	240 kg/cm ²	Hormigón
Fy =	4.200 kg/cm ²	Acero de refuerzo
b =	0,400 m	Ancho Apoyo viga

1.2.- CALCULO DE LA REACCION EN ESTRIBO

Puente de hormigón.

L = 20,00 m

DESCRIPCION	DIMENSIONES			No	V m3
	a	b	c		
Postes	0,250	0,250	0,900	26	1,463
Pasamanos	0,200	0,200	16,750	4	2,680
Tablero	10,200	0,200	20,000	1	40,800
Viga	0,400	1,300	20,000	3	31,200
Cartelas viga	0,150	0,150	20,000	3	1,350
Diafragma extremo	0,300	1,100	2,000	4	2,640
Diafragma tramo	1,000	0,250	2,000	4	2,000
T O T A L					82,133

Capa de rodadura e = 0,05 m =

176,0 m²

REACCION EN LOS EXTREMOS:

108,24

Tomar Rcm =

110,00

Altura de superestructura

Hormigón

Alma

1,300

Patin superior

Patin inferior

Tablero + cartela

0,200

Neopreno

0,050

Capa de rodadura

0,050

Hs =

1,600 m

Dimensiones de zapata

He = 8,000 m

Altura de estribo

az = 4,800 m

Ancho zapata

Adoptar 6,000

Ld = 1,280 m

Dedo

2,700

ps = 0,300

Espesor pantalla superior

av = 0,700

Asiento de vigas

bc = 1,000 m

Espesor del cuerpo en base

1,000

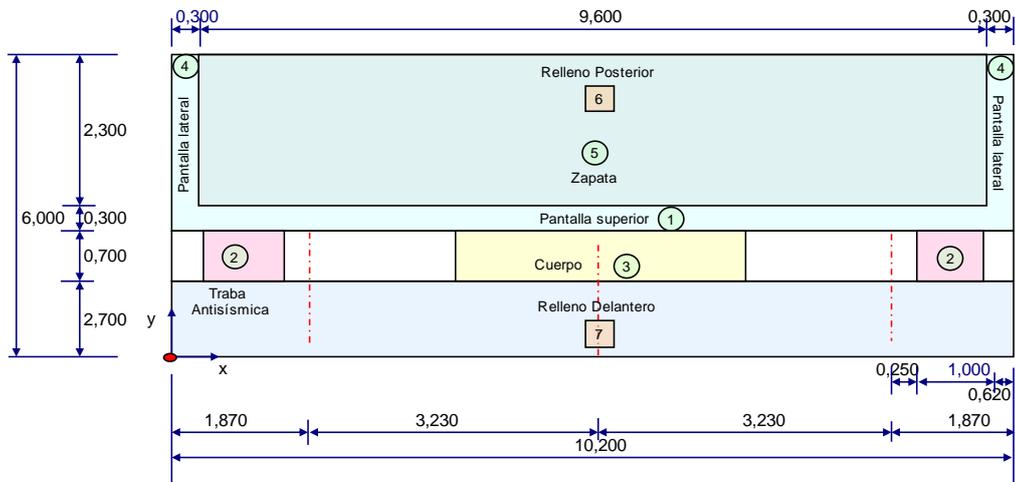
Lt = 2,520 m

Talón

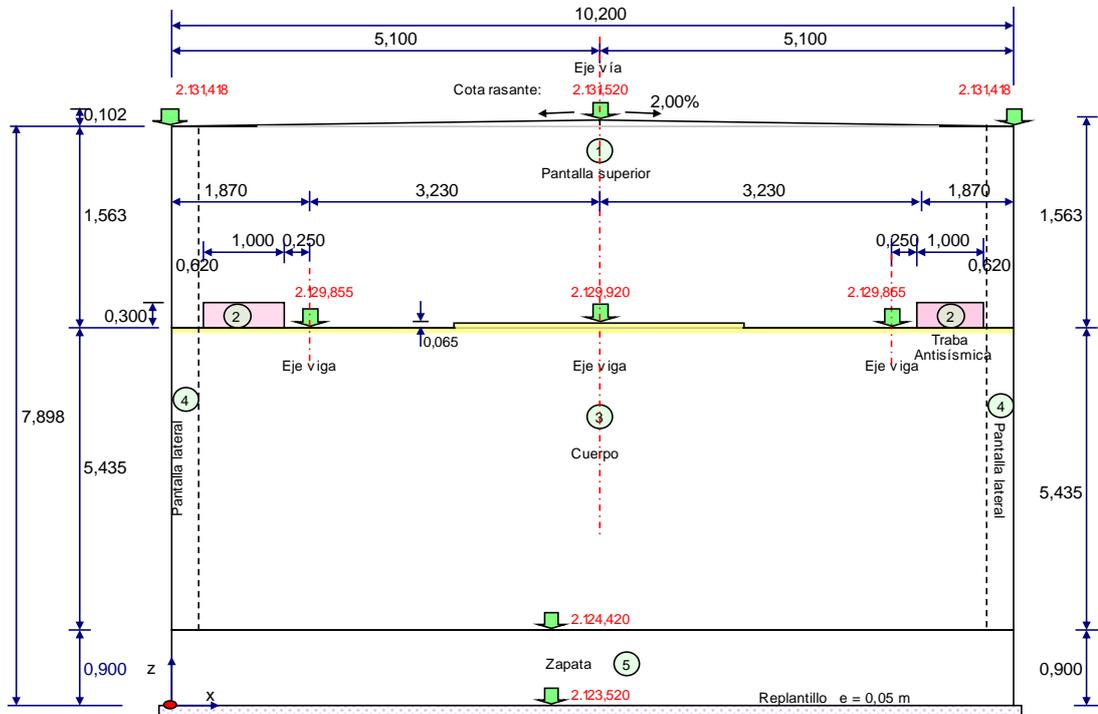
2,300

INFRAESTRUCTURA: ESTRIBO

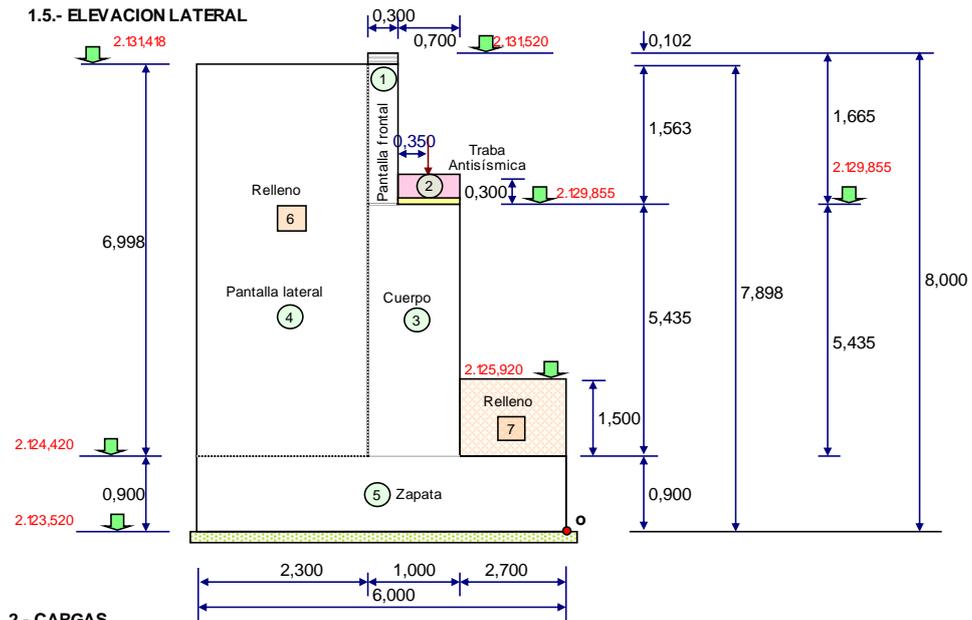
1.3.- VISTA DEL ESTRIBO EN PLANTA



1.4.- VISTA FRONTAL DEL ESTRIBO



INFRAESTRUCTURA: ESTRIBO



2.- CARGAS

2.1.- SUPERESTRUCTURA

2.1.1 CARGA MUERTA

Rcm = 110,0 t Reacción de carga muerta por estribo

2.1.2 CARGA VIVA

Lt = 20,000 m Longitud total del tramo

Lc = 19,500 m Luz de cálculo

Camión

Pr = 10,000 Carga de rueda

Nvías = 2 Número de vías

Rcv/vía= 38,538 t Reacción de carga viva/vía

Rcv = 77,077 t/Est. Reacción de carga viva/Estribo

Carga equivalente:

w cv = 1,190 t/m

Pc = 14,750 t

Rcv/vía= 26,353 t

Rcv = 52,705 t/Est.

Carga viva uniforme

Carga viva puntual

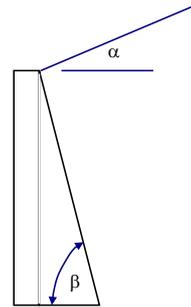
2.2.- ESTRIBO + SUPERESTRUCTURA

FIG.	PESO t	x m	Mo tm	Σ Mo tm	OPERACIONES				
					a	b	c	Peso Esp.	No
1	11,476	3,550	40,739	40,739	1,563	0,300	10,200	2,400	1
2	1,008	3,050	3,074	43,813	0,700	0,300	1,000	2,400	2
3	133,059	3,200	425,787	469,601	5,435	1,000	10,200	2,400	1
4	23,346	4,850	113,229	582,830	2,300	7,049	0,300	2,400	2
Σ	168,889			582,830					
5	132,192	3,000	396,576	979,406	6,000	0,900	10,200	2,400	1
Σ	301,081			979,406					
6	280,155	4,850	1358,754	2.338,160	2,300	7,049	9,600	1,800	1
7	74,358	1,350	100,383	2.438,544	2,700	1,500	10,200	1,800	1
Σ	655,594			2.438,544					
Rcm	110,000	3,050	335,500	2.774,044					
Σ	765,594			2.774,044					
Rcv	77,077	3,050	235,085	3.009,128					
Σ	842,671			3.009,128					

INFRAESTRUCTURA: ESTRIBO

2.3.- PRESION DE TIERRAS

γ_{sn}	=	1,800	t/m ³	Consideramos la presión de tierras, desde el nivel inferior de la zapata
γ_{s^*}	=	1,800	t/m ³	Peso específico del suelo natural
α	=	0,00	°	Peso específico del suelo de relleno
ϕ	=	30,00	°	Angulo inclinación talud relleno
ϕ	=	0,5235988	radianes	Angulo de fricción interna del suelo natural
ϕ^*	=	32,00	°	Angulo de fricción interna del suelo de relleno
ϕ^*	=	0,5585054	radianes	
β	=	90,00	°	Angulo entre la horizontal y paramento vertical del muro
β	=	1,5707963	radianes	
δ	=	16,00	°	Angulo de rozamiento entre el terreno y el muro (Asumir = $\phi / 2$)
δ	=	0,2792527	radianes	
		$\text{Sen}^2(\beta + \phi)$	=	0,719186
		$\text{Sen}^2\beta \text{Sen}(\beta - \delta)$	=	0,961262
		$\text{Sen}(\phi + \delta) \text{Sen}(\phi - \alpha)$	=	0,393807
		$\text{Sen}(\beta - \delta) \text{Sen}(\alpha + \beta)$	=	0,961262
k_a	=	$\frac{\text{Sen}^2(\beta + \phi)}{\text{Sen}^2\beta \text{Sen}(\beta - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\phi + \delta) \text{Sen}(\phi - \alpha)}{\text{Sen}(\beta - \delta) \text{Sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$		
k_a	=	0,278	Coeficiente de empuje activo	
h'	=	0,600	m	Altura de sobrecarga. AASHTO Art. 5.5.2
h	=	7,949	m	Altura promedio para presión de tierras
q_1	=	0,300	t/m ²	Presión por sobrecarga
q_2	=	4,280	t/m ²	Presión máxima para Grupo I
a	=	10,200	m	Ancho de presión de tierras
Grupo I				
E	=	185,699	t	Empuje de tierras
z_e	=	2,823	m	Ubicación de empuje desde eje xx
M_{Eo}	=	524,308	tm	Momento por presión de tierra



2.4.- SISMO

DATOS DEL PUENTE:

IMPORTANCIA DEL PUENTE II

CATEGORIA DE COMPORTAMIENTO SISMICO: C

PUENTE SIMPLEMENTE APOYADO:

$N_{min} = (305+2,5L)$ Art. 7.3.1

$N_{min} = 355$ mm

$EQ = W \times A \times S$ $W =$ Carga muerta (Peso)

$A = 0,400$ Aceleración de sitio.- Zona IV , para Superestructura

$Kh = 0,200$ Aceleración horizontal = $A/2$.- Art. 7.4.3(A) .- Para Suelo y Estribo

$S = 1,000$ Coeficiente de sitio para suelo Tipo II

Superestructura:

$EQ = 110,000 \times 0,400 \times 1,000 = 44,00$ t

$z_s = 5,435$ m Altura : base inferior zapata - base vigas

$M_{eq-s} = 239,158$ tm

Infraestructura: solo Estribo

Desde N. Inferior zapata

FIG.	PESO	z	M = Pz
1	11,476	7,066	81,084
2	1,008	6,485	6,537
3	133,059	3,618	481,366
4	23,346	4,424	103,296
5	132,192	0,450	59,486
Σ	301,081		731,769

$EQ = 0,200 \times 301,08 = 60,216$ t

$z_i = 2,430$ m Altura promedio estribo

$M_{eq-i} = 146,354$ tm

INFRAESTRUCTURA: ESTRIBO

Suelo

Método de Mononobe - Okabe

Presión de tierras sin sobrecarga:

q3 =	3,980 t/m ²	Presión máxima sin sobrecarga
Ea =	161,342 t	Empuje de tierras normal sin sobrecarga

Eae Fieza activa sísmica de la masa de suelo sobre el muro

Kae Coeficiente sísmico de presión activa

θ' = Arc tg(Kh / (1 - Kv))

Kh.- Coeficiente de aceleración horizontal

Kv.- Coeficiente de aceleración vertical

Kh = 0,200 Coeficiente de aceleración horizontal = A/2.- Art. 7.4.3(A)

Kv = 0,000 Adoptado por recomendación del AASHTO Art. 7.4.3(A)

Kh/(1-Kv)= 0,200

θ' = Arc tg [0,200]

θ' = 11,310 °

θ' = 0,19740 radianes

α = 0,000 ° Angulo de inclinación del talud de relleno

α = 0,00000 radianes

φ = 32,000 ° Angulo de fricción interna del suelo

φ = 0,55851 radianes

β = 90,000 ° Angulo entre la horizontal y paramento vertical del muro

β = 1,57080 radianes

δ = 16,000 ° Angulo de rozamiento entre el terreno y el muro

δ = 0,27925 radianes

$$Kae = \frac{\text{Sen}^2(\phi + \beta - \theta')}{\text{Cos} \theta' \text{Sen}^2 \beta \text{Sen}(\beta - \theta' - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\phi + \delta) \text{Sen}(\phi - \theta' - \alpha)}{\text{Sen}(\beta - \delta - \theta') \text{Sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

Sen²(φ + β - θ') 0,8751702

Cos θ' Sen² β Sen(β - θ' - δ) 0,871283

Sen(φ + δ) Sen(φ - θ' - α) 0,2625625

Sen(β - δ - θ') Sen(α + β) 0,8885377

kae = 0,422

Eae = 1/2 γs h² (1 - Kv) Kae a

Eae = 0,379 h²

Eae = 244,530 t

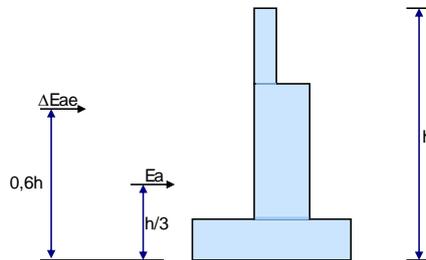
ΔEae = 83,188 t

Meae = 824,259 tm

Total:

EQ = 348,746 t

Meq = 1.209,771 tm



2.5.- UBICACION DE LA RESULTANTE

2.5.1 ZAPATA: Propiedades Geométricas

l =	10,200 m	Largo de zapata
a =	6,000 m	Ancho de zapata
A =	61,200 m ²	Area
yzap =	3,000 m	C.g. zapata
Ix =	183,600 m ⁴	Inercia eje x

INFRAESTRUCTURA: ESTRIBO

2.5.2 GRUPO I

P = 842,671 t
 H = 185,699 t
 Σ Mo = 3.009,128 tm
 Mo = 524,308 tm
 y = 2,949 m
 e = 0,051 m
 M = 43,193 tm

Combinación según AASHTO. Tabla 3.22.1A: CM + CV + E

Empuje de tierras

Empuje de tierras

Con respecto al c. g. zapata

2.5.3 GRUPO VII

P = 765,594 t
 H = 348,746 t
 Σ Mo = 2.774,044 tm
 Mo = 1.209,771 tm
 y = 2,043 m
 e = 0,957 m
 M = 732,510 tm

Combinación según AASHTO. Tabla 3.22.1A: CM + E + EQ

Empuje tierras y sismo

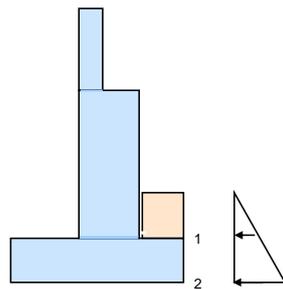
Empuje tierras y sismo

Excentricidad con respecto al c. g. zapata

2.5.4 FACTORES DE SEGURIDAD

DESLIZAMIENTO

kp = 3,595 Coeficiente de presión pasiva
 hp1 = 1,500 m Altura promedio de presión pasiva 1
 hp2 = 2,400 m Altura máxima para presión pasiva.-2
 he = 0,900 m Altura estructura en presión pasiva (asumido)
 qp1 = 9,707 t/m² Esfuerzo de presión pasiva
 qp2 = 15,531 t/m² Esfuerzo de presión pasiva
 Lp = 10,200 m Longitud del dedo
 Ep = 115,843 t Empuje de presión pasiva
 tg φ = 0,577



$$FSd = \frac{765,594 \times 0,577 + 115,843}{348,746} = 1,600$$

FSd = 1,267 Despreciando la presión pasiva

VOLCAMIENTO

$$FSv = \frac{2.774,044}{1209,771} = 2,293$$

De acuerdo al Art. 5.5.5 AASHTO 2002, cuando se combine con sismo, los factores de seguridad pueden ser reducidos a un 75%

FSD = 1,125 FSV = 1,500

INFRAESTRUCTURA: ESTRIBO

3.- ESFUERZOS EN EL SUELO

3.1.- PRESION BRUTA

$$\sigma_s = \frac{P}{A} \pm \frac{M \times c}{I}$$

$c_1 = 3,000 \text{ m}$
 $c_2 = 3,000 \text{ m}$

Grupo I

$$\sigma_s = \frac{842,671}{61,200} \pm \frac{43,193}{183,600} \times c$$

$$\sigma_s = 13,77 \pm 0,24$$

$3,000 = 14,47 \text{ t/m}^2$
 $3,000 = 13,06 \text{ t/m}^2$

Grupo VII

$$\sigma_s = \frac{765,594}{61,200} \pm \frac{732,510}{183,600} \times c$$

$$\sigma_s = 12,51 \pm 3,99$$

$3,000 = 24,48 \text{ t/m}^2$
 $3,000 = 0,54 \text{ t/m}^2$

3.2.- PRESION NETA

Nc =	2.123,52	Nivel cimentación
Nn =	2.127,55	Nivel natural terreno
he =	4,03 m	Altura N cim.y N natural terreno
Ps =	7,25 t/m ²	Presión por peso propio del suelo

PRESION NETA MAXIMA:

Grupo I	$\sigma_{sn} = 14,47 - 7,25 = 7,22 \text{ t/m}^2$
Grupo VII	$\sigma_{sn} = 24,48 - 7,25 = 17,22 \text{ t/m}^2$

3.3.- ESFUERZOS ADMISIBLES

$\sigma_{adm} = 17,33 \text{ t/m}^2$	Estribo izquierdo
$\sigma_{adm} = 21,64 \text{ t/m}^2$	Estribo Derecho
$\sigma_{adm} = 17,33 \text{ t/m}^2$	

4.- DISEÑO

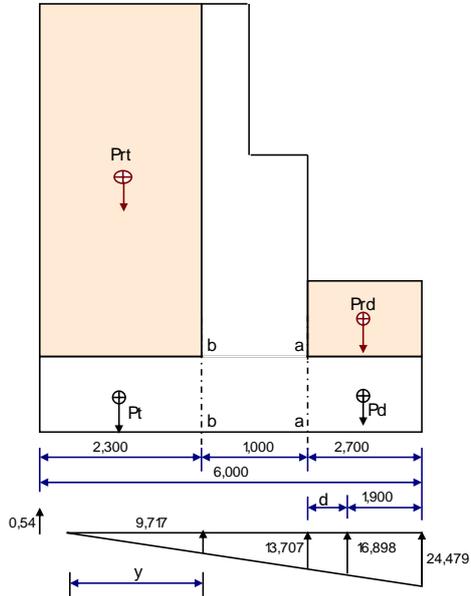
4.1.- CIMENTACION

Tomamos un metro de ancho de la zapata en la parte frontal

4.1.1 DEDO

Diseñamos para el Grupo VII

Flexión:



Ld =	2,700 m	Longitud del dedo
hz =	0,900 m	Altura de zapata
hr =	1,500 m	Altura relleno sobre dedo
az =	6,000 m	Ancho de zapata
Pd =	5,832 t	Peso del dedo
Prd =	7,290 t	Peso relleno sobre dedo
Pd+Prd =	13,122 t	
$\sigma_{max} = 24,479 \text{ t/m}^2$		
$\sigma_{aa} = 13,707 \text{ t/m}^2$		
Maa =	58,422 tm	
fu =	1,400	
Mu aa =	81,791 tm	
Armadura:		
f'c =	240 kg/cm ²	
Fy =	4.200 kg/cm ²	
b =	100,0 cm	
hz =	90,0 cm	
r =	10,0 cm	
d =	80,0 cm =	0,80 m

INFRAESTRUCTURA: ESTRIBO

Mcr = $\frac{fr \cdot I_g}{y_t}$

Fig	b	h	y	A	A y	I _o	d	A d ²
1	100,00	90,00	45,00	9.000,0	405.000,0	6.075.000,0	0,000	0,0
				9.000,0	405.000,0	6.075.000,0		0,0

$y_t = 45,00 \text{ cm}$ $fr = 1984 \sqrt{f'c} = 30,74 \text{ kg/cm}^2$
 $I_g = 6,07500E+06 \text{ cm}^4$ $M_{cr} = 4149 \text{ tm}$
 $M_{ur} = 12 M_{cr} / \phi$ $f = 0,9$
 $M_{ur} = 55,32 \text{ tm}$
 $\omega = 0,041$
 $\rho_{min} = 0,0023$
 $A_{smin} = 18,75 \text{ cm}^2$

Asmin: El armadura mínima se establece en función del Momento de agrietamiento M_{cr}

Mu tm	A _{smin} cm ²	Ascal cm ²	1.33Ascal cm ²	Asdefin. cm ²
81,79	18,75	28,06	37,32	28,06

Usamos: 1 ϕ 28 mm a 0,20 m Inferior
 Sentido Longitudinal: 1 ϕ 20 mm a 0,20 m Inf.-Sup.

Corte: Chequeamos en la sección a una distancia "d" de la cara

$P_{dc} = 4,104 \text{ t}$ Peso dedo para corte
 $P_{rc} = 5,130 \text{ t}$ Peso relleno en dedo, para corte
 $V_d = \sqrt{\frac{24,48 + 16,90}{2}} \cdot 1,90 \cdot 1,00 - 9,23 = 30,07 \text{ t}$
 $V_{ud} = 30,07 \cdot 1,40 = 42,10 \text{ t}$
 $v_u = V_u / \phi \cdot b \cdot d$ $\phi = 0,85$
 $v_u = 6,19 \text{ kg/cm}^2$
 $v_c = 0,53 \sqrt{f'c} = 8,21 \text{ kg/cm}^2 > v_u$

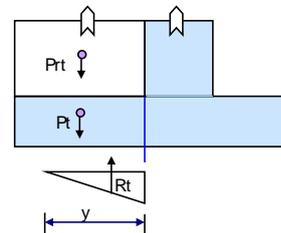
Chequeo en la sección aa

$V_{aa} = 51,55 \text{ t}$
 $V_{uaa} = 72,17 \text{ t}$
 $v_u = 10,61 \text{ kg/cm}^2$

4.1.2 TALON

Flexión: Chequeamos para el Grupo VII

$y = 2,179 \text{ m}$
 $R_t = 10,586 \text{ t}$
 $L_t = 2,300 \text{ m}$ Longitud talón
 $h_r = 6,998 \text{ m}$ Altura promedio relleno
 $d_t = 1,150 \text{ m}$ Distancia desde pantalla
 $P_t = 4,968 \text{ t}$ Peso talón
 $P_{rt} = 28,972 \text{ t}$ Peso relleno sobre talón.
 $P_t + P_{rt} = 33,940 \text{ t}$



Mcr = $\frac{fr \cdot I_g}{y_t}$

Fig	b	h	y	A	A y	I _o	d	A d ²
1	100,00	90,00	45,00	9.000,0	405.000,0	6.075.000,0	0,000	0,0
				9.000,0	405.000,0	6.075.000,0		0,0

$y_t = 45,00 \text{ cm}$ $fr = 1984 \sqrt{f'c} = 30,74 \text{ kg/cm}^2$
 $I_g = 6,07500E+06 \text{ cm}^4$ $M_{cr} = 4149 \text{ tm}$
 $M_{ur} = 12 M_{cr} / \phi$ $f = 0,9$
 $M_{ur} = 55,32 \text{ tm}$
 $\omega = 0,039$
 $\rho_{min} = 0,0022$
 $A_{smin} = 18,27 \text{ cm}^2$

INFRAESTRUCTURA: ESTRIBO

Mbb = -31,343 tm Hacia abajo
 Mubb = 43,880 tm
 f'c = 240 kg/cm²
 Fy = 4.200 kg/cm²
 b = 100,0 cm
 hz = 90,0 cm
 r = 8,0 cm
 d = 82,0 cm = 0,82 m

Mu tm	Asmin cm ²	Ascal cm ²	1.33Ascal cm ²	Asdefin. cm ²
43,88	18,27	14,42	19,18	18,27

Asmin:

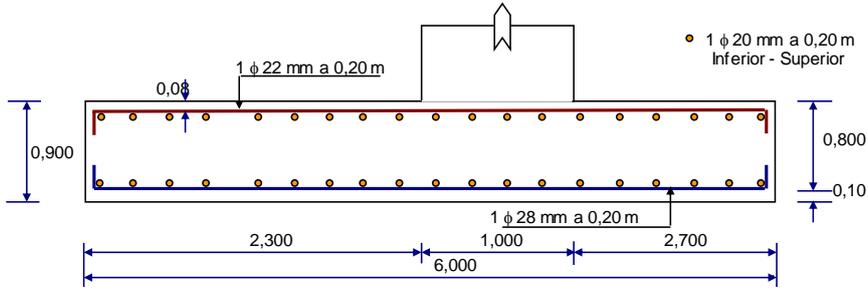
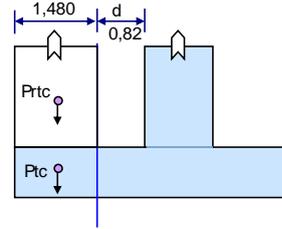
El armadura mínima se establece en función del Momento de agrietamiento M_{cr}

Usamos: 1 φ 22 mm a 0,20 m

Corte:

Chequeamos a una distancia "d", solo con el peso del talón y relleno

Lt = 2,300 m Longitud talón
 d = 0,820 m Altura efectiva
 Ltc = 1,480 m Longitud talón para corte
 hr = 6,998 m Altura del relleno
 Prtc = 18,643 t Peso relleno talón para corte
 Ptc = 3,197 t Peso del talón para corte
 Vd = 21,839 t Cortante en d.
 Vud = 30,575 t Cortante último
 vu = 4,50 kg/cm²
 vc = 0,53√f'c = 8,21 kg/cm² > vu



4.2.- CUERPO

Diseñamos para un (1,00) metro de ancho.

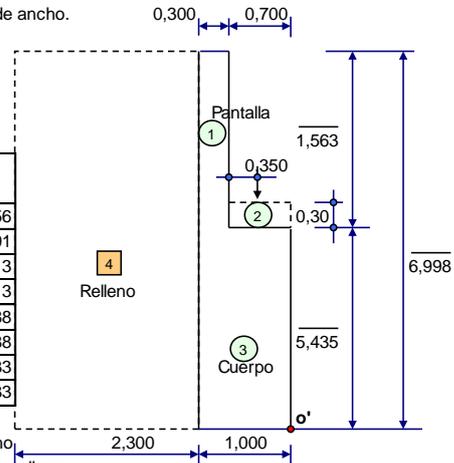
a = 1,00 m Ancho de diseño
 af = 10,20 m Ancho frontal
 Las cargas de superestructura distribuímos en este ancho.

4.2.1 PESO PROPIO Y SUPERESTRUCTURA

FIG.	PESO t	Xo m	Mb' tm	Σ Mb' tm
1	1,125	0,850	0,956	0,956
2	0,099	0,350	0,035	0,991
3	13,045	0,500	6,522	7,513
Σ	14,269			7,513
Rcm	10,784	0,350	3,775	11,288
Σ	25,053			11,288
Rcv	7,557	0,350	2,645	13,933
Σ	32,610			13,933

4.2.2 PRESION DE TIERRA

γs* = 1,800 t/m³ Peso específico relleno
 φ* = 32,000 ° Angulo fricción interna relleno



INFRAESTRUCTURA: ESTRIBO

ka	=	0,278	Coefficiente de presión activa
h'	=	0,600 m	Altura de sobrecarga
h	=	6,998 m	Altura promedio cuerpo
q4	=	0,300 t/m ²	Presión por sobrecarga
q5	=	3,804 t/m ²	Presión máxima para Grupo I
a	=	1,000 m	Ancho de presión de tierras

Grupo I			
E	=	14,362 t	Empuje de tierras
ze	=	2,503 m	Ubicación de empuje
MEo	=	35,953 tm	Momento por presión de tierras

4.2.3 SISMO

Estribo

FIG.	PESO	z	M = Pz
1	1,125	6,217	6,994
2	0,099	5,585	0,552
3	14,269	2,718	38,778
Σ	15,493		46,325

A	=	0,400	Aceleración del sitio.- Zona II
S	=	1,000	Coefficiente de sitio.- Tipo II
Kh	=	0,200	Aceleración horizontal.- Art. 7.4.3(A)
W	=	15,493 t	Peso
zc	=	2,990 m	Centro de gravedad del peso total cuerpo
EQ	=	15,493 x 0,200	= 3,099 t
Meq-i	=	9,265 tm	

Superestructura

Rcm	=	10,784 t	
zs	=	5,435 m	Altura base sup. zapata - apoyo viga
EQs	=	4,314 t	
Meq-s	=	23,447 tm	

Suelo

Método de Mononobe - Okabe

γs*	=	1,800 t/m ³	Peso específico del suelo relleno
h	=	6,998 m	
a	=	1,000 m	
ka	=	0,278	
kae	=	0,422	
Kh	=	0,200	Coefficiente de aceleración horizontal = A/2.- Art. 7.4.3(A)
Kv	=	0,000	Adoptado por recomendación del AASHTO Art. 7.4.3(A)

Presión de tierras sin sobrecarga:

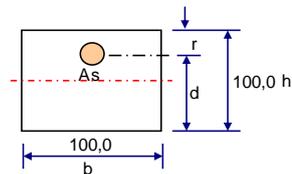
q6	=	3,504 t/m ²	Presión máxima sin sobrecarga
Ea	=	12,259 t	Empuje de tierras normal sin sobrecarga
Eae	=	1/2 γs h ² (1 - Kv) Kae a	Empuje de tierras en condiciones sísmicas
Eae	=	18,580 t	
ΔEae	=	6,321 t	Empuje sísmico
Meae	=	55,138 tm	Momento por sismo

Total: sismo

EQ	=	25,993 t
Meq	=	87,849 tm

4.2.4 DIMENSIONES

b	=	100,00 cm
h	=	100,00 cm
r	=	8,00 cm
d	=	92,00 cm
ycg	=	0,500 m



INFRAESTRUCTURA: ESTRIBO

4.2.5 COMBINACION DE CARGAS

Grupo I

P = 32,610 t
 y = -0,675 m
 e = 1,175 m Excentricidad respecto al c. g. del cuerpo
 M = 38,325 tm

Grupo VII

P = 25,053 t
 y = -3,056 m
 e = 3,556 m Excentricidad respecto al c. g. del cuerpo
 M = 89,088 tm

4.2.6 DISEÑO DEL CUERPO.- Este diseño se lo hará a flexión

Flexión:

fu = 1,70 Mu = 65,152 tm Grupo I
 fu = 1,40 Mu = 124,723 tm Grupo VII

Armadura:

f'c = 240 kg/cm²
 Fy = 4.200 kg/cm²
 b = 100,00 cm
 h = 100,00 cm
 r = 8,00 cm
 d = 92,00 cm
 Mu = 124,72 tm

Mcr = fr Ig/yt

Fig	b	h	y	A	A y	Io	d	Ad ²
1	100,00	100,00	50,00	10.000,0	500.000,0	8.333.333,3	0,000	0,0
				10.000,0	500.000,0	8.333.333,3		0,0

yt = 50,00 cm fr = 1,984√f'c = 30,74 kg/cm²

Ig = 8,333333E+06 cm⁴ Mcr = 51,23 tm

Mur = 1,2Mcr/φ f = 0,9

Mur = 68,30 tm

ω = 0,038

ρmin = 0,0022

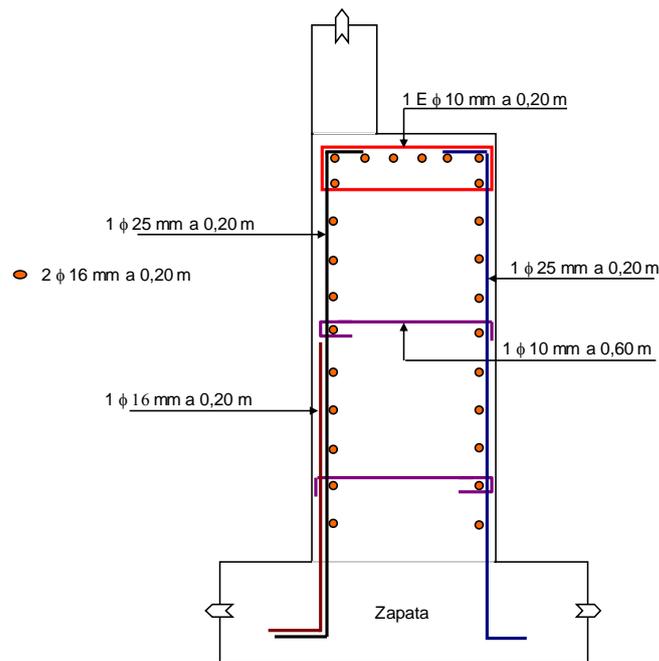
Asmin = 20,09 cm²

Mu tm	Asmin cm ²	Ascal cm ²	1.33Ascal cm ²	Asdefin. cm ²
124,72	20,09	37,44	49,79	37,44

Asmin: El armadura mínima se establece en función del Momento de agrietamiento Mcr

Usamos: 1 φ 25 mm a 0,20 m Cara en contacto suelo.- largo
 1 φ 25 mm a 0,20 m Cara exterior
 1 φ 18 mm a 0,20 m Cara en contacto suelo.- corto.- alternar con hierro largo
 1 φ 16 mm a 0,20 m Armadura horizontal

INFRAESTRUCTURA: ESTRIBO



INFRAESTRUCTURA: ESTRIBO

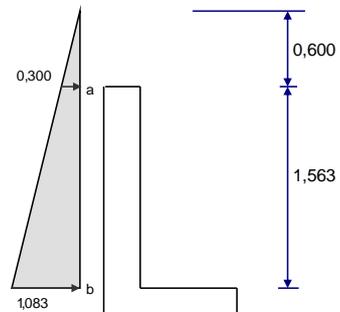
Corte:
 Grupo VII
 $V = 25,993 \text{ t}$
 $V_u = 36,390 \text{ t}$
 $v_u = 4,65 \text{ kg/cm}^2$
 $v_c = 0,53 \sqrt{f'c} = 8,21 \text{ kg/cm}^2 > v_u$

4.3.- PANTALLAS

4.3.1 PANTALLA SUPERIOR

$\gamma_s^* = 1,800 \text{ t/m}^3$
 $k_a = 0,278$
 $h_s = 0,600 \text{ m}$
 $h_p = 1,563 \text{ m}$
 $q_a = 0,300 \text{ t/m}^2$
 $q_b = 1,083 \text{ t/m}^2$
 $M = 0,685 \text{ tm}$
 $f_u = 1,7 \text{ Adoptado}$

Peso específico del suelo relleno
 Coeficiente presión activa
 Altura sobrecarga
 Altura pantalla promedio



Armadura:

$f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$
 $F_y = 4.200 \text{ kg/cm}^2$
 $b = 100,00 \text{ cm}$
 $h = 30,00 \text{ cm}$
 $r = 6,00 \text{ cm}$
 $d = 24,00 \text{ cm}$
 $M_u = 1,16 \text{ tm}$

INFRAESTRUCTURA: ESTRIBO

$M_{cr} = \frac{fr I_g}{y_t}$

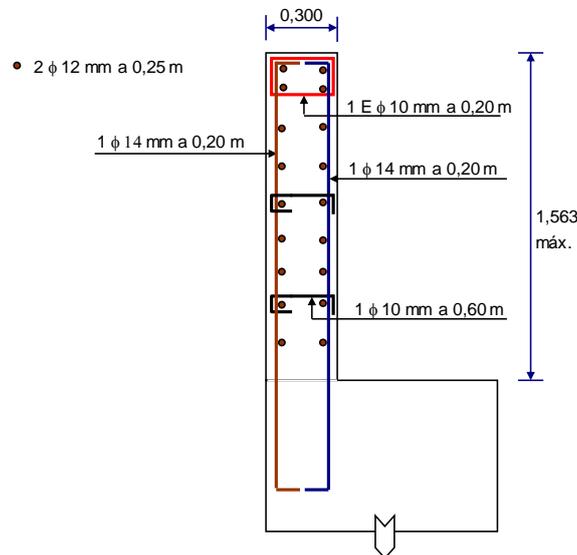
Fig	b	h	y	A	A y	I _o	d	Ad ²
1	100,00	30,00	15,00	3.000,0	45.000,0	225.000,0	0,000	0,0
				3.000,0	45.000,0	225.000,0		0,0

$y_t = 15,00 \text{ cm}$ $fr = 1,984 \sqrt{f'_c} = 30,74 \text{ kg/cm}^2$
 $I_g = 2,25000 \text{E}+05 \text{ cm}^4$ $M_{cr} = 4,61 \text{ tm}$
 $M_{ur} = 1,2 M_{cr} / \phi = 6,15 \text{ tm}$ $\phi = 0,9$
 $\omega = 0,051$
 $\rho_{min} = 0,0029$
 $A_{smin} = 6,99 \text{ cm}^2$

Mu tm	A _{smin} cm ²	A _{scal} cm ²	1.33A _{scal} cm ²	A _{sdefin.} cm ²
1,16	6,99	1,29	1,72	6,99

As_{min}: El armadura mínima se establece en función del Momento de agrietamiento M_{cr}

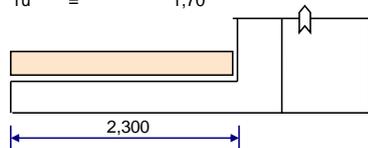
Usamos: 1 φ 14 mm a 0,20 m Cara contacto suelo
 1 φ 14 mm a 0,20 m Cara exterior
 1 φ 12 mm a 0,25 m Armadura horizontal



4.3.2 PANTALLA LATERAL

Diseñamos la pantalla para un metro de ancho, parte inferior

$h_p = 7,100 \text{ m}$ Altura máxima pantalla
 $l_v = 2,300 \text{ m}$ Longitud voladizo
 $q = 3,605 \text{ t/m}^2$ Presión en m inferior
 $M = 9,535 \text{ tm}$ Momento en m inferior de pantalla
 $f_u = 1,70$



INFRAESTRUCTURA: ESTRIBO

f'c	=	240 kg/cm ²
Fy	=	4.200 kg/cm ²
b	=	100,00 cm
h	=	30,00 cm
r	=	6,00 cm
d	=	24,00 cm
Mu	=	16,21 tm

$M_{cr} = f_r I_g / y_t$

Fig	b	h	y	A	A y	I _o	d	Ad ²
①	100,00	30,00	15,00	3.000,0	45.000,0	225.000,0	0,000	0,0
				3.000,0	45.000,0	225.000,0		0,0

y _t	=	15,00 cm	f _r	=	$1,984\sqrt{f'c} = 30,74$ kg/cm ²
I _g	=	$2,250000E+05$ cm ⁴	M _{cr}	=	4,61 tm
M _{ur}	=	$1,2M_{cr}/\phi$	ϕ	=	0,9
M _{ur}	=	6,15 tm			
ω	=	0,051			
ρ_{min}	:	0,0029			
As _{min}	:	6,99 cm ²			

Mu	Asmin	Ascal	1.33Ascal	Asdefin.
tm	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²
16,21	6,99	19,50	25,94	19,50

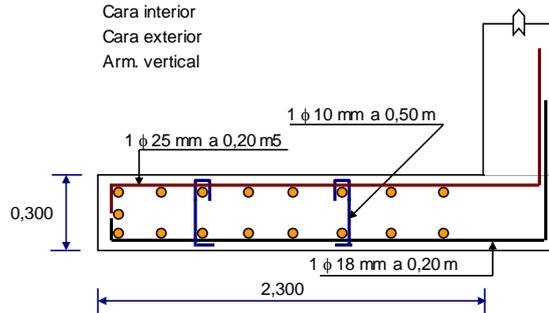
Asmín: El armadura mínima se establece en función del Momento de agrietamiento M_{cr}

Usamos:

- 1 ϕ 25 mm a 0,20 m
- 1 ϕ 18 mm a 0,20 m
- 1 ϕ 18 mm a 0,20 m

Cara interior
Cara exterior
Arm. vertical

- 2 ϕ 18 mm a 0,20 m



4.4.- TRABA ANTISISMICA

4.4.1 DATOS

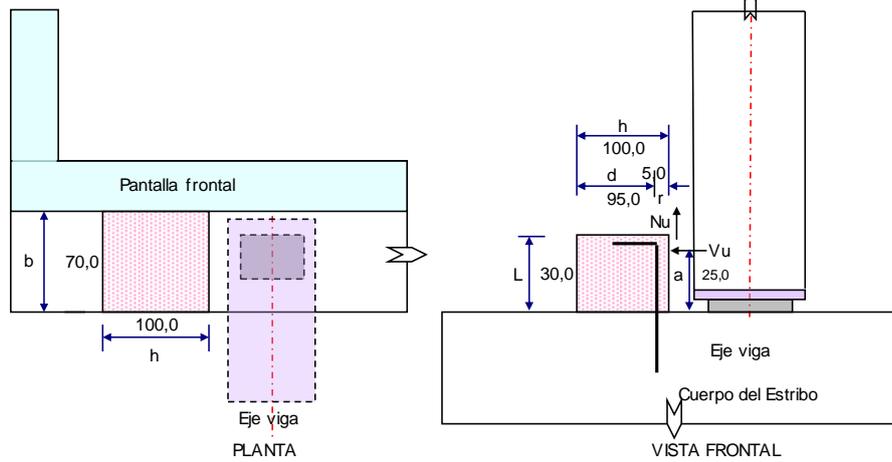
4.4.1.1 MATERIALES

f'c	=	240 kg/cm ²
Fy	=	4.200 kg/cm ²

4.4.1.2 GEOMETRIA

L	=	30,00 cm	Altura de la traba
a	=	25,00 cm	Ubicación carga
b	=	70,00 cm	Ancho de traba
h	=	100,00 cm	Longitud de traba
r	=	5,00 cm	Recubrimiento
d	=	95,00 cm	Altura efectiva
Acv	=	6.650,00 cm ²	Area de concreto
a/d	=	0,26 OK	a/d < 1

INFRAESTRUCTURA: ESTRIBO



4.4.1.3 CARGAS

Rcm =	110,00 t	Reacción carga muerta por estribo
A =	0,400	Coefficiente sísmico
Eq =	44,00 t	Fuerza sísmica lateral (A Rcm)
fu =	1,40	Factor de mayoración
Vu =	61,60 t	Carga última sísmica
Nu =	0,00 t	Fuerza última vertical (hacia arriba)
Numin =	12,32 t	Fuerza vertical mínima (hacia arriba)

4.4.2 DISEÑO

4.4.2.1 CORTE FRICCIÓN

La traba (ménsula) la diseñamos a corte fricción

Avf =	$Vn / Fy \mu \lambda$	Acero por corte-fricción
Vn =	Vu / ϕ	Carga exterior factorizada
ϕ =	0,85	
λ =	1,000	
μ =	$1,0 \lambda = 1,00$	
Vn max1 =	$0,2 f'c Acv$	Cortante resistente
Vn max2 =	$56 Acv$	Cortante resistente
Vn =	72.470,6 kg = 72,47 t	
Vn max1 =	319.200,0 kg = 319,20 t	
Vn max2 =	372.400,0 kg = 372,40 t	
Vn máx =	319,20 t	Usar el menor

$Vn < Vn \text{ máx}$

OK: Sección suficiente

Avf = 17,25 cm²

4.4.2.2 FUERZA HORIZONTAL

Nu =	12.320,00 kg
ϕ =	0,85
An =	$Nu / \phi Fy$
An =	3,45 cm ²

4.4.2.3 FLEXION

Mu =	$Vu a$	= 15,40 tm
Mn =	$Nu(h - d)$	= 0,62 tm
Af =	$[Mu + Nu(h - d)] / \phi Fy jd$	
jd =	$0,85 d$	= 80,75 cm
ϕ =		0,85
Af =		5,56 cm ²

INFRAESTRUCTURA: ESTRIBO

4.4.2.4 ARMADURA PRINCIPAL

A $A_s = 2/3 A_{vf} + A_n = 14,95 \text{ cm}^2$
 B $A_s = A_f + A_n = 9,01 \text{ cm}^2$
 Usar:
 $A_s = 14,95 \text{ cm}^2$

4.4.2.5 ARMADURA LATERAL

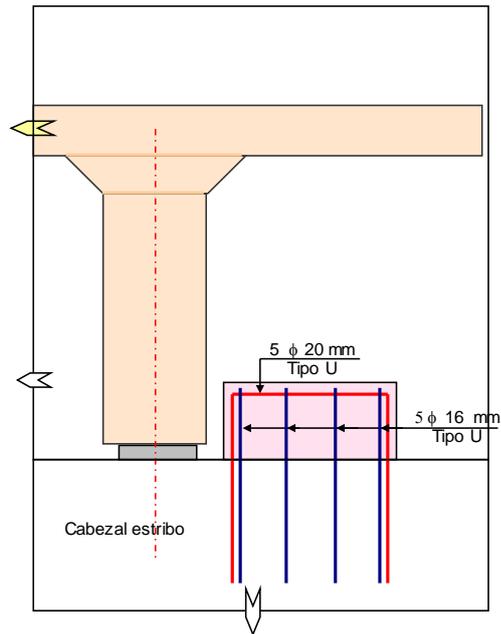
A $A_h = 1/3 A_{vf} = 4,98 \text{ cm}^2$
 B $A_h = 1/2 A_f = 2,78 \text{ cm}^2$
 Usar:
 $A_h = 4,98 \text{ cm}^2$ Colocar como estribos en los $2/3 d$, medido la cara en contacto con la viga

4.4.2.6 ARMADURAS MINIMAS

$A_{s\text{mín}} = 0,04 f'c b d / F_y = 15,20 \text{ cm}^2$
 $A_{h\text{mín}} = 0,5(A_s - A_n) = 5,75 \text{ cm}^2$

4.4.3 ARMADO

Armatura principal $5 \phi 20 \text{ mm}$
 Armadura lateral $5 \phi 16 \text{ mm}$



5. APOYOS ELASTOMERICOS

RCM= 36,67 t
 RCV= 25,692 t

Luz del puente= 20,00 m

ancho de la viga = 0,40 m
 ancho del apoyo (a)= 0,40 m
 altura inicial= 0,05 m
 esfuerzo admisible = 562,4 Kg/cm²
 $b = R_t / (\sigma_{adm} \times W) = 0,28 \text{ m}$
 b adoptado= 0,40 m

adoptado

dureza del neopreno:

$\sigma = 389,74 \text{ t/m}^2$
 $\sigma = 553,06 \text{ psi}$
 FF= 2,00

DS= 60,00 grados
 $\epsilon < 15\%$

INFRAESTRUCTURA: ESTRIBO

desplazamientos:

temperatura $\Delta t = 20,00$ grados C
 $\alpha = 1,13E-05$ metálica
 $\delta t (+) = 4,50E-01$ cm
 $\delta t (-) = 4,50E-01$ cm

contracción
 $\alpha = 2,00E-04$
 $\delta c = 4,00E-01$ cm

$\delta_{\text{máx estructura}} = 1,30E+00$ cm
 $\delta_{\text{máx placa}} = 1.90 \times Dh/5/a/b/Ge = 3,86$ cm

$\delta c > \delta_{\text{máx estructura}}$

espesor: $t \geq 2\Delta s$
 $t \geq 2\Delta s = 2,60E+00$ cm
 $t < W/3 = 13,33$ cm
 $t < L/3 = 13,33$ cm
tadoptado = $5,00$ cm

asiento del hormigón:

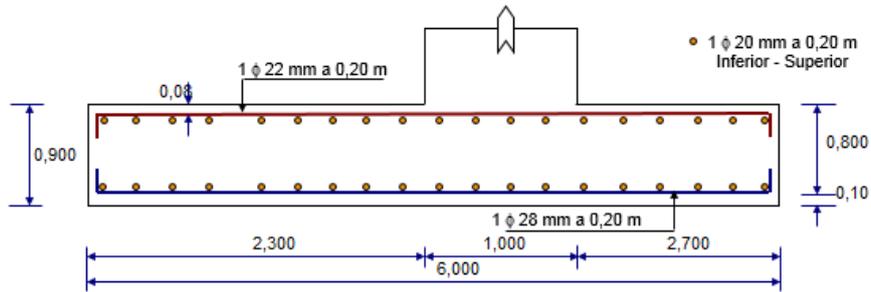
$f_{b\text{máx}} = 0.30(f'c)\sqrt{A2/A1}$
 $f_{b\text{máx}} = 79,20$ Kg/cm²

$f_b \text{ existente} = (D+L)/ab$
 $f_b \text{ existente} = 38,97$ Kg/cm²

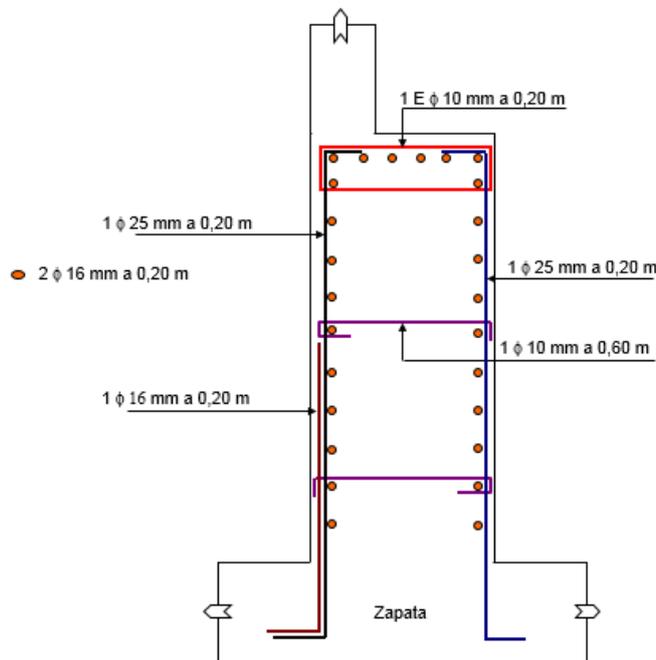
Apoyos de neopreno simple		
a =	40,00 cm	Dureza Shore:
b =	40,00 cm	60,00 grados
t =	5,00 cm	

INFRAESTRUCTURA: ESTRIBO
 RESULTADOS DEL DISEÑO DE LA SUPERESTRUCTURA

1.- CIMENTACION

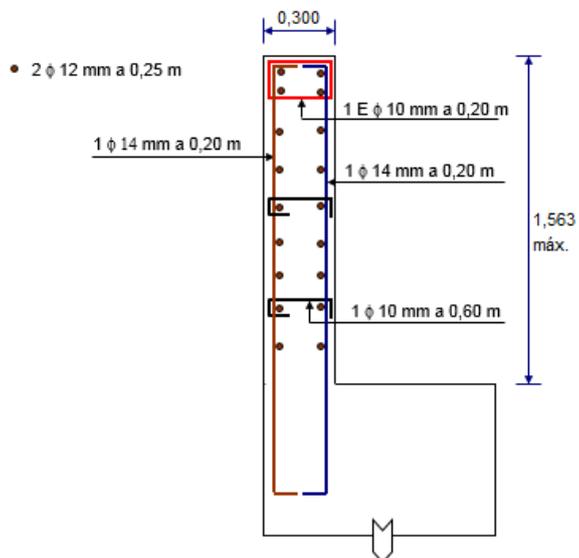


2.- CUERPO

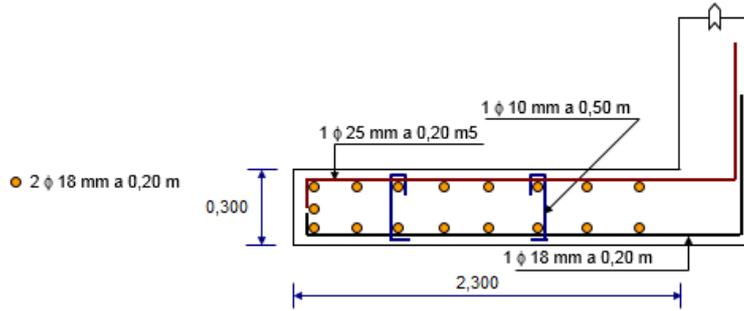


3.- PANTALLAS

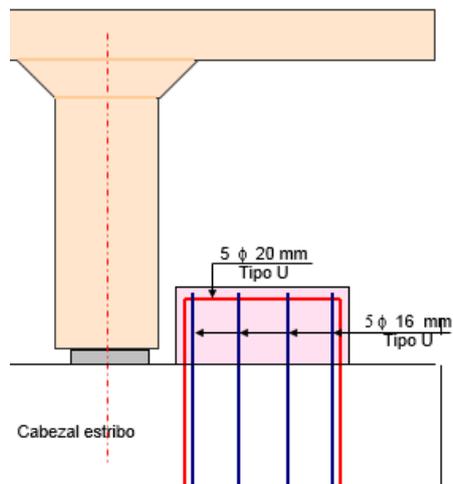
3.1.- PANTALLA SUPERIOR



3.2.- PANTALLA LATERAL

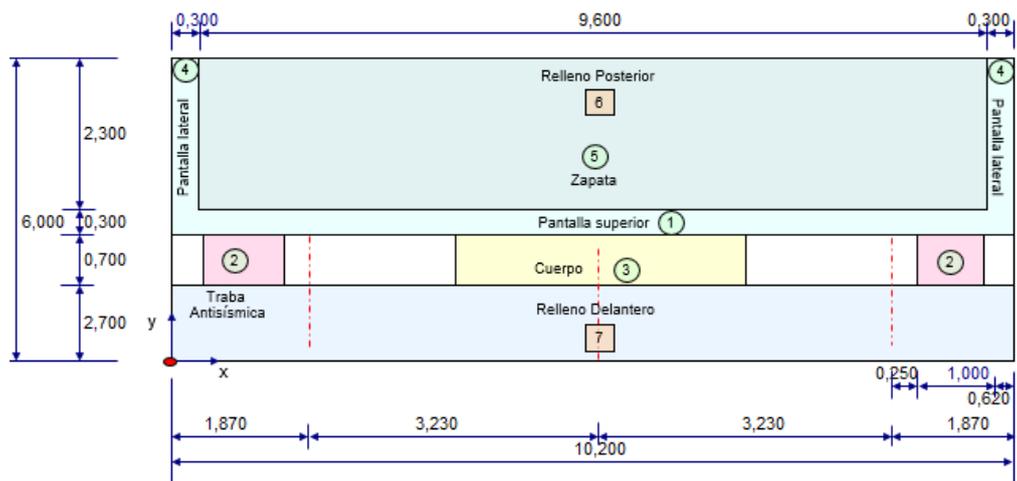


4.- TRABA ANTISISMICA

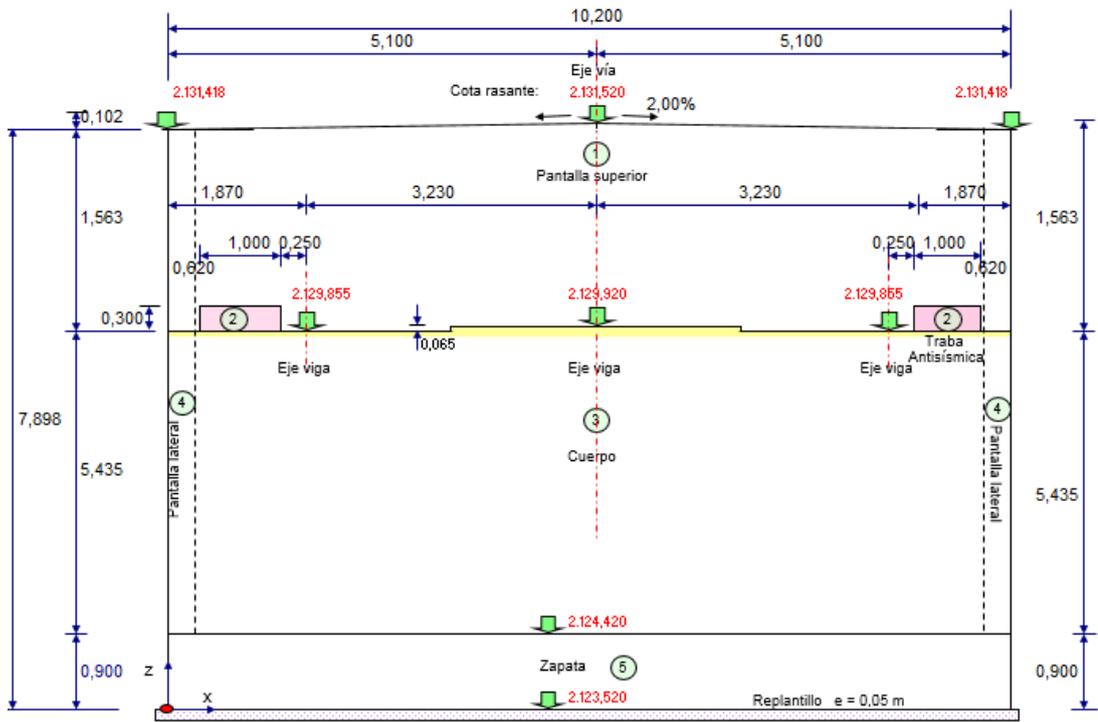


5.- DIMENSIONES DEL ESTRIBO

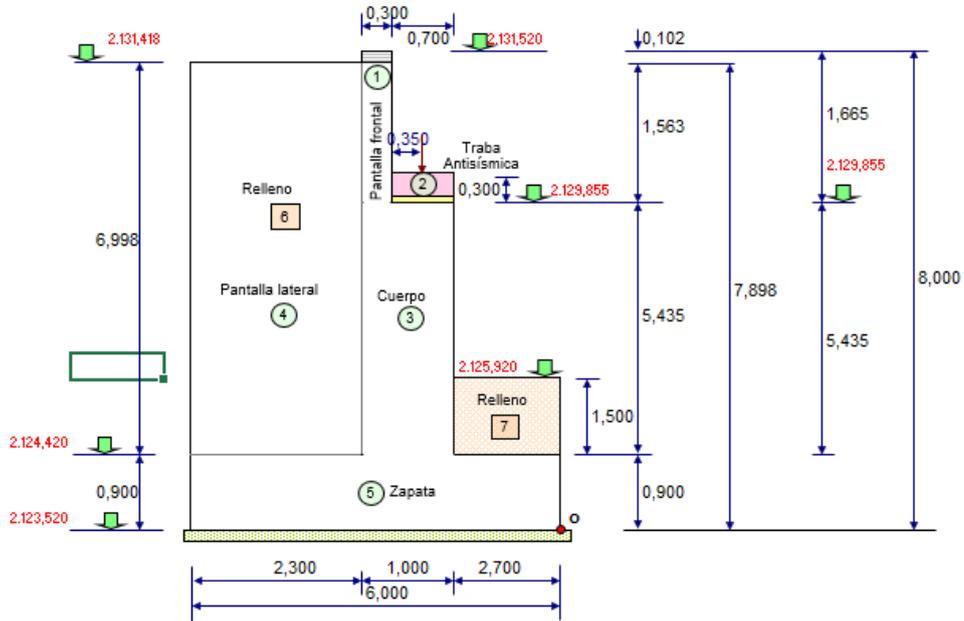
VISTA DEL ESTRIBO EN PLANTA



VISTA FRONTAL DEL ESTRIBO



VISTA LATERAL DEL ESTRIBO



3.5.3. Diseño de la estructura del pavimento

1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES

A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA CARPETA ASFALTICA (ksi)
400,00 De AASHTO 93

B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (ksi)

La densidad mínima de la base no será menor que el 100% de la densidad máxima establecida mediante los ensayos de Densidad Máxima y Humedad Optima realizados con las regulaciones ASHTO T-180, método D.

CBR= 100
30,00 De la fig. 3

C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (ksi)

La densidad mínima de la sub-base no será menor que el 100% de la densidad máxima establecida mediante los ensayos de Densidad Máxima y Humedad Optima realizados con las regulaciones AASHTO T-180, método D.

CBR= 100
21,00 De la fig. 4

2. DATOS DE TRÁFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE

A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)= 5,18E+05

B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)= 90%

STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)= -1,282
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)= 0,45

C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)

CBR (%)= 8
MR= 2555*CBR^{0.64}
MR= 9668,71
APROX.= 10000 lb/plg²
Mr(ksi)= 10,00

D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)= 4,2

E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)= 2,0

F. PERIODO DE DISEÑO (Años)= 10

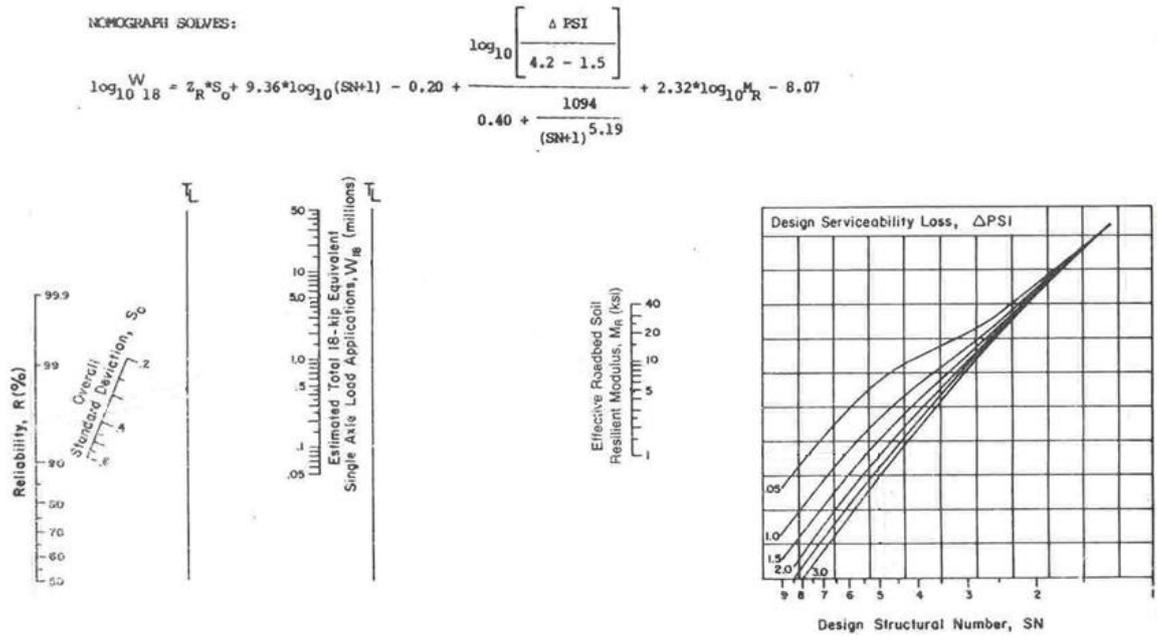


Figura 1 Grafico diseño de pavimentos flexibles basados en el uso de los valores medios para cada entrada.

3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO

A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA

Concreto Asfáltico Convencional (a₁)= 0,41 De fig. 2

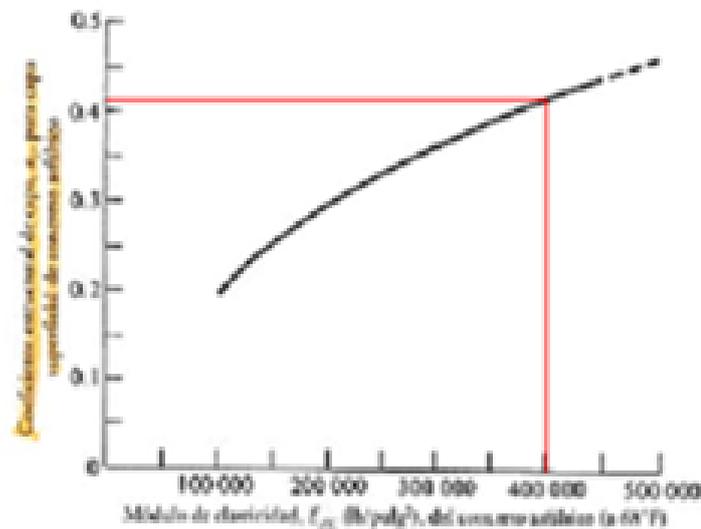


Figura 2. Gráfica para estimar el coeficiente estructural de capa de concreto asfáltico de gradación densa, con base en el módulo de elasticidad (de resiliencia)

Fuente: Reproducido de AASHTO Guide for Desing of Pavement Structures, American Association of State Highway and Transportation Officials D.C. 1993

Base granular (a_2)= 0,14 De fig. 3

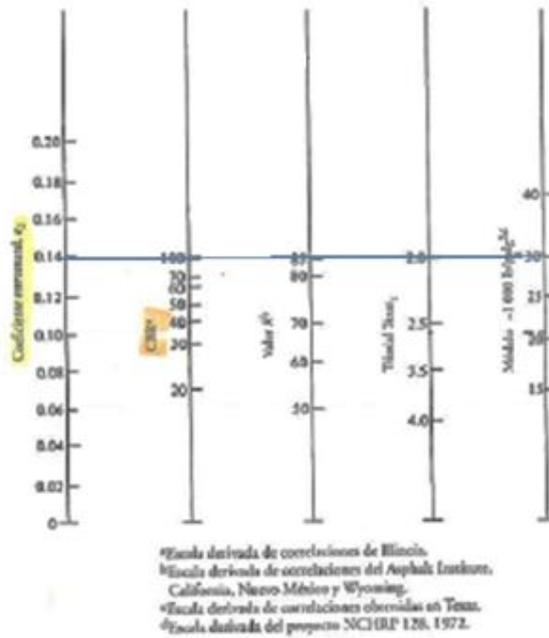


Figura 3. Variación del coeficiente de base granular a_2 , con diversos parametros de resistencia de la sub-base.

Fuente: Reproducido de AASHTO Guide for Desing of Pavement Structures, American Association of State Highway and Transportation Officials D.C. 1993

Subbase (a_3)= 0,14De fig. 4

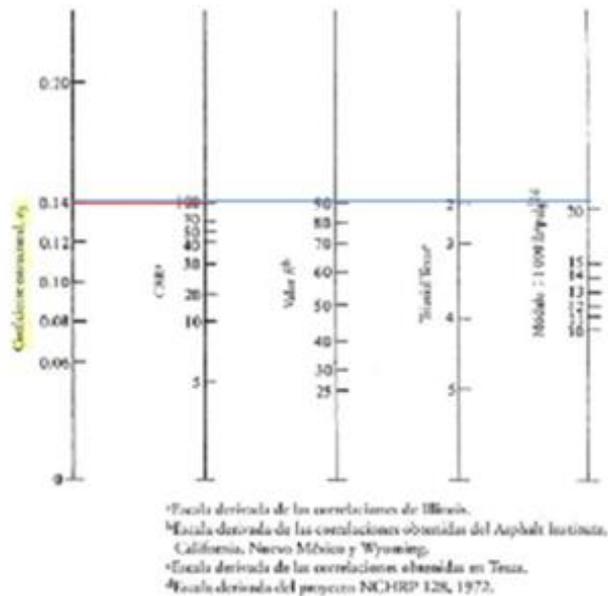


Figura 4. Variación del coeficiente de capa sub-base granular a_3 , con diversos parámetros de resistencia de la sub-base.

Fuente: Reproducido de AASHTO Guide for Desing of Pavement Structures, American Association of State Highway and Transportation Officials D.C. 1993

B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA

Se determina el coeficiente adecuado de drenaje "mi". Se da un solo conjunto de condiciones para las capas de base y sub-base, se usara el valor de m1 y m2.

El tiempo que requiere el agua para drenarse del interior del pavimento es igual a 1 semana, la cantidad del drenaje es regular.

Calidad del drenaje		Porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad cercana a saturación			
Condición	Extacción del agua	Menor que 1%	1-5%	5-25%	Mayor que 25%
Excelente	2 horas	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Bueno	1 día	1.25-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Regular	1 semana	1.25-1.15	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80
Malo	1 mes	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Muy malo	No drena	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

El porcentaje del tiempo durante el cual la estructura del pavimento estará expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación =10%, entonces:

Base granular (m1)= 0,80

Subbase (m2)= 0,80

DATOS FINALES:

CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL :

N18 Nominal	N18 Calculo	SN	SN _{TOTAL}
5,71	5,71	2,71	
5,71	5,71	1,80	
5,71	5,72	2,07	
FIJO	VARIABLE	AJUSTAR	

NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SNREQ)= 2,71

NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SNCA)= 1,80

NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SNBG)= 0,27

NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SNSB)= 0,64

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA

	TEORICO	PROPUESTO
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	11,2	10,0
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	3,9	20,0
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	9,3	20,0
ESPESOR TOTAL (cm)		50,0

En el **Anexo 5** se encontrara la libreta de campo con el conteo vehicular en las 2 estaciones, así como también un informe con los parámetros tomados para el desarrollo del cálculo del diseño de la estructura del pavimento y también un presupuesto referencial del costo de mantenimiento anual de la vía.

3.5.4. Cantidades de obra y presupuesto referencial

TABLA DE CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO CONSTRUCCION VIA " LA CONCEPCION - SAN LORENZO

ELABORADO POR: SR. NELSON AGUIRRE

UBICACION : PARROQUIA GUAYLLABAMBA - CANTON QUITO

FECHA : MAYO - 2014



RUBROS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	RECIO UNITAR	PRECIO TOTAL
I	TRABAJOS DE TOPOGRAFIA				
001-E	REPLANTEO Y NIVELACION CON EQUIPO TOPOGRAFIA	m	300.00	2.24	672.00
				SUBTOTAL	672.00
II	CALZADA				
303-2(1)	EXCAVACION SIN CLASIFICACION	m3	1,212.00	2.19	2,654.28
308-2(1)	ACABADO DE OBRA BASICA EXISTENTE	m2	2,719.00	0.86	2,338.34
402-2(1)	MATERIAL DE MEJORAMIENTO INC. TRANSPORTE D= 20 KM	m3	308.00	15.82	4,872.56
403-1	SUB-BASE CLASE. 3 INC. TRANSPORTE D= 20 KM	m3	507.00	16.25	8,238.75
404-1	BASE CLASE 3 INC. TRANSPOTE D= 20 KM	m3	470.00	24.89	11,698.30
405-1 (1)	ASFALTO PARA IMPRIMACION RC 250 (1,50 LT/M2)	LT	3,384.00	0.50	1,692.00
405-5	CAPA DE RODADURA DE HORMIGON ASFALTICO (ESPESOR= 3")	m2	2,256.00	12.91	29,124.96
610-(1)	BORDILLOS LONGITUDINALES HORMIGON (f'c=210 kg/cm2) V=0.10 M3/M	m3	300.00	18.49	5,547.00
511-1(4)	REVESTIMIENTO H.S. FC= 210 KG/CM2 CUNETAS V= 0.10 M3/ML	m3	300.00	18.60	5,580.00
307-2(1)	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS MENORES INC. DESALOJO D= 10 KM	m3	51.00	13.21	673.71
307-3(1)	EXCAVACION PARA CUNETAS Y ENCAUZAMIENTOS	m3	125.00	9.12	1,140.00
				SUBTOTAL	73,559.90
III	SEÑALIZACION				
705-(2)	MARCAS DE PAVIMENTO (LINEA CONTINUA A= 12 cm)	km	0.30	347.65	104.30
705-(2)a	PINTURA DE TRAFICO ACRILICA PARA BORDILLO APROM= 30 CM	KM	0.30	873.55	262.07
705- (4)	MARCAS SOBRESALIDAS DEL PAVIMENTO BIDIRECCIONAL	U	26.00	5.08	132.08
708-5(1)b	SEÑAL A LADO DE LA CARRETERA PREVENTIVA 0.75*0.75 (AMARILLO - NEGRO)	u	6.00	160.06	960.36
708-5(1)a	SEÑAL A LADO DE LA CARRETERA REGLAMENTARIA 0.75*0.75 PARE OCTOGONAL	u	3.00	148.29	444.87
				SUBTOTAL	1,903.67
iv	IMPACTOS AMBIENTALES				
205-(1)	AGUA PARA CONTROL DE POLVO	m3	19.00	10.73	203.87
220(1)	CHARLAS DE CONCIENCIACION	u	1.00	453.75	453.75
220(3)	AFICHES	u	400.00	0.91	364.00
710-(1)B	CINTA PLASTICA DE SEGURIDAD (LEYENDA PELIGRO)	m	200.00	0.15	30.00
708-5(1)A	ROTULOS SEÑALIZACION AMBIENTALES (1,20 X 0,60)	u	2.00	186.77	373.54
				SUBTOTAL	1,425.16
TOTAL:				TOTAL PRESUPUESTO	77,560.73

SON :SETENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS SESENTA DOLARES CON SETENTA Y TRES CENTAVOS

NOTA: ESTE VALOR NO INCLUYE IVA

**TABLA DE CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO
CONSTRUCCION PUENTE EN " LA CONCEPCION - SAN LORENZO**

ELABORADO POR: SR. NELSON AGUIRRE

UBICACION : PARROQUIA GUAYLLABAMBA - CANTON QUITO

FECHA : MAYO - 2014



RUBROS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	RECIO UNITAR	PRECIO TOTAL
I	INFRAESTRUCTURA				
001-E	REPLANTEO Y NIVELACION CON EQUIPO DE TOPOGRAFIA	m	60.00	2.24	134.40
100-E	VERIFICACION CAP. PORT. SUELO CIMENTACION	Gbl	1.00	2,691.65	2,691.65
307-2(2)	EXCAVACION Y RELLENO PARA PUENTES	m3	680.30	11.48	7,809.84
503 (5)	HORMIGON CICLOPEO FC= 180 KG/CM2	m3	24.50	152.69	3,740.91
503 (2)	HORMIGON EST. CEMENTO PORTLAND CLASE A FC= 240 KG/CM2 INC. ENCOFRADO (ESTRIBOS Y PANTALLAS)	m3	257.00	217.78	55,969.46
503-5	PLACA DE NEOPRENO DUREZA SHORE 60 (0.32*0.40*.05)	u	6.00	228.78	1,372.68
504-(1)	ACERO DE REFUERZO EN BARRAS FY= 4200 KG/CM2	Kg	24,054.00	2.10	50,513.40
511-1(4)	ESCOLLERA DE PIEDRA SUELTA (ENROCADO)	m3	44.60	31.20	1,391.52
511-1(4)a	REVESTIMIENTO H.S. FC= 180 KG/CM2 ESCOLLERA	m3	15.00	152.05	2,280.75
606-1(2)	MATERIAL FILTRANTE INC. TRANSPORTE	m3	40.40	22.66	915.46
609-(1)	TUBERIA DE PVC D= 100 MM PARA DRENES	m	8.80	6.38	56.14
				SUBTOTAL	126,876.22
II	SUPERESTRUCTURA				
511-1(4) b	REVESTIMIENTO H.S. FC= 240 KG/CM2 CAPA DE RODADURA	m3	10.20	147.20	1,501.44
503 (2)A	HORMIGON EST. CEMENTO PORTLAND CLASE A FC= 240 KG/CM2 INC. ENCOFRADO	m3	92.60	294.43	27,264.22
504-(1)	ACERO DE REFUERZO EN BARRAS FY= 4200 KG/CM2	Kg	17,874.00	2.10	37,535.40
503-5.01	JUNTAS DE DILATACION TIPO MOP	m	20.40	179.08	3,653.23
609-(1)	TUBERIA DE PVC D= 100 MM PARA DRENES	m	4.40	6.38	28.07
708-5(1)a	PINTURA ESMALTE (PROTECCION POSTES - PASAMANOS)	m2	80.00	4.53	362.40
				SUBTOTAL	70,344.76
				TOTAL PRESUPUESTO	197,220.98

SON :SETENTA NOVENTA Y SIETE MIL DOSCIENTOS VEINTE DOLARES CON NOVENTE Y OCHO CENTAVOS

NOTA: ESTE VALOR NO INCLUYE IVA

En el **Anexo 6** se encontraran los Análisis de Precios Unitarios (APU) del proyecto.

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Al visitar el lugar en donde se pretende aplicar el proyecto, se observa la inexistencia de una correcta y fluida comunicación entre las comunidades; por lo que, al plantear el desarrollo de éste se observa la aceptación e interés que las personas residentes colocan; todo con el fin de satisfacer la necesidad que hasta el momento no ha sido atendida la misma que proporcionará continuidad vial al crear el puente con su respectiva vía de acceso.
- Se desarrolló el análisis de los estudios previos para poder determinar cuál será la ubicación del puente; así: estudios topográficos, hidráulicos y de suelos; con los que se logró obtener una visión técnica de la situación actual del lugar de implantación del proyecto; permitiendo con ello escoger la mejor y más factible opción para la construcción de acuerdo al trazado vial; para lograr así una mejor comunicación que conlleva a beneficiar a la población en el aspecto socioeconómico.
- El sistema de construcción fue elegido de acuerdo a las características donde se va a construir el puente. Para el caso puntual, un puente de hormigón tanto en sus vigas como en su tablero es el más conveniente; tomando en cuenta su corta longitud y la menor dificultad que presentase durante la construcción.
- El sitio seleccionado para la construcción del puente sobre el río Coyago está en una sección relativamente plana. El río presenta un cauce principal y un lecho de inundación en la orilla derecha. Debido al efecto de las crecidas.

- Para el cálculo de la estructura del pavimento se utilizó las normas vigentes en el Ecuador y los resultados de los espesores obtenidos son: 3" para la carpeta asfáltica; 8" para la base y 8" para la sub base.
- El diseño del puente se decidió mediante criterio técnico; por lo que se lo hará con un esviajamiento de 30°, lo que reconoce cumplir con un diseño seguro y económico al momento de su realización. Este esviajamiento se encuentra dentro de los parámetros técnicos de diseño lo que permite hacer viable la realización del puente.
- Para el diseño del puente fueron utilizadas las norma AASHTO 2002 y para la sobre carga la HS-MOP la cual presenta una carga distinta a la AASHTO pero sirve como carga mayorada debido a que su sobre carga es igual a 10ton en anchos de 4,20m en cada eje, mientras que la sobre carga de la AASHTO presenta una carga de 7,47 ton en 4,27m también en cada eje.
- Para los estudios ambientales; según lo que informa la norma ambiental vigente en el Ecuador, la construcción de un puente menor a 500 metros se encuentra en categoría II; por lo que se tiene que obtener una licencia denominada Licencia Ambiental Categoría II mediante la aprobación de una ficha ambiental con su respectivo plan de manejo.
- El puente y la vía a construirse, según el análisis de precios unitarios tiene un valor aproximado de \$ 274.781,71 usd para su construcción y con un costo de mantenimiento rutinario anual de \$ 1.620,00 usd para su inversión.
- Este proyecto tiene como principales beneficiarios a los moradores del sector de Guayllabamba y sus alrededores; al mejorar su movilización y evitar que los barrios queden incomunicados con posibles obstrucciones de sus pasos principales; el tiempo estimado

se reduce de 10 a 15 minutos en el recorrido entre los barrios, con un ahorro en distancia aproximadamente de 3km.

4.2.RECOMENDACIONES

- Se debe tener cuidado en la conformación de los taludes producidos por las excavaciones para las pilas, de manera que se construyan en capas horizontales de 0,30 metros de espesor bien compactados con material permeable: arena, grava y piedra. El material de filtro deberá cumplir la norma 606-1(2) y que cumpla la granulometría de la tabla 822.4.1 tipo B.
- Para los accesos se recomienda el relleno con material sub base clase tipo 3 de la tabla 403-1.1 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F002.
- Los parámetros geotécnicos de los rellenos para su evaluación pueden usarse un ángulo de fricción interna de 32° y un peso específico de 1.80Ton/m³.
- Tomar las debidas precauciones como muros de protección para evitar la socavación de las pilas, esto es mediante la construcción de muros de gaviones o muros de alas en las dos pilas.
- Dejar drenes para no interrumpir el flujo del agua en el relleno contenido con la estructura de cimentación y soporte.
- Los meses más secos son los comprendidos entre julio y agosto, por lo que las obras de cimentación de cualquier estructura proyectada para ejecutar en el puente sobre el río Coyago se recomienda sean programadas preferentemente para el período indicado.
- Se recomienda que la mano de obra a utilizarse sea seleccionada del mismo sector en donde se realizarán los trabajos; para de esta forma

evitar el costo adicional de la estadía del personal a trabajar en el proyecto.

- Para ingresar tanto el material como la maquinaria a la zona de trabajo se debería hacerlo por el barrio San Lorenzo; que aunque es relativamente más distante a la obra, posee un camino ya conformado y el ingreso será más factible y adecuado.
- Tanto los materiales como la maquinaria se podría dejar en el sector del proyecto tomando en cuenta las precauciones debidas del caso con su resguardo y seguridad; se propone esto debido a que existen planicies que resultarían muy adecuadas para ello.
- Para el mantenimiento de estas estructuras según el art. 23 de la conservación de caminos en la Ley de Caminos expresa: “todas las autoridades administrativas, provinciales, cantonales y parroquiales, cada una en su jurisdicción, cuidarán de la conservación de los caminos públicos, y, en general, de los servicios de vialidad.”, estos trabajos pueden ser implementados a través de la contratación de microempresas conformadas por moradores y trabajadores de la zona.
- Para mantener un adecuado nivel de servicio durante los primeros cinco años; y, visto el diseño estructural del pavimento; se considera que en el programa de mantenimiento para dichos años se debe incluir básicamente actividades rutinarias, así se deberá realizar: limpieza de plataforma, roce y limpieza de maleza, conservación de obras de arte y drenaje, limpieza de cunetas laterales, limpieza de alcantarillas, encausamiento de pequeños cursos de agua, conservación de señales y vigilancia, mantenimiento de señales, vigilancia y control.
- Para el desarrollo y puesta en servicio del proyecto se recomienda seguir el siguiente proceso constructivo del puente, con el afán de evitar demoras y mayores contratiempos para su culminación:

- ✓ Limpieza de la zona de cimentación y replanteo de la estructura.
- ✓ Excavación hasta niveles de cimentación de los estribos y muros de ala (conforme se realicen las excavaciones, efectuar los sondeos y los ensayos para la verificación del diseño de cimentaciones; armado y fundición de estribos y muros de ala)
- ✓ Rellenos posteriores y anteriores de los estribos hasta un mismo nivel.
- ✓ Encofrado del tablero y fundición en sitio del mismo
- ✓ Terminación de relleno de los estribos
- ✓ Construcción de protecciones
- ✓ Colocación de la capa de rodadura
- ✓ Aplicación de las cargas de servicio
- ✓ Reconformación y limpieza del cauce
- ✓ Construcción de la vía.

BIBLIOGRAFÍA

Abril, V. H. (26 de Diciembre de 2013). Instrumentos de Investigación. Obtenido de Técnicas e Instrumentos de Investigación: <http://vhabril.wikispaces.com/file/view/T%C3%A9cnicas+e+Instrumentos+de+Investigaci%C3%B3n++Abril+PhD.pdf>

Actualización del Estudio de Intensidades del Ecuador. (1986). INAMHI.

“American Association of State Highway and Transportation Officials”. Sixteenth Edition, 1996.

Anuarios Meteorológicos e Hidrológicos. (1959-1994.). INAMHI .

A., S. (2007). Sierra Central III. Refugio de Vida Silvestre Pasochoa. ECOLAP y MAE. 2007. Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador. ECOFUND, FAN, DarwinNet, IGM. . Quito, Ecuador.

Baquero F., Sierra R., Ordóñez L., Tipán M, Espinosa L., Rivera M. B & Soria P. (2004). *La Vegetación de los Andes del Ecuador. Memoria explicativa de los mapas de vegetación: potencial y remanente a escala 1:250.000 y del modelamiento predictivo con especies indicadoras.* Quito: EcoCiencia/CESLA/Corporación EcoPar/MAG SIGAGRO/CDC – Jatun Sacha/División Geográfica - IGM.

Baroja G., Lara J., Ortiz G., Baldeón J., Gavilánez J. (2012). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia de Guayllabamba 2012-2025.* . Quito – Ecuador: GADPP.

Briceño, E. (13 de Septiembre de 2012). Ecuador Ambiental. Obtenido de Ministerio de Energía y Minas: <http://www.ecuadorambiental.com/estudios-impacto-ambiental.html>

Calavera, José (marzo de 2000) “Calculo de Estructuras de Cimentación”. (Cuarta Edición) Madrid: Instituto Técnico de Materiales y Construcciones.

- Calavera, José “Proyecto y Calculo de Estructuras de Hormigón”. (Tomo II)
Madrid: Instituto Técnico de Materiales y Construcciones.
- Calavera, José (diciembre de 1989) “Muros de Contención y Muros de Sótano” (Segunda edición) Madrid: Instituto Técnico de Materiales y Construcciones.
- Cardoso, I. J. (22 de Enero de 2013). Calameo. Recuperado el 02 de Agosto de 2014, de <http://es.calameo.com/read/0018759674d4bbd941ef8>
- Díaz, J. S. (1992). Manual de Ingeniería para el Control de la Erosión. Bucaramanga.
- DOSSA. (2011). Desarrollos, Obras y Servicios de Noreste S.A. de C.V. Obtenido de DOSSA: <http://dossa.com.mx/noticias/imprescindible-que-empresas-constructoras-realicen-estudio-de-suelo/>
- Estudio de Lluvias Intensas. . (1999). INAMHI.
- Garmendia A., Salvador A., Crespo C. & Garmendia L. (2005). Evaluación de Impacto Ambiental. Pearson, Prentice Hall. S.A. . Madrid – España.
- Hídricos, I. –I. (Abril de 2007). INRENA. Obtenido de Intendencia de Recursos:
http://www.ana.gob.pe/media/296656/estudio_hidrologico_mala.pdf
- Hidrología para Ingenieros de Ven T. Chow.
- Instituto Geográfico Militar. (2011). Base Escala 1:50.000. Cartas Topográficas . Quito, Ecuador.
- Juárez Badillo, Rico Rodríguez. (1992). Mecánica de suelos (Tercera ed.). México D.F.: LIMUSA
- Manual de Drenaje del MOP.
- (Mayo 2002) “Especificaciones AASHTO para el diseño de puentes por el método LRFD-Unidades SI”. (Segunda Edición); Publicado por la American Association of State Highway and Transportation Officials
- Maza, J. A. Socavación en Cauces Naturales . A. UNAM.
- Medina, M. Z. (24 de Julio de 2011). Blog de Topografía. Obtenido de Topografía: <http://cursotopografia.blogspot.com/>
- Miño, G. A. (2013). TESIS. PUENTE SOBRE EL RÍO PUEMBO GRANDE PARROQUIA EL TINGO LA ESPERANZA, CANTON PUJILI, PROVINCIA DE COTOPAXI. QUITO, PICHINCHA, ECUADOR: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.

- MTOP - Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (Octubre de 2002). Plan Maestro de Vialidad. Recuperado el 01 de Agosto de 2014, de Plan Maestro de Vialidad: <http://web.archive.org/web/20071219161656/http://www.iirsa.org/BancoMedios/Documentos%20PDF/Presentacion%20III%20Andino%20Ecuador.pdf>
- Nigenda, R. (17 de Marzo de 2011). Scribd. Recuperado el 02 de Agosto de 2014, de <http://es.scribd.com/doc/50924965/Breve-historia-de-las-vias-terrestres>
- Oriente, U. d. (28 de Diciembre de 2013). Tesis - Marco Teórico Conceptual. Obtenido de Universidad de Oriente: http://www.univo.edu.sv:8081/tesis/019116/019116_Cap3.pdf
- Otero, A. V. (17 de Diciembre de 2013). Escuela Politecnica Superior de Avila. Obtenido de Ingenieria Tecnica de Topografia: <http://ocw.usal.es/eduCommons/enseanzas-tecnicas/ingenieria-civil/contenido/TEMA%207-%20PUENTES.pdf>
- Peck, Ralph B.; Hanson Walter E. y Thornburn Thomas H. "Ingeniería de Cimentaciones". México: LIMUSA Noriega Editores.
- Pytel Andrew y Ferdinand L. Singer (1987) "Resistencia de Materiales, Introducción a la Mecánica de Sólidos". (Cuarta Edición) México: HARLA.
- Serafino, A. L. (Diciembre de 2013). Topografía Aplicada. Obtenido de Levantamientos Especiales para Obras: <ftp://ftp.unsj.edu.ar/agrimensura/Topografia%20Aplicada/1%20-%20Levantamientos%20para%20Obras.pdf>
- Valencia, R. Cerón C. Palacios W & Sierra R. (1999). *Las Formaciones Naturales de la Sierra del Ecuador. Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/ GEF-BIRF y EcoCiencia*. Quito - Ecuador: Sierra, R Ediciones.
- Villalaz, C. (2011). *Mecánica de suelos y cimentaciones* (Sexta ed.). México D.F.: LIMUSA.