



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR EN LA ALDEA EL
ASTILLERO, Y CANCHAS POLIDEPORTIVAS EN EL CASCO
MUNICIPAL DE GUAZACAPÁN, SANTA ROSA**

Luis Alberto Aguilar Mejía

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, abril de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR EN LA ALDEA EL ASTILLERO, Y
CANCHAS POLIDEPORTIVAS EN EL CASCO MUNICIPAL DE
GUAZACAPÁN, SANTA ROSA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

LUIS ALBERTO AGUILAR MEJÍA

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, ABRIL DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	Br. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

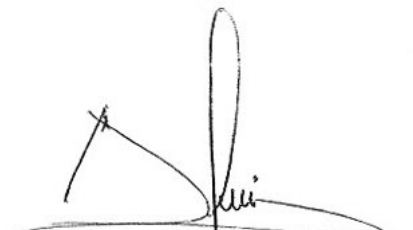
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
EXAMINADOR	Inga. Evelyn Maribel Morales Ramírez
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR EN LA ALDEA EL ASTILLERO, Y
CANCHAS POLIDEPORTIVAS EN EL CASCO MUNICIPAL DE
GUAZACAPÁN, SANTA ROSA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 29 de enero de 2007.



Luis Alberto Aguilar Mejia

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala 02 de marzo de 2010.
Ref.EPS.DOC.413.03.10.

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Luis Alberto Aguilar Mejía** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200018471**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR EN LA ALDEA EL ASTILLERO Y CANCHAS POLIDEPORTIVAS EN EL CASCO MUNICIPAL DE GUAZACAPÁN, SANTA ROSA”**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Da y Enseñad a Todos”

Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
MAAO/ra



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 02 de marzo de 2010.
Ref.EPS.D.172.03.10

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.


Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR EN LA ALDEA EL ASTILLERO Y CANCHAS POLIDEPORTIVAS EN EL CASCO MUNICIPAL DE GUAZACAPÁN, SANTA ROSA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Luis Alberto Aguilar Mejía**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta .

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor -Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zedeno de Serrano
Directora Unidad de E.P.S.

NISZ/ra





Guatemala,
12 de marzo 2010

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR EN LA ALDEA EL ASTILLERO Y CANCHAS POLIDEPORTIVAS EN EL CASCO MUNICIPAL DE GUAZACAPÁN, SANTA ROSA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Luis Alberto Aguilar Mejía, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Luis Alberto Aguilar Mejía, titulado DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR EN LA ALDEA EL ASTILLERO, Y CANCHAS POLIDEPORTIVAS EN EL CASCO MUNICIPAL DE GUAZACAPÁN, SANTA ROSA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

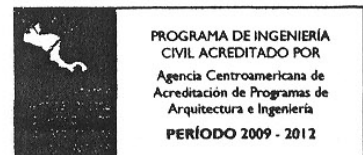

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DIRECTOR
FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, abril de 2010

/bbdeb.

Más de 130 Años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.122-2010

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR EN LA ALDEA EL ASTILLERO, Y CANCHAS POLIDEPORTIVAS EN EL CASCO MUNICIPAL DE GUAZACAPÁN, SANTA ROSA**, presentado por el estudiante universitario **Luis Alberto Aguilar Mejía**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A large, stylized handwritten signature in black ink, consisting of a large loop at the top and several vertical strokes at the bottom.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, abril de 2010

/cc

AGRADECIMIENTOS A:

Dios

Que con su bondad me ha guiado y concedido la sabiduría suficiente para culminar una de mis metas en la vida.

**La Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Centro de enseñanza superior que me brindó la oportunidad de dar un paso grande en mi futuro como profesional.

**La Facultad de
Ingeniería**

Por brindarme el honor de estudiar en sus aulas y adquirir tan amplios conocimientos.

DEDICATORIA A:

Mis padres

Luis Alberto Aguilar Estrada y Adela Elizabeth Mejía de Aguilar, gracias porque son la base fundamental en mí, y de mi carrera profesional, ya que me brindaron todo el amor, comprensión, apoyo moral y material para poder culminar este acto tan importante de mi vida.

Mis hermanos

Frydel Vanessa y Edson Iván, con mucho cariño, por su apoyo y comprensión, deseándoles lo mejor en todo lo que se propongan.

Mi familia en general

Por el apoyo incondicional y cariño que me brindan, esperando que este acto sea una satisfacción y ejemplo para ellos.

Mis amigos y compañeros de estudios

Gracias por su amistad y apoyo incondicional, que con sus consejos nunca dejaron desmayar en mi propósito, por lo que estoy seguro, que en estos momentos celebran con migo el triunfo alcanzado.

Guatemala

Por acogerme en su territorio y ser el origen de mi inspiración para demostrar mi preparación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	XI
LISTA DE SÍMBOLOS	XV
GLOSARIO	XVII
RESUMEN	XXI
OBJETIVOS	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE GUAZACAPÁN	1
1.1. Ubicación y localización	1
1.2. Límites y colindancias	1
1.3. Clima	1
1.4. Población e idioma	2
1.5. Suelos y topografía	2
1.6. Vías de acceso	2
1.7. Servicios públicos	2
1.8. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos y de infraestructura de los lugares en estudio	3
1.8.1. Aldea El Astillero	3
1.8.2. Cabecera Municipal Guazacapán	4

2. DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR, UBICADO EN LA ALDEA EL ASTILLERO	5
2.1. Descripción del proyecto	5
2.2. Criterios y especificaciones para el diseño de puentes de concreto	5
2.3. Estudios preliminares, metodología empleada, resultados obtenidos	7
2.3.1. Levantamiento topográfico	7
2.3.2. Evaluación de la calidad del suelo	8
2.3.3. Cálculo de caudal máximo	9
2.3.3.1. Método racional	9
2.3.3.2. Método de sección-pendiente	10
2.3.3.3. Caudal máximo	10
2.4. Diseño del puente vehicular aldea El Astillero	11
2.4.1. Datos y especificaciones	11
2.4.2. Diseño de la superestructura	13
2.4.2.1. Pre dimensionamiento	13
2.4.2.1.1. Losa	13
2.4.2.1.2. Viga principal	14
2.4.2.1.3. Diafragmas	14
2.4.2.2. Diseño de la losa	15
2.4.2.2.1. Cálculo del peralte	15
2.4.2.2.2. Cálculo de momentos	15

2.4.2.2.2.1.	Momento carga muerta	16
2.4.2.2.2.2.	Momento sobrecarga	16
2.4.2.2.2.3.	Momento por impacto	17
2.4.2.2.2.4.	Momento último	17
2.4.2.2.3.	Cálculo de refuerzo	17
2.4.2.2.3.1.	Refuerzo transversal cama inferior	18
2.4.2.2.3.2.	Refuerzo transversal cama superior	19
2.4.2.2.3.3.	Refuerzo longitudinal camas superior e inferior	19
2.4.2.3.	Diseño banqueteta	20
2.4.2.4.	Análisis y diseño de barandal	20
2.4.2.4.1.	Pasamanos	21
2.4.2.4.2.	Postes	22
2.4.2.4.2.1.	Diseño a flexión	22
2.4.2.4.2.2.	Diseño a flexo compresión	23
2.4.2.4.2.3.	Diseño a corte	24
2.4.2.5.	Diseño de vigas	25
2.4.2.5.1.	Cálculo de momentos	26

2.4.2.5.1.1.	Momento carga muerta	26
2.4.2.5.1.2.	Momento sobrecarga	26
2.4.2.5.1.3.	Momento impacto	29
2.4.2.5.1.4.	Momento último	29
2.4.2.5.2.	Cálculo de refuerzo	30
2.4.2.5.2.1.	Refuerzo longitudinal cama inferior	30
2.4.2.5.2.2.	Refuerzo longitudinal cama superior	30
2.4.2.5.2.3.	Refuerzo adicional	31
2.4.2.5.3.	Diseño a corte	31
2.4.2.5.3.1.	Corte por carga muerta	31
2.4.2.5.3.2.	Corte por sobrecarga	31
2.4.2.5.3.3.	Corte último	32
2.4.2.5.3.4.	Corte que resiste el concreto	32
2.4.2.5.3.5.	Cálculo de refuerzo a corte	33

2.4.2.6.	Diseño de diafragmas	33
2.4.3.	Diseño de la subestructura	35
2.4.3.1.	Diseño de aleros	35
2.4.3.1.1.	Cálculo de momento	35
2.4.3.1.2.	Cálculo de acero de refuerzo	36
2.4.3.1.3.	Refuerzo por corte	37
2.4.3.2.	Diseño de la cortina	37
2.4.3.2.1.	Fuerza de empuje de la tierra (E)	38
2.4.3.2.2.	Fuerza longitudinal (FL)	38
2.4.3.2.3.	Fuerza de sismo (EQ)	39
2.4.3.2.4.	Momento de diseño	39
2.4.3.2.5.	Cálculo de acero de refuerzo por flexión	40
2.4.3.2.6.	Corte de diseño	40
2.4.3.2.7.	Cálculo de acero de refuerzo por corte	41
2.4.3.3.	Diseño viga de apoyo	41
2.4.3.3.1.	Refuerzo longitudinal por temperatura	42
2.4.3.3.2.	Refuerzo transversal	42
2.4.3.4.	Diseño del asiento de apoyos (neopreno)	42
2.4.3.4.1.	Esfuerzo máximo permisible	43
2.4.3.4.2.	Esfuerzo por compresión	44

2.4.3.4.3.	Cálculo del desplazamiento	
	horizontal	44
2.4.3.4.4.	Espesor apoyos	45
2.4.3.5.	Diseño del estribo de concreto ciclópeo	46
2.4.3.5.1.	Chequeos por volteo,	
	deslizamiento y presiones	46
2.4.3.5.1.1.	Chequeo muro	
	(sin sobrecarga)	48
2.4.3.5.1.2.	Chequeo del muro	
	con superestructura	
	y carga viva	49
2.4.3.5.1.3.	Chequeo del muro	
	por sismo	50
2.5.	Elaboración de los planos	51
2.6.	Elaboración del presupuesto	51
2.7.	Estudio de impacto ambiental	52
2.7.1.	Generalidades	52
2.7.2.	Evaluación de Impacto Ambiental Proyecto	
	“Diseño de puente vehicular en la aldea El	
	Astillero”	54
2.7.2.1.	Impactos ambientales determinados	
	durante la construcción y operación	54
2.7.2.2.	Impactos, medidas de mitigación y etapa	
	del proyecto en que ocurren	56

2.7.2.3.	Costos de aplicación de las medidas de mitigación	58
2.7.2.4.	Recomendaciones de la evaluación de Impacto Ambiental y la viabilidad ambiental del proyecto	59
2.7.2.5.	Mantenimiento preventivo	59
3.	DISEÑO CANCHAS POLIDEPORTIVAS CASCO MUNICIPAL GUAZACAPÁN	61
3.1.	Estudios preliminares, metodología empleada, resultados obtenidos	61
3.1.1.	Clasificación de las canchas deportivas	61
3.1.1.1.	Según nivel del deporte a practicar	61
3.1.1.2.	Según tipo de techo (cubiertas o al aire libre)	61
3.1.1.3.	Según el tipo de superficie de juego	63
3.2.	Distribución, ubicación y orientación de las canchas	64
3.3.	Aspectos técnicos constructivos de canchas deportivas	65
3.3.1.	Trazo y dimensionamiento	65
3.3.2.	Movimiento de tierra, construcción de la plataforma y su nivelación	65
3.3.3.	Superficie de juego	66

3.3.4. Estructuras complementarias y trazo del área de juego	66
3.4. Datos y especificaciones para canchas deportivas	67
3.4.1. Levantamiento topográfico, distribución, ubicación y orientación de las canchas	67
3.4.2. Trazo y dimensionamiento	67
3.4.3. Movimiento de tierra y construcción de plataforma	67
3.5. Diseño de cancha de foot-ball	67
3.5.1. Cálculo de losa	67
3.5.1.1. Peralte	67
3.5.1.2. Integración de cargas	68
3.5.1.3. Cálculo acero de refuerzo	68
3.5.2. Instalaciones complementarias cancha de foot-ball	69
3.5.2.1. Marcos de porterías	69
3.6. Diseño de cancha de baloncesto y volley-ball	69
3.6.1. Cálculo de losa	69
3.6.1.1. Peralte	69
3.6.1.2. Integración de cargas	69
3.6.1.3. Cálculo acero de refuerzo	70
3.6.2. Diseño de instalaciones complementarias canchas de baloncesto y volley-ball	71
3.6.2.1. Canastas cancha de baloncesto	71
3.6.2.2. Postes cancha de volley-ball	71
3.7. Diseño de graderío	71

3.7.1. Dimensiones	71
3.7.2. Análisis estructural	71
3.7.2.1. Losas de graderíos	71
3.7.2.1.1. Determinación del espesor	72
3.7.2.2. Diseño de muro perimetral	73
3.7.2.3. Diseño de techo graderíos	74
3.7.2.3.1. Carga para cubiertas	74
3.7.2.3.2. Integración de cargas en el techo	75
3.7.2.3.3. Cálculo separación de costaneras	75
3.7.2.3.4. Cálculo de viga metálica	76
3.7.2.3.5. Cálculo de pernos	82
3.7.2.3.6. Comportamiento térmico	78
3.8. Elaboración de los planos	78
3.9. Elaboración del presupuesto	79
3.10. Estudio de impacto ambiental	80
3.10.1. Generalidades	80
3.10.2. Evaluación de Impacto Ambiental Proyecto “Canchas polideportivas casco municipal Guazacapán”	82
3.10.3. Impactos ambientales determinados durante la construcción	82

3.10.4. Impactos, medidas de mitigación y etapa del proyecto en que ocurren	84
3.10.4.1. Costos de aplicación de las medidas de mitigación	85
3.10.4.2. Recomendaciones de la evaluación de impacto ambiental y la viabilidad ambiental del proyecto	85
3.10.4.3. Mantenimiento preventivo	85
CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES	89
BIBLIOGRAFÍA	91
APÉNDICES	93

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Croquis ubicación municipio de Guazacapán	4
2 .	Sección típica de puente de concreto reforzado	6
3.	Planta típica de puente de concreto reforzado	7
4.	Tren de cargas para los camiones H	12
5.	Detalle superestructura	13
6.	Momentos en losa	16
7.	Carga viva estándar de camiones H	17
8.	Detalle longitudinal del armado final de la losa	19
9.	Detalle transversal del armado final de la losa	20
10.	Diagrama de cargas en el barandal	21
11.	Diagrama de interacción a flexo compresión para postes	24
12.	Armado final del poste	25
13.	Planta armado de poste	25
14.	Diagrama de carga muerta	26
15.	Distribución de cargas	27
16.	Determinación de centro de gravedad de camión H	28
17.	Diagrama de cargas posición momento máximo	28
18.	Diagrama de momentos para camión H	29
19.	Determinación de carga crítica a corte	31
20.	Diagrama de corte de diseño	32
21.	Armado final de vigas	33
22.	Detalle de armado de diafragmas	34
23.	Detalle dimensiones de aleros	35

24.	Arado final de aleros	37
25.	Estado de cargas cortina y viga de apoyo	38
26.	Esquema viga de apoyo	41
27.	Armado final cortina y viga de apoyo	42
28.	Detalle de apoyos de neopreno	45
29.	Diagrama de presiones de los estribos	46
30.	Proyecto polideportivo Guazacapán	62
31.	Cancha de foot-ball sala	63
32.	Cancha de baloncesto	64
33.	Cancha de volley-ball	65

TABLAS

I.	Resultados caracterización tipo de suelo proyecto puente vehicular aldea El Astillero	8
II.	Clasificación tipos de suelos	9
III.	Cálculo de momento de volteo producido por el peso del estribo	47
IV.	Cálculo de momento estabilizante debido al muro	48
V.	Cálculo de momento estabilizante sin carga viva	51
VI.	Costos puente aldea El Astillero	52
VII.	Impactos ambientales negativos generados durante la construcción	55
VIII.	Impactos ambientales negativos generados durante la operación	55
IX.	Medidas de mitigación en la construcción y operación	57
X.	Costo de aplicación medidas de mitigación en la construcción y operación	58

XI.	Presupuesto proyecto canchas polideportivas casco municipal Guazacapán	79
XII.	Impactos ambientales negativos generados durante la construcción	83
XIII.	Medidas de mitigación en la construcción y operación	84
XIV.	Costo de aplicación medidas de mitigación en la construcción y operación	85

LISTA DE SÍMBOLOS

As	Área de acero de refuerzo
Av	Área de acero a corte
cm	Centímetros
CM	Carga muerta
CV	Carga viva
f'c	Resistencia del concreto
F'y	Resistencia del acero
kg	Kilogramos
l	Litros
m	Metros
m²	Metros cuadrados
M	Momento
Mu	Momento último

psi	Libras por pulgada cuadrada
Σ	Sumatoria
ton	Toneladas
v	Velocidad

GLOSARIO

Alas, aleros	Unidades destinadas a contener el relleno de la carretera.
Anclaje	Sistema que sirve para fijar.
AASHTO	Siglas en inglés de la <i>American Association State Highway and Transportation Official</i> .
Baranda	Armadura o muro construido a manera de remate de las aceras y que protegen a los vehículos y peatones.
Bombeo	Pendiente dada, para evacuar el agua pluvial.
Calidad	Cualidad que deben cumplir los materiales y los trabajos.
Camión unitario	Vehículo automotor de seis o más llantas, destinado al transporte de carga con peso bruto vehicular mayor de cuatro toneladas.
Claro	Espacio libre entre dos apoyos.
Cohesión	Fuerza que une, adherencia.

Cota de terreno	Número que en los planos topográficos indica la altura de un punto, sobre el nivel del mar o sobre otro plano.
Cuneta	Pequeño canal que se utiliza para drenar agua por los costados del camino.
Desplantar	Nivel donde se comienza a levantar o construir una cimentación.
Diafragma	Elemento rigidizante de trabes.
Esfuerzo	Acción enérgica de un cuerpo contra una acción.
Estribo	Elemento extremo auxiliar de los puentes para evitar deslaves.
Funcionalidad	Cualidad que debe cumplir un puente para proporcionar un buen servicio.
Gálibo	Dimensión mínima ideal autorizada para permitir el paso de vehículos sin problemas.
Infraestructura	Conjunto de obras que prestan un servicio a la comunidad.
Losa	Elemento estructural plano, que soporta directamente las cargas y las transmite a diferentes apoyos.

Luz	Distancia horizontal interna entre dos estribos.
Neopreno	Material natural o artificial con propiedades similares a las del caucho, utilizado en apoyos de puentes.
Parapetos	Barandales de protección.
Peso bruto vehicular	Suma del peso vehicular y el peso de la carga, en el caso de vehículos de carga; o suma del peso vehicular y el peso de los pasajeros, equipaje y paquetería en el caso de vehículos destinados al servicio de pasajeros.
Peso vehicular	Peso de un vehículo o combinación vehicular con accesorios, en condiciones de operación, sin carga.
Puente	Estructuras mayores de seis metros construidas para salvar depresiones del terreno.
Rasante	Proyección del eje de la corona de una carretera sobre un eje vertical.
Remolque	Vehículo con eje delantero y trasero no dotado de medios de propulsión y destinado a ser jalado por un vehículo automotor, o acoplado a un semirremolque.
Sobre elevación	Pendiente transversal descendente que se da a la corona hacia el centro de las curvas del alineamiento horizontal.

Tablero	Losa de un puente.
Tipología	Tipo de material.
Viga de apoyo	Es la parte superior del estribo sobre la que se apoya la súper estructura.

RESUMEN

La población de la aldea EL Astillero se ve afectada debido al cierre del paso sobre la carretera que conduce hacia la aldea El Obraje, donde se toma la vía principal que los lleva hacia la cabecera municipal, situación que provoca los fenómenos naturales que han azotado la zona costera recientemente. Contar con una vía de comunicación es de suma importancia para los habitantes de la aldea El Astillero, ya que les permitirá sacar las cosechas de maíz, mango, sandía y otros productos para su comercialización, actividad básica su economía.

Por esta razón, la comunidad de la aldea el Astillero ha solicitado al Consejo Municipal el desarrollo del proyecto de un puente vehicular, con lo que se busca dar una solución permanente a este problema.

También ha sido identificada la necesidad de contar con instalaciones adecuadas para realizar actividades deportivas y culturales dentro del casco urbano del municipio de Guazacapán, departamento de Santa Rosa, con lo que se busca impulsar los programas que el Ministerio de Cultura y Deportes maneja, así como ofrecer alternativas a los jóvenes para una sana distracción, por lo que las autoridades municipales han decidido impulsar su ejecución.

El diseño de los proyectos, el puente vehicular como las canchas polideportivas, se realizó considerando especificaciones técnicas de la Asociación Americana de Carreteras y Puentes (AASHTO), Código de Diseño de Hormigón Armado ACI-318-99, con la implementación de los dos proyectos mencionados, la población se verá beneficiada en su calidad de vida además de impulsar el desarrollo de la zona al contar con vías de comunicación adecuadas que permitan el fácil acceso a esta zona.

OBJETIVOS

General

Desarrollar el diseño y planificación del puente vehicular para la aldea El Astillero y las canchas polideportivas para el municipio de Guazacapán, Santa Rosa; dando de esta manera una solución técnica a los problemas que afectan a la población,

Específicos:

1. Aplicar y poner en práctica todo tipo de conocimientos adquiridos en la Facultad de Ingeniería, para el desarrollo de proyectos reales
2. Colaborar con el desarrollo de las poblaciones más necesitadas, al poner al servicio los conocimientos técnicos adquiridos en la carrera de Ingeniería Civil.
3. Lograr que la población mejore considerablemente la calidad de vida, al llevarse a cabo la ejecución de los proyectos posteriormente al estudio respectivo.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia el hombre ha utilizado las vías de comunicación como uno de los principales mecanismos para alcanzar el desarrollo económico, social y cultural lo que le ha permitido llegar a todos los rincones del mundo; realizando proyectos de carreteras y puentes cada vez mas grandes.

La municipalidad de Guazacapán requirió los estudios para un puente vehicular, ubicado en la aldea el Astillero, así como de un polideportivo localizado en el caso urbano de este municipio, busca beneficiar a los habitantes de estas comunidades, para el proyecto del puente vehicular y las canchas polideportivas, se utilizaron especificaciones de la Asociación Americana de Carreteras y Puentes (AASHTO), Código de Diseño de Hormigón Armado ACI-318-99, se desarrollaron actividades de campo (principalmente topografía, estudios de suelos e hidrológicos, ambientales, económicas y comerciales), que permitieron contar con la información necesaria para los diseños realizados, siendo responsabilidad de las autoridades municipales su ejecución.

El capítulo uno incluye la monografía del municipio de Guazacapán, donde se presenta información sobre aspectos de clima y socioeconómicos, mientras que en el capítulo dos se presenta el diseño del puente vehicular para la aldea El Astillero de acuerdo a los criterios considerados.

Dentro del capítulo tres se presenta el diseño del proyecto canchas polideportivas para el municipio de Guazacapán, departamento de Santa Rosa; siguiendo las consideraciones de diseño necesarias, al final se incluyen las conclusiones y recomendaciones productos del presente estudio.

1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE GUAZACAPÁN

1.1. Ubicación y localización

Su etimología proviene de Guat-sacat-apant de origen Azteca que en lengua Pipil sería “río de Zacate o hierba de culebra”, que por corruptela introducida se pronuncia “Guazacapán”, celebra su feria patronal en los meses de noviembre y diciembre de cada año, cada uno de los 5 barrios que conforman el municipio de Guazacapán, Santa Rosa tiene una fiesta titular en diferentes fechas. La municipalidad se encuentra en el casco urbano, es una entidad de carácter autónomo que ejerce un gobierno municipal integrado por una corporación. Es un municipio que está ubicado en la región sur del país en el departamento de Santa Rosa, se encuentra a 41 Km de la cabecera departamental de Cuilapa y a 112 Km de la ciudad capital.

1.2. Límites y colindancias

El municipio de Guazacapán, colinda al norte con el municipio de Cuilapa, al este con el municipio de Chiquimulilla; al sur con el océano pacífico y al oeste con Taxisco. Las aldeas del municipio de Guazacapán son El Molinial, Buenas Brisas, Platanares, Poza de Agua, El Barro, El Astillero, La Unión, El Mandadero, San Luís, Cinco Palos, Ojo de Agua, La Curvina, Papaturo.

1.3. Clima

El clima a lo largo de todo el año es cálido, su promedio de temperatura es de 18 a 32 grados centígrados. El municipio se encuentra a 264.33 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas latitud 14° 04'13" y longitud de 90° 25'13".

1.4. Población e idioma

Su población es de 16,195 habitantes, según el censo del año 2002 y el Estudio de Factibilidad de Ingeniería Informática y Negocios en el área urbana de Guazacapán. Un alto porcentaje de la población es ladina, también el pueblo fue habitado por etnias como los Pocomanes, Pipiles y Xinca, las cuales tienden a desaparecer por el poco espacio social que han tenido a lo largo del tiempo, razón por la cual hay un porcentaje mínimo. El municipio cuenta con establecimientos educativos privados y públicos.

1.5. Suelos y topografía

El suelo es propicio en la zona de costa para la ganadería, agricultura y fruticultura entre otras y en la parte alta para la caficultura. Sus principales accidentes fisiográficos son el volcán de Tecuamburro y el Canal de Chiquimulilla.

1.6. Vías de acceso

Su principal vía de comunicación con la capital es por la CA-2, carretera totalmente asfaltada; que pasa por Taxisco, Escuintla y Amatitlán. La comunicación puede darse por la autopista o bien por la carretera antigua, atravesando el departamento de Escuintla. Otra alternativa para comunicarse con la capital puede ser la carretera CA-1 que atraviesa el municipio de Chiquimulilla, pasa por Cuilapa y Barberena, se ingresa por la carretera Guatemala-El Salvador.

1.7. Servicios públicos

Existe un centro de salud que brinda los servicios de emergencia, maternidad, odontología y enfermedades comunes. También cuenta con un juzgado donde se resuelve todo tipo de problemas legales y una central de policía, ubicada a dos cuadras de la municipalidad. Cuenta con una iglesia

católica, la que se encuentra ubicada en el centro del pueblo, junto al parque central. La mayor parte de la población de Guazacapán profesa la religión católica, está en construcción el mercado municipal, se cuenta con un rastro municipal el que se encuentra ubicado en el centro del casco urbano.

En el casco urbano el sistema de drenajes está dividido en dos puntos de descarga: en el río Usarín y el río Santa Marta. Actualmente existen 3 tanques de agua potable las Nubes, el Carmen y el ubicado en la aldea Buenas Brisas.

Todas las aldeas del municipio, a excepción de la aldea el Molinial, poseen el servicio de energía eléctrica, contando con una subestación eléctrica ubicada en el kilómetro 119 ruta a la frontera con El Salvador, el servicio prestado es irregular, ya que se producen apagones a diferentes horas.

1.8. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos y de infraestructura en los lugares de estudio

1.8.1. Aldea El Astillero

Por medio de visitas a la comunidad, entrevistas con autoridades y pobladores se establecieron las necesidades de infraestructura, determinando que las vías de acceso son importantes, ya que generan progreso para las comunidades rurales, tal es el caso de la aldea El Astillero donde es necesario un puente vehicular para mejorar la comunicación y permitir que las actividades comerciales se realicen de mejor manera. Los criterios técnicos para la selección de la estructura fueron los siguientes:

- Elementos post tensados: se pueden cubrir grandes luces, pero tienen el inconveniente que se necesita de grúa para su montaje, equipo especial para tensar el puente, mantenimiento frecuente y costoso, etc.
- Elementos pretensados: se pueden cubrir grandes luces, pero tienen el inconveniente que se necesita transporte desde la

capital, grúa para su instalación, mantenimiento frecuente y costoso.

- Elementos de acero: cubren luces grandes y pequeñas, pero se tiene el inconveniente que se necesita de grúa para su montaje, transporte desde la capital y mantenimiento frecuente y bastante costoso.
- Elementos de concreto reforzado fundidos *in situ*: se pueden cubrir luces de hasta 25 metros sin apoyo central, no necesita equipo especial para su construcción, se pueden aprovechar materiales del lugar, el mantenimiento es sencillo y económico. de entre estas opciones, se eligió la alternativa del concreto reforzado fundido *in situ* debido a las ventajas que ofrece este sistema constructivo.

1.8.2. Cabecera Municipal Guazacapán

A través del trabajo de campo así como entrevistas con autoridades y pobladores, se determinó la necesidad del municipio de contar con instalaciones deportivas que permitan a la población realizar actividades culturales y deportivas, por esta razón, se realizó el presente estudio del proyecto de las canchas polideportivas, ubicadas en el casco urbano de este municipio.

Figura 1. Croquis ubicación municipio de Guazacapán



2. DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR, UBICADO EN LA ALDEA EL ASTILLERO

2.1. Descripción del proyecto

El proyecto tiene el objetivo de mejorar las vías de comunicación de la aldea el Astillero, logrando que se integre de mejor manera al sistema productivo nacional con los consiguientes beneficios para los habitantes de la región. El puente será de una sola vía, de 15 m de largo, 5.0 m de ancho efectivo y banquetas laterales de 0.75 m contará con los siguientes elementos estructurales:

- Estribos de concreto ciclópeo
- Viga de apoyo
- Vigas principales
- Diafragmas externos
- Losa de rodadura y banquetas de concreto reforzado
- Barandas

2.2. Criterios y especificaciones para el diseño de puentes de concreto

Los requisitos de la AASHTO para puentes de concreto reforzado considerados en la presente propuestas son los siguientes:

- Recubrimientos (AASHTO 8.22): medidos del rostro de la barra a la superficie del concreto 8 cm para cimientos y muros, 5 cm para losas arriba y 2.5 cm abajo, 5 cm para columnas y vigas.
- Longitud de desarrollo (AASHTO 8.24.1.2): se proporcionará a todas las barras la longitud necesaria a partir del punto donde se

requieren por diseño, siendo esta la mayor de la profundidad efectiva del elemento, 15 diámetros de la barra o $L/20$.

- Traslapes (AASHTO 8.25): se calcularán sobre la base de la longitud de desarrollo establecida en cada caso. Se recomienda el uso de uniones mecánicas para las barras No. 11 de tal modo que desarrollen un 125 % del F_y y nominal de la barra, siguiendo la especificación AASHTO 8.33.2, evitando localizarlas en los puntos donde se producen esfuerzos de tensión críticos y nunca en una misma línea, deberán de colocarse alternos a cada 60 cm.
- Ganchos (AASHTO 8.23.22): los dobleces deberán ser hechos en frío y un equivalente a 6 diámetros en su lado libre cuando se trata de 180° ó 12 diámetros cuando se trata de 90° .
- Se deberán de seguir las normas establecidas para manojos de barras respecto a su cantidad, longitud de desarrollo y recubrimientos, siguiendo los lineamientos del artículo 8.21.5 de la AASHTO.

Figura 2. Sección típica de puente de concreto reforzado

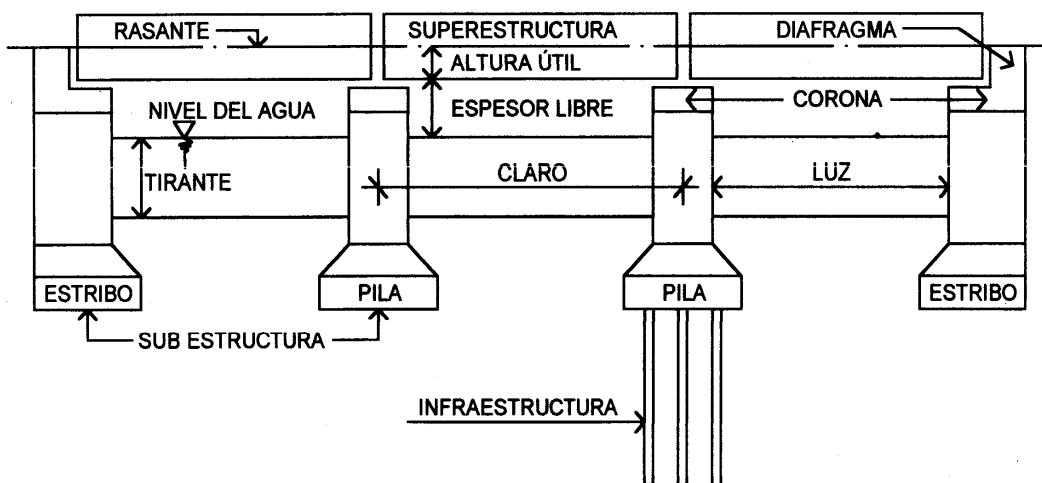
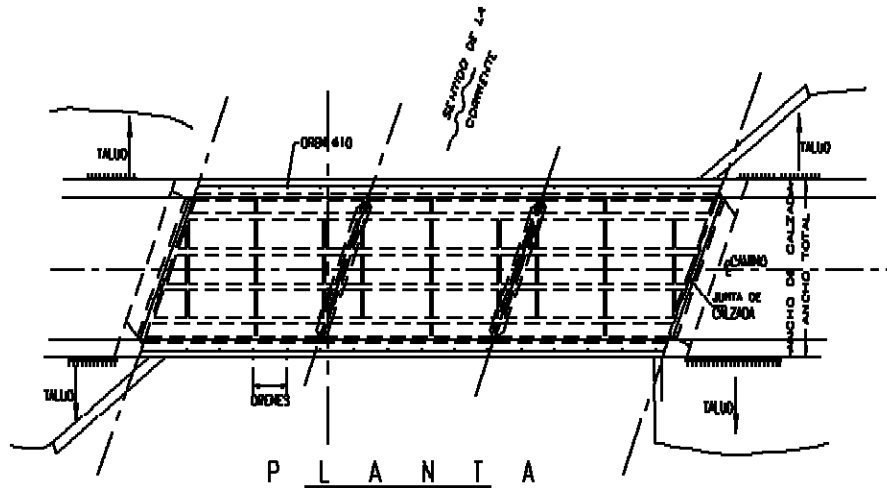


Figura 3. Planta típica de puente de concreto reforzado



2.3. Estudios preliminares, metodología empleada, resultados obtenidos para el diseño del puente vehicular aldea El Astillero

2.3.1. Levantamiento topográfico

Constituye uno de los elementos básicos para el diseño de puentes, proporciona datos necesarios para la determinación de la geometría de las partes constitutivas de la estructura. Para el levantamiento topográfico se utilizó el método taquimétrico requiriéndose el siguiente equipo:

- Teodolito
- Nivel de precisión
- Cinta métrica de 50 m
- Estadal de 4 m
- Estacas
- Plomada

2.3.2. Evaluación de la calidad del suelo

Se realizaron dos pozos a cielo abierto con una profundidad de 2.0 m y diámetro de 1.0 m, tomándose una muestra inalterada para ensayar en el laboratorio, donde se evaluó su granulometría y límites de Atterberg. (ver apéndice 1)

**Tabla I. Resultados caracterización tipo de suelo
proyecto puente vehicular aldea El Astillero**

Resultados caracterización del tipo de suelo		
Ensayo (norma aplicable)	Resultados	Clasificación de suelo
Análisis granulométrico, lavado previo (AASHTO T-11, T-27)	<ul style="list-style-type: none">• % de grava 1.0• % de arena 32.0• % de finos 67.0	<ul style="list-style-type: none">• Limo arenoso color café oscuro• ML P.R.A A-4
Límites de Atterberg (AASHTO T-89, T-90)	<ul style="list-style-type: none">• Límite líquido 34.6 %• Índice plástico 5.0%	<ul style="list-style-type: none">• Limo arenoso color café oscuro• Clasificación (C.S.U.) ML

De acuerdo a los resultados obtenidos de la muestra de suelo analizada en laboratorio (limo arenoso color café oscuro), y tomando en cuenta el dato de valor soporte del suelo 20.0 t/m² brindado por la municipalidad, se procedió a el diseño del puente vehicular. (ver tabla II)

Tabla II. Clasificación tipos de suelos

Tipo de material del suelo	Capacidad soporte ton/m ²	Observaciones
Roca regular	430	No hay grietas
Roca intermedia	215	
Roca porosa	28-86	
Suelos gravillosos	107	Compactados buena granulometría
Suelos gravillosos	86	Compactados con más del 10 % de grava
Suelos gravillos	43	Floja con mucha arena
Suelos arenosos	32-64	Densos
Arena fina	22-43	Densas
Suelos arcillosos	53	Duros
Suelos arcillosos	22	Solidez mediana
Suelos limosos	32	Densos
Suelos limosos	16	Densidad mediana

Fuente (5)

2.3.3. Cálculo del caudal máximo

2.3.3.1. Método racional

A través de éste método, se define la crecida máxima de acuerdo a las curvas de intensidad-duración de lluvia, elaboradas en la estación meteorológica más cercana al punto donde se ubicará el puente. Se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$Q = \frac{CIA}{8.6} \text{ m}^3/\text{s}, \text{ donde:}$$

C (coeficiente de escorrentía)

I (intensidad de lluvia mm/hora)

A (área de la cuenca hectáreas)

2.3.3.2. Método de sección-pendiente

Se considera la información de campo, es aplicable cuando se carece de información hidrológica, este fue el método utilizado para el cálculo del caudal.

La metodología de aplicación es la siguiente:

- Calcular el área transversal de la sección del río.
- Calcular el radio hidráulico.
- Calcular la velocidad (fórmula de Manning)
- Calcular el caudal

Este método es empírico no es necesario realizar una investigación profunda en cuanto a intensidad de lluvia y características de la cuenca se refiere; se basa en informaciones de orden general se necesita determinar la altura máxima de agua alcanzada por una corriente en el pasado. Para determinar la pendiente y la cota de crecida máxima del terreno se utilizaron los datos obtenidos en el estudio topográfico.

2.3.3.3. Caudal máximo

Se seguirá el método de sección pendiente, para lo cual se tiene la siguiente información:

$$P_m = 15.4 \text{ m}$$

$$\text{Área}_H = 11.2 \text{ m}^2$$

$$S = 1 \%$$

$$n = 0.04 \text{ (rocas desagarrados e irregulares)}$$

Resultados:

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 2.0 \text{ m/s}$$

$$Q = V * A$$

$$Q = 22.7 \text{ m}^3/\text{s}$$

2.4. Diseño del puente vehicular aldea El Astillero

2.4.1. Datos y especificaciones

Para la superestructura se deben de tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- La acera y el barandal se deben de construir posteriormente a que las vigas se hayan deflectado libremente.
- Se debe colocar una capa de 5 cm de espesor de asfalto para proteger la superficie del concreto y eliminar irregularidades en la superficie del mismo.
- Todos los elementos de acero estructural del puente deben cubrirse con dos capas de pintura anticorrosiva de diferente color, exceptuando los pernos que deberán de alojarse correctamente engrasados.
- Cualquier soldadura que se ejecute deberá ser conforme las normas establecidas en el manual de la *American Welding Society* y siguiendo el detalle de los planos.

Para la subestructura se deben de tomar en cuenta los siguientes aspectos:

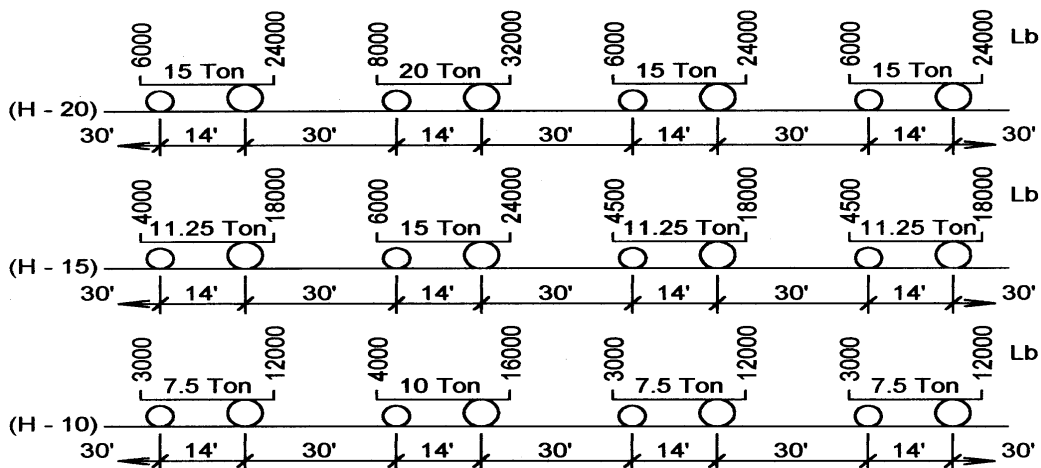
- Los estribos deben ser diseñados para la capacidad soporte establecida en el estudio de suelos y a la profundidad definida por el ingeniero de suelos para cada caso.
- Deberá evitarse la explotación de los bancos de materiales circundantes a las riveras del río para evitar posibles socavaciones en el futuro.
- No se debe permitir la destrucción de los bancos de materiales, de manera que las excavaciones sean del tamaño estrictamente necesario para acomodar los estribos.

- Deberá de proporcionarse adecuado drenaje a los estribos para evitar presiones nocivas a la estructura.

Los datos necesarios para el diseño de la superestructura y subestructura fueron los siguientes:

- Luz libre: 14.60 m
- Ancho útil: 5.0 m
- Luz eficaz: 15.00 m
- Ancho total: 6.90 m
- f'_c del concreto: 210.0 kg/cm²
- Densidad del concreto 2400.0 kg/m³
- Densidad concreto ciclópeo 2700.0 kg/m³
- F_y acero 2810.0 kg/cm²
- Capacidad soporte del suelo 20.0 ton/m²
- Carga viva HS 15-44

Figura 4. Tren de cargas para los camiones H

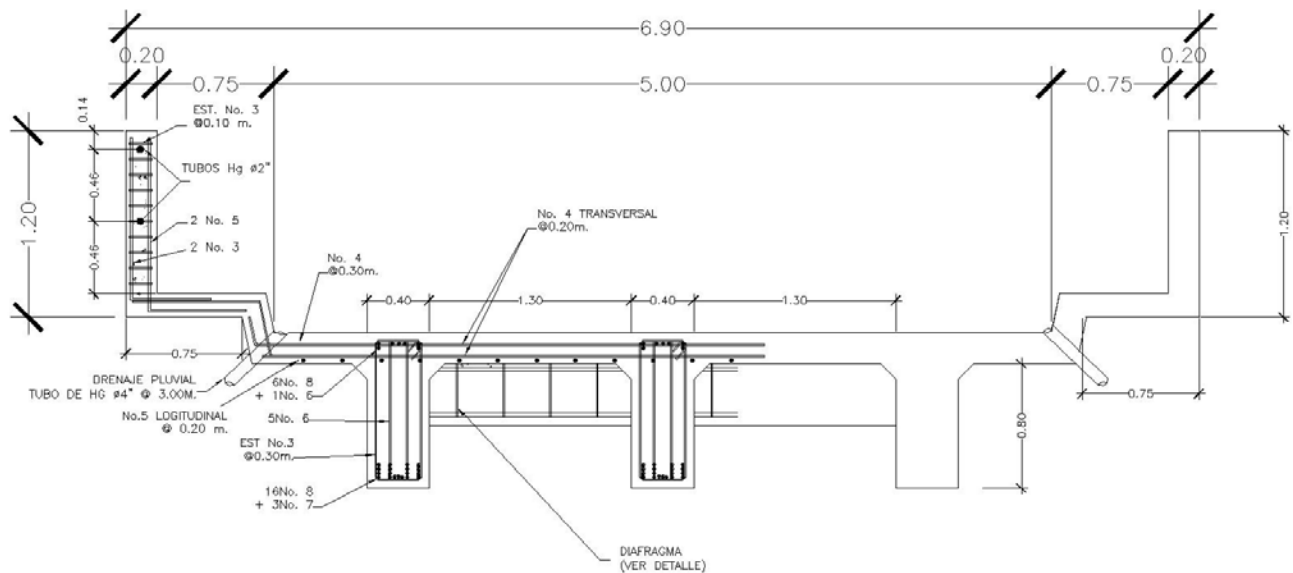


2.4.2. Diseño de la superestructura

Esta comprende todos los componentes que se encuentran por encima de los elementos de soporte, son:

- Superficie de rodamiento
- Losa
- Vigas
- Diafragmas
- Banquetas

Figura 5. Detalle superestructura



2.4.2.1. Pre-dimensionamiento

2.4.2.1.1. Losa

De acuerdo a la AASHTO, el espesor de la losa (t), no será menor de 15 cm, se calcula con la siguiente expresión:

$$t = \frac{1.2(L + 3.05)}{30}$$

t = espesor de la losa

L = distancia entre vigas (1.3 m)

t = 0.174 se adopta un espesor t = 0.20 m

2.4.2.1.2. Viga principal

En el diseño de las vigas, la AASHTO considera que el peralte se considere de L/16 a L/12 y para la base tomar 2/5 del peralte de la viga.

$$H_{vp} = \frac{L}{16}$$

H = peralte de la viga

L = luz efectiva del puente (15 m)

H = 0.94 m se tomará 1.0 m

$$B_{vp} = \frac{2}{5} * H_{vp}$$

B = base de la viga

H = peralte de la viga

B = 0.40 m se tomará 0.40 m

2.4.2.1.3. Diafragmas externos e intermedio

Los peraltes mínimos para diafragmas internos como externos los define AASHTO de la siguiente manera: los diafragmas exteriores serán como mínimo de 1/2 la altura de la viga principal, pero no menor de 50 cm los diafragmas interiores serán de 3/4 de la altura de la viga principal.

$$H_{diaf} = \frac{1}{2} * H_{vp}$$

H_{diaf} = peralte del diafragma

H_{vp} = peralte de la viga principal

H_{diaf} = 1.0 / 2 = 0.50 m se tomará 0.50 m

Base mínima será 0.30 m

$$B_{\text{mín}} = \frac{2}{5} * H_{\text{tp}}$$

B = 0.20 usamos 0.30 m

2.4.2.2. Diseño de la losa

2.4.2.2.1. Cálculo del peralte

De acuerdo a la AASHTO 8.9.2., el espesor de la losa (t), no será menor de 15 cm, se calcula con la siguiente expresión:

$$t = 1.2 * \frac{L + 3.05}{30}$$

t = espesor de la losa

L = distancia entre vigas

t = 0.174 se adopta un espesor t = 0.20 m

2.4.2.2.2. Cálculo de momentos

Se incluyen los momentos debidos a la carga muerta, carga viva y por impacto, con ellos se integra el momento total con el que se calcula el acero de refuerzo.

$$M_{cm} = \frac{W_{cm} * L^2}{10}$$

$$M_{cm} = \frac{W_{cm} * S^2}{2}$$

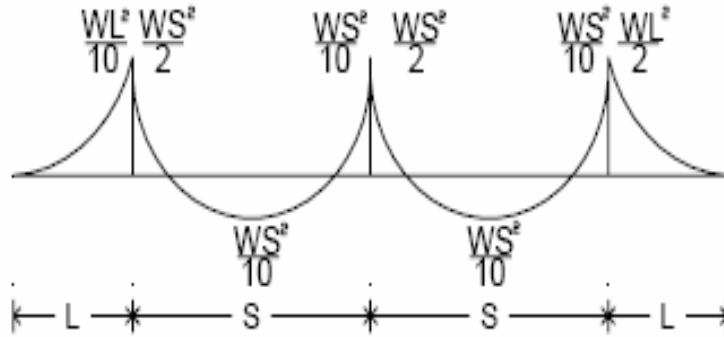
donde

M_{cm} = momento debido a carga muerta (kg-m)

L = longitud entre vigas (1.3 m)

S=luz del voladizo

Figura 6. Momentos en losa



2.4.2.2.2.1. Momento carga muerta

Se integra por todos los pesos propios de la estructura del puente, de la siguiente forma:

$$W = W_{\text{concreto}} * t$$

$$W_{\text{losa}} = 0.20 * 1.0 * 2400 = 480.0 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{barandal}} = 40 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{cm}} = 480 + 40 = 520 \text{ kg/m de ancho}$$

$$M_{\text{cm}} = \frac{520 * 1.2^2}{2}$$

$$M_{\text{cm}} = 195.0 \text{ kg/m}$$

2.4.2.2.2.2. Momento sobrecarga

(AASHTO 3.24.3 caso A)

$$M_{\text{cv}} = \frac{(0.80 * (S + 2)) * P}{32}$$

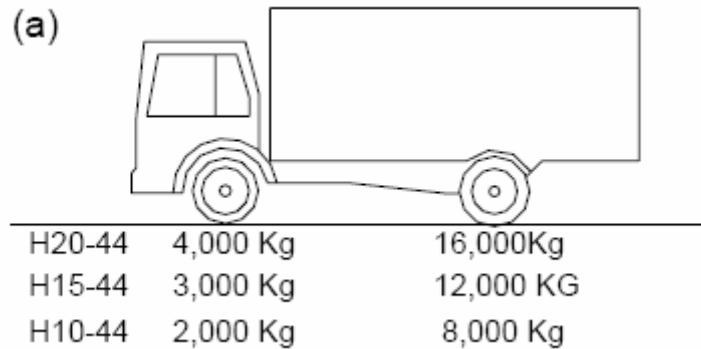
donde

S = distancia entre vigas (1.3 m)

P = carga HS 15 44 (12000 lb)

M_{cv} = Momento por sobrecarga 257.0 kg-m

Figura 7. Carga viva estándar de camiones H



2.4.2.2.3. Momento por impacto

Se define como una fracción de la carga viva, puede ser igual o menor al 30 % de esta (AASHTO 1.2.12).

$$i = \frac{15}{L + 38}$$

donde

I = carga por impacto

L = luz del puente (15 m)

$I = 0.28 < 30$ usamos el 28 %.

2.4.2.2.4. Momento último

(AASHTO 1.2.22)

Se utiliza la siguiente fórmula:

$$M_u = 1.3 * (M_{cm} + \frac{58}{g} * M_{cv} + \text{impacto})$$

$M_u = 977.3 \text{ kg-m}$

2.4.2.2.3. Cálculo de refuerzo

- Cálculo peralte efectivo (varilla No. 4)

$$d = t - \text{recubrimiento} - \frac{1}{2} \text{ diámetro}$$

$$d = 20.0 - 2.5 - (1.27/2) = 16.9 \text{ cm}$$

Se usarán los datos y fórmulas siguientes:

- $$A_s = \left[db - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M * b}{0.003825 * f'c}} \right] * \frac{0.85 f'c}{F_y}$$
- $M_u = 977.3 \text{ kg-m}$
- $\varnothing = 0.90$
- $b = 100 \text{ cm}$
- $d = 16.9 \text{ cm}$
- $\rho_{\text{mín}} = 14.1 / F'y$
- $\rho_{\text{bal}} = \beta_1 [0.003 / (F'y / \epsilon_{\text{acero}}) + 0.003] * (f'c / F'y) = 0.037$
- $\epsilon_{\text{acero}} = 2.1 \text{ E}+06 \text{ kg/cm}^2$
- $\beta_1 = 0.85$
- $F'y = 2810.0 \text{ kg/cm}^2$
- $\rho_{\text{máx}} = 0.5 * \rho_{\text{bal}}$
- $A_{s\text{mín}} = \rho_{\text{min}} * b * d$
- $A_{s\text{máx}} = 0.5 * \rho_{\text{bal}} * b * d$

$$A_s = 2.32 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{mín}} = 8.48 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{máx}} = 31.3 \text{ cm}^2$$

2.4.2.2.3.1. Refuerzo transversal cama inferior

Como $A_s (2.32) < A_{s\text{mín}} (8.48)$ usar acero mínimo, el armado queda No. 5 @ 0.20 m perpendicular al tráfico.

2.4.2.2.3.2. Refuerzo transversal cama superior

Se calcula solamente por temperatura, de acuerdo a la siguiente expresión: $A_{s\text{tem}} = 0.002 * b * t$, $A_{s\text{tem}} = 4.0 \text{ cm}^2$, luego el espaciamiento se obtiene (considerando varilla No. 4, área = 1.27 cm^2),

$$\frac{4.0 \text{ cm}^2}{1.27 \text{ cm}^2} = \frac{100 \text{ cm}}{S} \Rightarrow S = 31.8$$

por lo que el armado queda No. 4 @ 0.30 m perpendicular al tráfico.

2.4.2.2.3.3. Refuerzo longitudinal camas superior e inferior

La ASSHTO 3.24.10.2 recomienda que debe ser el 67 % como máximo del refuerzo transversal, $A_s = 0.67 * 8.88 = 5.94 \text{ cm}^2$, luego el espaciamiento se calcula de la siguiente manera (considerando varilla No. 4)

$$\frac{5.7 \text{ cm}^2}{1.27 \text{ cm}^2} = \frac{100 \text{ cm}}{S} \Rightarrow S = 22.3$$

por lo que el armado queda No. 4 @ 0.20 m paralelo al tráfico.

Nota ver planos en apéndice 2

Figura 8. Detalle longitudinal del armado final de la losa

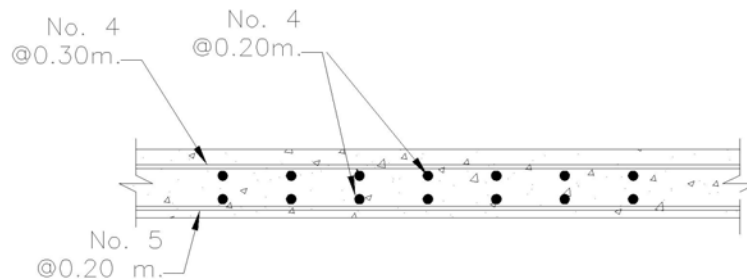
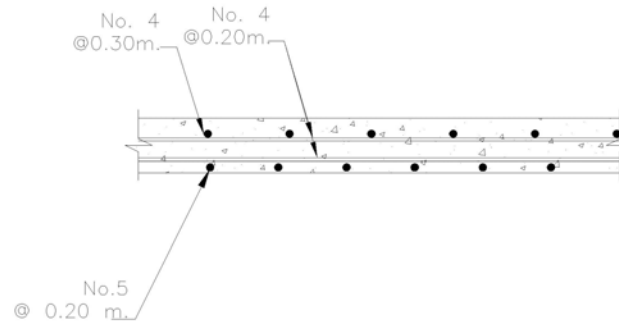


Figura 9. Detalle transversal del armado final de la losa



2.4.2.3. Diseño banqueteta

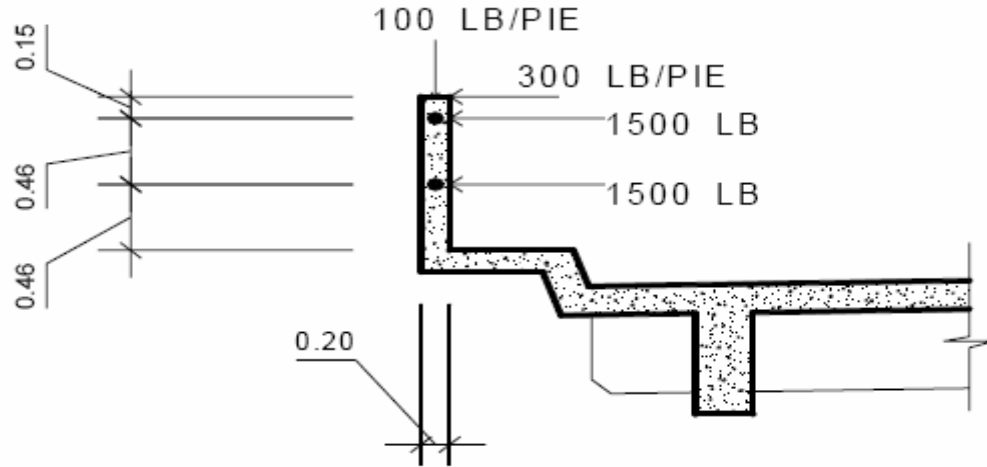
Será una prolongación de la losa, por lo que el armado queda de la siguiente manera:

- Cama inferior No. 5 @ 0.20 m transversal
- Cama superior No. 4 @ 0.30 m transversal
- Para ambas camas No. 4 @ 0.20 m longitudinal

2.4.2.4. Análisis y diseño de barandal (pasamanos y postes)

Los pasamanos de puentes están formados por unidades longitudinales que funcionan para la protección de los peatones y además cuentan con postes de concreto armado (según la especificación AASHTO que se utilice), se diseñan para soportar una carga $P/4$ de la carga estandarizada de la AASHTO. La altura promedio que deben poseer los postes de los pasamanos es de 42 pulgadas (1.07 m). Además de la carga del camión estandarizado, la AASHTO recomienda para el diseño de los postes una carga vertical de 100 lb/pie y una carga horizontal de 300 lb/pie, que son producto de los peatones que circulan por la acera. Los pasamos serán de tubería de acero, los postes serán de concreto.

Figura 10. Diagrama de cargas en el barandal



2.4.2.4.1. Pasamanos

Los miembros longitudinales se diseñarán como vigas continuas, con la carga mayor 446.5 kg/m (300.0 lb/pie), se utilizarán tubos de Ø 2" estándar (AISC 89), datos:

$$P_{\text{diseño}} = 150 \text{ lb/pie por cada pasamanos}$$

$$L_{\text{entre postes}} = 2.73 \text{ m} = 8.9 \text{ pie}$$

$$f = 20,000 \text{ PSI}$$

$$W_{\text{hg } \varnothing 2"} = 3.65 \text{ lb/pie}$$

$$\varnothing_{\text{exterior}} = 2.375 \text{ plg}$$

$$\varnothing_{\text{interior}} = 2.067 \text{ plg}$$

$$I = 0.665 \text{ plg}^4$$

$$C = \frac{\varnothing_{\text{ext}}}{2} = 1.2 \text{ plg}$$

$$\frac{I}{C} * f \geq M_{\text{com}} = \frac{W * L^2}{10}, \quad 933.33 \text{ lb-pie} \geq 661.21 \text{ lb-pie, cumple.} \quad \text{Son}$$

necesarias juntas de dilatación en los barandales cada 4 m por lo menos.

2.4.2.4.2. Postes

Serán de concreto con una sección de 0.15*0.20*1.05 m @ 2.0 m, se seguirá el procedimiento del ACI para su diseño a flexo compresión (carga axial más un momento), calculando primero su esbeltez, luego los cálculos de la columna bajo la carga de compresión solamente para determinar el punto 1, por último se calcula únicamente para la acción del momento de flexión que será el punto 2, el punto 3 se obtiene del diagrama de falla balanceada al analizar el compartimiento combinado de los materiales.

$$W_{cm} = 1.3 * 2,400 * 0.15 * 0.20 * 1 = 93.64 \text{ kg} = 206.35 \text{ lb}$$

$$W_{tubos} = 1.3 * 3.65 * 6.56 * 2 = 62.25 \text{ lb} = 28.25 \text{ kg}$$

$$W_{cv \ 100 \text{ lb/pie}} = 100 * 0.6557 = 65.57 \text{ lb} = 29.8 \text{ kg}$$

$$W_{cv \ 300 \text{ lb/pie}} = 300 * 3 = 900 \text{ lb} = 408.4 \text{ kg}$$

$$P_t = 206.35 + 62.25 + 65.57 = 334.17 \text{ lb} = 151.7 \text{ kg}$$

$$M_{t1} = 900 * 1.5 + 334.17 * 0.246 + 1,500 * 1.5 + 1,500 * 3$$

$$M_{t1} = 8,182.20 \text{ lb-pie} = 1,122.7 \text{ kg-m}$$

$$M_{t2} = 900 * 1.5 + 1,500 * 1.5 + 1,500 * 3 = 8,100 \text{ lb-pie}$$

$$M_{t2} = 1,119.9 \text{ kg-m}$$

2.4.2.4.2.1. Diseño a flexión

$$d = t - (\emptyset/2 - \text{recubrimiento (varilla No. 5, } \emptyset = 1.6 \text{ cm)}) = 16.7 \text{ cm}$$

$$f_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 15 \text{ cm}$$

$$d = 16.71 \text{ cm}$$

$$M_u = 1,122.66 \text{ kg-m, se obtiene:}$$

$$A_{s\text{mín}} = 1.26 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 2.93 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{máx}} = 4.63 \text{ cm}^2$$

el armado queda de la siguiente manera 2 No. 5 como refuerzo a tensión y 2 No. 3 como refuerzo a compresión ($A_{s_{\min}}$).

2.4.2.4.2.2. Diseño a flexo compresión

Se calcula la carga crítica (un extremo empotrado y el otro libre) utilizando la fórmula de Euler, luego se revisa la esbeltez para proceder al diseño, donde:

$$P_{crit} = \frac{2EI}{(2L_u)^2}$$

$$I = bh^3/12$$

$$P_{cr} = 146,560.20 \text{ kg}$$

$$E_s h = K * \frac{L}{r} = 30$$

$$r \text{ (radio de giro)} = 0.3*b = 0.3*0.2 = 0.06 \text{ m}$$

$$E_s = 1*1.0/0.06 = 16.7 \leq 22 \text{ se considera columna corta}$$

$$K = 2 \text{ (condición de apoyo libre en un extremo)}$$

$$L_u = 3 \text{ pie} = 0.915 \text{ m}$$

$$E_s = 30 > 22, \text{ se deberá de encontrar un magnificador:}$$

$$\beta_d = (1.3*C_m)/(1.3*(C_m+1.3C_v))$$

$$\beta_d = 0.76$$

$\delta = 1 / (1-(P_u/\phi P_c)) = 1.00$, se tomará un magnificador mínimo recomendado por el ACI, el cual no debe ser menor al 5%, entonces $\delta = 1.05$

datos:

$$M_u = 1.05 * 1119.87 = 1175.86 \text{ kg-m}$$

$$f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 15 \text{ cm}$$

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

$$d = 16.71 \text{ cm}$$

$$d' = 3.29 \text{ cm}$$

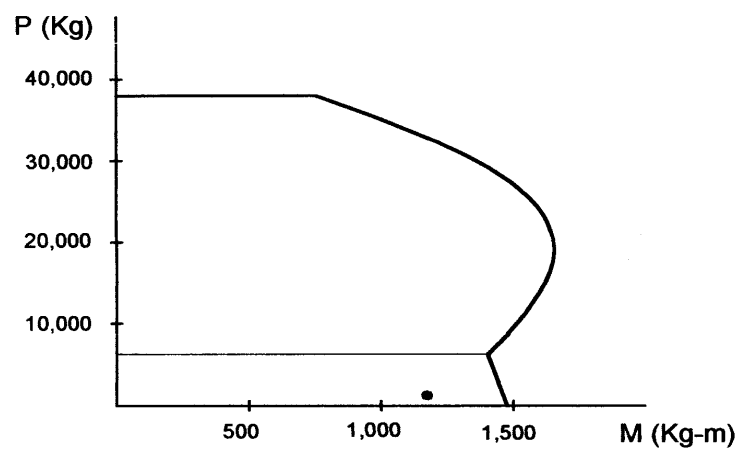
$$P_u = 151.65 \text{ kg}$$

$$A_{s\text{tensión}} = 4 \text{ cm}^2 \text{ (2 No. 5)}$$

$$A_{s\text{comp.}} = 1.42 \text{ cm}^2 \text{ (2 No. 3)}$$

$$e = 7.39 \text{ m}$$

Figura 11. Diagrama de interacción a flexo compresión para postes



2.4.2.4.2.3. Diseño a corte

$$V_u = 3,000 + 900 = 3900.0 \text{ lb} = 1,769.0 \text{ kg}$$

$$V_r = 0.85 * 0.58 * \sqrt{210} * b * d$$

$V_r = 1,636.33 \text{ kg}$, como $V_u > V_r$, se debe reforzar a corte

Datos:

$$f_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 15 \text{ cm}$$

$$d = 16.71 \text{ cm}$$

$V_u = 1,769 \text{ kg}$ usando varilla No. 3, se tiene

$E_{s\text{máx.}} = 10 \text{ cm}$, el armado queda estribos con varillas No. 3 @ 0.10 m.

Figura 12. Armado final del poste

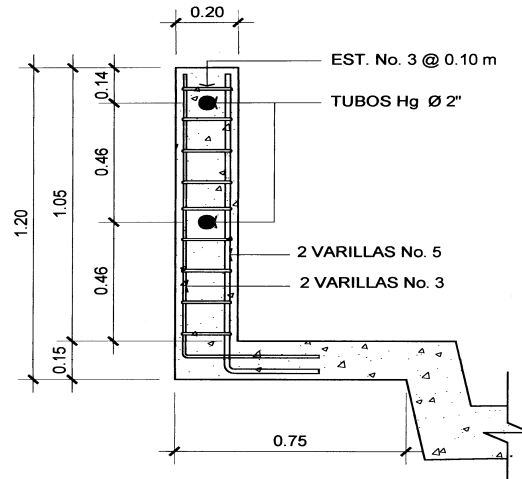
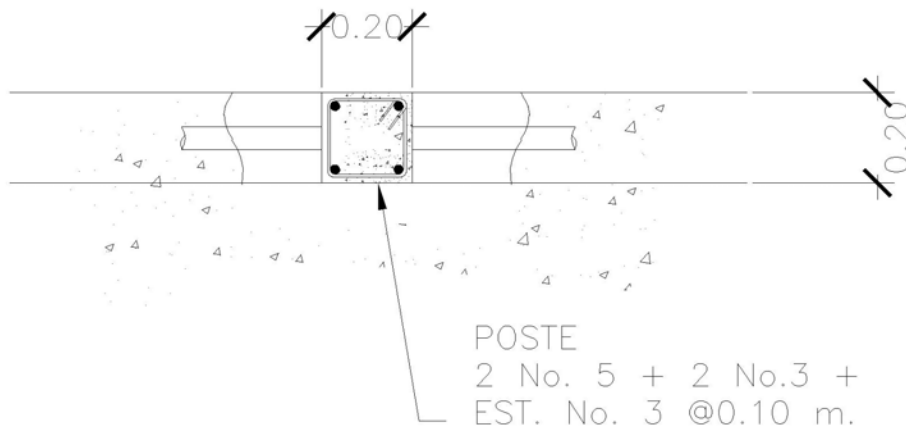


Figura 13. Planta armado de poste



2.4.2.5. Diseño de vigas

Para no tener que hacer un chequeo por deflexiones se recomienda un peralte no menor de $L/16$, y la base no será menor que el peralte entre 3.5 para no chequear el alabeo.

2.4.2.5.1. Cálculo de momentos

2.4.2.5.1.1. Momento carga muerta

El momento debido a la carga muerta es la sumatoria de los momentos que actúan en la viga.

$$W_{\text{losa}} = 520 \text{ kg/m de ancho}$$

$$W_{\text{viga}} = b * h * \gamma = 0.65 * 1.00 * 2,400 = 1,560 \text{ kg/m de ancho}$$

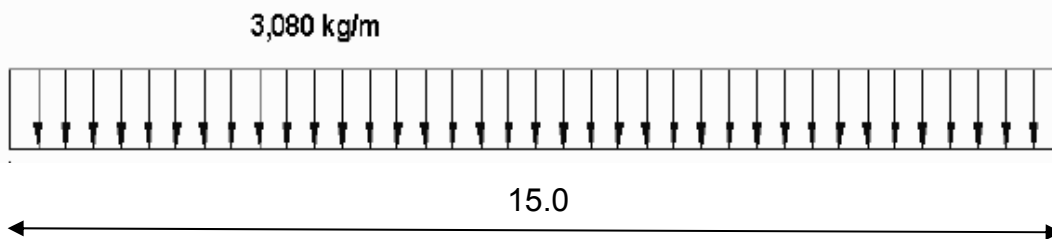
$$W_{\text{diafragama}} = \frac{b * h * \gamma}{\text{No. de vigas}}$$

$$W_{\text{diafragama}} = 120 \text{ kg/m de ancho}$$

$$W_{\text{total}} = 3080.0 \text{ kg/m}$$

El momento máximo se calcula respecto al siguiente diagrama.

Figura 14. Diagrama de carga muerta



$$W_{\text{max}} = \frac{W_{\text{cm}} * L^2}{8}$$

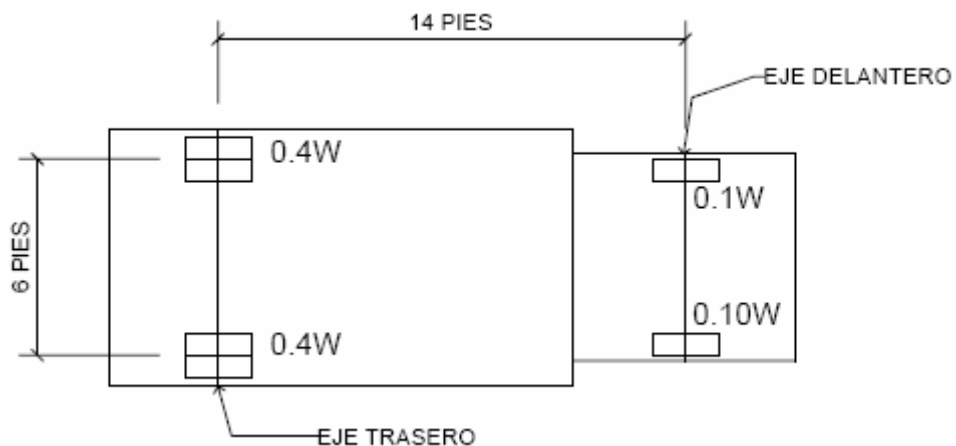
$$W_{\text{max}} = 86625.0 \text{ kg-m}$$

2.4.2.5.1.2. Momento por sobrecarga

De acuerdo a la AASHTO cuando la separación entre vigas, $S=2$, la carga sobre cada viga será la reacción de carga por rueda, la fracción de carga

de la rueda que absorbe cada viga es $S/1.75$, entonces: fracción de carga $1.20/1.75 = 0.71$

Figura 15. Distribución de cargas



La carga por rueda se obtiene de la siguiente manera:

$Carga_{ruedatrasera} = P * \text{fracción de carga} * \text{factor de carga última}$

$P = 12,000 \text{ lb} = 5,443.11 \text{ kg}$ (eje más pesado)

$C_{rt} = 5443.11 * 0.71 * 1.7 = 6662.4 \text{ kg}$

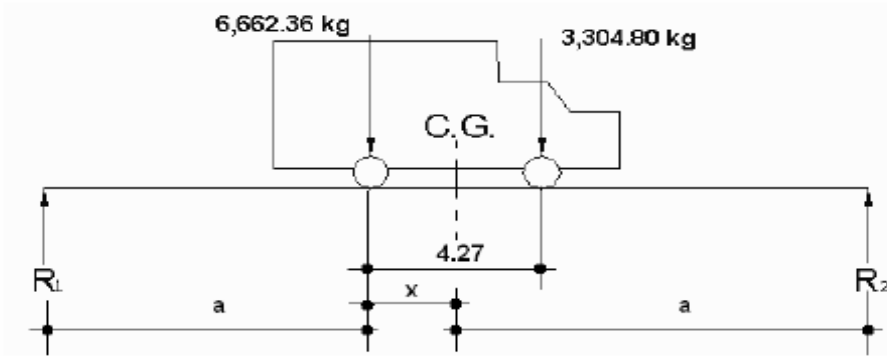
$Carga_{ruedadelantera} = P * \text{fracción de carga} * \text{factor de carga última}$

$P = 6,000 \text{ lb} = 2,700 \text{ kg}$

$C_{rd} = 2,700 * 0.71 * 1.7 = 3,304.80 \text{ kg}$

Los momentos máximos debido a la sobrecarga se calculan respecto al siguiente diagrama de carga, para el lugar crítico.

Figura 16. Determinación de centro de gravedad de camión H



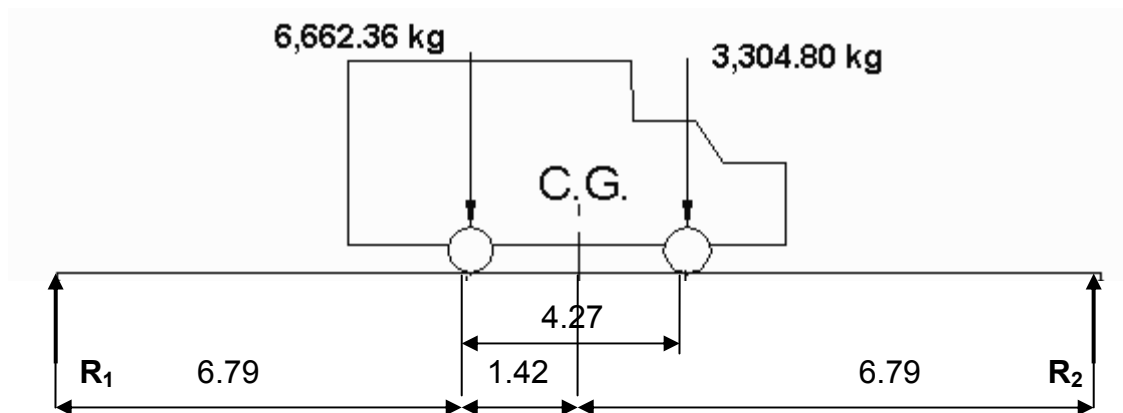
$$\Sigma M_{CG} = 0,$$

$$6,662.36 * X = 3,304.80 * (4.27 - X), X = 1.42 \text{ m}$$

luego se determina el valor de a, despejando la siguiente igualdad:

$$2a + x = 15, a = 6.79 \text{ m}$$

Figura 17. Diagrama de cargas posición momento máximo



$$\text{Se hace } \Sigma M_{R2} = 0$$

$$15 * R_1 = 8.21 * 6,662.36 + 4.44 * 3,304.80 =$$

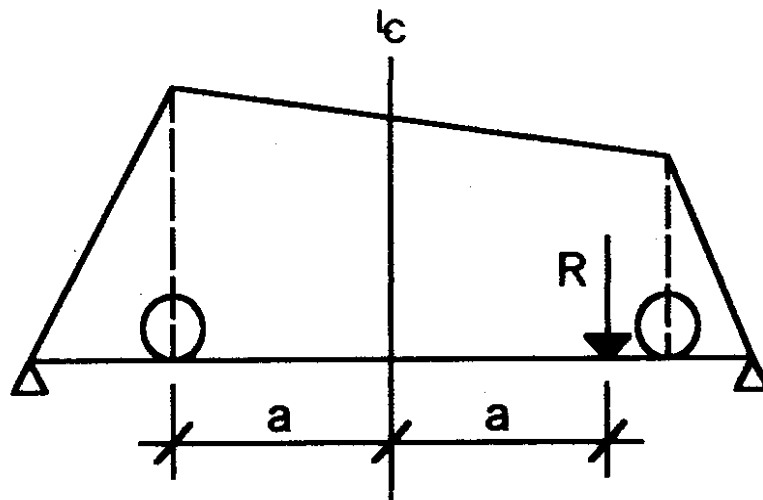
$$R_1 = 4624.8 \text{ kg}$$

$$R_2 = 5342.4 \text{ kg}$$

Para el momento máximo, se hace un corte en la sección donde se aplica la carga mayor y se hace el análisis del momento.

- Momento carga viva $M_{cv} = 36,060.21 \text{ kg} - \text{m}$

Figura 18. Diagrama de momentos para camión H



2.4.2.5.1.3. Momento por impacto

$$M_{imp} = \frac{15}{(L + 38)}$$

$$M_{imp} = 0.28 < 0.30, \text{ usar } 28 \%$$

2.4.2.5.1.4. Momento último

$$M_{total} = 1.3 * [M_{cm} + \frac{5}{3} * (M_{cv} * I * F_d)]$$

$$M_{total} = 193775.5 \text{ kg-m}$$

2.4.2.5.2. Cálculo de refuerzo

- $$A_s = \left[db - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M * b}{0.003825 * f'c}} \right] * \frac{0.85f'c}{F_y}$$
- $\rho_{\min} = 14.1 / F'y$
- $A_{s\min} = \rho_{\min} * b * d$
- $\beta_1 = 0.85 \quad f'c \geq 210.0 \text{ kg/cm}^2$
- $\rho_{\max} = 0.5 * \rho_{\text{bal}}$
- $\rho_{\text{bal}} = \beta_1^2 [0.003 / (F'y / \epsilon_{\text{acero}}) + 0.003] * (f'c / F'y) = 0.037$

2.4.2.5.2.1. Refuerzo longitudinal cama inferior

- $M_u = 193775.4 \text{ kg-m}$
- Base 0.40 m
- Altura 1.00 m
- $d = 0.95 \text{ m}$

$$A_s = 91.0 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\min} = 0.005 * 40 * 95 = 31.0 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\max} = 0.5 * 0.037 * 40 * 95 = 114.2 \text{ cm}^2$$

$A_s < A_{s\max}$, el armado queda 16 No. 8 + 3 No. 7.

2.4.2.5.2.2. Refuerzo longitudinal cama superior

Se recomienda utilizar el 33 % del A_s (29.1 cm^2), el armado queda 6 No. 8 + 1 No. 6.

2.4.2.5.2.3. Refuerzo adicional

Se recomienda un refuerzo adicional de 0.25 plg² por pie de alto. Se calcula de la siguiente manera: $100 - 2.54 - 10 = 87.5$ cm (2.8 pies), luego $A_s = 2.8 * .25 = 0.70$ pul² (4.6 cm²), el armado queda 5 No. 6 (cada cara).

2.4.2.5.3. Diseño a corte

2.4.2.5.3.1. Corte por carga muerta

El cortante máximo ocurre en los apoyos, se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$V_{max} = W * \frac{L}{2} + P \text{ (peso vigas)} = 20940.0 \text{ kg.}$$

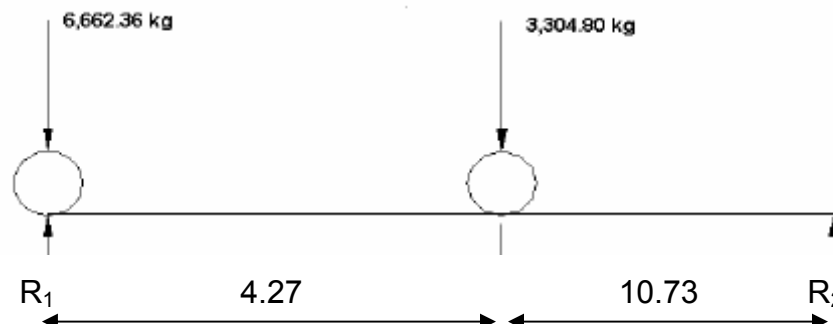
2.4.2.5.3.2. Corte por sobrecarga

Se calcula considerando la reacción cuando el camión ingresa al puente, considerando sumatoria de momentos respecto a R_2 igual acero, se obtiene el valor de R_1 que es el cortante máximo.

$$R_1 * 15 = 6662.4 * 15 + 3304.8 * 10.73$$

$$R_1 = 9026.4 \text{ kg, de donde } V_{cv} = 9026.4 * F_d = 8214.0 \text{ kg}$$

Figura 19. Determinación de carga crítica a corte



2.4.2.5.3.3. Corte último

Con base al diagrama de corte del concreto, se calcula el valor del corte último con la siguiente fórmula:

$$M_{total} = 1.3 * [M_{cm} + \frac{5}{3} * (M_{cv} * I * F_d)]$$

$$M = 52646.5 \text{ kg}$$

2.4.2.5.3.4. Corte que resiste el concreto

$$V_{cr} = 0.85 * 0.55 * \sqrt{210} * (b * d)$$

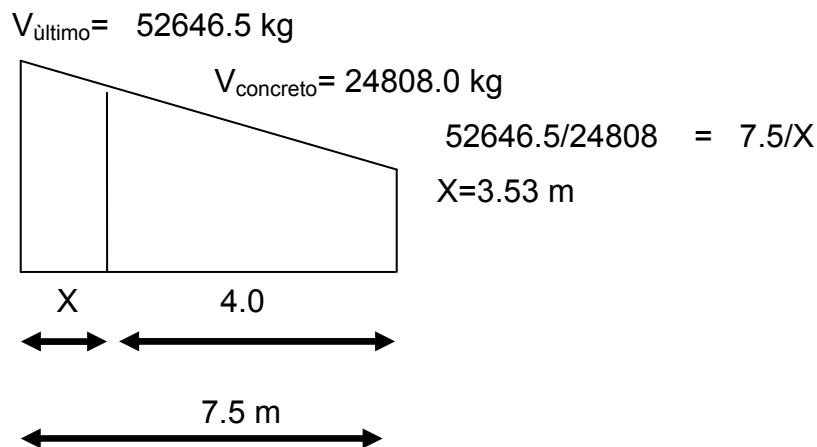
$$V_{concreto} = 24808.0 \text{ kg}$$

$$V_s \text{ (corte que hace falta reforzar)} = 52646.5 - 24808.0 = 27838.5 \text{ kg}$$

$$\emptyset * 1.1 * (b * d) * \sqrt{210} \leq V_s \leq 2.1 * (b * d) * \sqrt{210}, \text{ entonces } S_{m\acute{a}x} = d/4$$

Si $V_s < \emptyset * 1.1 * (b * d) * \sqrt{f_c}$ entonces $S_{m\acute{a}x} = d/2$, realizando los cálculos indicados se tiene $V_s < \emptyset * 1.1 * (b * d) * \sqrt{f_c}$, de donde $S_{m\acute{a}x} = 95/2 = 48$ se usará 0.30 m.

Figura 20. Diagrama de corte de diseño



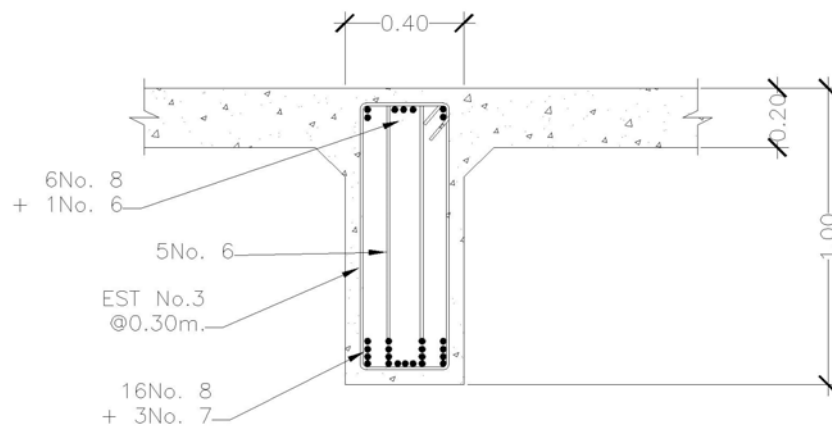
2.4.2.5.3.5. Cálculo de refuerzo a corte

Para la distancia de 4.0 m se usará el espaciamiento máximo, $S = d/2$, de donde $S = 0.43$ m, se tomará 0.30 m, luego el área de refuerzo a corte se calcula de la siguiente manera

$$s = \frac{(2 * A_v * F_y * d)}{V}$$

$$S = (2 * 0.71 * 2810 * 95) / 17770.3 = 21.3 \text{ cm, se tomará } 0.20 \text{ m.}$$

Figura 21. Armado final de vigas



2.4.2.6. Diseño de diafragmas

Los diafragmas se utilizan en los tercios de la luz, el ancho usual recomendado por AASHTO es de 0.30 m, el alto de los interiores es de $\frac{3}{4}$ de la altura de las vigas principales, si se colocaran diafragmas en los extremos estos serán de $\frac{1}{2}$ de la altura de las vigas principales. De acuerdo a ASSHTO 8.12.2 serán colocados diafragmas en los extremos de las vigas T y rectangulares.

$$H_{diaf} = \frac{H_{vp}}{2}$$

H_{diaf} = peralte del diafragma

H_{vp} = peralte de la viga principal

$$H_{\text{diaf}} = 0.50 \text{ m}$$

Base mínima será 0.30 m

$$B_{\text{diaf}} = \frac{2}{5} H_{\text{wp}}$$

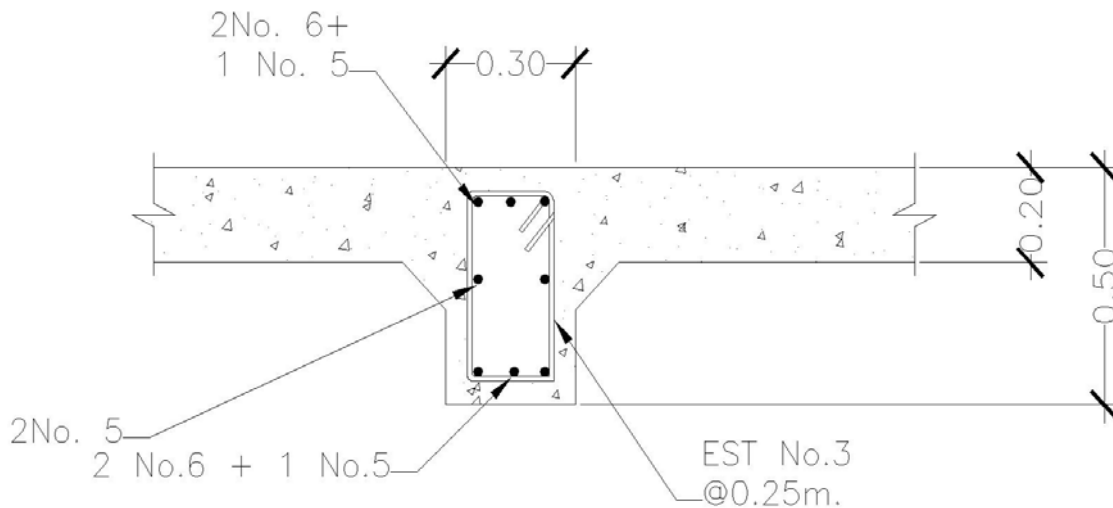
$$B_{\text{diaf}} = 0.30 \text{ m}$$

espaciamiento entre estribos (S) es de $0.5 \cdot h$, de donde $S = 0.25 \text{ m}$, se coloca acero mínimo $A_{s\text{mín}} = \frac{14.1}{F_y} \cdot b \cdot d = 7.53 \text{ cm}^2$, por lo que el armado queda de la siguiente manera: 2 No. 6 + 1 No. 5 @ 0.25 m, por razones de seguridad se colocará acero adicional equivalente a

$$A_{\text{sad}} = 1.6129 \cdot 3 \cdot 28 \cdot \frac{\text{peralte diaf}}{100}$$

$A_{\text{sad}} = 2.65 \text{ cm}^2$, por lo que el armado queda de la siguiente manera: 2 No. 5 @ 0.25 m.

Figura 22. Detalle de armado de diafragmas



2.4.3. Diseño de la subestructura

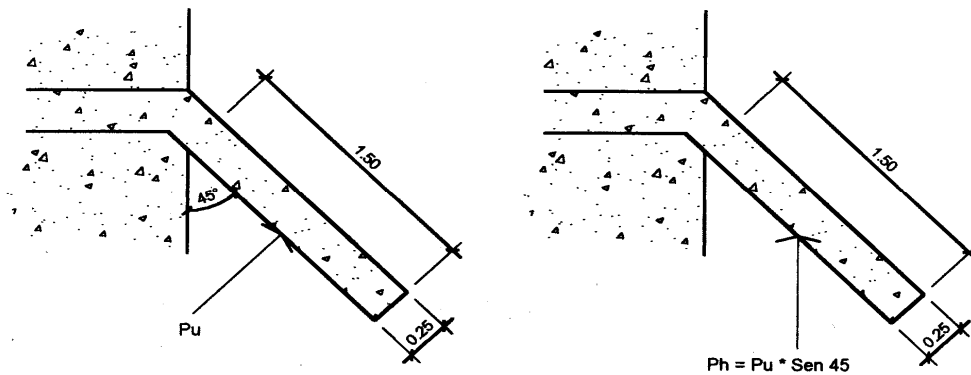
2.4.3.1. Diseño de aleros

Los aleros tendrán 0.25 m de ancho, 1.5 m de largo y 3 m de altura para que puedan dar un buen soporte al relleno del terraplén.

2.4.3.1.1. Cálculo de momento

- Peso propio de los aleros por metro lineal:
 $W_m = 0.25 * 1.50 * 2,400 = 900 \text{ kg}$
- Momento en la base por carga muerta:
 $M_m = 1,012.5 \text{ kg-m}$
- Momento ocasionado por sismo:
 $M_{EQ} = 0.10 * 1,012.5 = 101.25 \text{ kg-m}$

Figura 23. Detalle dimensiones de aleros



- Presión de tierra resistida:
 $P_u = 292.8 * 3 + 0.5 * 1,440 * 3 = 3,038.4 \text{ kg}$
 $P_h = 3,038.4 * \text{Sen } 45^\circ = 2,148.47 \text{ kg}$

- Punto de aplicación de la presión de tierra, de abajo hacia arriba:

$$\hat{y} = \frac{292.8 * 3^2 * \frac{1}{2} + \frac{1}{2} * 1,440 * 3^2 * \frac{1}{3}}{292.8 * 3 + \frac{1}{2} * 1,440 * 3} = 1.14 \text{ m}$$

- Momento producido por el empuje de tierra:

$$M = 3,038.4 * 0.75 = 2,278.8 \text{ kg-m}$$

- Momento por franja lineal:

$$M = \frac{2,278.8}{3} = 759.6 \text{ kg-m}$$

- Momento total resistido por el alero:

$$\text{Grupo II: } M_u = 1.3 * (101.25 + 759.6) = 1,119.10 \text{ kg-m}$$

$$\text{Grupo III: } M_u = 1.3 * (0.3 * 101.25 + 759.6) = 1,026.97 \text{ kg-m}$$

2.4.3.1.2. Cálculo de acero de refuerzo

Se determina el peralte efectivo (considerando varilla No. 5, $\varnothing = 1.59 \text{ cm}$) el área de acero a utilizar se calcula luego.

$$d = T - \left(\frac{\varnothing}{2}\right) - \text{rec}(\text{varilla No.5})$$

$$d = 25 - \frac{1.59}{2} - 7.5 = 16.71 \text{ cm}$$

Datos:

$$F'_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$d = 16.71 \text{ cm}$$

$$M = 1,119.10 \text{ kg-m}$$

Se obtiene:

$$A_{s \text{ min}} = 8.38 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 2.68 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ máx}} = 30.87 \text{ cm}^2$$

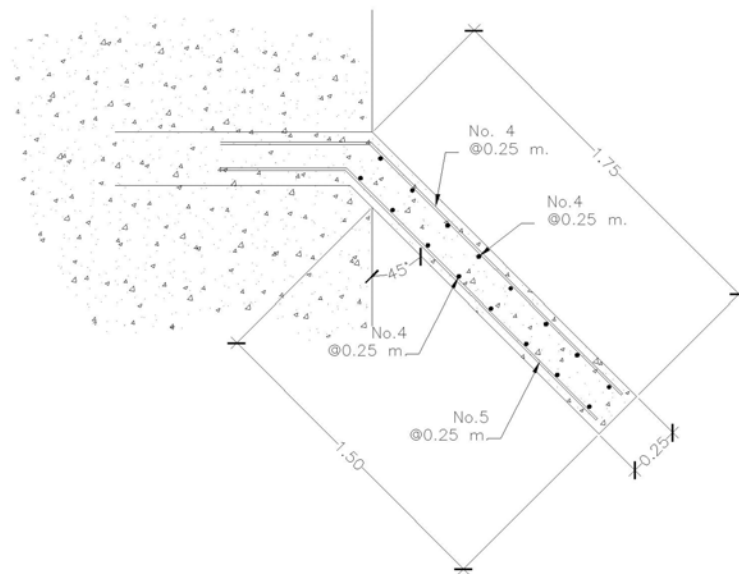
como $A_{s \text{ min}} > A_s$, se tomará $A_{s \text{ min}}$, por lo que el armado queda No. 5 @ 0.25 m, el resto del refuerzo se tomará por temperatura, $A_{s \text{ temp}} = 0.002 * 100 * 25 = 5 \text{ cm}^2$, por lo que el armado queda No. 4 @ 0.25 m.

2.4.3.1.3. Refuerzo por corte

$$V_a = 0.5 * (292.8 + (1,440 + 292.8)) + 0.1 * 2,700 = 1,282.8 \text{ kg}$$

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 100 * 16.71 = 10,908.90 \text{ kg} > V_a$$

Figura 24. Armado final de aleros



2.4.3.2. Diseño de la cortina

La cortina se diseña a flexión y a corte. Sirve para detener el relleno en el sentido longitudinal, se considera empotrada a la viga de apoyo, su altura depende de la viga principal del puente. De acuerdo a ASSHTO 1.2.22 sobre ella actúan las fuerzas de empuje de la tierra (E), fuerza longitudinal (FL) y la fuerza de sismo (EQ).

2.4.3.2.1. Fuerza de empuje de la tierra (E)

Se deberán considerar las reacciones de los extremos de cada viga y las presiones laterales debido a: Sismo (S), fuerza longitudinal (LF) y presión del suelo ($E_s + E_{sob}$). ASSHTO 3.20 considera una sobre carga del suelo con un equivalente liquido de 2.0 pies (0.61 m), con una presión de 480.0 kg/m^3 .

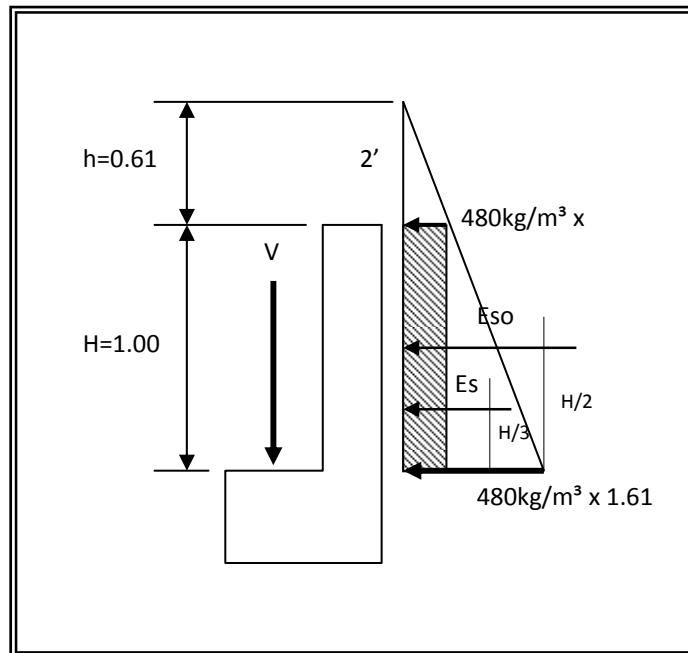
$$E = E_s + E_{sob}$$

$$E_s = \text{carga del suelo aplicada a un tercio de la cortina } (480.0 \times 0.61) \times 1.0$$

$$E_{sob} = 0.48 \text{ ton/m}^3, \text{ aplicada al centro de la cortina } (480.0 \times 1.0) \times 1.0/2$$

$$E = 292.8 + 240.0 = 532.8 \text{ kg/m}$$

Figura 25. Estado de cargas cortina y viga de apoyo



2.4.3.2.2. Fuerza longitudinal (FL)

Es la fuerza producida por las llantas del camión o tráiler en el terraplén o aproche, de acuerdo a ASSHTO 1.2.13 la fuerza longitudinal debe ser el 5 %

de la carga viva y su centro de gravedad a 1.83 m la rodadura. Se calcula de la siguiente manera:

$$FL = 0.05 * CV$$

$$FL = 750.0 \text{ kg/m}$$

P = peso del camión (HS-15) que actúa a 1.83 m sobre el piso

$$Cv = 0.05 * P$$

$$h = 1.0 \text{ m}$$

$$\text{Brazo FL} = 1.0 + 1.83 = 2.83 \text{ m}$$

2.4.3.2.3. Fuerza de sismo (EQ)

De acuerdo con los criterios de la Dirección General de Caminos, se considera el 8 % de la carga aplicada horizontalmente en el centro de gravedad, la fuerza de sismo se calcula con la siguiente fórmula $S = 0.08 W$, donde

W = peso propio de la cortina

$$W = 1.0 * 0.35 * 2400 = 840.0 \text{ kg/m}$$

$$S = 67.2 \text{ kg/m aplicada en el centro de gravedad (1.0/2)}$$

2.4.3.2.4. Momento de diseño

De acuerdo a AASHTO 3:22:1a, para calcular el momento de diseño se utilizan los resultados obtenidos anteriormente (LF, S, E_{sob} y E_s) y los siguientes grupos de cargas:

- Grupo III (esfuerzo 125 %) $M = 1.3(E_{sob} + E_s + FL)$
 $M = 1.3 (292.8 + 240.0 + 375.0 * 2.83) = 2072.3 \text{ kg-m}$
- Grupo VII (esfuerzo 133 %) $M = E_{sob} + E_s + S$
 $M = 1.3 (292.8 + 240.0 + 67.2 * (1.0/2)) = 736.3 \text{ kg-m}$

Se comparan los dos resultados y se toma el mayor (Grupo III) que es el que se utiliza para el cálculo del refuerzo.

2.4.3.2.5. Cálculo de acero de refuerzo por flexión

Con los siguientes datos se encuentra el área de acero, utilizando la fórmula ya conocida:

- $M_u = 2072.3 \text{ kg-m}$
- $b = 100 \text{ cm}$
- $h = 35 \text{ cm}$
- $d = (35 - 8 - 1) = 26 \text{ cm}$
- $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- $F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$

$$A_s = \left[db - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M * b}{0.003825 * f'_c}} \right] * \frac{0.85 f'_c}{F_y}$$

$$A_s = 3.18 \text{ cm}^2$$

$A_{s_{\min}} = 14.1/2810 * 100 * 26 = 13.0 \text{ cm}^2$, $A_{s_{\min}} > A_s$, se toma $A_{s_{\min}}$, el armado queda No. 6 @ 0.20 m.

2.4.3.2.6. Corte de diseño

De acuerdo a AASHTO 3:22:1b, para calcular el corte de diseño se utilizan los resultados obtenidos anteriormente (LF, S, E_{sob} y E_s) y los siguientes grupos de cargas:

- Grupo III (esfuerzo 125 %) $V_{\max} = 1.3(E+FL)$
 $V_{\max} = 1.3 (292.8 + 240.0 + 375.0) = 1050.0 \text{ kg-m}$
- Grupo VII (esfuerzo 133 %) $V_{\max} = 1.3(E+S)$
 $V_{\max} = 1.3 (292.8 + 240.0 + 67.2) = 780.0 \text{ kg-m}$

Se comparan los dos resultados y se toma el mayor (Grupo III) que es el que se utiliza para el cálculo del refuerzo. El valor del corte que resiste el concreto se calcula con la siguiente fórmula:

$$d = 0.31 \text{ m}$$

$$b = 1.00 \text{ m}$$

$$h = 0.40 \text{ m}$$

$$V_{con} = 0.85 \cdot 0.53 \cdot H \cdot b \cdot \sqrt{210}$$

$$V_c = 26113.5 \text{ kg}$$

2.4.3.2.7. Cálculo de acero de refuerzo por corte

Como $V_c > V_{m\acute{a}x}$ usamos el área de acero mínima con un espaciamiento máximo, calculado de la siguiente manera $S = d/2 = 16.5$ usamos estribo No. 3 @ 0.15 m.

2.4.3.3. Diseño viga de apoyo

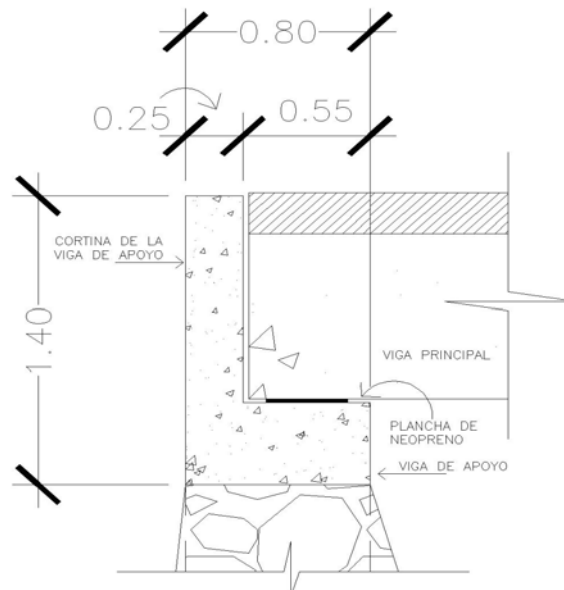
El refuerzo longitudinal es sólo por temperatura, éste se diseñará por aplastamiento. Para las dimensiones de la viga de apoyo se consideró el tamaño de la viga principal, pendiente y espesor de apoyo de la superestructura.

$$h = 0.40 \text{ m}$$

$$b = 0.80 \text{ m}$$

$$d = 0.38 \text{ m}$$

Figura 26. Esquema viga de apoyo



2.4.3.3.1. Refuerzo longitudinal por temperatura

$$A_s = (14.1/F_y) * b * h$$

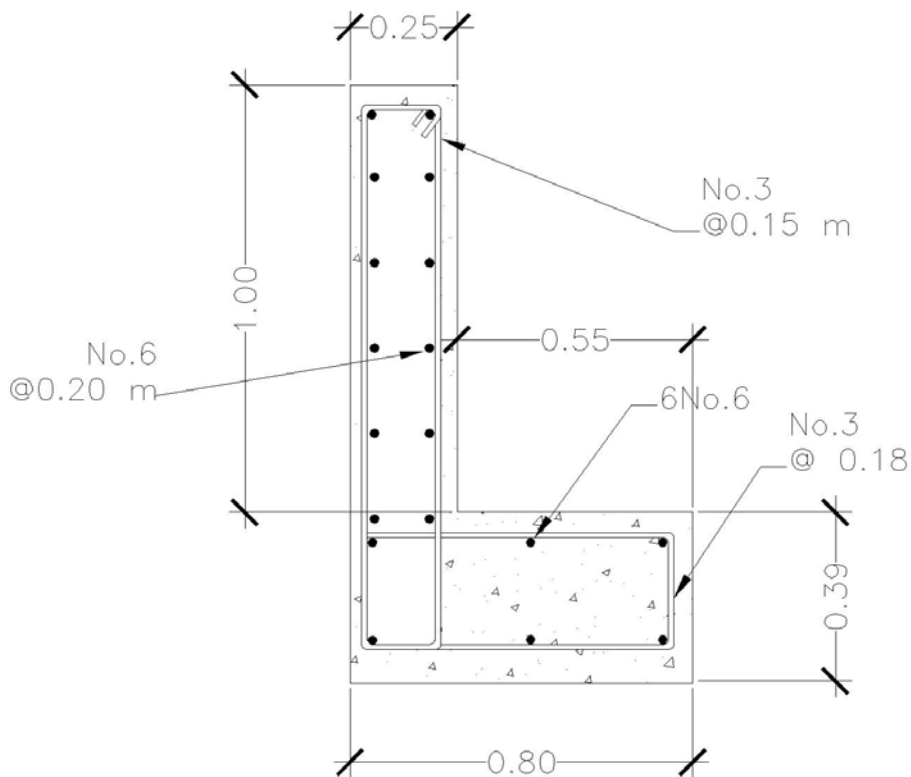
$$A_s = 16.1 \text{ cm}^2$$

El refuerzo queda 6 No. 6 corridos en ambas camas

2.4.3.3.2. Refuerzo transversal

Estribos de acero corrugado a una distancia no menor de $d/2 = 19$, el armado queda No. 3 @ 0.18 m.

Figura 27. Armado final cortina y viga de apoyo



2.4.3.4. Diseño del asiento de apoyos (neopreno)

En los apoyos se deberá colocar neopreno, que es una especie de caucho, el cual permite una homogeneidad en la unión de la viga principal con

la viga de apoyo, permitiendo un equilibrio de esfuerzos (simplemente apoyado ya que necesita tener libertad de movimiento por las cargas móviles a las que estará sometido). Existen diferentes resistencias para este tipo de material, según las cargas y colocando específicamente el necesitado, no es necesario colocar neopreno en toda la superficie de contacto de la viga de la superestructura con la viga de apoyo.

$$A_p = \frac{P}{\sigma} = f_c, \text{ donde:}$$

P = Corte último de diseño

A_p = Área de aplastamiento cm^2 .

$$A_p = 52646.5 / (0.71 * 210) = 353.1 \text{ cm}^2$$

2.4.3.4.1. Esfuerzo máximo permisible

$$\sigma_r = \frac{8 * a * b}{t * (a + b)} \quad ; \text{ para apoyos fijos y móviles}$$

$$\frac{\Delta L}{T} \leq 0.5 \text{ apoyos móviles o libremente apoyados, donde:}$$

ΔL = máximo desplazamiento horizontal

a, b = dimensiones del apoyo

σ_f = esfuerzo admisible del acero. (Esfuerzos de trabajo)

σ_r = esfuerzo máximo permisible a compresión del apoyo

σ_a = esfuerzo a compresión del apoyo

t = espesor de una lámina (1.3 cm)

T = espesor total del elastómero

datos:

L = 15 m

a = 50 cm

b = 30 cm

R = 80.39 ton (por viga)

$$M_{CM} = 228.759 \text{ ton-m}$$

$$M_{CV+I} = 152.638 \text{ ton-m}$$

$$T = 6.5 \text{ m}$$

2.4.3.4.2. Esfuerzo por compresión

$$\sigma_r = \frac{8 * 50 * 30}{1.3 * (50 + 30)}$$

$$\sigma = 115.38 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_r = \frac{80390}{50 * 30}$$

$$\sigma = 53.6 \text{ kg/cm}^2$$

El esfuerzo no sobrepasa el máximo recomendable de 100 kg/cm^2 ($\sigma_r < \sigma_a$).

2.4.3.4.3. Cálculo del desplazamiento horizontal (L =15.0 m)

Para apoyo simple o apoyo móvil se debe cumplir que $\frac{\Delta L}{T} \leq 0.50$, luego se tiene:

- Deformación total por esfuerzo, se utiliza la ley de Hooke

$$\sigma_f = 1,700 \text{ kg/cm}^2:$$

$$\Delta e_T = \frac{\sigma_f * L}{E}$$

$$\Delta e_T = \frac{1,700 \text{ Kg/cm}^2}{2.1E6 \text{ Kg/cm}^2} * 2,000 \text{ cm} = 1.62 \text{ cm}$$

- Deformación por carga muerta:

$$\Delta e_{CM} = \frac{\Delta e_T * M_{CM}}{A_{CM} + M_{CV+I}}$$

$$\Delta e_{CM} = \frac{1.31 * 228.759}{.759 + 152.638} = 0.786 \text{ cm}$$

- Deformación por contracción de fraguado y contracción diferida:

$$\Delta_c = 0.000165 * L = 0.25 \text{ cm}$$

- Deformación por temperatura:

$$\Delta_t = 0.000011 * D^\circ * L = 0.000011 * 10 * 1500 = 0.17 \text{ cm}$$

- Deformaciones máximas

$$\text{Contracción} = \Delta e_{CM} - (\Delta_c + \Delta_t) = 0.786 - (0.25 + 0.17) = 0.37 \text{ cm}$$

$$\text{Dilatación} = (\Delta_{eT} + \Delta_t) - \Delta_c = (1.62 + 0.22) - 0.33 = 1.51 \text{ cm}$$

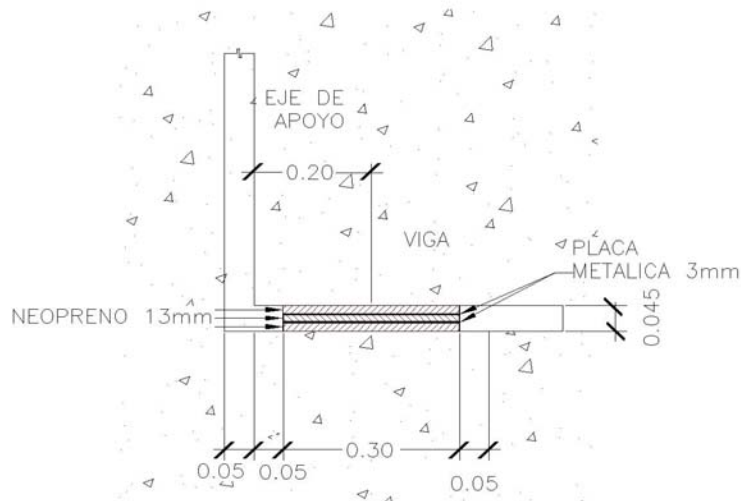
$$\text{Máximo desplazamiento horizontal del apoyo} = \Delta L = 1.51 \text{ cm}$$

2.4.3.4.4. Espesor apoyos

Se usan 3 placas de elastómero de 13 mm + dos placas de acero de 3 mm = 45 mm = 4.5 cm.

$$\frac{\Delta L}{T} = \frac{1.51}{3.3} = 0.46 \leq 0.50$$

Figura 28. Detalle de apoyos de neopreno



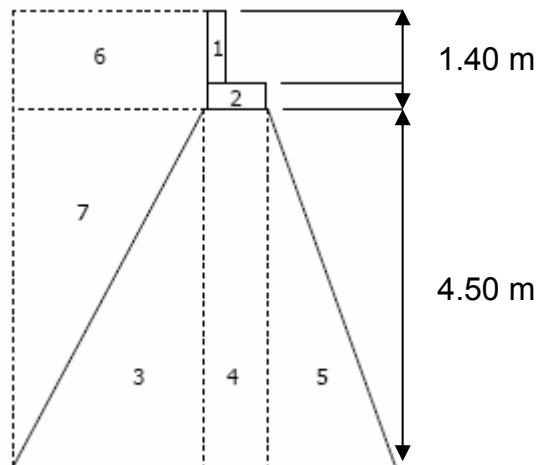
LA UNION ENTRE LAS PLANCHAS DE NEOPRENO Y LAS PLACAS METÁLICAS DEBERÁ HACERSE CON UN PEGAMENTO QUE EVITE SU SEPARACIÓN
DIMENSIONES: 30 x 50 x 1.3 cms., DUREZA 60

2.4.3.5. Diseño del estibo de concreto ciclópeo

El primer análisis consiste en chequear la estructura por volteo, deslizamiento y presiones. Los chequeos se hacen sólo para el muro, con superestructura y carga viva y para la verificación por sismo, el cual no se considera carga viva, para esto se utilizaron los siguientes datos:

- f'_c del concreto: 210.0 kg/cm²
- Densidad del concreto: 2400.0 kg/m³
- Densidad concreto ciclópeo 2700.0 kg/m³
- F_y acero 2810.0 kg/cm²
- Equivalente líquido 480.0 kg/m³
- Capacidad soporte del suelo 20 ton/m²

Figura 29. Diagrama de presiones de los estribos



2.4.3.5.1. Chequeos por volteo, deslizamiento y presiones

- Volteo: $ME/MV > 1.5$
- Deslizamiento: $0.5 * \left(\frac{W_e}{W_s}\right) > 1.5$

- Presiones: $P = \frac{W}{A} \left(1 \pm \left(6 \times \frac{E}{b} \right) \right) < 20.0 \text{ ton/m}^2$

Donde:

ME (momento estabilizante)

MV (momento de volteo)

W (fuerza resistente)

E (fuerzas horizontales, empuje)

A (área)

$$\text{excentricidad} = \frac{b}{2 - a}$$

b (base)

$$a = \frac{ME - MV}{W}$$

- Momento de volteo (MV)

Tabla III. Cálculo de momento de volteo producido por el peso del estribo

Resultados momento de volteo					
Sección	Altura (m)	Presión	Empuje W_v	B.P. (m)	MV (kg- m)
I	5.90	292.8	1730.5	2.96	5113.5
II	2.95	2664.0	7885.4	1.97	15534.3
Total			9615.9	Total	20647.8

- Momento estabilizante (ME)

En la tabla siguiente se muestra la integración de cargas que producen momento respecto del punto "B" de la figura anterior.

Tabla IV. Cálculo de momento estabilizante debido al muro

Resultados momento estabilizante							
Sección	Dimensiones (m)		Área (m ²)	Peso volumétrico (kg/m ³)	Peso W _E (kg)	B.P. (m)	ME (kg-m)
1	0.25	1.00	0.25	2400.0	727.2	2.9	2108.9
2	0.80	0.40	0.32		768.8	2.65	2035.2
3	0.45	4.50	2.02	2700.0	10935.0	2.60	28431.0
4	0.80	4.50	3.60		13061.3	1.43	18721.1
5	1.30	4.50	5.85		7290.0	3.45	25150.5
6	1.40	4.50	6.30	1700.0	4590.0	3.85	17671.5
7	0.45	4.50	2.02		2876.4	3.65	10498.9
Total					40247.9	Total	104617.1

2.4.3.5.1.1. Chequeo muro (sin sobrecarga)

- Volteo $\frac{ME}{WV} > 1.5 = 4.5 > 1.5$ cumple
- Deslizamiento: $0.5 \frac{WE}{WV} > 1.5 = 2.1 > 1.5$ cumple
- Presiones: $P = \frac{W}{A} \left(1 \pm \left(6 \frac{e}{b} \right) \right) < 20.0 \text{ ton/m}^2$

$a = (ME/MV)/W_E = 2.1 \text{ m}$, $3a = 6.3 > 3.9$, $b = 4.25 \text{ m}$, $e = b / (2-a) = 0.04$

$P_{\text{máx}} = 10.0 \text{ ton/m}^2 < 20.0 \text{ ton/m}^2$ cumple

$P_{\text{mín}} = 9.0 \text{ ton/m}^2 > 0.0 \text{ ton/m}^2$ cumple

Como se puede observar las presiones máximas y mínimas no sobrepasan el valor soporte real del suelo, por lo que las dimensiones del muro, son aptas para su construcción.

2.4.3.5.1.2. Chequeo del muro con superestructura y carga viva

El siguiente chequeo al estribo es sumarle su propio peso, el peso propio de la superestructura y la carga viva.

- La carga viva es la reacción que resulta cuando el eje trasero de la sobrecarga está en el apoyo $R_1 = 5714.7$ kg (ver cálculo viga principal).
- El punto de aplicación (brazo) será a la mitad de la base 2.125 m.
- El peso de la superestructura se calcula de la siguiente forma:

$$W_{\text{losa}} = 2400.0 * 0.2 * 20.0 = 9600.0 \text{ kg}$$

$$W_{\text{viga}} = 2400.0 * 1.0 * 0.4 * 2 = 1920.0 \text{ kg}$$

$$W_{\text{diaf}} = 2400.0 * 0.3 * 0.5 * 5.0 = 1800.0 \text{ kg}$$

$$W_{\text{ban}} = 2400.0 * 0.2 * 0.6 * 1.0 = 288.0 \text{ kg}$$

$$W_{\text{total}} = 13608.0 \text{ kg}$$

Luego de integrar las cargas, se obtiene un nuevo momento estabilizante (ME2), que es el que produce la aplicación de la carga viva y la carga muerta. La suma de ME2 y ME (peso propio del estribo), darán como resultado el momento estabilizante total. Se seguirá el mismo procedimiento utilizado en el chequeo del muro sin sobrecarga, para calcular los valores de a y e, las presiones no deben de exceder del valor soporte del suelo.

$$M = (CV + CM) * \text{brazo}$$

$$M_{E2} = (5714.7 \text{ kg} + 13608.0 \text{ kg}) * 2.125 \text{ m} = 41060.7 \text{ kg-m}$$

$$M_{ET} = M_{E2} + M_E = 41060.7 \text{ kg-m} + 104,617.1 \text{ kg-m} = 145677.8 \text{ kg-m}$$

$$W_E = (W + CV + CM) = (40247.9 \text{ kg} + 5714.7 \text{ kg} + 13608.0 \text{ kg}) = 59570.6 \text{ kg}$$

verificación de presiones

$$a = \left(\frac{M_{ET} - WY}{CM + CV} \right) / (CM + CV + W) = 2.10 \text{ cumple } (3a > b)$$

$$e = (b/2) - a = (4.25/2) - 2.10 = 0.025 \text{ m}$$

$$P = \frac{W}{A} \left(1 \pm \left(6 * \frac{e}{b} \right) \right)$$

$$P_{\text{máx}} = 19.2 \text{ ton/m}^2 < 20.0 \text{ ton/m}^2 \text{ cumple}$$

$$P_{\text{mín}} = 17.9 \text{ ton/m}^2 < 20.0 \text{ ton/m}^2 \text{ cumple}$$

2.4.3.5.1.3. Chequeo del muro por sismo

La tercera y última verificación se hará por sismo, para esta prueba no se considerará la carga viva, se sumará el peso del muro (W) y la carga muerta (CM), para obtener una carga total (W_2), así mismo se sumará el momento estabilizante (M_E) y el generado por la carga muerta (CM x brazo), para obtener el momento estabilizante (ME_3), también se calcula la fuerza horizontal (FH) que se produce, aplicándoles el factor por sismo del 8% . Con los datos obtenidos se verifica nuevamente el estribo por volteo, deslizamiento y presiones, considerando los mismos parámetros que para la verificación de sólo muro.

$$W_2 = W + CM = (40247.9 \text{ kg} + 13608.0 \text{ kg}) = 53855.9 \text{ kg}$$

$$ME_3 = ME + (CM \times \text{brazo}) = 104617.1 \text{ kg-m} + (17046 \text{ kg} \times 0.12 \text{ m})$$

$$ME_3 = 133534.1 \text{ kg-m}$$

$$FH = 1.08 \times E + 0.08 \times W_2 = 1.08 \times 9615.9 + 0.08 \times 53855.9 = 14693.6 \text{ kg}$$

$$MEQ = 0.08 \times MV_2 = 0.08 \times 91412.40 \text{ kg-m} = 7313 \text{ kg-m}$$

$$MV_3 = (1.08 \times MV) + (CM \times 0.08 \times h') + MEQ = 35612.81 \text{ kg-m.}$$

verificaciones:

- Volteo = $ME_2 / MV_3 = 82035 \text{ kg-m} / (35612.81 \text{ kg-m}) = 2.30 > 1.5$
cumple
- Deslizamiento = $0.50 \times W_2 / FH = 1.91 > 1.5$ cumple
- Presiones:
 - a = 1.84 cumple ($3a > b$)
 - e = $(b/2) - a = 4.25/2 - 1.84 = 0.285 \text{ m.}$
 - $P_{\text{máx}} = 18.8 \text{ ton/m}^2 < 20.0 \text{ ton/m}^2$ cumple
 - $P_{\text{mín}} = 8.2 \text{ ton/m}^2 < 20.0 \text{ ton/m}^2$ cumple

con los resultados obtenidos, se concluye que los valores de las fuerzas no exceden el valor soporte del suelo.

Tabla V. Cálculo de momento estabilizante sin carga viva

Resultados momento estabilizante sin carga viva							
Sección	Dimensiones (m)		Área (m ²)	Peso volumétrico (kg/m ³)	Peso W _E (kg)	B.P. (m)	ME (kg-m)
1	0.25	1.00	0.25	2400.0	727.2	5.41	3930.5
2	0.80	0.40	0.32		768.8	4.70	3609.6
3	0.45	4.50	2.02	2700.0	10935.0	2.25	24603.8
4	0.80	4.50	3.60		13061.3	1½	19591.9
5	1.30	4.50	5.85		7290.0	1½	10935.0
6	1.40	4.50	6.30	1700.0	4590.0	3	13770.0
7	0.45	4.50	2.02		2876.4	5.21	14971.7
Total					40247.9	Total	91412.4

2.5. Elaboración de los planos

Los planos que se elaboraron, son los siguientes:

- Planta y perfil topográfico
- Detalle viga interna y externa, diafragma, cortina y viga de apoyo.
- Detalles cortes transversales de puente, estribo y cortina.

2.6. Elaboración del presupuesto

Para integrar el presupuesto total de la obra, se procedió a cuantificar las cantidades de trabajo necesarias y los materiales según los detalles de los planos. Los precios tanto de mano de obra como de materiales se establecieron

de acuerdo a los que se rigen en el lugar. En la siguiente tabla se muestra la integración de costos totales generales.

Tabla VI. Costos puente aldea El Astillero

Presupuesto general puente aldea El Astillero					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario(Q)	Subtotal (Q)	Subtotal (\$)
TRABAJOS PRELIMINARES	1	GLOBAL	11962.00	11,692.00	1461.50
LOSA	m ²	72.0	974.00	70130.00	8766.25
VIGAS	ml	45.0	1641.10	73849.50.	9231.19
DIAFRAGMAS	ml	12	450.00	5400.00	675.00
CORTINA + VIGA DE APOYO	ml	12	1100.00	13200.00	1650.00
ESTRIBOS + ALEROS	m ³	640.0	980.00	627200.00	78400.00
Neopreno	u	6	4166.67	25000.02	3125.00
BARANDAL	ml	30	200.00	6000.00	750.00
TOTAL				832471.52	104058.94
Tipo de cambio 1 \$ X Q 8.00					

2.7. Estudio de impacto ambiental

2.7.1. Generalidades

Todas las actividades desarrolladas por el ser humano causan algún tipo de impacto al medio ambiente, en todos los sistemas que componen la naturaleza, pudiendo ser el impacto positivo, negativo o poco significativo, esta situación hace necesario que en la actualidad se determinen la naturaleza, tipo, cantidad así como las medidas de mitigación que se pueden aplicar para reducir el impacto que causen estas actividades, desde 1972, Guatemala es signataria de la mayoría de acuerdos o convenios que en el tema se han suscrito, situación que impulso la creación del Ministerio de Ambiente y Recurso

Naturales (MARN) a partir del año 2000, teniendo como legislación principal en este tema el Decreto 68-86 “Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente”. Dentro de las herramientas existentes para poder evaluar los impactos que causará determinado proyecto se pueden mencionar los siguientes:

- Estudios de impacto ambiental no significativo (evaluación rápida): se realiza por medio de visita al sitio del proyecto por parte de técnicos en la materia calificados por el MARN y bajo la responsabilidad de un coordinador del equipo y por cuenta del interesado, para determinar el tipo de impactos que se pueden generar con las actividades del proyecto, para lo cual se debe de contar con algunos indicadores y criterios (línea base) que permitan definir esta situación.
- Estudios de impacto ambiental significativo (evaluación general): se realizan en dos fases que son complementaria entre si, estas son:
 - Fase preliminar o de factibilidad, incluye datos de la persona interesada, descripción del proyecto y escenario ambiental, principales impactos y medidas de mitigación, planes de contingencia, plan de seguridad humana y otros.
 - Fase completa que generalmente se aplica a proyectos con ciertas características de tamaño y complejidad de operaciones, además de lo establecido en la fase, preliminar debe incluir las respuestas a las siguientes preguntas:
 - Qué sucederá al medio ambiente como resultado de la ejecución del proyecto.
 - Cuál es el alcance de los cambios que se sucedan.
 - Qué importancia tiene los cambios.
 - Qué puede hacerse para prevenirlos o mitigarlos.
 - Qué opciones o posibilidades son factibles.
 - Qué piensa la comunidad del proyecto.

2.7.2. Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto “diseño de puente vehicular en la aldea El Astillero”

Por las características y ubicación del proyecto, se puede realizar una evaluación rápida, que permita conocer los impactos positivos, negativos o pocos significativos así como las medidas de mitigación necesarias para el mismo, incluye las fases de construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

- Información sobre el proyecto
 - Ubicación
 - Nombre de la comunidad: aldea el Astillero
 - Municipio: Guazacapán
 - Departamento: Santa Rosa
 - Tipo de proyecto
 - Puente vehicular de concreto reforzado en camino rural.
- Consideraciones especiales: se deben tomar durante la visita al sitio del proyecto.
 - Consideraciones sobre áreas protegidas: no se ubica dentro de alguna área protegida legalmente establecida.
 - Consideraciones sobre ecosistemas naturales: el proyecto no afecta ecosistemas naturales
 - Otras consideraciones no aplican.

2.7.2.1. Impactos ambientales determinados durante la construcción y operación

Se evalúan por medio de una matriz que incluye el sistema ambiental afectado y el tipo de proceso u operación responsable, se presenta el impacto

identificado, las actividades de mitigación previstas y los responsables de las mismas.

Tabla VII. Impactos ambientales negativos generados durante la construcción

Proyecto "Diseño de puente vehicular aldea El Astillero "			
Impacto ambiental	Responsable		
	Ejecutor	Comunidad	Municipalidad
i. Deslaves de material	X		
ii. Erosión de cortes	X		
iii. Disposición inadecuada de materiales de desperdicio	X		
iv. Alteración del drenaje superficial	X		
v. Contaminación de cuerpos de agua por causa de los insumos utilizados durante la construcción.	X		
vi. Contaminación del aire por polvo generado en la construcción.	X		
vii. Alteración del paisaje como consecuencia de los cortes.		X	
viii. Riesgos para los trabajadores	X		
ix. Generación de desechos sólidos derivados de las actividades e los trabajadores en la obra.	X		

Tabla VIII. Impactos ambientales negativos generados durante la operación

Proyecto puente vehicular aldea el Astillero			
Impacto ambiental	Responsable		
	Comité de mantenimiento	Comunidad	Municipalidad
i. Erosión de cortes	X	X	
ii. Accidentes de tránsito	X		
iii. Accidentes a peatones	X		
iv. Reasentamiento involuntario			X

2.7.2.2. Impactos, medidas de mitigación y etapa del proyecto en que ocurren

Véase tabla IX.

Tabla IX. Medidas de mitigación en la construcción y operación

Medidas de mitigación en la construcción y operación							
Etapa proyecto		Construcción		Operación y mantenimiento			
Componentes ambientales y sociales		Impacto	calificación	Medidas de mitigación	Impacto	calificación	Medidas de mitigación
Ambiente físico	Suelos	Deslaves de material.	NS	Prevención durante la construcción.	No aplica		
		Erosión de cortes.	NS	Prevención de la erosión usando estabilización física.	No aplica		
		Disposición inadecuada de materiales de desperdicio.	NS	Selección de sitios adecuados y colocar encapas no mayores de 0.25.m compactado, posteriormente colocar una capa de material orgánico.	No aplica		
		Alteración del drenaje superficial.	NS	Construcción durante estación seca, minimizar la erosión de la ribera del río.	No aplica		
	Recursos hídricos	Disminución de la calidad del agua.	NS.	Alteración mínima de corrientes de agua naturales	No aplica		
		Contaminación de cuerpos de agua por causa de los insumos utilizados durante la construcción.	NS.	Depositar los desechos de insumos en un lugar fuera de la zona del río.	No aplica		
	Calidad del aire	Contaminación del aire por polvo generado durante la construcción.	NS.	Uso de agua para minimizar la generación de polvo.	No aplica		
Ambiente biológico	Hábitats naturales	No aplica		No aplica			
	Flora y fauna	No aplica		No aplica			
Ambiente social	Estética y paisaje	Alteración del paisaje como consecuencia de los cortes.		Limpieza de sitios de construcción.	Erosión de cortes.	Mantenimiento y limpieza en zonas de cortes.	
	Salud humana	Riesgos para la salud de los trabajadores.	NS.	Desarrollar plan de seguridad e higiene.	Accidentes de tránsito. NS Accidentes de peatones. NS.	Regulación y señalización adecuadas.	
	Comunidades humanas	Generación de desechos sólidos derivados de las actividades de los trabajadores de la obra.	NS.	Hacer sanitario provisional. Colocar depósitos para la basura identificados, para su posterior disposición en sitios adecuados.	No aplica		

2.7.2.3. Costos de aplicación de las medidas de mitigación

Tabla X. Costos de aplicación medidas de mitigación en la construcción y operación

Costos medidas de mitigación		
Etapa proyecto	Medidas de mitigación	Costo
Construcción	<ul style="list-style-type: none"> • Prevención durante la construcción, prevención de erosión, usando estabilización física. • Seleccionar sitios adecuados y colocar en capas no mayores de 0.25 m compactado, posteriormente colocar una capa de material orgánico. • Construcción durante estación seca, minimizar la erosión de ribera del río, alteración mínima de corrientes de agua naturales. • Depositar los desechos de insumos en un lugar fuera de la zona del cauce del río. • Uso de agua para minimizar la generación de polvo. • Limpieza de sitios de construcción. • Desarrollar plan de seguridad e higiene. • Hacer sanitario provisional • Colocar depósitos identificados para los desechos, y su posterior disposición en sitios adecuados. 	<p>Incluido en costos de estabilización de aproches con zampeado de piedra.</p> <p>Incluido en costos de excavación no clasificada desperdicio.</p> <p>Requiere únicamente de programación de inicio de obra en mes adecuado.</p> <p>Incluido en costos administrativos</p> <p>Incluido en costos de excavación no clasificada desperdicio.</p> <p>Incluido en costos administrativos.</p> <p>Incluido en costos administrativos.</p> <p>Incluido en costos administrativos.</p> <p>Incluido en costos administrativos.</p>
Operación y mantenimiento	<p>Mantenimiento y limpieza en zonas de cortes.</p> <p>Regulación y señalización adecuadas.</p>	<p>Variable, con fondo para mantenimiento del comité.</p> <p>Variable, con fondo para mantenimiento del comité.</p>

2.7.2.4. Recomendaciones de la evaluación de impacto ambiental y la viabilidad ambiental del proyecto

Después de analizar los impactos ocasionados (significativos y no significativos), así como las medidas de mitigación propuestas, se considera el proyecto ambientalmente viable, los impactos sociales son de carácter positivo al mejorar las comunicaciones entre las comunidades cercanas a la zona del proyecto y generación de empleos para los vecinos de la zona.

2.7.2.5. Mantenimiento preventivo

- Señalización, pintura, alumbrado, etc.
- Limpieza de acotamientos, drenes, lavaderos y coronas de pilas, estribos, caballetes, etc.
- Limpieza y rehabilitación de conos de derrame incluida su protección, enrrocamiento o zampeado.
- Limpieza y rehabilitación del cauce.
- Recarpeteo de los accesos del puente.
- Protección contra la socavación.
- Reacondicionamiento de parapetos dañados.
- Limpieza o rehabilitación de las juntas de dilatación.
- Limpieza o protección de apoyos.

3. DISEÑO CANCHAS POLIDEPORTIVAS CASCO MUNICIPAL GUAZACAPÁN

3.1. Estudios preliminares, metodología empleada, resultados obtenidos

3.1.1. Clasificación de las canchas deportivas

Los criterios generalmente utilizados con este propósito se presentan a continuación.

3.1.1.1. Según nivel del deporte a practicar

En la planificación, desarrollo y construcción de las canchas deportivas debe definirse, previamente, el nivel de deporte para el cual van a ser utilizadas, se pueden clasificar como sigue:

- Profesional
- Juvenil
- Infantil
- Escolar
- Recreativo

3.1.1.2. Según tipo de techo (cubiertas o al aire libre)

Las canchas descubiertas deben reunir características y aspectos técnicos que son diferentes a las canchas cubiertas, aún cuando sean para practicar el mismo deporte. Por ejemplo: en las canchas descubiertas deben considerarse factores importantes como la posición del sol y dirección del viento, mientras que en las canchas cubiertas dichos factores los de menor importancia.

Figura 30. Proyecto polideportivo Guazacapán



Por otro lado, en las canchas cubiertas aparecen como factores de primer orden, el sistema de iluminación artificial, el de ventilación y otros. Así también, se pueden agrupar las canchas de la siguiente manera:

- Grupo 1: deportes que se llevan a cabo en canchas a cielo abierto y que en si, su práctica no requiere observar una orientación determinada (juegos infantiles, excursionismo, ciclismo).
- Grupo 2: deportes que se llevan a cabo en canchas a cielo abierto que obliga a la orientación norte-sur (foot-ball, baloncesto, volley-ball, tenis, atletismo).

Figura 31. Cancha de foot-ball sala

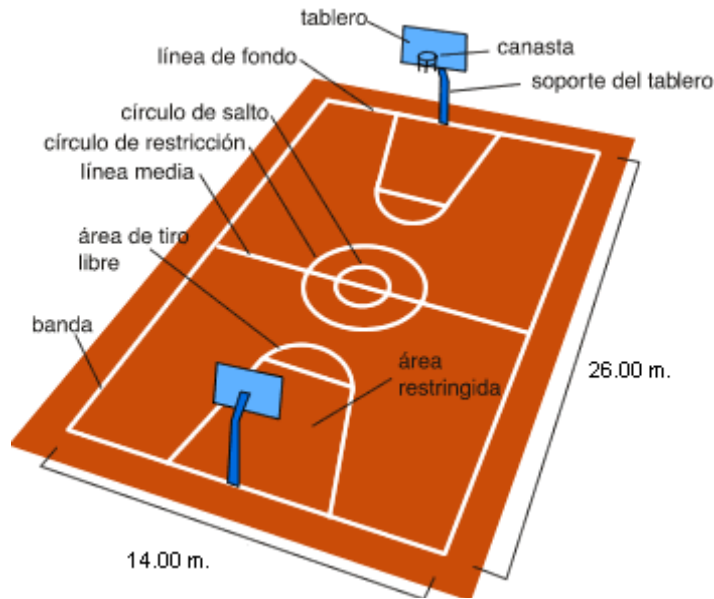


3.1.1.3. Según el tipo de superficie de juego

Cada una de las superficies de juego puede presentar diferentes opciones en su construcción, las más comunes son:

- Superficie de grama natural o sintética (foot-ball, baloncesto, volley-ball, tenis)
- Concreto (baloncesto, volley-ball, tenis)
- Asfalto (baloncesto, volley-ball, tenis)
- Madera (baloncesto, volley-ball)

Figura 32. Cancha de baloncesto

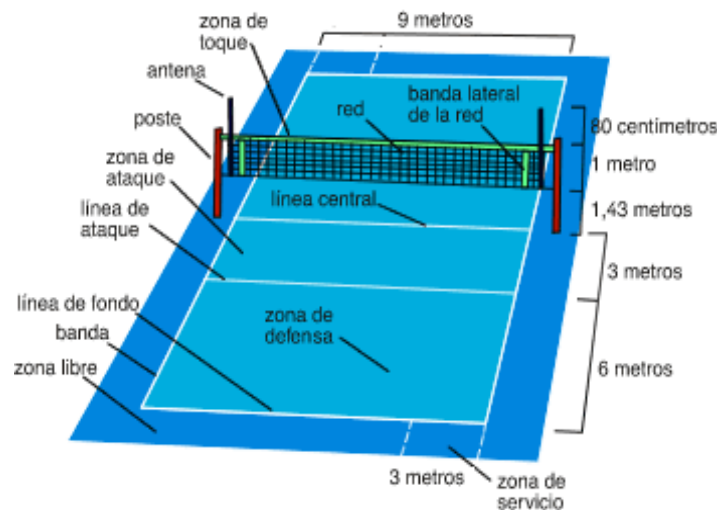


3.2. Distribución, ubicación y orientación de las canchas

La distribución de las canchas debe corresponder a la forma del polígono disponible, tomando en cuenta que algunas canchas como por ejemplo las de baloncesto y volley-ball, es conveniente ubicarlas en la misma área si se va a construir más de una, también debe considerarse distribuir las canchas de tal forma que no interfieran o perjudiquen a las otras.

La acción de los vientos predominantes es otro factor digno de consideración para la orientación de las canchas, debido a que en algunos deportes podría beneficiar o perjudicar a los equipos contendientes por esa razón canchas abiertas para deportes como volley-ball y tenis es recomendable ubicarlas con un escudo protector del viento (gimnasios, arboledas, muros, etc.).

Figura 33. Cancha de volley-ball



3.3. Aspectos técnicos constructivos de canchas deportivas

Este estudio se limitará a considerar las canchas para los deportes más practicados en nuestro medio: foot-ball, baloncesto y volley-ball.

3.3.1. Trazo y dimensionamiento

Para el trazo de la cancha se recomienda utilizar equipo de precisión adecuado (teodolito, nivel, estatal, jalones, cintas métricas, etc.) garantizando que los detalles queden como se indica en los planos adjuntos. Para canchas de menor importancia podrían utilizarse métodos manuales para el trazo, en el caso de no contar con el equipo mencionando anteriormente.

3.3.2. Movimiento de tierra, construcción de la plataforma y su nivelación

Para los trabajos de movimiento de tierras, se recomienda utilizar la maquinaria adecuada: moto niveladora (patrol), tractor de cuchilla con

escarificador y un cargador frontal y camiones de volteo. Este renglón de trabajo comprende desde la limpia, destronque y remoción de la capa vegetal (la cual puede ser reutilizada) hasta la nivelación y definición completa de la plataforma donde será construida la cancha.

3.3.3. Superficie de juego

Lo más conveniente a utilizar como superficie de juego en canchas de foot-ball es el césped de grama, en la actualidad el uso de grama sintética se ha extendido, para el presente estudio se plantea el uso de esta última. En la cancha de baloncesto se utilizará superficie de concreto con el acabado necesario. En ambos casos se fundirán planchas de concreto de 3.5 x 3.5 m alternadas con juntas de dilatación de emulsión asfáltica, sobre una base de material selecto.

3.3.4. Estructuras complementarias y trazo del área de juego

Las estructuras complementarias que lleva en sí la cancha de foot-ball son las porterías, las banderolas esquineras y de medio campo. El marco para las porterías puede ser de tubo de hierro de 7.6 cm (3") de diámetro, embebidos en concreto y sostenido por medio de cuñas y platinas, que al ser removidas, permitirán que el marco sea desmontable en el caso que así se desee. Para soportar la red en el marco, se soldarán en la parte posterior del mismo, tubos de hierro galvanizado de 3.8 cm (1.5") de diámetro con ganchos de hierro de 1.9 cm ($\frac{1}{4}$ ") espaciados a 0.50 m, para fijar la parte inferior de la red se empotrarán en el suelo ganchos también hechos de hierro de 1.9 cm ($\frac{1}{4}$ ") a 0.50 m de separación, los soportes de las banderolas serán desmontables lo cual se puede lograr empotrando una manga de P.V.C. de 0.30 m de longitud en los respectivos puntos.

La cancha de baloncesto llevará un tablero fijo, cuyo borde inferior esté a 2.45 m del suelo, su estructura será de tubo galvanizado de 3.8 cm (1.5") con

un aro de hierro (la canasta) de 0.45 m de diámetro, anclados en una base de concreto fundido, para la práctica de volley-ball se instalaran las bases para los postes. El polideportivo incluye graderíos techados y muro perimetral.

3.4. Datos y especificaciones para canchas deportivas

3.4.1. Levantamiento topográfico, distribución, ubicación y orientación de las canchas

Se cuenta con un terreno de forma irregular, topografía plana, la distribución de las canchas debe corresponder a la forma del polígono disponible.

3.4.2. Trazo y dimensionamiento

Las canchas de foot-ball y baloncesto tienen las dimensiones siguientes: 14 x 28 m, pudiendo aprovecharse la cancha de baloncesto para la práctica de volley-ball.

3.4.3. Movimiento de tierra y construcción de plataforma

Este renglón de trabajo comprende la limpieza del terreno, el retiro de la capa vegetal y la nivelación de la plataforma.

3.5. Diseño de cancha de foot-ball

3.5.1. Cálculo de losa

Para el diseño de la losa, se tomará como losa típica (3.5 x 3.5 m), de acuerdo a lo indicado en los planos.

3.5.1.1. Peralte

- Dimensiones 3.5 x 3.5 m

- $t = \text{perímetro}/180 = 0.07$ se usará $t = 0.10$ m

3.5.1.2. Integración de cargas

Las cargas actuantes son su propio peso, sobrecarga y carga viva, por tratarse de una cancha deportiva se tomaron los siguientes criterios:

- Sobrecarga = 60 kg/m^2
- CV = 100 kg/m^2
- Peso volumétrico del concreto = $2,400.0 \text{ kg/m}^3$
- Valor soporte del suelo VS = 20 t/m^2 .
- Peso volumétrico del suelo $W_s = 1600 \text{ kg/m}^3$

$$W \text{ propio losa} = 2,400 \text{ kg/m}^3 * 0.10 \text{ m} = 240.0 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Sobrecarga} = 60 \text{ kg/m}^2 * 1.00 \text{ m} = 60.0 \text{ kg/m}^2$$

$$C_{\text{total}} = 300.0 \text{ kg/m}^2$$

- $C_u = 1.4C_M + 1.7CV$,

$$C_U = 1.4(300.0) + 1.7(100 * 1.00 \text{ m}) = 590.0 \text{ kg/m}^2,$$

$$\text{para un metro } C_U = 590.0 * 1 = 590.0 \text{ kg/m}$$

3.5.2. Cálculo acero de refuerzo

Únicamente se colocará acero por temperatura en ambos sentidos, de acuerdo a la siguiente fórmula $A_{s_{\text{temp}}} = 0.002 * b * t$, donde:

- $t = 0.10$ m
- $b = 1.0$ m
- varilla propuesta No. 3 (0.71 cm^2)
- $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- $F_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$
- $A_{s_{\text{temp}}} = 0.002 * b * t = 0.002 * 100 * 10 = 2.0 \text{ cm}^2$

El espaciamiento del acero de refuerzo por temperatura será el máximo de acuerdo a la fórmula siguiente $S = (A_{\text{vari}} \cdot b) / A_{\text{temp}} = 0.35 \text{ m}$, el armado queda No. 3 @ 0.25 m ambos sentidos.

3.5.3. Instalaciones complementarias cancha de foot-ball

3.5.3.1. Marcos de porterías

- Dimensiones 3.0 m (ancho) x 2.0 m (altura)
- Materiales tubo HG de 7.6 cm (3") y 3.8 cm (1.5"), desmontables sobre una base de concreto
- Ganchos de 1.9 cm (1/4") @ 0.50 m para sujetar la malla en todo el largo

3.6. Diseño de cancha de baloncesto y volley-ball

3.6.1. Cálculo de losa

Para el diseño se tomará como losa típica (3.5 x 3.5 m) fundidas alternas y sobre una base de material selecto de 0.10 m, de acuerdo a lo indicado en los planos.

3.6.1.1. Peralte

- Dimensiones 3.5 x 3.5 m
- $t = \text{perímetro} / 180 = 0.08$ se usará $t = 0.10 \text{ m}$

3.6.1.2. Integración de cargas

Las cargas actuantes son su propio peso, sobrecarga y carga viva, por tratarse de una cancha deportiva se tomaron los siguientes criterios:

- Sobrecarga = 60 kg/m^2
- CV = 100 kg/m^2
- Peso volumétrico del concreto = $2,400.0 \text{ kg/m}^3$

- Valor soporte del suelo VS = 20 t/m².
- Peso volumétrico del suelo Ws = 1600 kg/m³
- $W_{\text{propio losa}} = 2,400\text{kg/m}^3 * 0.10\text{m} = 240.0\text{kg/m}^2$
- $\text{Sobrecarga} = 60\text{kg/m}^2 * 1.00\text{m} = 60.0 \text{ kg/m}^2$
- $CM_{\text{total}} = 300.0 \text{ kg/m}^2$

- $CU = 1.4CM + 1.7CV$

$CU = 1.4(300.0)+1.7(100* 1.00\text{m}) = 590.0 \text{ kg/m}^2$, para un metro

$CU = 590.0*1 = 590.0 \text{ kg/m}$

3.6.1.3. Cálculo acero de refuerzo

Únicamente se colocará acero por temperatura en ambos sentidos, de acuerdo a lo siguiente:

- $t = 0.10 \text{ m}$
- $b = 1.0 \text{ m}$
- varilla propuesta No. 3 (0.71 cm²)
- $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- $Fy = 2,810 \text{ kg/cm}^2$
- $As_{\text{temp}} = 0.002 * b * t = 0.002 * 100 * 10 = 2.00\text{cm}^2$

El espaciamiento del acero de refuerzo por temperatura será el máximo de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$S = \frac{A_{\text{var}} * b}{A_{\text{stem}}}$$

$S = 0.35 \text{ m}$, el armado queda No. 3 @ 0.25 m ambos sentidos

3.6.2. Diseño de instalaciones complementarias cancha de baloncesto y volley-ball

3.6.2.1. Canastas cancha de baloncesto

Se componen de:

- Tablero (1.6 m ancho x 1.2 m altura) de lámina de acero de 0.48 cm (3/16") de espesor y el aro de metal.
- Estructura base del tablero (2.7 m ancho x 3.45 m altura), será de hierro galvanizado de $\varnothing = 7.6$ cm (3") anclados sobre bases de concreto.

3.6.2.2. Postes cancha de volley-ball

- Materiales tubo HG de 7.6 cm (3") y 7.6 cm (1½") , desmontables sobre una base de concreto

3.7. Diseño de graderío

3.7.1. Dimensiones

Las dimensiones del área de graderíos son 28.0 m x 6.20 m, con un espaciamiento entre columnas de 3.0 m, con huellas de 0.90 m y contrahuellas de 0.40 m. distancia entre ejes de:

3.7.2. Análisis estructural

3.7.2.1. Losas de graderíos

Se diseñará el graderío en forma de losas aisladas, simplemente apoyadas. Se diseña la losa más crítica, cuya longitud es de 3.80 m y el ancho = 0.95 m. de acuerdo a lo indicado por el ACI.

Datos:

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$Fy = 2,810 \text{ kg/cm}^2$$

$$W_{\text{propio block}} = 90 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{\text{Propio acabados}} = 60 \text{ kg/m}^2$$

$$CV = 700 \text{ kg/m}^2$$

$$\delta c = 2,400 \text{ kg/m}^3$$

3.7.2.1.1. Determinación del espesor

$$t = \frac{L}{24} = (3.80\text{m})/24 = 0.15\text{m}$$

Cargas:

$$W_{\text{propio losa}} = 2,400\text{kg/m}^2 * 0.15\text{m} * 1 \text{ m} = 360\text{kg/m}$$

$$W_{\text{propio block}} = 90\text{kg/m}^2 * 1.00\text{m} = 90\text{kg/m}$$

$$W_{\text{p. acabados}} = 60\text{kg/m}^2 * 0.95\text{m} = 57\text{kg/m}$$

$$CM = 507.00 \text{ kg/m}$$

$$CV = 700\text{kg/m}^2 * 0.95\text{m} = 560\text{kg/m}$$

$$CU = 1.4CM + 1.7CV$$

$$CU = 1.4(507\text{kg/m}) + 1.7(560\text{kg/m}^2 * 1.00\text{m}) \quad CU = 1611.1\text{kg/m}$$

Como sólo presenta la flexión, se determina el momento, según el código

ACI de la siguiente forma:

$$M_{\text{max}} = \frac{WU^2}{8} = 2908.0 \text{ kg-m}$$

Cálculo de d:

$$d = t - rsc - \frac{\phi}{2}$$

$$d = 12.37\text{cm}$$

Cálculo de $A_{s\text{mín}}$:

$$A_{s\text{mín}} = 0.4(14.1/Fy) * b * d$$

$$A_{s\text{mín}} = 0.4(14.1/2810) * 95 * 12.37 = 1.99\text{cm}^2$$

Espaciamiento:

$$1.99\text{cm}^2 \text{-----} 95$$

$$0.7126\text{cm}^2 \text{-----} S \quad S = 60.48\text{cm} > 3t, \text{ entonces utilizar } N.4@45\text{cm}$$

$$A_{s_{\min}} \text{-----} 95\text{cm}$$

$$0.7126\text{cm}^2 \text{-----} 45\text{cm} \quad A_{s_{\min}} = 4.20\text{cm}^2 \text{ se calcula } M_u \text{ con } A_{s_{\min}}:$$

$$M_u = \phi \left[A_s * F_y \left(d - \left(\frac{A_s * F_y}{1.7f'_c * b} \right) \right) \right]$$

$$M_u = 196,128.88 \text{ kg-cm} = 1,286.29 \text{ kg-m}$$

Se puede ver que el momento máximo sobrepasa el momento último (M_u), por lo tanto, se tiene que calcular el acero para resistir el momento máximo.

$$A_s = \left[db - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M * b}{0.003825 * f'_c}} \right] * \frac{0.85f'_c}{F_y}$$

$$A_s = 10.56\text{cm}^2$$

Espaciamiento:

$$9.56\text{cm}^2 \text{-----} 95\text{cm}$$

$$1.27\text{cm}^2 \text{-----} S \quad S = 13.62\text{cm}, 95/13.62 = 7, \text{ colocar } 7\text{No.4}$$

corrido, en el otro sentido, colocar solamente acero por temperatura,

$$A_{s_{\text{temp}}} = 0.002 * b * t = 2.40\text{cm}^2, \text{ utilizando No.2 tenemos:}$$

$$240/0.3167 = 7 \text{ varillas}, 1 \text{ m} / 7 \text{ varillas} = 0.15, \text{ utilizar eslabones No.2}@0.15 \text{ cm.}$$

3.7.2.2. Diseño de muro perimetral

El muro irá en todo el perímetro de las instalaciones del polideportivo, será de mampostería reforzada (utilizando blocks de concreto perforados), cimiento corrido (0.20 x 0.40 m), columnas (0.15 x 0.15 @ 2.0 m), soleras hidrófuga (0.15 x 0.15 m, altura 3 hiladas de block), intermedia (0.15 x 0.15m, altura de 5 hiladas de block) y de corona (0.15 x 0.10 m, altura 5 hiladas de block, altura total de 3.18 m, no será muro de carga (solo su propio peso). La información necesaria para el diseño es la siguiente:

- Sobrecarga = 60 kg/m²
- CV = 100 kg/m²
- Valor soporte del suelo VS = 20T/m²
- f'c = 210 kg/cm²
- Fy = 2,810 kg/cm²
- Sobrecarga = 60kg/m²
- CV = 100kg/m²
- δc = 2,400kg/m³
- Peso volumétrico del suelo Ws = 1600 kg/m³
- B = 0
- Ø = 30°
- f'm = 35 kg/cm²
- H = 3.18 m
- Peso volumétrico mampostería Wm = 1300 kg/m³

El armado propuesto es el siguiente:

- Soleras hidrófuga e intermedia 4 No. 3 + estribo No. 2 @ 0.15 m
- Solera de corona 2 No. 3 + eslabón No. 2 @ 0.15 m.
- Cimiento corrido de 3 No. 3 + estribo No. 3 @ 0.20 m
- Columnas 4 No. 3 + estribo No. 2 @ 0.15 m

3.7.2.3. Diseño de techo graderíos

La materia prima consiste en lámina metálica, costaneras y vigas de acero con calidad estructural, de acuerdo con estándares de resistencia establecidos por códigos internacionales, con lo que se asegura la capacidad y resistencia a soportar cargas.

3.7.2.3.1. Cargas para cubiertas

El valor de las reacciones horizontales y verticales transmitidas a la subestructura está determinado por tres condiciones de carga:

- Carga muerta de acuerdo al peso de los materiales utilizados en el proyecto.
- Carga viva: la define el calculista, en función de las necesidades de carga del proyecto.
- Velocidad del viento: su valor se considera en función de las condiciones de viento imperantes en la región.

3.7.2.3.2. Integración de cargas en el techo

- Carga muerta

$$W_{\text{lámina}} = 2.87 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{\text{instalaciones}} = 0.34 \text{ kg/m}^2$$

$$W_m = 3.21 \text{ kg/m}^2 + W_{\text{costanera}}$$

$$W_{\text{costanera}} = 2.53 \text{ kg/m} \quad (\text{base } 5.1 \text{ cm, alto } 10.2 \text{ cm, espesor } 0.16 \text{ cm})$$

- Carga viva: se considera la carga viva por servicio y la carga de viento (mayor).

$$C_v = 80 \text{ kg/m}^2$$

3.7.2.3.3. Cálculo separación de costaneras

- $W = \text{separación} * (W_{C.M.} + W_{C.V.}) + W_{\text{costanera}}$

$$W = \text{separación} * (3.21 \text{ kg/m}^2 + 80 \text{ kg/m}^2) + 2.53 \text{ Kg/m} \quad (\text{ecuación } 1)$$

- Cálculo momento resistente

$$L = \text{luz mayor } (3.10 \text{ m})/3 = 1.03 \text{ m}$$

$$M = \frac{wL^2}{8}$$

$M = 1.03 W$ (ecuación 2),

se calcula el momento resistente en base a la geometría de las costaneras y la fórmula siguiente: $f = \frac{Mc}{I} = \frac{M}{S}$

Donde:

$I =$ inercia (55.5 cm^4)

$S =$ módulo de sección (10.9 cm^3)

$c =$ distancia al eje neutro

$M = 166.0 \text{ kg-m}$

Despejando W en ecuaciones 1 y 2, se tiene

$166.0 = 1.03 [\text{separación} * (3.21 \text{ kg/m}^2 + 80 \text{ kg/m}^2) + 2.53 \text{ Kg/m}]$

$163.4 = 1.03 [\text{separación} * (83.21 \text{ kg/m}^2)]$

Separación = 1.91 m, por seguridad se tomará 0.7 m.

3.7.2.3.4. Cálculo de viga metálica

Se toma como una viga simplemente apoyada, conformada por la unión de dos costaneras, la inercia y el módulo de sección serán el doble del dato calculado para el momento resistente de la costanera.

- Cálculo del peso de la costanera, usando 0.70 m de separación,

$$W_{\text{costanera}} = 2.53 \text{ kg/m} / 0.7 = 3.95 \text{ kg/m}^2$$

- Cálculo del momento resistente para la viga:

$$M_r = S \times F_b$$

$$I = 111 \text{ cm}^4$$

$$S = 21.86 \text{ cm}^3$$

$$F_b = 1518.70 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_r = 331.77 \text{ kg - m}$$

- Integración de cargas para la viga metálica:

- Carga Muerta

$$W_{\text{lámina}} = 2.87 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{\text{instalaciones}} = 0.34 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{\text{costanera}} = 3.95 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{\text{total}} = 7.16 \text{ kg/m}^2$$

- Carga viva

$$Cv = 80 \text{ kg/m}^2$$

- Carga total

$$W_{\text{total}} + Cv = 87.16 \text{ kg/m}^2$$

- Cálculo del peso de la viga

$$\text{Peso de la costanera} * 2 = 2.53 * 2 = 5.06 \text{ kg/m}$$

$$W = \text{separación} * (WC.M. + WC.V.) + W_{\text{VIGA}}$$

$$W = 1.91 \text{ m} * (87.16 \text{ kg/m}^2) + 5.06 \text{ kg/m}$$

$$W = 171.5 \text{ kg/m}$$

igualando el momento para una viga simplemente apoyada con el momento resistente se tiene:

$$Mr = S \times Fb, \text{ y } M = \frac{wL^2}{8} \quad \text{con } L = 1.03 \text{ m, despejando } Fs = wL^2/8S$$

$$Fs = 497.2 \text{ kg/cm}^2, \text{ como } Fs < Fb \text{ cumple.}$$

3.7.2.3.5. Cálculo de pernos

Donde:

$$L = 1.03 \text{ m}$$

$$\text{Separación} = 0.64 \text{ m}$$

$$w = \text{separación} * (WC.M. + WC.V.) + W_{\text{VIGA}} = 60.8 \text{ kg/m}$$

$$\text{Tensión en apoyos} = wl = 150.3 \text{ kg}$$

$$Fy = 2531.16 \text{ kg/cm}^2$$

$$Fpt = 0.5 Fy = 1265.58 \text{ kg/cm}^2$$

$$T = A \times fs$$

$$A = T / Fpt = 150.28 \text{ kg} / 1265.58 \text{ kg/cm}^2 = 0.12 \text{ cm}^2$$

$$\text{No. de pernos} = A/A_{\text{perno}}$$

No. de pernos = 0.17 < 1, No. de pernos = 1 perno de Ø 3/8" por seguridad se utilizarán 2 pernos de Ø 3/8"

- Revisando acciones en apoyos de pieza de metal

$$W = \text{separación} * (\text{WC.M.} + \text{WC.V.}) + \text{WVIGA}$$

$$W = 2.59 \text{ m} * (87.16 \text{ kg/m}^2) + 5.06 \text{ kg/m} = 230.80 \text{ kg/m}$$

$$V = \frac{Wl}{2} = (230.80 \text{ kg/m} * 7.69 \text{ m}) / 2 = 887.43 \text{ kg}$$

$P = A_c \times f$, despejando A_c , donde:

$$F_c = 0.4 F_y = 1012.46 \text{ kg/cm}^2$$

$$A = V / F_c = 887.43 \text{ kg} / 1012.46 \text{ kg/cm}^2 = 0.88 \text{ cm}^2$$

No. de pernos = A / A_{perno}

$$\text{No. de pernos} = 0.88 \text{ cm}^2 / 0.71 \text{ cm}^2 = 1.24 > 1$$

No. de pernos = 2 pernos de Ø 3/8", por razones de seguridad se utilizarán 4 pernos de Ø 3/8".

3.7.2.3.6. Comportamiento térmico

Las estructuras de metal constantemente irradian el calor absorbido por el material a través de las venas del auto engrape, reflejan un porcentaje elevado del calor y la luz; todos estos factores muestran que el techo es el más fresco.

3.8. Elaboración de los planos

Los planos necesarios para el proyecto del polideportivo fueron los siguientes:

- Planta general, elevación frontal y distribución de espacios del proyecto.
- Planta de cotas y sección transversal.
- Planta de cimientos y detalles estructurales.
- Detalles en sección transversal
- Detalle de muro en sección transversal

- Armado de losa de graderío

3.9. Elaboración del presupuesto

Se presenta un resumen del presupuesto realizado, se tomó en consideración los precios de materiales que se cotizan en el mercado, así como salarios de mano de obra de la región, con prestaciones de 66%, aplicando un factor de costos indirectos de 30%.

**Tabla XI. Presupuesto Proyecto
Canchas polideportivas casco municipal Guazacapán**

Presupuesto				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Q)	Total (Q)
Trazo y estaqueado	ml	253.2	13.00	3,291.60
Excavación de zanja ml	ml	253.2	50.00	12,660.00
Relleno de zanja ml	ml	253.2	15.00	3,798.00
Zapata tipo 1	Unidad	7	2,805.96	19,641.72
Zapata tipo 2	Unidad	14	1,913.97	26,795.58
Zapata tipo 3	Unidad	28	537.30	15,044.40
Cimiento corrido	ml	237	102.09	24,195.40
Levantado de block hasta solera	m ²	72.48	79.10	5,734.09
Solera de humedad	ml	197	96.52	19,015.50
Solera intermedia	ml	301.5	84.47	25,468.30
Solera corona	ml	160.35	96.69	15,503.90
Columnas de concreto tipo 1	Unidad	7	1,270.72	8,895.04
Columnas de concreto tipo 2	Unidad	7	1,606.16	11,243.12
Columnas de concreto tipo 3	Unidad	7	2,310.50	16,173.50
Columnas de concreto tipo 4	Unidad	28	1,128.49	31,597.72

Viga de concreto reforzado tipo 1	Unidad	3	6,770.29	20,310.87
Viga de concreto reforzado tipo 2	Unidad	7	3,511.57	24,580.99
Losa de graderío	m ²	142.21	572.06	81,354.24
Piso de concreto	m ²	225	48.00	10,800.00
Trazo y estaqueado	ml	253.2	13.00	3,291.60
Excavación de zanja	ml	253.2	50.00	12,660.00
Relleno de zanja	ml	253.2	15.00	3,798.00
Zapata tipo 1	Unidad	7	2,805.96	19,641.72
Levantado de block para muro perimetral	m ²	253.0	167.81	42504.00
Repello + cernido	m ²	253.0	36.00	9108.00
Excavación de zanja	ml	253.0	50.00	12660.00
Techo	Global	Global	45765.00	45765.00
Total				525,532.29

3.10. Estudio de impacto ambiental

3.10.1. Generalidades

Todas las actividades desarrolladas por el ser humano causan algún tipo de impacto al medio ambiente, en todos los sistemas que componen la naturaleza, pudiendo ser el impacto positivo, negativo o poco significativo, esta situación hace necesario que en la actualidad se determinen la naturaleza, tipo, cantidad así como las medidas de mitigación que se pueden aplicar para reducir el impacto que causen estas actividades, desde 1972 Guatemala es signataria de la mayoría de acuerdos o convenios que en el tema se han suscrito, situación que impulso la creación del Ministerio de Ambiente y Recurso Naturales (MARN) a partir del año 2000, teniendo como legislación principal en este tema el Decreto 68-86 “Ley de protección y mejoramiento del medio

ambiente”. Dentro de las herramientas existentes para evaluar los impactos que causará determinado proyecto se pueden mencionar los siguientes:

- Estudios de impacto ambiental no significativo (evaluación rápida): se realiza por medio de visita al sitio del proyecto por parte de técnicos en la materia calificados por el MARN y bajo la responsabilidad de un coordinador del equipo y por cuenta del interesado, para determinar el tipo de impactos que se pueden generar con las actividades del proyecto, para lo cual se debe de contar con algunos indicadores y criterios (línea base) que permitan definir esta situación.
- Estudios de impacto ambiental significativo (evaluación general): se realizan en dos fases que son complementaria entre si, estas son:
 - Fase preliminar o de factibilidad, incluye datos de la persona interesada, descripción del proyecto y escenario ambiental, principales impactos y medidas de mitigación, planes de contingencia, plan de seguridad humana y otros.
 - Fase completa que generalmente se aplica a proyectos con ciertas características de tamaño y complejidad de operaciones, además de lo establecido en la fase, preliminar debe incluir las repuestas a las siguientes preguntas:
 - Qué sucederá al medio ambiente como resultado de la ejecución del proyecto.
 - Cuál es el alcance de los cambios que se sucedan.
 - Qué importancia tiene los cambios.
 - Qué puede hacerse para prevenirlos o mitigarlos.
 - Qué opciones o posibilidades son factibles.
 - Qué piensa la comunidad del proyecto.

3.10.2. Evaluación de Impacto Ambiental proyecto “canchas polideportivas casco municipal Guazacapán”

Por las características y ubicación del proyecto, se puede realizar una evaluación rápida.

- Información sobre el proyecto
 - Ubicación
 - Nombre de la comunidad: Municipio de Guazacapán
 - Departamento: Santa Rosa
 - Tipo de proyecto
 - Canchas polideportivas.
- Consideraciones especiales: se deben tomar durante la visita al sitio del proyecto.
 - Consideraciones sobre áreas protegidas: no se ubica dentro de alguna área protegida legalmente establecida.
 - Consideraciones sobre ecosistemas naturales: el proyecto no afecta ecosistemas naturales
 - Otras consideraciones no aplican.

3.10.3. Impactos ambientales determinados durante la construcción y operación

Los impactos ambientales son mínimos, ya que el proyecto se encuentra dentro de un centro urbano.

Tabla XII. Impactos ambientales negativos generados durante la construcción

Proyecto “Diseño de puente vehicular aldea El Astillero ”			
Impacto ambiental	Responsable		
	Ejecutor	Comunidad	Municipalidad
i. Disposición inadecuada de materiales de desperdicio	X		
ii. Alteración del drenaje superficial	X		
iii. Contaminación del aire por polvo generado en la construcción.	X		
iv. Alteración del paisaje.		X	
v. Riesgos para los trabajadores	X		
vi. Generación de desechos sólidos derivados de las actividades e los trabajadores en la obra.	X		

3.10.4. Impactos, medidas de mitigación y etapa del proyecto en que ocurren

Tabla XIII. Medidas de mitigación en la construcción y operación

Medidas de mitigación en la construcción y operación					
Etapa proyecto		Construcción			Operación y mantenimiento
Componentes ambientales y sociales		Impacto /Calificación	Medidas de mitigación	Impacto/ Calificación	Medidas de mitigación
Ambiente físico	Suelos	Disposición inadecuada de materiales de desperdicio. NS	Selección de sitios adecuados y colocar en capas no mayores de 0,25 m compactado, posteriormente colocar una capa de material orgánico.	No aplica	
	Calidad del aire	Contaminación del aire por polvo generado durante la construcción. NS.	Uso de agua para minimizar la generación de polvo.	No aplica	
Ambiente biológico	No aplica				
Ambiente social	Estética y paisaje	Alteración del paisaje NS	Limpieza de sitios de construcción.	No aplica	
	Comunidades humanas	Generación de desechos sólidos derivados de las actividades de los trabajadores de la obra. NS.	Hacer sanitario provisional, colocar depósitos para la basura identificados, para su posterior disposición en sitios adecuados.		Instalaciones sanitarias.

3.10.4. Costos de aplicación de las medidas de mitigación

Tabla XIV. Costos de aplicación medidas de mitigación en la construcción y operación

Costos medidas de mitigación		
Etapa proyecto	Medidas de mitigación	Costo
Construcción	<ul style="list-style-type: none"> • Prevención de erosión durante la construcción. • Uso de agua para minimizar la generación de polvo. • Limpieza de sitios de construcción. • Desarrollar plan de seguridad e higiene. • Hacer sanitario provisional • Colocar depósitos identificados para los desechos, y su posterior disposición en sitios adecuados. 	Incluidos en costos administrativos
Operación y mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento y limpieza • Regulación y señalización adecuadas. 	Variable.

3.10.5. Recomendaciones de la evaluación de impacto ambiental y la viabilidad ambiental del proyecto

Después de analizar los impactos ocasionados (significativos y no significativos), así como las medidas de mitigación propuestas, se considera el proyecto ambientalmente viable, los impactos sociales son de carácter positivo al mejorar las comunicaciones entre las comunidades cercanas a la zona del proyecto y generación de empleos para los vecinos de la zona.

3.10.6. Mantenimiento preventivo

- Señalización, pintura, alumbrado, etc.
- Limpieza y rehabilitación de áreas deportivas.

- Protección contra la corrosión del techo.
- Jardinización

CONCLUSIONES

1. Al utilizar el Código del ACI-318-99, en requisitos específicos para materiales, análisis estructural y el dimensionamiento de elementos, se garantiza un diseño eficiente.
2. El costo total de ejecución en cada proyecto es: para el puente vehicular Q. 832,471.52 (Q. 8,878.42 por m²). Para el polideportivo Q. 525,532.29 (Q. 2,300 por m²), respectivamente, ambos valores se encuentran en el rango de los precios aceptables debido a su ubicación, se concluye que los proyectos son factibles para su ejecución.
3. En la construcción de puentes es importante el mantenimiento de la subestructura y superestructura, a fin de evitar socavaciones en las cimentaciones y daños en otros elementos del puente.
4. De la evaluación obtenida sobre la calidad del suelo se obtuvo como resultado un material limo-arenoso color café oscuro, con un valor estimado de 20 t/m² para efectos de cálculos.
5. Por la ubicación de ambos proyectos, los resultados de la evaluación ambiental resultaron favorables, ya que se obtuvieron impactos positivos, así como beneficios tanto de comunicación y salud a la comunidad.

6. En el proyecto es importante conocer el río, particularmente su geometría hidráulica, su régimen hidrológico y de avenidas.

RECOMENDACIONES

1. Al constructor y supervisor de las obras: Respetar las condicionantes de diseño de los proyectos con el único objetivo del buen funcionamiento, ya que todo el diseño tiene una razón científica y técnica.
2. La municipalidad del municipio de Guazacapán debe de apoyar facilitando la supervisión técnica por parte de un profesional de la ingeniería, si el contratista hallare error, discrepancia y omisión en los planos o en las especificaciones, deberá notificar inmediatamente por escrito, para realizar las correcciones o interpretación en cada caso.
3. Es aconsejable realizar la construcción de la cimentación del puente durante época de estiaje, ya que en invierno el caudal es muy grande.
4. Es conveniente dar el mantenimiento necesario a la estructura para prolongar eficientemente su tiempo de vida, y no permitir que sea usado para otros fines que no sean solamente de circulación vehicular. Se recomienda dar un mantenimiento preventivo a la estructura en general en un período no mayor a un año.
5. Los presupuestos de ambos estudios fueron elaborados durante el año 2007, por lo tanto, los precios de materiales de construcción y mano de obra están sujetos a variación. Se recomienda revisarlos previo a la ejecución de la obra.

6. Al momento de la construcción del puente se recomienda respetar las secciones existentes, ya que su cauce ha encontrado su equilibrio natural, y de esa manera conservar sus condiciones de contorno, para no provocar ningún tipo de erosión, local o por estrechamiento.

7. Debido a la magnitud de los proyectos, tanto en importancia, costo y beneficio, como sectores involucrados; se considera que, para implementarlos la Municipalidad, deberá solicitar el apoyo del Gobierno Central, en lo que corresponde a maquinaria y equipo, recursos económicos y técnicos, así, también, promover la participación de las comunidades beneficiadas con aporte de mano de obra no calificada.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ACI-318-99. Código de Diseño de Hormigón Armado ACI-318R-99. Reglamentos y comentarios del ACI-318R-99**
2. American Association of State Highways and Transportation Officials (AASHTO). **Standard Specifications for highways and bridges.** 16ª edición, Estados Unidos 1996.
3. Cabrera Seis, Jadenon Vinicio. Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones. Trabajo de Graduación Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 1994.
4. Guzmán Escobar, Ernesto Salvador. Diseño de puentes. Trabajo de Graduación Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 1997.
5. López Fuentes, Marlon Fabricio. Diseño de abastecimiento de agua potable para la aldea Santa Rita y la estructura para graderío del estadio municipal Gabriel Saj, municipio La Esperanza, Quetzaltenango. Trabajo de Graduación Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2006.
6. Nilson, Arthur H. **Diseño de estructuras de concreto.** 12ª edición, Colombia: McGraw–Hill Interamericana S.A. 2001.
7. Quiñones Lucas, Luis Fernando. Diseño de un puente vehicular sobre el río Chiquito de la aldea El Peñoncito y propuesta de mejoras al sistema de agua potable de la aldea La Acequia del municipio de El Progreso, Jutiapa. Trabajo de Graduación Ingeniero Civil,

Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.
2004.

8. Salguero Posadas, Edgar Oswaldo. Diseño del complejo deportivo y recreacional de la Fundación Protectora del niño huérfano (FUNPRONI), km 25 carretera a El Salvador, municipio de Fraijanes, departamento de Guatemala. Trabajo de Graduación Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2004.

APÉNDICES

1. Informes de laboratorio núm. 108, 109. Marzo 2007.

Sección de mecánica de suelos, Centro de Investigaciones de Ingeniería



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No. 108 S.S.

O.T. No. 21,268

Interesado: Luis Alberto Aguilar Mejía
Proyecto: Trabajo de graduación - EPS

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Guazacapán, Santa Rosa

FECHA: 22 de marzo de 2007

RESULTADOS:

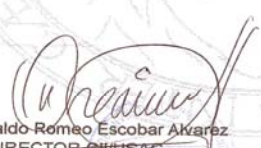
ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	34,6	5,0	ML	Limo arenoso color café oscuro

(*) C.S.U. = CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO

Observaciones: Muestra tomada por los interesados.

Atentamente,

Vo. Bo.


Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
DIRECTOR CI/USAC


Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos





**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



INFORME No. 109 S.S.

O.T. No. 21,268

Interesado: Luis Alberto Aguilar Mejía

Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y lavado previo.

Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11

Proyecto: Trabajo de Graduación - EPS

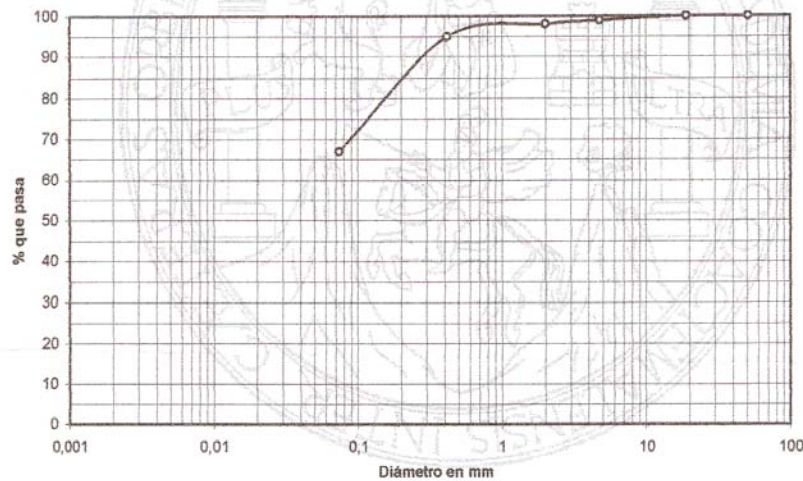
Procedencia: Guazacapán, Santa Rosa

Fecha: 22 de marzo de 2007

Muestra No. 1

Análisis con Tamices:		
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
2"	50,8	100,00
3/4"	19,00	100,00
4	4,76	99,00
10	2,00	98,00
40	0,42	95,00
200	0,074	67,00

% de Grava: 1,00
% de Arena: 32,00
% de Finos: 67,00



Descripción del suelo: Limo arenoso color café oscuro
Clasificación: S.C.U.: ML P.R.A.: A-4
Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

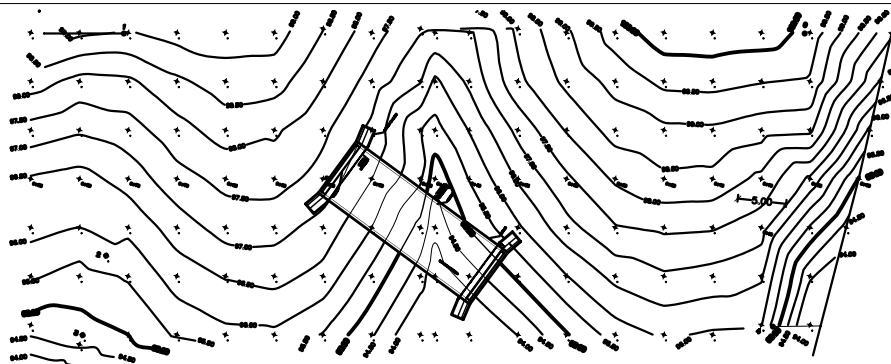
Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez

DIRECTOR CI/USAC.

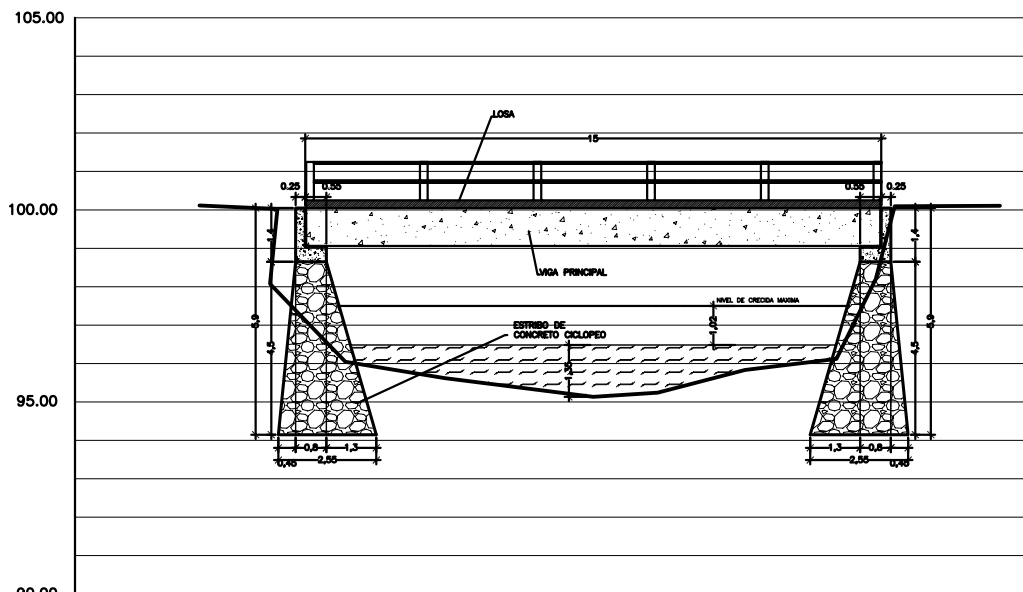


Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

Omar E. Medrano Méndez




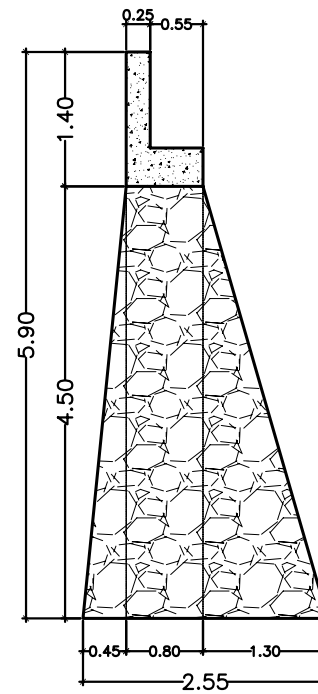
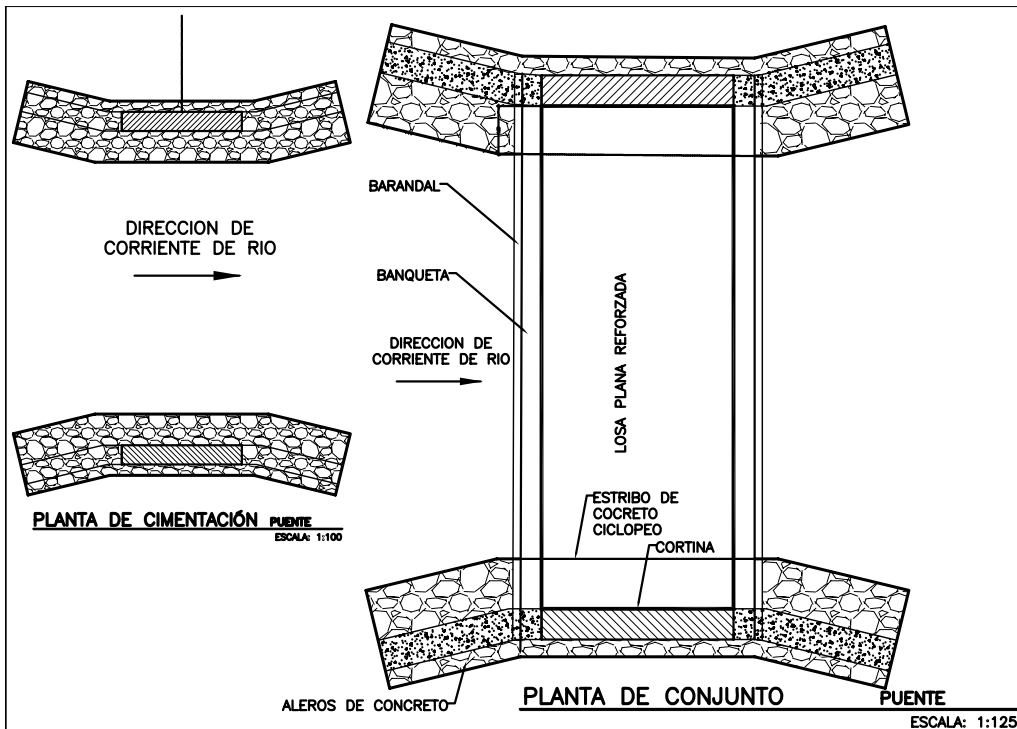
PLANTA DE CURVAS DE NIVEL Y PLANTA DE PUENTE



PERFIL TOPOGRAFICO Y SECCION DE PUENTE

ESCALA HORIZONTAL: 1/125
ESCALA VERTICAL: 1/125

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR EN LA ALDEA EL ASTILLERO GUAZACAPAN, SANTA ROSA LONGITUD = 15 M.	DISEÑO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA CALCULO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA DIBUJO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA	
PLANO DE: TOPOGRAFIA		Ing. Supervisor Alfredo Arrivillaga
REVISO: ING. ALFREDO ARRIVILLAGA	APROBO:	1 6
ESCALA: INDICADA	FECHA: FEBRERO 2010	



CORTE A-A'
ELEVACIÓN ESTRIBO
ESCALA: 1 : 50

ESPECIFICACIONES:

* SE USARA CONCRETO CON $f'c$ de 210 kg/cm^2 A LOS 28 DIAS, CON PROPORCION 1:2:3 PARIGÜELA DE UN PIE₃ (BACHADA, POR UN SACO DE CEMENTO, 3.7 PARIGÜELAS DE ARENA Y 5.4 PARIGÜELAS DE PIEDRIN, 1.3 BOTES DE 19 LITROS DE AGUA).

* SE USARA ACERO DE REFUERZO CON F_y de 2810 kg/cm^2 (GRADO 40)

* TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN METROS

* LA LOSA DEBERA TENER UNA PENDIENTE DEL 2% HACIA LAS BANQUETAS.

* EL RECUBRIMIENTO DE VIGAS SERA DE 5 CENTIMETROS, LOS DEMAS DE 2.5 CENTIMETROS.

* EL RECUBRIMIENTO PARA LA LOSA SERA DE 5 CENTIMETROS EN LA PARTE SUPERIOR Y 3 CENTIMETROS EN LA PARTE INFERIOR.

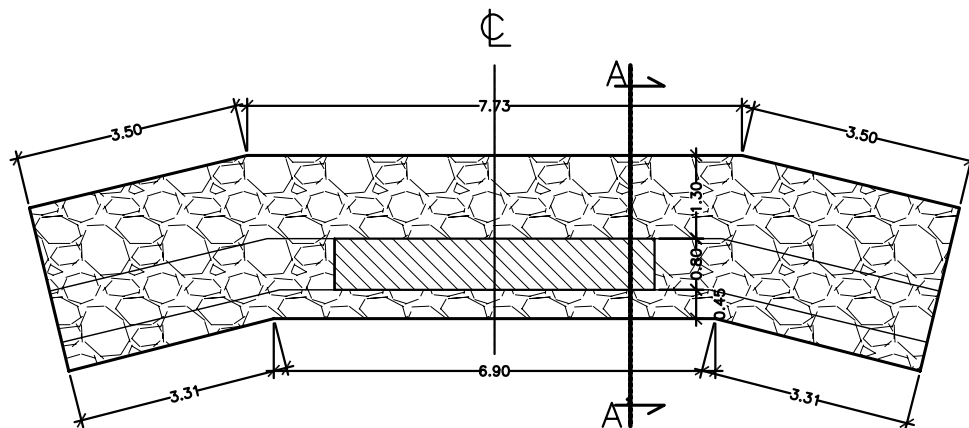
* EL CONCRETO CICLOPEO, TENDRA UNA PROPORCION 33% DE PIEDRA BOLA Y 67% DE CONCRETO.

* EL SUELO DONDE SE COLOCARAN LOS ESTRIBOS DEBERA ESTAR COMPACTADO AL 98% PROCTOR MODIFICADO.

* EL AGREGADO FINO (ARENA) DEBERA ESTAR LIBRE DE MATERIA ORGANICA Y CUALQUIER OTRO TIPO DE IMPUREZAS.

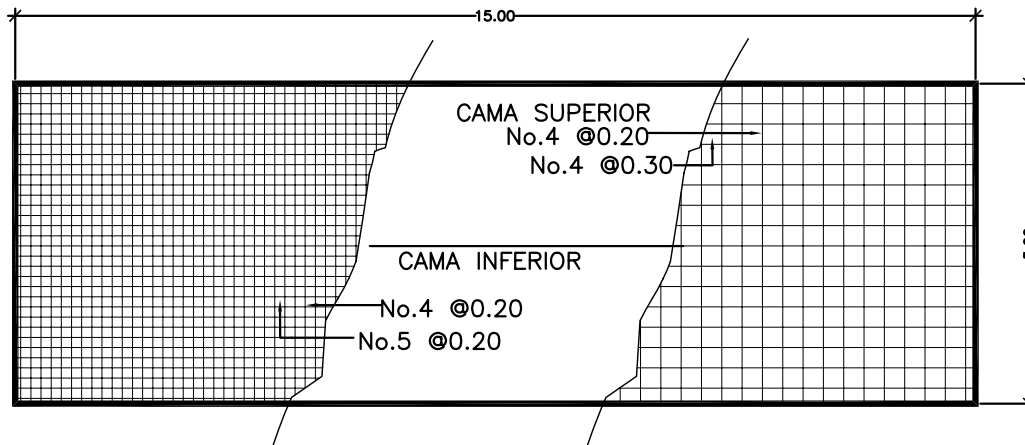
* EL AGREGADO GRUESO (PIEDRIN) SERA DE ROCA TRITURADA, GRAVA DE CANTERA FORMADA POR PARTICULAS DURAS, LIMPIAS Y RESISTENTES.

* A LOS ESTRIBOS SE LES PROPORCIONARA EL DRENAJE ADECUADO.

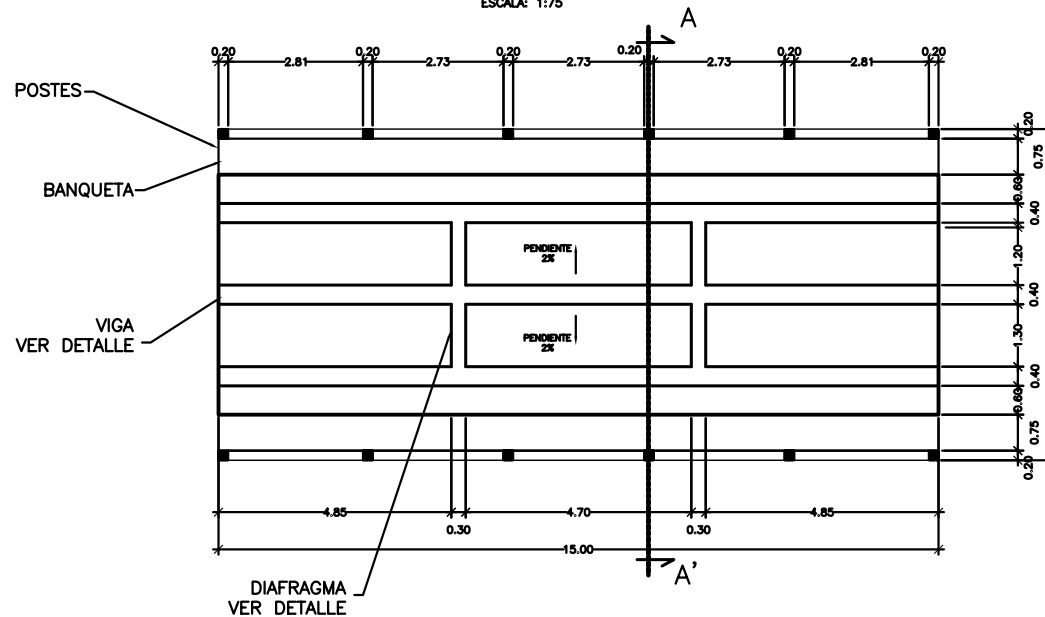


DETALLE DE CIMENTACIÓN PUENTE
ESCALA: 1: 75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR EN LA ALDEA EL ASTILLERO GUAZACAPAN SANTA ROSA LONGITUD = 15 M.	DISEÑO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA CALCULO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA DIBUJO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA	
PLANO DE: DETALLE DE ESTRIBO Y CIMENTACIÓN		
REVISO: ING. ALFREDO ARRIVILLAGA	APROBO: _____ Ing. Supervisor Alfredo Arrivillaga	INICIAL 2 / 6
ESCALA: INDICADA	FECHA: FEBRERO 2010	




PLANTA ARMADO LOSA PUEBTE
ESCALA: 1:75

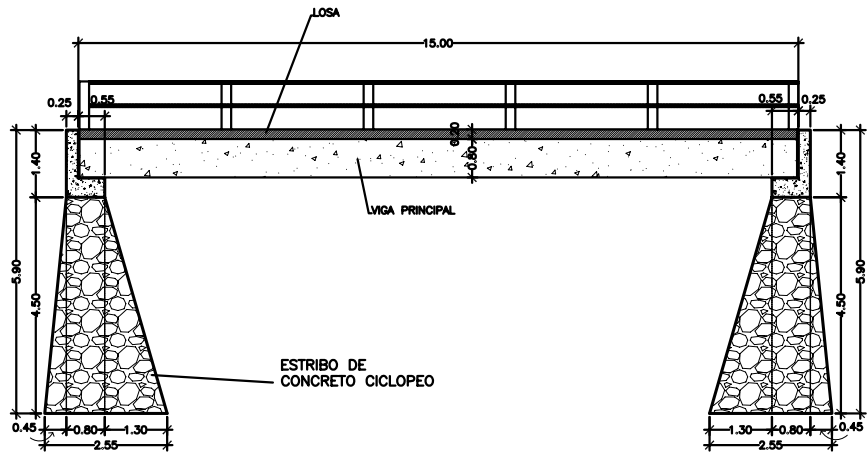


PLANTA ACOTADA LOSA PUEBTE
ESCALA: 1:100

ESPECIFICACIONES:

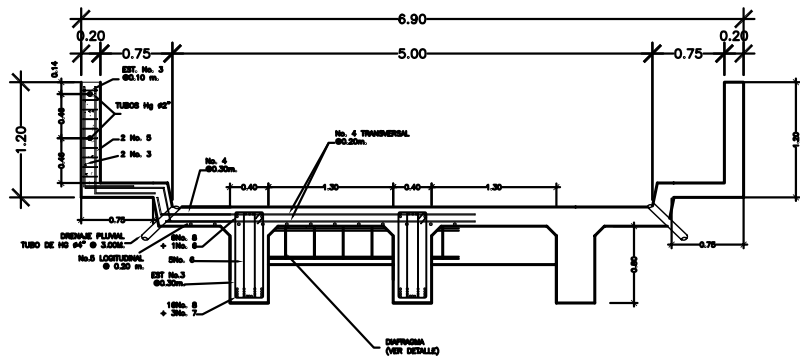
- * SE USARA CONCRETO CON $f'c$ de 210 kg/cm^2 A LOS 28 DIAS, CON PROPORCION 1:2:3 PARIGÜELA DE UN PIE. (BACHADA, POR UN SACO DE CEMENTO, 3.7 PARIGÜELAS DE ARENA Y 5.4 PARIGÜELAS DE PIEDRIN, 1.3 BOTES DE 19 LITROS DE AGUA).
- * SE USARA ACERO DE REFUERZO CON $F'y$ de 2810 kg/cm^2 (GRADO 40)
- * TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN METROS
- * LA LOSA DEBERA TENER UNA PENDIENTE DEL 2% HACIA LAS BANQUETAS.
- * EL RECUBRIMIENTO DE VIGAS SERA DE 5 CENTIMETROS, LOS DEMAS DE 2.5 CENTIMETROS.
- * EL RECUBRIMIENTO PARA LA LOSA SERA DE 5 CENTIMETROS EN LA PARTE SUPERIOR Y 3 CENTIMETROS EN LA PARTE INFERIOR.
- * EL CONCRETO CICLOPEO, TENDRA UNA PROPORCION 33% DE PIEDRA BOLA Y 67% DE CONCRETO.
- * EL SUELO DONDE SE COLOCARAN LOS ESTRIBOS DEBERA ESTAR COMPACTADO AL 98% PROCTOR MODIFICADO.
- * EL AGREGADO FINO (ARENA) DEBERA ESTAR LIBRE DE MATERIA ORGANICA Y CUALQUIER OTRO TIPO DE IMPUREZAS.
- * EL AGREGADO GRUESO (PIEDRIN) SERA DE ROCA TRITURADA, GRAVA DE CANTERA FORMADA POR PARTICULAS DURAS, LIMPIAS Y RESISTENTES.
- * A LOS ESTRIBOS SE LES PROPORCIONARA EL DRENAJE ADECUADO.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR EN LA ALDEA EL ASTILLERO GUAZACAPAN SANTA ROSA LONGITUD = 15 M.	DISEÑO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA CALCULO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA DIBUJO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA	
PLANO DE: DETALLE DE ARMADO DE LOSA	REVISO: ING. ALFREDO ARRIVILLAGA APROBO: _____ ESCALA: INDICADA FECHA: FEBRERO 2010	3 6



DETALLE LONGITUDINAL PUENTE

ESCALA HORIZONTAL: 1/100




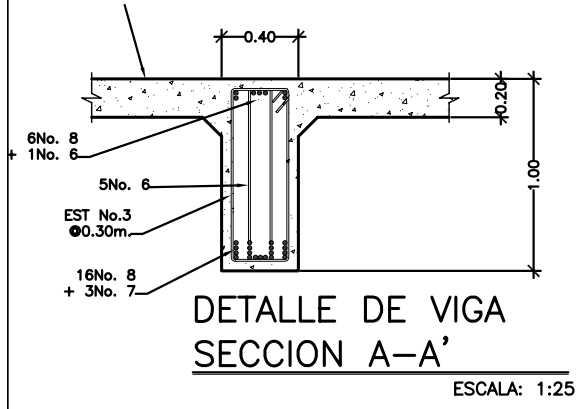
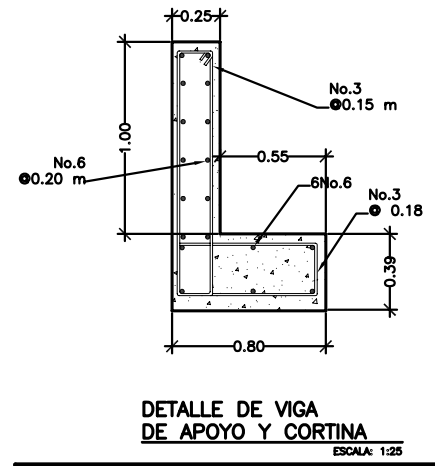
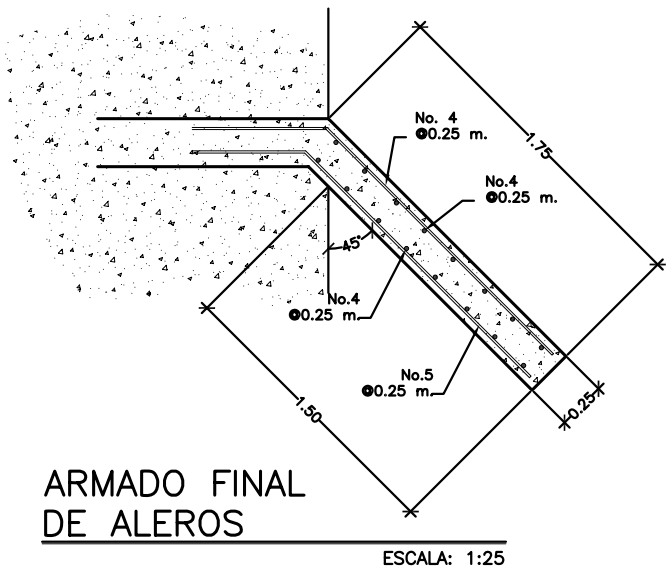
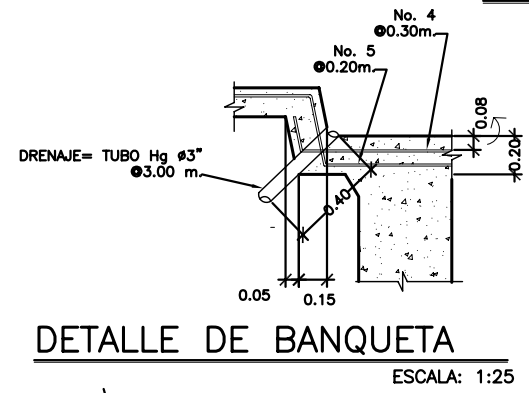
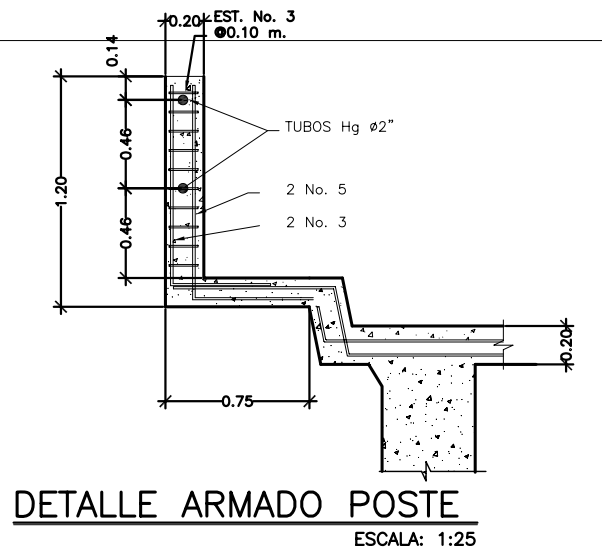
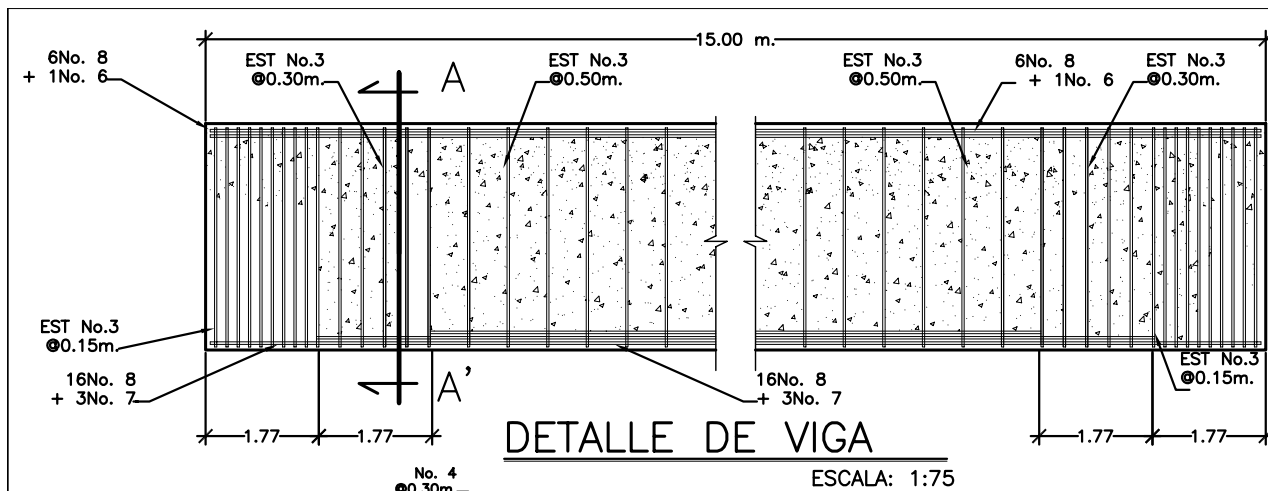
DETALLE TRANSVERSAL PUENTE

ESCALA HORIZONTAL: 1/50

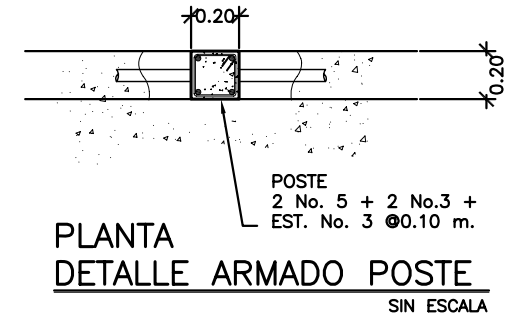
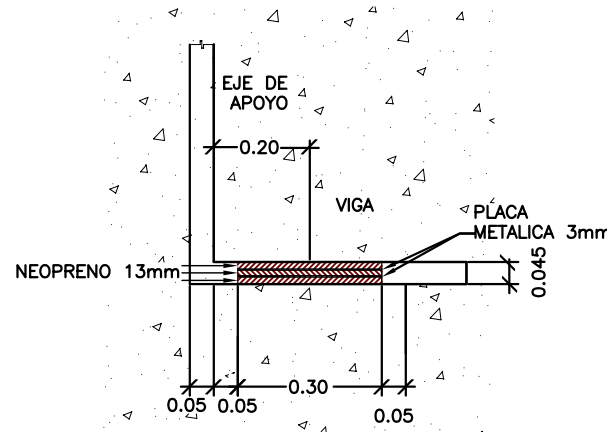
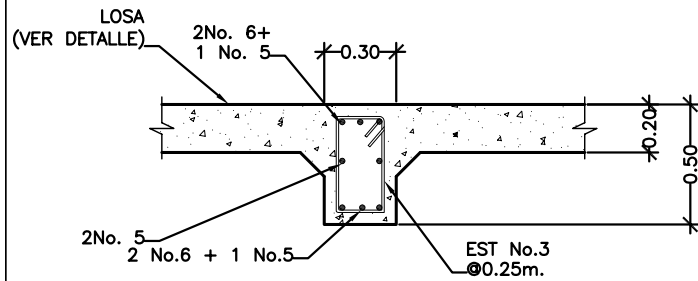
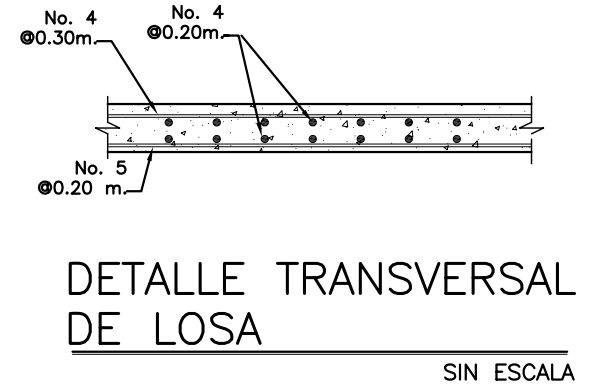
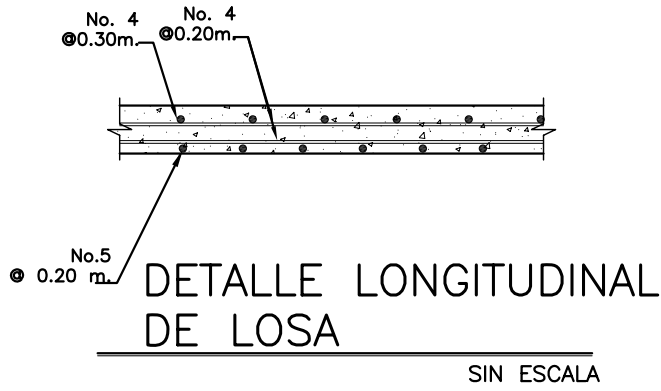
ESPECIFICACIONES:


- * SE USARA CONCRETO CON f'c de 210 kg/cm² A LOS 28 DIAS, CON PROPORCION 1:2:3 PARIGÜELA DE UN PIE. (BACHADA, POR UN SACO DE CEMENTO, 3.7 PARIGÜELAS DE ARENA Y 5.4 PARIGÜELAS DE PIEDRIN, 1.3 BOTES DE 19 LITROS DE AGUA).
- * SE USARA ACERO DE REFUERZO CON F'y de 2810 kg/cm² (GRADO 40)
- * TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN METROS
- * LA LOSA DEBERA TENER UNA PENDIENTE DEL 2% HACIA LAS BANQUETAS.
- * EL RECUBRIMIENTO DE VIGAS SERA DE 5 CENTIMETROS, LOS DEMAS DE 2.5 CENTIMETROS.
- * EL RECUBRIMIENTO PARA LA LOSA SERA DE 5 CENTIMETROS EN LA PARTE SUPERIOR Y 3 CENTIMETROS EN LA PARTE INFERIOR.
- * EL CONCRETO CICLOPEO, TENDRA UNA PROPORCION 33% DE PIEDRA BOLA Y 67% DE CONCRETO.
- * EL SUELO DONDE SE COLOCARAN LOS ESTRIBOS DEBERA ESTAR COMPACTADO AL 98% PROCTOR MODIFICADO.
- * EL AGREGADO FINO (ARENA) DEBERA ESTAR LIBRE DE MATERIA ORGANICA Y CUALQUIER OTRO TIPO DE IMPUREZAS.
- * EL AGREGADO GRUESO (PIEDRIN) SERA DE ROCA TRITURADA, GRAVA DE CANTERA FORMADA POR PARTICULAS DURAS, LIMPIAS Y RESISTENTES.
- * A LOS ESTRIBOS SE LES PROPORCIONARA EL DRENAJE ADECUADO.

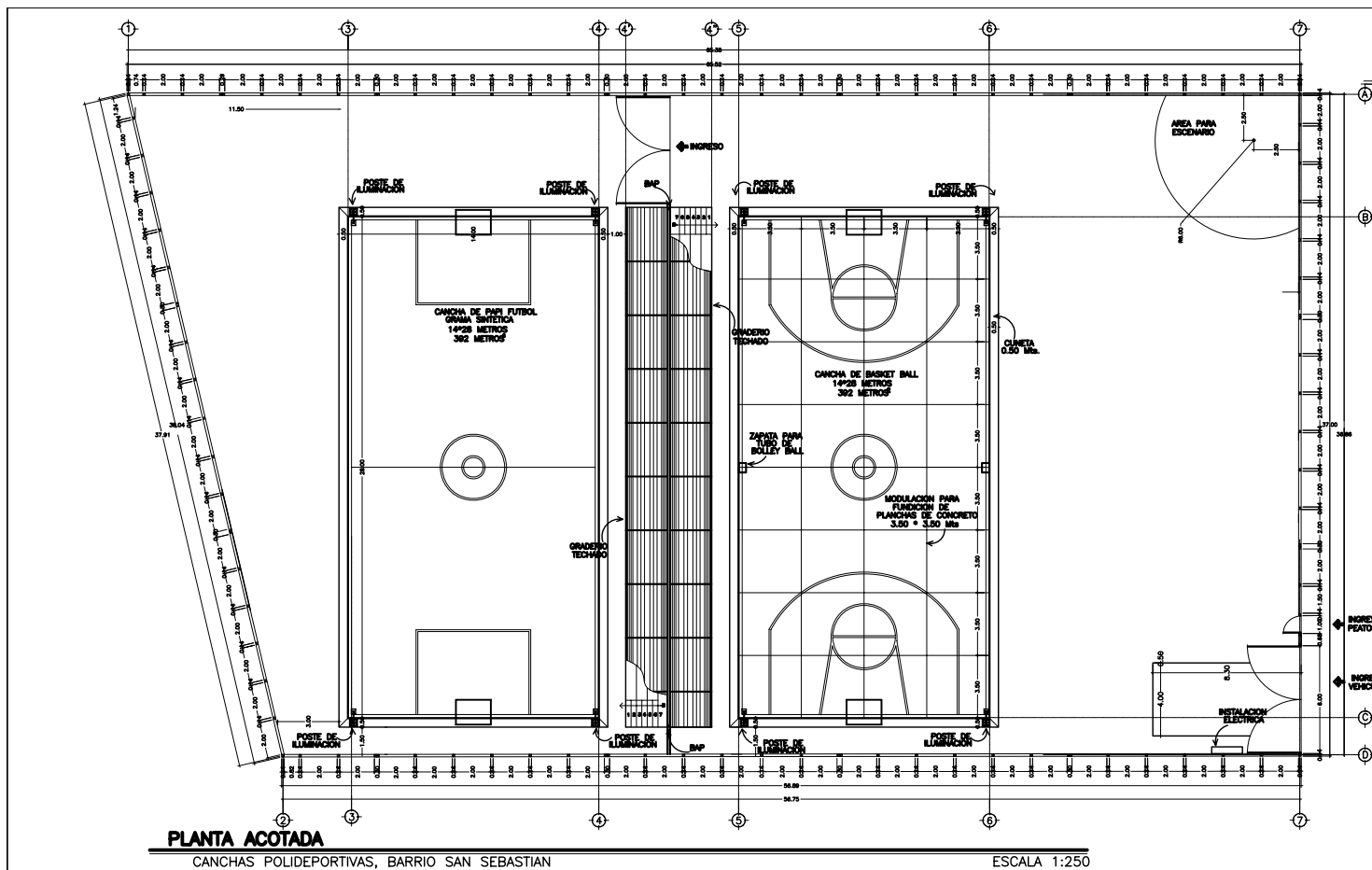
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA				
PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR EN LA ALDEA EL ASTILLERO GUAZACAPAN SANTA ROSA LONGITUD = 15 M.			DISEÑO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA CALCULO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA DIBUJO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA	
PLANO DE: SECCIONES Y DETALLES DE PUENTE				
REVISO: ING. ALFREDO ARRIVILLAGA	APROBO: _____	Ing. Supervisor Alfredo Arrivillaga		
ESCALA: INDICADA	FECHA: FEBRERO 2010			
		<table border="1"> <tr> <td>INDICADA</td> <td>FEBRERO 2010</td> </tr> </table>	INDICADA	FEBRERO 2010
INDICADA	FEBRERO 2010			
		<table border="1"> <tr> <td>4</td> <td>6</td> </tr> </table>	4	6
4	6			



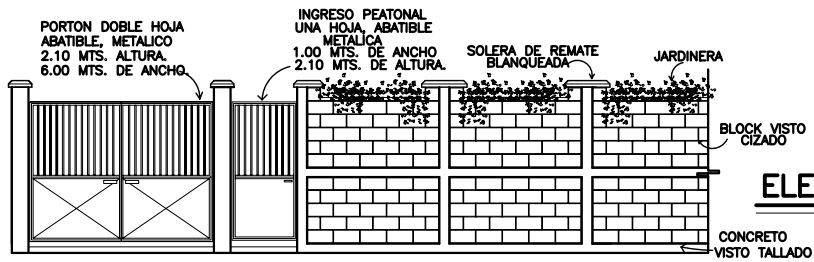
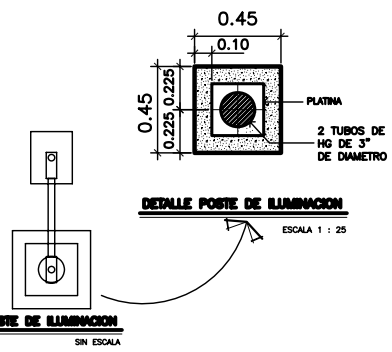
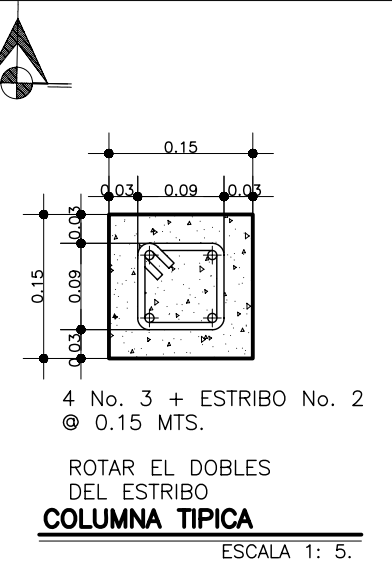
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR EN LA ALDEA EL ASTILLERO GUAZACAPAN, SANTA ROSA LONGITUD = 15 M.	DISEÑO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA	
PLANO DE: DETALLES ESTRUCTURALES	CALCULO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA	
REVISO: ING. ALFREDO ARRIVILLAGA	DIBUJO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA	
ESCALA: INDICADA	APROBO: FECHA FEBRERO 2010	Ing. Supervisor Alfredo Arrivillaga
		5 6



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR EN LA ALDEA EL ASTILLERO GUAZACAPAN SANTA ROSA LONGITUD = 13 M	DISEÑO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA CALCULO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA DIBUJO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA	
PLANO DE: DETALLE DE DIAFRAGMA Y LOSA	REVISO: ING. ALFREDO ARRIVILLAGA APROBO:	
ESCALA: INDICADA	FECHA: FEBRERO 2010	

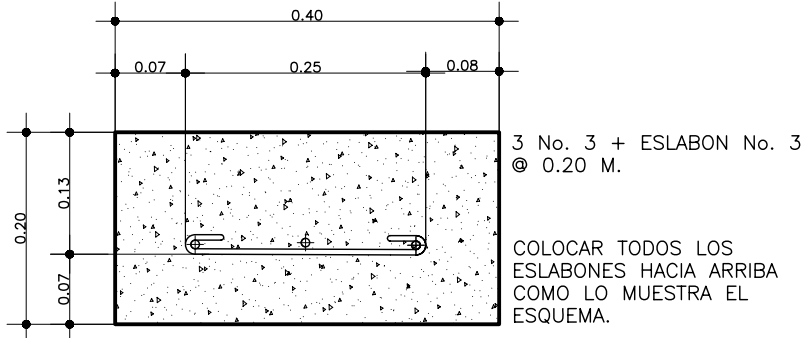


PLANTA ACOTADA
CANCHAS POLIDEPORTIVAS, BARRIO SAN SEBASTIAN
ESCALA 1:250

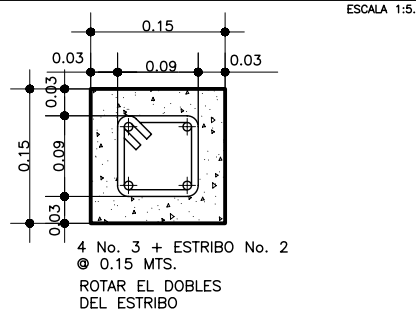


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO:	CANCHAS POLIDEPORTIVAS EN EL CASCO MUNICIPAL DE GUAZACAPAN, STA. ROSA	DISENO:	LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA
PLANO DE:	PLANTA ACOTADA	CALCULO:	LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA
REVISOR:	ING. ALFREDO ARRIVILLAGA	DIBUJO:	LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	FEBRERO 2010
Ing. Supervisor Alfredo Arrivillaga			1/7

DETALLES DE MURO PERIMETRAL:

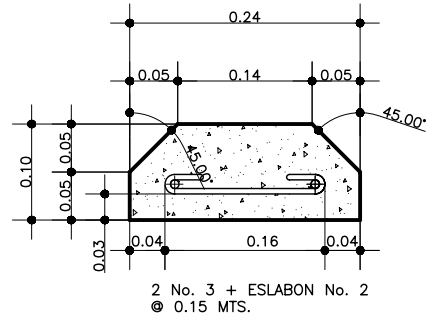


CIMIENTO CORRIDO



SOLERA HIDROFUGA E INTERMEDIA

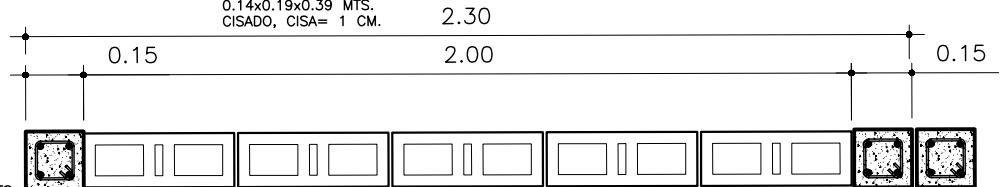
ESCALA 1:5.



SOLERA DE REMATE

ESCALA 1: 5.


BLOCK POMEZ
0.14x0.19x0.39 MTS.
CISADO, CISA= 1 CM.

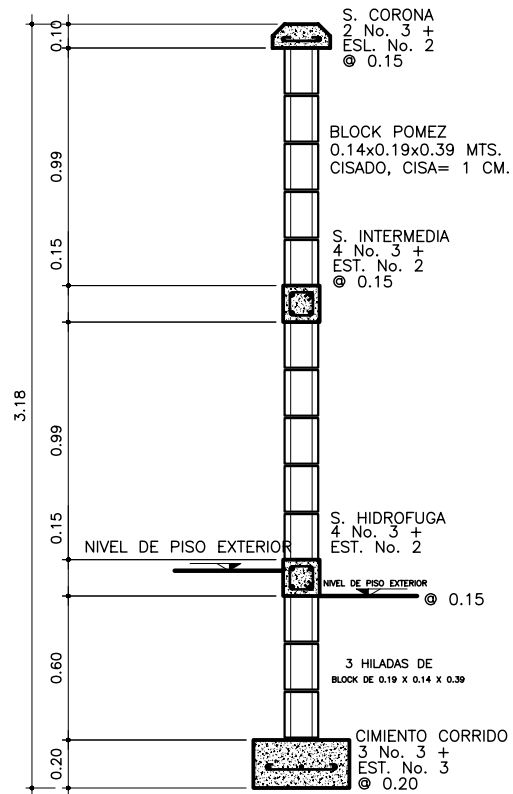


DETALLE DE EMPLANTILLADO

ESCALA 1:12.5

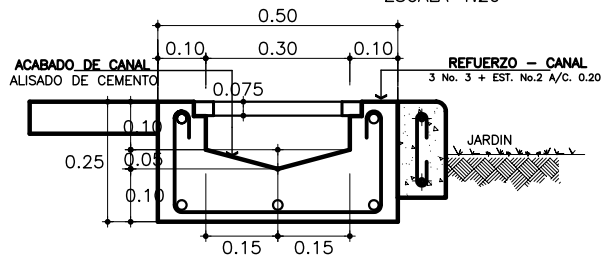
JUNTA DE CONSTRUCCION
A CADA 14.00 METROS
GROSOR 1"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
PROYECTO: CANCHAS POLIDEPORTIVAS EN EL CASCO MUNICIPAL DE GUAZACAPAN, STA. ROSA	DISEÑO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA CALCULO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA DIBUJO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA	
PLANO DE: DETALLES ESTRUCTURALES		Ing. Supervisor Alfredo Arrivillaga 2/7
REVISO: ING. ALFREDO ARRIVILLAGA	APROBO:	
ESCALA: INDICADA	FECHA FEBRERO 2010	



CORTE DE MURO

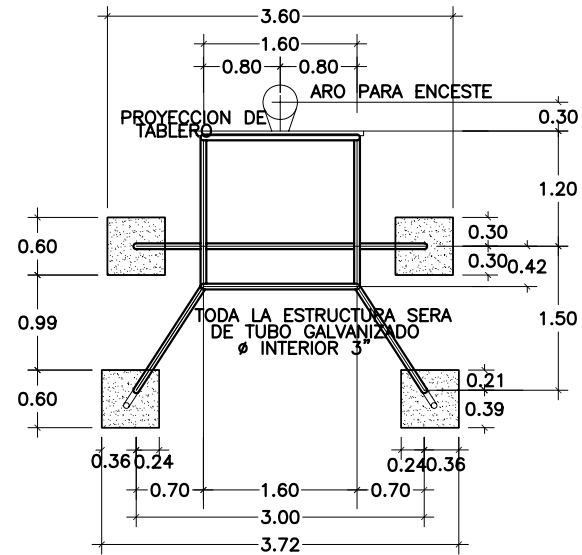
ESCALA 1:20



DETALLE DE CUNETAS

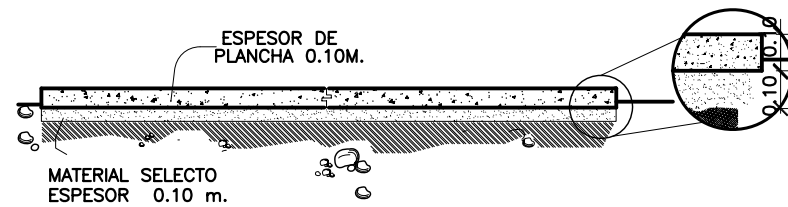
ESCALA 1:10

DETALLES DE CANCHA DE BASKET BALL:



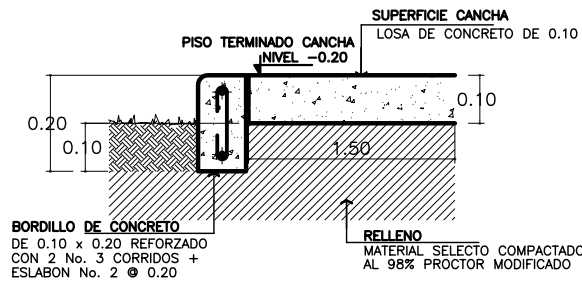
PLANTA DE TABLERO DE BASKETBOL

ESCALA 1:50




SECCION A-A' DE CANCHA DE BASKETBOL

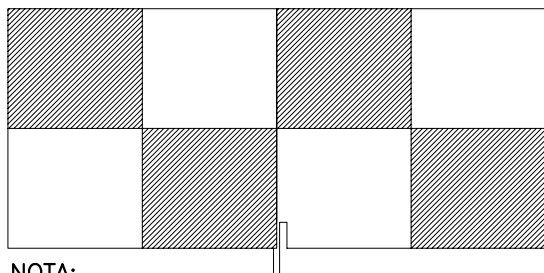
SIN ESCALA



DETALLE DE BORDILLO

ESCALA 1:10

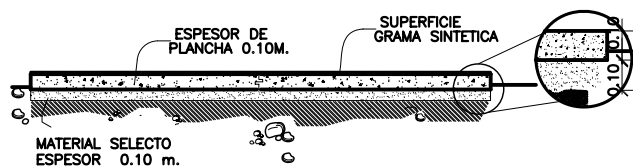
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
PROYECTO: CANCHAS POLIDEPORTIVAS EN EL CASCO MUNICIPAL DE GUAZACAPAN, STA. ROSA	DISENO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA	
PLANO DE: DETALLE DE MURO Y PORTERIA	CALCULO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA	
REVISO: ING. ALFREDO ARRIVILLAGA	APROBO: _____	Ing. Supervisor Alfredo Arrivillaga
ESCALA: INDICADA	FECHA FEBRERO 2010	3/7



NOTA:
SE FUNDIRAN PLANCHAS ALTERNADAS DE 3.50 * 3.50

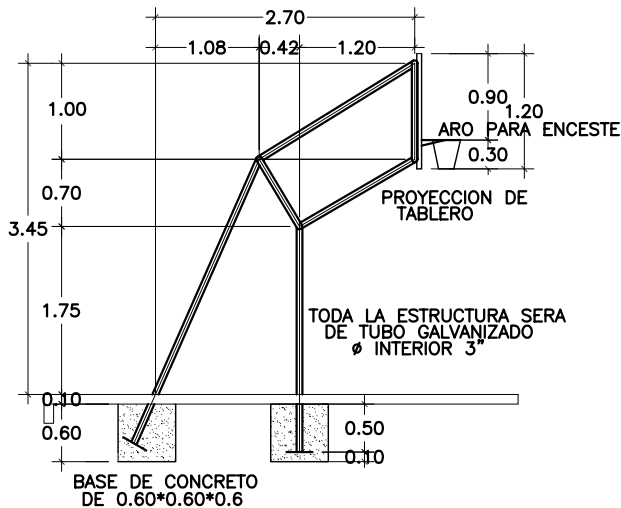
DETALLE DE FUNDICION DE PLANCHAS

ESCALA 1:20



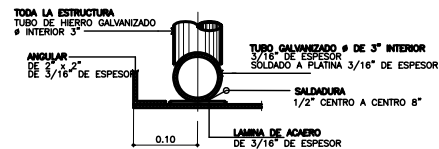
ESPECIFICACIONES:

- * SE USARA CONCRETO CON $f'c$ de 210 kg/cm^2 A LOS 28 DIAS, CON PROPORCION 1:2:3 PARIGÜELA DE UN PIE. (BACHADA, POR UN SACO DE CEMENTO, 3.7 PARIGÜELAS DE ARENA Y 5.4 PARIGÜELAS DE PIEDRIN, 1.3 BOTES DE 19 LITROS DE AGUA).
- * SE USARA ACERO DE REFUERZO CON $F'y$ de 2810 kg/cm^2 (GRADO 40)
- * TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN METROS
- * EL RECUBRIMIENTO PARA LA LOSA SERA DE 3 CENTIMETROS EN LA PARTE INFERIOR
- * EL MANEJO DE LAS AGUAS PLUVIALES, SERA POR MEDIO DE CUNETAS PERIMETRALES.



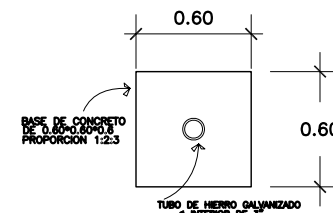
ELEVACION LATERAL

ESCALA 1:50



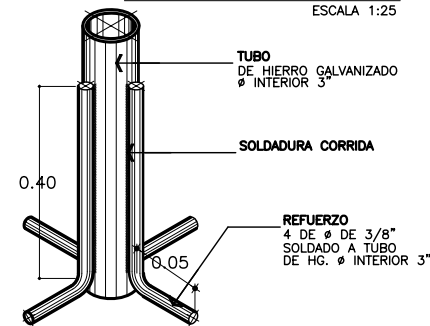
DETALLE DE VISTA A 90° DE TUBERIA

ESCALA 1:7.5



DETALLE DE ZAPATA

ESCALA 1:25




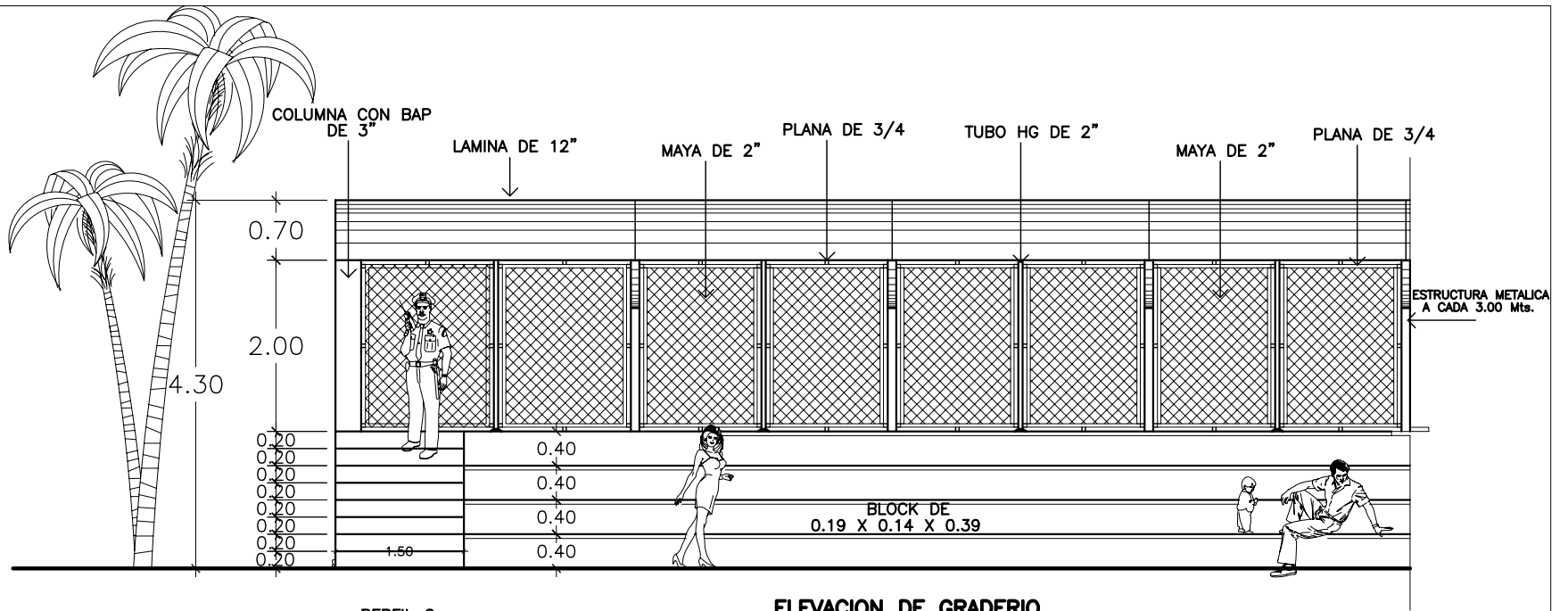
DETALLE TUBERIA DE FIJACION

ESCALA 1:10

NOTAS GENERALES:

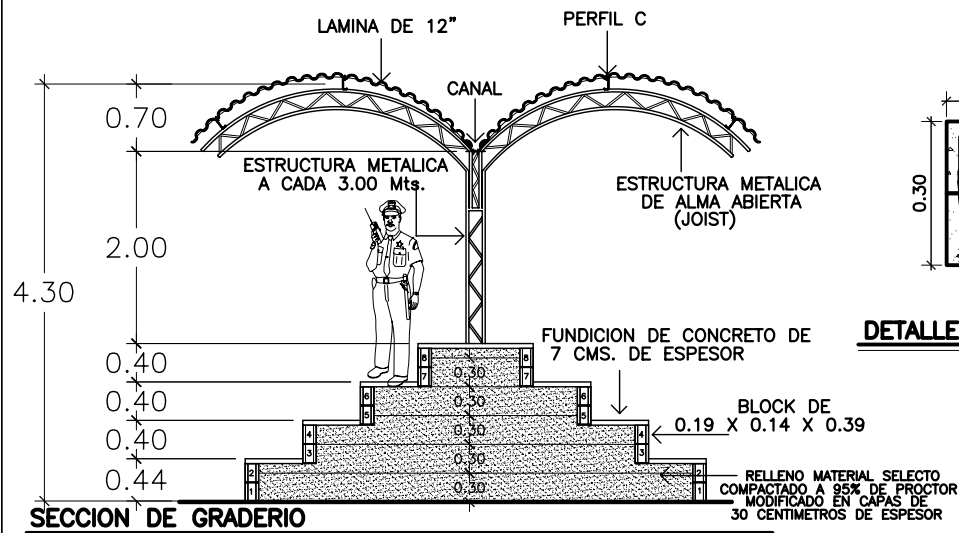
- * EL SUELO DONDE SE COLOCARAN LAS LOSAS DEBERA ESTAR COMPACTADO AL 98% PROCTOR MODIFICADO.
- * EL AGREGADO FINO (ARENA) DEBERA ESTAR LIBRE DE MATERIA ORGANICA Y CUALQUIER OTRO TIPO DE IMPUREZAS.
- * EL AGREGADO GRUESO (PIEDRIN) SERA DE ROCA TRITURADA, GRAVA DE CANTERA FORMADA POR PARTICULAS DURAS, LIMPIAS Y RESISTENTES.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
PROYECTO: CANCHAS POLIDEPORTIVAS EN EL CASCO MUNICIPAL DE GUAZACAPAN, STA. ROSA	DISEÑO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA CALCULO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA DIBUJO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA	
PLANO DE: DETALLE DE FUNDICION DE LOSA		INGENIERO: Ing. Supervisor Alfredo Arrivillaga
REVISO: ING. ALFREDO ARRIVILLAGA	APROBO:	ESCALA: INDICADA FECHA: FEBRERO 2010
ESCALA:	FECHA:	
		4 / 7



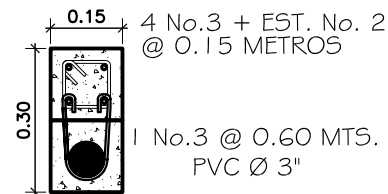
ELEVACION DE GRADERIO

ESCALA 1:50



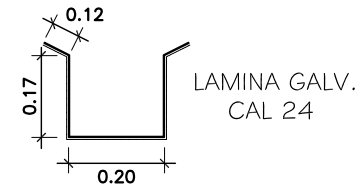
SECCION DE GRADERIO

ESCALA 1:50




DETALLE DE COLUMNA CON BAP

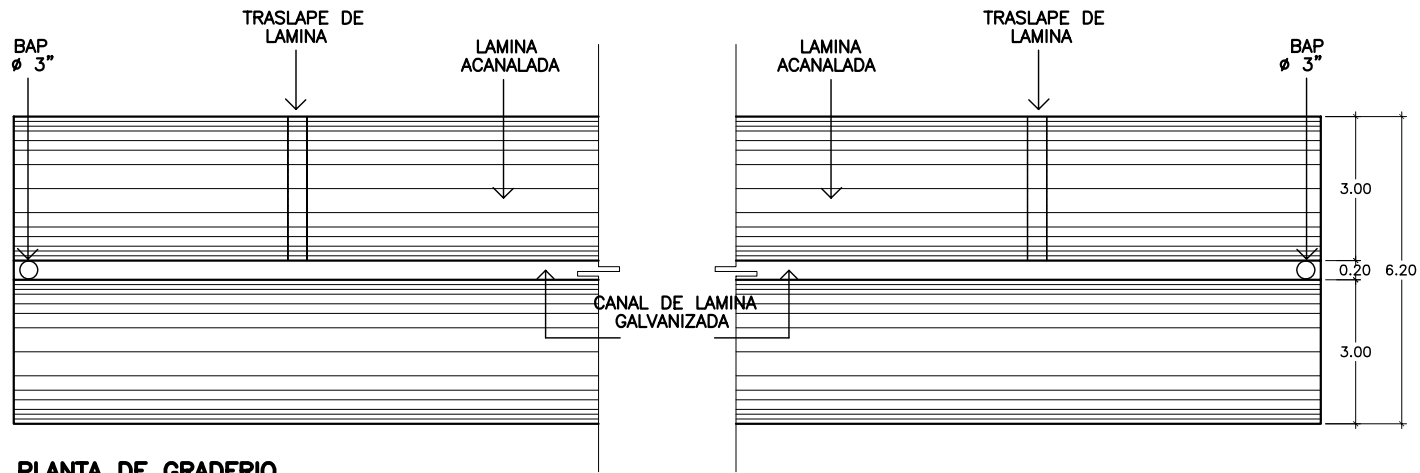
ESCALA 1:10



DETALLE DE CANAL DE AGUA PLUVIAL

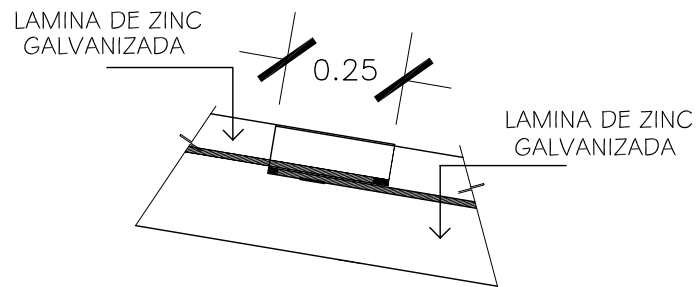
ESCALA 1:10

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
PROYECTO: CANCHAS POLIDEPORTIVAS EN EL CASCO MUNICIPAL DE GUAZACAPAN, STA. ROSA	DISEÑO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA CALCULO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA DIBUJO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA	
PLANO DE: DETALLE DE GRADERIOS		
REVISO: ING. ALFREDO ARRIVILLAGA	APROBO: Ing. Supervisor Alfredo Arrivillaga	INDIC. N. 5
ESCALA: INDICADA	FECHA: FEBRERO 2010	7



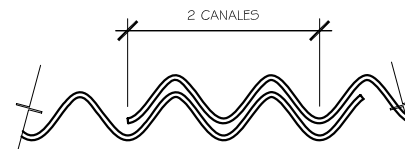
PLANTA DE GRADERIO

ESCALA 1:100



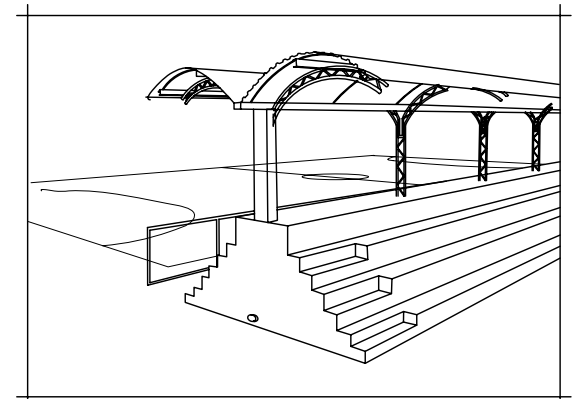
DETALLE DE TRASLAPE LONGITUDINAL

ESCALA 1:10




DETALLE DE TRASLAPE LATERAL

ESCALA 1:10

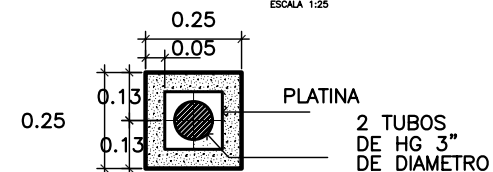
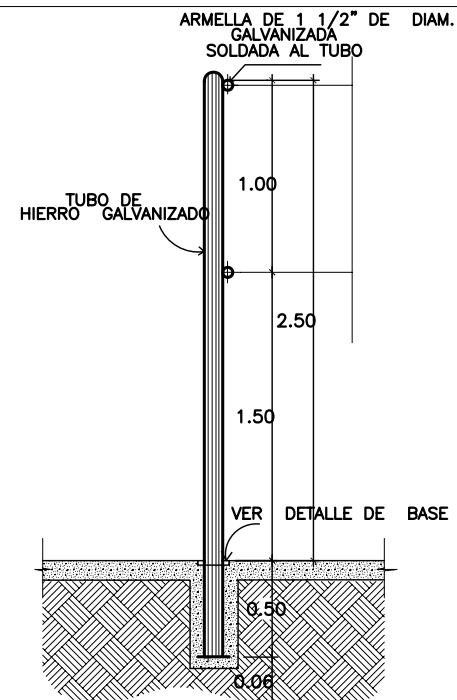
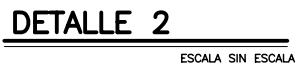
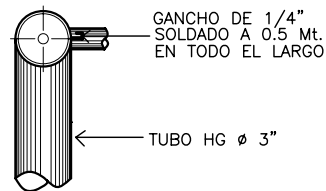
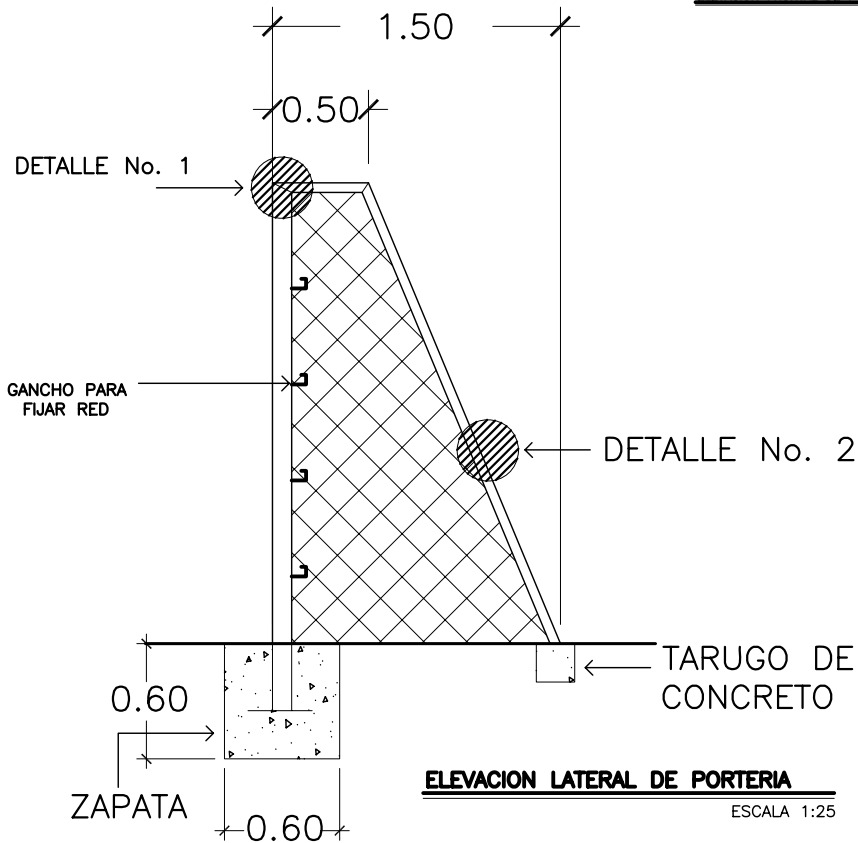
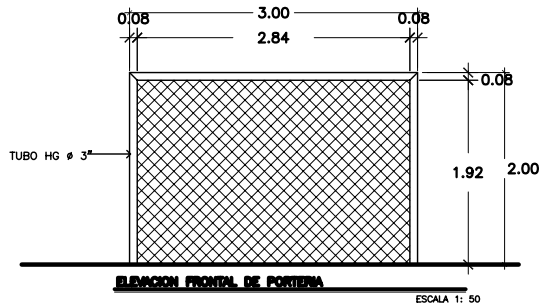


PERSPECTIVA DEL GRADERIO

SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
PROYECTO: CANCHAS POLIDEPORTIVAS EN EL CASCO MUNICIPAL DE GUAZACAPAN, STA. ROSA	DISENO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA CALCULO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA DIBUJO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA	
PLANO DE: DETALLE CUBIERTA		
REVISO: ING. ALFREDO ARRIVILLAGA	APROBO:	
ESCALA: INDICADA	FECHA: FEBRERO 2010	

DETALLES DE CANCHAS DE PAPI FUTBOL



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: CANCHAS POLIDEPORTIVAS EN EL CASCO MUNICIPAL DE GUAZACAPAN, STA. ROSA		DISEÑO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA	
PLANO DE: DETALLE DE PORTERIA		CALCULO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA	
REVISO: ING. ALFREDO ARRIVILLAGA		DIBUJO: LUIS ALBERTO AGUILAR MEJIA	
ESCALA: INDICADA		APROBO: _____ Ing. Supervisor Alfredo Arrivillaga	
FECHA: FEBRERO 2010		7/7	