



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

**DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA ESTACIÓN DE BOMBEROS,
CARRETERA HACIA LA RESERVA DE LA BIOSFERA ITZÁ, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ,
DEPARTAMENTO DE PETÉN**

Francisco Rafael Ortiz Argueta
Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, enero de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA ESTACIÓN DE BOMBEROS,
CARRETERA HACIA LA RESERVA DE LA BIOSFERA ITZÁ, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ,
DEPARTAMENTO DE PETÉN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARGUETA
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, ENERO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
EXAMINADOR	Ing. Silvio Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento 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 LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA ESTACIÓN DE BOMBEROS,
CARRETERA HACIA LA RESERVA DE LA BIOSFERA ITZÁ, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ,
DEPARTAMENTO DE PETÉN**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha julio de 2011.


Francisco Rafael Ortiz Argueta



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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

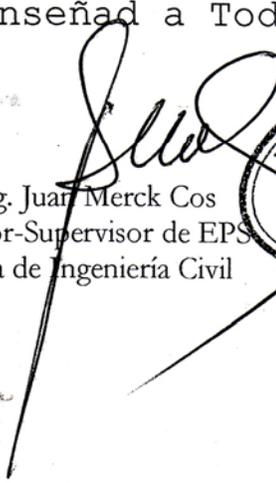
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Francisco Rafael Ortíz Argueta** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200714861**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA ESTACIÓN DE BOMBEROS, CARRETERA HACIA LA RESERVA DE LA BIÓSFERA ITZÁ, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE PETÉN"**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Juan Merck Cos
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
JMC/ra



Guatemala, 04 de noviembre de 2011
REF.EPS.D.1026.11.11

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 LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA ESTACIÓN DE BOMBEROS, CARRETERA HACIA LA RESERVA DE LA BIÓSFERA ITZÁ, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE PETÉN"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Francisco Rafael Ortíz Argueta**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

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 Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra





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



Guatemala,
7 de octubre de 2011

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA ESTACIÓN DE BOMBEROS, CARRETERA HACIA LA RESERVA DE LA BIOSFERA ITZÁ, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE PETÉN**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Francisco Rafael Ortiz Argueta, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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. Mario Estuardo Arriola Ávila
Coordinador del Área de Topografía y Transportes



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC

bbdeb.



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



Guatemala,
2 de noviembre de 2011

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA ESTACIÓN DE BOMBEROS, CARRETERA HACIA LA RESERVA DE LA BIOSFERA ITZÁ, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE PETÉN, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Francisco Rafael Ortiz Argueta, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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.

Más de 130 Años de Trabajo Académico y Mejora Continua





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. Juan Merck Cos y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Francisco Rafael Ortíz Argueta, titulado DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA ESTACIÓN DE BOMBEROS, CARRETERA HACIA LA RESERVA DE LA BIOSFERA ITZÁ, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE PETÉN, 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, enero 2012

/bbdeb.



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 LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA ESTACIÓN DE BOMBEROS, CARRETERA HACIA LA RESERVA DE LA BIOSFERA ITZÁ, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE PETÉN**, presentado por el estudiante universitario **Francisco Rafael Ortiz Argueta**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, 18 de enero de 2012

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Quien da la sabiduría, el conocimiento y la inteligencia.
Mis padres	Rosa Delia Argueta Linares Francisco Humberto Ortiz Morán
Mis hermanas	Delia del Carmen Ortíz Argueta Dania Odaly Ortíz Argueta Blanca Marilyn Ortíz Argueta
Mis abuelos	María Concepción Arriaza Linarez José María Argueta Corado (q.e.p.d.) Rafael Ortíz Canales Blanca Lidia Morán Marquez (q.e.p.d.)
Mi familia en general	Con mucho afecto.
Mis amigos	Por su sincera amistad.

AGRADECIMIENTOS A:

Mis padres

Por demostrarme siempre que las metas se pueden alcanzar con esfuerzo y dedicación, por estar a mi lado en todo momento y por ser el mejor ejemplo a seguir, por ser unos excelentes padres. Este logro principalmente es de ustedes.

Ing. Juan Merck Cos

Por asesorarme durante la revisión del presente trabajo y darme sus consejos durante la realización del EPS.

La Dirección Municipal de Planificación de San José, Petén

Por brindarme la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado.

La Facultad de Ingeniería

Por los conocimientos adquiridos.

La Universidad de San Carlos de Guatemala

Por permitirme formar parte de tan importante casa de estudios.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILISTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	IX
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía de la Reserva de la Biosfera Itzá	1
1.1.1. Ubicación	1
1.1.2. Localización	1
1.1.3. Extensión territorial	1
1.1.4. Vías de comunicación	1
1.1.5. Clima.....	2
1.1.6. Topografía.....	3
1.1.7. Organización comunitaria	3
1.1.8. Servicios con los que cuenta.....	3
1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de San José	3
1.2.1. Descripción de las necesidades.....	4
1.2.2. Análisis y priorización de las necesidades	4
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	5

2.1.	Diseño de la edificación de dos niveles para la Estación de Bomberos Municipales	5
2.1.1.	Descripción del proyecto y criterios de diseño.....	5
2.1.2.	Estudio preliminar	5
2.1.2.1.	Terreno disponible	6
2.1.2.2.	Análisis de suelos	6
2.1.2.2.1.	Ensayo triaxial	6
2.1.3.	Diseño arquitectónico	8
2.1.3.1.	Ubicación del edificio en el terreno	8
2.1.3.2.	Distribución de ambientes.....	8
2.1.3.3.	Altura de edificio	8
2.1.3.4.	Selección del sistema estructural a usar .	9
2.1.4.	Análisis estructural.....	9
2.1.4.1.	Pre-dimensionamiento estructural	9
2.1.4.2.	Modelos matemáticos de marcos dúctiles con nudos rígidos	14
2.1.4.3.	Cargas aplicadas a los marcos dúctiles. 14	
2.1.4.3.1.	Cargas verticales en marcos dúctiles.....	14
2.1.4.3.2.	Cargas horizontales en marcos dúctiles.....	21
2.1.4.3.3.	Análisis de marcos dúctiles utilizando <i>software</i> y comprobación por medio de un método numérico.....	29
2.1.4.3.4.	Momentos últimos por envolvente de momentos..	36

	2.1.4.3.5.	Diagramas de momentos y corte	39
	2.1.5.	Diseño estructural	42
	2.1.5.1.	Losas	42
	2.1.5.2.	Vigas	56
	2.1.5.3.	Columnas.....	63
	2.1.5.4.	Zapatas y cimientos corridos.....	74
	2.1.5.5.	Gradas	82
	2.1.6.	Instalaciones eléctricas	88
	2.1.7.	Evaluación de impacto ambiental.....	91
	2.1.8.	Instalaciones hidráulicas	93
	2.1.9.	Planos constructivos	100
	2.1.10.	Presupuesto	100
2.2.		Diseño de la carretera hacia la Reserva de la Biosfera Itzá	102
	2.2.1.	Descripción de proyecto y criterios de diseño.....	102
	2.2.2.	Preliminar de campo	102
	2.2.2.1.	Reconocimiento	102
	2.2.2.2.	Levantamiento topográfico.....	103
	2.2.3.	Dibujo preliminar	103
	2.2.3.1.	Planimétrico	104
	2.2.3.2.	Altimétrico	104
	2.2.3.3.	Curvas de nivel	104
	2.2.4.	Diseño de localización	105
	2.2.4.1.	Corrimiento de línea	106
	2.2.4.2.	Cálculo de elementos de curvas horizontal	109
	2.2.4.3.	Diseño de curva vertical.....	115
	2.2.5.	Movimiento de tierra	118
	2.2.5.1.	Área de secciones transversales	118
	2.2.5.2.	Volúmenes de tierra.....	119

2.2.6.	Determinación de la calidad del suelo	120
2.2.6.1.	Pruebas de laboratorio	120
2.2.6.2.	Criterios para definir la capa de rodadura	123
2.2.6.3.	Capa de rodadura	123
2.2.7.	Cálculo de localización	123
2.2.7.1.	Cálculo del PI	123
2.2.7.2.	Cálculo elementos de curva y estacionamiento	124
2.2.8.	Drenajes.....	124
2.2.8.1.	Drenaje longitudinal.....	124
2.2.8.2.	Drenaje transversal	129
2.2.9.	Elaboración de planos de proyecto	131
2.2.10.	Presupuesto	131
CONCLUSIONES		133
RECOMENDACIONES.....		135
BIBLIOGRAFÍA.....		137
ANEXOS.....		139
APÉNDICE		157

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa del municipio de San José.....	2
2.	Área tributaria columna crítica.....	11
3.	Planta segundo nivel.....	17
4.	Planta de áreas tributarias.....	18
5.	Carga muerta y carga viva, marco B.....	20
6.	Carga muerta y carga viva, marco 2.....	21
7.	Fuerzas de sismo, marco B.....	28
8.	Fuerzas de sismo, marco 2.....	29
9.	Momentos por carga muerta en vigas sentido X (kg-m).....	30
10.	Momentos por carga muerta en vigas sentido Y (kg-m).....	30
11.	Momentos por carga viva en vigas sentido X (kg-m).....	31
12.	Momentos por carga viva en vigas sentido Y (kg-m).....	31
13.	Momentos por carga de sismo en vigas sentido X (kg-m).....	32
14.	Momentos por carga de sismo en vigas sentido Y (kg-m).....	32
15.	Momentos por carga muerta en columnas sentido X (kg-m).....	33
16.	Momentos por carga muerta en columnas sentido Y (kg-m).....	33
17.	Momentos por carga viva en columnas sentido X (kg-m).....	34
18.	Momentos por carga viva en columnas sentido Y (kg-m).....	34
19.	Momentos por carga de sismo en columnas sentido X (kg-m).....	35
20.	Momentos por carga de sismo en columnas sentido Y (kg-m).....	35
21.	Envolvente de momentos en vigas sentido X (kg-m).....	37
22.	Envolvente de momentos en vigas sentido Y (kg-m).....	37

23.	Envolvente de momentos en columnas sentido X (kg-m)	38
24.	Envolvente de momentos en columnas sentido Y (kg-m)	38
25.	Diagrama de corte en vigas sentido X (kg)	40
26.	Diagrama de corte en vigas sentido Y (kg)	40
27.	Diagrama de corte en columnas sentido X (kg)	41
28.	Diagrama de corte en columnas sentido Y (kg)	41
29.	Planta de losas del primer nivel	43
30.	Determinación de los momentos en losas	44
31.	Momentos en losas	47
32.	Balanceo de momentos	48
33.	Momentos balanceados en losas del primer nivel	51
34.	Detalle de armado en losas	55
35.	Detalle de armado en viga 1Y	63
36.	Detalle de columnas	73
37.	Corte simple en zapata	77
38.	Corte punzonante en zapata	78
39.	Detalle de armado de zapata	80
40.	Detalle de solera de humedad	82
41.	Planta módulo de gradas	84
42.	Sección transversal módulo de gradas	87
43.	Hoja cartográfica San José	103
44.	Curvas de nivel	105
45.	Corrimiento de línea	107
46.	Elementos de curva horizontal	111
47.	Componentes de curva vertical	116
48.	Detalle cunetas	128

TABLAS

I.	Alturas o espesores mínimos	10
II.	Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas	15
III.	Resumen de cálculo de momentos en losas.....	46
IV.	Espaciamiento en losas del primer nivel.....	54
V.	Diseño de vigas a flexión	60
VI.	Boleta de riesgo edificio de bomberos municipales	91
VII.	Equivalencias de gastos en tuberías de agua, tomando como unidad la tubería de ½” de diámetro, para las mismas condiciones de pérdida de presión y para una presión dada	93
VIII.	Cálculo de diámetro de tubería de agua potable	94
IX.	Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías de distribución de agua en los edificios.....	95
X.	Gasto probable para la aplicación del método de Hunter (l/s)	97
XI.	Resumen del diseño de drenaje de aguas residuales	98
XII.	Presupuesto edificio estación de bombero municipales	100
XIII.	Características geométricas	106
XIV.	Resumen diseño geométrico.....	113
XV.	Resumen diseño de curvas verticales.....	117
XVI.	Presupuesto carretera hacia la Reserva de la Biosfera Itzá.....	132

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
H	Altura
Hv	Altura de la viga
A	Área
As	Área de acero
Av	Área de la varilla
At	Área tributaria
P't	Carga de trabajo
Wm	Carga muerta distribuida
P	Carga puntual
CU	Carga última
CUT	Carga última total
Q	Caudal
CM	Centro de masa
CR	Centro de rigidez
C	Coefficiente de escorrentía
K	Coefficiente de longitud efectiva
K	Constante para diseño de curvas verticales
P	Cuantía de acero
Cm	Cuerda Máxima
Δ	Deflexión
\emptyset	Diámetro
A%	Diferencia algebraica de pendientes

D(1-2)	Distancia entre 1 y 2
V	Esfuerzo de corte
Vr	Esfuerzo de corte resistido
Fy	Esfuerzo del fluencia para el acero
t	Espesor
e	Excentricidad
E	External
Fcu	Factor de carga última
S	Fuerza de sismo
G	Grado de curvatura
I	Inercia
I	Intensidad de lluvia
psi	Libras por pulgada cuadrada
long.	Longitud
Lc	Longitud de curva
Ec	Módulo de elasticidad del concreto
Es	Módulo elasticidad del acero
M	Momento
MB	Momento balanceado
Mcm	Momento de carga muerta
M(-)	Momento negativo
Mcv	Momento por carga viva
M(+)	Momento positivo
Mu	Momento último
P%	Pendiente en porcentaje
d	Peralte efectivo
W	Peso
Wc	Peso específico del concreto
q	Presión sobre el suelo por debajo de la zapata

P1	Punto de coordenada
R	Radio
Rec	Recubrimiento
M	Relación entre lado corto y lado largo en losas
f'c	Resistencia última del concreto
St	Sub-tangente
Σ	Sumatoria
Tc	Tiempo de concentración de la cuenca
Ton	Tonelada
Vs	Valor soporte
Vol	Volumen

GLOSARIO

Área de acero mínima	Cantidad de acero, determinado por la sección y límite de fluencia.
Azimut	Ángulo horizontal referido a un norte magnético arbitrario y su rango va desde 0 a 360 grados sexagesimales.
Ángulo	Es la menor o mayor abertura que forman dos líneas o dos planos que se cortan. Las líneas que forman el ángulo se llaman lados y el punto de encuentro, vértice. Su mayor o menor abertura se mide en grados.
Balasto	Es el material selecto que se coloca sobre la subrasante de una carretera, el cual se compone de un material bien graduado, es decir, que consta de material fino y grueso con el objeto de protegerla y de que sirva de superficie de rodadura.
Cabezales	Muro central de entrada y salida de las tuberías, diseñado y construido para sostener y proteger los taludes y encauzar las aguas.

Carga muerta	Peso muerto soportado por un elemento estructural, incluyendo el propio.
Carga viva	Peso variable dado por el personal, maquinaria móvil, etc., soportado por un elemento.
Cimiento corrido	Es el que se construye debajo de un muro.
Coefficiente esorrentía	Relación entre el agua de lluvia que cae en una zona determinada.
Columna	Miembro que se usa principalmente para resistir carga axial de compresión y que tiene una altura de, por lo menos, tres veces su menor dimensión lateral.
Columna esbelta	Es aquella en que la carga última también está influida por la esbeltez, lo que produce flexión adicional debido a las deformaciones transversales.
Concreto reforzado	Concreto que contiene el refuerzo de acero.
Confinamiento	El concreto queda confinado cuando a esfuerzos que se aproximan a la resistencia uniaxial, las deformaciones transversales se hacen muy elevadas debido al agrietamiento interno progresivo y el concreto se apoya contra el refuerzo del mismo.

Contracunetas	Son cunetas construidas generalmente en los taludes de corte, cuya finalidad es evitar que las aguas superficiales lleguen hasta la carretera.
Coordenadas	Son puntos que sirven para determinar la posición exacta de un lugar.
Corte	Es la excavación que se realiza en el terreno de conformidad al trazo de la carretera o camino. Se realiza a media ladera o en trinchera.
Cota de terreno	Altura de un punto del terreno referido a un nivel determinado.
Cunetas	Zanja lateral paralela al eje de la carretera o del camino, construida entre los extremos de los hombros y al pie de los taludes.
Drenajes	Controlan las condiciones de flujo de agua en terracerías y mejoran las condiciones de estabilidad de cortes, terraplenes y pavimentos.
Esfuerzo	Intensidad de fuerza por unidad de área.
Excavaciones	Deben ser construidas cuidadosamente ajustandose a la línea y pendiente señaladas. Las caras laterales serán verticales.

Estribo	Elemento de una estructura que resiste el esfuerzo cortante.
Excentricidad	Cuando el centro de rigidez no coincide con el centro de masa, se produce excentricidad, esto es debido a que existe una distribución desigual y asimétrica de las masas y las rigideces en la estructura.
Fluencia	Sobrepasando el límite de elasticidad, todo aumento de carga produce deformaciones plásticas o permanentes que ya no son proporcionales al aumento de carga sino que adoptan valores crecientes para incrementos de cargas iguales.
Marco de concreto	Sistema estructural formado por columnas y vigas de concreto armado para soportar cargas verticales y horizontales.
Momento	Esfuerzo al que se somete un cuerpo, debido a la aplicación de una fuerza a cierta distancia de su centro de masa.
Momento negativo	Es el momento al que están siendo sometido los extremos de las vigas. Si el acero corrido no cubre dicho momento, se pone acero extra llamado bastón.

Momento resistente	Es el momento que puede resistir una estructura con cierta cantidad de acero.
Rasante	Es el nivel de la superficie de rodamiento de una carretera o camino.
Relleno	Es el material especial o de terracería uniformemente colocado y compactado en las partes laterales y superior de las cajas, así como, atrás de los aletones.
Sección típica	Es toda la extensión de la carretera, tiene una sección que permanece uniforme la mayoría de las veces.
Solera	Elemento estructural horizontal de un muro, que resiste esfuerzos y confina los muros.
Terracería	Es el conjunto de operaciones de cortes, préstamos, rellenos, terraplenes y desperdicios de material que se realizan hasta alcanzar una rasante determinada, de conformidad con los niveles indicados en los planos.
Terraplén	Son los depósitos de material que se realizan sobre el terreno natural para alcanzar el nivel de subrasante.

Zapata

Tiene por objeto transmitir la carga al subsuelo a una presión adecuada a las propiedades del suelo.

RESUMEN

El trabajo de graduación presenta dos fases que constituyen la estructura del mismo: fase de investigación y fase de servicio técnico profesional.

La fase de investigación se realizó una recopilación de información importante, que detalla características típicas de la Reserva de la Biosfera Itzá, ubicadas al norte de la cabecera municipal del municipio de San José.

En la fase del servicio técnico profesional se presenta el desarrollo de dos proyectos, diseñados con el fin de cubrir necesidades básicas, que presenta la población y mejorar la calidad de vida de los habitantes.

El primer proyecto es un edificio de dos niveles, ubicado en el casco urbano del municipio, destinado para el uso de una estación para bomberos municipales, cuyo diseño arquitectónico satisface las necesidades de espacio del personal. El segundo proyecto es una carretera de terracería, que comunicará a la Reserva de la Biosfera Itzá, beneficiando a los turista y trabajadores de este parque arqueológico, ya que actualmente no existe carretera, por el cual pueda ingresar vehículos, con la construcción de esta carretera, se pretende mejorar el desarrollo de esta reserva ya que será posible el acceso a otros servicios como electricidad y agua potable.

Al final se presenta el juego de planos y presupuestos, respectivo a cada proyecto.

OBJETIVOS

General

Diseñar la edificación de dos niveles para la estación de bomberos municipales y carretera hacia la Reserva de la Biosfera Itzá, municipio de San José, departamento de Petén.

Específicos

1. Realizar una investigación de tipo monográfico de la Reserva de la Biosfera Itzá y un diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de San José, departamento de Petén.
2. Capacitar a los miembros de la administración de la Reserva de la Biosfera Itzá, sobre aspectos de mantenimiento de la carretera.

INTRODUCCIÓN

El municipio de San José está ubicado a 520 kilómetros de la capital y a 20 kilómetros de la cabecera departamental, es uno de los municipios con menos extensión territorial del departamento, colinda al oeste con San Andrés, lo cual beneficia de manera indirecta el acceso por medio de este municipio.

En el municipio de San José, es considerable la falta de obras de infraestructura y servicios básicos, sobre todo en las comunidades más alejadas de la cabecera municipal, existen pocas vías de acceso, lo cual impide el desarrollo de la población en general, tal es el caso de la Reserva de la Biosfera Itzá, razón por la cual se priorizó la realización del diseño de la carretera.

Así también no se tienen los servicios de una estación de bomberos, por lo que se determinó como prioridad el diseño de la edificación de dos niveles, para que en el futuro se tenga este servicio.

Al final del trabajo de graduación se presentan las conclusiones y recomendaciones correspondientes.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía de la Reserva de la Biosfera Itzá

Se encuentra al norte del municipio de San José, departamento de Petén, a aproximadamente 35 kilómetros.

1.1.1. Ubicación

La Reserva de la Biosfera Itzá está ubicada a 35 kilómetros de la cabecera municipal.

1.1.2. Localización

La Reserva de la Biosfera Itzá se encuentra al norte de la cabecera municipal.

1.1.3. Extensión territorial

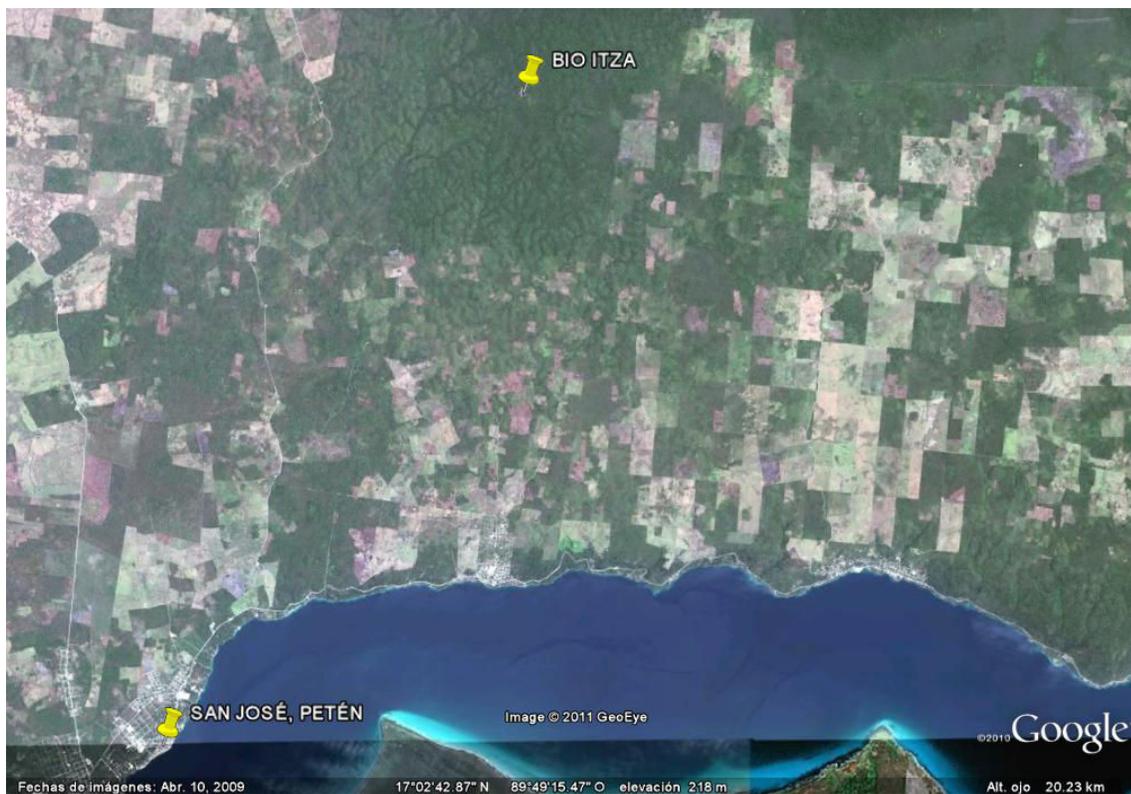
Tiene una extensión territorial de aproximadamente 36,74 kilómetros cuadrados.

1.1.4. Vías de comunicación

La única vía de acceso es por camino de terracería que viene de San José hacia la aldea San Pedro, cruzando a 6 kilómetros, donde se toma un

camino de terracería que va hacia la aldea Corozal, cruzando a 9 kilómetros, desde aquí hay un camino de terracería que llega al límite con la Reserva y desde ahí comienza el diseño de de la carretera que ha de llegar hasta el campamento El Limón de la Reserva de la Biosfera Itzá.

Figura 1. **Mapa de la Reserva de la Biosfera Itzá**



Fuente: Google Earth. Fecha 1 de agosto de 2011.

1.1.5. Clima

La mayor parte del año el clima es caluroso, la temperatura media mensual varía entre 23 grados en los meses de diciembre y enero y 32 en el

mes más seco (mayo). Las temperaturas máximas medias varían entre 30 y 45 grados, y las mínimas entre 17 y 23 grados.

1.1.6. Topografía

Una de las características principales de la Reserva de la Biosfera Itzá, es que el terreno es plano en la mayor parte de su extensión territorial, para llegar al campamento El Limón desde el límite es necesario pasar por una montaña cuya elevación llega a los 270 metros sobre el nivel del mar, ascendiendo desde 200 metros sobre el nivel del mar.

1.1.7. Organización comunitaria

Es administrada por la Asociación de la Reserva de la Biosfera Itzá.

1.1.8. Servicios con los que cuenta

La Reserva cuenta con un depósito de agua, el cual es llevada de la cabecera municipal, también con una letrina, con dormitorios, cocina y un salón de conferencias.

2.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de San José

La municipalidad de San José tiene un diagnostico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura realizado por medio de la Dirección Municipal de Planificación el cual se presenta a continuación.

2.2.1. Descripción de las necesidades

- Edificación para la estación de bomberos municipales: para poder brindarle al vecino una mejor atención, pues actualmente solo se cuenta con una ambulancia.
- Concluir las redes de alcantarillado sanitario, para ofrecer el servicio a los pobladores que aun no cuenta con ello, y así evitar enfermedades y demás problemas que surgen con la falta de drenaje.
- En la aldea Corozal es necesaria la ampliación de la red de distribución de agua potable.

1.2.2. Análisis y priorización de las necesidades

- Edificación para la estación de bomberos municipales.
- Carretera hacia la Reserva de la Biosfera Itzá.
- Rediseño de la red de distribución de agua potable en la aldea Corozal.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de la edificación de dos niveles para la Estación de Bomberos Municipales

A continuación se realizara el diseño de la edificación de dos niveles para la estación de Bomberos municipales.

2.1.1. Descripción del proyecto y criterios de diseño

El proyecto consiste en diseñar un edificio de dos niveles destinado para la estación de bomberos municipales, el área útil ha sido diseñada de tal forma que se cubran las necesidades del personal bomberil. En el primer nivel se ubicó el estacionamiento de ambulancias y motobombas, oficina de la administración, bodega, primeros auxilios y baño, en el segundo nivel, dormitorios de hombres y mujeres, baños, comedor y sala.

El edificio estará estructurado por marcos espaciales dúctiles con nudos rígidos, losa de concreto reforzado, muros tabiques. Las cargas de diseño serán tomadas del código AGIES, el código de diseño a utilizar para los elementos de concreto reforzado es el ACI 318 08.

2.1.2. Estudio preliminar

Características principales de terreno y suelo con que cuenta el lugar donde cimentará el edificio.

2.1.2.1. Terreno disponible

El terreno está ubicado en el casco urbano del municipio en el barrio El Porvenir, cuenta con un área de 2 040 metros cuadrados, cual se utilizará un área de 714 metros cuadrados, con dimensiones de 34 metros de largo por 21 metros de ancho, el terreno se encuentra nivelado ya que anteriormente funcionaba como banco de materiales.

2.1.2.2. Análisis de suelos

Es necesario conocer las características del suelo, para establecer las dimensiones de los cimientos en función del valor soporte.

2.1.2.2.1. Ensayo triaxial

El ensayo de compresión triaxial fue realizado en el Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), la muestra fue extraída a 2 metros por debajo del nivel del terreno, ver anexo 1. Los resultados son los siguientes:

Datos obtenidos en ensayo de laboratorio:

Tipo de ensayo: no consolidado y no drenado

Descripción del suelo: arcilla arenosa color beige

Dimensión y tipo de la probeta: 2,5" x 5,0"

Ángulo de fricción interna $\phi = 15,5^\circ$

Cohesión $C_u = 1,0 \text{ ton/m}^2$

Base (B) = 1,50 m

Largo (L) = 1,50 m

Peso específico (γ_s) = 1,93 ton/m^3

Desplante (Df) = 2,00 m

Capacidad portante neta última para zapatas cuadradas y corte general, utilizando la ecuación de *Terzaghi*

$$q_d = 1,3 c N_c + \gamma Z N_q + 0,4 \gamma B N_w$$

Factores de capacidad de carga (obtenidos de la tabla del anexo 2):

$$N_c = 13,4$$

$$N_q = 4,7$$

$$N_w = 2,75$$

Valor soporte del suelo

$$q_d = 1,3 c N_c + \gamma Z N_q + 0,4 \gamma B N_w$$

$$q_d = 1,3 \cdot 1 \text{ ton/m}^2 \cdot 13,4 + 1,93 \text{ ton/m}^3 \cdot 2 \text{ m} \cdot 4,7 + 0,4 \cdot 1,93 \text{ ton/m}^3 \cdot 1,5 \text{ m} \cdot 2,75$$

$$V_s = 38,75 \text{ ton/m}^2$$

El valor soporte del suelo queda determinado por medio de la expresión matemática formulada por *Terzaghi*.

$$V_s = q_s / F_s ; F_s = 3$$

$$V_s = 38,75 / 3$$

$$V_s = 12,92 \text{ ton/m}^2$$

Valor soporte de diseño 12,92 T/m²

El valor soporte del suelo obtenido por la ecuación de *Terzhagui*, se encuentre entre los rangos del tipo de suelo que es arcilla arenosa (ver tabla del anexo 3).

2.1.3. Diseño arquitectónico

Es la asociación de los trazos, dibujos, delimitaciones, esquemas, o bocetos de un proyecto de arquitectura.

2.1.3.1. Ubicación del edificio en el terreno

El edificio fue ubicado en la parte frontal, dejando un espacio libre al lado derecho, para utilizarlo como acceso para vehículos, hacia la parte trasera del terreno.

2.1.3.2. Distribución de ambientes

Se tomó en cuenta las necesidades primordiales para una estación de bomberos regular, la edificación es de dos niveles, se ubicó en el primer nivel el estacionamiento de ambulancias y motobombas, oficina de la administración, bodega, primeros auxilios y baño, en el segundo nivel se localizan los dormitorios de hombres y mujeres, baños, comedor y sala.

2.1.3.3. Altura de edificio

El edificio es de dos niveles, la altura de piso a cielo es de 3,60 metros, para ambos niveles, haciendo un total de 7,40 metros de altura.

2.1.3.4. Selección del sistema estructural a usar

En la elección de un sistema estructural a utilizar, se deben tomar en cuenta los siguientes parámetros: resistencia, economía, estética, los materiales disponibles en el lugar y la técnica constructiva para realizar la obra.

El sistema estructural seleccionado es a base de marcos dúctiles con nudos rígidos, losas planas de concreto reforzado.

2.1.4. Análisis estructural

Se refiere al uso de las ecuaciones de la resistencia de materiales para encontrar los esfuerzos internos, deformaciones y tensiones que actúan sobre una estructura resistente.

2.1.4.1. Pre-dimensionamiento estructural

El predimensionamiento estructural es necesario para tener un parámetro inicial en el diseño de los elementos, si en el diseño estructural los elementos no satisfacen la resistencia demandada en el análisis estructural será necesario rediseñar los elementos, dando así origen a un nuevo diseño estructural.

Dimensionamiento de viga

El dimensionamiento de viga está sujeto a flexión, debe diseñarse para tener una rigidez adecuada para limitar las deflexiones, que pudiese afectar la resistencia o funcionamiento de la estructura para las cargas de servicio. En la

siguiente tabla se muestran los peraltes mínimos propuestos por el ACI-318S-08 en la sección 9.5.2.

Tabla I. **Tabla 9,5(a), alturas o espesores mínimos de vigas no preesforzadas o losas reforzadas en una dirección a menos que se calculen las deflexiones**

	Espesor mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes			
Losas macizas en una dirección	$l/20$	$l/24$	$l/28$	$l/10$
vigas o losas nervuradas en una dirección	$l/16$	$l/18,6$	$l/21$	$l/8$

Fuente: ACI-318-08, p. 129.

Cálculo del peralte mínimo:

$$h=l/21=4,6/21=0,219\text{m}$$

Otro criterio de dimensionamiento es tomar el 8 por ciento de la longitud de la viga.

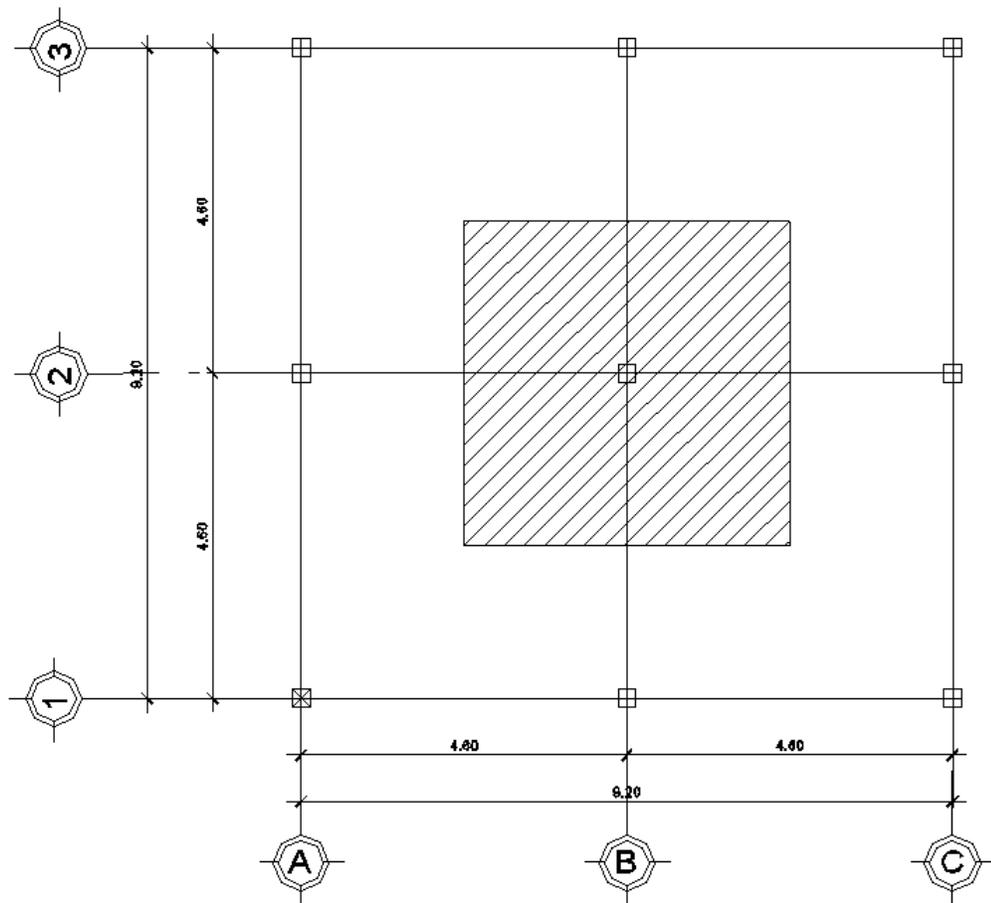
$$h=l*0,08=4,6*0,08=0,368$$

Para efectos de diseño se consideró un peralte de 45 centímetros, con una base de 25 centímetros.

Dimensionamiento de columnas

Para dimensionar las columnas, se aplicará la ecuación (10-2) del código ACI 318S-08 capítulo 10 sección 10.3.6.2, al tener este valor, se puede proponer las medidas de la sección. En este caso, las dimensiones de la sección de la columna crítica, se utilizarán en todas las columnas, para guardar simetría y evitar diferencias de rigidez de un marco a otro y de un nivel a otro.

Figura 2. **Área tributaria columna crítica**



Fuente: elaboración propia.

El área tributaria calculada es de 21,16 metros cuadrados, se ha de considerar el peso específico del concreto de 2 400 kilogramos por metros cuadrados, además una carga viva de 250 kilogramos por metro cuadrado, para efectos de dimensionamiento, por lo tanto:

$$P_u=1,4(2\ 400\text{ kg/m}^3*21,16\text{m}^2*0,11\text{m})+1,7(250\text{kg/m}^2*21,16\text{m}^2)=16\ 813,60\text{ kg}$$

Por ser de dos niveles se multiplica por dos:

$$P_u=16\ 813,60\text{ kg}*2=33\ 627,20\text{ kg}$$

Sustituyendo valores en la ecuación de la carga puntual, se obtiene el área gruesa de la columna.

$$P = 0,8(0,85 f'c * (Ag-As) + fy * As) ; \text{ Donde } As \text{ es de } 1\% \text{ a } 8\% \text{ de } Ag$$

Considerando As como 1% de Ag, f'c de 281 kg/cm² y fy=2 810 kg/cm² obtenemos:

$$33\ 627,48\text{ kg}=0,8(0,85*281*(Ag-0,01Ag)+2\ 810*0,01*Ag))$$

Despejando Ag se obtiene

Ag=847,52cm², para una sección cuadrada de 29,11cmX29,11cm, debido a que la ecuación de la carga axial no considera los efectos de esbeltez, se propone una sección de 35X35 cm.

Dimensionamiento de losa

En el dimensionamiento de losa, se debe tomar en cuenta si trabaja en uno o en dos sentidos, dependiendo del valor de la relación lado a lado (m).

relación

$$m = \frac{A}{B}$$

Si $m < 0,5$, la losa trabaja en un sentido

Si $m \geq 0,5$, la losa trabaja en dos sentidos

m = relación lado a lado

A = sentido corto de losa

B = sentido largo de losa

calculando m para la losa, con $a = 4,60\text{m}$ y $b = 4,60\text{m}$

$m = 4,60\text{m} / 4,60\text{m} = 1,0 > 0,5$; la losa trabaja en dos sentidos

Espesor de losa

$$t = \frac{P}{180}$$

t = espesor de losa

P = perímetro de losa

$$t = \frac{2(4,6+4,6)}{180} = 0,1022\text{m}$$

Se propone una losa de 11cm de espesor

2.1.4.2. Modelos matemáticos de marcos dúctiles con nudos rígidos

El modelo matemático es una gráfica que representa tanto la forma como las cargas que soporta el marco dúctil, sirve para realizar el análisis estructural.

2.1.4.3. Cargas aplicadas a los marcos dúctiles

Las cargas aplicadas que actúan sobre la estructura, son tanto verticales como horizontales.

2.1.4.3.1. Cargas verticales en marcos dúctiles

Las cargas verticales se dividen en dos grupos:

Cargas vivas:

Las cargas vivas son aquellas producidas por el uso y la ocupación de la edificación. Los agentes que producen estas cargas no están rígidamente sujetos a la estructura. Estos incluyen, pero no están limitados a los ocupantes en sí, el mobiliario y su contenido así como el equipo no fijo.

La tabla I, muestra los valores de carga viva para diferentes usos de ocupación, según la norma AGIES. Estas cargas se deben a seres humanos, equipo y almacenamiento en general.

Tabla II. **Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas**

Tipo de ocupación o uso	(kg/m²)
Vivienda	200
Oficina	250
Hospitales – encamamiento y habitaciones	200
Hospitales – servicios médicos y laboratorios	350
Hoteles – alas de habitaciones	200
Hoteles – servicios y áreas públicas	500
Escaleras privadas	300
Escaleras públicas o de escape	500
Balcones, cornisas y marquesinas	300
áreas de salida y/o escape	500
vestíbulos públicos	500
Plazas y áreas públicas a nivel de calle	500
Salones de reunión con asientos fijos	300
Salones de reunión sin asientos fijos	500
Escenarios y circulaciones	500
Instalaciones deportivas públicas:	
Zonas de circulación	500
Zonas de asientos	400
Canchas deportivas	Carga depende del tipo de cancha
Aulas y escuelas:	200
Bibliotecas	
Áreas de lectura	200
Depósito de libros	600
Almacenes:	
Minoristas	350
Mayoristas	500

Continuación tabla II

Estacionamientos y garajes:	
Automóviles	250
Vehículos pesados	Según vehículo
Rampas de uso colectivo	750
Corredores de circulación Servicio y reparación	500
Bodegas:	
Cargas livianas	600
Cargas pesadas	1 200
Fábricas:	
Cargas livianas	400
Cargas pesadas	600
Azoteas de concreto con acceso	200
Azoteas sin acceso horizontal o inclinadas	100
Azoteas inclinadas más de 20°	75
Techos de láminas, tejas, cubiertas plásticas, lonas, etc. (aplica a la estructura que soporta la cubierta final)	

Fuente: normas AGIES NR – 2:200, p. 28

Las cargas vivas utilizadas para el diseño del edificio son:

entrepiso= 250 kg/m²

techos =200 kg/m²

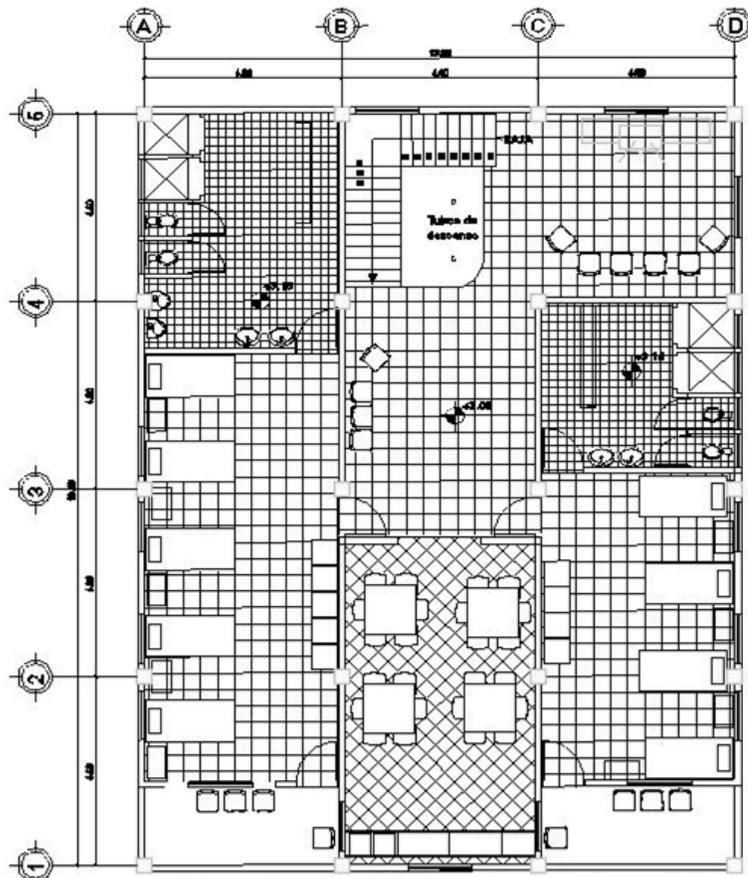
Cargas muertas:

Las cargas muertas son aplicadas al peso de los elementos estructurales, estas son cargas permanentes, se mantienen constantes en magnitud y fijas en posición, durante la vida de la estructura. Para un edificio, las cargas muertas las componen los pesos de las losas, vigas, columnas,

muros, techos, ventanas, puertas, instalaciones (drenajes, hidráulicas, eléctricas, otras.), acabados y otros. Estas cargas se determinan con bastante exactitud, dependiendo de los materiales que se utilicen, los pesos se determinan a partir de las densidades y tamaños.

Integración de cargas verticales

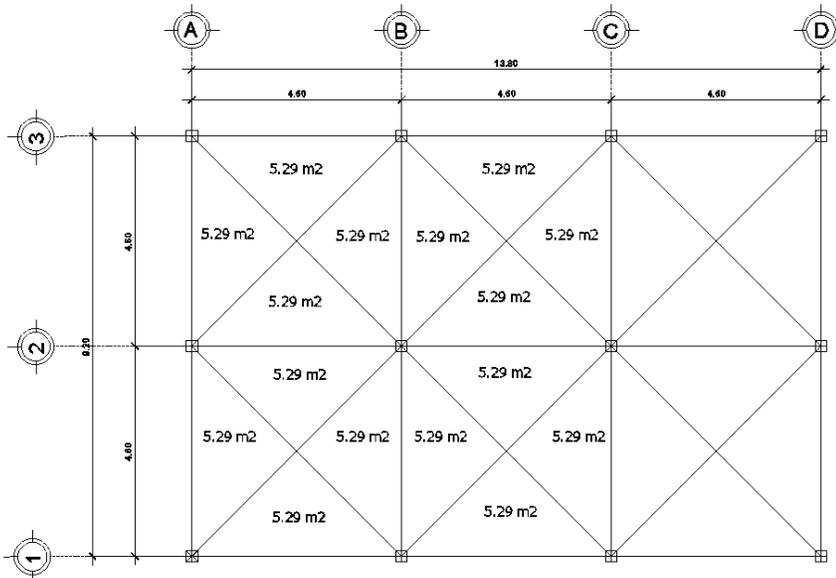
Figura 3. **Planta segundo nivel**



Fuente: elaboración propia.

Integración de cargas para el marco B (marco crítico)

Figura 4. **Planta de áreas tributarias**



Fuente: elaboración propia.

Primer nivel

Sección de viga = 45cm * 25 cm

Peso del concreto (P_c) = 2 400 kg/m³

Espesor de losa (t) = 11cm

Peso de acabados (P_a) = 30 kg/m²

Carga viva (CV) = 250 kg/m²

Muros = 200 kg/m²

Altura de muros = 3 m

Carga muerta distribuida

$$CM = P_m + P_{losa} + P_{pv} + P_a$$

$$CM = (200 \text{ kg/m}^2 * 3 \text{ m}) * (2 \text{ 400 kg/m}^3 * 0,11 \text{ m} * 10,58 \text{ m}^2 / 4,6 \text{ m}) + (0,45 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * 2 \text{ 400 kg/m}^3) + (30 \text{ kg/m}^2 * 4,6 \text{ m})$$

$$CM = 1 \text{ 615,2 kg/m}$$

Carga viva distribuida

$$CV = c_v * \text{área/l}$$

$$CV = 250 \text{ kg/m}^2 * 10,58 \text{ m}^2 / 4,6 \text{ m} = 575 \text{ kg/m}$$

Segundo nivel

Sección de viga = 45cm * 25 cm

Peso del concreto (P_c) = 2 400 kg/m³

Espesor de losa (t) = 11 cm

Peso de acabados (P_a) = 30 kg/m²

Carga viva (C_v) = 200 kg/m²

Carga muerta distribuida

$$CM = P_{losa} + P_{pv} + P_a$$

$$CM = (2 \text{ 400 kg/m}^3 * 0,11 \text{ m} * 10,58 \text{ m}^2 / 4,6 \text{ m}) + (0,45 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * 2 \text{ 400 kg/m}^3) + (30 \text{ kg/m}^2 * 4,6 \text{ m})$$

$$CM = 1 \text{ 015,2 kg/m}$$

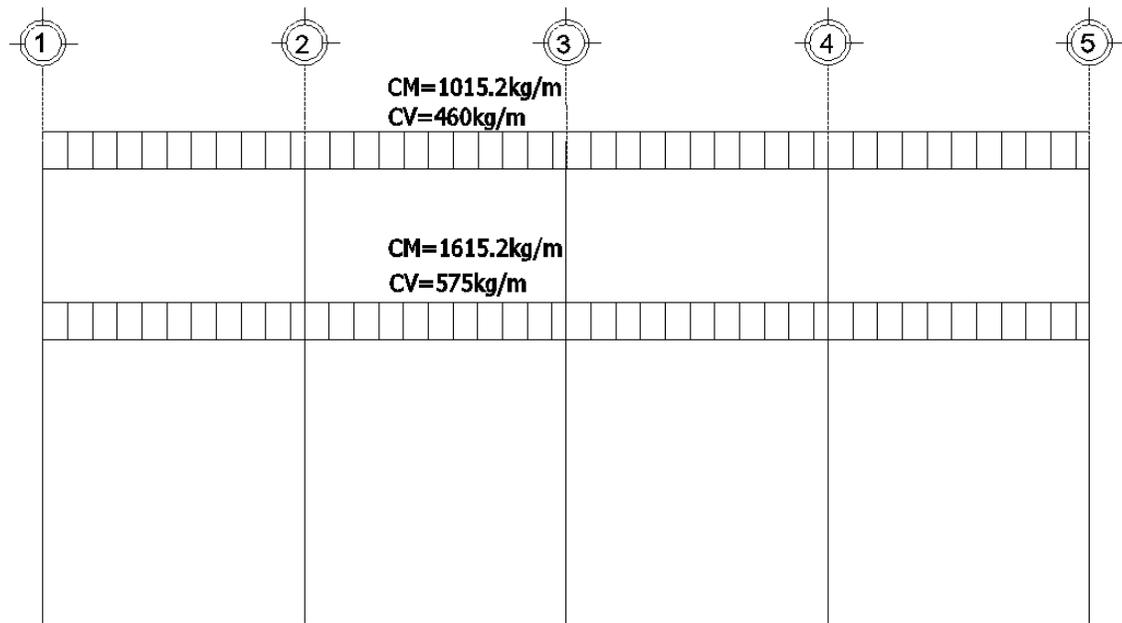
Carga viva distribuida

$$CV = c_v * \text{área/l}$$

$$CV = 200 \text{ kg/m}^2 * 10,58 \text{ m}^2 / 4,6 \text{ m} = 460 \text{ kg/m}$$

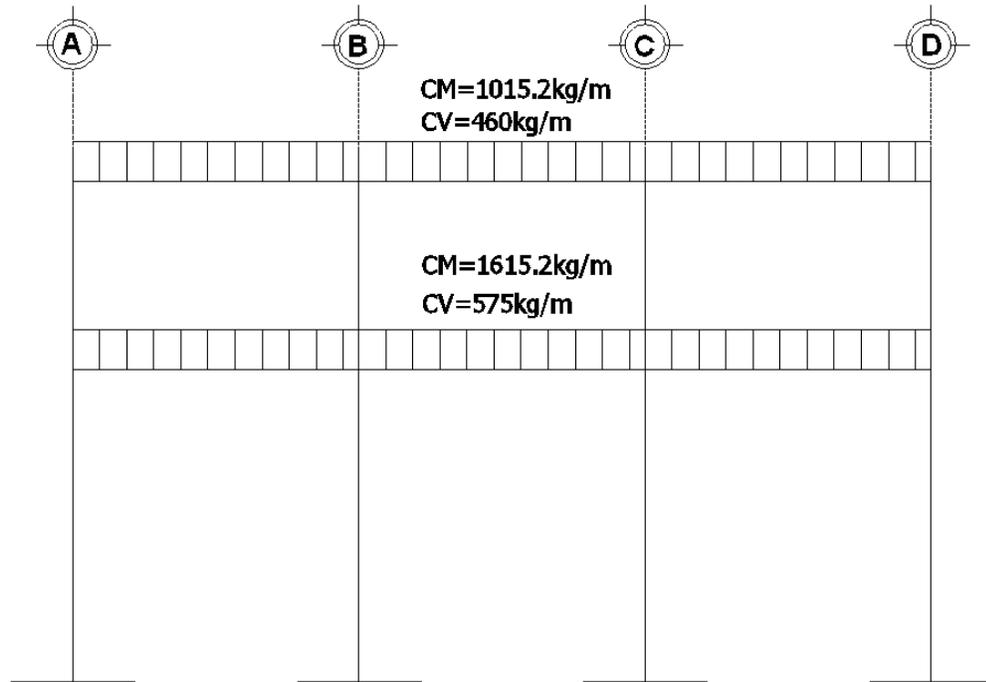
Como las vigas poseen las mismas características, este procedimiento se aplicó a todos los marcos de la estructura. Las figuras 5 y 6 muestran los modelos de carga muerta y viva

Figura 5. **Carga muerta y carga viva, marco B**



Fuente: elaboración propia.

Figura 6. **Carga muerta y carga viva, marco 2**



Fuente: elaboración propia.

2.1.4.3.2. Cargas horizontales en marcos dúctiles

Las cargas horizontales son producidas por el viento, impacto o por sismo. En el análisis de la estructura se consideró la fuerza producida por el sismo, puesto que la altura del edificio es pequeña.

Fuerzas sísmicas

La carga sísmica depende del peso de la estructura. Se considera que la estructura se mantiene fija en su base siendo este el punto de aplicación de la

fuerza. A esta fuerza se le llama corte basal (V) y ésta es transmitida a los elementos estructurales de forma proporcional a sus rigideces y posición con respecto a su centro de rigidez.

Guatemala es un país con riesgo sísmico, por tal razón se diseñan los edificios tomando en cuenta este fenómeno. Para encontrar las fuerzas sísmicas, se aplicará el método SEAOC.

En este método, se utiliza la siguiente fórmula para encontrar el corte de basal.

$$V = ZIKCSW$$

Donde: $ZIKCSW$, son coeficientes que dependen del tipo de estructura, suelo, importancia de la estructura posterior al sismo, intensidad del sismo y zona sísmica.

V = corte de basal o corte en la base

$Z = 1$; coeficiente de riesgo sísmico que depende de la zona. El edificio se construirá en la zona 1

$I = 1,25$; este coeficiente depende del uso que se le va a dar a la estructura después de que ocurra el evento, en este caso es para una estación de bomberos

$K = 0,67$; coeficiente que depende del tipo de estructura, considera la propiedad de absorción de energía inelástica de los marcos resistentes a los momentos, también la redundancia de los marcos, o la segunda línea de defensa presente

en la mayor parte de los marcos completos, aunque no estén diseñados para resistir cargas laterales. Los edificios que no poseen, por lo menos, un marco espacial de apoyo de cargas verticales se le asignan un valor alto para $K=0.67$, es el valor sugerido por la *Uniform Building Code*, para marcos dúctiles con nudos rígidos

$C = \frac{1}{15\sqrt{T}}$; se conoce también como el coeficiente sísmico. T es el período fundamental de vibración de la estructura, en segundos; se obtiene $T = \frac{0,09 * h}{\sqrt{b}}$, donde h = es la altura de la base al nivel más alto, b = la dimensión de entrepiso, en dirección paralela a las fuerzas aplicadas.

El valor C debe ser menor que 0,12, si resulta mayor que 0,12 se debe usar 0,12. De igual manera el producto de C*S no debe ser mayor que 0,14 o de lo contrario se usará este último.

sentido X

$$C = \frac{1}{15\sqrt{T}}$$

$$T = \frac{0,09 * h}{\sqrt{b}} = \frac{0,09 * 7,58}{\sqrt{13,95}} = 0,1826$$

$$C = \frac{1}{15\sqrt{0,1826}} = 0,156, \text{ por tanto usar } 0,12$$

sentido y

$$C = \frac{1}{15\sqrt{T}} =$$

$$T = \frac{0,09 * h}{\sqrt{b}} = \frac{0,09 * 7,58}{\sqrt{18,55}} = 0,033$$

$$C = \frac{1}{15\sqrt{0,033}} = 0,367, \text{ por tanto usar } 0,12$$

S = este coeficiente depende del tipo de suelo, y cuando se desconocen las propiedades, se utilizar el mayor, S = 1,5

En x $C*S = 0,12 * 1,5 = 0,18$, por lo tanto usar 0,14

En y $C*S = 0,12*1,5 = 0,18$, por lo tanto usar 0,14

W = peso propio de la estructura más el 25% de las cargas vivas.

Cálculo del corte basal:

Peso del segundo nivel

Carga muerta:

$$W_{\text{losa}} = 2\,400 \text{ kg/m}^3 * (18,55 \text{ m} * 13,95) * 0,11 \text{ m} = 68\,315,95 \text{ kg}$$

$$W_{\text{vigas}} = 2\,400 \text{ kg/m}^3 * 0,45 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * (4,6 \text{ m} * 31) = 38\,502 \text{ kg}$$

$$W_{\text{acabados}} = 30 \text{ kg/m}^2 * 258,77 \text{ m}^2 = 7\,763,1 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columnas}} = 2\,400 \text{ kg/m}^3 * 0,35 \text{ m} * 0,35 \text{ m} * 1,83 \text{ m} * 20 = 10\,760,40 \text{ kg}$$

$$W_{\text{total}} = 125\,341,45 \text{ kg}$$

Carga viva:

$$W_{\text{viva}} = 258,77 \text{ m}^2 * 200 \text{ kg/m}^2 = 51\,754 \text{ kg}$$

$$W_{\text{nivel 2}} = 125\,341,45 \text{ kg} + 0,25 * 51\,754 \text{ kg} = 138\,279,95 \text{ kg}$$

Peso del primer nivel

Carga muerta

$$W_{\text{losa}} = 2\,400 \text{ kg/m}^3 * ((18,55 * 13,95) - (2,9 * 4,22)) * 0,11 \text{ m} = 65\,085,11 \text{ kg}$$

$$W_{\text{vigas}} = 2\,400 \text{ kg/m}^3 * 0,45 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * 4,6 \text{ m} * 31 = 38\,502 \text{ kg}$$

$$W_{\text{acabados}} = 30 \text{ kg/m}^2 * ((18,55 * 13,95) - (2,9 * 4,22)) = 7\,396,04 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columnas}} = 2\,400 \text{ kg/m}^3 * 0,35 \text{ m} * 0,35 \text{ m} * 5,43 \text{ m} * 20 = 31\,928,40 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muros}} = 23 * 4,6 \text{ m} * 3,66 \text{ m} * 200 \text{ kg/m}^2 = 77\,445,60 \text{ kg}$$

$$W_{\text{total}} = 220\,357,15 \text{ kg}$$

carga viva

$$W_{\text{viva}} = ((18,55 * 13,95) - (2,9 * 4,22)) * 250 \text{ kg/m}^2 = 61\,633,62 \text{ kg}$$

$$W_{\text{nivel 1}} = 220\,357,15 \text{ kg} + 0,25 * 61\,633,62 \text{ kg} = 235\,765,56 \text{ kg}$$

$$\text{peso del edificio} = W_{\text{nivel 2}} + W_{\text{nivel 1}} = 138\,279,95 \text{ kg} + 235\,765,56 \text{ kg} = 374\,045,51 \text{ kg}$$

Corte basal

$$V = ZIKCSW$$

$$V = 1 * 1,25 * 0,67 * 0,14 * W$$

$$V = 0,1172 * 374\,045,51 \text{ kg}$$

$$V = 43\,838,13 \text{ kg}$$

Fuerzas por nivel

El corte basal produce una distribución de fuerzas en cada piso. Las fuerzas por piso se calculan a partir de la ecuación:

$$F_i = \frac{(V - F_t) * W_i H_i}{\sum W_i H_i}$$

Donde

W_i = peso de cada nivel

H_i = altura de cada nivel

V = corte basal

F_t = fuerza en la cúspide

F_i = fuerza por nivel

Fuerza concentrada en la cúspide; según las condiciones siguientes:

Si $T < 0,25$ segundos, $F_t = 0$

Si $T \geq 0,25$ segundos; calcular $F_t = 0,07 * T * V$

T = período fundamental de la estructura.

En este cálculo la fuerza en la cúspide F_t es igual a 0 en los dos sentidos, ya que T_x y T_y son menores a 0,7 segundos, quedando la ecuación para ambos sentidos de la siguiente manera:

$$F_i = \frac{V * W_i H_i}{\sum W_i H_i}$$

como $V_x = V_y$ entonces $F_{ix} = F_{iy}$, por lo que solo analiza en un sentido.

Fuerza en el primer nivel

$$F_{x1} = F_{y1} = \frac{43\,838,13 \text{ kg} * 3,6 \text{ m} * 235\,765,56 \text{ kg}}{(3,6 \text{ m} * 235\,765,56 \text{ kg} + 7,68 \text{ m} * 138\,279,95 \text{ kg})} = 19\,472,96 \text{ kg}$$

Fuerza en el segundo nivel

$$F_{2x} = F_{2y} = \frac{43\,838,13 \text{ kg} * 7,68 \text{ m} * 138\,279,95 \text{ kg}}{(3,6 \text{ m} * 235\,765,56 \text{ kg} + 7,68 \text{ m} * 138\,279,95 \text{ kg})} = 24\,365,17 \text{ kg}$$

Fuerzas por marco

Determinar las fuerzas por marco, consiste simplemente en dividir el corte por nivel dentro del número de marcos que soportan dicha fuerza. Indica

cuando hay simetría en la estructura, de lo contrario debe determinarse las fuerzas por torsión.

Como se conoce que en el sentido X e Y, actúan cuatro y cinco marcos respectivamente, que soportan dichas fuerzas, se operan los marcos de la siguiente manera:

sentido x

$$F_{1x} = \frac{19\,472,96 \text{ kg}}{5} = 3\,894,59 \text{ kg}$$

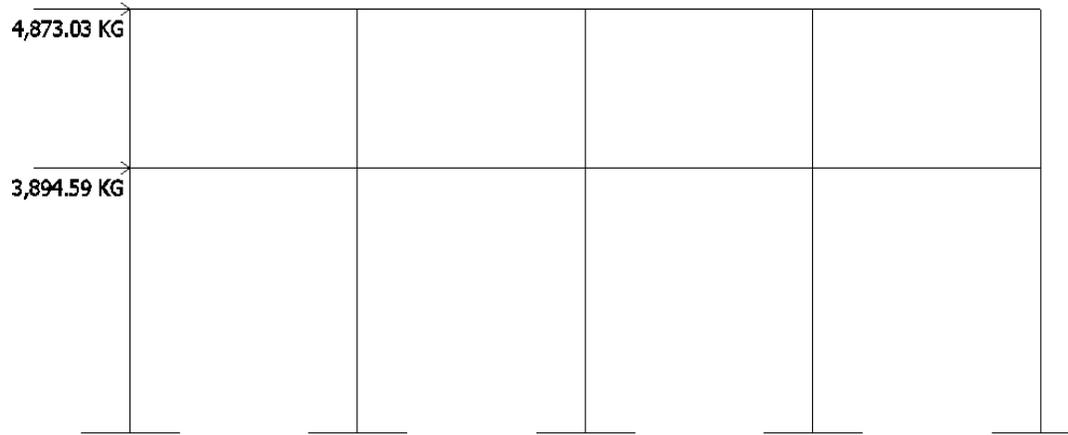
$$F_{2x} = \frac{24\,365,17 \text{ kg}}{5} = 4\,873,03 \text{ kg}$$

sentido y

$$F_{1y} = \frac{19\,472,96 \text{ kg}}{4} = 4\,868,24 \text{ kg}$$

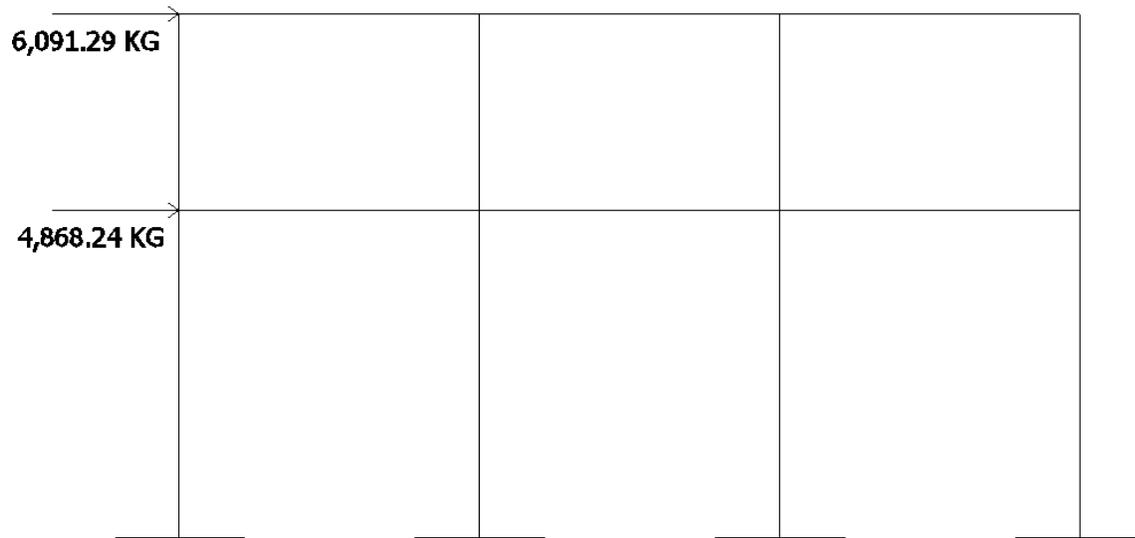
$$F_{2y} = \frac{24\,365,17 \text{ kg}}{4} = 6\,091,29 \text{ kg}$$

Figura 7. **Fuerza de sismo, marco B**



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **Fuerza de sismo, marco 2**



Fuente: elaboración propia.

2.1.4.3.3. Análisis de marcos dúctiles utilizando *software* y comprobación por medio de un método numérico

El *software* utilizado para el análisis estructural fue ETABS versión 9.5, el programa trabaja con un método matricial, este toma en cuenta las propiedades mecánicas de cada material, a manera de comprobación se analizó la estructura con el método de análisis aproximado Kanni, los resultados de ambos métodos variaron en un margen del 8 por ciento en los elementos medidos a ejes (vigas) y 15 por ciento en los elementos en los que el programa calcula los esfuerzos al rostro (columnas), se diseñó con los valores obtenidos del método numérico.

Los momentos positivos se encuentran con base en la siguiente fórmula:

$$M_{AB}^+ = \frac{wl^2}{8} - \frac{(M_{AB}^- + M_{BA}^-)}{2}$$

M_{AB}^+ = Momento positivo en el tramo AB

W = carga distribuida

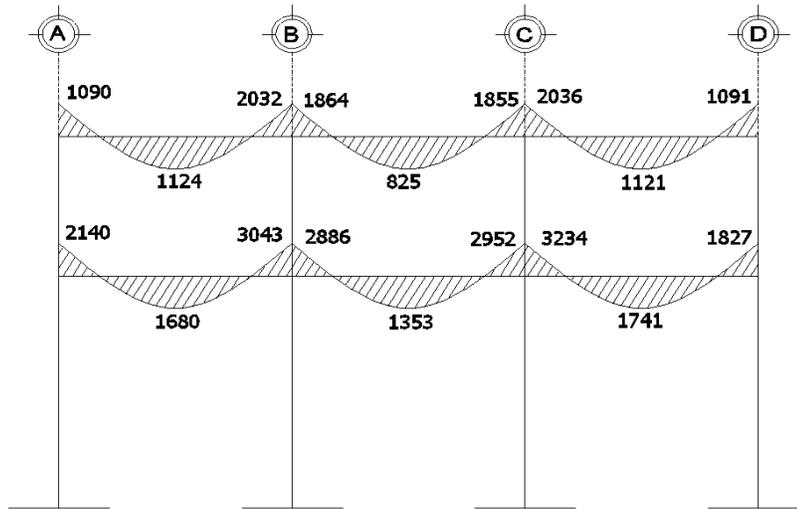
l = longitud del tramo

M_{AB}^- = momento negativo de A hacia B

M_{BA}^- = momento negativo de B hacia A

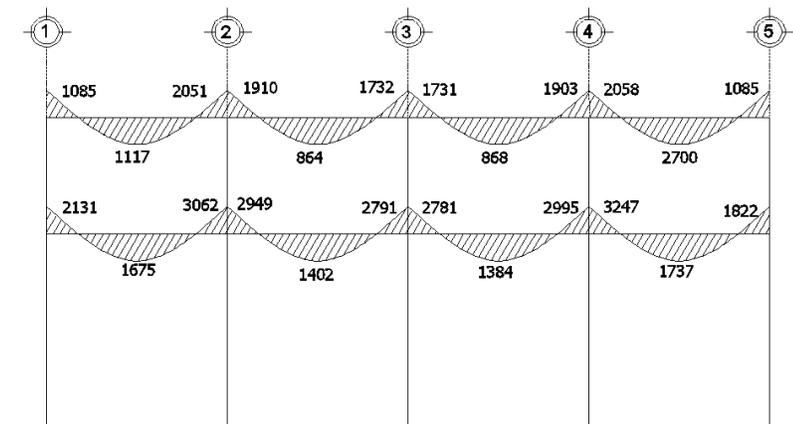
A continuación los diagramas de los resultados del análisis estructural:

Figura 9. **Momentos por carga muerta en vigas sentido X (kg-m)**



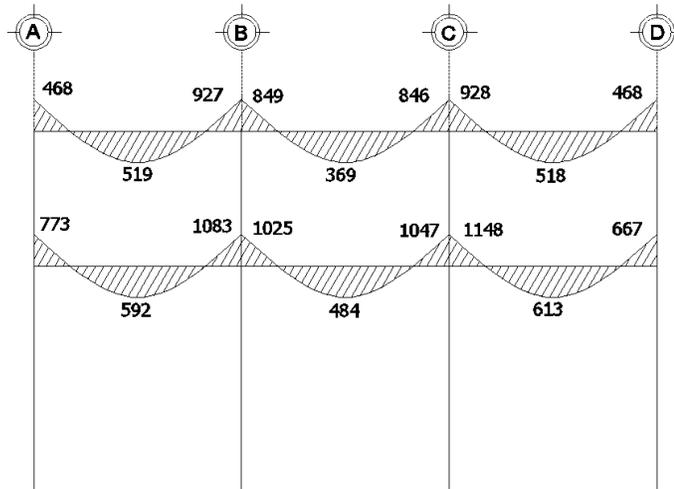
Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Momentos por carga muerta en vigas sentido Y (kg-m)**



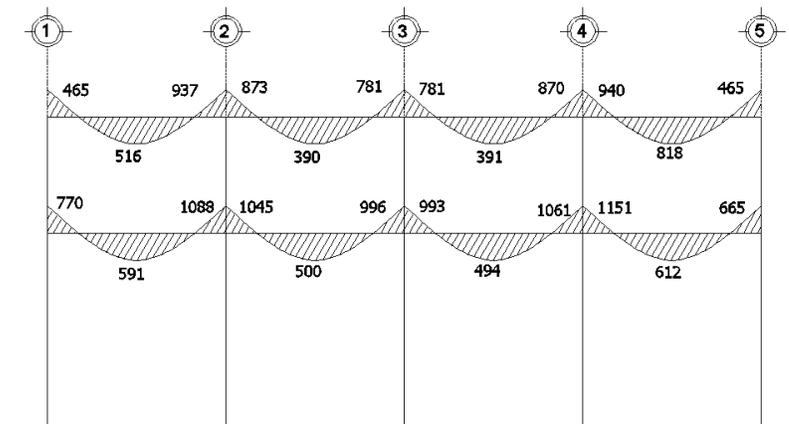
Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Momentos por carga viva en vigas sentido X (kg-m)**



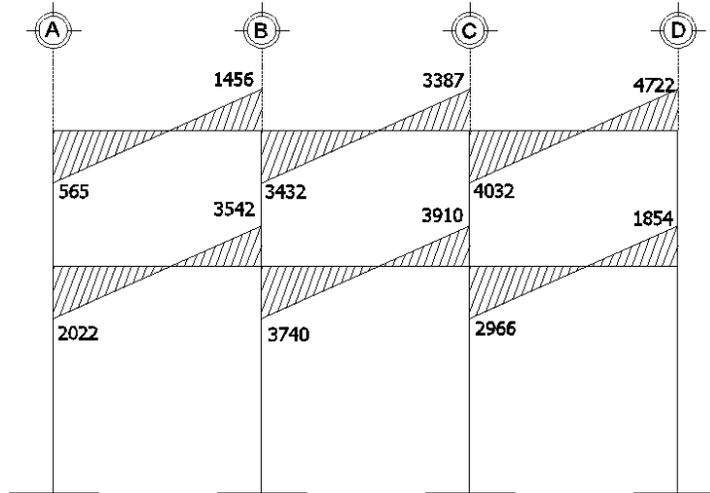
Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Momentos por carga viva en vigas sentido Y (kg-m)**



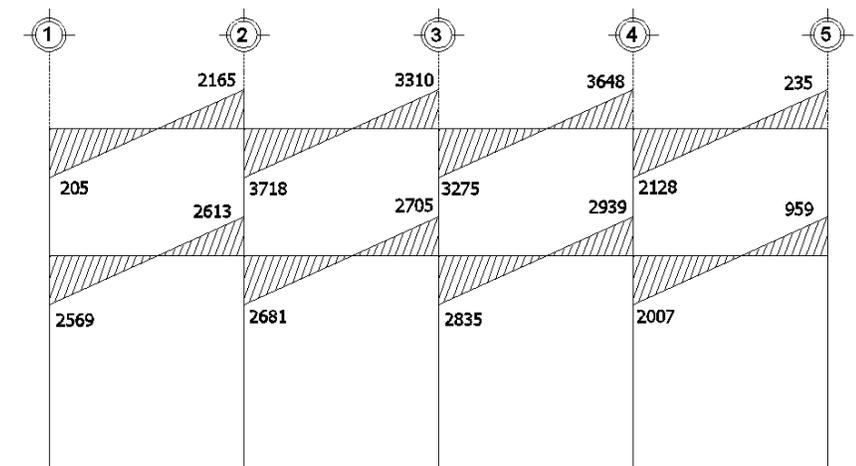
Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **Momentos por carga de sismo en vigas sentido X (kg-m)**



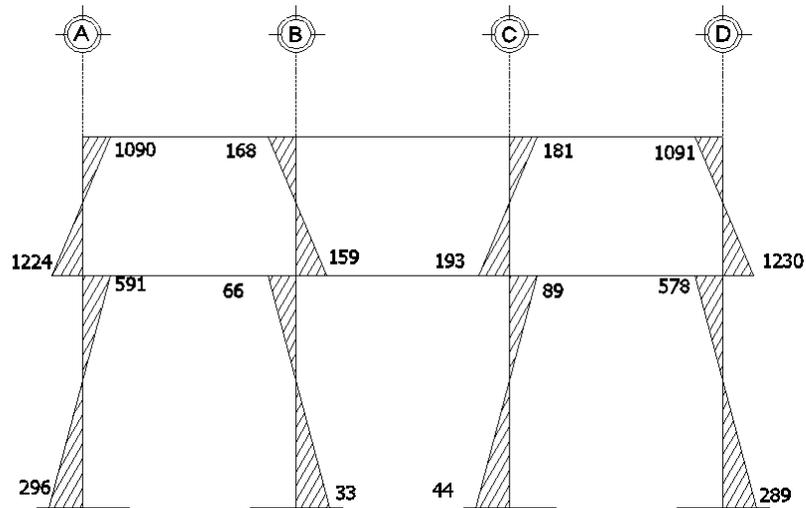
Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **Momentos por de carga sismo en vigas sentido Y (kg-m)**



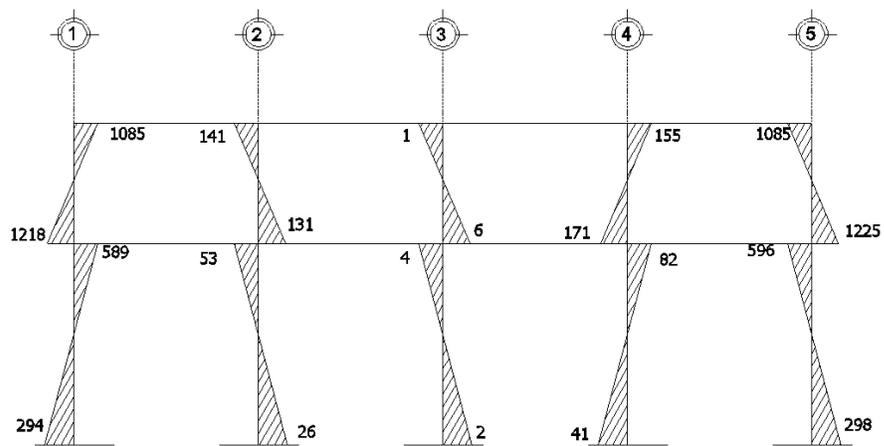
Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Momentos por carga muerta en columnas sentido X (kg-m)**



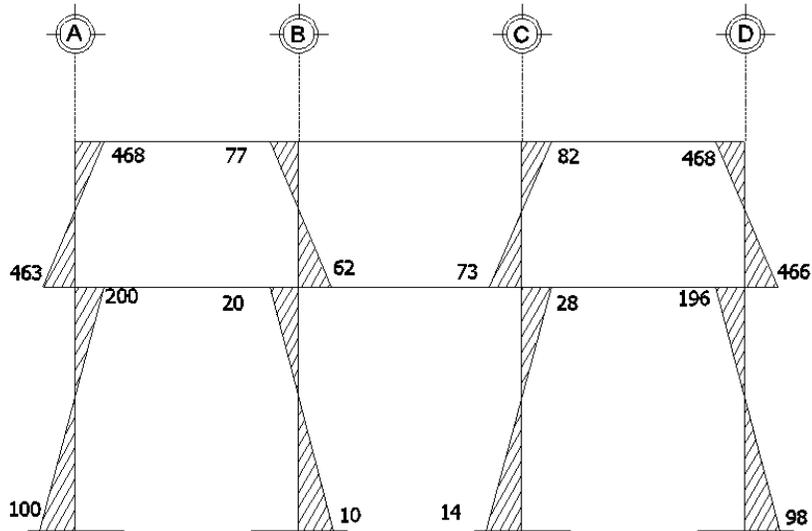
Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Momentos por carga muerta en columnas sentido Y (kg-m)**



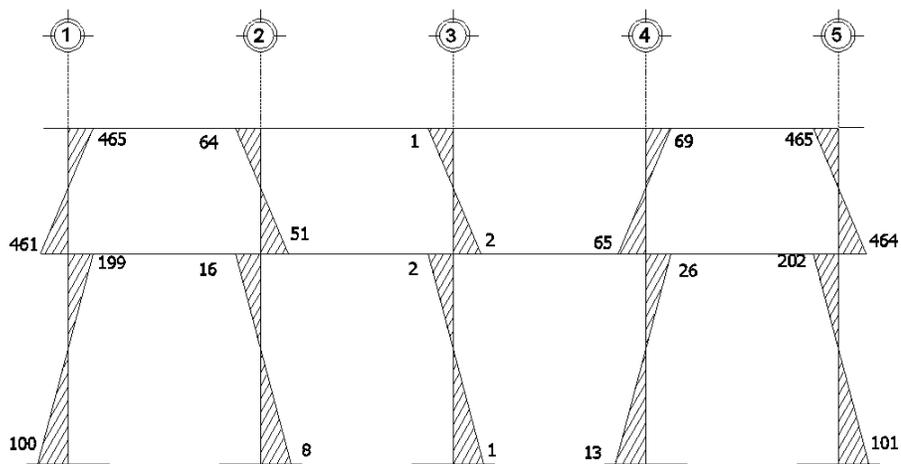
Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Momentos por carga viva en columnas sentido X (kg-m)**



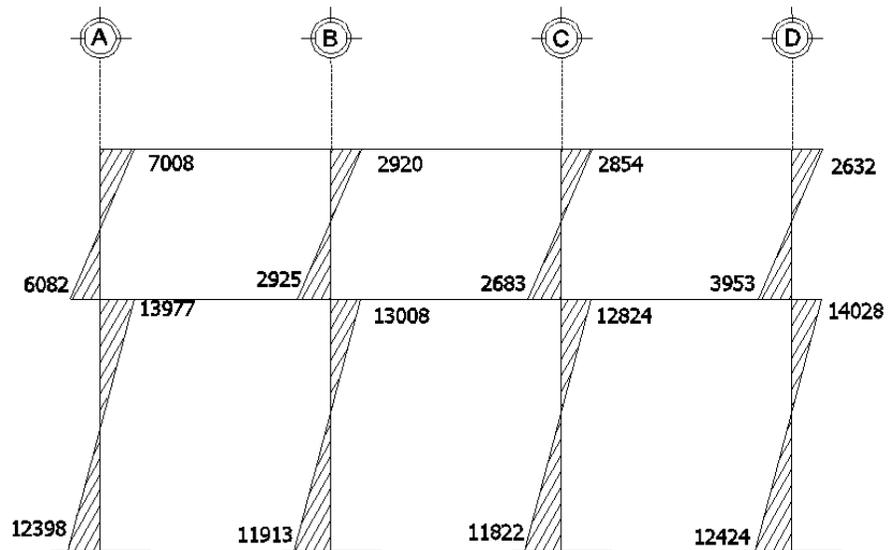
Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Momentos por carga viva en columnas sentido Y (kg-m)**



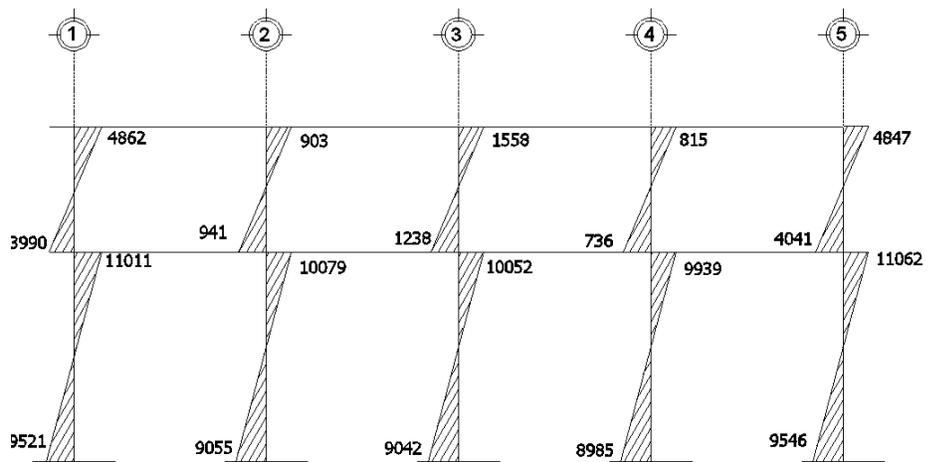
Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Momentos por carga de sismo en columnas sentido X (kg-m)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Momentos por carga de sismo en columnas sentido Y (kg-m)**



Fuente: elaboración propia.

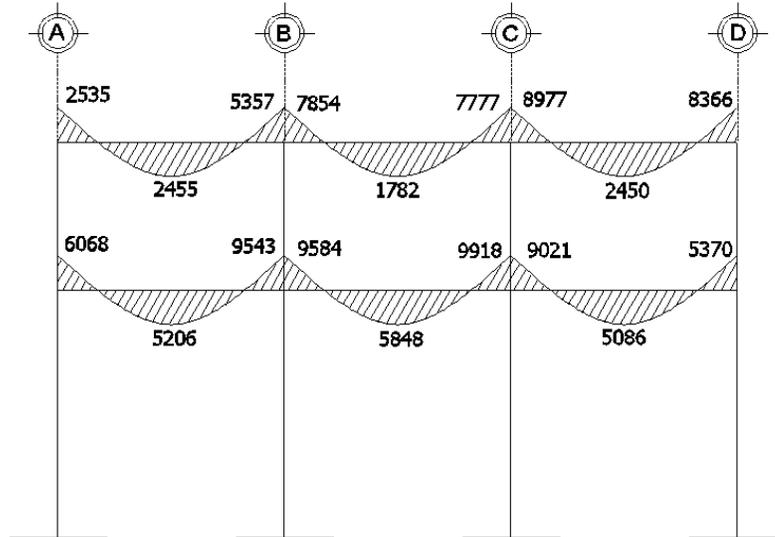
2.1.4.3.4. Momentos últimos por envolvente de momentos

La envolvente de momentos, es la representación de los esfuerzos máximos que ocurren al superponer los efectos de las cargas muerta, viva, y sismo, las combinaciones que se usan son del código ACI para concreto reforzado. La fuerza de corte y momentos flectores, se toman a rostro para el diseño estructural. Para diseño se toman los valores máximos.

- Para los momentos últimos negativos en vigas:
 $M(-) = 0,75(1,4MCM + 1,7MCV + 1,87MS)$
 $M(-) = 0,75(1,4MCM + 1,7MCV - 1,87MS)$
- Para los momentos últimos de inversión en vigas:
 $Mi = 0,90MCM + 1,43MS$
 $Mi = 0,90MCM - 1,43MS$
- Para los momentos últimos positivos en vigas:
 $M(+) = 1,4MCM + 1,7MCV$
- Para los momentos últimos en columnas:
 $Mc = 0,75(1,4MCM + 1,7MCV + 1,87MS)$
 $Mc = 0,75(1,4MCM + 1,7MCV - 1,87MS)$

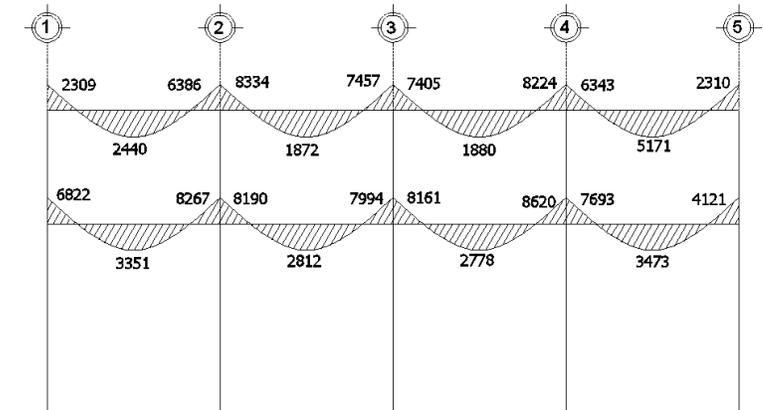
A continuación se muestran los diagramas obtenidos de la envolvente para cada marco:

Figura 21. **Envolvente de momentos en vigas sentido X (kg-m)**



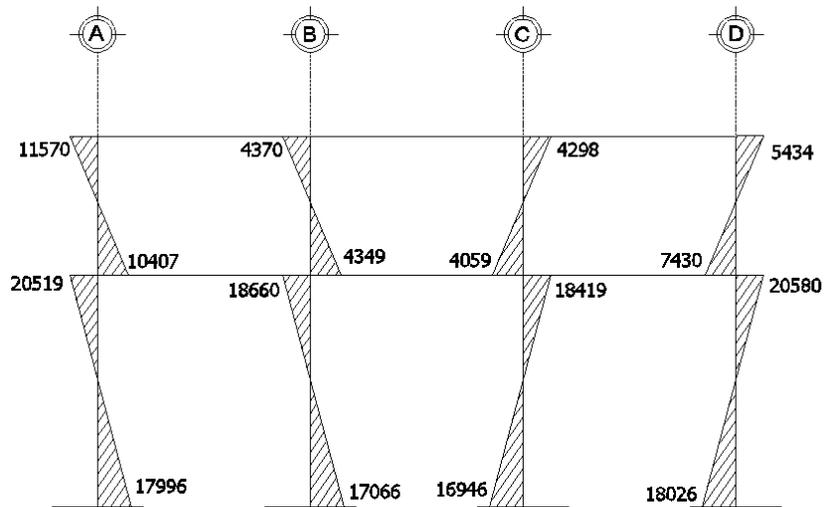
Fuente: elaboración propia.

Figura 22. **Envolvente de momentos en vigas sentido Y (kg-m)**



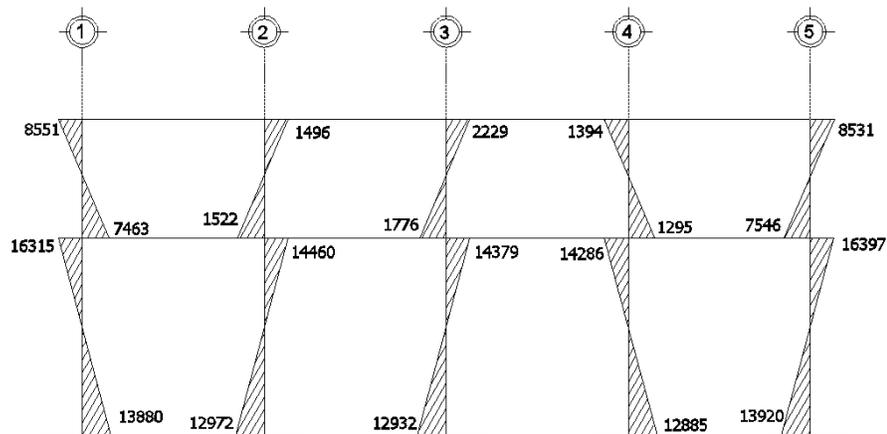
Fuente: elaboración propia.

Figura 23. **Envolvente de momentos en columnas sentido X (kg-m)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 24. **Envolvente de momentos en columnas sentido Y (kg-m)**



Fuente: elaboración propia.

2.1.4.3.5. Diagramas de momentos y corte

Los diagramas de la envolvente de momentos han sido mostrados de la figura 25 a la figura 28.

Los cortes en los marcos, se calculan con las fórmulas siguientes:

Corte en vigas:

$$V_v = 0,75 * \left[\frac{1,4(W_{cm} * L)}{2} + \frac{1,7(W_{cv} * L)}{2} + \frac{1,87 \sum M_s}{L} \right]$$

Corte en columnas:

$$V_{col} = \frac{\sum M_{col}}{L}$$

Corte en marco crítico:

Viga G-H del primer nivel marco 2:

$$V = 0,75 * \left[\frac{1,4(1\ 615,2 * 4,6)}{2} + \frac{1,7(575 * 4,6)}{2} + \frac{1,87(2\ 338,30 + 1\ 650,31)}{3} \right]$$

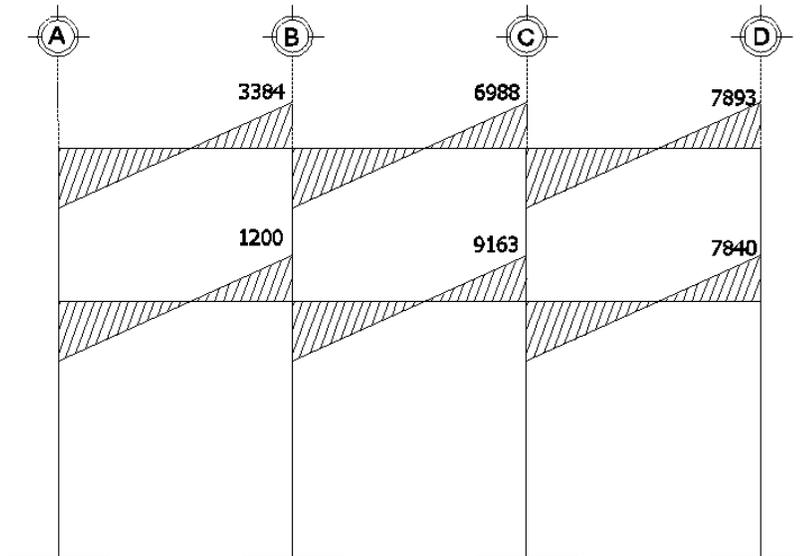
$$V = 7\ 451,57 \text{ kg}$$

Columna E-I del marco 2:

$$V_{col} = \frac{8\ 280\text{kgm} + 3\ 521\text{kgm}}{3,66\text{m}} = 3\ 224 \text{ kg}$$

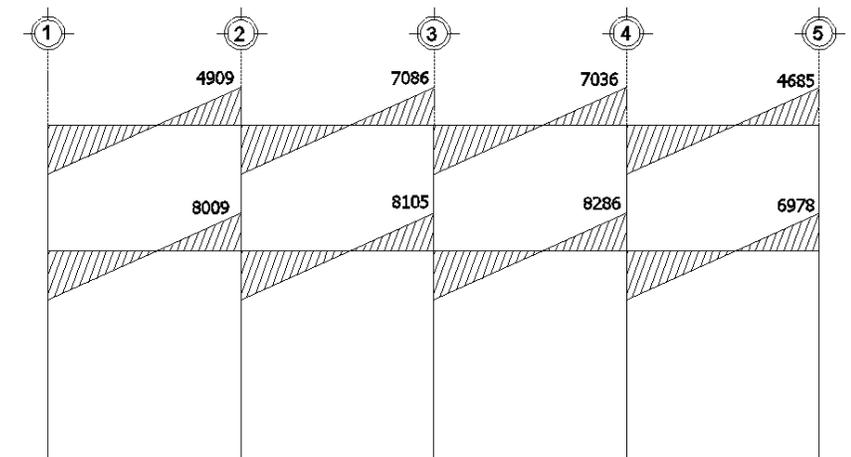
El procedimiento para los demás elementos fue el mismo, a continuación los diagramas de corte para los marcos críticos:

Figura 25. Diagrama de corte en vigas sentido X (kg)



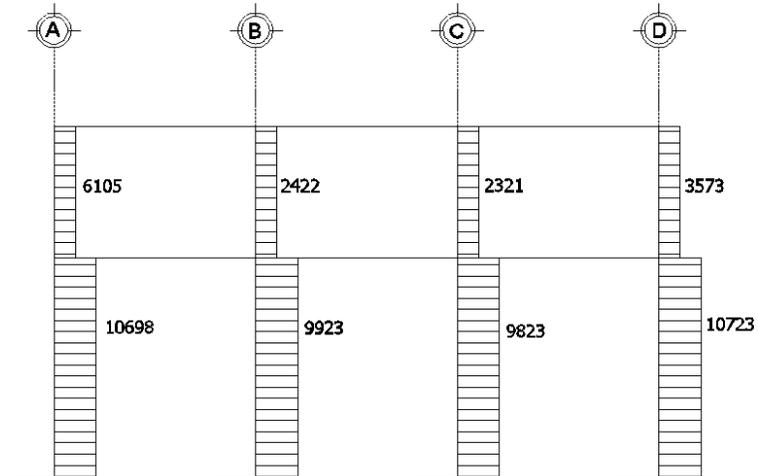
Fuente: elaboración propia.

Figura 26. Diagrama de corte en vigas sentido Y (kg)



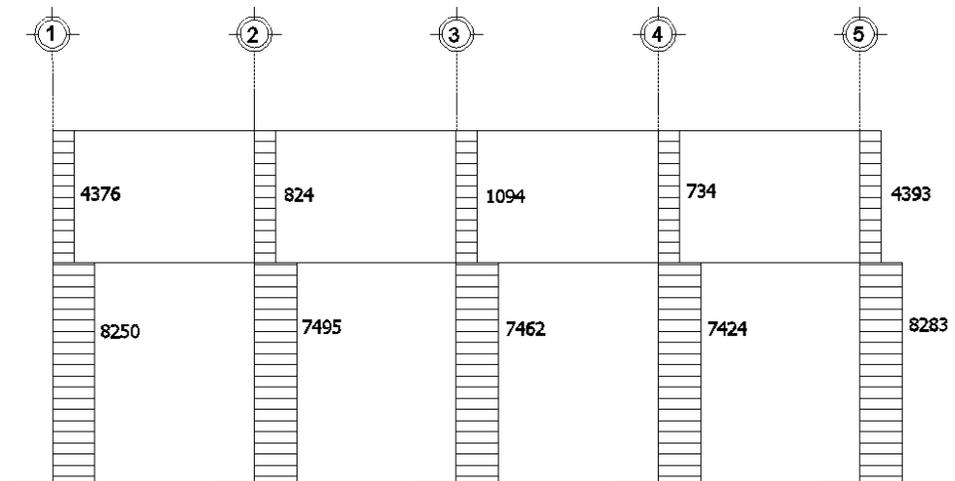
Fuente: elaboración propia.

Figura 27. Diagrama de corte en columnas sentido X (kg)



Fuente: elaboración propia.

Figura 28. Diagrama de corte en columnas sentido Y (kg)



Fuente: elaboración propia.

2.1.5. Diseño estructural

Se realiza a partir de un adecuado balance entre las funciones propias que un material puede cumplir, a partir de sus características naturales específicas, sus capacidades mecánicas y el menor costo que puede conseguirse.

2.1.5.1. Losas

En el diseño de las losas según el criterio de la relación de sus aristas, se aplicó el método 3 ACI 318.

Relación de lados de las losas:

Losas 1,3-12:

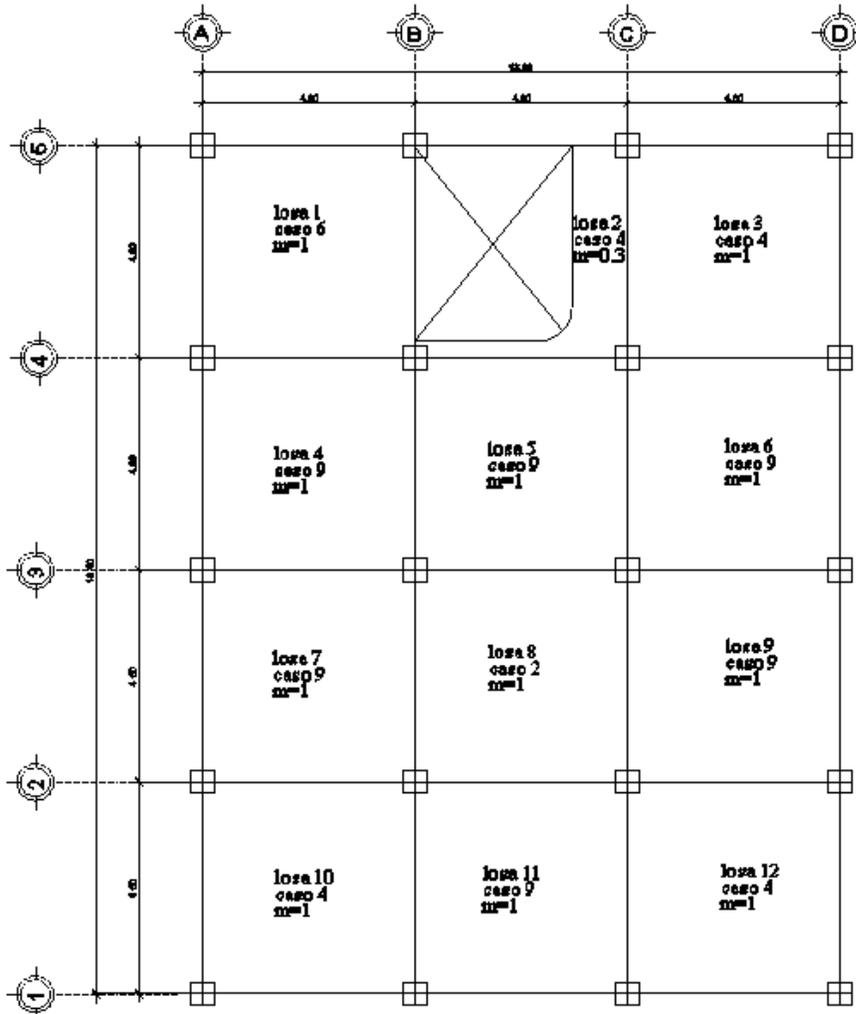
$$m = \frac{A}{B} = \frac{4,6}{4,6} = 1$$

Losas 2:

$$m = \frac{A}{B} = \frac{1,28}{4,23} = 0,30$$

Por lo tanto las losas 1,3-12 serán diseñadas en dos sentidos ya que $m > 0,5$, la losa 2 será diseñada en un sentido ya que $m < 0,5$, para determinar los casos propuestos por método 3 del ACI 318-08 se utilizaron las tablas del Anexo 5.

Figura 29. Planta de losas del primer nivel



Fuente: elaboración propia.

Datos:

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

$$f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{peso del concreto} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{\text{acabados}} = 30 \text{ kg/m}^2$$

espesor de losa= 0,11m

$$W_{\text{losa}} = 2400 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,11 \text{ m} = 266,67 \text{ kg/m}^2$$

$$CV = 250 \text{ kg/m}^2$$

Integración de cargas:

$$CUT = CMU + CVU = 1,4(CM) + 1,7(CV)$$

Losas 1,3-12

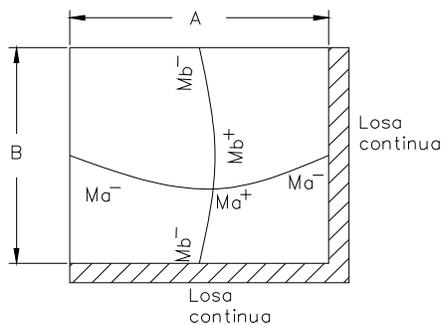
$$CUT = 1,4(30 \text{ kg/m}^2 + 266,67 \text{ kg/m}^2) + 1,7(250 \text{ kg/m}^2) = 840,34 \text{ kg/m}^2$$

Losa 2

$$CUT = 1,4(30 \text{ kg/m}^2 + 266,67 \text{ kg/m}^2) + 1,7(250 \text{ kg/m}^2) = 840,34 \text{ kg/m}^2$$

Cálculo de momentos:

Figura 30. **Determinación de los momentos en losas**



Momentos actuantes según coeficientes:

$$Ma^+ = Ca^+(CVu)(a)^2 + Ca^+(CMu)(a)^2$$

$$Mb^+ = Cb^+(CVu)(b)^2 + Cb^+(CMu)(b)^2$$

$$Ma^- = Ca^-(Cut)(a)^2$$

$$Mb^- = Cb^-(Cut)(b)^2$$

Fuente: elaboración propia.

a = lado corto de losa

b = lado largo de losa

$Ca^{+/-}$, $Cb^{+/-}$ = factores dados por relación a/b

Ma^- , Mb^- = momentos negativos en losa

Ma^+ , Mb^+ = momentos positivos en losa

En losas sin continuidad el momento negativo es igual:

$$Ma^- = 1/3 * Ma^+$$

$$Mb^- = 1/3 * Mb^+$$

Losa 1:

m=1, caso 6 (ver tablas anexo 5)

Momentos negativos:

$$Ma^- = Ca^-(Cut)(a)^2$$

$$Ma^- = 0,071(840,34)(4,6)^2 = 1\,262,49\text{kg-m}$$

Momentos positivos:

$$Ma^+ = Ca^+(CVu)(a)^2 + Ca^+(CMu)(a)^2$$

$$Ma^+ = 0,035(1,7*250)(4,6)^2 + 0,033(1,4*296,67)(4,6)^2 = 604,78\text{kg-m}$$

$$Mb^+ = Cb^+(CVu)(b)^2 + Cb^+(CMu)(b)^2$$

$$Mb^+ = 0,032(1,7*250)(4,6)^2 + 0,027(1,4*296,57)(4,6)^2 = 525,07\text{kg-m}$$

Momentos negativos en lado de losa sin continuidad:

$$Ma^- = 1/3 * Ma^+ = 1/3 * (604,78\text{kg-m}) = 201,59\text{kg-m}$$

$$Mb^- = 1/3 * Mb^+ = 1/3 * (525,07\text{kg-m}) = 175,02\text{kg-m}$$

Para la losa 2, la cual trabaja en un sentido, se analizará de la siguiente manera:

$$M- = \frac{CU_{tot} * t^2}{10}$$

$$M- = \frac{840,34 * 1,28^2}{10} = 137,68 \text{ kg-m}$$

$$M+ = \frac{CU_{tot} * t^2}{9}$$

$$M- = \frac{840,34 * 1,28^2}{9} = 152,98 \text{ kg-m}$$

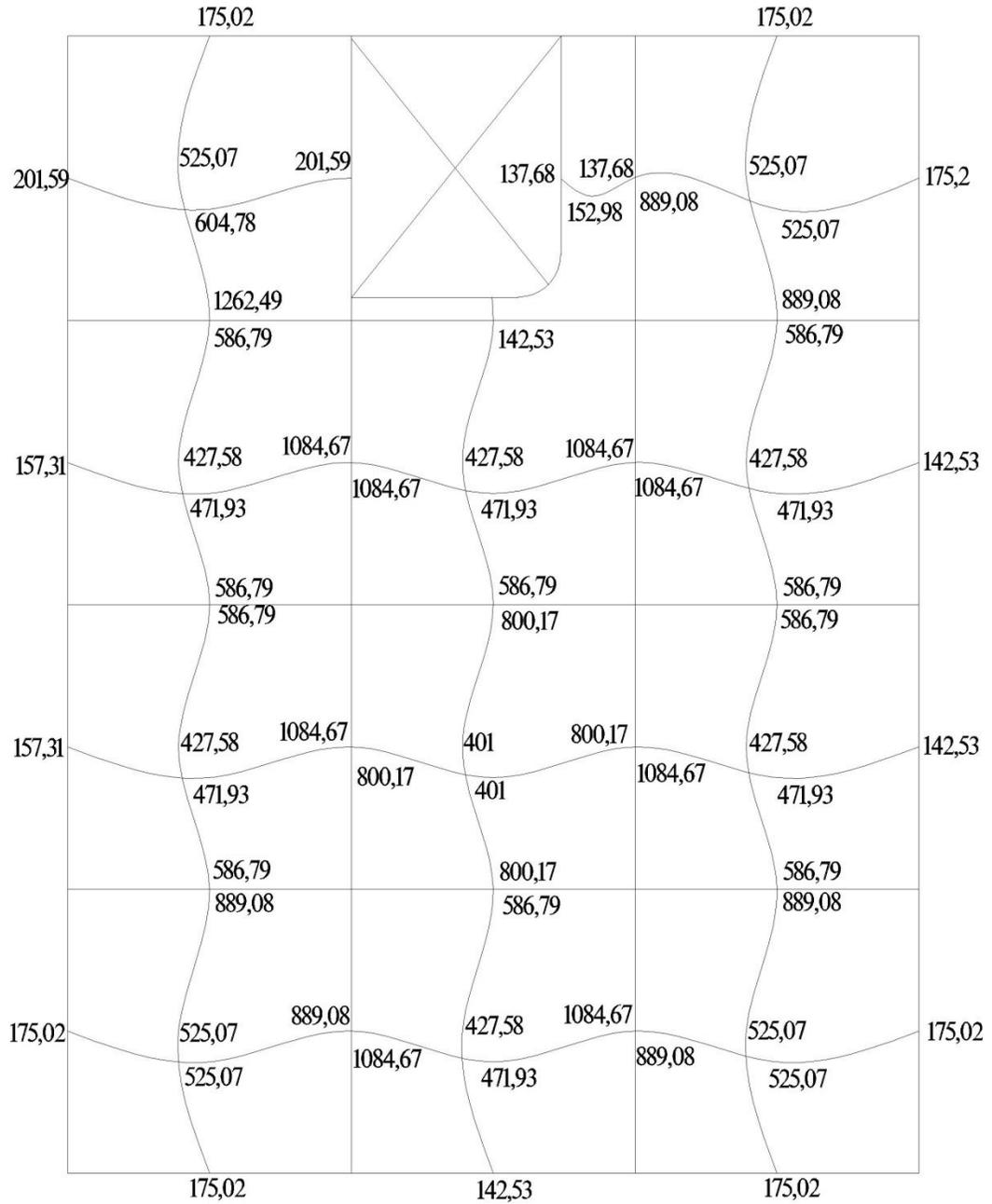
Este procedimiento se aplicó a todas las losas:

Tabla III. **Resumen de cálculo de momentos en losas**

LOSA	A	B	m	caso	CVU	CMU	Ca neg	Cb neg	momento -		Ca cm	Cb cm	Ca cv	Cb cv	momento +		mom. - sin cont.	
									Ma neg	Mb neg					Ma pos	Mb pos	Ma neg	Mb neg
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	-	0,033	0,027	0,035	0,032	0,00	0,00	0,00	0,00
1,3,10,12	4,6	4,6	1	4	200	296,67	0,05	0,05	799,15	799,15	0,027	0,027	0,032	0,032	467,51	467,51	155,84	155,84
2,4,6,7,9,11	4,6	4,6	1	9	200	296,67	0,061	0,033	974,96	527,44	0,023	0,02	0,03	0,028	417,97	377,21	139,32	125,74
5,8	4,6	4,6	1	2	200	296,67	0,045	0,045	719,23	719,23	0,018	0,018	0,027	0,027	352,44	352,44	-	-

Fuente: elaboración propia.

Figura 31. Momentos en losas

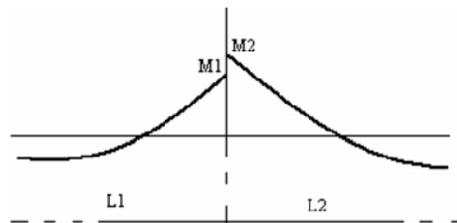


Fuente: elaboración propia.

Balance de momentos

Sí el momento negativo en un lado de un apoyo es menor que el del otro lado, la diferencia se distribuye en proporción a la rigidez; esto se hace para determinar el valor del momento balanceado (MB), para el cual el código ACI recomienda el procedimiento siguiente:

Figura 32. **Balanceo de momentos**



Fuente: elaboración propia.

$M2 > M1$

- Sí $M1 > 0,8 * M2$; entonces, $MB = (M1 + M2) / 2$
- Sí $M1 < 0,8 * M2$; se distribuye proporcional a la rigidez de las losas:

$$K_1 = \frac{1}{L_1}, K_2 = \frac{1}{L_2}$$

K_1, K_2 = rigideces de losas a y b

L_1, L_2 = longitudes de losas

D_1, D_2 = factores de distribución de losas 1 y 2

$$D_1 = \frac{K_1}{K_1 + K_2}, D_2 = \frac{K_2}{K_1 + K_2}$$

Para realizar la distribución se efectúa el cálculo siguiente:

$$MB = M1 + (M2-M1)*D1$$

$$MB = M2 - (M2-M1)*D2$$

MB = Momento balanceado.

Balance de momentos en losa 10 y 11

$$M2 = 1\,084,67 \text{ kg-m}$$

$$M1 = 889,08 \text{ kg-m}$$

$$L1 = 4,6 \text{ m}$$

$$L2 = 4,6 \text{ m}$$

Verificando condición para balancear momentos:

$$0,8*M2=0,8*1\,084,67 = 867,74$$

Como $M1 > 0,8M2$, se balancea por promedio

Momento balanceado losas 1y 2:

$$MB=1/2(1\,084,67+889,08)=986,88 \text{ kg-m}$$

Balance de momentos en losa 1 y 4

$$M2 = 1\,262,49 \text{ kg-m}$$

$$M1 = 586,79 \text{ kg-m}$$

$$L1 = 4,6 \text{ m}$$

$$L2 = 4,6 \text{ m}$$

Verificando condición para balancear momentos:

$$0,8 \cdot M_2 = 0,8 \cdot 1\,262,49 = 1\,009,99 \text{ kg-m}$$

Como $0,8M_2 > M_1$, se balancea a por rigideces:

$$K_1 = \frac{1}{L_1} = \frac{1}{4,6} = 0,22 \quad , \quad K_2 = \frac{1}{L_2} = \frac{1}{4,6} = 0,22$$

$$D_1 = \frac{K_1}{K_1 + K_2} = \frac{0,22}{0,22 + 0,22} = 0,5 \quad , \quad D_2 = \frac{K_2}{K_1 + K_2} = \frac{0,22}{0,22 + 0,22} = 0,5$$

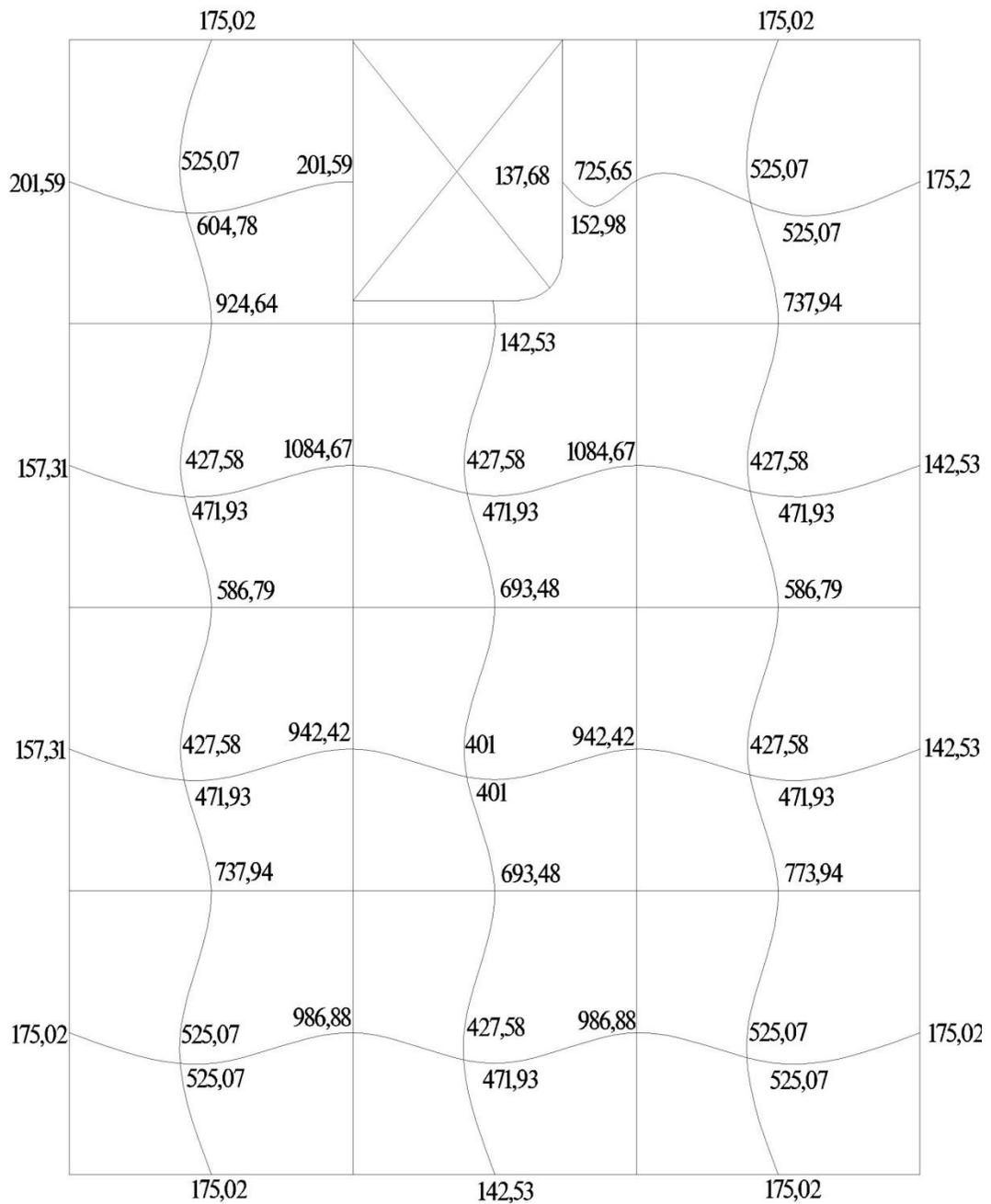
$$M_B = 586,79 + (1\,262,49 - 586,79) \cdot 0,5 = 924,64 \text{ kg-m}$$

$$M_B = 1\,262,49 - (1\,262,49 - 586,79) \cdot 0,5 = 924,64 \text{ kg-m}$$

Momento balanceado entre las losas 1 y 4 es 925,64 kg-m.

Este procedimiento se aplicó para todas las losas, en ambos sentidos.

Figura 33. **Momentos balanceados en losas del primer nivel**



Fuente: elaboración propia.

Diseño del armado de losa

Se define el área de acero mínimo y el momento que resiste, luego calcular el acero de refuerzo para los momentos mayores al que resiste el acero mínimo.

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

$$f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{espesor de losa} = 0,11 \text{ m}$$

$$B = 100 \text{ cm (franja unitaria)}$$

$$\text{recubrimiento} = 2,5 \text{ cm}$$

$$\varnothing_{\text{refuerzo}} = 3/8''$$

Acero mínimo:

$$A_{s\text{mín}} = \rho_{\text{mín}} * b * d$$

$$\rho_{\text{mín}} = 14,1 / F_y$$

$$b = \text{franja unitaria}$$

$$t = \text{espesor de la losa}$$

$$d = \text{peralte efectivo}$$

$$d = t - \text{rec min} - \varnothing/2 = 8,056 \text{ cm}$$

$$A_{s\text{mín}} = (14,1 / 2810) * 100 * 8,056 = 4,04 \text{ cm}^2$$

separación para $A_{s\text{mín}}$ con varillas No. 3

$$4,04 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \rightarrow S$$

Aplicando una regla de tres:

$$S = 0,71 * 100 / 4,04 = 17,57 \text{ cm}$$

La separación máxima que permite el ACI318-05 es 2t.

$$S_{\max}=2*11\text{cm}=22 \text{ cm}$$

Ya que la separación para tener acero mínimo es menor que la separación máxima, se toma como separación máxima $S=17 \text{ cm}$.

Momento que resiste $A_{s\text{mín}}$:

$$M_{A_{s\text{mín}}}=\phi \left[A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{A_s \cdot f_y}{1,7 \cdot f'_c \cdot b} \right) \right]$$

$$M_{A_{s\text{mín}}}=0,9 \left[4,04 \cdot 2810 \cdot \left(8,056 - \frac{4,04 \cdot 2810}{1,7 \cdot 281 \cdot 100} \right) \right] = 799,28 \text{ kg-cm}$$

$$M_{A_{s\text{mín}}}= 799,28 \text{ kg-m}$$

Para los momentos menores a $M_{A_{s\text{mín}}}$, se armaran con $A_{s\text{mín}}$ y $S=17 \text{ cm}$, para momentos mayores se armaran según indique el cálculo.

Cálculo de A_s para el momento negativo entre losa 1 y 2

$$A_s = \frac{0,85f'_c}{f_y} \left[b \cdot d - \sqrt{(b \cdot d)^2 - \frac{M_u \cdot b}{0,003825 \cdot f'_c}} \right]$$

$$A_s = \frac{0,85 \cdot 281}{2810} \left[100 \cdot 8,056 - \sqrt{(100 \cdot 8,056)^2 - \frac{1084,67 \cdot 100}{0,003825 \cdot 281}} \right] = 5,55 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento requerido:

$$S=0,71*100/5,55=12,80 \text{ cm}$$

El procedimiento fue el mismo para los demás momentos en todas las losas con momentos mayores al que resiste A_{smin} , a continuación la tabla resumen:

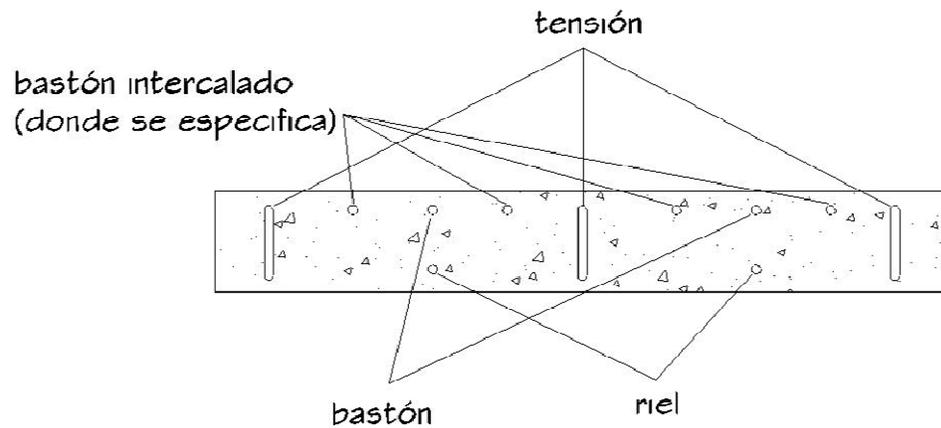
Tabla IV. **Espaciamiento en losas del primer nivel**

	MOMENTO(kg-m)	A_s (cm ²)	SEPARACIÓN (cm)
MOMENTOS NEGATIVOS	924,64	4,70	15,11
	942,42	4,79	14,81
	986,88	5,03	14,12
	1 084,67	5,55	12,80

Fuente: elaboración propia.

Para uniformizar el armado se colocaron bastones intercalados entre tensiones y los bastones y rieles (donde van juntos). Ver planos del apéndice1.

Figura 34. **Detalle de armado en losas**



Fuente: elaboración propia.

Revisión por corte:

El esfuerzo de corte lo resiste el concreto; por tal razón, se verifica si el espesor de losa es el adecuado.

$$V_{\max} = \text{CUT} \cdot L/2$$

$$V_{\max} = 840,34 \cdot 4,6/2 = 1\,932,78 \text{ kg}$$

Corte máximo resistente:

$$V_{\text{res}} = 0,53 \cdot \phi \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f'c}$$

$$V_{\text{res}} = 0,53 \cdot 0,85 \cdot 100 \cdot 8,056 \cdot \sqrt{281} = 6\,072 \text{ kg}$$

Como $V_{res} > V_{max}$, el espesor de la losa es adecuado, en caso contrario sería necesario aumentar el espesor.

El diseño de las losas del segundo nivel es similar, ver planos en el apéndice 1.

2.1.5.2. Vigas

Son elementos estructurales que trabajan a flexocompresión y fuerzas cortantes. Los datos necesarios para realizar el diseño se toman de la envolvente de momentos en las vigas.

Como ejemplo para el diseño de la viga, se tomará la viga del marco 2, ubicada dentro del tramo B-C del segundo nivel.

Datos:

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

$$f'_c = 281 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{sección} = 25 * 45 \text{ cm}$$

$$\text{rec.} = 4 \text{ cm}$$

$$E_s = 2,1 * 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$M(-)1 = 9\,584 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$M(-)2 = 9\,918 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$M(+) = 5\,848 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$V_u = 9\,163 \text{ Kg}$$

$$d = H - \text{rec} = 45\text{cm} - 4\text{cm} = 41\text{cm}$$

Asmín de la sección

En ningún caso el refuerzo a flexión en una viga debe ser menor a este, si en caso todas las vigas demandan un refuerzo menor al mínimo sería adecuado reducir la sección propuesta.

Acero mínimo:

$$A_{s\text{mín}} = \rho_{\text{mín}} * b * d$$

$$\rho_{\text{mín}} = 14,1 / F_y$$

$$A_{s\text{mín}} = (14,1 / 2810) * 25 * 41 = 5,14 \text{ cm}^2$$

$A_{s\text{máx}}$ de la sección

Si las secciones demandan un refuerzo mayor al $A_{s\text{máx}}$, será necesario rediseñar los elementos, a modo que sean capaces de resistir las cargas actuantes.

$$A_{s\text{máx}} = 0,5 * \rho_{\text{bal}} * b * d$$

$$\rho_{\text{bal}} = \frac{\beta_1 * 0,85 f'_c}{f_y} * \frac{6115}{6115 + f_y}$$

si $f'_c \leq 281 \text{ kg/cm}^2$, $\beta = 0,85$; entonces:

$$\rho_{\text{bal}} = \frac{0,85 * 0,85 * 281}{2810} * \frac{6115}{6115 + 2810} = 0,049$$

$$A_{s\text{máx}} = 0,5 * 0,049 * 25 * 41 = 25,34 \text{ cm}^2$$

Refuerzo longitudinal solicitado

Se calcula con la siguiente ecuación:

$$A_s = \frac{0,85f'c}{f_y} \left[b*d - \sqrt{(b*d)^2 - \frac{M_u*b}{0,003825*f'c}} \right]$$

As para M(-)1=4 358 kg-m

$$A_s = \frac{0,85*281}{2810} \left[25*41 - \sqrt{(25*41)^2 - \frac{9584*25}{0,003825*281}} \right] = 9,79 \text{ cm}^2$$

As para M(-)2 = 4 412 kg - m

$$A_s = \frac{0,85*281}{2810} \left[25*41 - \sqrt{(25*41)^2 - \frac{9918*25}{0,003825*281}} \right] = 10,15 \text{ cm}^2$$

As para M(+) = 3 625 kg - m

$$A_s = \frac{0,85*281}{2810} \left[25*41 - \sqrt{(25*41)^2 - \frac{5848*25}{0,003825*281}} \right] = 5,83 \text{ cm}^2$$

Para el armado final de la viga, se deben cumplir con los siguientes requisitos sísmicos, según el código ACI-318 Cap. 21:

a. Cama superior

Colocar 2 varillas como mínimo, con el área mayor de las opciones:

- $A_{s\text{mín}} = 5,14 \text{ cm}^2$
- 33% $A_s(-)$ mayor = 3,35 cm²

Para este caso será necesario colocar Asmín, por lo tanto se colocan 2 #6 corridas, $A_s=5,7 \text{ cm}^2$

Para cubrir los momentos negativos en viga, se completa el As requerido colocando bastones, tomando en cuenta que la diferencia de diámetros entre las barras no puede ser 2 números consecutivos.

$M(-)1 = 9\ 584$ kilogramo-metro, demanda $9,79$ centímetros cuadrados, las barras corridas equivalen a $5,7$ centímetros cuadrados; la diferencia es $4,09$ centímetros cuadrados, por lo tanto se colocan bastones con 1 #6 + 1 #5.

$M(-)2 = 9\ 918$ kilogramo-metro, demanda $10,15$ centímetros cuadrados, las barras corridas equivalen a $5,7$ centímetros cuadrados; la diferencia es $4,45$ centímetros cuadrados, por lo tanto se colocan bastones con 1 #6 + 1 #5.

b. Cama inferior

Colocar 2 varillas como mínimo, con el área mayor de las opciones:

- Asmín = $5,7 \text{ cm}^2$.
- $50\%A_s(+) = 2,92 \text{ cm}^2$
- $50\%A_s(-)$ mayor = $5,08 \text{ cm}^2$

Para este caso será necesario colocar $5,7$ centímetros cuadrados, utilizando 2 #6 corridas. Este procedimiento se aplicó a todas las vigas de la estructura, para las vigas con momentos de magnitud similar se consideró un promedio para diseñar el refuerzo a flexión.

Tabla V. Diseño de vigas a flexión

	VIGA	M	MOMENTO	As	As min	33% M-	CAMA SUP	50% M-	50% M+	CAMA IMF	# VARILLA		# VARILLAS BASTONES		
											#6	As-As corr	#6	#5	#4
SENTIDO X	1 n2	M(-)1	-2534,78	2,48	SI	1,76	5,14	2,66	1,20	5,14	2	-2,66			
		M+	2455,40	2,40	SI						2	-2,74			
		M(-)2	-5357,38	5,33	SI						2	0,19			
	2 n2	M(-)1	-7853,85	7,94	-	2,62	5,14	3,97	0,87	5,14	2	2,80	1		
		M+	1782,04	1,74	SI						2	-3,40			
		M(-)2	-7777,26	7,85	-						2	2,71	1		
	3 n2	M(-)1	-8976,94	9,14	-	3,02	5,14	4,57	1,20	5,14	2	4,00		2	
		M+	2450,45	2,40	SI						2	-2,74			
		M(-)2	-8366,24	8,48	-						2	3,34		2	
	1 n1	M(-)1	-6067,86	6,06	-	3,22	5,14	4,87	2,59	5,14	2	0,92			1
		M+	5205,53	5,17	SI						2	0,03			
		M(-)2	-9543,41	9,75	-						2	4,61			2
	2 n1	M(-)1	-9583,60	9,79	-	3,35	5,14	5,08	2,92	5,14	2	4,65			2
		M+	5848,58	5,84	-						2	0,70			
		M(-)2	-9918,38	10,16	-						2	5,02			2
	3 n1	M(-)1	-9020,65	9,18	-	3,03	5,14	4,59	2,53	5,14	2	4,04		2	
		M+	5086,11	5,05	SI						2	-0,09			
		M(-)2	-5369,53	5,34	SI						2	0,20			
SENTIDO Y	1 n2	M(-)1	-2309,00	2,26	SI	2,11	5,14	3,20	1,19	5,14	2	-2,88			
		M+	2439,96	2,39	SI						2	-2,75			
		M(-)2	-6386,35	6,39	-						2	1,25			1
	2y3 n2	M(-)1	-8334,10	8,45	-	2,79	5,14	4,22	0,91	5,14	2	3,31		2	
		M+	1871,52	1,82	SI						2	-3,32			
		M(-)2	-7456,95	7,52	-						2	2,38	1		
	4 n2	M(-)1	-6343,49	6,35	-	2,10	5,14	3,17	2,57	5,14	2	1,21			1
		M+	5171,06	5,14	SI						2	0,00			
		M(-)2	-2310,28	2,26	SI						2	-2,88			
	1 n1	M(-)1	-6822,41	6,85	-	2,76	5,14	4,19	1,65	5,14	2	1,71		1	
		M+	3351,30	3,29	SI						2	-1,85			
		M(-)2	-8267,04	8,38	-						2	3,24		1	1
	2y3 n1	M(-)1	-8190,04	8,29	-	2,74	5,14	4,15	1,38	5,14	2	3,15		1	1
		M+	2812,50	2,76	SI						2	-2,38			
		M(-)2	-7994,19	8,08	-						2	2,94		1	1
	4 n1	M(-)1	-7692,80	7,77	-	2,56	5,14	3,88	1,71	5,14	2	2,63	1		
		M+	3472,76	3,42	SI						2	-1,72			
		M(-)2	-4120,90	4,07	SI						2	-1,07			

Fuente: elaboración propia.

Diseño a corte

Comparar corte resistente con corte último, el código ACI establece que si el aporte del cortante por sismo es mayor o igual al 50 por ciento del corte total la resistencia del concreto se desprecia:

si $V_{res} > V_u$, la viga necesita estribos solo por armado, a $S_{m\acute{a}x.} = d/2 < 30$ cm

si $V_{res} < V_u$, se diseñan estribos por corte

$$V_{res} = 0,53 \cdot \phi \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f'c}$$

$$V_{res} = 0,53 \cdot 0,85 \cdot 25 \cdot 41 \cdot \sqrt{280} = 7\,740,55$$

$$V_u = 9\,163 \text{ kg}$$

como $V_u > V_{res}$, se deben diseñar los estribos por corte:

$$S = \frac{2A_v \cdot f_y \cdot d}{V_u} = \frac{2 \cdot 0,71 \cdot 2\,810 \cdot 41}{9\,163} = 17,85 \text{ cm}$$

$$S_{max} = 41/2 = 20,5 \text{ cm}$$

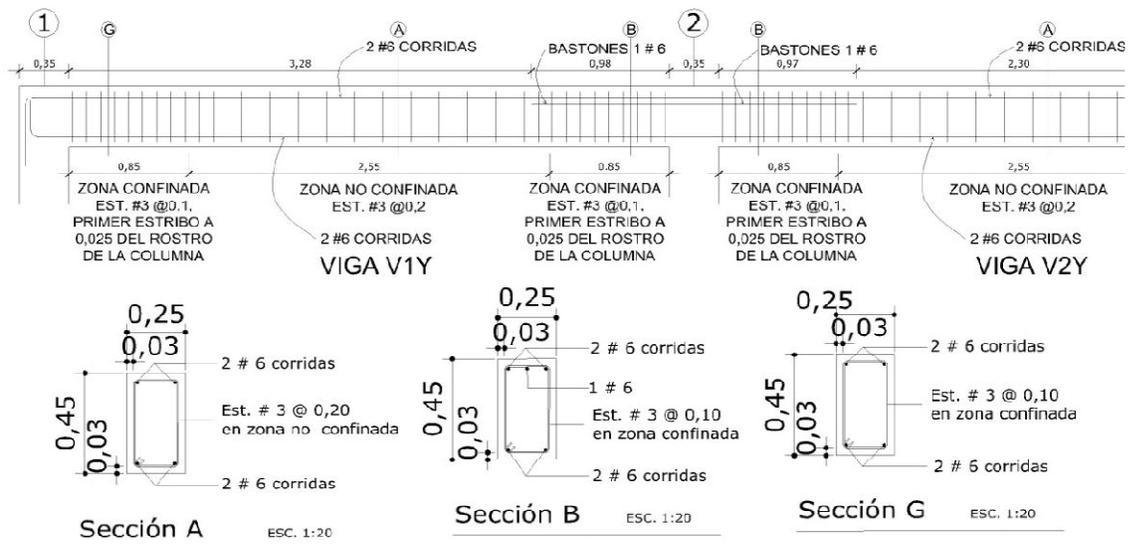
Según ACI artículo 21.3.3.2, deben colocarse estribos en una longitud igual a $2d$ (82 centímetros para este caso), la longitud a confinar para el diseño es 85 centímetros medida desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos del elemento en flexión. El primer estribo debe estar situado a no más de 5 centímetros, de la cara del elemento de apoyo.

El espaciamiento máximo de los estribos en la zona de confinamiento no debe exceder de:

- $d/4 = 10,25 \text{ cm}$
- $8 \varnothing_{\text{var longitudinal}} = 20,32 \text{ cm}$
- $24 \varnothing_{\text{var transversal}} = 22,8 \text{ cm}$
- 30 cm

Separación de estribos en zona confinada: 10 centímetros y 20 centímetros en zona no confinada, con varilla No.3.

Figura 35. Detalle de armado en Viga 1Y



Fuente: elaboración propia.

2.1.5.3. Columnas

Las columnas son elementos estructurales que están sometidas a carga axial y momentos flexionantes. Para el diseño, la carga axial es el valor de todas las cargas últimas verticales que soporta la columna, esta carga se determina por el área tributaria. Los momentos flexionantes son tomados del análisis estructural. Para diseñar la columna, se toma el mayor de los dos momentos actuantes en extremos de ésta. Para este caso, se diseñan por cada nivel únicamente las columnas críticas, es decir, las que están sometidas a mayores esfuerzos. El diseño resultante para cada columna es aplicado a todas las columnas del nivel respectivo. En esta sección se describe el procedimiento para diseñar las columnas típicas del edificio.

Sección de columna = 35cm*35cm

Sección de viga 1 = 25cm*45cm

Sección de viga 2 = 25cm*45cm

$M_x = 17\,066 \text{ Kg} - \text{m}$

$M_y = 12\,932 \text{ Kg} - \text{m}$

$V_x = 9\,923 \text{ Kg}$

$V_y = 7\,496 \text{ Kg}$

Longitud de columna = 3,60 m

Longitud de vigas = 9,2 m

área tributaria = 21,16 m²

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

$f'_c = 281 \text{ Kg/cm}^2$

Espesor de losa = 0,11m

Factor de carga última:

$$FCU = \frac{CU}{CM + CV}$$

$$CU = 1,4 CM + 1,7 CV$$

$$\text{Segundo nivel: } CU = 1,4 (572) + 1,7 (200) = 1\,140,80 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Primer nivel: } CU = 1,4 (712) + 1,7 (250) = 1\,421,80 \text{ Kg/m}^2$$

$$FCU = \frac{1\,421,8}{712 + 250} = 1,48$$

Carga axial:

$$Pu = (A T * CU) + (PP \text{ vigas} * Fcu)$$

$$Pu = (21,16 * 2\,562,60) + (2\,400 * 0,25 * 0,45 * 9,2 * 1,48)$$

$$Pu = 57\,900,94 \text{ kg}$$

Esbeltez (E)

Las columnas se clasifican según su esbeltez, con el objetivo de ubicarlas en un rango, para determinar su comportamiento bajo cargas sometidas y diseñarlas en base esto.

- Columnas cortas ($E < 22$): diseñarlas con los datos originales del diseño estructural.
- Columnas intermedias ($22 > E > 100$): diseñarlas magnificando los momentos actuantes.

- Columnas largas ($E > 100$): no construirlas.

Cálculo de coeficiente que miden el grado de empotramiento a la rotación en las columnas (Ψ):

Extremo superior: $\Psi = \Sigma K_{col} / \Sigma K_{vigas}$

Sentido X y sentido Y

$$I_{col} = 0,35 \cdot 0,35^3 / 12 = 0,00125$$

$$I_{vig} = 0,25 \cdot 0,45^3 / 12 = 0,0019$$

$$K_{col} = 0,00125 / 3,6 = 0,000347$$

$$K_{vig} \text{ izquierda} = 0,0019 / 4,60 = 0,000413$$

$$K_{vig} \text{ derecha} = 0,0019 / 4,60 = 0,000413$$

$$\Psi_a = 0,000347 / (0,000413 + 0,000413) \text{ (extremo superior)}$$

$$\Psi_a = 0,42$$

$$\Psi_b = 0 \text{ (extremo inferior empotrado)}$$

$$\Psi_p = (0,42 + 0) / 2$$

$$\Psi_p = 0,21$$

Cálculo de K (factor de longitud efectiva)

$$K = \frac{(20 - \Psi_p)}{20} \cdot \sqrt{1 + \Psi_p}, \text{ si } \Psi_p < 2$$

$$K = 0,9 \sqrt{1 + \Psi_p}, \text{ si } \Psi_p > 2$$

como $\Psi_p < 2$:

$$K = \frac{(20 - 0,21)}{20} * \sqrt{1 + 0,21} = 1,088$$

Esbeltez en columna

$$E = \frac{K * Lu}{\sigma}, \text{ donde } \sigma = 0,3 * \text{lado}$$

$$\sigma = 0,3 * 0,35 = 0,105$$

$$E = \frac{1,088 * 2,55}{0,105} = 26,4$$

26,4 > 22 y < 100; se clasifica como columna intermedia

Según los resultados de esbeltez, se deben magnificar los momentos actuantes.

Magnificación de momentos

Cuando se hace un análisis estructural de segundo orden, en el cual se toman en cuenta las rigideces reales, los efectos de las deflexiones, los efectos de la duración de la carga y cuyo factor principal a incluir es el momento debido a las deflexiones laterales de los miembros, se pueden diseñar las columnas utilizando directamente los momentos calculados.

Por otro lado, si se hace un análisis estructural convencional de primer orden, como en este caso, en el cual se usan las rigideces relativas aproximadas y se ignora el efecto de desplazamientos lateral de los miembros, es necesario modificar los valores calculados con el objetivo de obtener valores que tomen en cuenta los efectos de desplazamiento. Para este caso, esa modificación se logra utilizando el método ACI de magnificación de momentos.

Sentido X y sentido Y

Factor de flujo plástico del concreto: 1,4 (712)

$$\beta_d = \frac{CMU}{C_u} = \frac{1,4 \cdot 712}{1\,421,8} = 0,7$$

El total del material:

$$E_c = 15\,100 \sqrt{f'_c}$$

$$EI = \frac{E_c \cdot I_g}{2,5(1+\beta_d)} = \frac{15\,100 \sqrt{281} \cdot \left(\frac{1}{12}\right) \cdot 35^4}{2,5(1+0,7)} = 744,79 \text{ ton-m}^2$$

Carga crítica de pandeo de Euler:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot EI}{(kLu)^2} = \frac{3,1415^2 \cdot 744,79}{(1,088 \cdot 2,55)^2} = 954,98 \text{ ton}$$

Magnificador de momentos:

$\delta > 1$ y $\phi = 0,70$ si se usan estribos 57,9

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{\phi P_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{57,9}{0,7 * 954,98}} = 1,09$$

Momento de diseño sentido X y sentido Y:

$$M_{dx} = \delta * M_u = 1,09 * 17\ 066 \text{ kg-m} = 18\ 601,9 \text{ kg-m}$$

$$M_{dy} = \delta * M_u = 1,09 * 12\ 932 \text{ kg-m} = 14\ 095,8 \text{ kg-m}$$

Acero longitudinal por el método BRESLER

Este método es una aproximación al perfil de la superficie de la falla, siendo un procedimiento sencillo y que produce resultados satisfactorios. El método Bresler consiste en aproximar el valor $1/P'u$, a través de un punto del plano, determinado por tres valores: carga axial pura ($P'o$), carga de falla para una excentricidad e_x ($P'ux$) y carga de falla para una excentricidad e_y ($P'uy$).

Límites de acero

Según ACI, el área de acero en una columna debe estar dentro de los siguientes límites $1\% A_g < A_s < 6\% A_g$, en zona sísmica.

$$A_{s\text{mín}} = 0,01 (35 * 35) = 12,25 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{máx}} = 0,06 (35 * 35) = 73,50 \text{ cm}^2$$

Armado propuesto: 8 varillas #8 = 40,54 cm²

Para este método se usan los diagramas de interacción para diseño de columnas.

Los valores a utilizar en los diagramas son:

Valor de la gráfica $Y = X = d/h = (35 - 2(4))/35 = 0,77$

Valores de la curva

$$P_{tu} = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 f'_c \cdot A_g} = \frac{40,54 \cdot 2810}{0,85 \cdot 281 \cdot 1225} = 0,389$$

Excentricidades

$$e_x = M_{dx}/P_u = 18\,601/57\,900 = 0,321$$

$$e_y = M_{dy}/P_u = 14\,095/57\,900 = 0,243$$

Al conocer las excentricidades se calcula el valor de las diagonales:

$$e_x/h_x = 0,321/0,35 = 0,92$$

$$e_y/h_y = 0,243/0,35 = 0,69$$

Los valores de K_x y K_y a través del programa JC – Diseño Concreto de Julio Corado Franco, siendo estos $K_x=0,24$, $K_y=0,34$ (ver anexo 6).

Cargas

Carga resistente de la columna a una excentricidad e_y :

$$P'_{ux} = K_x \cdot f'_c \cdot b \cdot h = (0,24)(281)(35 \cdot 35) = 82\,614 \text{ Kg.}$$

Carga resistente de la columna a una excentricidad e_x :

$$P'_{uy} = K_y \cdot f'_c \cdot b \cdot h = (0,39)(281)(35 \cdot 35) = 134\,248 \text{ Kg.}$$

Carga axial resistente de la columna

$$P'o = \phi(0,85 * f'c(Ag - As) + As * Fy)$$

$$P'o = 0,70 (0,85*281(1\ 225-40,54)+40,54*2\ 810)$$

$$P'o = 277\ 778\ \text{Kg.}$$

Carga resistente de la columna

$$P'u = \frac{1}{\frac{1}{P'ux} + \frac{1}{P'uy} - \frac{1}{P'o}} = \frac{1}{\frac{1}{82\ 614} + \frac{1}{134\ 248} - \frac{1}{277\ 778}} = 62\ 682\ \text{kg}$$

Como $P_u = 57\ 900,94$ kilogramos, el armado de la columna propuesta es adecuado. Caso contrario sería necesario aumentar el acero por debajo del A_{smax} , en caso de requerir mayor refuerzo que el permitido por A_{smax} será necesario aumentar la sección propuesta.

Cálculo del acero transversal (estribos)

Además de diseñar las columnas para resistir flexocompresión, es necesario dotarlas con suficiente ductibilidad, con el objetivo de que absorban parte de la energía del sismo, esto se logra mediante un mayor confinamiento en los extremos. Se ha determinado que si las columnas se confinan su capacidad de carga es mucho mayor y mejora notablemente la ductilidad de la columna. El procedimiento para proveer refuerzo transversal a las columnas se describe a continuación:

Comparar V_r con V_u con los siguientes criterios:

Si $V_r > V_u$ se colocan estribos a $S = d / 2$

Si $V_r < V_u$ se diseñan los estribos por corte

Se calcula el corte resistente:

$$V_r = 0,85 * 0,53 \sqrt{f'c} * b * d = 0,85 * 0,53 * \sqrt{281} * 35 * 32 = 8\,442,97 \text{ Kg.}$$

$$V_u = 9\,923 \text{ kg}$$

Es necesario diseñar los estribos a corte

Estribos con varilla #4:

$$S = \frac{2A_v f_y d}{V_u} = \frac{2 * 1,266 * 2\,810 * 32}{9\,923} = 22,94 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = d/2 = 32/2 = 16 \text{ cm}$$

Dado que la separación solicitada por V_u es mayor al máximo se considera 15 centímetros de separación para facilidad de armado en obra.

Refuerzo por confinamiento

La longitud de confinamiento se escoge entre la mayor de las siguientes opciones.

- $L_u / 6 = 3,375 / 6 = 0,5625 \text{ m}$
- lado mayor de la columna = 0,35 m
- 45 cm

La longitud de confinamiento propuesta es 0,65 metros, en ambos extremos.

Relación volumétrica.

$$\rho_s = 0,45 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \left(0,85 * f'c / F_y \right)$$

$$\rho_s = 0,45 \left(\left(\frac{35^2}{29^2} \right) - 1 \right) \left(0,85 * 281 / 2\,810 \right) = 0,017$$

Es necesario chequear que $\rho_s > 0.12f'c/f_y$

$\rho_s > 0.12 * 281 / 2810 = 0.0119$, chequea

Espaciamiento en función de la cuantía volumétrica, utilizando varillas #4:

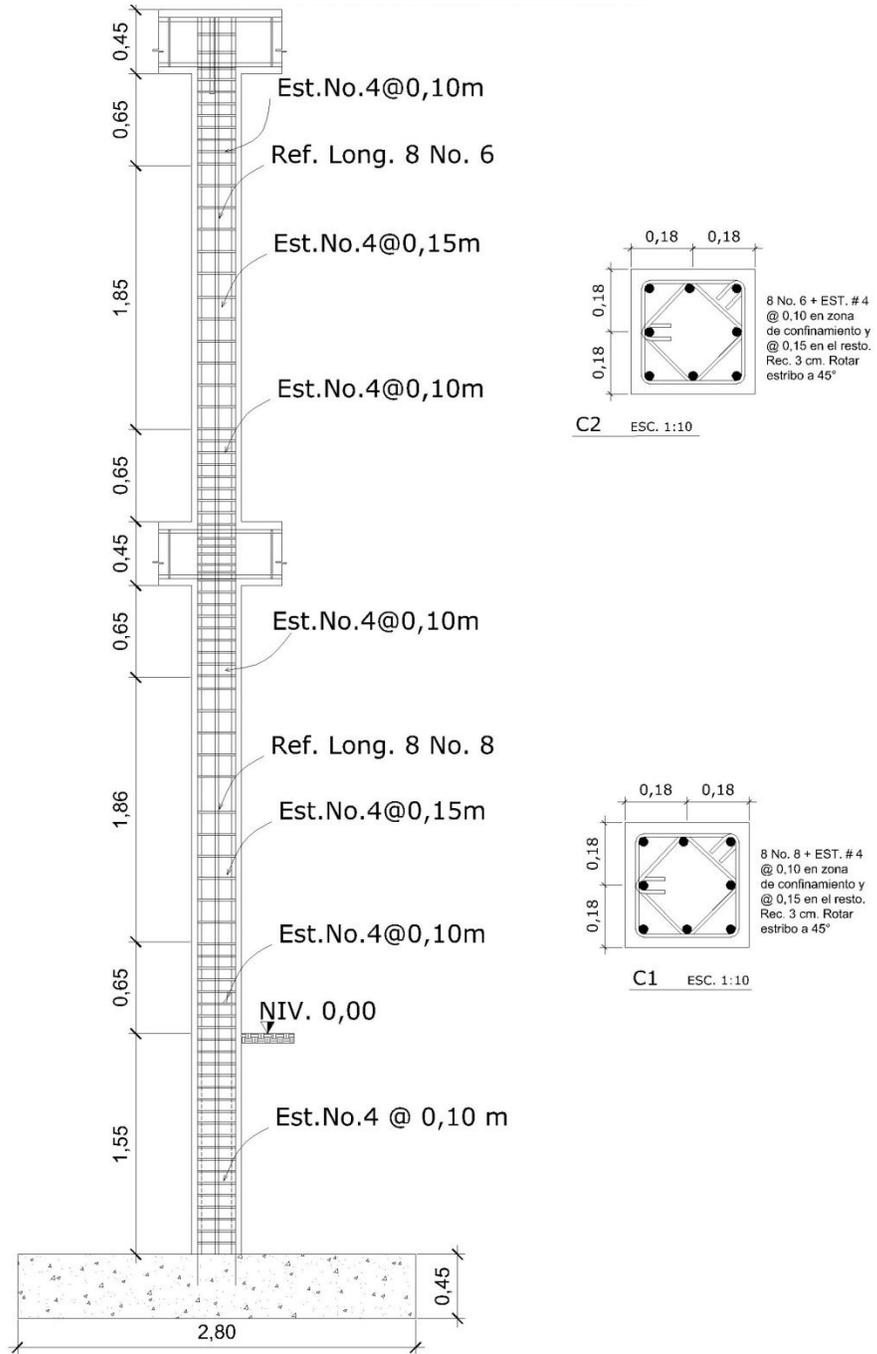
$$S = \frac{4A_v}{\rho_s * L_n} = \frac{4 * 1.266}{0.017 * 29} = 10.27 \text{ cm}$$

Por lo tanto se colocan estribos #4 @ 10 centímetros en la zona de confinamiento.

Por tener varillas en las caras de la columna, se colocará estribos rotados a 45 grados, según ACI.

Este procedimiento se aplicó a las columnas del segundo nivel, dando como resultado un refuerzo longitudinal de 8 #6 y un refuerzo transversal #4 @ 10 centímetros en la zona de confinamiento y @ 15 centímetros en el resto.

Figura 36. Detalle de columnas



Fuente: elaboración propia.

2.1.5.4. Zapatas y cimientos corridos

Son elementos estructurales que reciben las cargas propias y las exteriores, transmitiéndolo al suelo. El tipo de cimentación depende, principalmente del tipo de estructura, la naturaleza de las cargas, las condiciones del suelo y su costo. En este caso se diseñan zapatas concéntricas de forma cuadrada. Los datos para diseño son el valor soporte del suelo y los momentos obtenidos en el análisis estructural.

Datos:

$$M_x = 17,07 \text{ Ton} - \text{m}$$

$$M_y = 12,93 \text{ Ton} - \text{m}$$

$$P_u = 57,9 \text{ Ton}$$

$$V_s = 12,92 \text{ ton/m}^2 (\text{compresión triaxial})$$

$$p_{\text{suelo}} = 1,93 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{desplante} = 2 \text{ m}$$

$$F_{cu} = 1,5$$

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2,40 \text{ Ton/m}^3$$

$$f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$M'_{tx} = \frac{M_x}{F_{cu}} = \frac{17,07}{1,5} = 11,38 \text{ ton-m}$$

$$M'_{ty} = \frac{M_y}{F_{cu}} = \frac{12,93}{1,5} = 8,62 \text{ ton-m}$$

Cargas de trabajo:

$$P'_{t} = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{57,9}{1,5} = 38,29 \text{ ton}$$

Predimensionamiento del área de la zapata:

$$A_z = \frac{1,5P't}{V_s} = \frac{1,5 \cdot 38,29}{12,92} = 4,44 \text{ m}^2$$

Consideramos una zapata de 2,8 metros X 2,8 metros, para un área de zapata de 7,84 metros cuadrados, ya que según las características del suelo de la región son malas, se procede a chequear este valor.

Revisión de presión sobre el suelo:

La zapata transmite verticalmente al suelo las cargas aplicadas a ella por medio de la superficie en contacto con éste, ejerce una presión cuyo valor se define por la fórmula:

$$q = \frac{P_{cg}}{A_z} \pm \frac{M_{tx}}{S_x} \pm \frac{M_{ty}}{S_y}, \text{ donde } S = \frac{bh^2}{6}$$

Se debe tomar en cuenta que q_{\min} no debe ser negativo y q_{\max} no mayor que el valor soporte (V_s), para la zapata se tiene:

$$S_x = S_y = \frac{2,8 \cdot 2,8^2}{6} = 3,66$$

$P = P' + P_{\text{columna}} + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cimiento}}$

$$P = 18,29 + (0,35 \cdot 0,35 \cdot 3 \cdot 2,4) + (7,84 \cdot 2,0 \cdot 1,93) + (7,84 \cdot 0,45 \cdot 2,40) = 57,9 \text{ ton}$$

$$q_{\max} = \frac{57,9}{7,84} + \frac{11,38}{3,66} + \frac{8,62}{3,66} = 12,85 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{\min} = \frac{57,9}{7,84} - \frac{11,38}{3,66} - \frac{8,62}{3,66} = 1,92 \text{ ton/m}^2$$

$q_{\max} = 12,85 \text{ Ton/m}^2$ cumple, no excede el V_s

$q_{\min} = 1,92 \text{ Ton/m}^2$ cumple, sólo compresiones

La presión del suelo en un punto cualquiera de la zapata, es distinta a la presión en otro punto de la misma. Para efectos de diseño se determina una presión constante; aplicando un criterio conservador, se realiza el diseño con la presión máxima, afectada por el factor de carga última.

$$q_u = F_{cu} * q_{\max} = 1,5 * 12,85 = 19,28 \text{ ton/m}^2$$

Espesor de zapata:

Dimensionada el área se procede a dimensionar el espesor de la zapata, basados en que el recubrimiento del refuerzo no sea menor de 0,075 metros, y que el peralte efectivo sea mayor de 0,15 metros más el recubrimiento y el diámetro de la varilla a utilizar. Dicho espesor debe ser tal que resista los esfuerzos de corte y para este caso será de 45 centímetros.

Peralte efectivo

$$d = t - \text{rec.} - \varnothing_{\text{var}}/2 \text{ con un } t \text{ asumido} = 0,45\text{m}$$

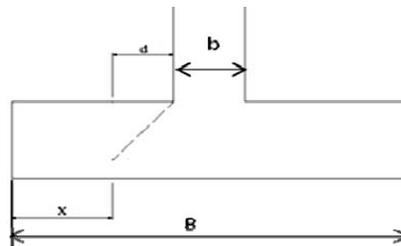
$$d = 45 - 7,5 - 2,54/2$$

$$d = 36,23 \text{ cm}$$

Corte simple

La falla de las zapatas por esfuerzo cortante, ocurre a una distancia igual a d (peralte efectivo) del borde de la columna, por tal razón se debe comparar en ese límite si el corte resistente es mayor que el actuante.

Figura 37. Corte simple en zapata



Fuente: elaboración propia.

$$x = B/2 - b/2 - d$$

$$x = 2,80/2 - 0,35/2 - 0,3623 = 0,8127\text{m}$$

Corte actuante

$$V_{act} = \text{Área} \cdot q_u = 2,8 \cdot 0,8627 \cdot 19,28 = 46,57 \text{ Ton.}$$

Corte resistente

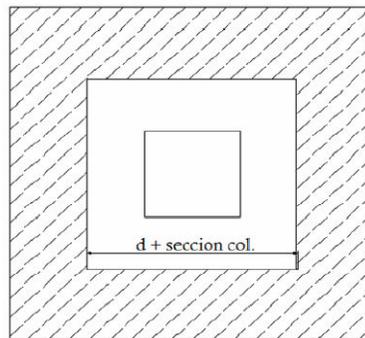
$$V_{res} = 0,53 \cdot \phi \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f'_c} = 0,53 \cdot 0,85 \cdot 280 \cdot 36,23 \cdot \sqrt{281} = 76\,608\text{kg}$$

$V_{res} > V_{act}$, el espesor resiste el corte simple.

Corte punzonante

La columna tiende a punzonar la zapata, debido a los esfuerzos de corte producidos en el perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla está a una distancia $d / 2$, del perímetro de la columna.

Figura 38. **Corte punzonante en zapata**



Fuente: elaboración propia.

Corte actuante por punzonamiento

$$d + \text{sección de columna} = 36,23 + 35 = 71,23 \text{ cm}$$

$$V_{act \text{ pun}} = \text{Área} \cdot q_u = (2,8 \cdot 2,8 - 0,7123 \cdot 0,7123) \cdot 18,94$$

$$V_{act \text{ pun}} = 141,36 \text{ Ton.}$$

Corte resistente a punzonamiento

$$V_{r \text{ pun}} = 1,06 \cdot \phi \cdot b_o \cdot d \cdot \sqrt{f'c}, \quad b_o = 4(b_{col} + d)$$

$$b_o = 4(35 + 36,23) = 284,92 \text{ cm}$$

$$V_{r \text{ pun}} = 1,06 \cdot 0,85 \cdot 284,92 \cdot 36,23 \cdot \sqrt{281} = 155,63 \text{ Ton}$$

$V_{res} > V_{act}$, el espesor resiste el corte punzonante, las dimensiones son adecuadas, se procede al diseño a flexión.

Diseño del refuerzo

La zapata se diseña a flexión. La zapata actúa como una losa en voladizo.

$$M_u = \frac{q_u \cdot L^2}{2} = \frac{18\,940 \cdot \left(\frac{2,8}{2} - \frac{0,35}{2}\right)^2}{2} = 14\,464 \text{ kg-m}$$

El área de acero se calcula con la misma ecuación para el refuerzo de una viga:

$$A_s = \frac{0,85f'_c}{f_y} \left[b \cdot d - \sqrt{(b \cdot d)^2 - \frac{M_u \cdot b}{0,003825 \cdot f'_c}} \right]$$

$$A_s = \frac{0,85 \cdot 281}{2\,810} \left[100 \cdot 36,23 - \sqrt{(100 \cdot 36,23)^2 - \frac{14\,464 \cdot 100}{0,003825 \cdot 281}} \right] = 16,21 \text{ cm}$$

$$A_{smin} = 14,1 \cdot b \cdot d / f_y = 14,1 \cdot 100 \cdot 36,23 / 2\,810$$

$A_{smin} = 18,17 \text{ cm}^2$, Por tanto colocar A_{smin} .

Separación para A_{smin} con varillas No. 6

$$18,17 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm}$$

$$2,85 \text{ cm}^2 \rightarrow S$$

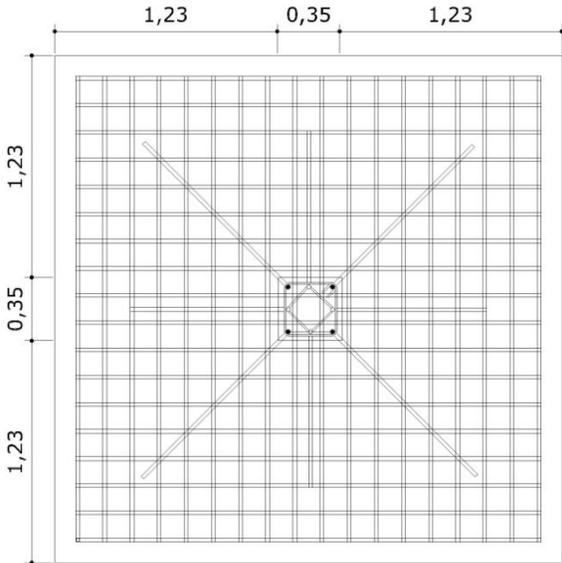
Aplicando una regla de tres:

$$S = 2,85 \cdot 100 / 18,17 = 15,67 \text{ cm}$$

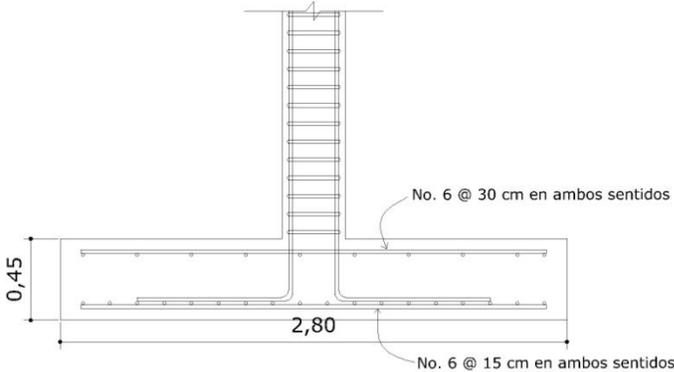
Colocar varillas No. 6 @ 15 cm en ambos sentidos de la zapata.

As temperatura = $0,002 \cdot b \cdot t = 0,002 \cdot 100 \cdot 45 = 9 \text{ cm}^2$, utilizando varillas #6 el espaciamiento es de 30 centímetros en ambos sentidos, en cama superior.

Figura 39. **Detalle de armado de zapata**



Z1 ESC. 1:20
 No. 6 @ 15 cm en ambos sentidos cama inferior
 No. 6 @ 30 cm en ambos sentidos cama superior



Z1 ESC. 1:25
 No. 6 @ 15 cm en ambos sentidos cama inferior
 No. 6 @ 30 cm en ambos sentidos cama superior
 recubrimiento 8 cm.

Fuente: elaboración propia.

Solera de humedad:

Es la solera de humedad la que se le coloca a los muros, este se calcula como una franja unitaria; Se diseñaran para soportar las cargas superpuestas, dando una distribución adecuada a las mismas, de acuerdo con la resistencia del terreno, debiendo ser continuos para proveer un amarre adecuado entre ellos. Tomando en cuenta que los muros de la estructura son únicamente para dividir ambientes, se ha propuesto el diseño la solera de humedad de acuerdo al FHA, considerando que los muros del primer nivel tendrán una altura aproximada de 3 metros y que en un módulo independiente las losas de las gradas serán apoyadas en ellos se considera lo siguiente:

Dimensiones mínimas para la solera de humedad:

Ancho de la base 25 cm

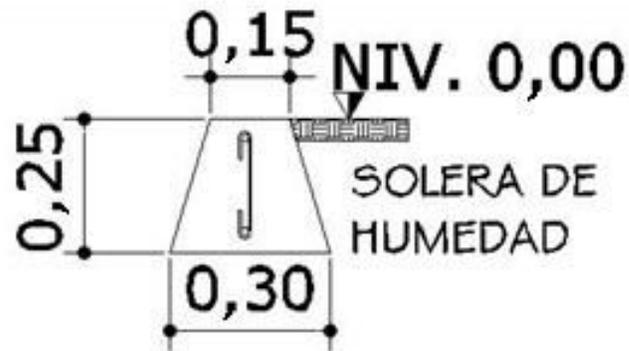
Peralte 30 cm

Ancho de corona ancho del muro mas 1 cm

Refuerzo mínimo es el siguiente:

2 No. 3 con eslabones No. 2 a cada 25 cm

Figura 40. **Detalle de solera de humedad.**



Solera de
Humedad SH ESC. 1:20

2 No.3 + Esl. No. 2 @ 0,25

Fuente: elaboración propia.

2.1.5.5. **Gradas**

El módulo de gradas se diseñó como una estructura independiente de los marcos, esto con el fin de que al momento de que ocurra un sismo, esta no se vea afectada por las acciones de la estructura completa evitando que colapsen, dando tiempo para que los usuarios del segundo nivel evacuen el edificio, en caso de terremoto. Una escalera debe ser cómoda y segura dependiendo de la relación de los peldaños, es decir, la relación de huella y contrahuella y si $H =$ huella y $C =$ contrahuella se deben cumplir los siguientes criterios.

$$C \leq 20 \text{ cm}$$

$$H > C$$

$$2C + H < 64 \text{ cm (valor cercano)}$$

$$C + H = 45 \text{ a } 48 \text{ cm; } c \times H = 480 \text{ a } 500 \text{ cm}^2$$

c = contrahuella, H = huella

Cargas de diseño para una escalera:

$$CM = PP \text{ (escalera)} + PP \text{ (acabados);}$$

$$PP \text{ (escalera)} = Wc = (t + c / 2)$$

Número de escalones mínimo:

$$h/C_{\max} = 3,6 / 0,18 = 20 \text{ escalones.}$$

Se tomarán 14 contrahuellas antes del descanso

$$\text{Número de huellas} = 14 - 1 = 13 \text{ huellas}$$

$$C = 18 \text{ cm} \leq 20 \text{ cm; } H = 28 \text{ cm}$$

$$2C + H = 2(18) + 28 = 64 \leq 64 \text{ cm; } C + H = 18 + 28 = 46 \text{ cm}$$

$$C \times H = 18 \times 28 = 504$$

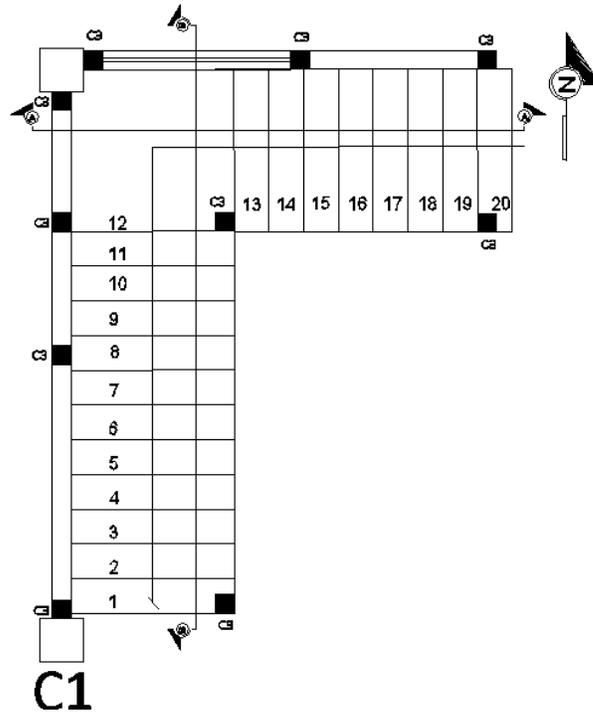
Por lo tanto, se tienen 14 contrahuellas de 18 cm y 13 huellas de 28 cm

Espesor de la losa:

$$t = l / 24 = 2,4 / 24 = 0,10 \text{ m}$$

$$t = 10 \text{ cm}$$

Figura 41. Planta módulo de gradas



Fuente: elaboración propia.

Integración de cargas

$$\text{Peso propio de la escalera} = \gamma_c \cdot (t + c/2)$$

$$\text{Peso propio de la escalera} = 2\,400 (0,10 + 0,18 / 2) = 456 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Acabados} = 30 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Total} = 486 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga viva} = 500 \text{ kg/m}^2$$

$$C_u = 1,4C_M + 1,7C_V = 1,40 (486) + 1,70 (500) = 1\,530,40 \text{ kg/m}^2$$

Tomando en cuenta que la longitud de la losa es inclinada se calcula la longitud:

$$\text{Longitud de la losa} = \sqrt{3,04^2 + 2,16^2} = 3,73\text{m}$$

Cálculo de los momentos actuantes en la losa:

Se considera el diseño de una losa unidireccional apoyada en los muros, por lo tanto:

$$M(+)=\frac{WL^2}{9}=\frac{1\,530,4*3,73^2}{9}=2\,365,81\text{ kg-m}$$

$$M(-)=\frac{WL^2}{14}=\frac{1\,530,4*4,39^2}{14}=1\,520,88\text{ kg-m}$$

Acero mínimo:

$$A_{s\text{mín}} = \rho_{\text{mín}} * b * d$$

$$\rho_{\text{mín}} = 14,1 / F_y$$

b = franja unitaria

t = espesor de la losa

d = peralte efectivo

$$d = t - \text{rec min} - \varnothing/2 = 8,056\text{ cm}$$

$$A_{s\text{mín}} = (14,1 / 2\,810) * 100 * 8,056 = 4,04\text{ cm}^2 \text{ } 7,93\text{ cm}^2$$

$$A_{sM(-)} = \frac{0,85*281}{2\,810} \left[100*8,05 - \sqrt{(100*8,05)^2 - \frac{1\,520,88*100}{0,003825*281}} \right] = 7,93\text{ cm}^2$$

Separación para $A_{s\text{mín}}$ con varillas No. 5

$$7,92\text{ cm}^2 \rightarrow 100\text{cm}$$

$$1,98\text{ cm}^2 \rightarrow S$$

Aplicando una regla de tres:

$$S = 1,98 * 100 / 7,92 = 25\text{ cm}$$

$$AsM(+)=\frac{0,85*281}{2810}\left[100*8,05-\sqrt{(100*8,05)^2-\frac{2\ 365,81*100}{0,003825*281}}\right]=12,82\text{cm}^2$$

Separación para Asmín con varillas No. 5

$$12,82\text{ cm}^2 \rightarrow 100\text{cm}$$

$$1,98\text{ cm}^2 \rightarrow S$$

Aplicando una regla de tres:

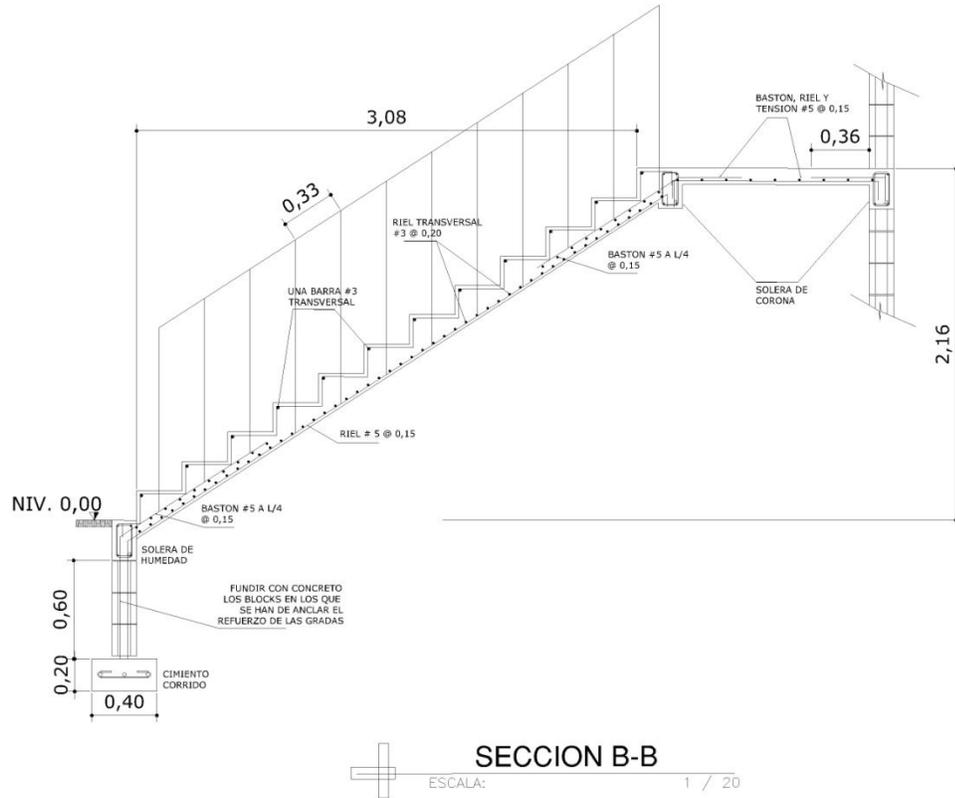
$$S=1,98*100/12,82=15,44\text{ cm}$$

Se escoge una separación de 15 cm

$$\text{Acero por temperatura} = As = 0,002 * b * t = 0,002 (100)*(11) = 2,10\text{ cm}^2$$

$$Sm\acute{a}x = 2 * t = 2 * 10 = 20\text{ cm}; \text{Varilla No. 3 @ } 0,20\text{ m}$$

Figura 42. Sección transversal módulo de gradas



Fuente: elaboración propia.

2.1.6. Instalaciones eléctricas

Con base en el manual de “NORMAS PARA ACOMETIDAS DE SERVICIO ELÉCTRICO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA DE GUATEMALA (EEGSA)”, en la sección V: apartamentos, edificios, centros comerciales y construcciones similares.

Normas y códigos para instalación comercial:

Acometida:

Conjunto de conductores, componentes y materiales utilizados para transmitir la electricidad desde las líneas de distribución de la empresa eléctrica. La instalación de la acometida consta de los siguientes elementos básicos:

- Poste de distribución
- Poste de acometida
- Cables de acometida
- Contador o medidor
- Caja socket para contador
- Medios de protección
- Tableros de distribución

De acuerdo a lo anterior, se colocara un contador, un tablero principal con tierra física neutro, dos tableros de distribución con tierra física aislada. Para conexión de electrodos a tierra se debe colocar una varilla de cobre de una longitud mínima de 2,5 metros y ½” de diámetro.

Circuitos:

Según la norma los circuitos de iluminación y tomacorrientes se protegerán con un flip-on de 15 a 20 amperios por cada 12 unidades como máximo, basándose principalmente en lo que determinen los cálculos.

Se consideró el método del total de potencia que son los Watts o Kilowatts que suman todas las lámparas, tomacorrientes y el resto de conexiones eléctricas y, así lograr la iluminación adecuada en cada área específica.

15 lámparas de 40 Watts por 2 tubos cada lámpara = 1200 watts

11 tomacorrientes de 200 Watts cada uno = 2200 Watts

Sumatoria = 3400 Watts

En base a lo especificado por la norma, y teniendo una potencia de 9540 Watts, se colocaran 4 circuitos, 3 para iluminación y 2 circuito para fuerza en cada nivel del edificio.

Conductores:

El calibre de los conductores será de acuerdo estrictamente al cálculo respectivo, pero en ningún momento podrá ser menor de 12 AWG, TW.

Para el cálculo del calibre de la iluminación, se debe determinar la corriente de los 3 circuitos para cada nivel:

(3 circuitos) 80 Watts * 15 lámparas = 1200 Watts

$$I_{\text{alumbrado}} = \frac{P}{V} = \frac{1200 \text{ watts}}{120} = 10 \text{ A}$$

Tomando en cuenta que la longitud promedio entre cada lámpara de 3 metros, se determina que el calibre del conductor requerido para cargas nominales de 120 voltios con un 2 por ciento de caída de voltaje es 12 AWG, TW.

Para el cálculo del calibre de fuerza, se debe determinar la corriente del circuito para cada nivel, tomando en cuenta el uso simultaneo de los tomacorrientes, y la conexión de computadoras:

(2 circuito) 200 Watts * 11 tomacorrientes = 2200 Watts

$$I_{\text{fuerza}} = \frac{P}{V} = \frac{2200 \text{ watts}}{120} = 18.33 \text{ A}$$

Tomando en cuenta que la longitud promedio entre cada tomacorriente de 5 metros, se determina que el calibre del conductor requerido para cargas nominales de 120 voltios con un 2 por ciento de caída de voltaje es 12 AWG, TW.

Debido a que la corriente es de 10 A para iluminación y de 28,33 A para fuerza, se colocara un flip-on de 20 A por cada circuito, dando como resultado es uso de 4 flip-on por nivel, ver planos 9 y 10 de instalaciones eléctricas (iluminación y fuerza) para la distribución de los circuitos.

Tubería y ductos:

Se utilizara tubería plástica (poliducto), en caso de quedar enterrada o bajo tierra, se deberá proteger con concreto pobre, las uniones deberán ser completamente impermeables.

Dependiendo del calibre y el número de conductores que pasan por el tubo, así será el diámetro requerido.

En cada uno de los ambientes, se colocaran 4 lámparas, lo cual genera que se necesite introducir de 4 a 5 conductores dentro del ducto, por tanto para un calibre 12 AWG, TW con 5 conductores se necesita un diámetro de $\frac{3}{4}$ ".

2.1.7. Evaluación de impacto ambiental

La evaluación del riesgo de impacto ambiental, se realizó mediante una boleta de riesgo utilizada en la municipalidad para la gestión de evaluación en el ministerio de medio ambiente, esta evaluación dio como resultado un punteo de 136 puntos, una calificación superior a los 400 puntos, significa que sería necesario reformular el proyecto, y una calificación superior a 1000 rechaza por completo el proyecto.

Tabla VI. Boleta de riesgo edificio de bomberos municipales

Sistema Nacional de Inversión Pública, SNIP.													
Boleta de Identificaciones de Riesgo de Proyectos de Inversión Pública.													
Proyecto:		Edificación de dos niveles para estación de bomberos municipales											
Localización:		Barrio La Esperanza, Municipio de San José, Petén.											
Identificación y Evaluación de Riesgo Programas / Proyectos	Factor	Tipo de Evento	N.A.	Expuesto al evento	Amenaza				Vulnerabilidad				Total = A * V
					2	4	8	10	0	4	8	10	
Origen del Evento	Factor	Tipo de Evento											R = Amenaza * Vulnerabilidad
Naturales	Meteorológico	Huracanes, ciclones y tifones		X					X				0
		Tornados (vientos fuertes)		X					X				0
		Tormenta tropical		X					X				0
		Onda térmica fría		X					X				0
		Onda térmica cálida		X					X				0
		Inundaciones			X				X				16
		Sequías que provocan pérdidas agrícolas			X				X				16
		Otros: Especifique											
	Topográficos ó Geotécnicos	Derrumbes		X					X				0
		Deslizamientos			X				X				8
		Lahares		X					X				0
		Flujos de lodo y agua			X				X				16
		Otros											
	Tectónicos ó Geológicos	Terremotos (sismos)		X					X				0
		Erupciones volcánicas		X					X				0
Maremotos (tsunamis)			X					X				0	
otros													
Desechos humanos	Violacion de derechos humanos		X					X				0	
	Genera pobreza y exclusión social		X					X				0	
	Genera discriminación (Género, étnia, discapacidad)		X					X				0	
	Ocurrencia de epidemias			X				X				8	
	otros												

2.1.8. Instalaciones hidráulicas

Agua potable

Tabla VII. **Equivalencias de gastos en tuberías de agua, tomando como unidad la tubería de ½" de diámetro, para las mismas condiciones de pérdida de presión y para una presión dada**

Diámetro del tubo en pulgadas	Número de tubos de ½" con la misma capacidad
½	1
¾	2,9
1	6,2
1 ¼	10,9
1 ½	17,4
2	37,8
2 ½	65,5

Fuente: Rodríguez Soza, Luis Carlos. Guía para las instalaciones sanitarias en edificios. p. 58.

Cálculo de subramales:

Dependiendo del aparato sanitario, se le asigna un diámetro en pulgadas a cada sub ramal, en este caso se asignaron de la siguiente manera:

Lavamanos ½"

Inodoro con tanque ½"

Ducha ½"

Urinario ½"

Chorros para patio ½"

Cálculo de ramales:

Utilizando la tabla VII, se le asigna un número (equivalencia) a cada sub-ramal en función de su diámetro obtenido anteriormente quedando de la siguiente manera:

- $\frac{1}{2}$ " = 1,0
- $\frac{3}{4}$ " = 2,9
- 1" = 6,2

Luego, empezando desde el punto más alejado con respecto al alimentador principal, se analiza ramal por ramal y en función de los números anteriores, se calcula el diámetro quedando de la siguiente manera:

Se concluye que el tipo de tubería a utilizar será de cloruro polivinilo PVC de $\frac{3}{4}$ " de diámetro para ramales principales y PVC de $\frac{1}{2}$ " de diámetro para las conexiones a los artefactos sanitarios (tabla VIII).

Tabla VIII. **Cálculo de diámetro de tubería de agua potable**

Tramo	Equiv.	Diámetro	Tramo	Equiv.	Diámetro
7-6	1	$\frac{1}{2}$ "	14-15	2	$\frac{1}{2}$ "
6-5	1	$\frac{3}{4}$ "	15-16	2	$\frac{3}{4}$ "
5-8	2	$\frac{3}{4}$ "	16-17	2	$\frac{3}{4}$ "
8-9	2	$\frac{3}{4}$ "	17-18	2	$\frac{3}{4}$ "
9-10	2	$\frac{3}{4}$ "	5-4	2	$\frac{3}{4}$ "
10-11	2	$\frac{3}{4}$ "	4-3	2	$\frac{3}{4}$ "
11-12	2	$\frac{3}{4}$ "	3-2	2	$\frac{1}{2}$ "
12-13	2	$\frac{1}{2}$ "	2-1	3	1"
13-14	2	$\frac{1}{2}$ "	1-Acometida	3	1"
			13-Acometida	3	1"

Fuente: elaboración propia.

Cálculo de la línea principal

De acuerdo con la tabla VIX se le asigna un número de unidades de gasto o unidades Hunter (UH) a cada uno de los artefactos sanitarios en función de su tipo, quedando de la siguiente manera:

Lavamanos	1
Ducha	2
Inodoro con tanque	3
Urinario	5
Chorros para patio	1

Tabla IX. **Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías de distribución de agua en los edificios**

Pieza	Tipo	Unidades de gasto
Tina	Llave normal	2
Lavadora	Eléctrica	3
Ducha	Llave normal	2
Inodoro	Con tanque	3
Inodoro	Con válvula semiautomática	6
Lavadero	Cocina	3
Lavadero	Repostero	3
Lavaplatos	Combinación	3
Lavamanos	Llave normal	1
Urinario	Con tanque	3
Urinario	Con válvula semiautomática	5

Fuente: Rodríguez Soza, Luis Carlos. Guía para las instalaciones sanitarias en edificios. p. 48.

De esta manera la cantidad de UH por nivel será de:

Primer nivel

1 lavamanos x 1 UH -----	1 UH
1 inodoros con tanque x 3 UH -----	3 UH
2 chorro para patio x 1 UH-----	2 UH
Total -----	6 UH

Segundo nivel

4 lavamanos x 1 UH -----	4 UH
4 duchas x 2 UH -----	8 UH
4 inodoros con tanque x 3 UH -----	12 UH
2 urinario x 5 UH -----	10 UH
Total -----	34 UH

El número de UH totales será:

6 UH + 34 UH = 40 UH (15 UH con tanque y 25 UH con válvula)

Con el número total de UH y utilizando la tabla X, se tiene un gasto probable de 1,88 litros sobre segundo (0,44 unidades con tanque y 1,44 unidades con válvula).

Estimando una velocidad de 1 metros sobre segundos, una altura de niveles de 3,10 y tubería de PVC, se calcula el diámetro para cada tramo mediante la fórmula siguiente:

$$D = \sqrt[4,87]{\frac{1\,743,811 \times L \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times h_f}}$$

El diámetro a usar para la línea de distribución que alimenta los diferentes niveles será de 3/4 pulgadas.

Tabla X. **Gasto probable para la aplicación del método de Hunter (l/s)**

No.	Gasto		No.	Gasto	
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula
3	0,12	---	40	0,91	1,74
4	0,16	---	42	0,95	1,78
5	0,23	0,91	44	1,00	1,82
6	0,25	0,94	46	1,03	1,84
7	0,28	0,97	48	1,09	1,92
8	0,29	1,00	50	1,13	1,97
9	0,32	1,03	55	1,19	2,04
10	0,34	1,06	60	1,25	2,11
12	0,38	1,12	65	1,31	2,17
14	0,42	1,17	70	1,36	2,23
16	0,46	1,22	75	1,41	2,29
18	0,50	1,27	80	1,45	2,35
20	0,54	1,33	85	1,50	2,40
22	0,58	1,37	90	1,56	2,45
24	0,61	1,42	95	1,62	2,50
26	0,67	1,45	100	1,67	2,55
28	0,71	1,51	110	1,75	2,60
30	0,75	1,55	120	1,83	2,72
32	0,79	1,59	130	1,91	2,80
34	0,82	1,63	140	1,98	2,85
36	0,85	1,67	150	2,06	2,95
38	0,88	1,70	160	2,14	3,04

Fuente: Rodríguez Soza, Luis Carlos. Guía para las instalaciones sanitarias en edificios, p. 50.

TABLA XI. **Resumen del diseño de drenaje de aguas residuales**

	Diámetro	Cantidad	Unidad de carga(UD)	cantidad por UD
Inodoro	3"	3	4	12
Ducha	3"	2	7	14
Lavatorio	2"	3	1	3
			Total	29
Inodoro	3"	2	4	8
Ducha	3"	2	7	14
Lavatorio	2"	2	1	2
Urinario	2"	2	2	4
			Total	28

Fuente: elaboración propia.

Las instalaciones de aguas negras y aguas pluviales, se trabajaron en sistemas separativos, con tubería PVC de \varnothing 4 pulgadas. La descarga del drenaje a la red municipal, con tubería PVC de \varnothing 4 pulgadas.

Determinando diámetro de la tubería de agua pluvial

Datos

Pendiente = 1%

Área tributaria = 31,74 m² = 0,003174 hectáreas

Tiempo para tramo inicial t = 12 min

PVC = 3 plg

Coefficiente de rugosidad de PVC n = 0,010

Coefficiente de escorrentía para superficie de concreto C = 0,90

Intensidad de lluvia para la región de Petén en 10 años

$$I = \frac{4049}{t+37,14}$$

Encontrando intensidad

$$I = \frac{4049}{t+37,14} = 82,40 \text{ mm/h}$$

Caudal de diseño

$$q_{di} = \frac{C \cdot I \cdot A}{360} = \frac{0,90 \cdot 82,40 \cdot 0,003174}{360} = 0,000654 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$q_{di} = 0,654 \text{ l/s}$$

Encontrando velocidad de flujo de sección llena

$$v = \frac{0,03429 \cdot D^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n} = \frac{0,03429 \cdot 3^{2/3} \cdot 1/100^{1/2}}{0,010} = 0,71 \text{ m/s}$$

Área de sección de tubería

$$A = 5,067E^{-10} \cdot D^2 = 5,067E^{-10} \cdot 3^2 = 0,00456 \text{ m}^2$$

Caudal de sección llena

$$Q = A \cdot V = (0,00456) \cdot (0,71) = 0,00325 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 3,25 \text{ l}^3/\text{s}$$

Como Q mayor que qdi se tiene un diámetro de tubería correcto.

2.1.9. Planos constructivos

Se elaboraron 10 planos, los cuáles son:

- Planta amueblada
- Planta acotada
- Planta de cimentación y columnas
- Planta de losas y detalles de vigas
- Corte de muros y detalles estructurales
- Planta de acabados
- Planta instalación hidráulica y de drenajes
- Planta de instalación eléctrica fuerza
- Planta de instalación eléctrica iluminación
- Fachadas y secciones

2.1.10. Presupuesto

El presupuesto se elaboró a base a precios unitarios, aplicando un 38 por ciento de costos indirectos, en los cuales se incluyen gastos de administración, supervisión y utilidades. Los precios de los materiales se obtuvieron mediante cotizaciones en centros de distribución de la región y la mano de obra se calculó de acuerdo a los salarios establecidos por la municipalidad.

Tabla XII. **Presupuesto edificio estación de bomberos municipales**

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ, PETÉN; PRESUPUESTO DE EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA ESTACIÓN DE BOMBEROS MUNICIPALES					
No	REGLÓN	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				
1.1	TRAZO Y NIVELACIÓN	GLOBAL	1	Q 4,000.00	Q4,000.00
2	CIMENTACIÓN				
2.1	CORTE Y RELLENO	GLOBAL	1	Q 33,233.60	Q 33,233.60
2.2	ZAPATAS TIPO Z1	UNIDAD	20	Q 21,858.84	Q 437,176.71
2.3	CIMIENTO CORRIDO	ML	81	Q 336.44	Q 27,251.64

Continuación tabla XII

3	COLUMNAS				
3.1	COLUMNA TIPO C1	ML	103.2	Q 1,388.15	Q 143,257.08
3.2	COLUMNA TIPO C2	ML	35	Q 1,062.64	Q 37,192.40
3.3	COLUMNA TIPO C3	ML	430	Q 269.79	Q 116,009.70
3.4	COLUMNA TIPO C4	ML	37.92	Q 191.98	Q 7,279.88
4	SOLERAS				
4.1	SOLERA HIDRÓFUGA	ML	401.2	Q 306.10	Q 122,807.32
4.2	SOLERA TIPO DINTEL	ML	30	Q 205.81	Q 6,174.30
4.3	SOLERA DE SILLAR	ML	30	Q 607.41	Q 18,222.30
4.4	SOLERA DE TIPO U	ML	400	Q 189.31	Q 75,724.00
5	VIGAS				
5.1	VIGA TIPO V1X	ML	23	Q 881.63	Q 20,277.49
5.2	VIGA TIPO V2X	ML	46	Q 914.42	Q 42,063.32
5.3	VIGA TIPO V3X	ML	23	Q 964.54	Q 22,184.42
5.4	VIGA TIPO V4X	ML	23	Q 968.00	Q 22,264.00
5.5	VIGA TIPO V5X	ML	23	Q 950.41	Q 21,859.43
5.6	VIGA TIPO V1Y	ML	55.2	Q 914.34	Q 50,471.57
5.7	VIGA TIPO V2Y	ML	73.6	Q 881.63	Q 64,887.97
5.8	VIGA TIPO V3Y	ML	18.4	Q 806.85	Q 14,846.04
5.9	VIGA TIPO V4Y	ML	4.6	Q 828.57	Q 3,811.42
6	LOSAS	M2	508	Q 1,030.12	Q 523,300.96
Z	MUROS				
7.1	LEVANTADO DE BLOCK 0.15X0.2X0.3	M2	632	Q 1,713.67	Q 1,083,039.44
7.2	LEVANTADO DE BLOCK 0.1X0.2X0.3	M2	26.46	Q 1,969.06	Q 52,101.33
8	CIRCUITO ILUMINACION	GLOBAL	1	Q 13,779.03	Q 13,779.03
9	CIRCUITO FUERZA	GLOBAL	1	Q 11,727.79	Q 11,727.79
10	MÓDULO DE GRADAS	GLOBAL	1	Q 50,132.62	Q 50,132.62
11	INSTALACIÓN PUERTAS				
11.1	PUERTA TIPO 1	UNIDAD	9	Q 4,798.69	Q 43,188.21
11.2	PUERTA TIPO 2	UNIDAD	5	Q 3,998.91	Q 19,994.55
12	INSTALACIÓN VENTANAS				
12.1	VENTANA TIPO 1	UNIDAD	6	Q 1,332.97	Q 7,997.82
12.2	VENTANA TIPO 2	UNIDAD	2	Q 1,599.56	Q 3,199.12
12.3	VENTANA TIPO 3	UNIDAD	10	Q 1,866.16	Q 18,661.60
12.3	VENTANA TIPO 4	UNIDAD	7	Q 8,305.26	Q 58,136.82
13	ACABADOS				
13.1	REPELLO + CERNIDO	M2	400	Q 75.58	Q 30,232.00
13.2	PINTURA	M2	400	Q 9.93	Q50,602.09
13.3	COLOCACIÓN PISO	M2	280	Q 205.28	Q 57,478.40
14	INSTALACIÓN HIDRAULICA	GLOBAL	1	Q 25,704.99	Q 25,704.99
15	INSTALACIÓN DRENAJES	GLOBAL	1	Q 13,143.08	Q 13,143.08
16	LIMPIEZA GENERAL	GLOBAL	1	Q 5,000.00	Q5,000.00
				TOTAL	Q3,358,414.43
	COSTO POR METRO CUADRADO		Q6,329.17		

Fuente: elaboración propia.

2.2. Diseño de la carretera hacia la Reserva de la Biosfera Itzá

A continuación se desarrolla el diseño de la carretera hacia la Reserva de la Biosfera Itzá.

2.2.1. Descripción de proyecto y criterios de diseño

El proyecto consiste en el diseño de la carretera hacia la Reserva de la Biosfera Itzá, la cual mide aproximadamente 6 kilómetros, tipo F, con un ancho de calzada de 5,5 metros y balasto de espesor de 15 centímetros. Se tomaron como parámetros de diseño las normas de la Dirección General de Caminos, así como criterios del manual de la SIECA.

2.2.2. Preliminar de campo

Se debe realizar una visita de campo al lugar donde se realizará el proyecto, seguidamente de un levantamiento topográfico.

2.2.2.1. Reconocimiento

En el reconocimiento de campo se estableció la limitante de elegir la ruta de la carretera, en vista de que hay preestablecida una brecha, por estar en una zona de reserva boscosa y posibles zonas arqueológicas. Como ayuda se utilizó la hoja cartográfica San José 1641 -IV.

Figura 43. Hoja cartográfica San José



Fuente: Instituto Geográfico Nacional de Guatemala.

2.2.2.2. Levantamiento topográfico

Se debe definir los puntos obligados de paso, el inicio y el final de camino. Se realizó el levantamiento aplicando el método de conservación de azimut, para el efecto se referenciaron las estructuras existentes o suelos difíciles de trabajar. Teniendo como objetivo una superficie del mayor ancho posible sobre toda la longitud de la ruta seleccionada, en cuanto a nivelación se aplicó el método de distancia y ángulo vertical y las secciones transversales se tomaron a cada 20 metros. Para el levantamiento se utilizó un teodolito digital marca *South ET-05*.

2.2.3. Dibujo preliminar

Este servirá para establecer la ruta final de la carretera, en este se observarán las deflexiones y cambios de altura entre estaciones, proporcionando la información necesaria para el diseño final.

2.2.3.1. Planimétrico

Los datos se ingresaron al programa Civil 3D para realizar el dibujo planimétrico. En este se gráfica el eje central de la carretera, los obstáculos naturales y obras de infraestructura.

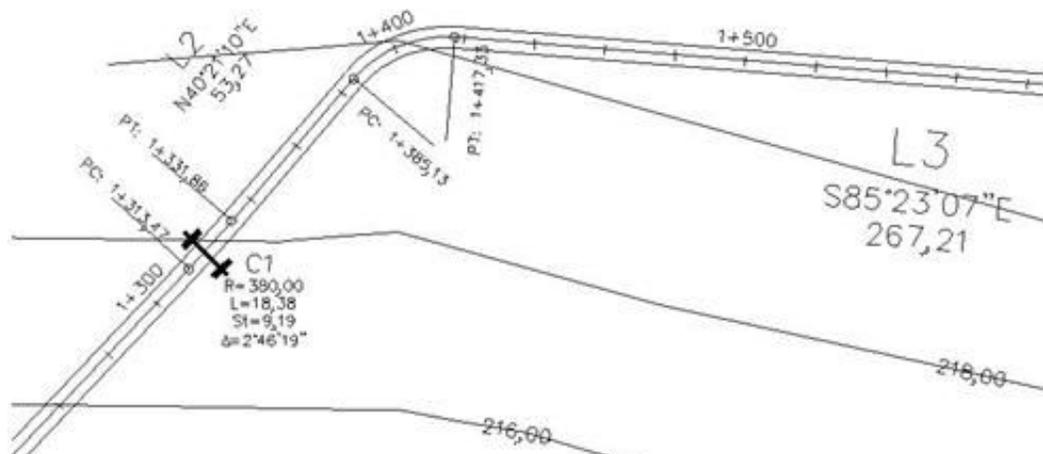
2.2.3.2. Altimétrico

En este se gráfica la relación de la altura respecto a la longitud en una relación de 1 a 10 respectivamente, para que puedan ser apreciadas las pendientes. Se aplicó el mismo programa.

2.2.3.3. Curvas de nivel

Para el dibujo de las curvas de nivel se utilizó el programa Civil 3D, se dibujó en planta, las secciones a partir del punto que le corresponde el caminamiento en la línea central. Las curvas de nivel del levantamiento sirven para determinar las pendientes en los taludes.

Figura 44. **Curvas de nivel**



Fuente: elaboración propia.

2.2.4. **Diseño de localización**

Consiste en diseñar la línea final o la línea de localización, la cual será la definitiva para el proyecto, se realiza con toda la información que se recabe en campo. Para la realización del diseño de la línea de localización se deben considerar los parámetros de diseño, para este caso se eligieron los parámetros de la Dirección General de Caminos. Se eligió una típica tipo F, en función del tránsito promedio diario anual (TPDA).

Las curvas horizontales se diseñará con un radio mínimo de 18 metros, pendiente máxima de 14 por ciento y un ancho de calzada de 5,5 metros. La velocidad de diseño máxima será de 40 kilómetros por hora en las regiones llanas, 30 kilómetros por hora en las regiones onduladas y 20 kilómetros por hora en las regiones montañosas. En el diseño de localización se deben contemplar las longitudes de transición entre las curvas.

Tabla XIII **Características geométricas**

T.P.D.A.	CARRETERA	DISEÑO (K.P.H.)	CALZADA (MTS)	ANCHO DE TERRACERIA		VIA (MTS)	(MTS)	MAXIMA (%)	DISTANCIA VISIBILIDAD PARADA	
				CORTE (M3)	RELLENO (M3)				MINIMA (MTS)	RECOMENDADA
10 A 100	TIPO F		5,5	9,5	8,5	15				
	REGIONES									
	LLANAS	40					47	10	40	50
	ONDULADAS	30					30	12	30	35
	MONTAÑOSAS	20					18	14	20	25

Fuente: Dirección General de Camino, Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes.

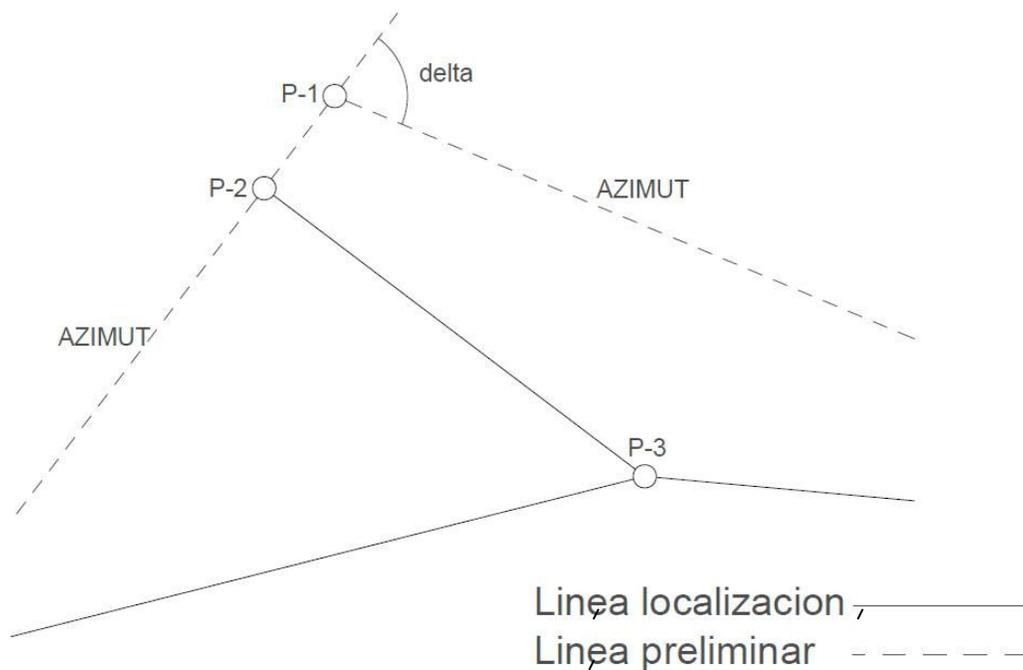
El diseño se realizó utilizando el *software* Civil 3D, se ingresaron manualmente los parámetros de diseño, comprobando que se cumplan las especificaciones. Las curvas de diseño deben adaptarse lo mejor posible a las características del terreno, estas se unen por medio de tangentes, se verifican las especificaciones de las longitudes de transición, este es un proceso de ensayo y error hasta llegar a la línea definitiva, que será la que cumpla con todos los parámetros.

2.2.4.1. Corrimiento de línea

Se realiza este procedimiento cuando la topografía del terreno impide que la ruta preliminar sea adecuada para el diseño, ya sea porque no se cumplen las longitudes de transición, las pendientes son mayores a las permisibles o no se cumplen con los radios mínimos. Para este caso fue

necesario hacer corrimientos de líneas para no sobrepasar las pendientes máximas.

Figura 45. **Corrimiento de línea**



Fuente: elaboración propia.

La línea preliminar es la línea central del camino existente. Las coordenadas totales de los puntos de intersección (PI) de la línea de localización, se obtienen por medio de las coordenadas totales de la línea preliminar. Los cálculos de PI se realizan de la siguiente manera:

Dibujar una línea perpendicular a la línea preliminar en el punto P2 hasta interceptarla con el PI de la línea de localización, que es el punto P3, medir la distancia entre los puntos P3 y P2 y entre los puntos P1, que es el PI de la línea preliminar y P2.

Con la coordenadas totales ya calculadas del PI de la línea preliminar (P1), el azimut invertido y la distancia de P1 a P2, calcular las coordenadas del punto P2, ubicados en el punto P2, con el azimut invertido restar 90 grados para el nuevo azimut de la línea P2 –P3.

Con la coordenadas del punto P2, el azimut de la línea P2-P3 y la distancia P2 - P3 se calculan las coordenadas del punto P3, PI de la línea de localización.

Las distancias entre P1-P2 y P2-P3, se denominan puntos de control, estas amarran las líneas de preliminar y localización y son importantes pues se pueden verificar en campo. Este procedimiento se aplica en todos los puntos de la línea de localización usando relación de triángulos y ley de senos y cosenos, se calculan coordenadas totales.

Distancia entre P1 y P2 = D (1-2)

Distancia entre P3 (PI) y P2 = D (2-3)

Coordenadas de P1 = (X1, Y1)

Coordenadas de P2 = (X2, Y2)

Coordenadas de PI = (XI, YI)

Azimut 2 – Azimut 1 = Δ

Cálculo:

Azimut invertido = $\Delta + 180^\circ$

Coordenadas totales de P2 (X2, Y2):

$X2 = X1 + D(1 -2) * \text{sen}(\Delta +180^\circ)$

$Y2 = Y1 + D(1 -2) * \text{cos}(\Delta+180^\circ)$

Nuevo azimut = $\Delta+ 90^\circ$

Coordenadas totales del PI (XI, YI):

$$XI = X_2 + [D(2-3) * \text{sen}(\Delta+90^\circ)]$$

$$YI = Y_2 + [D(2-3) * \text{cos}(\Delta+90^\circ)]$$

A través del programa Civil 3d se realizaron las operaciones para el corrimiento de línea, a partir de el trazo del nuevo punto que definirá la línea de localización y la ubicación de coordenadas, obteniendo toda la información necesaria para el cálculo de los elementos geométricos de la carretera.

2.2.4.2. Cálculo de elementos de curvas horizontal

Consiste en el diseño de la línea final de localización en planimetría, mediante el cálculo de las curvas horizontales, las cuales definirán la ruta a seguir, constituyendo la guía fundamental para la cuadrilla de topografía en el trazo final de la carretera, en el proceso de diseño se deben considerar varios aspectos técnicos, los cuales se enumeran a continuación:

- Todo el diseño debe ir basado en el principio de seguridad y comodidad de la carretera.
- Una carretera diseñada para seguir las ondulaciones de las curvas a nivel es preferible a una con tangentes con repetidos cortes y rellenos, ya que esto disminuye los costos.
- Para una velocidad de diseño dada, debe evitarse, dentro de lo razonable, el uso de radios mínimos en el cálculo de las curvas horizontales.
- En carreteras del área rural, es conveniente evaluar si se usa un radio menor al mínimo permitido por la velocidad de diseño, a cambio de incrementar considerablemente el costo de la obra al utilizar radios

mínimos. En estos casos el criterio del diseñador es importante para que puedan circular sin necesidad de hacer maniobras de retroceso.

- Se debe procurar, en todo lo posible, aumentar la longitud de las tangentes.
- Se deben evitar curvas en donde se localicen puentes, ya que estos deberán ubicarse preferiblemente en tangentes, pero en situaciones especiales se ampliará la curva con un sobre ancho. No deberán diseñarse curvas con radios mínimos antes de entrar a un puente.
- En terrenos llanos, es conveniente evitar el diseño de tangentes demasiado largas.
- Debe chequearse en cada cálculo la longitud de la tangente, ya que ésta no podrá ser jamás negativa, esto indicaría que dos curvas horizontales se están traslapando.

Para el diseño es necesario establecer un radio de curva en función de las deflexiones, para este caso se obtuvieron del anexo 7. El diseño geométrico de carreteras es un proceso de tanteos hasta que se consigue el óptimo. En los siguientes incisos se calculará cada elemento de la curva 0+035,89, a manera de ejemplo.

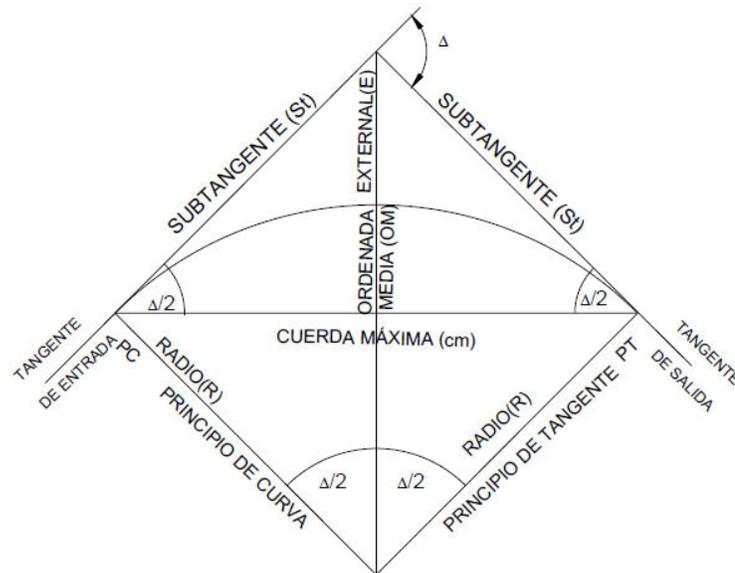
Datos:

Deflexión=4,992°

Radio elegido=47m (en función de la deflexión)

Estación de inicio= 0+035,89

Figura 46. **Elementos de curva horizontal**



Fuente: elaboración propia.

Grado de curvatura (G)

En Guatemala se define como el ángulo central que sobre una circunferencia define un arco de 20 metros de longitud. En otra forma, se dice que (G) es el ángulo que subtiende un arco de 20 metros.

$$G = 145,9156/R = 145,9156/47 = 24,381^\circ$$

Longitud de curva (Lc)

La longitud de curva es la distancia, siguiendo la curva, desde el PC hasta el PT.

$$Lc = \frac{20\Delta}{G}$$

Lc = longitud de curva

G = grado de curvatura

Δ = diferencia de azimut de entrada menos azimut de salida

Los radios fueron tomados a partir de la lectura de las deflexiones

$$Lc = \frac{20\Delta}{G} = \frac{20 \cdot 4,992}{24,381} = 4,095m$$

Sub-tangente (St)

Es la distancia entre el PC y el PI o entre el PI y el PT, en curvas circulares simples forman un ángulo de 90 grados con el radio.

$$St = R \cdot \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right) = 47 \cdot \tan(4,992^\circ/2) = 2,047m$$

Cuerda máxima (Cm)

Es la distancia en línea recta desde el PC al PT.

$$Cm = 2R \cdot \sin\left(\frac{\Delta}{2}\right) = 2 \cdot 47 \cdot \sin\left(\frac{4,992^\circ}{2}\right) = 4,094m$$

External (E)

Es la distancia desde el PI al punto medio de la curva.

$$E = R \cdot \left(\sec\frac{\Delta}{2} - 1\right) = 47 \cdot \left(\sec\frac{4,992^\circ}{2} - 1\right) = 0,045m$$

Tabla XIV. Resumen diseño geométrico

CURVA (PC)	RADIO	DELTA	DELTA	CURVATURA	L curva	SUB-TANG	C maxima	EXTERNAL		
0+035,89	47	4	59	32	4,992	24,381	4,095	2,049	4,094	0,0446369
0+053,38	50	5	56	27	5,941	22,918	5,184	2,595	5,182	0,06726918
0+179,69	47	14	50	26	14,841	24,381	12,174	6,121	12,140	0,39692471
0+243,27	50	36	25	27	36,424	22,918	31,786	16,451	31,254	2,63677831
0+369,55	58	14	29	55	14,499	19,757	14,677	7,378	14,638	0,46736006
0+449,72	55	14	39	17	14,655	20,835	14,068	7,072	14,029	0,45284731
0+572,08	47	11	2	2	11,034	24,381	9,051	4,540	9,037	0,21872612
0+606,87	50	19	21	27	19,358	22,918	16,893	8,528	16,812	0,72198222
0+670,81	47	10	37	35	10,626	24,381	8,717	4,371	8,704	0,2028116
0+701,46	60	41	48	44	41,812	19,099	43,786	22,919	42,821	4,22838451
0+766,57	50	37	33	42	37,562	22,918	32,779	17,003	32,195	2,8118613
0+826,01	47	13	45	50	13,764	24,381	11,291	5,673	11,263	0,34108536
0+869,69	47	4	37	39	4,628	24,381	3,796	1,899	3,795	0,0383487
0+924,92	50	15	8	11	15,136	22,918	13,209	6,643	13,171	0,43938736
1+007,44	47	9	20	55	9,349	24,381	7,669	3,843	7,660	0,15684214
1+026,61	50	32	35	22	32,589	22,918	28,440	14,616	28,058	2,09249611
1+099,38	47	2	27	15	2,454	24,381	2,013	1,007	2,013	0,01078087
1+151,77	47	25	13	44	25,229	24,381	20,695	10,518	20,529	1,16256059
1+240,09	50	70	1	2	70,017	22,918	61,102	35,022	57,370	11,0451543
1+362,56	60	44	24	12	44,403	19,099	46,499	24,488	45,344	4,80464254
1+442,24	47	11	19	47	11,330	24,381	9,294	4,662	9,279	0,23066063
1+477,59	47	47	36	9	47,603	24,381	39,049	20,731	37,935	4,36887878
1+524,20	47	43	57	24	43,957	24,381	36,058	18,969	35,180	3,6833929
1+619,34	47	6	19	38	6,327	24,381	5,190	2,598	5,188	0,0717366
1+693,17	37	23	27	40	23,461	30,971	15,151	7,683	15,045	0,78924632
1+729,97	65	50	44	29	50,741	17,629	57,564	30,824	55,701	6,93810143
1+827,25	55	33	40	51	33,681	20,835	32,331	16,648	31,868	2,46433651
1+895,71	60	49	8	40	49,144	19,099	51,464	27,435	49,901	5,97482382
1+977,42	47	19	45	21	19,756	24,381	16,206	8,184	16,126	0,707235
2+020,56	47	9	16	59	9,283	24,381	7,615	3,816	7,607	0,15464419
2+095,74	47	22	12	46	22,213	24,381	18,221	9,226	18,107	0,89705482
2+136,47	47	19	49	8	19,819	24,381	16,258	8,211	16,177	0,71181386
2+160,58	50	27	21	43	27,362	22,918	23,878	12,171	23,652	1,46003864
2+236,35	50	9	31	7	9,519	22,918	8,307	4,163	8,297	0,17299446
2+269,94	47	25	17	45	25,296	24,381	20,750	10,547	20,582	1,16886635
2+292,54	51	33	17	2	33,284	22,469	29,627	15,244	29,212	2,22961981
2+368,57	47	17	35	45	17,596	24,381	14,434	7,274	14,377	0,55958881
2+417,42	53	25	41	10	25,686	21,621	23,760	12,083	23,562	1,35994482
2+463,95	55	4	25	30	4,425	20,835	4,248	2,125	4,247	0,04103211
2+499,14	50	6	37	0	6,617	22,918	5,774	2,890	5,771	0,08346742
2+530,17	50	4	12	55	4,215	22,918	3,679	1,840	3,678	0,03384793
2+560,13	52	25	31	16	25,521	22,037	23,162	11,776	22,971	1,31683819
2+604,61	55	3	54	11	3,903	20,835	3,747	1,874	3,746	0,03191882
2+633,86	47	15	50	48	15,847	24,381	12,999	6,541	12,958	0,45301458
2+701,08	47	17	15	24	17,257	24,381	14,156	7,132	14,102	0,53802041
2+721,48	55	31	2	57	31,049	20,835	29,805	15,278	29,442	2,08261922
2+770,06	47	3	34	44	3,579	24,381	2,936	1,468	2,935	0,02293166
2+832,89	60	37	10	26	37,174	19,099	38,928	20,177	38,249	3,30175202
2+882,61	60	23	56	57	23,949	19,099	25,080	12,726	24,897	1,33465842

Continuación tabla XIV

2+832,89	60	37	10	26	37,174	19,099	38,928	20,177	38,249	3,30175202
2+882,61	60	23	56	57	23,949	19,099	25,080	12,726	24,897	1,33465842
2+945,96	47	13	45	27	13,758	24,381	11,285	5,670	11,258	0,34076687
3+002,27	52	28	13	3	28,218	22,037	25,609	13,070	25,351	1,61737896
3+064,57	37	4	43	25	4,724	30,971	3,050	1,526	3,050	0,03145736
3+100,47	50	5	58	2	5,967	22,918	5,207	2,606	5,205	0,06786879
3+135,17	37	12	0	4	12,001	30,971	7,750	3,889	7,736	0,20384426
3+222,45	47	22	16	31	22,275	24,381	18,273	9,253	18,158	0,90219081
3+246,09	47	42	35	3	42,584	24,381	34,932	18,317	34,134	3,44318038
3+619,23	60	3	10	38	3,177	19,099	3,327	1,664	3,327	0,02307014
3+753,30	53	4	57	45	4,963	21,621	4,590	2,297	4,589	0,04973718
3+788,00	50	63	39	15	63,654	22,918	55,549	31,034	52,736	8,84821038
3+838,24	47	3	59	39	3,994	24,381	3,276	1,639	3,276	0,02856504
3+854,12	47	43	41	6	43,685	24,381	35,835	18,839	34,973	3,63508769
3+908,15	50	83	58	55	83,982	22,918	73,288	45,006	66,901	17,2720933
3+997,18	47	93	54	26	93,907	24,381	77,033	50,320	68,695	21,8553619
4+086,50	47	86	35	50	86,597	24,381	71,036	44,288	64,465	17,579123
4+184,04	27	44	54	3	44,901	42,441	21,159	11,156	20,622	2,21412833
4+205,62	47	5	45	17	5,755	24,381	4,721	2,362	4,719	0,05932912
4+228,67	47	54	55	17	54,921	24,381	45,052	24,426	43,347	5,96804829
4+292,54	50	3	49	13	3,820	22,918	3,334	1,668	3,333	0,02779878
4+325,60	47	10	40	45	10,679	24,381	8,760	4,393	8,747	0,20483853
4+359,83	47	14	47	13	14,787	24,381	12,130	6,099	12,096	0,39404213
4+381,41	50	40	6	9	40,103	22,918	34,996	18,249	34,286	3,22623849
4+482,60	50	27	39	31	27,659	22,918	24,137	12,308	23,903	1,49266165
4+536,65	50	10	55	51	10,931	22,918	9,539	4,784	9,524	0,22834464
4+575,08	47	4	32	0	4,533	24,381	3,719	1,860	3,718	0,03680283
4+597,03	65	62	15	21	62,256	17,629	70,627	39,254	67,204	10,9332215
4+699,40	37	20	39	49	20,664	30,971	13,344	6,745	13,272	0,60981949
4+723,10	47	17	12	18	17,205	24,381	14,113	7,110	14,060	0,53477307
4+746,30	48	17	9	20	17,156	23,873	14,372	7,240	14,319	0,54298709
4+790,18	47	4	43	40	4,728	24,381	3,878	1,940	3,877	0,04002993
4+809,35	47	1	52	40	1,878	24,381	1,540	0,770	1,540	0,00631102
4+826,32	60	49	48	51	49,814	19,099	52,165	27,860	50,538	6,15273666
4+899,37	47	11	6	45	11,113	24,381	9,116	4,572	9,101	0,22186616

Fuente: elaboración propia.

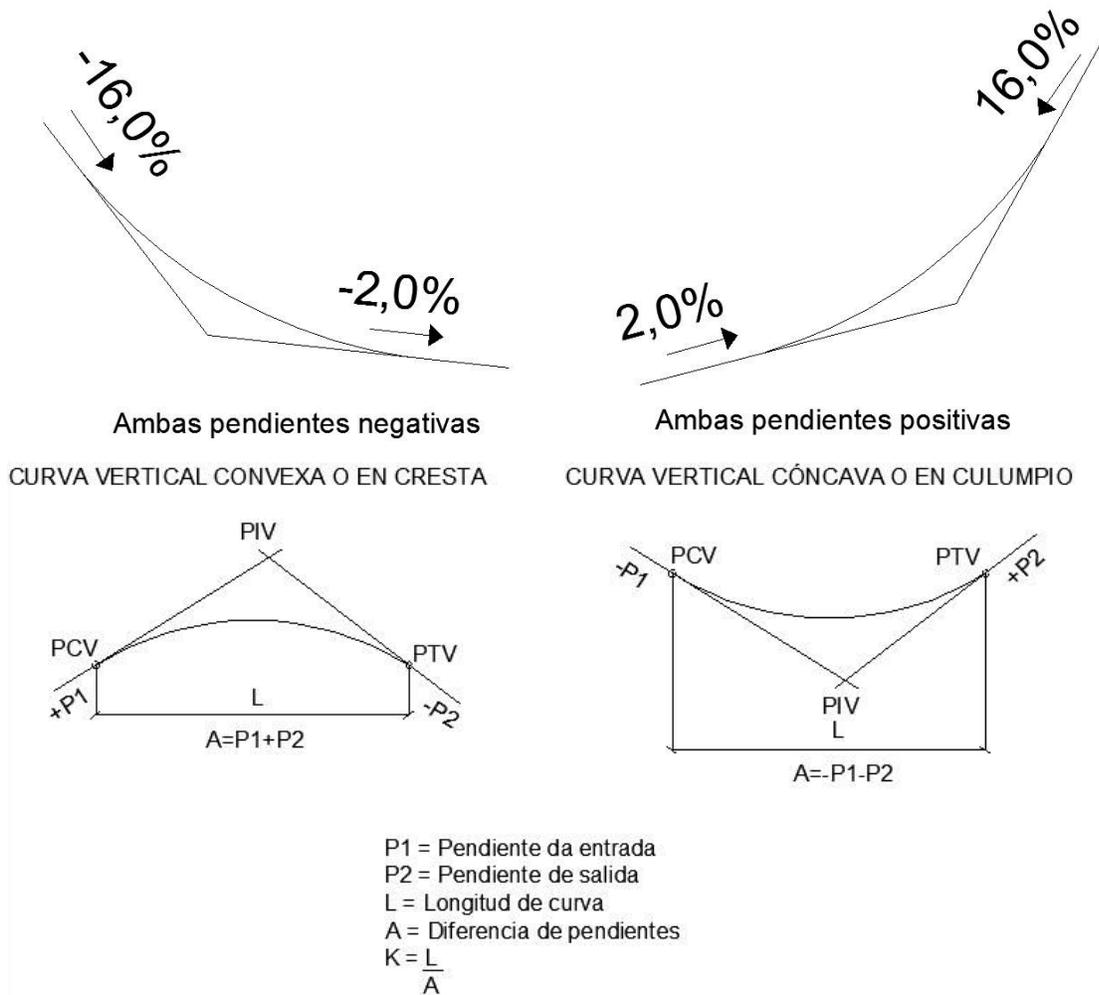
2.2.4.3. Diseño de curva vertical

Las carreteras no sólo están conformadas por curvas horizontales, sino también por curvas verticales, esto significa que se está trabajando en tres dimensiones, para su diseño y simplificación de trabajo las carreteras se desglosan en planimetría y altimetría. En la parte de la altimetría se estudian las curvas verticales, que pueden ser cóncavas o convexas, también existen curvas en ascenso con ambas pendientes positivas (convexas) y curvas en descenso con ambas pendientes negativas (cóncavas).

La finalidad de las curvas verticales es proporcionar suavidad al cambio de pendiente, estas curvas pueden ser circulares o parabólicas aunque la más usada en el país por la Dirección General de Caminos es la parabólica simple, debido a la facilidad de cálculo y a su gran adaptación a las condiciones del terreno. Las especificaciones para curvas verticales, según la DGC, están en función de la diferencia algebraica de pendientes y de la velocidad de diseño. Al momento de diseñarlas curvas debe tenerse presente las longitudes de éstas, para evitar traslapes entre curvas, dejando también la mejor visibilidad posible a los conductores.

En diseños de carreteras para áreas rurales, es común entre los diseñadores, usar como longitud mínima de curva vertical, el valor de la velocidad de diseño.

Figura 47. Componentes de curva vertical



Fuente: elaboración propia.

L= longitud de curva vertical

K = constante que depende de las velocidades de diseño

A = diferencia algebraica de pendientes

Los valores de K para el diseño se tomaron de las graficas del anexo 8

Para la curva dos se tienen los siguientes datos:

P1%=2,37%, P2%=5,14%

A%=2,77%

K=50,1

L=30 (mínimo establecido para el diseño según graficas del anexo 8)

Tabla XV **Resumen diseño de curvas verticales**

CURVA	P 1	P 2	A	TIPO CURVA	LONG CURVA	K
		-0,69				
1	-0,69	-5,577	4,887	CONVEXA	40	8,18
2	-5,577	-0,655	4,922	CONCAVA	40	8,13
3	-0,655	5,716	5,061	CONCAVA	40	7,90
4	5,716	1,012	4,704	CONVEXA	40	8,50
5	1,012	-8,032	7,02	CONVEXA	40	5,70
6	-8,032	-1,201	6,831	CONCAVA	40	5,86
7	-1,201	6,499	5,298	CONCAVA	40	7,55
8	6,499	0,148	6,351	CONVEXA	40	6,30
9	0,148	-6,629	6,481	CONVEXA	40	6,17
10	-6,629	4,145	2,484	CONCAVA	40	16,10
11	4,145	-0,902	3,243	CONVEXA	40	12,33
12	-0,902	-4,85	3,948	CONVEXA	40	10,13
13	-4,85	-0,753	4,097	CONCAVA	40	9,76
14	-0,753	6,259	5,506	CONCAVA	40	7,26
15	6,259	-3,604	2,655	CONVEXA	40	15,07
16	-3,604	4,025	0,421	CONCAVA	40	95,01
17	4,025	-0,712	3,313	CONVEXA	40	12,07
18	-0,712	11,412	10,7	CONCAVA	40	3,74
19	11,412	-7,245	4,167	CONVEXA	40	9,60
20	-7,245	1,545	5,7	CONCAVA	40	7,02
21	1,545	11,619	10,074	CONCAVA	40	3,97
22	11,619	-12,174	0,555	CONVEXA	40	72,07
23	-12,174	7,421	4,753	CONCAVA	40	8,42
24	7,421	2,948	4,473	CONVEXA	40	8,94
25	2,948	-2,364	0,584	CONVEXA	40	68,49
26	-2,364	6,79	4,426	CONCAVA	40	9,04
27	6,79	2,767	4,023	CONVEXA	40	9,94
28	2,767	0,028	2,739	CONVEXA	40	14,60
	0,028					

Fuente: elaboración propia.

2.2.5. Movimiento de tierra

Son acciones como excavaciones, vaciados, etc. a realizarse un terreno previo a la ejecución de una obra.

2.2.5.1. Área de secciones transversales

La topografía del terreno, en el sentido perpendicular a la línea central de la carretera, determina el volumen del movimiento de tierras necesario en la construcción de un proyecto carretero. Al tomar en cuenta la sección topográfica transversal, se localiza el punto central de la carretera, el cual puede quedar ubicado sobre el terreno natural, se marca con esta área de relleno y debajo del terreno natural, el área de corte, a partir de la cual se habrá de trazar la sección típica.

Se estimarán el ancho de rodadura, con su pendiente de bombeo de 3 por ciento o el peralte que sea apropiado si corresponde a un caminamiento en curva horizontal; el ancho del hombro de la carretera, con su pendiente, taludes de corte y relleno según se presente el caso, determinando su pendiente en razón al tipo de material del terreno y la altura que precisen. Es de hacer notar que cuando es necesario se marca un espacio de remoción de capa vegetal en que se cortará en una profundidad aproximada de 30 centímetros.

Para medir el área en forma gráfica, se puede realizar con un planímetro polar, si no se dispone de un planímetro, puede calcularse el área, asignando coordenadas totales como se considere conveniente y aplicar el método de los determinantes para encontrar el área. Para el diseño se utilizó el programa Civil 3D para la obtención de las áreas de las secciones transversales.

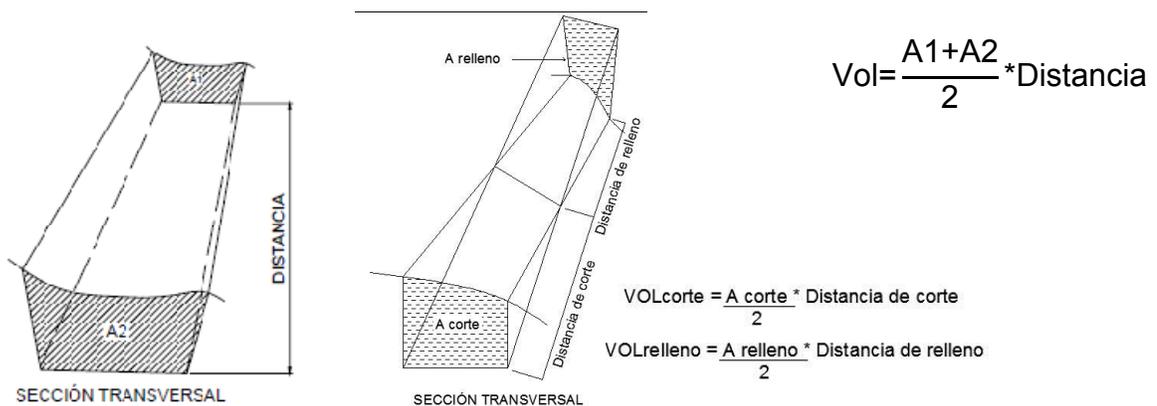
$$\text{Área} = \sum \left[\frac{\sum (X_t * Y_{t+1}) - \sum (Y_t * X_{t+1})}{2} \right]$$

X	Y
X0	Y0
X1	Y1
X2	Y2
X3	Y3
X4	Y4
X5	Y5
X6	Y6
X7	Y7
X0	Y0

$$a = \sum (X * Y) \quad \text{ÁREA} = \frac{|(a-b)|}{2} \quad b = \sum (Y * X)$$

2.2.5.2. Volúmenes de tierra

Cada una de las áreas calculadas anteriormente, constituye un lado de un prisma de terreno que debe rellenarse o cortarse, suponiendo que el terreno se comporta en una manera uniforme entre las dos estaciones, se hace un promedio de sus áreas y se multiplica por la distancia horizontal entre ellas, se obtiene así los volúmenes de corte y relleno en ese tramo. De igual manera que la obtención de áreas el programa Civil 3D proporciona los datos de los volúmenes de corte y de relleno.



Tanto para el cálculo del áreas como de volúmenes, se utilizó el programa Civil 3D, ver planos del apéndice.

2.2.6. Determinación de la calidad del suelo

Son las características físicas y mecánicas del suelo, obtenidas por medio de ensayos realizados en un laboratorio.

2.2.6.1. Pruebas de laboratorio

Los ensayos de laboratorio de suelos son de gran importancia para el inicio de cualquier tipo de construcción, tomando en cuenta la importancia del sustento de toda construcción. Dichos ensayos darán a conocer las características más importantes de la estructura del suelo en donde se apoyará la estructura. Ver anexos del 9 al 13, resultados de los ensayos a muestra de balasto propuesto para la carpeta de rodadura.

Límites de *Atterberg*: las propiedades plásticas de los suelos limosos y arcillosos pueden ser analizadas a través de pruebas empíricas o bien por el ensayo de límites de *Atterberg* o límites de consistencia como también se le conoce. Dentro de los primeros, se pueden citar los análisis de identificación preliminar de suelos finos; dilatación, resistencia en seco, tenacidad y sedimentación. Este ensayo sirve para determinar la interacción del material al estar en estado de saturación.

Límite líquido: es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico; a este nivel de contenido de humedad el suelo está en el vértice de cambiar su comportamiento al de un fluido viscoso.

Está expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra utilizada para el ensayo.

Límite plástico: es el contenido de humedad por debajo del cual se puede considerar el suelo como un material no plástico, estado semi sólido. Está expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra utilizada para el ensayo.

Según las especificaciones para balasto debe tener un límite líquido no mayor de 35, determinado por el método AASHTO T 89 y un índice de plasticidad entre 5 y 11. Para el caso del balasto para el diseño de la carretera se obtuvo un límite líquido de 39,1 y un índice de plasticidad de 7,2 por ciento, por lo que es adecuado.

Granulometría: el conocimiento de la composición granulométrica de un suelo grueso, sirve para diferenciar sobre la influencia que puede tener en la densidad del material compactado. El análisis granulométrico se refiere a la determinación de la cantidad, en porcentaje de los diversos tamaños de las partículas que constituye el suelo. La porción del balasto retenida en el tamiz 4,75 milímetros (N° 4), debe estar comprendida entre el 60 por ciento y el 40 por ciento en peso. Para este caso se obtuvo un porcentaje de 28,06 de grava.

Proctor: el ensayo de compactación se entiende como el incremento artificial de su peso específico seco, por medios mecánicos. Se deben fijar los detalles del proceso de compactación, para obtener la combinación óptima de propiedades ingenieriles deseables para el problema con el mínimo costo. Para hacer esta selección necesita conocer las relaciones entre el comportamiento del suelo y los detalles de puesta en obra del suelo que se trate. Esta información se

deduce de los principios de la compactación, de pruebas de laboratorio y pruebas de campo.

Con este ensayo se determinó una humedad óptima de 11 por ciento y una densidad máxima de 122,4 libra sobre pié cúbico equivalente a 1961 kilogramos sobre metro cúbico. El porcentaje de humedad nos indica la cantidad de agua que necesita el suelo para la realización de la compactación y tener la densidad máxima.

CBR: normado por la AASHTO T-193. Este ensayo sirve para determinar el valor soporte del suelo compactado a la densidad máxima y humedad óptima, simulando las peores condiciones probables en el terreno, para lo cual las probetas obtenidas se sumergen completamente en una pila llena de agua. El CBR se expresa como un porcentaje del esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón en el suelo que se ensaya, en relación con el esfuerzo requerido para hacer penetrar el mismo pistón, hasta la misma profundidad, de una muestra de suelo patrón de piedra triturada de propiedades conocidas. El valor de CBR para una compactación de 95 por ciento debe estar dentro del rango entre 13 y 22. Para este caso el valor de CBR al 95 por ciento de compactación es de 24. Lo cual lo define como un suelo adecuado.

Abrasión (máquina de los Ángeles): este ensayo sirve para determinar el desgaste del material ante el impacto de las llantas de los vehículos y la fricción entre ambos, la norma de la DGC establece que debe tener un porcentaje de abrasión no mayor de 60 por ciento, determinado por el método AASHTO T 96. Para este caso el porcentaje de desgaste es 70,16 por ciento, por lo que el material no es adecuado, se recomienda utilizar otro banco de material.

2.2.6.2. Criterios para definir la capa de rodadura

Las propiedades físicas y mecánicas del suelo de la subrasante actual son fundamentales, ya que por medio de ellas y otros factores como el tránsito, el clima y los materiales disponibles en el lugar, se puede definir la composición de la capa de rodadura, si los parámetros del índice de plasticidad o el límite líquido no satisfacen las especificaciones de calidad, se puede mejorar la misma agregando arena o pedrín. Para este caso los resultados demuestran que el banco de material seleccionado, es adecuado para la carpeta de rodadura (ver anexos).

2.2.6.3. Capa de rodadura

Conociendo los resultados de laboratorio y tomando en cuenta que satisfacen los parámetros establecidos por la Dirección General de Caminos, se propone colocar una carpeta de rodadura de 0,15 metros de espesor de balasto, compactada al 95 por ciento de la densidad máxima, establecida en el ensayo de Proctor (122,4 libras sobre pié cúbico).

2.2.7. Cálculo de localización

Para el cálculo de la localización de la línea se ajusto el PI junto con los elementos de curva y estacionamiento.

2.2.7.1. Cálculo del PI

Se realizan mediante el corrimiento de línea. Ver sección tabla XIV.

2.2.7.2. Cálculo elementos de curva y estacionamiento

Los estacionamientos son a cada 20 metros, también se calcularon para los principios de curva y principios de tangente como se muestra en la tabla XIV y tabla XV, los cálculos de elementos de curva horizontal también se desarrollaron en esa sección.

2.2.8. Drenajes

Los drenajes son colocados en la carretera para evitar que el agua se filtre en la carpeta de rodadura, ya que al filtrarse dañará el material existente en la subrasante provocándole daños. Las acumulaciones de agua son perjudiciales, la forma de que no afecten a la carretera es evacuándola o conduciéndola por medio de drenajes. La vida útil de la carretera depende mucho de los drenajes, estos evitan derrumbes o deslizamientos, para que funcionen eficientemente deben de tener mantenimiento constante.

2.2.8.1. Drenaje longitudinal

Diseño de cunetas:

Son canales abiertos que se calculan por el método de Manning, se colocan paralelamente a uno o ambos lados del camino, sirven para evacuar el agua que cae en la sección de corte en una carretera, en pendientes fuertes se deben proteger del escurrimiento y acción destructiva del agua por medio de disipadores de energía. Las cunetas pueden tener diferentes formas y dimensiones, para este proyecto se utilizarán cunetas trapezoidales. Ver detalle de sección en planos de detalles.

Contra cunetas:

Son canales destinados a evitar que el agua llegue a los taludes y cause deslizamientos o derrumbes en los cortes de la carretera. La contra cuneta deberá colocarse en la parte más alta del talud, a una distancia no menor de 2 metros de la orilla, tomando en cuenta el tipo de suelo existente en el área para evitar derrumbes. Este tipo de drenaje longitudinal sirve para mantener lejos el agua del camino o bien que el agua escurrida no llegue a él. Se recomiendan en taludes mayores a 3 metros.

Para el cálculo de cuneta y contra cuneta se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q = Caudal de diseño en m³/seg

A = área drenada de la cuenca en hectáreas

I = Intensidad de lluvia en mm/hora

C = Coeficiente de escorrentía

La intensidad de lluvia la proporciona el INSIVUMEH, según la región en Nestudio, la intensidad de lluvia está dada por la fórmula siguiente:

$$I = \frac{a}{t + b}$$

Donde:

I = Intensidad de lluvia en mm/hora

a y b = Varían en cada región, datos proporcionados por INSIVUMEH

t = Tiempo de concentración en minutos

El tiempo de concentración está dado por la siguiente fórmula:

$$t = \left[\frac{0,886 * L^3}{H} \right]^{0,385} * 60$$

Donde:

t = Tiempo de concentración en minutos

L = Longitud del cauce principal en km

H = Diferencia de elevación entre los puntos extremos del cauce principal en metros

Fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} * R^{2/3} * S^{1/2} * A$$

Donde:

Q = Caudal

V = velocidad

R = Radio hidráulico

S = Pendiente

A = área canal triangular (m²)

$$A = zy^2$$

Donde:

z = relación horizontal con respecto a uno en vertical

y = altura

$$R_h = \frac{z \cdot y}{2 \cdot \sqrt{1+z^2}}$$

Donde:

z = relación horizontal con respecto a uno en vertical

y = tirante del agua

Coeficientes de Rugosidad

n = 0.02

Ejemplo

Cálculo de cuneta

Datos:

Área a drenar (A) = 0,02 hectáreas

Longitud de cause (L) = 15 m. = 0,015 km

Diferencia de elevaciones (H) = 4 m

Pendiente (S) = 0,07

Coeficiente de escorrentía (C) = 0,5

Tiempo de concentración

$$t = \left[\frac{0,886 \cdot L^3}{H} \right]^{0,385} \cdot 60 = \left[\frac{0,886 \cdot 0,015^3}{4} \right]^{0,385} \cdot 60 = 0,26 \text{ min.}$$

Los valores de a y b los proporcionó el INSIVUMEH, para el cálculo de intensidad de lluvia en mm/hora.

$$I = \frac{a}{t + b} = \frac{8537}{0,26 + 48,56} = 174,86 \text{ mm/hora}$$

Se calcula el caudal que pasa por el punto de estudio.

$$Q = \frac{CIA}{360} = \frac{(0,5)(174,86)(0,02)}{360} = 0,0048 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

El radio hidráulico necesario para desfogar el caudal es:

$$Q = \frac{1}{n} * R^{2/3} * S^{1/2} * A = \frac{1}{n} * \left[\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}} \right]^{2/3} * S^{1/2} * zy^2$$

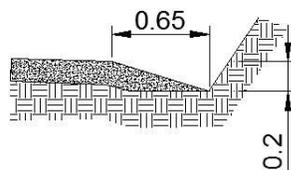
Despejando y, se obtiene,

$$y = \left[\frac{Q*n}{\frac{z}{2\sqrt{1+z^2}} * s^{1/2} * z} \right]^{3/8} = \left[\frac{0,0048*0,02}{\frac{0,32}{2\sqrt{1+0,32^2}} * 0,26^{1/2} * 0,32} \right]^{3/8} = 0,12m$$

Tirante a utilizar,

$$y = \frac{0,12m}{0,6} = 0,20m$$

Figura 47. **Detalle de cuneta**



DERALLE DE CUNETA NATURAL

ESCALA: 1/5

Fuente: elaboración propia.

2.2.8.2. Drenaje transversal

Son tuberías que se colocan para desalojar el agua que viene de las cunetas o de arroyos. Se encuentran a lo largo de la carretera, son necesarias en tramos de corte y sirven para conducir agua al otro lado de la carretera. Se compone de las siguientes partes: caja recolectora de caudal, que recibe el agua proveniente de las cunetas para trasladarla a la tubería; muro cabezal de salida sirve para proteger la tubería y el relleno de la carretera para que no se erosione y si la pendiente del terreno en corte es muy fuerte, se colocan, adicionalmente, disipadores de energía al final de la tubería que servirán para que el agua que desfoga no erosione el suelo y provoque hundimientos.

En los planos se encuentran las secciones típicas de los drenajes transversales a utilizar. Para el cálculo del caudal con el que se diseñan los drenajes transversales se utilizó el método racional, donde se asume que el caudal máximo, para un punto dado, se alcanza cuando el área tributaria está contribuyendo con su escorrentía superficial durante un período de precipitación máxima. Para lograr esto, la tormenta máxima (de diseño) debe prolongarse durante un período igual o mayor que el que necesita la gota de agua más lejana, para llegar hasta el punto considerado (tiempo de concentración).

Coefficientes de rugosidad para tuberías de concreto

$n = 0.013 \quad \phi > 24''$

$n = 0.015 \quad \phi < 24''$

Ejemplo en el kilómetro 4+245

Cálculo de tubería

Datos:

Área a drenar (A) = 12,9 hectáreas

Longitud de cause (L) = 810 m. = 0,81 km

Diferencia de elevaciones (H) = 72 m

Pendiente (S) = 0,13

Coefficiente de escorrentía (C) = 0,4

Tiempo de concentración:

$$t = \left[\frac{0,886 * L^3}{H} \right]^{0,385} * 60 = \left[\frac{0,886 * 0,81^3}{72} \right]^{0,385} * 60 = 7,94 \text{ min.}$$

Los valores de a y b los proporcionó el INSIVUMEH, para el cálculo de intensidad de lluvia en mm/hora:

$$I = \frac{a}{t + b} = \frac{8537}{7,94 + 48,56} = 151,10 \text{ mm/hora}$$

Se calcula el caudal que pasa por el punto de estudio:

$$Q = \frac{CIA}{360} = \frac{(0,4)(151,10)(12,9)}{360} = 2,16 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

El diámetro de la tubería necesaria para desfogar el caudal es:

$$Q = \frac{1}{n} * R^{2/3} * S^{1/2} * A = \frac{1}{n} * \left(\frac{D}{4} \right)^{2/3} * S^{1/2} * \frac{\pi * D^2}{4}$$

Despejando D, se obtiene:

$$D = \left[\frac{Q \cdot 4^{5/3} \cdot n}{S^{1/2} \cdot \pi} \right]^{3/8} = \left[\frac{2,16 \cdot 4^{5/3} \cdot 0,015}{0,13^{1/2} \cdot \pi} \right]^{3/8} = 0,62\text{m}$$

Se usará tubo de concreto de 36 pulgadas (0,9144 metros), este drenará 2,64 metros cúbicos sobre segundo; con este diámetro la tubería estaría trabajando en un 81 por ciento de su capacidad. Se colocara el tubo a una profundidad de 60 centímetros. El muro cabezal y la caja receptora estarán constituidas por concreto ciclópeo.

2.2.9. Elaboración de planos de proyecto

Se elaboran los siguientes planos para el proyecto:

- Planta-perfil
- Secciones transversales y tablas de volúmenes
- Detalles de drenajes y sección transversal, sección típica, especificaciones de diseño.

2.2.10. Presupuesto

El presupuesto se elaboró a base a precios unitarios, aplicando un 30 por ciento de costos indirectos, en los cuales se incluyen gastos de administración, supervisión y utilidades.

Tabla XVI. Presupuesto carretera hacia la Reserva de la Biosfera Itzá

INTEGRACIÓN DE PRESUPUESTO						
CONSTRUCCION DE CARRETERA HACIA LA RESERVA DE LA BIOSFERA ITZA. SAN JOSÉ, PETEN						
PRESUPUESTO POR RENGLONES DE TRABAJO						
No.	RENLÓN	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO	MONTO PARCIAL	MONTO TOTAL
1	PRELIMINARES Y TOPOGRAFÍA					
1.1	Limpia, chapeo y destronque	10,066.00	m ²	Q 3.00	Q 30,198.00	Q 50,330.00
1.2	Levantamiento Topográfico	5.03	km	Q 4,000.00	Q 20,132.00	
2	MOVIMIENTO DE TIERRA					
2.1	Excavación no clasificada de prestamo	5,412.59	m ³	Q 24.83	Q 134,415.20	Q 534,549.41
2.2	Excavación no clasificada	15,698.52	m ³	Q 23.36	Q 366,647.20	
2.3	Excavación estructural de alcantarilla	600.00	m ³	Q 29.28	Q 17,565.00	
2.4	Relleno estructural de alcantarilla	240.00	m ³	Q 66.34	Q 15,922.00	
3	CONFORMACION DE SUB-RASANTE					
3.1	Conformacion de sub-rasante	20,000.00	m ²	Q 12.21	Q 244,170.00	Q 244,170.00
4	DRENAJES					
4.1	Transversales Ø 36"	144.00	ml	Q 1,135.82	Q 163,557.75	Q 355,032.75
4.2	Concreto ciclopeo	150.00	m ³	Q 1,276.50	Q 191,475.00	
5	CARPETA DE RODADURA					
5.1	Material balasto	6,200.00	m ³	Q 55.00	Q 307,910.00	Q 395,993.00
5.2	Acarreo de balasto	6,200.00	m ³ /km	Q 14.21	Q 88,083.00	
6	TRASLADO DE MAQUINARIA					
6.1	Traslado de maquinaria	8.00	u	Q 2,718.75	Q 21,750.00	Q 21,750.00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q	1,601,825.16
COSTO POR KILOMETRO					Q	318,264.49

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. El municipio de San José tienen entre sus prioridades la necesidad de una estación de bomberos municipales, ya que debido al incremento de la población, han aumentado los accidentes y emergencias, así como los incendios forestales que son característicos de la región. El edificio para estación de bomberos, contribuirá a que los servicios podrán agilizarse, ya que contarán con el personal que se requiera. El costo de la construcción es de Q3 358 414,43.
2. La Reserva de la Biosfera Itzá tiene una afluencia considerable de turistas, sin embargo presentan el problema de la vía de acceso está en mal estado, ya que es una vía a nivel de brecha, que no llena las condiciones para el tránsito, sobre todo en época de lluvia, que la hace prácticamente incomunicable. Por lo que el proyecto de la carretera vendrá a contribuir a que ésta área se desarrolle y beneficie directamente a la población, dándole la oportunidad de obtener otros servicios como agua potable, electricidad, agua potable, alcantarillado, educación y otras. El costo de la construcción es de Q1 911 537,45.
3. La realización del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) complementa la formación académica del estudiante de ingeniería, en la parte práctica, confrontando los conocimientos adquiridos en la facultad. Hace tomar conciencia de la realidad nacional al observar la forma en que se encuentran las comunidades más pobres del país. Con la elaboración de los proyectos se benefician directamente a las comunidades en cuestión, para su posterior ejecución.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de San José:

1. Gestionar el financiamiento para la ejecución del edificio para el cuerpo de bomberos voluntarios, de manera que pueda llevarse a cabo en el menor tiempo posible.
2. Garantizar el uso de materiales de buena calidad para construcción de ambos proyectos, ya que de esta manera se asegura la resistencia y durabilidad deseada de la estructura.
3. Una vez construida la carretera, proveer un mantenimiento constante para garantizar su óptimo funcionamiento y el buen estado de cada una de las partes que la conforman.
4. Ejercer la supervisión por medio de un ingeniero civil colegiado para garantizar el cumplimiento de las especificaciones técnicas.

BIBLIOGRAFÍA

1. AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. *Código de diseño de hormigón armado y comentarios*. ACI 318-2005. 2005. 490 p.
2. CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*, 6ª ed. México: Limusa, 2007. 646 p. ISBN-13: 978-968-18-6963-2.
3. Dirección General de Caminos, Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda. *Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes*, Guatemala: Ingenieros Consultores de Guatemala, 2000. 325 p.
4. HIBBELER, Russel Charles. *Análisis estructural*, 3ª ed. México: Prentice Hall, 1997. 730 p. ISBN: 970-17-0047-3.
5. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*, 13ª ed. Colombia: McGraw-Hill, 2001. 772 p. ISBN: 958600953X.
6. PASTOR CAAL, Herbert Estuardo. *Diseño de la carretera hacia la comunidad Cerro verde y puente vehicular para la comunidad Pampur la Providencia, municipio de San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006. 83 p.
7. RONQUILLO MARROQUÍN, María Soledad. *Rehabilitación, mejoramiento y diseño de pavimento del tramo carretero de Guajaqueño, Municipio San Antonio Huista a Tres Caminos, Municipio Unión Cantinil*,

Huehuetenango. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008. 131 p.

Anexos

Anexo 1

Ensayo de compresion triaxial



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



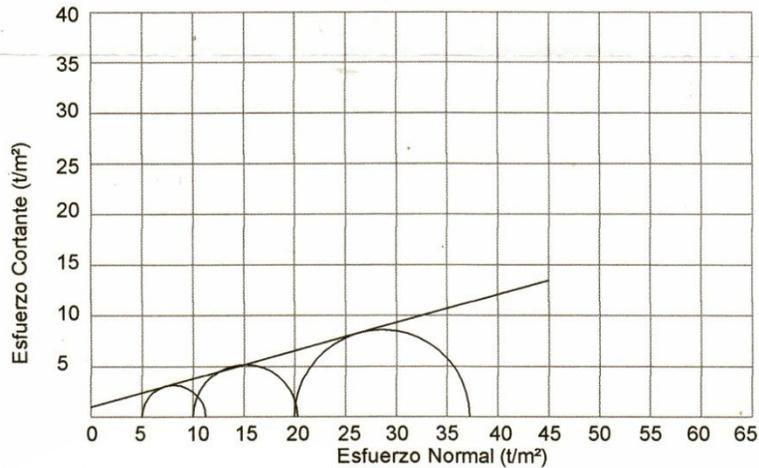
Nº 21465

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No. 059 S.S. O.T.: 27,634

INTERESADO: Francisco Rafael Ortiz Argueta
PROYECTO: EPS-Diseño de edificio de dos niveles para estación de Bomberos Municipales.
UBICACIÓN: San José, Petén.
Fecha: 07 de marzo de 2011.

pozo: 1 Profundidad: 2.00 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 15.5^\circ$ COHESIÓN: $C_u = 1.0 \text{ t/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
DESCRIPCION DEL SUELO: Arcilla arenosa color beige.
DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
OBSERVACIONES: Muestra tomada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (t/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(t/m ²)	7.50	11.30	18.20
PRESION INTERSTICIAL u(t/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	1.5	2.5	4.0
DENSIDAD SECA (t/m ³)	1.57	1.57	1.57
DENSIDAD HUMEDA (t/m ³)	1.93	1.93	1.93
HUMEDAD (%H)	23.0	23.0	23.0

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

Atentamente,

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

Anexo 2

Factores de capacidad de carga

ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_q/N_c	$\tan\phi$	ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_q/N_c	$\tan\phi$
0	5.14	1.00	0.00	0.20	0.00	26	22.25	11.85	12.54	0.53	0.49
1	5.38	1.09	0.07	0.20	0.02	27	23.94	13.20	14.47	0.55	0.51
2	5.63	1.20	0.15	0.21	0.03	28	25.80	14.72	16.72	0.57	0.53
3	5.90	1.31	0.24	0.22	0.05	29	27.86	16.44	19.34	0.59	0.55
4	6.19	1.43	0.34	0.23	0.07	30	30.14	18.40	22.40	0.61	0.58
5	6.49	1.57	0.45	0.24	0.09	31	32.67	20.63	25.99	0.63	0.60
6	6.81	1.72	0.57	0.25	0.11	32	35.49	23.18	30.22	0.65	0.62
7	7.16	1.88	0.71	0.26	0.12	33	38.64	26.09	35.19	0.68	0.65
8	7.53	2.06	0.86	0.27	0.14	34	42.16	29.44	41.06	0.70	0.67
9	7.92	2.25	1.03	0.28	0.16	35	46.12	33.30	48.03	0.72	0.70
10	8.35	2.47	1.22	0.30	0.18	36	50.59	37.75	56.31	0.75	0.73
11	8.80	2.71	1.44	0.31	0.19	37	55.63	42.92	66.19	0.77	0.75
12	9.28	2.97	1.69	0.32	0.21	38	61.35	48.93	78.03	0.80	0.78
13	9.81	3.26	1.97	0.33	0.23	39	67.87	55.96	92.25	0.82	0.81
14	10.37	3.59	2.29	0.35	0.25	40	75.31	64.20	109.41	0.85	0.84
15	10.98	3.94	2.65	0.36	0.27	41	83.86	73.90	130.22	0.88	0.87
16	11.63	4.34	3.06	0.37	0.29	42	93.71	85.38	155.55	0.91	0.90
17	12.34	4.77	3.53	0.39	0.31	43	105.11	99.02	186.54	0.94	0.93
18	13.10	5.26	4.07	0.40	0.32	44	118.37	115.31	224.64	0.97	0.97
19	13.93	5.80	4.68	0.42	0.34	45	133.88	134.88	271.76	1.01	1.00
20	14.83	6.40	5.39	0.43	0.36	46	152.10	158.51	330.35	1.04	1.04
21	15.82	7.07	6.20	0.45	0.38	47	173.64	187.21	403.67	1.08	1.07
22	16.88	7.82	7.13	0.46	0.40	48	199.26	222.31	496.01	1.12	1.11
23	18.05	8.66	8.20	0.48	0.42	49	229.93	265.51	613.16	1.15	1.15
24	19.32	9.60	9.44	0.50	0.45	50	266.89	319.07	762.89	1.20	1.19
25	20.72	10.66	10.88	0.51	0.47						

^a Según Vesic (1973)

Fuente: Braja M. Das, Principios de ingeniería de cimentaciones 1, p. 168

Anexo 3

Presión máxima permisible del suelo

TIPO DE MATERIAL	PRESIÓN MÁXIMA PERMISIBLE DEL SUELO	
	kib/ft ²	t/m ²
Roca	20 % de la resistencia última al aplastamiento	20 % de la resistencia última al aplastamiento
Arena gruesa compacta con mezcla de limo, arena fina compacta, arcilla dura o arcilla arenosa.	8	39,12
Arcilla semirrígida o arcilla arenosa.	6	29,34
Arena inorgánica compacta y mezclas de limo.	4	19,56
Arena suelta.	3	14,67
Arcilla arenosa suave o arcilla.	2	9,78
Arena inorgánica suelta y mezclas de limo.	1	4,89
Arena orgánica suelta y mezclas de limo, humus o lodo.	0	0

Fuente: Jack C. McCormac. Diseño de concreto reforzado. p. 392

Anexo 4

Zonificación sísmica de Guatemala



Fuente: Agies.

Coefficientes sísmicos

RIESGO	ZONA	COEFICIENTE Z
Ausencia de daño sísmico	0	0,00
Daño menor (intensidades de 5 y 6 EMM)	1	0,25
Daño moderado (intensidad 7 EMM)	2	0,50
Daño mayor (intensidad 8 y mas EMM)	3	1,00

Fuente: Agies.

Anexo 5

Coefficientes para losas en dos sentidos

TABLA 12.3
Coeficientes para momentos negativos en losas*

$$M_{x,y,z} = C_{x,y,z} w l^2$$

donde w = carga muerta más viva uniforme total

Relación $m = \frac{l_y}{l_x}$	Caso1	Caso2	Caso3	Caso4	Caso5	Caso6	Caso7	Caso8	Caso9
1.00	$C_{x,NEG}$ $C_{y,NEG}$	0.045 0.045	0.076	0.050 0.050	0.075	0.071	0.071	0.033 0.061	0.061 0.033
0.95	$C_{x,NEG}$ $C_{y,NEG}$	0.050 0.041	0.072	0.055 0.045	0.079	0.075	0.067	0.038 0.056	0.065 0.029
0.90	$C_{x,NEG}$ $C_{y,NEG}$	0.055 0.037	0.070	0.060 0.040	0.080	0.079	0.062	0.043 0.052	0.068 0.025
0.85	$C_{x,NEG}$ $C_{y,NEG}$	0.060 0.031	0.065	0.066 0.034	0.082	0.083	0.057	0.049 0.046	0.072 0.021
0.80	$C_{x,NEG}$ $C_{y,NEG}$	0.065 0.027	0.061	0.071 0.029	0.083	0.086	0.051	0.055 0.041	0.075 0.017
0.75	$C_{x,NEG}$ $C_{y,NEG}$	0.069 0.022	0.056	0.076 0.024	0.085	0.088	0.044	0.061 0.036	0.078 0.014
0.70	$C_{x,NEG}$ $C_{y,NEG}$	0.074 0.017	0.050	0.081 0.019	0.086	0.091	0.038	0.068 0.029	0.081 0.011
0.65	$C_{x,NEG}$ $C_{y,NEG}$	0.077 0.014	0.043	0.085 0.015	0.087	0.093	0.031	0.074 0.024	0.083 0.008
0.60	$C_{x,NEG}$ $C_{y,NEG}$	0.081 0.010	0.035	0.089 0.011	0.088	0.095	0.024	0.080 0.018	0.085 0.006
0.55	$C_{x,NEG}$ $C_{y,NEG}$	0.084 0.007	0.028	0.092 0.008	0.089	0.096	0.019	0.085 0.014	0.086 0.005
0.50	$C_{x,NEG}$ $C_{y,NEG}$	0.086 0.006	0.022	0.094 0.006	0.090	0.097	0.014	0.089 0.010	0.088 0.003

* Un borde adurado indica que la losa continúa a través o se encuentra sujeta en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: diseño de estructuras de concreto, Arthur Nilson, p. 378

TABLA 12.4
Coeficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas**

$$M_{x,y,z} = C_{x,y,z} w l^2$$

donde w = carga muerta uniforme total

Relación l_y	Caso1	Caso2	Caso3	Caso4	Caso5	Caso6	Caso7	Caso8	Caso9
1.00	$C_{x,POS}$ $C_{y,POS}$	0.036 0.036	0.018 0.018	0.018 0.027	0.027 0.027	0.033 0.027	0.027 0.033	0.020 0.023	0.023 0.020
0.95	$C_{x,POS}$ $C_{y,POS}$	0.040 0.033	0.020 0.016	0.021 0.025	0.030 0.024	0.028 0.015	0.036 0.024	0.031 0.031	0.022 0.021
0.90	$C_{x,POS}$ $C_{y,POS}$	0.045 0.029	0.022 0.014	0.025 0.024	0.033 0.022	0.029 0.013	0.039 0.021	0.035 0.028	0.025 0.019
0.85	$C_{x,POS}$ $C_{y,POS}$	0.050 0.026	0.024 0.012	0.029 0.022	0.036 0.019	0.031 0.011	0.042 0.017	0.040 0.025	0.029 0.017
0.80	$C_{x,POS}$ $C_{y,POS}$	0.056 0.023	0.026 0.011	0.034 0.020	0.039 0.016	0.032 0.009	0.045 0.015	0.045 0.022	0.032 0.015
0.75	$C_{x,POS}$ $C_{y,POS}$	0.061 0.019	0.028 0.009	0.040 0.018	0.043 0.013	0.033 0.007	0.048 0.012	0.051 0.020	0.036 0.013
0.70	$C_{x,POS}$ $C_{y,POS}$	0.068 0.016	0.030 0.007	0.046 0.016	0.046 0.011	0.035 0.005	0.051 0.009	0.058 0.017	0.040 0.011
0.65	$C_{x,POS}$ $C_{y,POS}$	0.074 0.013	0.032 0.006	0.054 0.014	0.050 0.009	0.036 0.004	0.054 0.007	0.065 0.014	0.044 0.009
0.60	$C_{x,POS}$ $C_{y,POS}$	0.081 0.010	0.034 0.004	0.062 0.011	0.053 0.007	0.037 0.003	0.056 0.006	0.073 0.012	0.048 0.007
0.55	$C_{x,POS}$ $C_{y,POS}$	0.088 0.008	0.035 0.003	0.071 0.009	0.056 0.005	0.038 0.002	0.058 0.004	0.081 0.009	0.052 0.005
0.50	$C_{x,POS}$ $C_{y,POS}$	0.095 0.006	0.037 0.002	0.080 0.007	0.059 0.004	0.039 0.001	0.061 0.003	0.089 0.007	0.056 0.002

Fuente: diseño de estructuras de concreto, Arthur Nilson, p. 379

TABLA 12.5
Coefficientes para momentos positivos debidos a carga viva en losas¹⁾

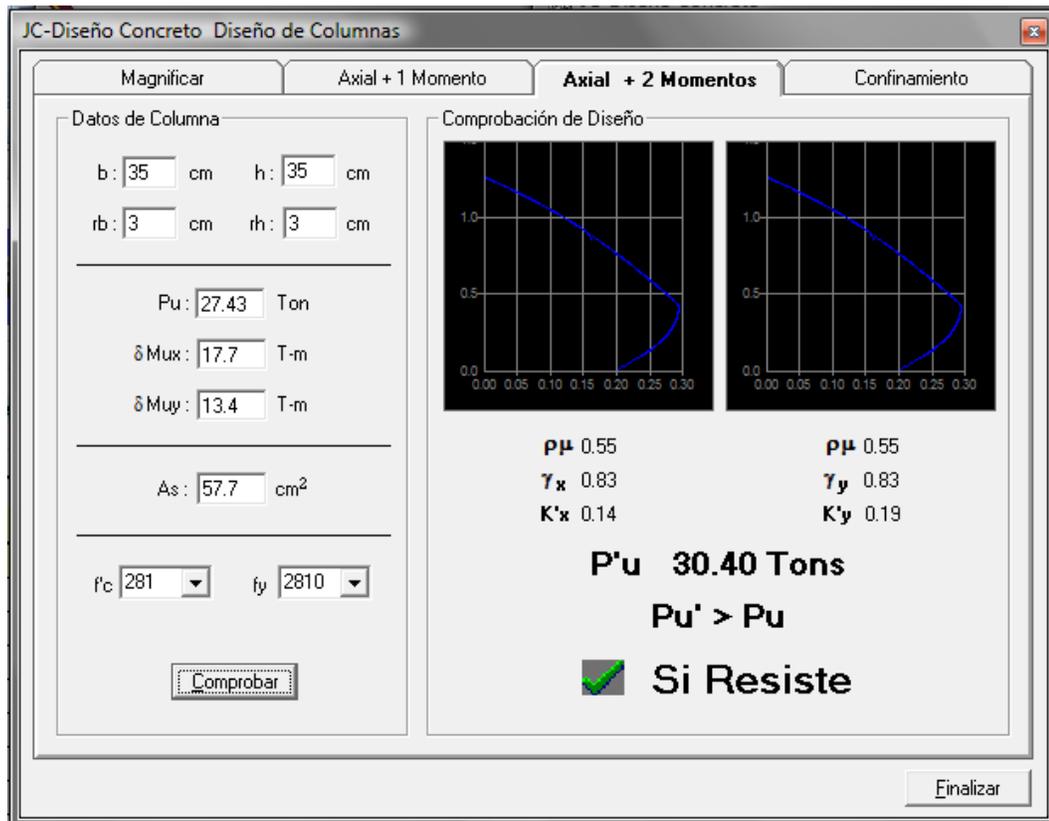
$M_{x,y,z} = C_{x,y,z} w l^2$ donde w = carga viva uniforme total
 $M_{x,y,z} = C_{x,y,z} w l^2$

Relación $m = \frac{l_y}{l_x}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00	$C_{x,y,z}$ 0.036	0.027	0.027	0.032	0.032	0.035	0.032	0.028	0.030
0.95	$C_{x,y,z}$ 0.040	0.030	0.031	0.035	0.034	0.038	0.036	0.031	0.032
0.90	$C_{x,y,z}$ 0.045	0.034	0.035	0.039	0.037	0.042	0.040	0.035	0.036
0.85	$C_{x,y,z}$ 0.050	0.037	0.040	0.043	0.041	0.046	0.045	0.040	0.039
0.80	$C_{x,y,z}$ 0.056	0.041	0.045	0.048	0.044	0.051	0.051	0.044	0.042
0.75	$C_{x,y,z}$ 0.061	0.045	0.051	0.052	0.047	0.055	0.056	0.049	0.046
0.70	$C_{x,y,z}$ 0.068	0.049	0.057	0.057	0.051	0.060	0.063	0.054	0.050
0.65	$C_{x,y,z}$ 0.074	0.053	0.064	0.062	0.055	0.064	0.070	0.059	0.054
0.60	$C_{x,y,z}$ 0.081	0.058	0.071	0.067	0.059	0.068	0.077	0.065	0.059
0.55	$C_{x,y,z}$ 0.088	0.062	0.080	0.072	0.063	0.073	0.085	0.070	0.063
0.50	$C_{x,y,z}$ 0.095	0.066	0.088	0.077	0.067	0.078	0.092	0.076	0.067

Fuente: diseño de estructuras de concreto, Arthur Nilson, p. 380

Anexo 6

Diagrama de interaccion columna del primer nivel



Fuente: programa JC – Diseño Concreto de Julio Corado Franco.

Anexo 8

Tabla de radios para carreteras

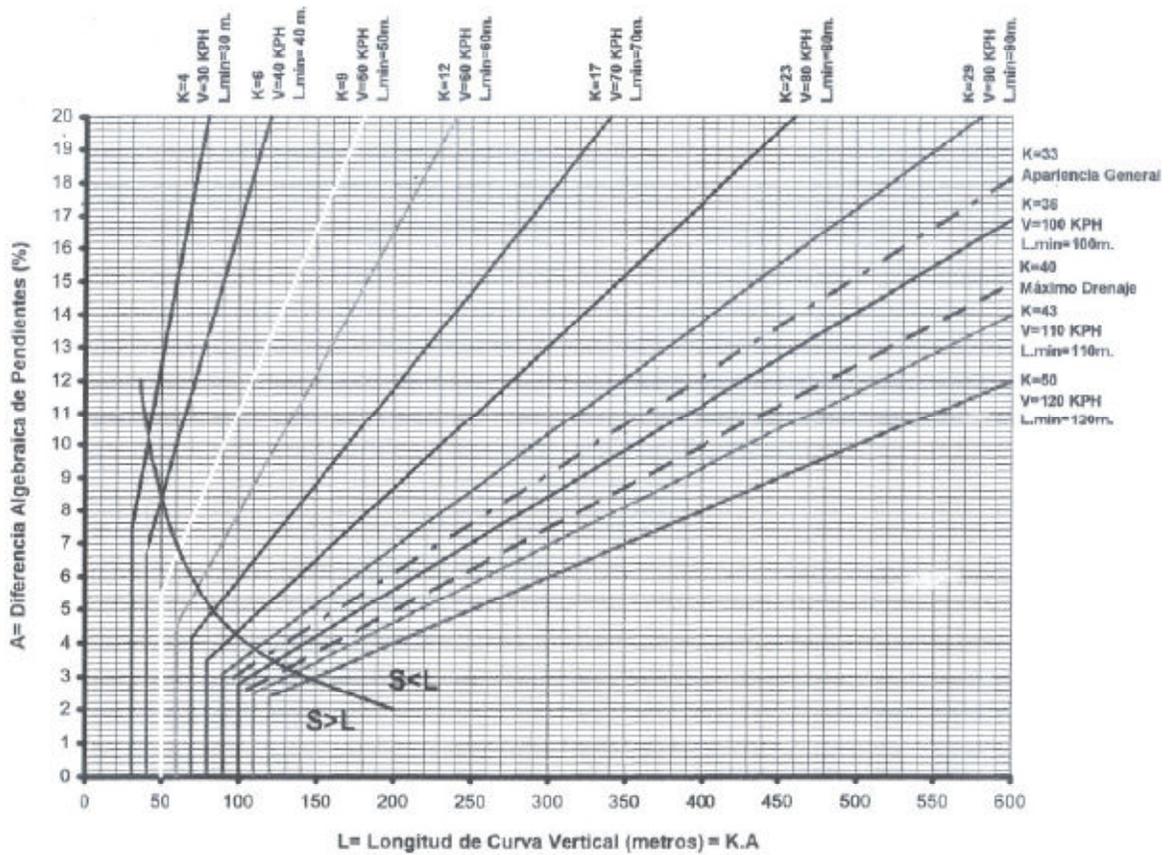
ESPECIFICACIONES PARA CAMINOS DE PENETRACIÓN													
SECCIÓN TÍPICA E - 1													
G	RADIO	20 K.P.H.				30 K.P.H.				40 K.P.H.			
		e %	LS	Delta	S A	e %	LS	Delta	S A	e %	LS	Delta	S A
1°	1145,9	0,2	11	0°29'0"	0	0,6	17	0°48'0"	0	0,8	22	1°8'0"	0
2°	572,96	0,4	11	1°6'0"	0	0,9	17	1°42'0"	0	1,6	22	2°12'0"	0
3°	351,07	0,6	11	1°42'0"	0	1,3	17	2°30'0"	0	2,3	22	3°18'0"	0,6
4°	248,08	0,8	11	2°12'0"	0	1,7	17	3°18'0"	0,6	9	22	4°24'0"	0,6
5°	229,18	1	11	2°48'0"	0	2,1	17	4°12'0"	0,6	3,7	22	5°38'0"	0,6
6°	190,99	1,2	11	3°18'0"	0,4	2,5	17	5°	0,6	4,4	22	6°42'0"	0,6
7°	163,7	1,3	11	3°54'0"	0,4	2,9	17	5°48'0"	0,6	5	22	7°48'0"	0,6
8°	143,24	1,5	11	4°24'0"	0,4	3,3	17	6°42'0"	0,6	5,5	22	8°54'0"	0,6
9°	127,32	1,7	11	5°	0,4	3,7	17	7°30'0"	0,6	6,1	24	10°36'0"	0,65
10°	114,59	1,9	11	5°35'0"	0,4	4	17	8°18'0"	0,61	6,6	25	12°42'0"	0,7
11°	104,17	2,1	11	6°8'0"	0,4	4,4	17	9°12'0"	0,65	7	27	15°	0,75
12°	96,49	2,2	11	6°42'0"	0,4	4,7	17	10°6'0"	0,7	7,5	29	17°24'0"	0,8
13°	88,15	2,4	11	7°12'0"	0,54	5	18	11°42'0"	0,74	7,9	31	19°48'0"	0,85
14°	81,85	2,6	11	7°48'0"	0,58	5,4	19	13°24'0"	0,79	8,2	32	22°24'0"	0,9
15°	76,39	2,7	11	8°18'0"	0,72	5,7	20	15°6'0"	0,83	8,6	33	24°54'0"	0,95
16°	71,72	2,9	11	8°54'0"	0,76	6	21	17°	0,87	8,9	34	27°30'0"	0,99
17°	67,41	3,1	11	9°24'0"	0,8	6,2	22	18°54'0"	0,92	9,1	35	30°6'0"	1,04
18°	63,66	3,2	11	10°	0,84	6,5	23	20°54'0"	0,96	9,4	36	32°36'0"	1,08
19°	60,31	3,4	11	10°36'0"	0,88	6,8	24	22°54'0"	1	9,5	37	35°12'0"	1,13
20°	57,3	3,6	12	11°42'0"	0,92	7	25	25°	1,06	9,7	38	37°36'0"	1,18
21°	54,37	3,7	12	12°48'8"	0,95	7,3	26	27°12'0"	1,08	9,8	38	40°	1,23
22°	52,09	3,9	13	14°	0,99	7,5	27	29°24'0"	1,13	9,9	38	42°18'0"	1,27
23°	49,62	4	13	15°12'0"	1,03	7,7	28	31°42'0"	1,17	10	39	44°30'0"	1,32
24°	47,45	4,2	14	16°24'0"	1,07	7,9	28	33°54'0"	1,22	10	39	46°30'0"	1,38
25°	45,84	4,3	14	17°42'0"	1,11	8,1	29	36°12'0"	1,28				
26°	44,07	4,5	15	19°8'0"	1,15	8,3	30	38°38'0"	1,3				
27°	42,44	4,6	15	20°24'0"	1,19	8,5	30	40°54'0"	1,34				
28°	40,63	4,8	16	21°54'0"	1,23	8,7	31	43°18'0"	1,38				
29°	39,51	4,9	16	23°18'0"	1,27	8,8	31	45°42'0"	1,42				
30°	38,2	5,1	17	24°48'0"	1,3	9	32	48°	1,47				
31°	36,97	5,2	17	26°18'0"	1,34	9,1	33	50°24'0"	1,51				
32°	35,81	5,3	17	27°54'0"	1,38	9,3	33	52°48'0"	1,55				
33°	34,73	5,5	18	28°30'0"	1,4	9,4	33	55°6'0"	1,59				
34°	33,7	5,6	18	31°6'0"	1,46	9,5	34	57°24'0"	1,63				
35°	32,74	5,7	19	32°48'0"	1,5	9,6	34	59°42'0"	1,67				
36°	31,83	5,9	19	34°30'0"	1,53	9,7	34	62°	1,71				
37°	30,97	6	20	36°12'0"	1,57	9,8	35	64°12'0"	1,75				
38°	30,16	6,1	20	38°	1,61	9,8	35	66°24'0"	1,79				
39°	29,38	6,2	20	39°42'0"	1,65	9,9	35	68°30'0"	1,83				
40°	28,65	6,4	21	41°30'0"	1,69	9,9	35	70°36'0"	1,87				
41°	27,95	6,5	21	43°24'0"	1,73	10	35	72°36'0"	1,92				
42°	27,28	6,6	22	45°12'0"	1,76	10	36	74°36'0"	1,96				
43°	26,65	6,7	22	47°6'0"	1,8	10	36	76°30'0"	2				
44°	26,4	6,8	22	49°	1,84								
45°	25,47	6,9	23	51°	1,88								
46°	24,91	7	23	52°54'0"	1,92								
47°	24,38	7,1	23	54°54'0"	1,96								
48°	23,87	7,2	24	56°54'0"	1,99								
49°	23,39	7,3	24	58°54'0"	2,03								
50°	22,92	7,4	24	60°54'0"	2,07								
51°	22,47	7,5	25	63°	2,11								
52°	22,04	7,6	25	65°	2,15								
53°	21,58	7,7	25	67°6'0"	2,19								
54°	21,22	7,8	26	69°12'0"	2,23								
55°	20,83	7,9	26	71°18'0"	2,26								
56°	20,32	8	26	73°24'0"	2,3								
57°	20,1	8,1	26	75°30'0"	2,34								
58°	19,76	8,2	27	77°42'0"	2,38								
59°	19,42	8,3	27	79°48'0"	2,43								
60°	19,1	8,4	27	82°	2,46								
61°	18,79	8,4	28	84°6'0"	2,5								
62°	18,45	8,5	28	86°18'0"	2,54								
63°	18,15	8,6	28	88°24'0"	2,58								
64°	17,91	8,7	28	90°36'0"	2,61								
65°	17,83	8,7	29	92°43'0"	2,66								
66°	17,35	8,8	29	95°	2,69								
67°	17,1	8,9	29	97°12'0"	2,73								
68°	16,85	8,9	29	99°18'0"	2,77								
69°	16,61	9	29	101°50'0"	2,81								
70°	16,37	9,1	30	103°42'0"	2,85								

Fuente: dirección general de caminos de Guatemala, normas de diseño geométrico.

Anexo 9

Coeficientes K para curva vertical cóncava

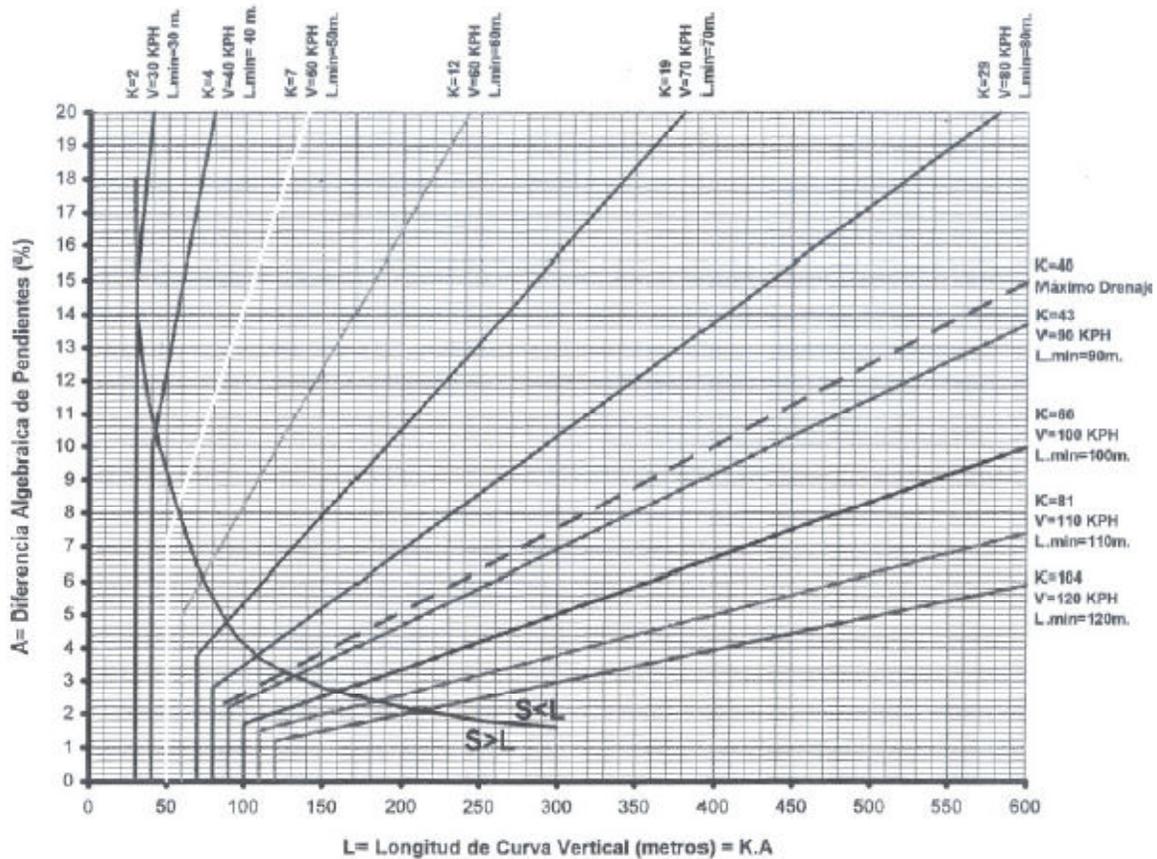
LONGITUD MINIMA DE CURVA VERTICAL CONCAVA PARA VISIBILIDAD DE PARADA



Fuente: dirección general de caminos de Guatemala, normas de diseño geométrico.

Coeficientes K para curva vertical convexa

LONGITUD MÍNIMA DE CURVA VERTICAL CONVEXA PARA VISIBILIDAD DE PARADA



Fuente: dirección general de caminos de Guatemala, normas de diseño geométrico.

Anexo 10

Ensayo de Proctor



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



Nº 21461

INFORME No. 055 S.S.

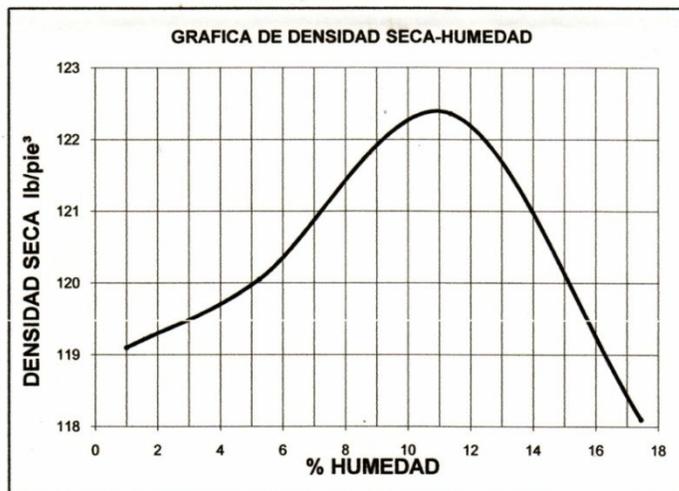
O.T. No.: 27,635

Interesado: Francisco Rafael Ortiz Argueta
Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN.

Proctor Estándar: () Norma:
Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.T.H.O. T-180

Proyecto: EPS-Diseño de la carretera hacia la Reserva Biosfera Itzá.

Ubicación: Municipio de San José, Petén.
Fecha: 7 de marzo de 2011



Descripción del suelo: Limo areno arcilloso color beige con grava.
Densidad seca máxima γ_d : 1,961 Kg/m³ 122.4 lb/ft³
Humedad óptima Hop.: 11.0 %
Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.:

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



Anexo 11

Ensayo de CBR



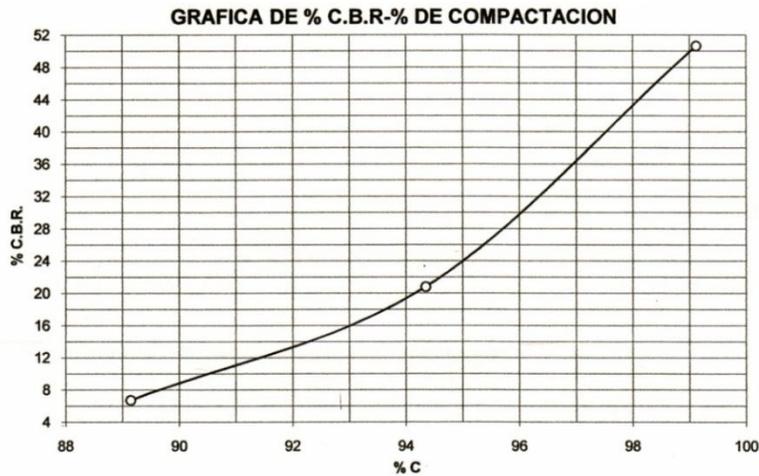
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 21462

INFORME No.: 056 S.S. O.T. No.: 27,635
 Interesado: Francisco Rafael Ortiz Argueta
 Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O.T-193
 Proyecto: EPS-Diseño de la carretera hacia la Reserva Biosfera Itzá.
 Ubicación: Municipio de San José, Petén.
 Descripción del suelo: Limo arenoso color beige con grava.
 Fecha: 7 de marzo de 2011

PRÓBETA No.	GOLPES No.	A LA COMPACTACION		C (%)	EXPANSION (%)	C.B.R. (%)
		H (%)	$\gamma < \alpha$ b/pie ³			
1	10	10.70	109.1	89.1	0.30	6.7
2	30	10.70	115.5	94.3	0.39	20.8
3	65	10.70	121.3	99.1	0.67	50.7



Atentamente,

Vo. Bo.:

Inga. Telma Marcela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



Anexo 12

Ensayo de granulometría



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



Nº 21463

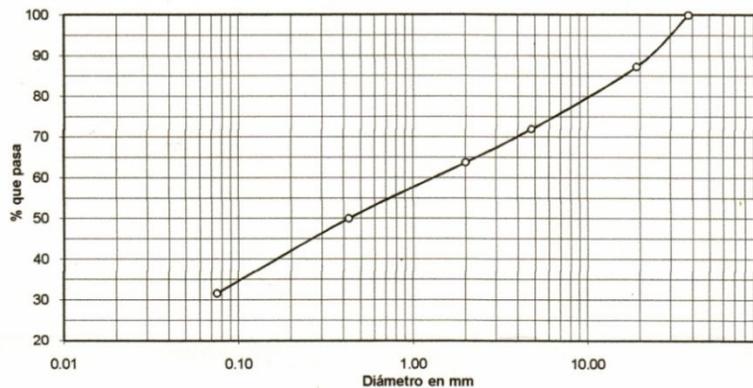
INFORME No. 057 S.S. O.T. No. 27,635

Interesado: Francisco Rafael Ortiz Argueta
Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y con lavado previo.
Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11
Proyecto: EPS-Diseño de la carretera hacia la Reserva Biosfera Itzá.

Ubicación: Municipio de San José, Petén.
Fecha: 7 de marzo de 2011

Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
1 1/2"	38.10	100.00
3/4"	19	87.24
4	4.75	71.94
10	2	63.78
40	0.425	50.00
200	0.075	31.63

% de Grava: 28.06
% de Arena: 40.31
% de finos: 31.63



Descripción del suelo: Limo arenoso arcilloso color beige con grava.
Clasificación: S.C.U.: SM P.R.A.: A-2-4
Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Vo. Bo.
Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Atentamente,

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



Anexo13

Ensayo de Limites de Atterberg



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



Nº 21464

INFORME No. 058 S. S. O.T.: 27,635

Interesado: Francisco Rafael Ortiz Argueta
Proyecto: EPS-Diseño de la carretera hacia la Reserva Biosfera Itzá.
Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Municipio de San José, Petén.
FECHA: 7 de marzo de 2011

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	39.1	7.2	ML	Limo areno arcilloso color beige con grava.

(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Marcela Cand Morales
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



Anexo 14

Ensayo de abrasión



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



Nº 16623

INFORME No. S.C. - 190

O.T. No. 27883

INTERESADO: Francisco Rafael Ortiz Argueta, Carné 200714861
ASUNTO: ENSAYO DE DESGASTE POR ABRASION EN MAQUINA DE LOS ANGELES PARA AGREGADO GRUESO
PROYECTO: EPS "Diseño de la carretera hacia la reserva de la Biosfera Itza, San José Peten"
PROCEDENCIA: San José, Peten
FECHA: 21 de marzo de 2011

REFERENCIAS	MUESTRA
1. Norma de Ensayo	ASTM C-131
2. Graduación	"B"
3. % Desgaste	70.16

OBSERVACIONES: a) Muestra proporcionada por el interesado.

ATENTAMENTE,


Inga. Dilma Yanet Mejicanos Jol
Sección de Concretos

Vo.Bo.

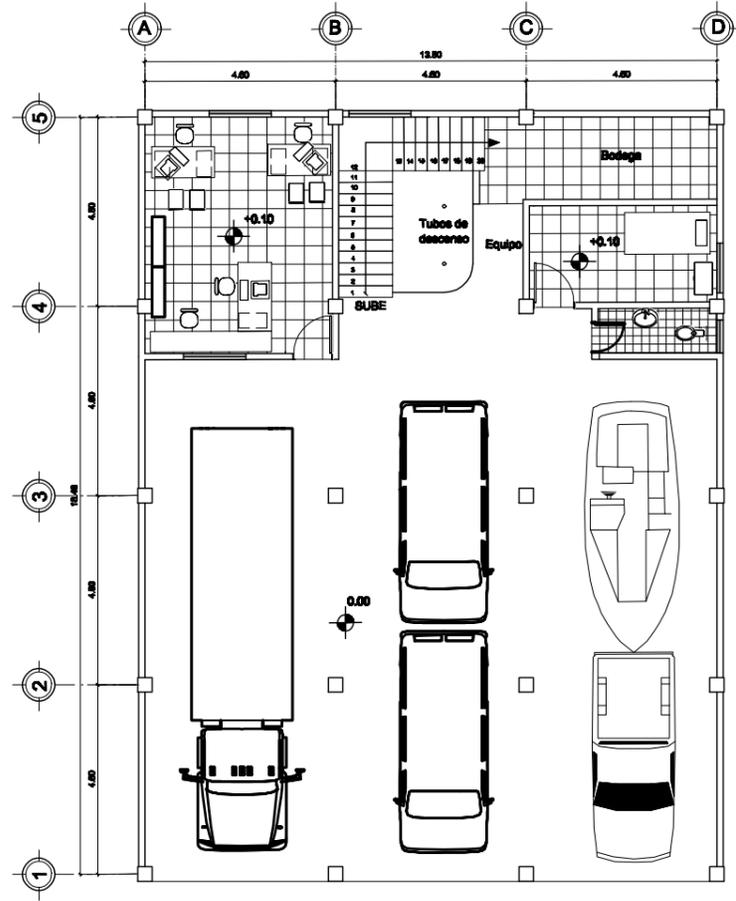

Inga. Telma Maricela Cano Morales
Directora CII/USAC



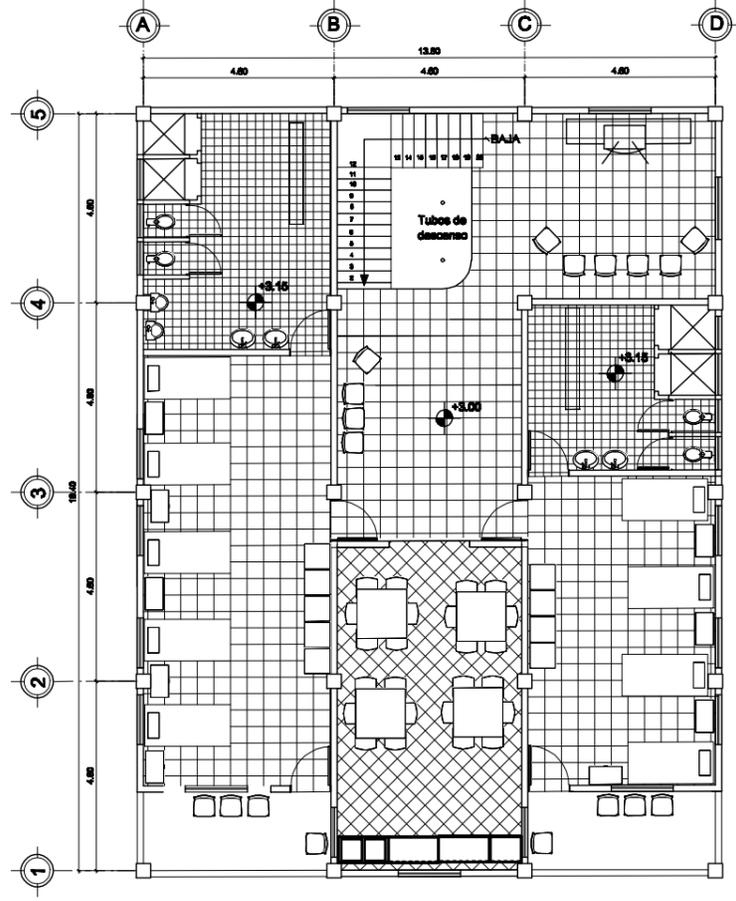
EMG

Apéndice

(Planos constructivos estación de bomberos municipales y carretera hacia la Reserva de la Biosfera Itzá)



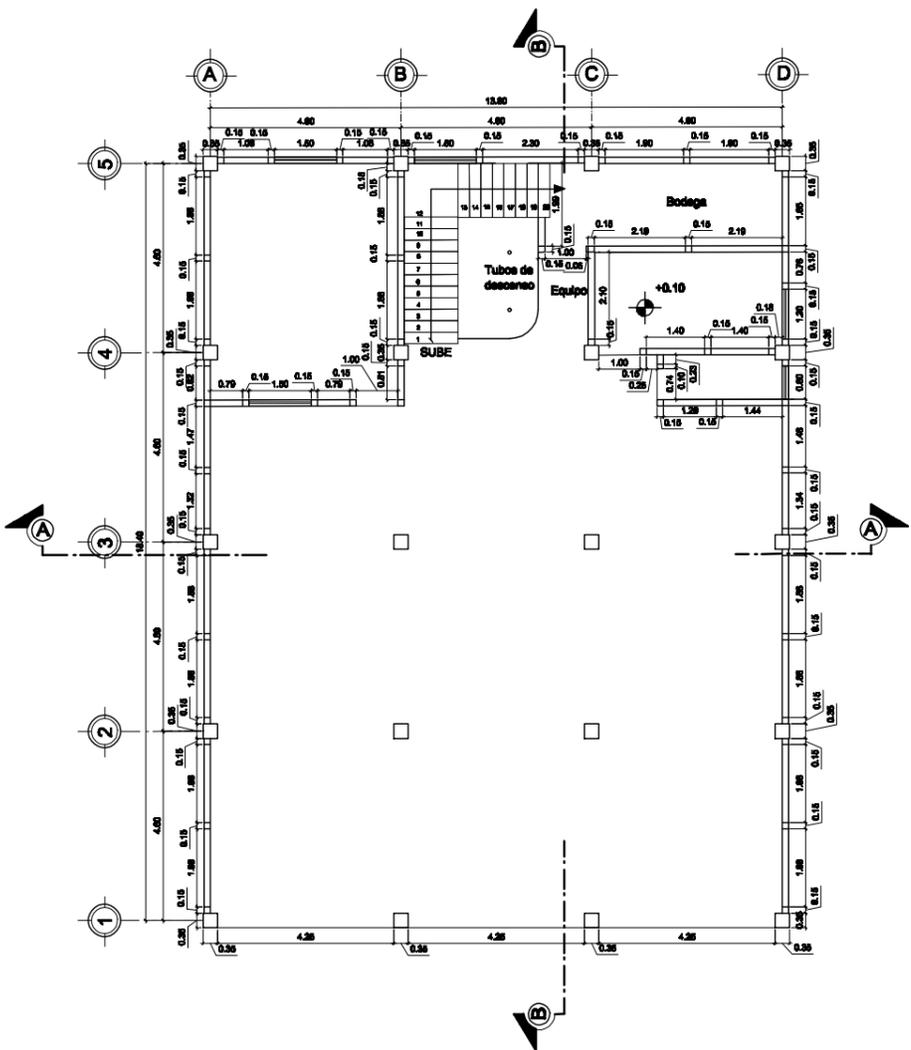
PLANTA PRIMER NIVEL
ESCALA 1/75



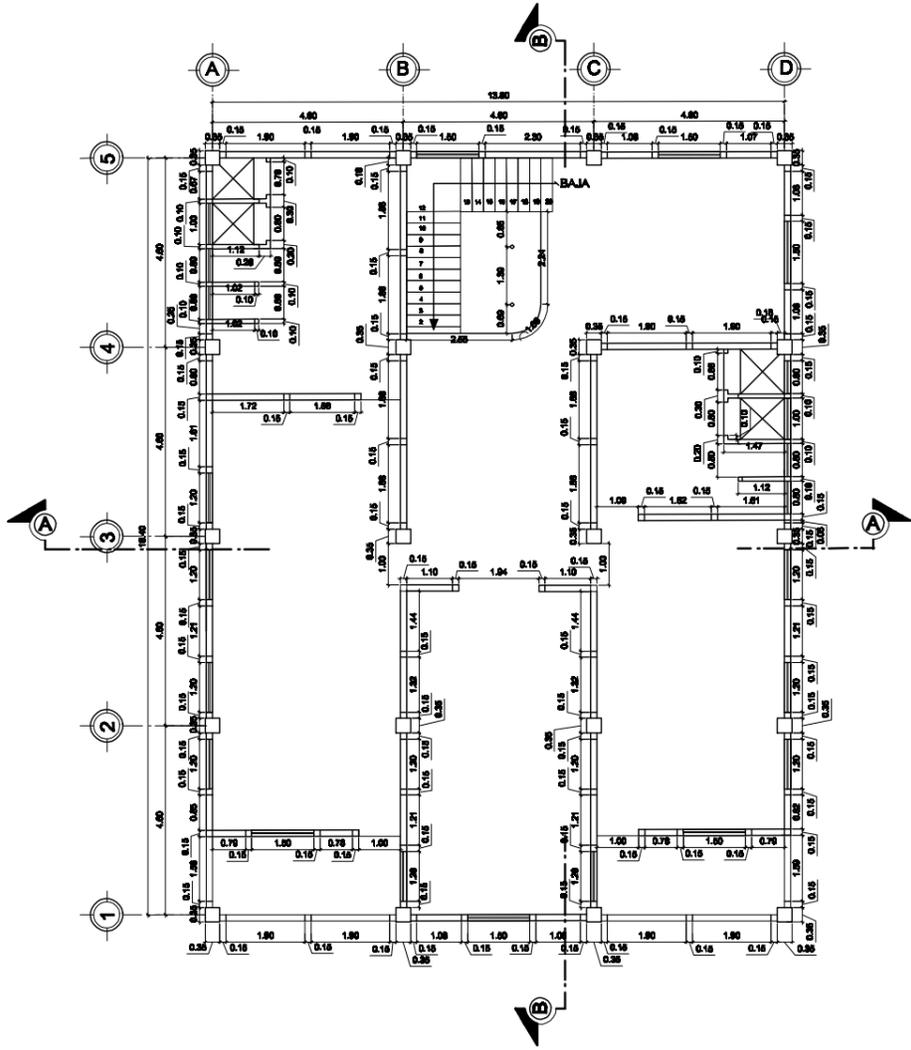
PLANTA SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1/75



 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ, PETÉN		
PROYECTO: OBRERO DE LA ESTACION DE DOS NIVELES PARA LA ESTACION DE BOMBEO MUNICIPALES	REGULA: INDICADA	
CONTENIDO: PLANTA ARMADURA	FECHA: AGOSTO 2011	
AUTOR: ING. JUAN MENCH COS	DISEÑO: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARGUETA	HOJA No. 1 / 11
REVISOR: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARGUETA	CALIFICADO: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARGUETA	

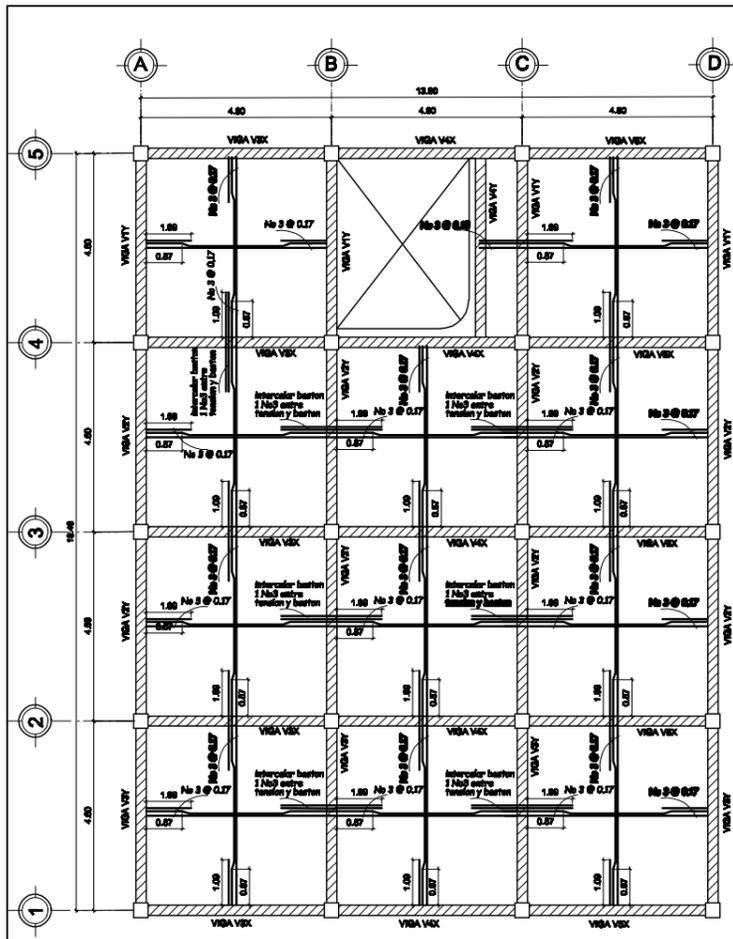


PLANTA PRIMER NIVEL
ESCALA 1/75



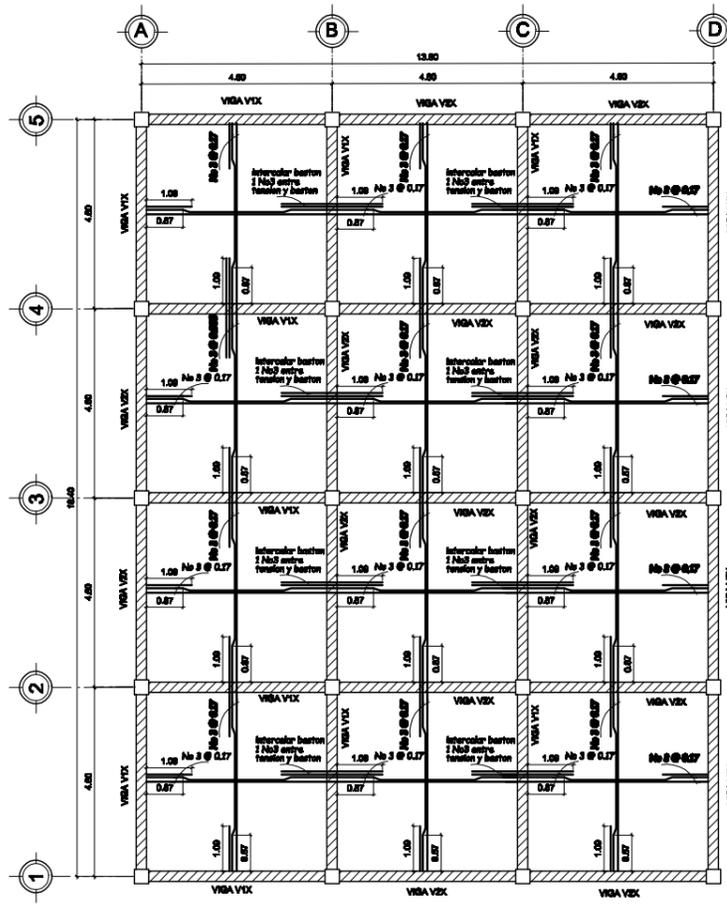
PLANTA SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1/75

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ, PETÉN		
PROYECTO: DISEÑO DE LA ESTACION DE DOS NIVELES PARA LA ESTACION DE BOMBEO MUNICIPALES	REGIÓN: INDIÇADA	
CONTENIDO: PLANTA ACOTADA	FECHA: AGOSTO 2011	
AUTOR: ING. JUAN MENCK COS	DISEÑO: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARGUETA	HOJA No. 2 / 11
REVISOR: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARGUETA	CALIFICADO: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARGUETA	



PLANTA DE VIGAS Y LOSAS PRIMER NIVEL

ESCALA 1/75



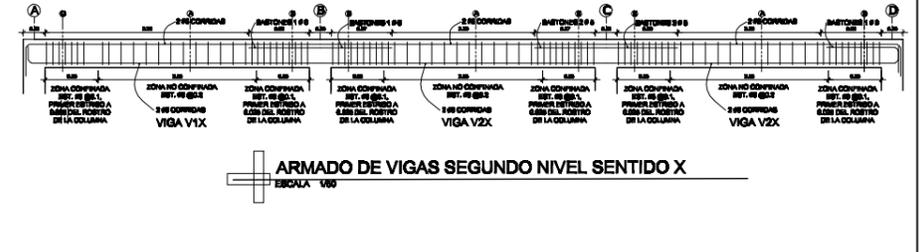
PLANTA DE VIGAS Y LOSAS SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1/75



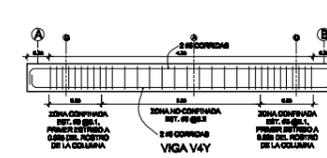
ARMADO DE VIGAS SEGUNDO NIVEL SENTIDO X

ESCALA 1/50



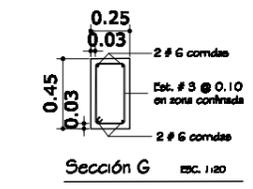
ARMADO DE VIGAS PRIMER NIVEL SENTIDO X

ESCALA 1/50

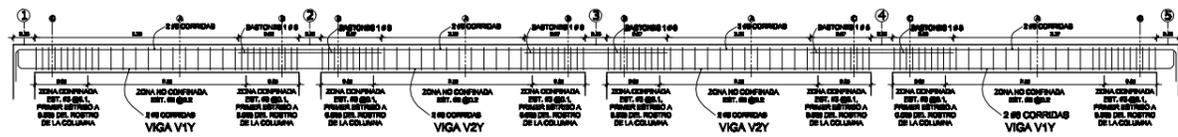


ARMADO DE VIGA EN LOSA EN UN SENTIDO

ESCALA 1/50

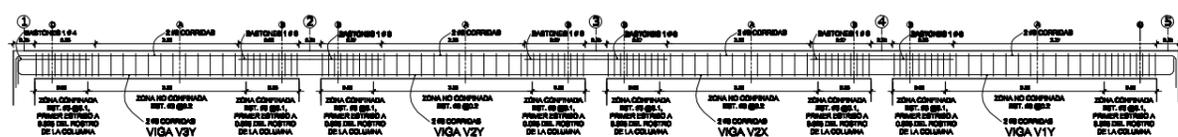


Sección G ESC. 1/20



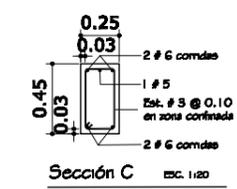
ARMADO DE VIGA SEGUNDO NIVEL SENTIDO Y

ESCALA 1/50

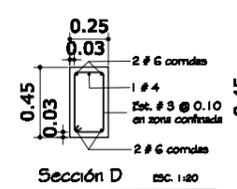


ARMADO DE VIGA PRIMER NIVEL SENTIDO Y

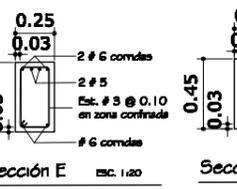
ESCALA 1/50



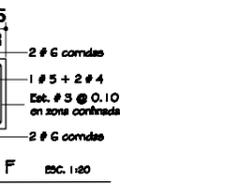
Sección C ESC. 1/20



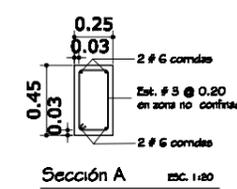
Sección D ESC. 1/20



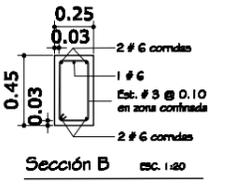
Sección E ESC. 1/20



Sección F ESC. 1/20



Sección A ESC. 1/20

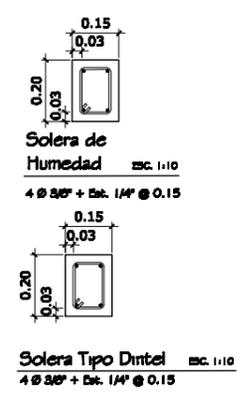
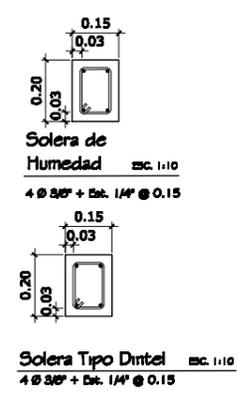
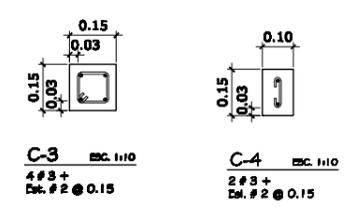
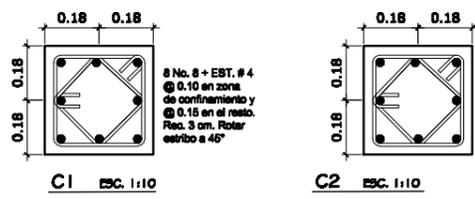
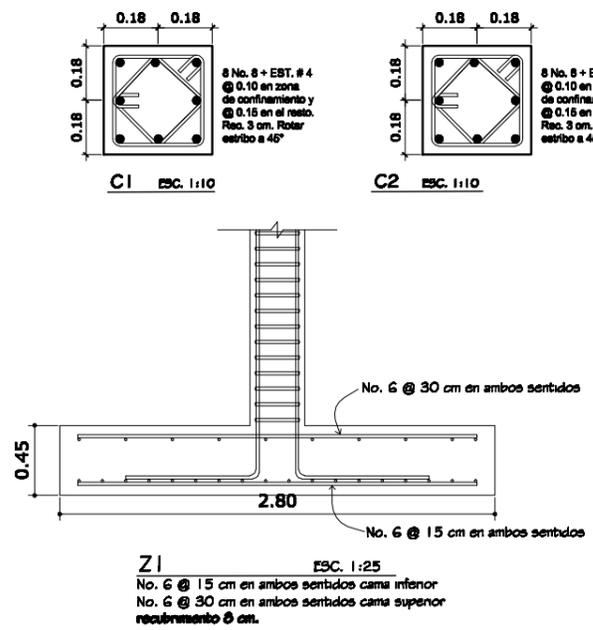
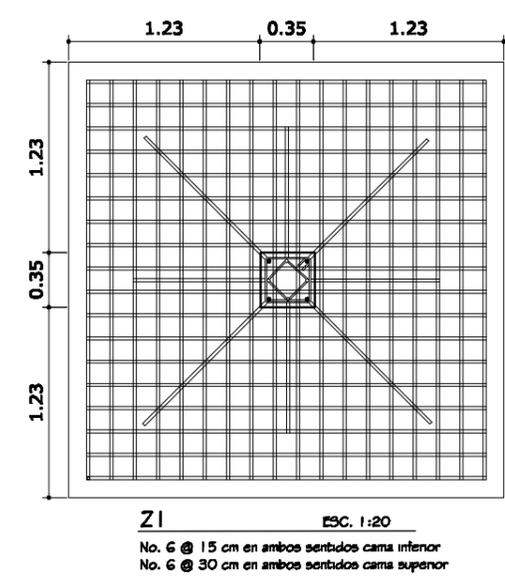
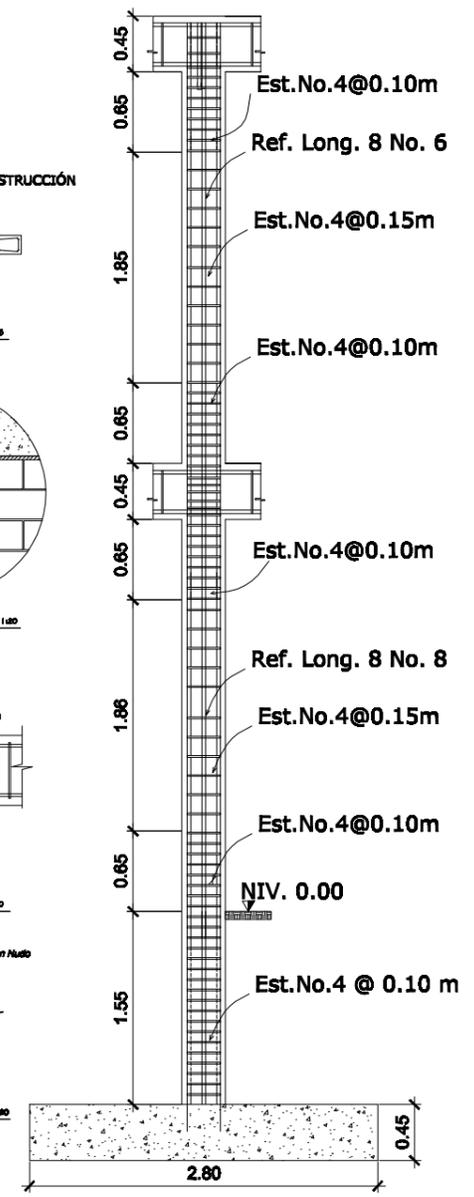
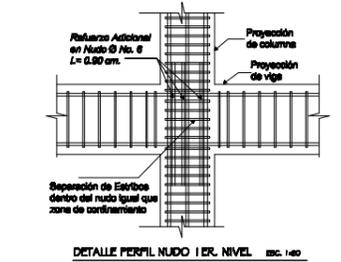
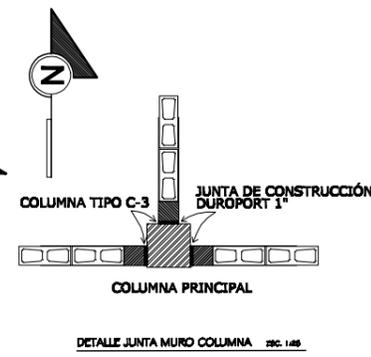
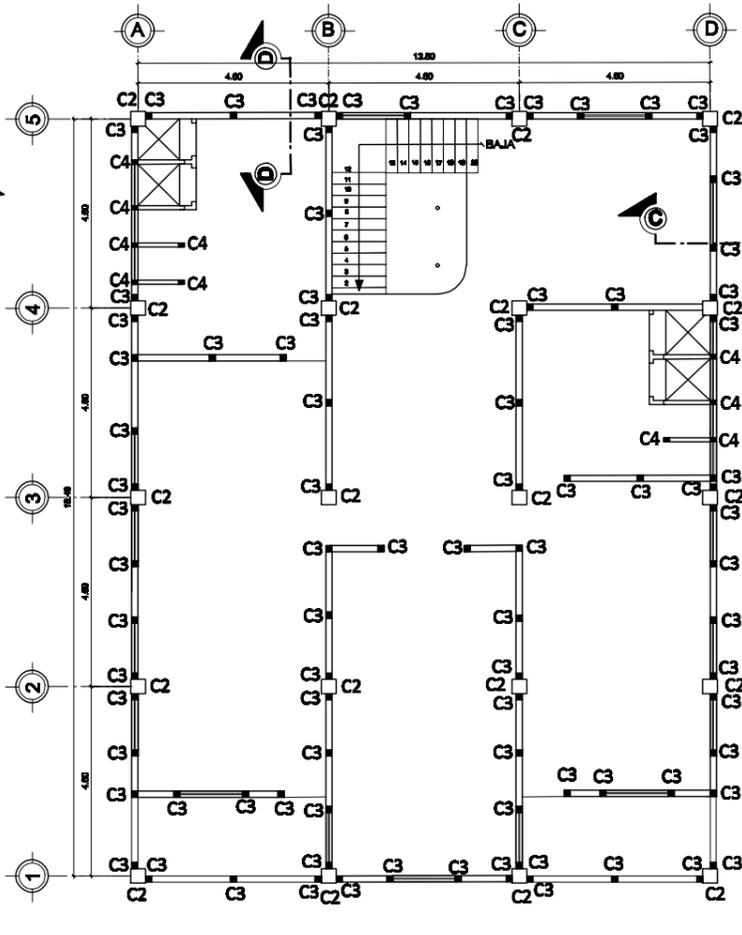
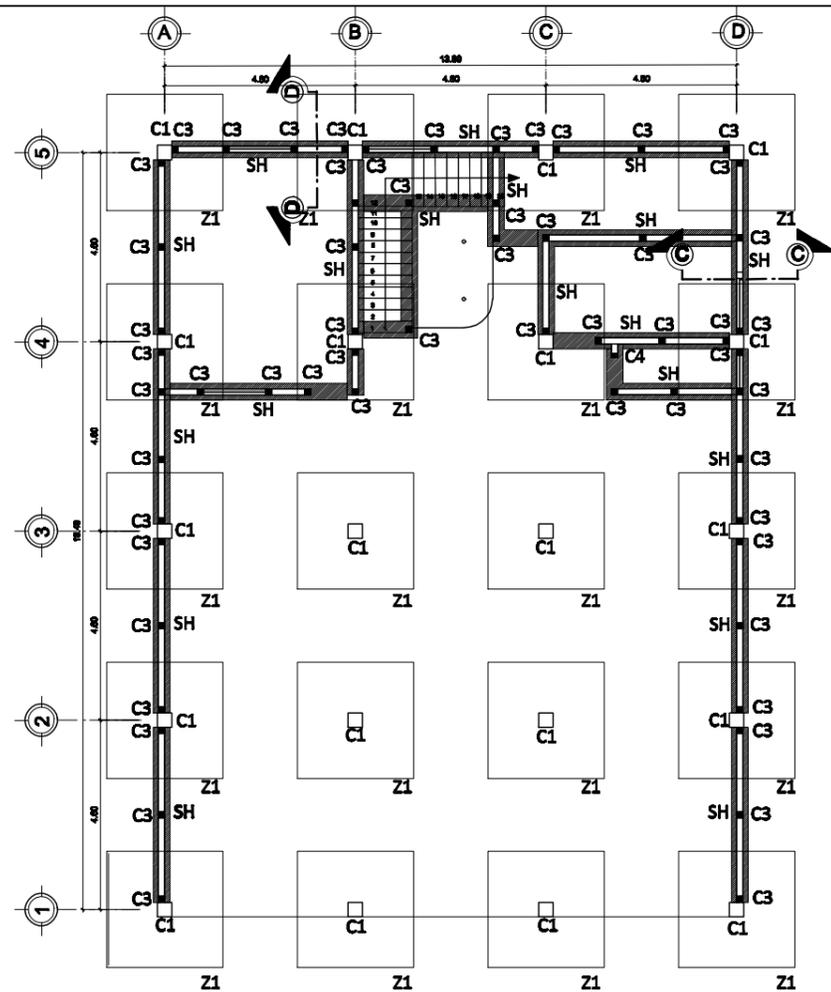


Sección B ESC. 1/20

<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ, PETEN</p>			
PROYECTO	DESIGNO DE LA REFORCACION DE DOS NIVELES PARA LA ESTACION DE BOMBEO DE BARRIADAS	FECHA	INDICADA
CONTENIDO	PLANTA DE LOSAS Y DETALLES DE VIGAS	FECHA	AGOSTO 2011
AUTORES	ING. JUAN MENCK COS	REVISOR	FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ANGUETA
REVISOR	FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ANGUETA	DECALO	FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ANGUETA
		HORA	3
		PAGINA	11

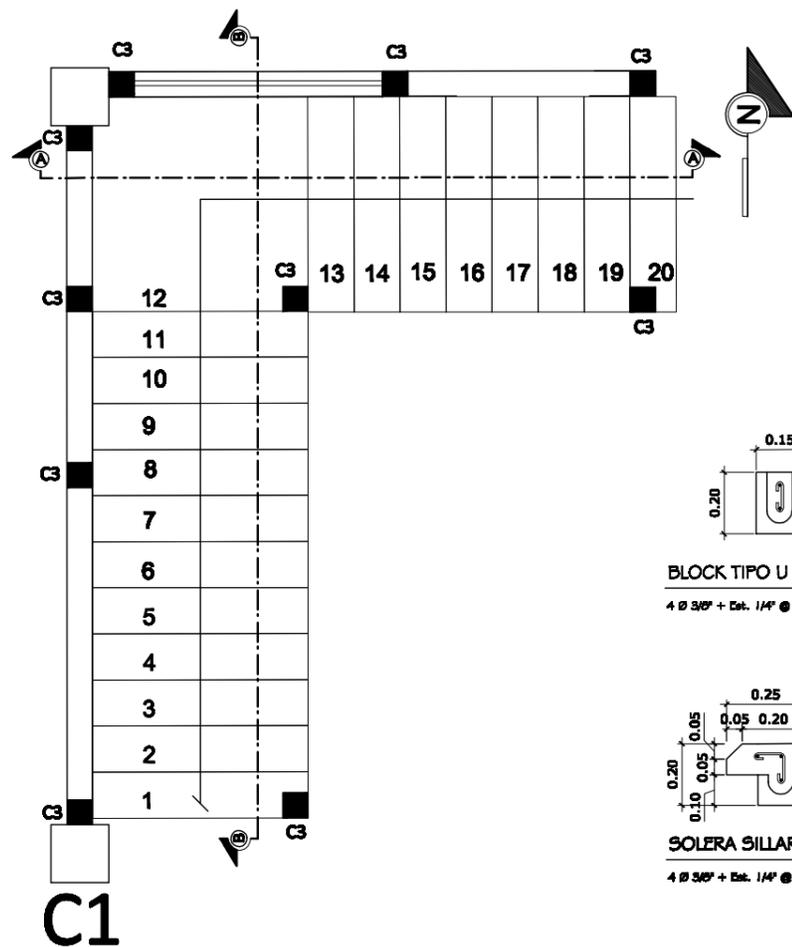
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



NOTA:
EL TUBO DE EMERGENCIA DE DESCENSO TIENE UNA LONGITUD DE 0 METROS Y UN DIAMETRO DE 3 PULGADAS.

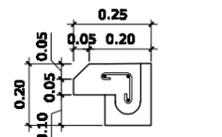
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE, PETEN		
PROYECTO: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE DOS NIVELES PARA LA ESTACION DE BOMBEO MUNICIPAL	SEÑALA: INDICADA	FECHA: AGOSTO 2011
CONTENIDO: PLANTA DE CIMENTACIONES Y COLUMNAS	PROYECTADO: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ANGUETA	REVISADO: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ANGUETA
ALUMNO: ING. JUAN MENDOZA	PROFESOR: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ANGUETA	PAGINA No. 4 / 11



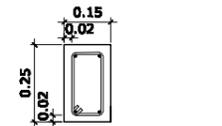
PLANTA MODULO DE GRADAS
ESCALA: 1 / 20



BLOCK TIPO U ESC. 1:10
4 Ø 3/8" + Est. 1/4" @ 0.15



SOLERA SILLAR ESC. 1:10
4 Ø 3/8" + Est. 1/4" @ 0.15



Solera de corona para gradas ESC. 1:10
4 Ø 3/8" + Est. 1/4" @ 0.15

ESPECIFICACIONES:

FOR NINGUN MOTIVO DEBE ANCLARSE LOS MUROS A LAS COLUMNAS Y VIGAS. ES MÓDULO DE GRADAS ES INDEPENDIENTE A LOS MARCOS DE CONCRETO. COLOCAR JUNTAS DE DUROPORT EN DICHAS UNIONES, VER DETALLES.

ESPECIFICACIONES DE HIERRO:
REFUERZO DE HIERRO: 1-2819 kg/m² (040)
CONCRETO: 281 kg/m³ (4000 psi)
MUROS: 100 kg/m², 0.10x0.20x0.40 EN BAÑOS Y 0.10x0.20x0.40 EN EL RESTO DE MUROS
AGREGADO GRUESO: 1/2" TERTIADO
PROPORCIÓN MORTERO PARA LEVANTADO DE MUROS: 1:3(BAVIETA)

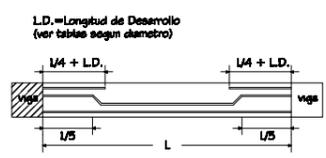
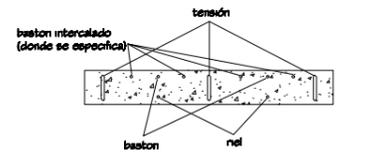
SE CALCULO VALOR SOPORTE DE 12.88 TONS, MEDIANTE ENBAYO DE COMPRESION TRASCAL, VERIFICAR VALOR SOPORTE DEL SUELO PREVIA LA CONSTRUCCION DEL EDIFICIO A TRAVES DE UN ENBAYO DINAMICO (SPT).

CARGAS VIVAS (TOMADAS DEL CODIGO AGIES): 200kg/m² EN TECHO, 250 kg/m² EN ENTREPISO.

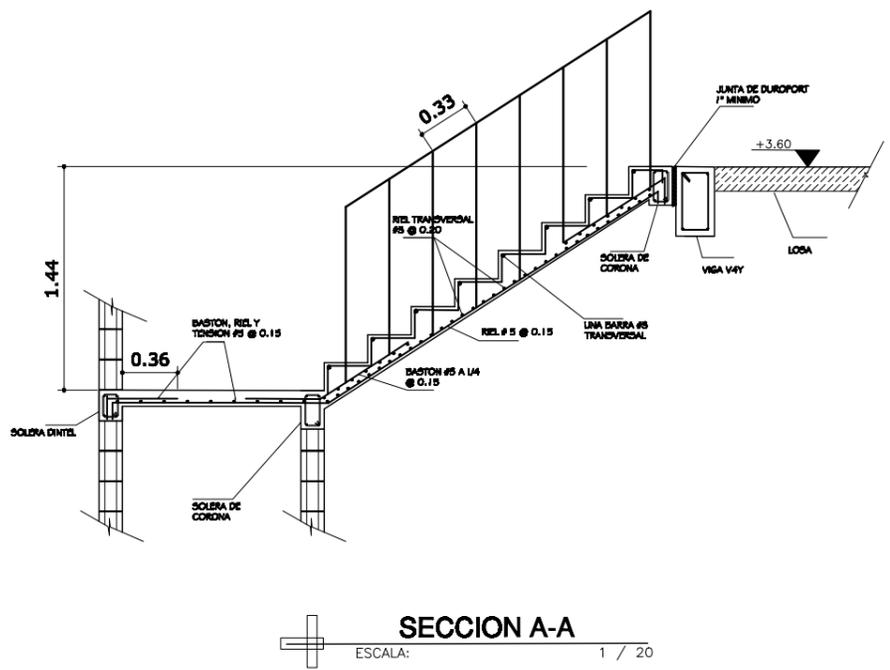
LOS TRABALAPES Y LA LONGITUD DE DESARROLLO (L.D.) HAN DE SER POR LO MENOS 48 VECES EL DIAMETRO DEL REFUERZO A EMPALMAR PARA Ø3 25cm, Ø4 30cm, Ø6 38cm, Ø8 48cm, Ø10 60cm, Ø12 72cm, Ø14 84cm, Ø16 96cm, Ø18 108cm, Ø20 120cm, Ø22 132cm, Ø24 144cm, Ø28 168cm, Ø32 192cm, Ø36 216cm, Ø40 240cm, Ø45 270cm, Ø50 300cm, Ø55 330cm, Ø60 360cm, Ø65 390cm, Ø70 420cm, Ø75 450cm, Ø80 480cm, Ø85 510cm, Ø90 540cm, Ø95 570cm, Ø100 600cm, Ø105 630cm, Ø110 660cm, Ø115 690cm, Ø120 720cm, Ø125 750cm, Ø130 780cm, Ø135 810cm, Ø140 840cm, Ø145 870cm, Ø150 900cm, Ø155 930cm, Ø160 960cm, Ø165 990cm, Ø170 1020cm, Ø175 1050cm, Ø180 1080cm, Ø185 1110cm, Ø190 1140cm, Ø195 1170cm, Ø200 1200cm.

LA LONGITUD DE DESARROLLO (L.D.) HAN DE SER POR LO MENOS 48 VECES EL DIAMETRO DEL REFUERZO A EMPALMAR PARA Ø3 25cm, Ø4 30cm, Ø6 38cm, Ø8 48cm, Ø10 60cm, Ø12 72cm, Ø14 84cm, Ø16 96cm, Ø18 108cm, Ø20 120cm, Ø22 132cm, Ø24 144cm, Ø28 168cm, Ø32 192cm, Ø36 216cm, Ø40 240cm, Ø45 270cm, Ø50 300cm, Ø55 330cm, Ø60 360cm, Ø65 390cm, Ø70 420cm, Ø75 450cm, Ø80 480cm, Ø85 510cm, Ø90 540cm, Ø95 570cm, Ø100 600cm, Ø105 630cm, Ø110 660cm, Ø115 690cm, Ø120 720cm, Ø125 750cm, Ø130 780cm, Ø135 810cm, Ø140 840cm, Ø145 870cm, Ø150 900cm, Ø155 930cm, Ø160 960cm, Ø165 990cm, Ø170 1020cm, Ø175 1050cm, Ø180 1080cm, Ø185 1110cm, Ø190 1140cm, Ø195 1170cm, Ø200 1200cm.

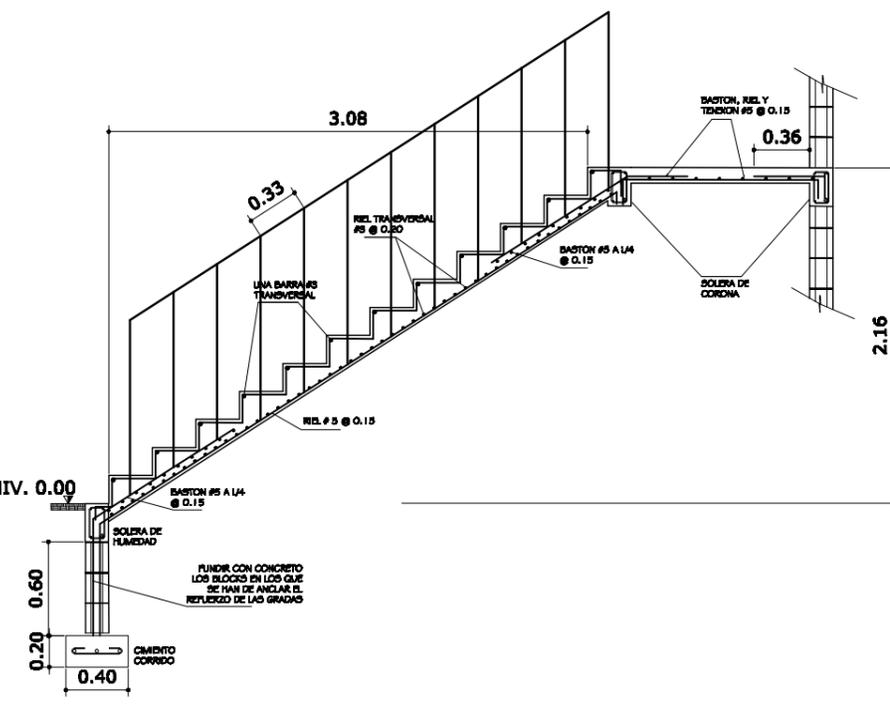
LAS LOSAS DE SEGUNDO NIVEL NO HAN SIDO DISEÑADAS PARA LA INSTALACION DE TANQUE CISTERNA.



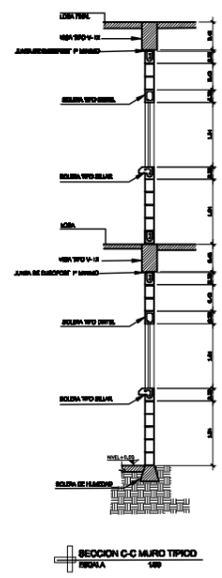
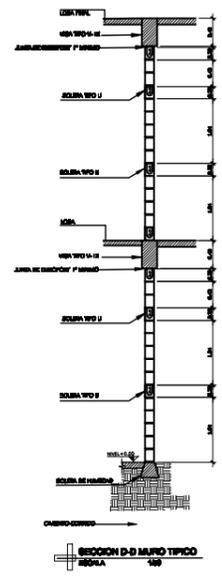
Detalle de armado de losas



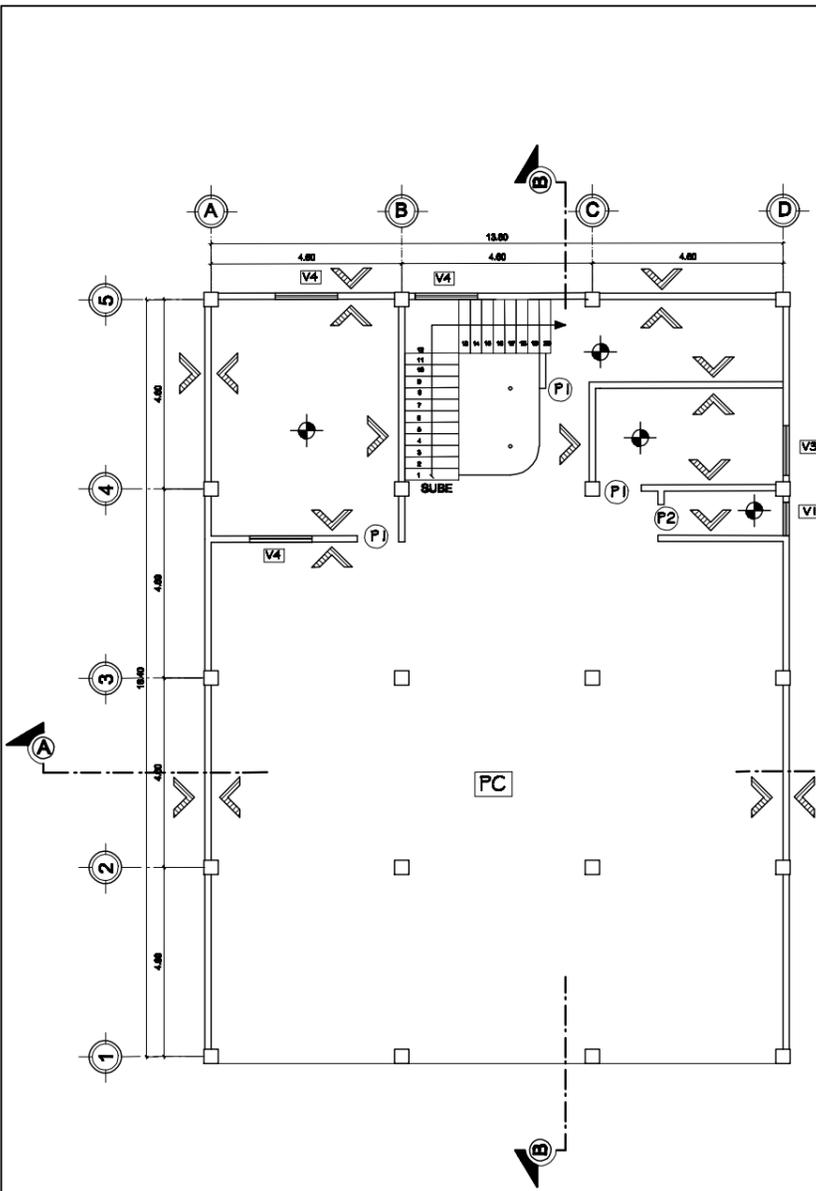
SECCION A-A
ESCALA: 1 / 20



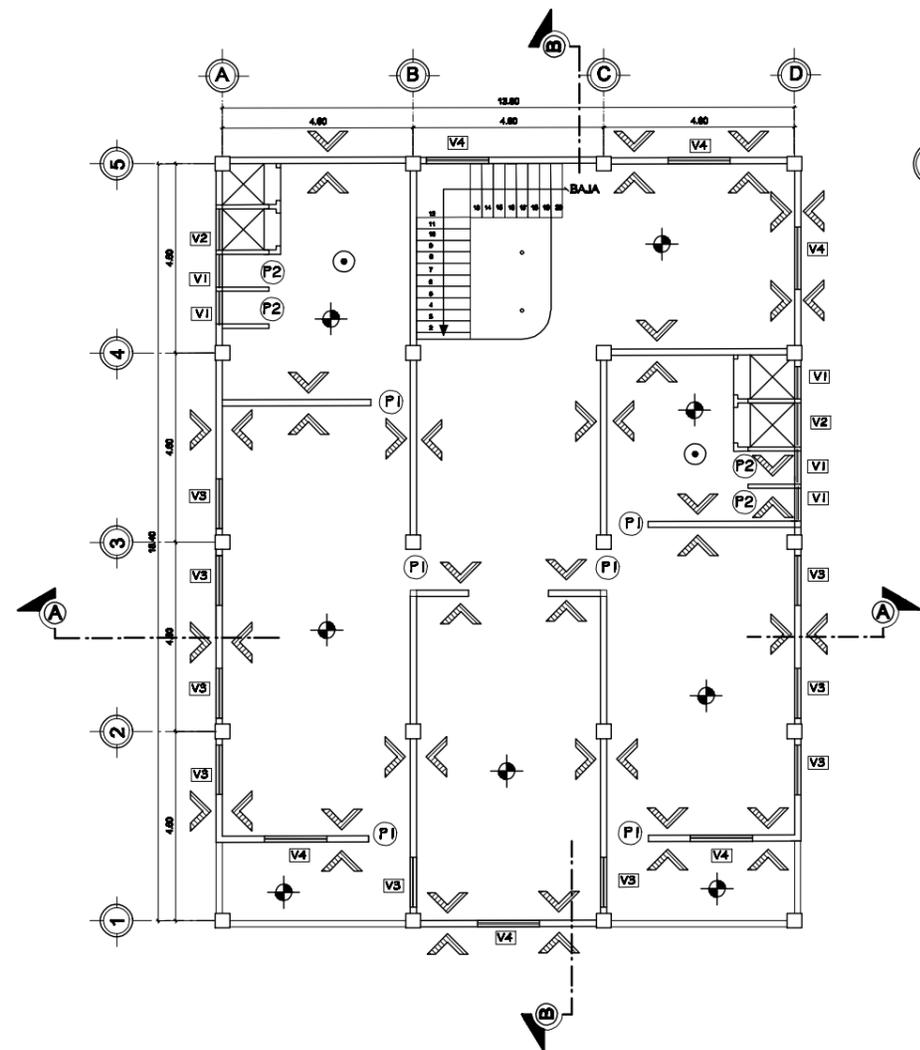
SECCION B-B
ESCALA: 1 / 20



<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ, PETÉN</p>			
PROYECTO:	DISEÑO DE LA ESTACIONACION DE DOS NIVELES PARA LA ESTACION DE BOMBEO MUNICIPAL	FECHA:	INDICADA
CONTENIDO:	DISEÑO DE GRADAS Y DETALLES	FECHA:	AGOSTO 2011
ASISTENTE:	ING. JUAN MENCH COS	DISEÑO:	FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARGUETA
REVISOR:	FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARGUETA	CALEDA:	FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARGUETA
		HORA:	5 / 11



PLANTA DE ACABADOS PRIMER NIVEL
ESCALA 1/75



PLANTA DE ACABADOS SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1/75



NOMENCLATURA DE ACABADOS	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	Muro de Bloq. + revoque + ornado vertical + pintura
	Acabado de piso a 1.30 mt. en areas de modulo y lavamanos; al resto revoque y ornado
	Piso ceramico 0.30 x 0.30
	Indica el tipo de puerta
	Indica el tipo de ventana
	Piso de concreto

PLANILLA DE VENTANAS						
TIPO	SILLAR	DINTEL	ALTO	ANCHO	CANTIDAD	MATERIAL
1	2.48	2.01	0.43	0.8	8	ALUMINIO Y VIDRIO DE 6 mm
2	2.48	2.01	0.49	1.0	2	ALUMINIO Y VIDRIO DE 6 mm
3	1.25	2.3	1.05	1.2	10	ALUMINIO Y VIDRIO DE 6 mm
4	1.25	2.3	1.05	1.5	8	ALUMINIO Y VIDRIO DE 6 mm

PLANILLA DE PUERTAS				
TIPO	ANCHO	DINTEL	MATERIAL	CANTIDAD
1	1.00	2.30	METAL	9
2	0.80	2.30	METAL	8



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE, PETEN

PROYECTO: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE DOS NIVELES PARA LA ESTACION DE BOMBEO MUNICIPAL

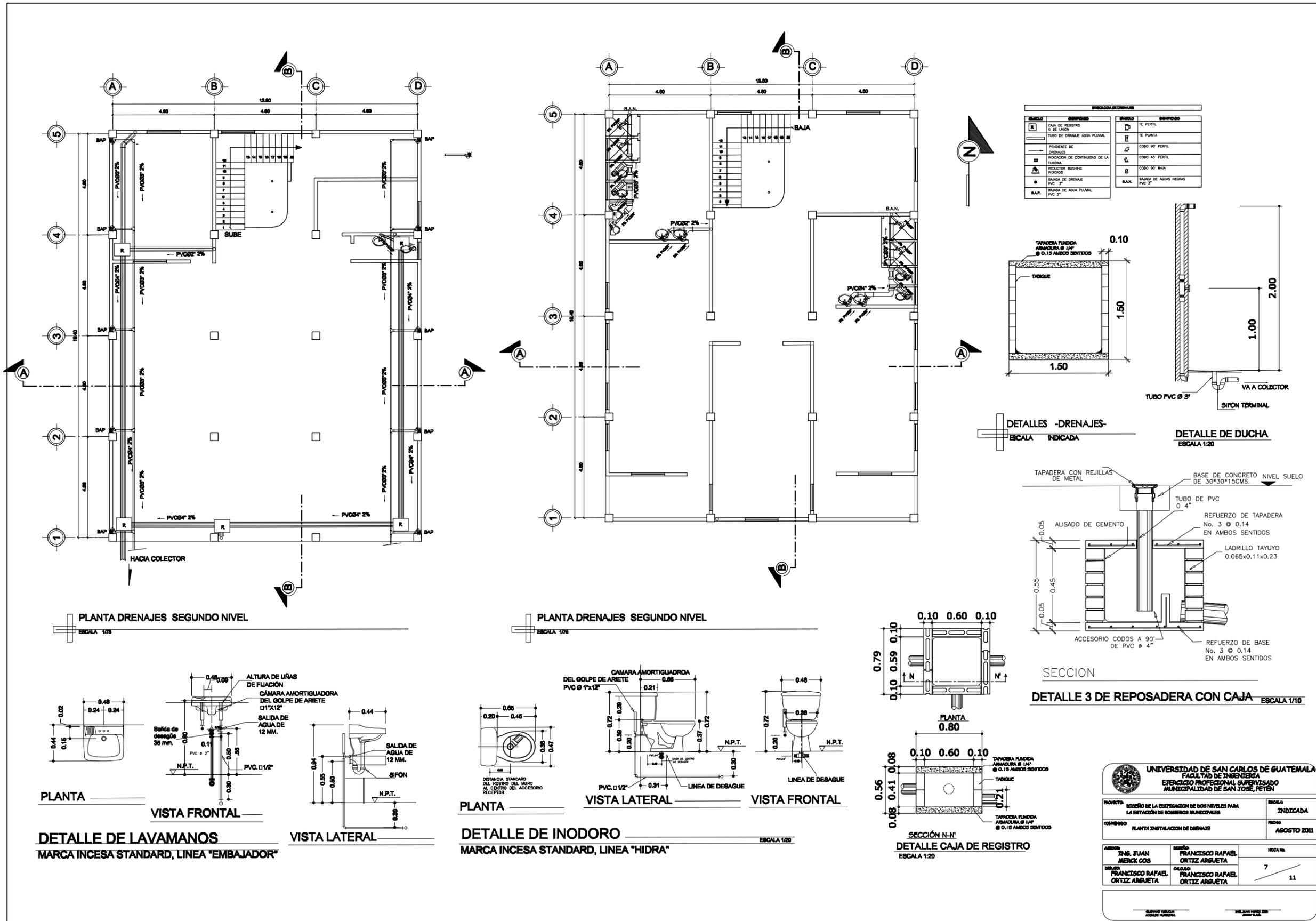
CONTENIDO: PLANTA DE ACABADOS

FECHA: AGOSTO 2021

ALUMNO: ING. JUAN MENCK COS

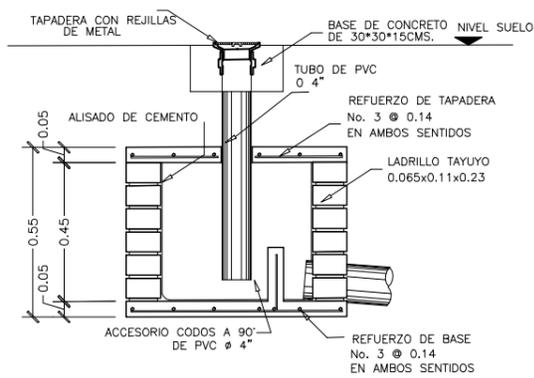
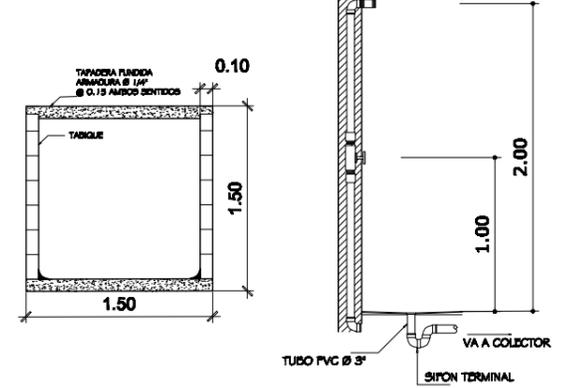
ASESOR: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARGUETA

FECHA No. 6 / 11



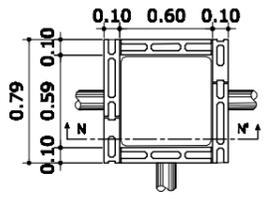
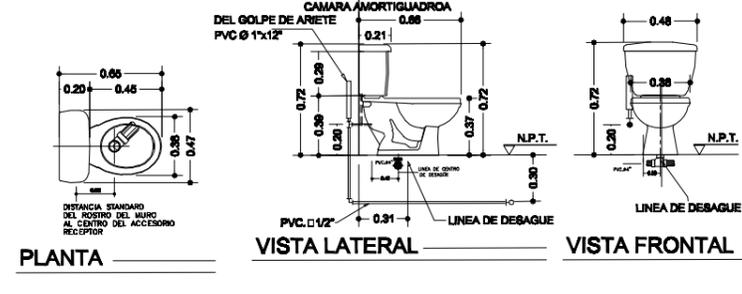
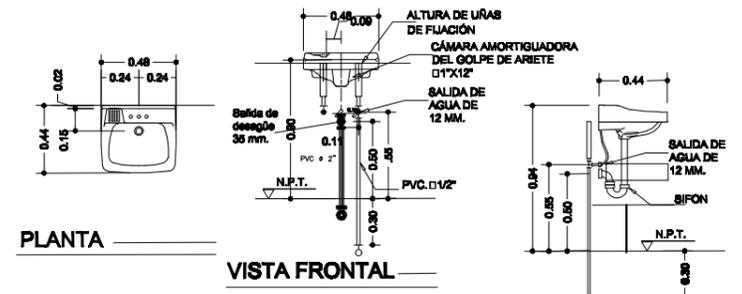
LEYENDA DE SIMBOLOS

SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
[Symbol]	CAJA DE REGISTRO O DE UNION	[Symbol]	TE PERFIL
[Symbol]	TUBO DE DRENAJE AGUA PLUVIAL	[Symbol]	TE PLANTA
[Symbol]	PENDIENTE DE DRENAJES	[Symbol]	CODO 90° PERFIL
[Symbol]	INDICACION DE CONTINUIDAD DE LA TUBERIA	[Symbol]	CODO 45° PERFIL
[Symbol]	REDUCTOR BUSHING REDONDO	[Symbol]	CODO 90° BAJA
[Symbol]	BAJADA DE DRENAJE PVC 3"	[Symbol]	BAJADA DE AGUA NEGRO PVC 3"
[Symbol]	BAJADA DE AGUA PLUVIAL PVC 3"	[Symbol]	



PLANTA DRENAJES SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1/76

PLANTA DRENAJES SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1/76

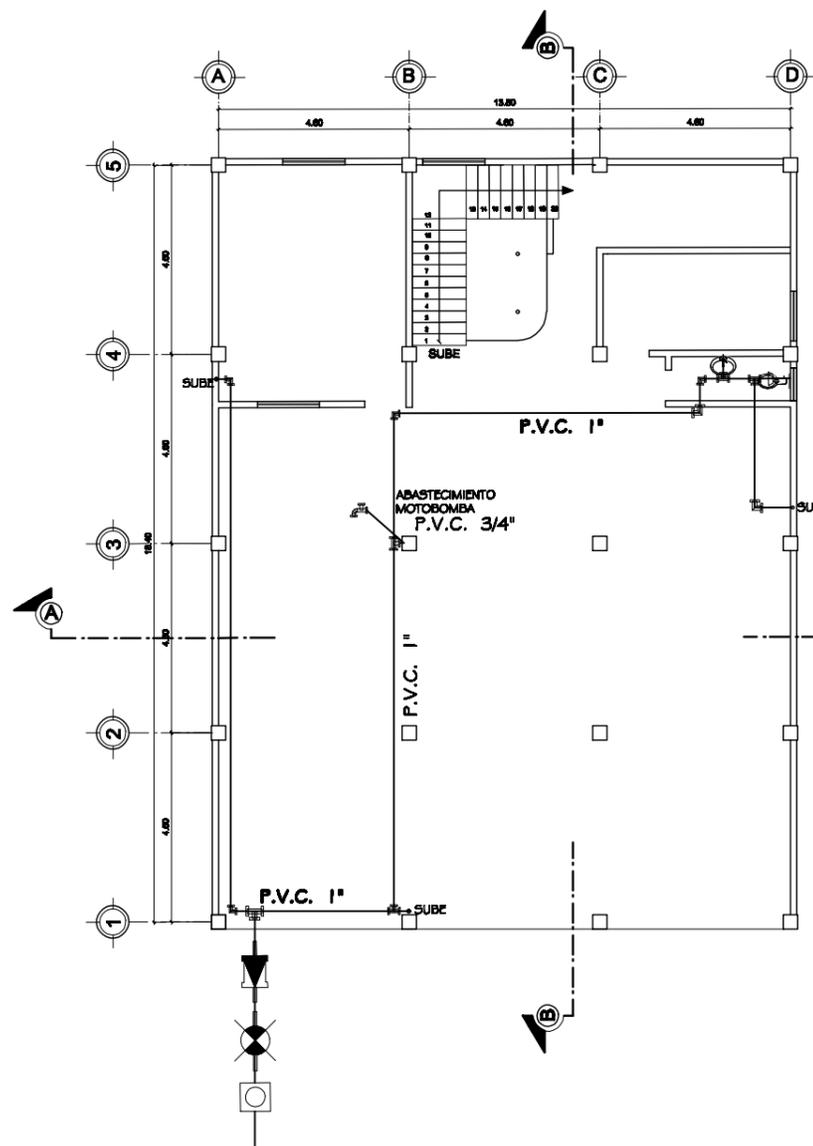


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE, PETEN

PROYECTO: DISEÑO DE LA ESTACIONACION DE DOS NIVELES PARA LA ESTACION DE BOMBEO MUNICIPAL	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: PLANTA INSTALACION DE DRENAJE	FECHA: AGOSTO 2011
ALUMNO: ING. JUAN MENDOZA	PROFESOR: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARGUETA
ALUMNO: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARGUETA	PROFESOR: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARGUETA
HOJA No. 7 / 11	

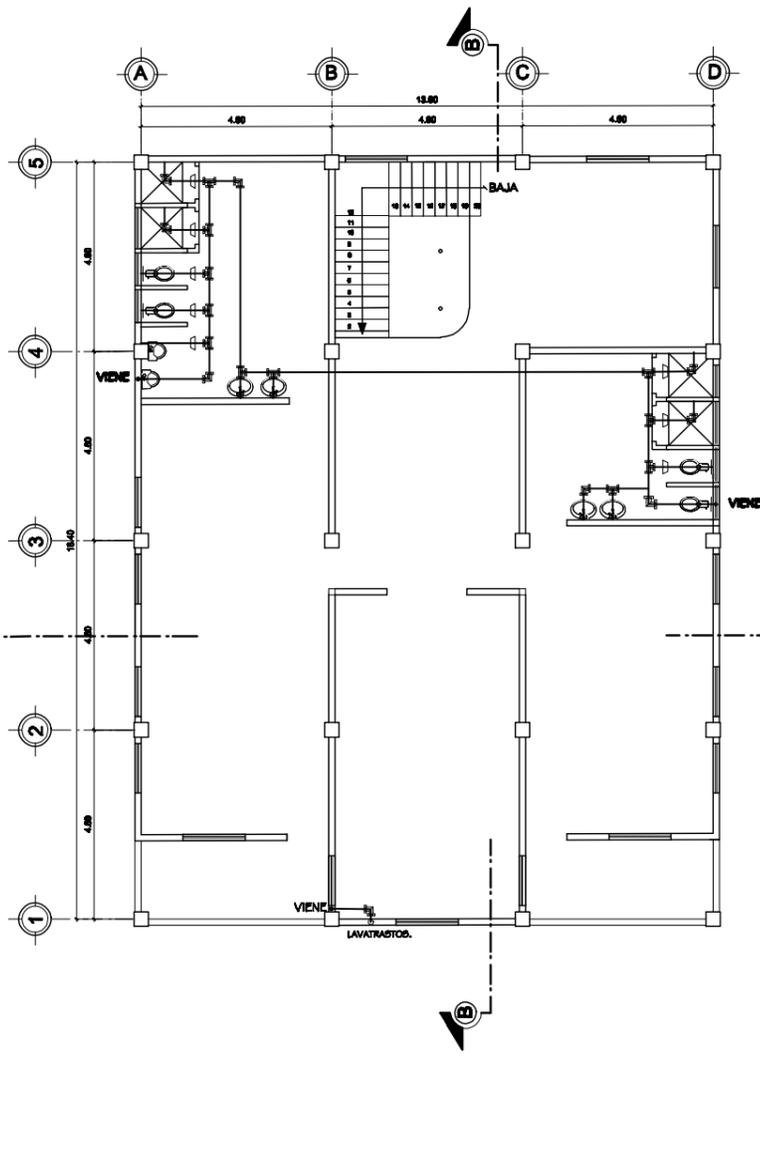
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

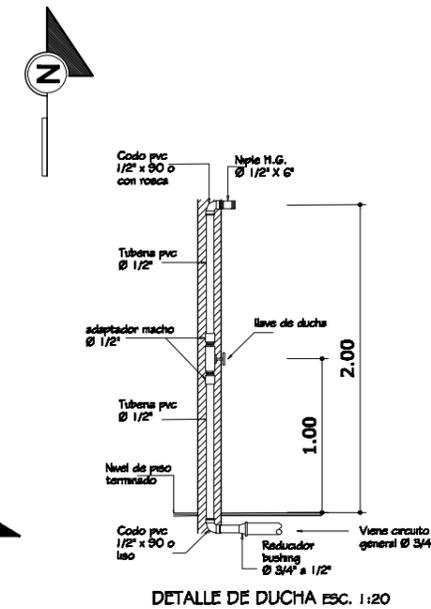


PLANTA INSTALACION HIDRAULICA PRIMER NIVEL
Escala 1/16

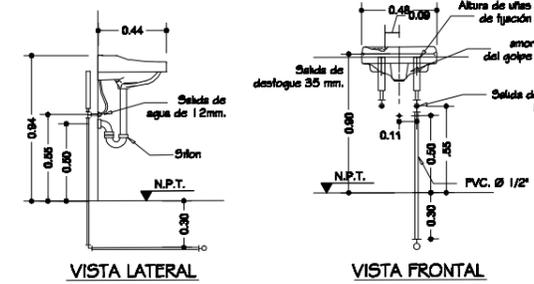
NOTA: LA TUBERIA QUE SUMINISTRA A LOS ARTEFACTOS Y DUCHAS ES P.V.C. 1/2"



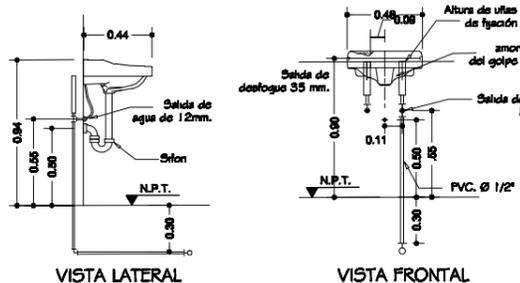
PLANTA INSTALACION HIDRAULICA SEGUNDO NIVEL
Escala 1/16



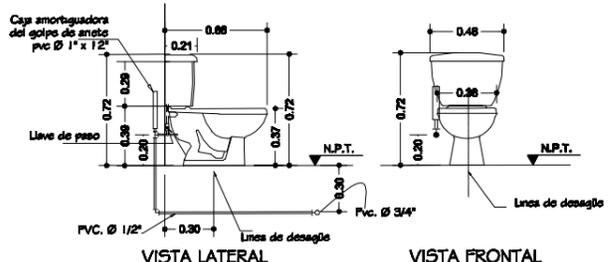
DETALLE DE DUCHA ESC. 1:20



DETALLE DE LAVAMANOS ESC. 1:20



DETALLE DE LAVAMANOS ESC. 1:20



DETALLE DE INODORO ESC. 1:20

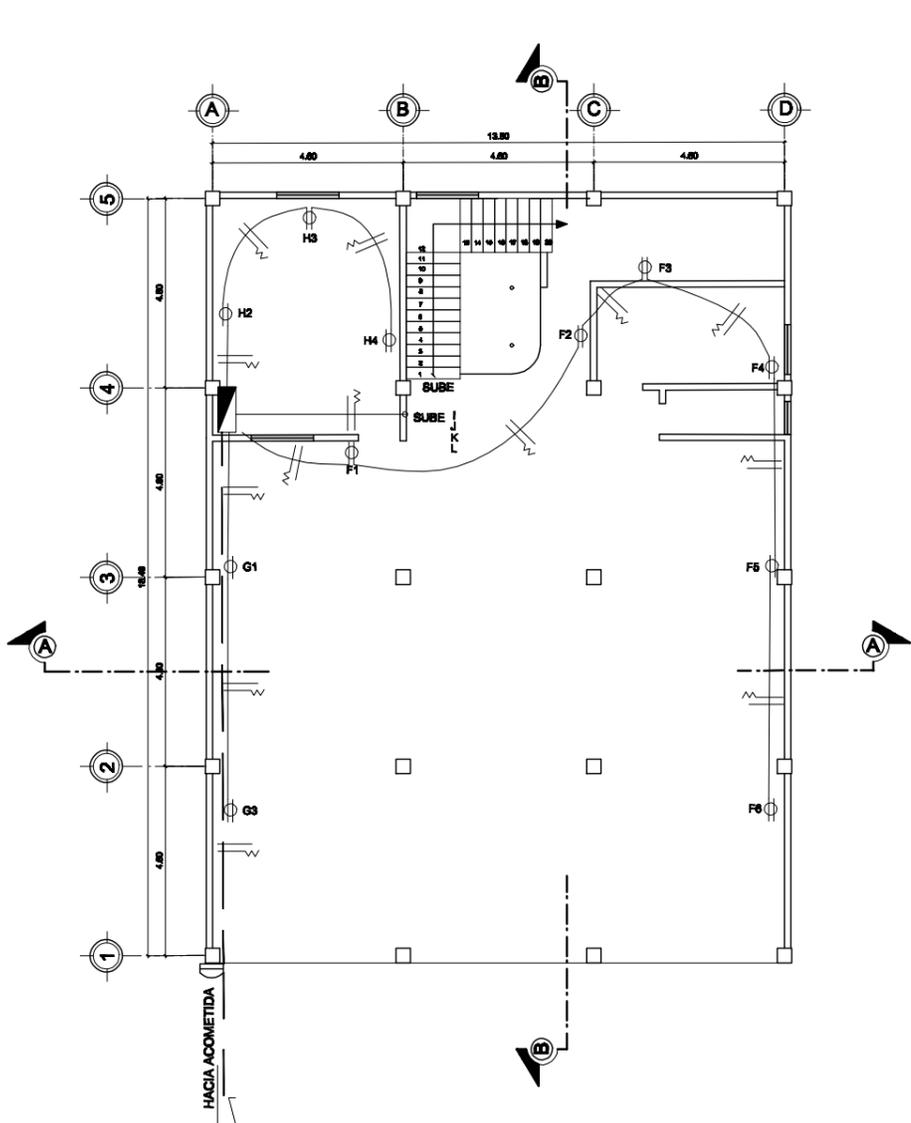
SIMBOLOGIA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS			
	CODO PVC 90°		CONTADOR
	PLANTA HORIZONTAL		LLAVE DE PASO
	REDUCIDOR PVC DE 1\"/>		
	TEE DE PVC # INDICADO		TUBO PVC # INDICADO
	TEE VERTICAL PVC # INDICADO		LLAVE DE CHORRO # 3/4"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE, PETEN

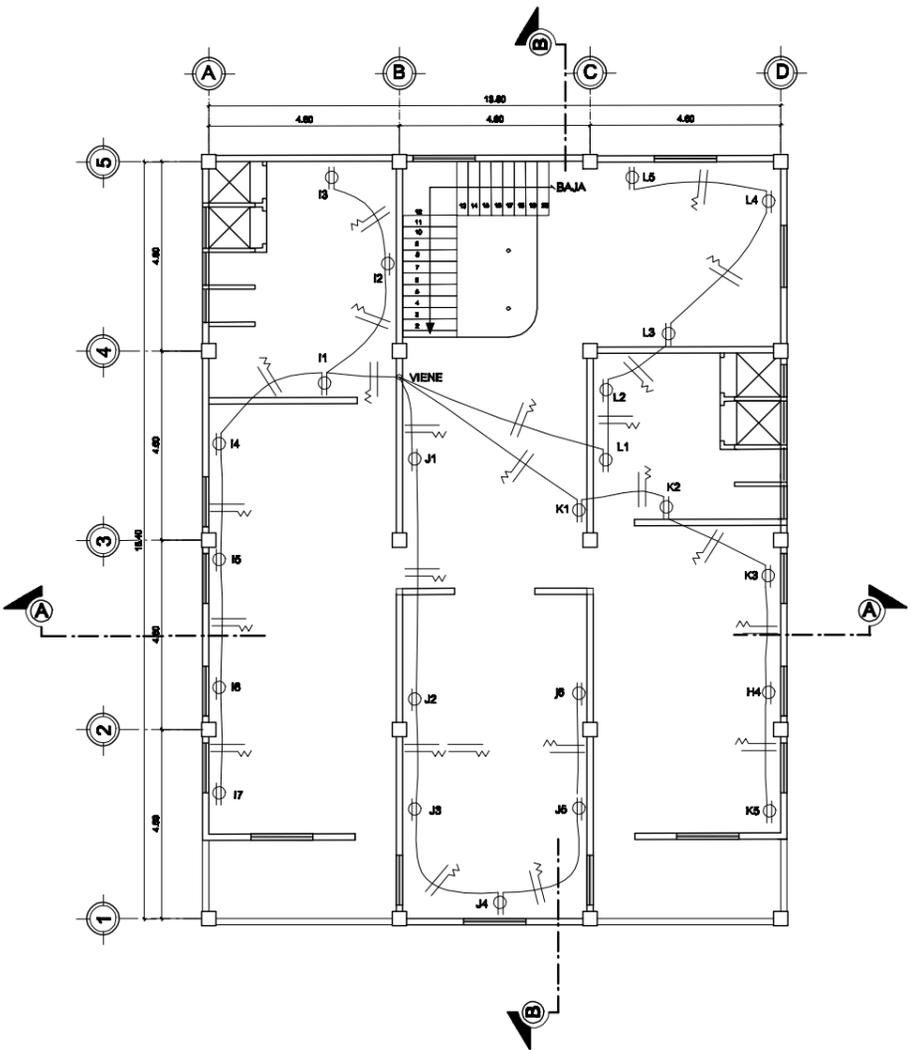
PROYECTO: DISEÑO DE LA INSPECCION DE DOS NIVELES PARA LA ESTACION DE BOMBEO MUNICIPAL
FECHA: INICIADA

CONTENIDO: PLANTA INSTALACIONES HIDRAULICAS
FECHA: AGOSTO 2003

ASESOR: ING. JUAN MENDOZA	DISEÑO: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ANGUETA	HOJA No.
REVISOR: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ANGUETA	CALEDA: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ANGUETA	8
		11



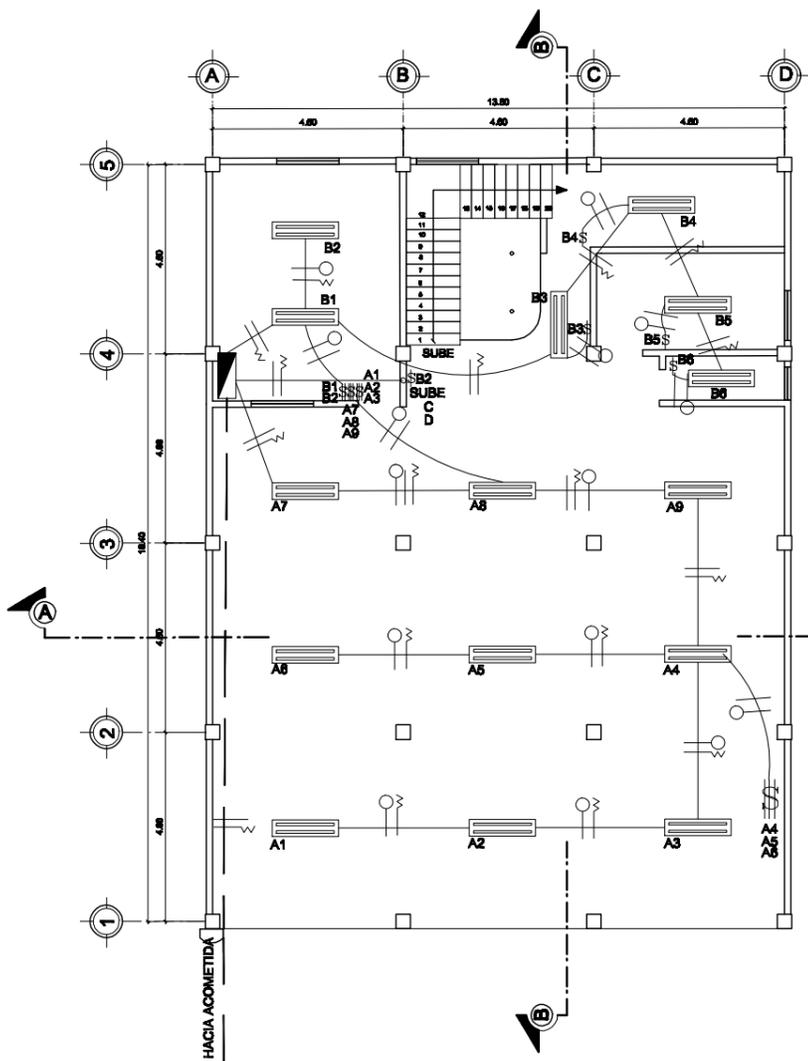
PLANTA INSTALACION ELECTRICA FUERZA PRIMER NIVEL



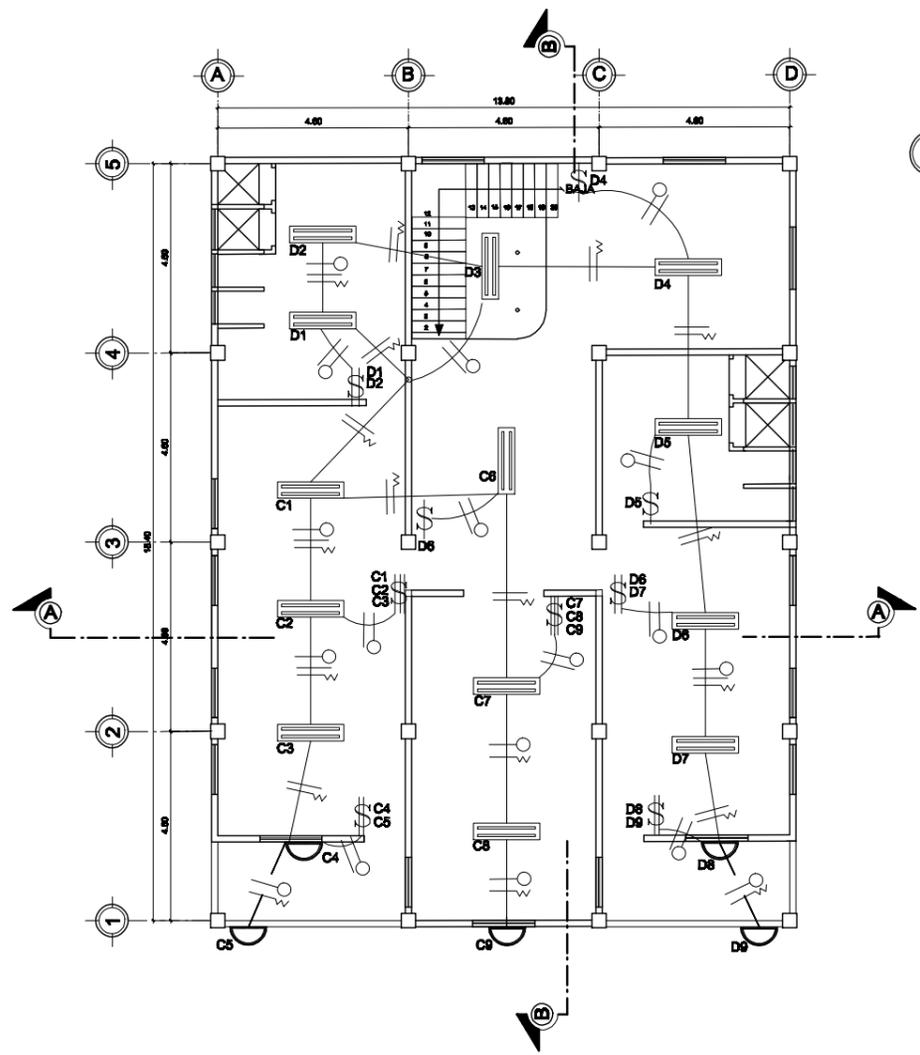
PLANTA INSTALACION ELECTRICA FUERZA SEGUNDO NIVEL

NOMENCLATURA DE FUERZA		
A1	NUMERO DE CIRCUITO	TOMACORRIENTE DORNE 110VOLTIOS. EN PARED H=0.40, EN COCINA Y BAÑO H=1.25
	CAJA DE FLIPONES	LINEA VIVA CALIBRE #12AWG
	POLIDUCTO 3/4" EN PISO	LINEA NEUTRA CALIBRE #12AWG
	POLIDUCTO 3/4" EN TECHO	Contador

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE, PETEN		
PROYECTO:	DISEÑO DE LA ESTACION DE DOS NIVELES PARA LA ESTACION DE BOMBEO MUNICIPAL	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO:	PLANTA INSTALACION ELECTRICA FUERZA	FECHA: AGOSTO 2011
AUTOR: ING. JUAN MENCH COS	DISEÑO: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARGUETA	HOJA No. 9 / 11
REVISOR: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARGUETA	CALIFICADO: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARGUETA	



PLANTA INSTALACION ELECTRICA ILUMINACION PRIMER NIVEL
ESCALA 1/8"



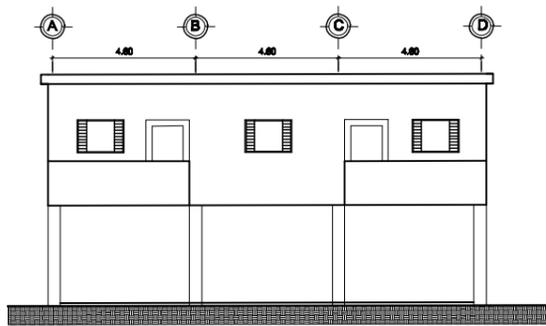
PLANTA INSTALACION ELECTRICA ILUMINACION SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1/8"

NOMENCLATURA DE ILUMINACION		
A1	NUMERO DE CIRCUITO	LAMPARA DE 2X40WATTS
▀	CAJA DE FLIPONES	UNIDAD ILUMINACION (EN MURO)
—	POLIDUCTO 3/4" EN PISO	INTERRUPTOR SIMPLE H= 1.50
—	POLIDUCTO 3/4" EN TECHO	INTERRUPTOR DOBLE H= 1.50
⊔	Contador	INTERRUPTOR TRIPLE H= 1.50
⊕	LINEA DE RETORNO CALIBRE #12AWG	LINEA VIVA CALIBRE #12AWG
⊖		LINEA NEUTRA CALIBRE #12AWG

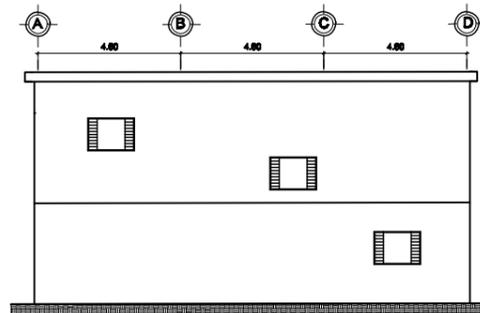
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE, PETEN

PROYECTO	DESIGNO DE LA ESTACION DE DOS NIVELES PARA LA ESTACION DE BOMBEO MUNICIPAL	REGULA	INDICADA
CONTENIDO	PLANTA INSTALACION ELECTRICA ILUMINACION	FECHA	AGOSTO 2011

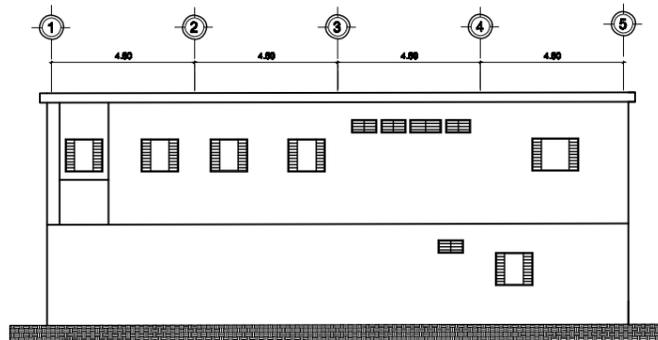
ASESOR	ING. JUAN MENCH COS	DESIGNO	FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARGUETA	HOJA No.	10
REVISOR	FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARGUETA	CALCALO	FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARGUETA		11



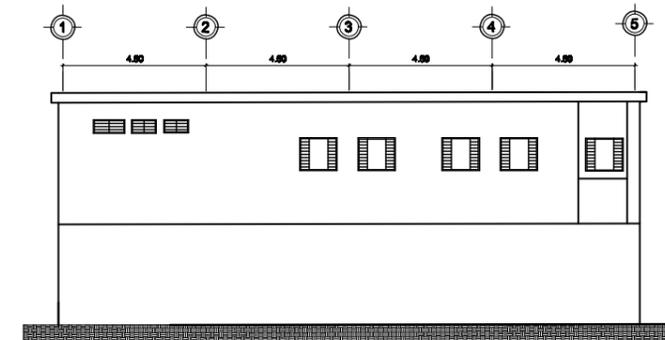
ELEVACION FRONTAL
ESCALA 1/100



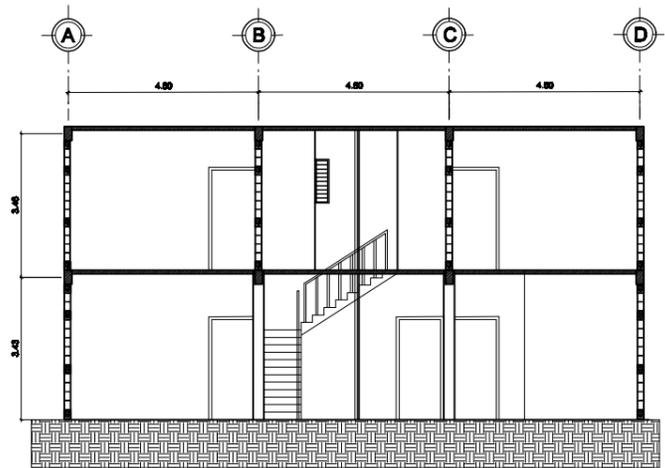
ELEVACION POSTERIOR
ESCALA 1/100



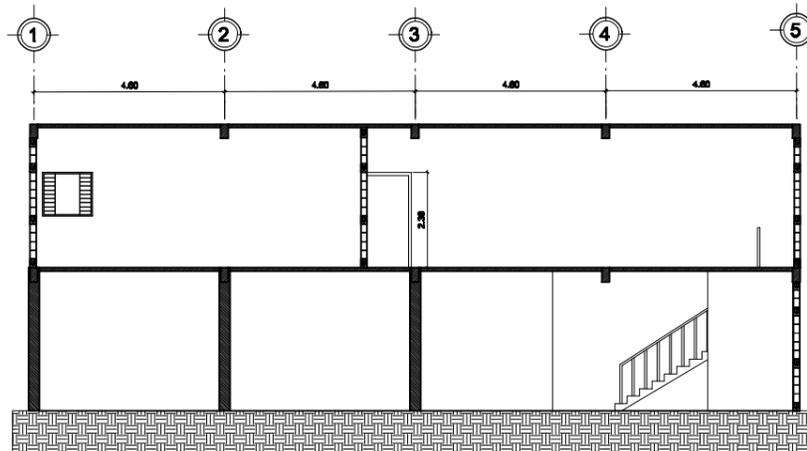
ELEVACION LATERAL DERECHA
ESCALA 1/100



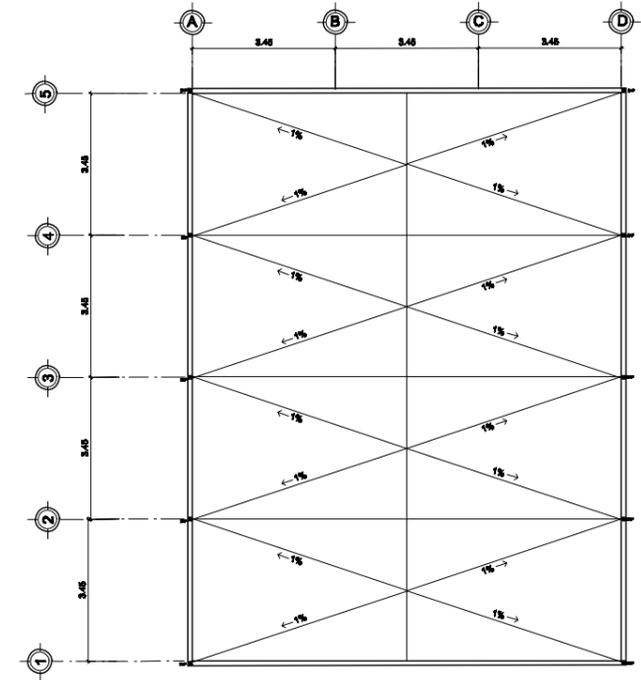
ELEVACION LATERAL IZQUIERDA
ESCALA 1/100



SECCION A-A
ESCALA 1/75



SECCION B-B
ESCALA 1/75



LA TERRAZA DEBE ESTAR CUBIERTA CON MEZCLON Y BLANQUEADO. LAS AGUAS FLUVIALES DEBEN SER CONDUCCIDAS SEGUN LO INDICADO EN LOS PLANOS HACIA LAS BAJADAS DE AGUAS FLUVIALES(B.A.P.) VER HOJA 7.

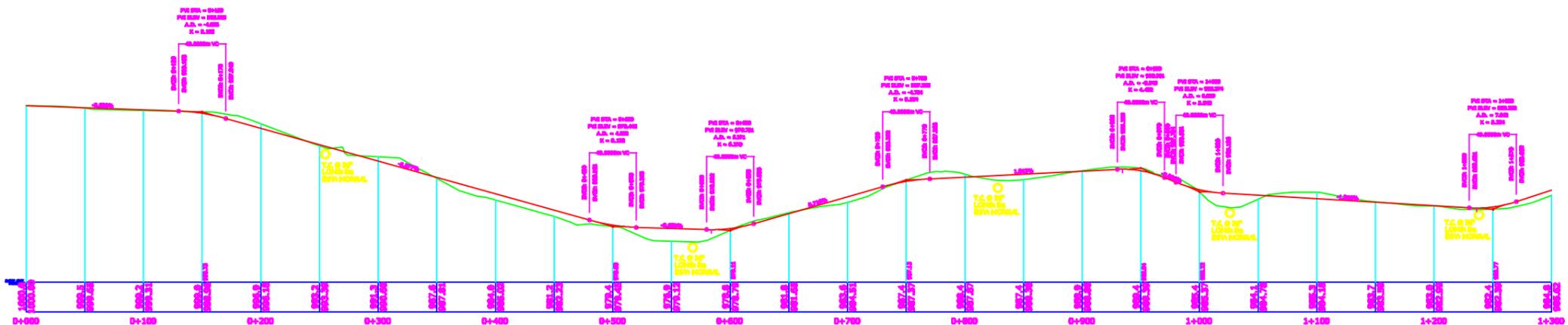
PLANTA DETALLE DE PAÑUELOS
ESCALA 1/100

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE, PETEN			
PROYECTO	DISEÑO DE LA ESTACION DE DOS NIVELES PARA LA ESTACION DE BOMBEO MUNICIPAL	FECHA	INDICADA
CONTENIDO	ELEVACIONES	FECHA	AGOSTO 2011
ASESOR	ING. JUAN MENCHI COS	DISEÑO	FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARGUETA
REVISOR	FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARGUETA	CALEDA	FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARGUETA
		HORA No.	11 / 11



PLANTA
ESCALA 1:500

NOMENCLATURA	
B.P.	INICIO
0+000	ESTACION
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
CI	NUMERO DE CURVA
LI	NUMERO DE TANGENTE
EP.	FIN DE TRAMO
	NORTE
	R=RADIO
	L=LONG. CURVA
	S=SUS TANGENTE
	Δ=DEFLECCION ABS.



PERFIL DE 0+000 A 1+300
ESCALA 1:1000

NOMENCLATURA

PVI STA = ESTACION PVI
 PVI ELEV = ESTACION PVI
 K = CONSTANTE VELOCIDAD DE DISEÑO
 BVCS = ESTACION INICIO CURVA VERTICAL
 BVCE = ELEVACION INICIAL CURVA VERTICAL
 EVCS = ESTACION FIN CURVA VERTICAL
 EVCE = ELEVACION FIN CURVA VERTICAL

= PVI
 = TUBERIA
 1.00% = PENDIENTE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ, PETER

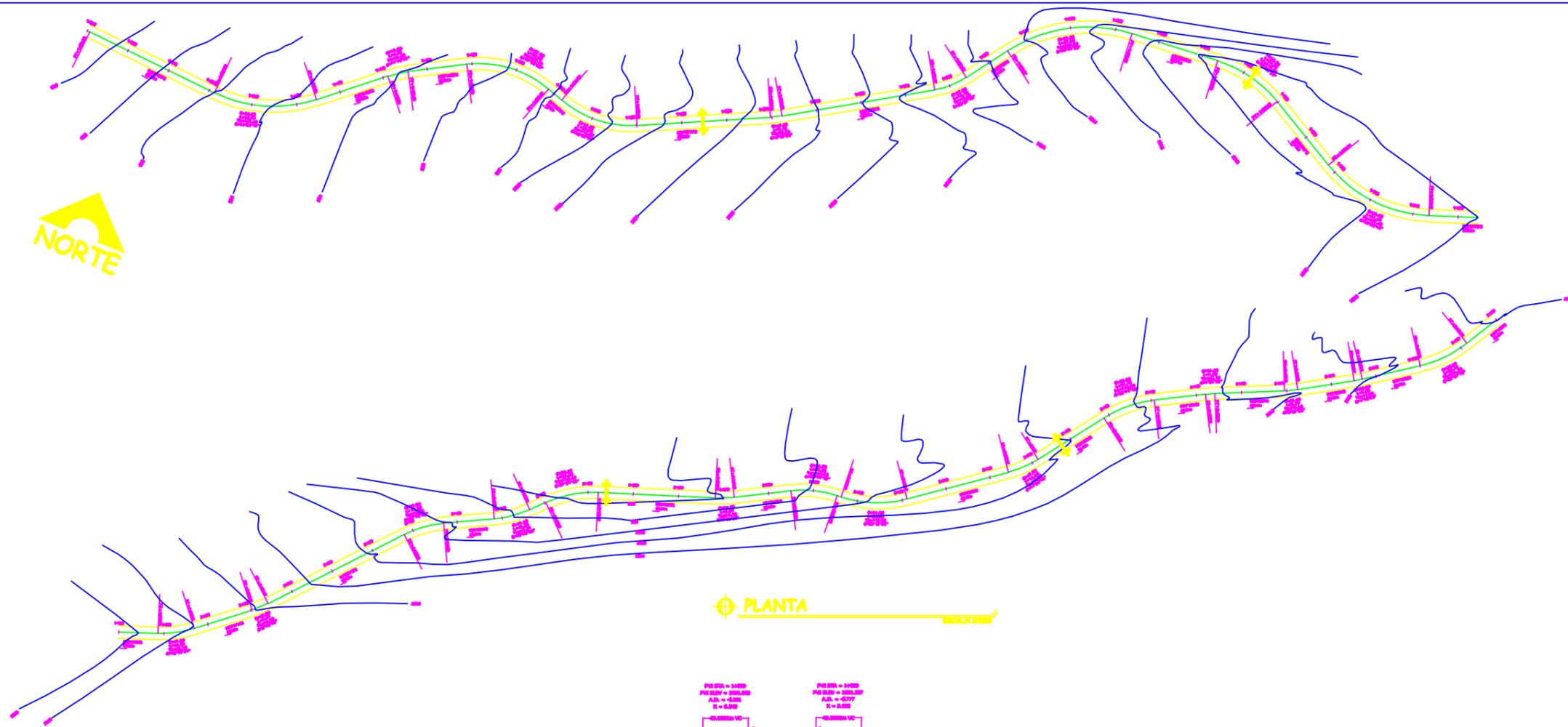
PROYECTO: CARRETERA HACIA LA RESERVA DE LA BARRERA DE LA
 ESCALA: INDICADA

FECHA: PLANTA PERFIL 0+000 A 1+300
 FOLIO: OCTUBRE 2011

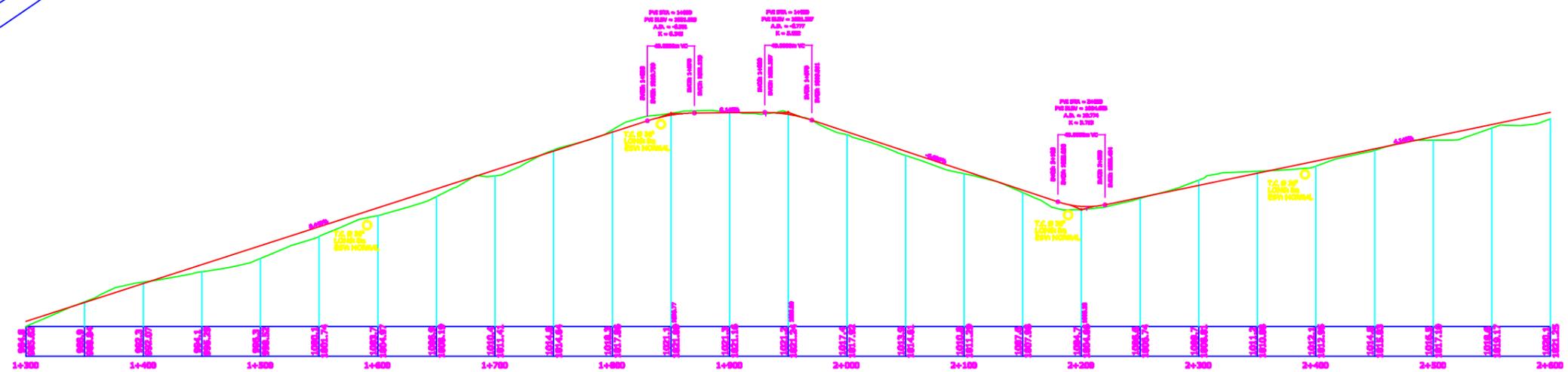
ING. JUAN MENDOZA COB	ING. FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARBETA	1/8
ING. FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARBETA	ING. FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARBETA	



NOMENCLATURA		
B.P.	INICIO	
0+000	ESTACION	
PC	PRINCIPIO DE CURVA	
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE	
CI	NUMERO DE CURVA	
L1	NUMERO DE TANGENTE	
EP.	FIN DE TRAMO	
	NORTE	R=RADIO
	L=LONG. CURVA	L=LONG. CURVA
	S=SUB TANGENTE	S=SUB TANGENTE
	EJEMPLO	A=DEFLECCION ABS.



PLANTA



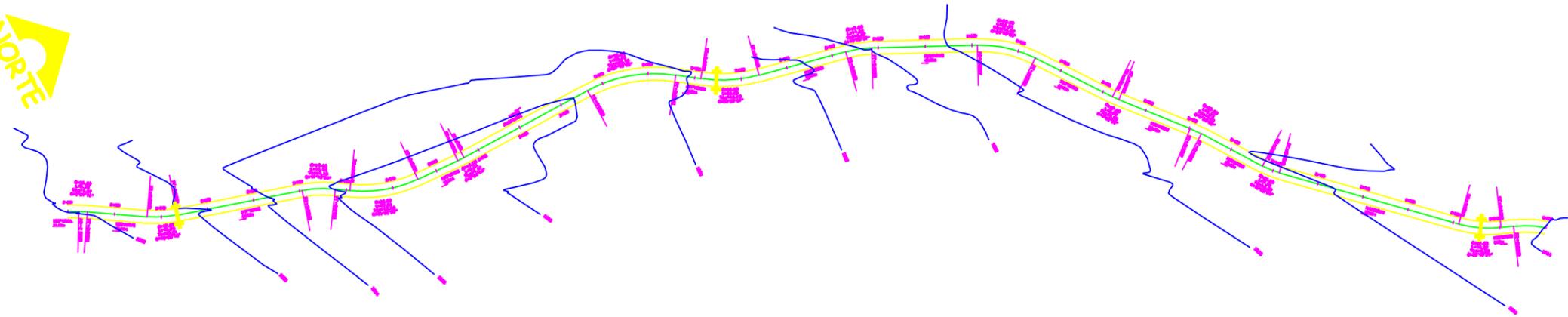
NOMENCLATURA

PVI STA = ESTACION PIV
 PVI ELEV = ESTACION PVI
 K = CONSTANTE VELOCIDAD DE DISEÑO
 BVCS = ESTACION INICIO CURVA VERTICAL
 EVCS = ESTACION FIN CURVA VERTICAL
 EVC = ELEVACION FIN CURVA VERTICAL

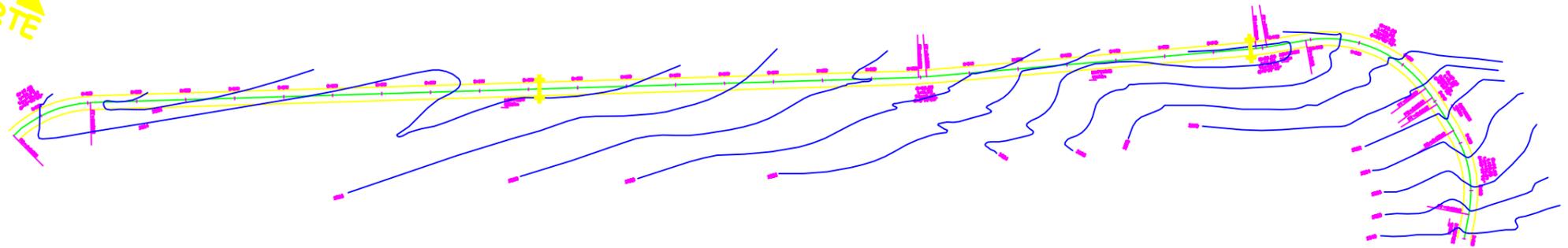
= PVI
 = TUBERIA
 100% = PENDIENTE

PERFIL DE 1+300 A 2+600

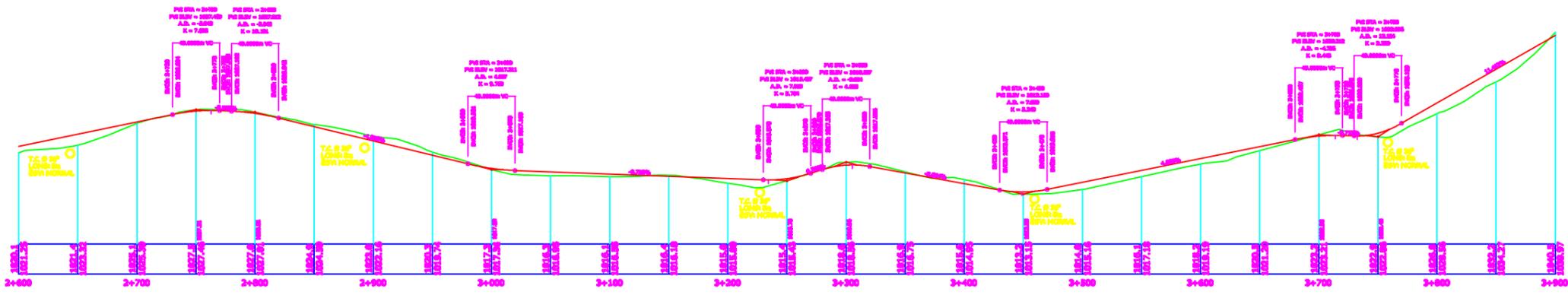
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ, PETEN	
TITULO: CARRETERA HACIA LA RESERVA DE LA RESERVA TITEL	ESCALA: INDICADA
PROYECTO: PLANTA PERFIL 0+000 A 0+600	FECHA: OCTUBRE 2011
DISEÑADO: ING. JUAN MENDOZA OGB REVISADO: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARBUJETA	DISEÑADO: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARBUJETA REVISADO: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARBUJETA
Hoja No. 2 de 8	



NOMENCLATURA	
B.P.	INICIO
0+000	ESTACION
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
CI	NUMERO DE CURVA
LI	NUMERO DE TANGENTE
E.P.	FIN DE TRAMO
	NORTE
	R=RADIO
	L=LONG. CURVA
	S=SUB TANGENTE
	Δ=DEFLICION ABS.



⊕ PLANTA ESCALA 1:500



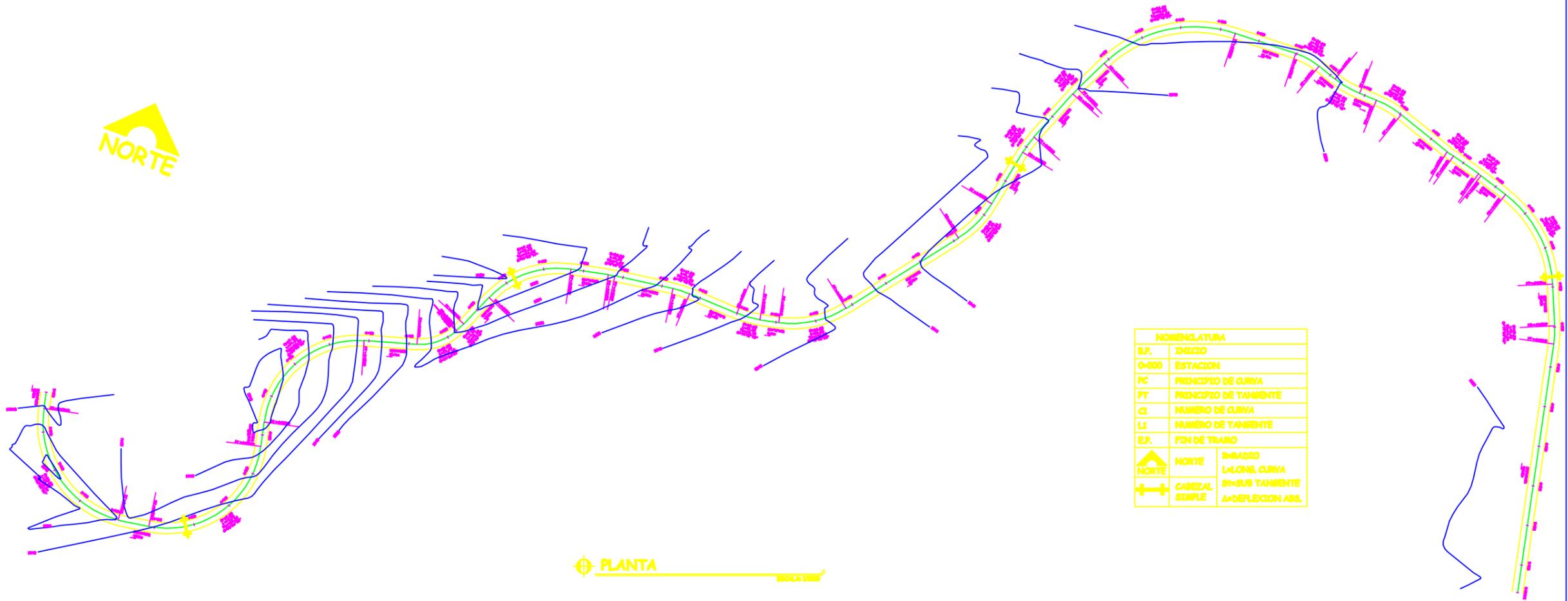
NOMENCLATURA

PVI STA = ESTACION PIV
 PVI ELEV = ESTACION PIV
 K = CONSTANTE VELOCIDAD DE DISEÑO
 BVCS = ESTACION INICIO CURVA VERTICAL
 BVCE = ELEVACION INICIAL CURVA VERTICAL
 EVCS = ESTACION FIN CURVA VERTICAL
 EVCE = ELEVACION FIN CURVA VERTICAL

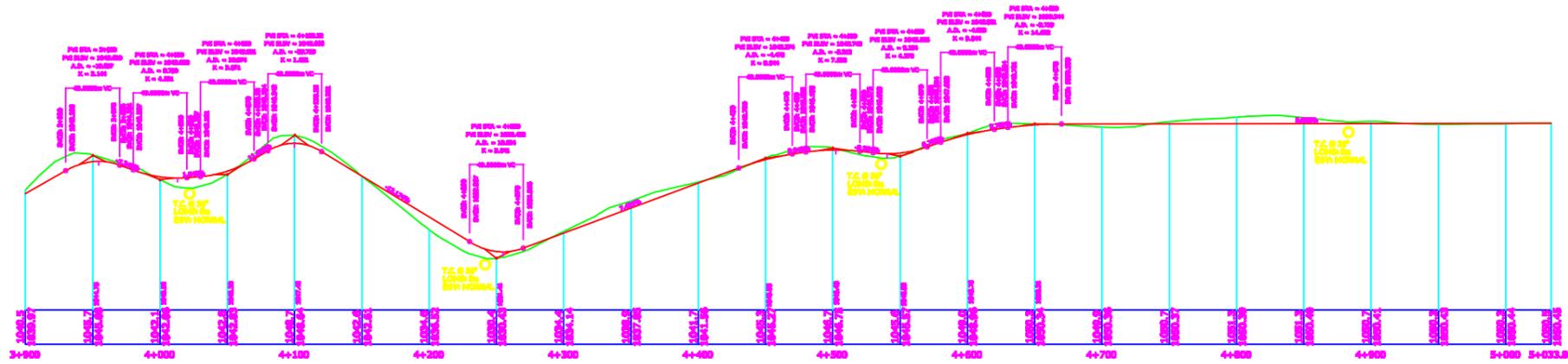
△ = PVI
 ○ = TUBERIA
 1.00% = PENDIENTE

⊕ PERFIL DE 2+600 A 3+900 ESCALA 1:1000 VERTICAL

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SURVEYERO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ, PETER	
Proyecto: CARRETERA HACIA LA RESERVA DE LA RESERVA EDA	Escala: INDICADA
Tramo: RAMA PERIF. 0+000 A 3+000	Fecha: OCTUBRE 2011
Autor: ING. JUAN MEROX COB	Revisor: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARBULETA
Revisor: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARBULETA	Revisor: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARBULETA



PLANTA

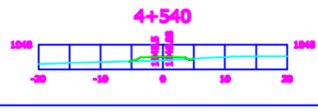
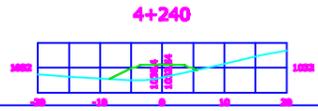
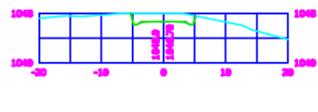
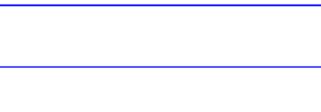
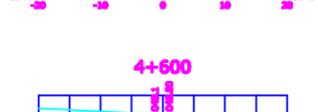
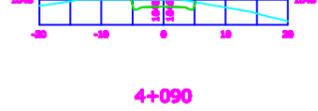
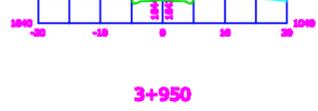
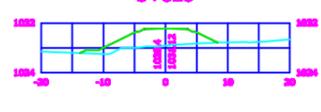
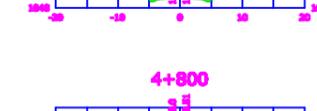
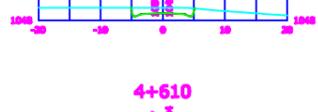
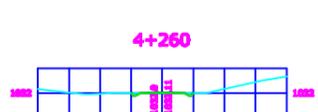
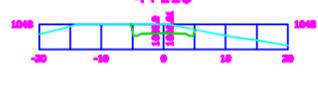
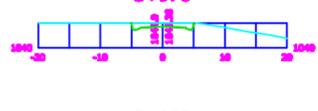
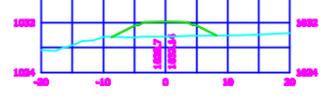
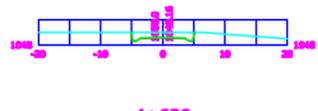
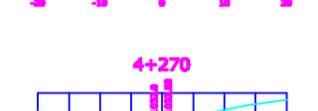
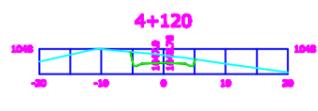
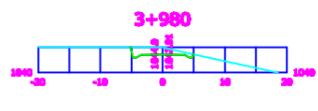
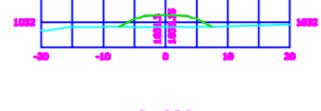
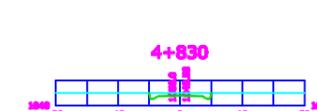
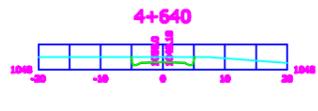
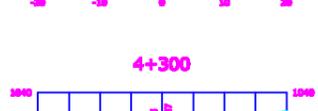
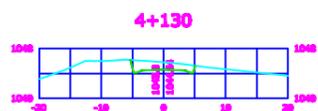
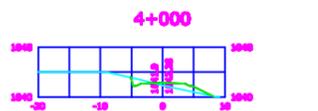
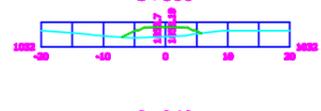
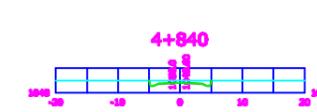
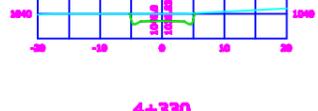
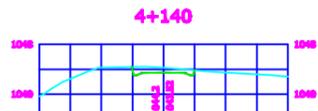
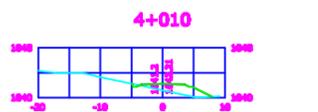
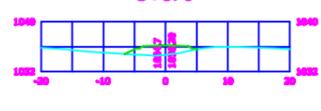
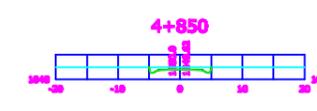
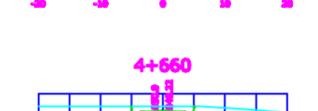
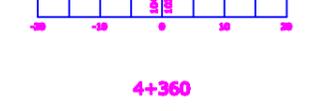
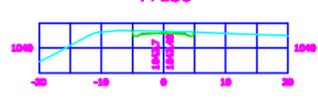
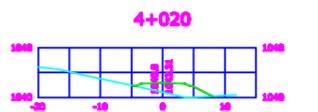
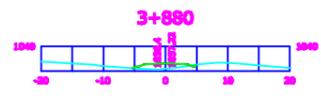
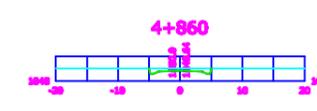
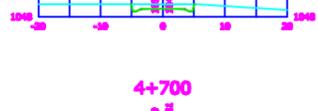
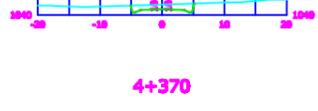
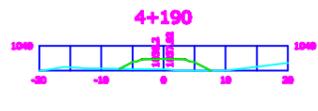
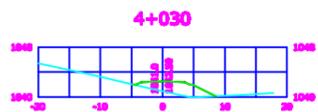
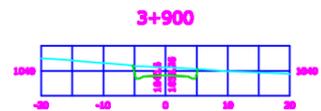
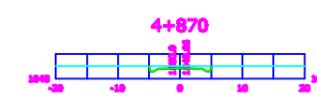
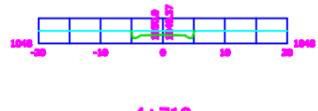
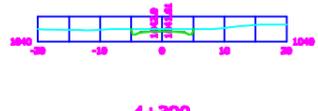
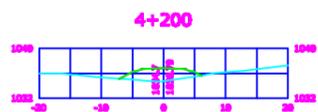
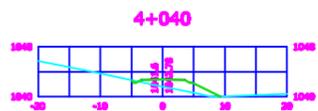
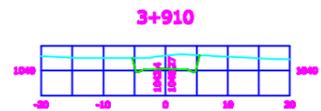
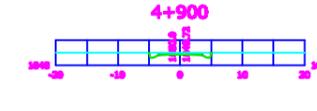
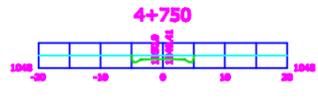
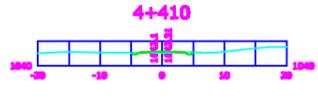
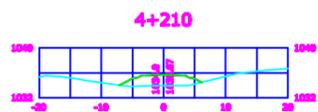
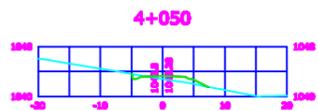
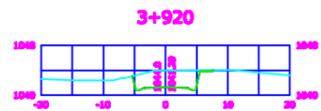
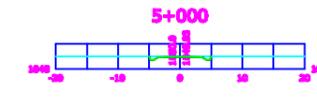
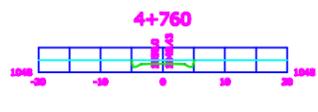
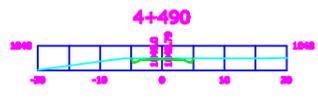
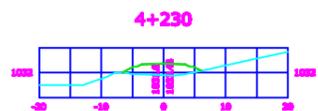
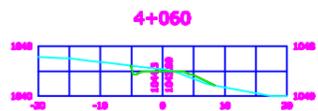
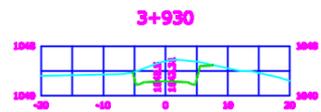
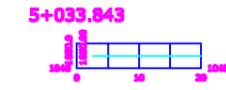
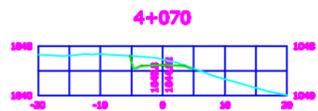
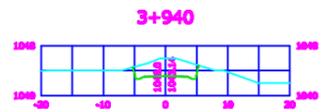


NOMENCLATURA
 PVI STA = ESTACION PIV
 PVI ELEV = ESTACION PVI
 K = CONSTANTE VELOCIDAD DE DISEÑO
 BVC = ESTACION INICIO CURVA VERTICAL
 EVC = ELEVACION INICIAL CURVA VERTICAL
 EVCS = ESTACION FIN CURVA VERTICAL
 EVCE = ELEVACION FIN CURVA VERTICAL

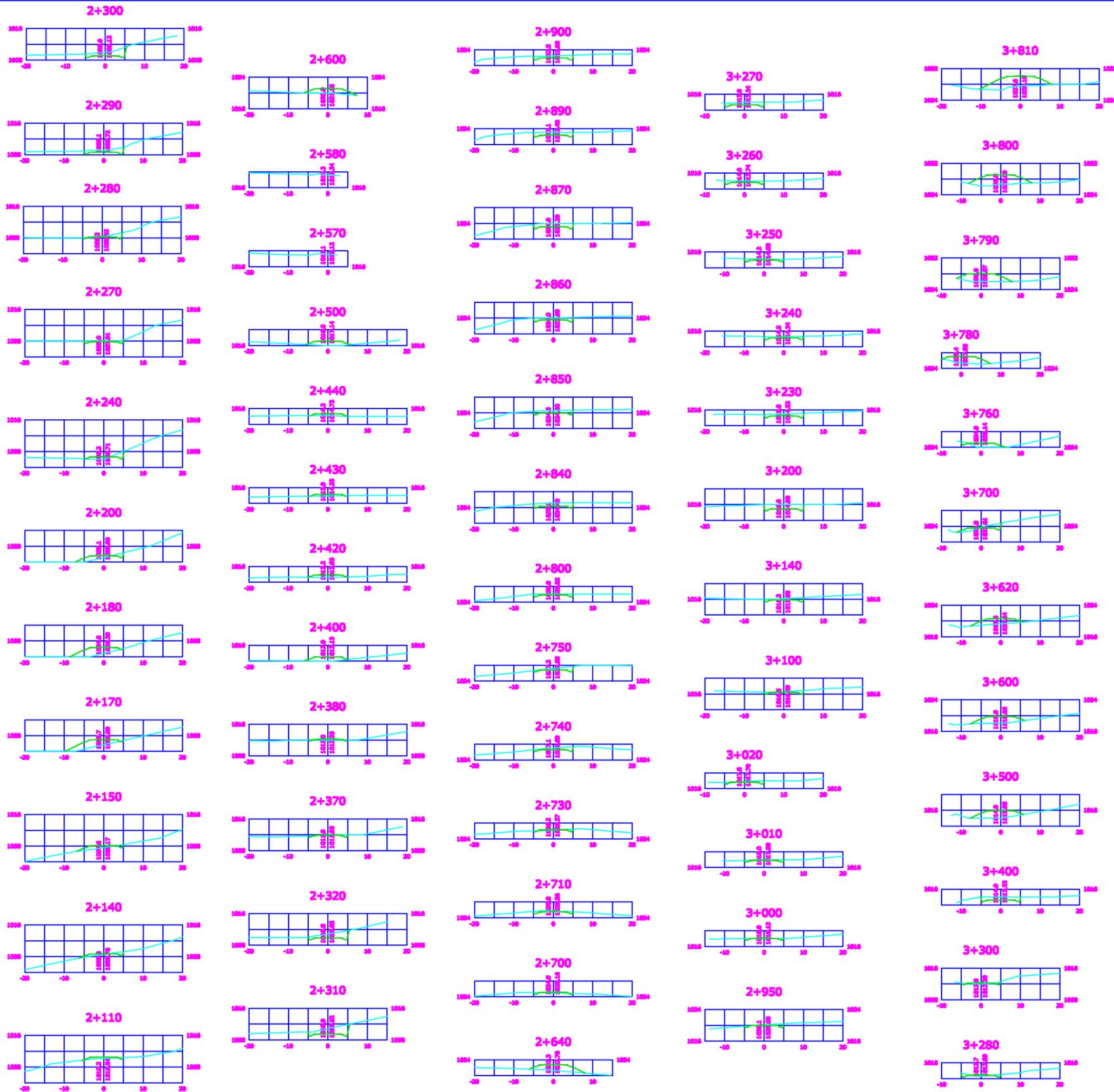
△ = PVI
 ○ = TUBERCA
 OO = TUBERCA DOBLE
 1.00% = PENDIENTE

PERFIL DE 3+900 A 5+033.84

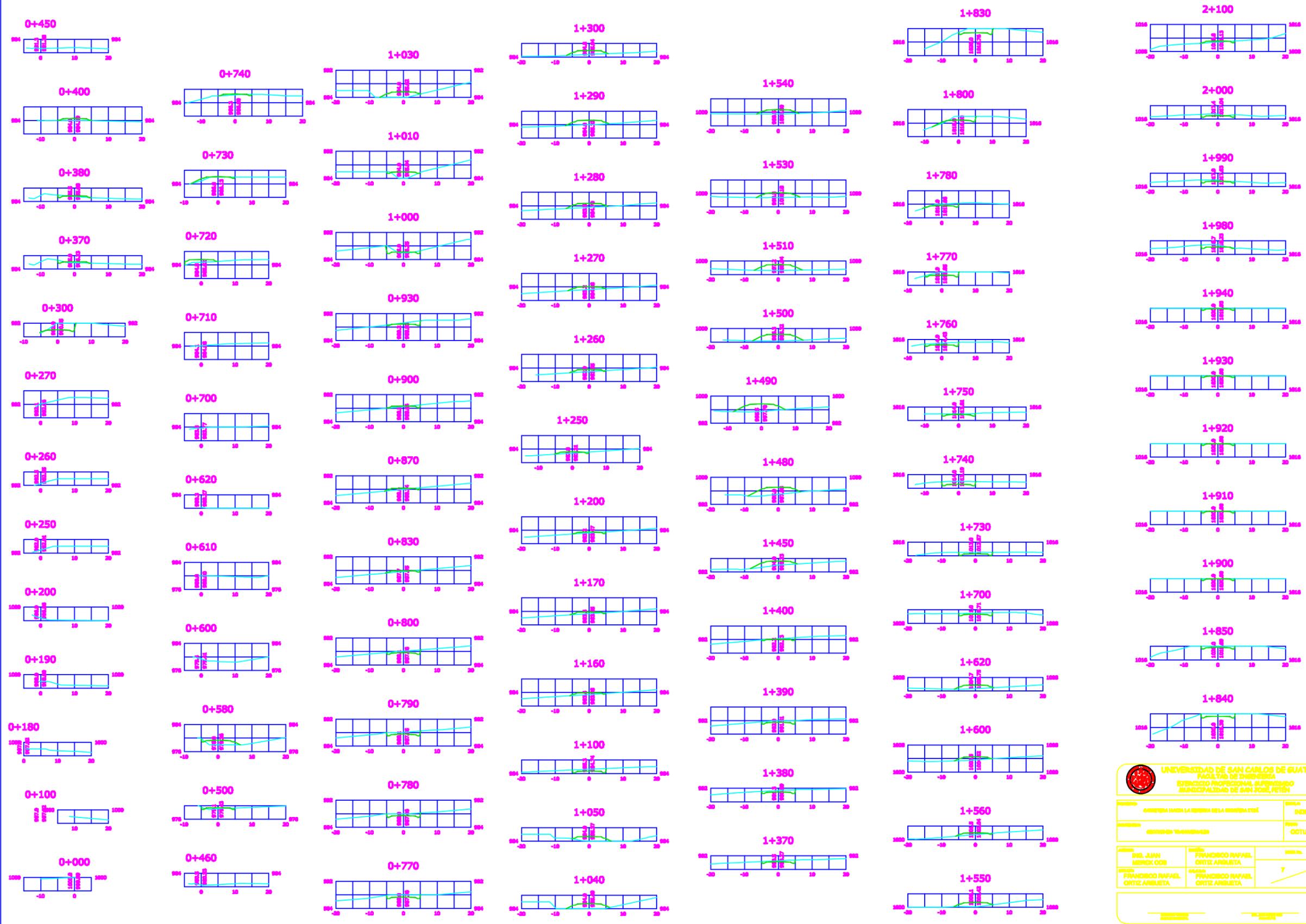
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SAN JORGE, PÉTEN		
Proyecto: CARRETERA HACIA LA RESERVA DE LA MONTAÑA ROSA	Fecha: INICIADA	
Presentación: PLANTA PERFIL 3+900 A 5+033.84	Fecha: OCTUBRE 2011	
Autor: ING. JUAN MENEZ GOS	Revisor: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARBUJETA	Escala: 
Revisor: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARBUJETA	Ingiero: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARBUJETA	



 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ, PETEN		
Proyecto: CARRERA HACIA LA RESERVA DE LA BIOSFERA TOST	Escala: INDICADA	
Fecha: REVISIONES Y CORRECCIONES	Fecha: OCTUBRE 2011	
Autor: ING. JUAN MENDOZA	Revisor: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARBUJETA	
Revisor: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARBUJETA	Revisor: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARBUJETA	



 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJECUCIO PROFESIONAL SURTIEMBLO MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ, PETÉN		
Proyecto: CARRERA HACIA LA RIBERA DE LA MONTAÑA TON		Escala: INDICADA
Semestre: INGENIERIA TRANSVERSAL		Fecha: OCTUBRE 2011
Autor: ING. JUAN MENDOZA	Diseñó: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARBUETA	
Revisó: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARBUETA	Aprobó: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARBUETA	
Elaborado por: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARBUETA		



 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SAN JORGE, PETEN	
Nombre: CARRERA HACIA LA RESEA DE LA INGENIERIA TERA	INDICADA
Asignatura: RESEÑA DE INGENIERIA	Fecha: OCTUBRE 2011
Profesor: ING. JUAN MENDOZA	Asesor: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARBUETA
Alumno: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARBUETA	Asesor: FRANCISCO RAFAEL ORTIZ ARBUETA
Nota: 7	
Calificación: 8	

STATION	AREAS		VOLUMES		CUMULATIVE VOLUMES	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+270	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+300	14.191	0.271	212.861	4.059	212.861	4.059
0+370	0.947	1.897	529.827	75.879	742.688	79.938
0+380	1.041	1.302	9.943	15.998	752.631	95.937
0+400	0.000	4.366	10.413	56.887	763.044	152.824
0+450	0.000	0.000	0.000	109.159	763.044	261.782
0+460	0.000	0.000	0.000	0.000	763.044	261.782
0+500	0.858	1.882	11.159	37.648	774.203	299.430
0+580	0.425	10.939	39.328	512.873	813.531	812.303
0+600	0.000	0.000	4.253	109.394	817.783	921.697
0+620	0.000	0.000	0.000	0.000	817.783	921.697
0+700	0.000	0.000	0.000	0.000	817.783	921.697
0+710	0.000	0.000	0.000	0.000	817.783	921.697
0+720	0.000	7.087	0.000	35.433	817.783	957.130
0+730	0.335	2.494	1.681	48.463	819.464	1005.593
0+740	0.335	2.028	3.306	23.172	822.820	1028.768
0+770	7.668	0.000	120.048	30.427	942.866	1058.192
0+780	7.238	0.000	74.519	0.000	1017.385	1058.192
0+790	7.245	0.000	72.405	0.000	1089.790	1058.192
0+800	6.171	0.000	67.080	0.000	1156.870	1058.192
0+830	0.711	2.198	103.222	32.989	1260.092	1092.161
0+870	0.611	2.726	26.443	98.471	1286.536	1190.633
0+900	1.265	1.196	28.145	58.835	1314.681	1249.458
0+930	4.375	0.009	84.808	18.099	1399.287	1287.527
1+000	4.549	0.951	312.364	33.589	1711.651	1301.116
1+010	0.574	10.649	25.616	58.003	1737.267	1359.119
1+030	0.000	13.867	5.738	245.189	1743.005	1604.288
1+040	0.000	14.542	0.000	142.049	1743.005	1746.337
1+050	0.000	11.405	0.000	129.739	1743.005	1876.076
1+100	6.990	0.000	164.742	285.134	1907.747	2161.209
1+160	0.131	4.843	201.634	139.288	2109.380	2300.497
1+170	0.188	4.158	1.590	43.995	2110.970	2344.492
1+200	0.489	1.980	10.131	92.047	2121.101	2436.539
1+250	0.348	2.862	20.841	121.082	2141.942	2557.602
1+260	0.108	4.808	2.252	38.342	2144.194	2595.944
1+270	0.000	7.467	0.528	61.366	2144.723	2657.310
1+280	0.000	11.043	0.000	92.552	2144.723	2749.862
1+290	0.000	12.821	0.000	119.325	2144.723	2869.186
1+300	0.000	10.708	0.000	117.646	2144.723	2986.832
1+370	4.041	0.000	141.447	374.768	2286.169	3361.600
1+380	5.829	0.000	49.350	0.000	2335.519	3361.600
1+390	5.857	0.000	56.930	0.000	2392.449	3361.600
1+400	2.465	0.025	40.113	0.123	2432.563	3361.722
1+480	0.000	13.333	61.630	333.825	2494.192	3695.648
1+490	0.000	24.719	0.000	570.773	2494.192	4266.420
1+500	0.000	23.806	0.000	242.623	2494.192	4509.043
1+510	0.000	17.944	0.000	225.676	2494.192	4734.720
1+530	0.000	13.545	0.000	196.399	2494.192	4931.089
1+540	0.000	11.863	0.000	312.893	2494.192	5243.982
1+550	0.000	10.136	0.000	126.043	2494.192	5370.024
			1.185	73.191	2495.358	5553.210

STATION	AREAS		VOLUMES		CUMULATIVE VOLUMES	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
1+560	0.233	4.503	4.660	249.354	2500.018	5802.564
1+600	0.000	7.965	0.000	175.342	2500.018	5977.908
1+620	0.000	9.569	178.246	382.781	2678.264	6360.686
1+700	4.406	0.000	152.949	0.000	2829.213	6360.686
1+730	5.790	0.000	75.628	0.000	2904.839	6360.686
1+740	9.335	0.000	63.754	0.000	2968.593	6360.686
1+760	3.416	0.000	46.790	0.000	3015.383	6360.686
1+770	5.942	0.000	69.999	0.000	3085.381	6360.686
1+780	8.058	0.000	61.334	0.867	3146.715	6361.534
1+800	6.532	0.946	127.409	11.198	3274.124	6372.731
1+830	12.193	0.000	310.875	14.194	3584.999	6386.925
1+840	8.373	0.000	102.831	0.000	3687.830	6386.925
1+850	4.476	0.000	64.245	0.000	3752.075	6386.925
1+900	1.408	0.000	147.100	0.000	3899.175	6386.925
1+910	1.408	0.000	14.080	0.000	3913.255	6386.925
1+920	1.408	0.000	14.080	0.000	3927.334	6386.925
1+930	1.408	0.000	14.080	0.000	3941.414	6386.925
1+940	2.136	0.000	17.721	0.000	3959.134	6386.925
1+980	4.491	0.008	132.552	0.167	4019.687	6387.093
1+990	3.088	0.307	37.896	1.576	4159.582	6388.669
2+000	4.044	0.039	35.656	1.731	4165.239	6390.400
2+100	0.427	2.321	223.528	118.011	4388.767	6508.411
2+110	0.257	2.890	3.418	28.053	4392.185	6534.463
2+140	1.580	2.277	27.543	77.504	4419.728	6611.967
2+150	0.799	5.406	11.692	38.416	4431.420	6650.383
2+170	0.122	16.507	8.810	219.131	4440.230	6869.514
2+180	0.007	17.122	0.644	168.147	4450.875	7037.661
2+200	1.549	6.419	15.559	235.410	4466.434	7273.071
2+240	3.019	2.788	91.356	184.134	4547.790	7457.205
2+270	2.270	0.000	79.332	41.816	4627.122	7499.021
2+280	3.195	0.485	27.328	2.428	4654.450	7501.447
2+290	8.868	0.000	50.317	2.428	4704.767	7503.874
2+300	11.530	0.000	91.989	0.000	4796.755	7503.874
2+310	15.473	0.000	138.015	0.000	4931.771	7503.874
2+320	10.976	0.000	132.247	0.000	5064.018	7503.874
2+370	1.134	0.203	302.741	5.086	5366.759	7508.960
2+380	0.241	2.017	6.874	11.102	5373.633	7520.062
2+400	0.000	8.811	2.411	108.274	5376.043	7628.336
2+420	0.000	5.021	0.000	138.316	5376.043	7766.652
2+430	0.058	3.103	0.292	40.622	5376.336	7807.273
2+440	0.001	4.038	0.299	35.707	5376.635	7842.980
2+500	0.000	9.425	0.039	403.906	5376.674	8246.886
2+570	0.000	0.000	0.000	329.892	5376.674	8576.778
2+580	0.000	0.000	0.000	0.000	5376.674	8576.778
2+600	0.000	12.177	0.000	121.770	5376.674	8698.547
2+640	0.000	14.959	0.000	542.721	5376.674	9241.268
2+700	0.417	1.243	12.498	486.061	5389.172	9727.329
2+710	2.677	0.000	15.466	6.215	5404.639	9733.543
2+730	0.803	0.832	34.796	6.318	5439.435	9741.861
2+740	4.839	0.000	28.211	4.159	5467.645	9746.020
2+800	2.229	0.000	48.136	0.000	5515.781	9746.020
2+850	6.380	0.000	175.414	0.000	5691.195	9746.020
2+860	7.070	0.000	212.182	0.000	5903.377	9746.020
2+880	6.023	0.000	77.251	0.000	5980.628	9746.020
2+890	6.023	0.000	65.464	0.000	6046.092	9746.020
2+870	9.133	0.000	75.781	0.000	6121.874	9746.020
2+890	7.943	0.000	170.782	0.000	6292.636	9746.020
2+900	6.080	0.000	70.116	0.000	6362.752	9746.020
			211.342	0.667	6574.094	9746.687

STATION	AREAS		VOLUMES		CUMULATIVE VOLUMES	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
2+950	2.373	0.027	76.811	12.873	6650.905	9759.560
3+000	0.899	0.488	16.027	2.441	6665.931	9762.001
3+010	2.308	0.000	23.648	0.010	6689.580	9762.012
3+100	2.423	0.002	189.091	1.001	6878.671	9763.012
3+140	4.300	0.000	132.073	0.460	7010.744	9763.472
3+200	11.719	0.000	480.551	0.000	7491.295	9763.472
3+230	6.012	0.000	265.960	0.000	7757.254	9763.472
3+240	3.387	0.000	46.997	0.000	7804.251	9763.472
3+250	2.932	0.000	31.599	0.000	7835.850	9763.472
3+260	4.091	0.000	55.120	0.000	7890.970	9763.472
3+270	6.947	0.000	85.193	0.000	7976.163	9763.472
3+280	1.913	0.672	44.298	3.358	7970.460	9766.830
3+300	0.799	1.711	27.111	23.822	7997.572	9790.652
3+400	8.083	0.000	444.070	85.535	8441.642	9876.187
3+500	0.000	18.040	404.139	801.978	8845.781	10778.165
3+600	0.000	17.735	0.000	1788.707	8845.781	12566.872
3+620	0.000	13.746	0.000	314.805	8845.781	12881.678
3+700	4.433	2.924	177.319	654.817	9023.099	13536.494
3+760	0.797	7.846	156.913	308.121	9180.013	13944.615
3+780	0.000	14.760	7.975	224.082	9187.988	14068.678
3+790	0.000	20.970	0.000	178.651	9187.988	14247.329
3+800	0.000	28.925	0.000	248.474	9187.988	14496.803
3+810	0.000	35.249	0.000	320.867	9187.988	14817.670
3+820	0.000	38.870	0.000	370.594	9187.988	15188.265
3+830	0.000	27.979	0.000	334.245	9187.988	15522.509
3+840	0.000	20.643	0.000	243.109	9187.988	15765.619
3+860	0.000	14.526	0.000	351.693	9187.988	16117.312
3+870	0.000	12.701	0.957	91.256	9188.944	16344.703
3+880	0.191	5.550	148.912	55.502	9337.85	