



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

**DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL CENTRO DE
SALUD, Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARATIVO DE UN SECTOR
DE LAS ZONAS 2 Y 3 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE CIUDAD VIEJA,
DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ.**

Marlon Gabriel Torres Guerra
Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, noviembre de 2009.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL CENTRO DE SALUD, Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARATIVO DE UN SECTOR DE LAS ZONAS 2 Y 3 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE CIUDAD VIEJA, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARLON GABRIEL TORRES GUERRA

ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

Guatemala, noviembre de 2009.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA**



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Rafael Morales Ochoa
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL CENTRO DE SALUD Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARATIVO DE UN SECTOR DE LAS ZONAS 2 Y 3 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE CIUDAD VIEJA, DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 1 septiembre de 2009.

Marlon Gabriel Torres Guerra

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala 30 de octubre de 2009.
Ref.EPS.DOC.1533.10.09.

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 **Marlon Gabriel Torres Guerra** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200512257**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL CENTRO DE SALUD Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARATIVO DE UN SECTOR DE LAS ZONAS 2 Y 3 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ”**.

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

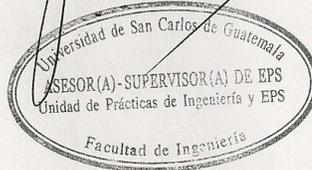
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


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

c.c. Archivo
JMC/ra



Edificio de E.P.S., Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad Universitaria zona 12, teléfono directo: 2442-3509

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
23 de octubre de 2009

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

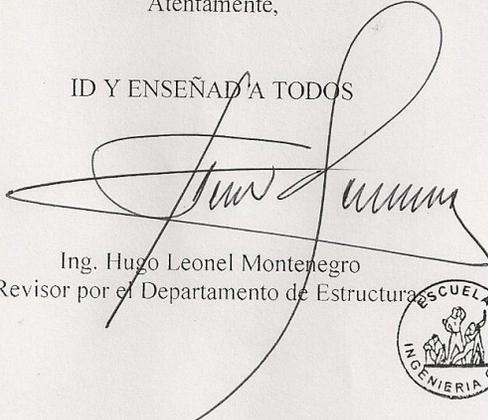
Estimado Ing. Samuels

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL CENTRO DE SALUD Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARATIVO DE UN SECTOR DE LAS ZONAS 2 Y 3 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE CIUDAD VIEJA, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Marlon Gabriel Torres Guerra, 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 ENSEÑADA TODOS


Ing. Hugo Leonel Montenegro
Revisor por el Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
23 de octubre de 2009

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL CENTRO DE SALUD Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARATIVO DE UN SECTOR DE LAS ZONAS 2 Y 3 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE CIUDAD VIEJA, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Marlon Gabriel Torres Guerra, 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. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 30 de octubre de 2009.
Ref.EPS.D.756.10.09

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Samuels Milson.

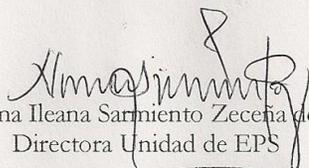
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL CENTRO DE SALUD Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARATIVO DE UN SECTOR DE LAS ZONAS 2 Y 3 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Marlon Gabriel Torres Guerra**, 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 Zecena de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra



Edificio de E.P.S., Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad Universitaria zona 12, teléfono directo: 2442-3509

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Marlon Gabriel Torres Guerra, titulado DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL CENTRO DE SALUD, Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARATIVO DE UN SECTOR DE LAS ZONAS 2 Y 3 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE CIUDAD VIEJA, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.



Mgter. Ing. Sydney Alexander Samuels Milson

Guatemala, noviembre 2009.

/bbdeb.

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.531.09

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: **DISÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL CENTRO DE SALUD Y SISTEMAS DE ALCANTARRILLADO SEPARATIVO DE UN SECTOR DE LAS ZONAS 2 Y 3 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE CIUDAD VIEJA, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**, presentado por el estudiante universitario **MARLON GABRIEL TORRES GUERRA**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, noviembre de 2009

/cc

AGRADECIMIENTOS A:

Dios, gracias por permitirme la vida y dejarme compartir este momento con mis seres queridos.

Universidad de San Carlos de Guatemala y en especial a la Facultad de Ingeniería, por haberme dado el conocimiento en estos años.

Mi asesor ing. Juan Merck Cos, por compartir desinteresadamente sus conocimientos, necesarios para la elaboración de este trabajo de graduación.

Los habitantes de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, por haberme brindado su ayuda y amistad durante la realización del Ejercicio Profesional Supervisado.

ACTO QUE DEDICO A:

- DIOS:** Quien con su amor me ha permitido lograr alcanzar mis sueños y metas. Quien hoy me da la dicha de sumar una alegría más en mi vida.
- MIS PADRES:** Gilma Leticia Guerra Ovalle
Marlon Alfonso Torres Morales
Por brindarme su apoyo incondicional en todo momento y saber guiarme por el camino de la vida con sus sabios consejos.
- MIS HERMANAS:** Maria Alejandra y Maria Fernanda, para que logren alcanzar todas sus metas.
- MIS TÍOS:** A todos, ya que cada uno es parte importante en mi vida.
- MIS ABUELAS:** Por sus consejos y cariño hacia mi persona.
- AMIGOS:** En especial a Mario Hernández y Madelyn Dávila por su sincera e invaluable amistad y ayuda.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	
1.1. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos de infraestructura, del municipio de Ciudad Vieja, Sacatepéquez.	1
1.1.1 Descripción de las necesidades	1
1.1.2 Evaluación y priorización de las necesidades	2
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	
2.1 Diseño de la edificación de dos niveles para el centro de salud en el casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez	3
2.1.1 Descripción del proyecto	3
2.1.2 Investigación preliminar	3
2.1.2.1 Terreno disponible	4
2.1.2.2 Análisis de suelos	4
2.1.2.2.1 Ensayo triaxial	4
2.1.3 Diseño arquitectónico	6
2.1.3.1 Ubicación del edificio en el terreno	6
2.1.3.2 Distribución de ambientes	6
2.1.3.3 Altura del edificio	7

2.1.3.4 Selección del sistema a utilizar	7
2.1.4 Análisis estructural	8
2.1.4.1 Pre-dimensionamiento estructural	8
2.1.4.2 Modelos matemáticos de marcos dúctiles con nudos rígidos	11
2.1.4.3 Cargas horizontales y verticales aplicadas a los marcos dúctiles con nudos rígidos	12
2.1.4.4 Análisis de marcos dúctiles utilizando un software y comprobación por un método numérico	30
2.1.4.5 Momentos últimos por envolvente de momentos	37
2.1.4.6 Diagramas finales de momentos y cortes	37
2.1.5 Diseño estructural	42
2.1.5.1 Losas	42
2.1.5.2 Vigas	44
2.1.5.3 Columnas	48
2.1.5.4 Cimientos	59
2.1.5.5 Gradadas	65
2.1.6 Instalaciones eléctricas	68
2.1.7 Instalaciones hidráulicas	69
2.1.8 Planos constructivos	69
2.1.9 Elaboración de presupuesto	69
2.2 Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para un sector de las zonas 2 y 3	71
2.2.1 Descripción general del proyecto	71
2.2.2 Levantamiento topográfico	71
2.2.2.1 Planimetría	71
2.2.2.2 Altimetría	72
2.2.3 Descripción del sistema a utilizar	72
2.2.4 Partes de un alcantarillado	72

2.2.4.1 Colector	72
2.2.4.2 Pozos de visita	73
2.2.4.3 Conexiones domiciliarias	73
2.2.5 Período de diseño	73
2.2.6 Población futura	73
2.2.7. Determinación de caudales	74
2.2.7.1 Factor de retorno	74
2.2. 7.2 Caudal sanitario	74
2.2.7.2.1 Caudal domiciliar	75
2.2.7.2.2 Caudal comercial	75
2.2.7.2.3 Caudal Industrial	76
2.2.7.2.4 Caudal por conexiones ilícitas	76
2.2.7.2.5 Caudal de infiltración	77
2.2.7.3 Factor de caudal medio	77
2.2.7.4 Factor de Harmond	77
2.2.7.5 Caudal de diseño	78
2.2.8 Fundamentos hidráulicos	79
2.2.8.1 Ecuación de Manning para flujo de canales	79
2.2.8.2 Relaciones de diámetro y caudales	79
2.2.8.3 Relaciones hidráulicas	80
2.2.9 Parámetros de diseño hidráulico	80
2.2.9.1 Coeficiente de rugosidad	80
2.2.9.2 Sección llena y parcialmente llena	81
2.2.9.3 Velocidades máximas y mínimas	81
2.2.9.4 Diámetro del colector	81
2.2.9.5 Profundidad del colector	82
2.2.9.6 Profundidad mínima del colector	82
2.2.9.6.1 Profundidad mínima del colector	82
2.2.9.6.2 Ancho de la zanja	82

2.2.9.6.3 Volumen de excavación	83
2.2.9.6.4 Cotas invert	83
2.2.10 Ubicación de los pozos de visita	84
2.2.11 Profundidad de los pozos de visita	84
2.2.12 Características de las conexiones domiciliarias	85
2.2.13 Diseño hidráulico	85
2.2.14 Ejemplo de diseño de un tramo	86
2.2.15 Desfogue	91
2.2.15.1 Ubicación	91
2.2.15.2 Propuesta de tratamiento	92
2.2.15.2.1 Diseño de fosas sépticas	92
2.2.15.2.2 Dimensionamiento de los pozos de absorción	94
2.2.15.3 Administración, operación y mantenimiento	94
2.2.15.4 Elaboración de planos	95
2.2.15.5 Elaboración de presupuesto	95
2.3 Diseño del sistema de alcantarillado pluvial para un sector de las zonas 2 y 3	97
2.3.1 Diseño del sistema	97
2.3.1.1 Descripción del sistema a utilizar	97
2.3.1.2 Características del suelo	97
2.3.1.3 Determinación del coeficiente de escorrentía	98
2.3.1.4 Determinación de lugares de descarga	99
2.3.1.5 Intensidad de lluvia	99
2.3.1.6 Pendiente de tubería	101
2.3.1.7 Diámetro de tubería	102
2.3.1.8 Velocidades y caudales a sección llena	102
2.3.1.9 Revisión de relaciones	103
2.3.1.10 Cotas invert	103

2.3.1.11 Ejemplo de diseño de un tramo	103
2.3.1.12 Profundidad de pozo de visita	107
2.3.1.13 Ubicación de Tragantes	108
2.3.2 Ubicación de los desfogues	108
2.3.3 Planos	108
2.3.4 Presupuesto	109
2.4 Evaluación de impacto ambiental	109
2.4.1 Definición de “impacto ambiental” y de “Evaluación de Impacto Ambiental, EIA”	109
2.4.2 EIA del proyecto de drenaje sanitario	109
2.4.3 Medidas de mitigación	110
2.5 Evaluación socioeconómica	111
2.5.1 Valor presente neto	111
2.5.2 Tasa interna de retorno	112
CONCLUSIONES	113
RECOMENDACIONES	115
BIBLIOGRAFÍA	117
ANEXOS	119

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Marco dúctil sección transversal	10
2. Marco dúctil sección longitudinal	10
3. Planta centro de salud	12
4. Carga muerta y carga viva, marco D	16
5. Carga muerta y carga viva, marco 2	17
6. Carga por sismo, marco 2	27
7. Carga por sismo, marco D	27
8. Momentos por carga muerta vigas, marco 2	29
9. Momentos por carga muerta columnas, marco 2	29
10. Momentos por carga viva vigas, marco 2	30
11. Momentos por carga viva columnas, marco 2	30
12. Momentos por carga de sismo vigas, marco 2	31
13. Momentos por carga de sismo columnas, marco 2	31
14. Momentos por carga muerta vigas, marco D	32
15. Momentos por carga muerta columnas, marco D	32
16. Momentos por carga viva vigas, marco D	33
17. Momentos por carga viva columnas, marco D	33
18. Momentos por carga de sismo vigas, marco D	34
19. Momentos por carga de sismo columnas, marco D	34
20. Envolvente de momentos en vigas, marco 2	36
21. Envolvente de momentos en columnas, marco 2	37
22. Envolvente de momentos en vigas, marco D	37

23. Envoltorio de momentos en columnas, marco D	38
24. Diagrama de corte en vigas, marco 2	38
25. Diagrama de corte en columnas, marco 2	39
26. Diagrama de corte en vigas, marco D	39
27. Diagrama de corte en columnas, marco D	40
28. Especificaciones del sistema de losa prefabricada nivel 1	41
29. Especificaciones del sistema de losa prefabricada nivel 2	41
30. Sección de columnas típicas de nivel	55
31. Detalle de armado de columnas típicas	56
32. Detalle armado de zapata 1	61
33. Detalle de escalera	64
34. Esquema de ingresos y egresos económicos para el proyecto	104
35. Mapa de zonificación sísmica en Guatemala	113
36. Valor de K_x y K_y	115
37. Estudio de suelo triaxial	137

TABLAS

I. Alturas o espesores mínimos de vigas no preesforzadas código ACI – 318	7
II. Centro de rigidez primer nivel	23
III. Fuerza por marco por torsión del primer nivel	24
IV. Centro de rigidez segundo nivel	25
V. Fuerza por marco por torsión del segundo nivel	26
VI. Coeficientes de rugosidad	73
VII. Ancho libre de zanja dependiendo de la profundidad y diámetro de la tubería	76

VIII. Profundidad de pozos de visita	78
IX. Valores para coeficiente de escorrentía	90
X. Intensidad de lluvia	93
XI. Método SEAOC, factor Z para sismos	111
XII. Factor de capacidad de carga	115
XIII. Hoja de cálculo de sistema de alcantarillado sanitario	119
XIV. Hoja de cálculo de sistema de alcantarillado pluvial	129

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
P.V.C.	Material a base de cloruro de polivinilo
Lts/hab/día	Litros por habitante por día
v	Velocidad del flujo dentro de la alcantarilla
V	Velocidad del flujo a sección llena
d	Altura del tirante de agua dentro de la alcantarilla
D	Diámetro de la tubería
V/v	Relación de velocidades
d/D	Relación de diámetros
q/Q	Relación de caudales
m/s	Metros por segundo
S	Pendiente
PV	Pozo de visita
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
km.	Kilómetro
cm.	Centímetro
m³/s	Metro cúbico por segundo
lts/s	Litros por segundo
Q	Caudal de infiltración
lbs	Libras
A	Área
A_g	Área gruesa, área total de la sección

A_s	Área de acero de refuerzo
A_t	Área de acero por temperatura
A_v	Área de varilla
b	Ancho del elemento en sección
CM	Carga muerta
CU	Carga última
CV	Carga viva
d	Peralte efectivo del elemento en sección, distancia desde la fibra extrema en compresión al centroide del refuerzo en tensión.
d_i	Distancia del centro de rigidez al eje del marco rígido considerado.
E	Esbeltez de la columna
E_M	Módulo de elasticidad del material
E_c	Módulo de elasticidad del concreto
E_s	Módulo de elasticidad del acero
e	Excentricidad
f'c	Resistencia a la compresión del concreto
f_y	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo
F_{cu}	Factor de carga última
F_{ni}	Fuerza por nivel, en el nivel i
L_o	Longitud de confinamiento de estribos
M	Momento
m	Relación entre los claros de la losa a/b
M₍₊₎	Momento positivo
M₍₋₎	Momento negativo
M_{CM}	Momento inducido por la carga muerta
M_{CV}	Momento inducido por la carga viva
M_s	Momento inducido por la fuerza sísmica

M_x	Momento último actuando en el sentido x
M_y	Momento último actuando en el sentido Y
P	Carga aplicada a la columna
P_u	Carga última
P'	Carga de trabajo actuando en la columna
P_{CR}	Carga crítica de pandeo de Euler
P'_u	Carga de resistencia de la columna
P'_{ux}	Carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_x
P'_{uy}	Carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_y
P'_o	Carga axial de resistencia de la columna
q	Presión sobre el suelo
q_u	Presión última sobre el suelo
R	Rigidez de un elemento
S	Espaciamiento del acero de refuerzo
V_{MAX}	Corte máximo actuante
V_r	Resistencia al esfuerzo cortante del concreto
δ	Magnificador de momentos

GLOSARIO

Área de acero mínima	Cantidad de acero, determinado por la sección y límite de fluencia.
Azimut	Ángulo horizontal referido desde el norte magnético o verdadero determinado astronómicamente, su rango varía de 0° a 360°.
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.
Caudal	Volumen de agua por unidad de tiempo que fluye dentro de una tubería, en un determinado punto de observación durante un instante.
Cimiento corrido	Estructura que sirve de apoyo para muros, transmite estas cargas a las zapatas.
Columna	Elemento estructural capaz de resistir carga axial de compresión y que tiene una altura de,

por lo menos, tres veces su menor dimensión lateral.

Columna esbelta

Columna en la cual además de resistir carga axial, también resiste esfuerzos flexionantes, debido a la longitud del elemento en relación a su sección transversal.

Colector

Sistema conformado por un conjunto de tuberías, pozos de visita, obras y accesorios, que se utilizan para la descarga de las aguas residuales o pluviales.

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.

Fluencia

Capacidad del acero de resistir esfuerzos debido a cargas de tensión o compresión, presentando deformaciones uniformes para luego regresar a su estado original después de la aplicación de carga.

Momento

Esfuerzo al que se somete un cuerpo, debido a la aplicación de una fuerza a cierta distancia de su centro de masa.

Solera	Elemento estructural horizontal de un muro, que resiste esfuerzos y confina los muros.
SEAOC	<i>Structural Engineers Association of California</i> , (Asociación de Ingenieros Estructurales de California)
Zapata	Tiene por objeto transmitir la carga al subsuelo a una presión adecuada a las propiedades del suelo.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene la propuesta de diseño de un edificio de dos niveles para centro de salud y alcantarillado separativo de un sector de las zonas 2 y 3 de la cabecera municipal de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, el cual está conformado por dos capítulos.

El primero presenta una investigación diagnóstica de necesidades de servicios básicos e infraestructura de la cabecera municipal.

El segundo presenta la fase de servicio técnico profesional en la que se desarrollan los diseños de edificio de dos niveles, utilizando marcos dúctiles con nudos rígidos, y quedando la distribución del primer nivel: parqueo ambulancias, cabina de bomberos, administración, información, clínica dental, farmacia, baños, emergencias, vacunación y tres salas de consultas, y el segundo nivel: cuarto para sala de reuniones y cuartos, los cuales servirán para encamamiento y del sistema de alcantarillado separativo de un sector de las zonas 2 y 3 de la cabecera municipal.

OBJETIVOS

GENERAL:

Diseñar la edificación de dos niveles para el centro de salud y el sistema de alcantarillado separativo de un sector de las zonas 2 y 3 de la cabecera municipal de Ciudad Vieja, Sacatepéquez.

ESPECÍFICOS:

1. Realizar una investigación diagnóstica de necesidades de servicios básicos e infraestructura, del área urbana del municipio de Ciudad Vieja, departamento de Sacatepéquez.
2. Capacitar a fontaneros y personal de la OMP (Oficina Municipal de Planificación) de la Municipalidad de Ciudad Vieja, sobre aspectos de operación y mantenimiento de alcantarillados.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación contiene el desarrollo de los proyectos realizados durante el Ejercicio Profesional Supervisado, en el municipio de Ciudad Vieja, departamento de Sacatepéquez.

Con el propósito de conocer las necesidades básicas de este municipio, se realizó un diagnóstico en el que se determinaron las siguientes necesidades:

En algunos sectores de las zonas 2 y 3 de la cabecera municipal, tienen problemas debido a las intensas lluvias, provocando acumulación de agua pluvial en diferentes lugares.

Otra problemática se encontró en el centro de salud, ya que las actuales instalaciones son demasiado pequeñas, para atender a los usuarios, quienes desde tempranas horas, tienen que esperar para obtener turno, que les permita acceder a una consulta médica.

Con el fin de contribuir con el desarrollo del municipio de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, se determinó la necesidad de realizar el diseño de una edificación de dos niveles para centro de salud y del alcantarillado separativo de un sector de las zonas 2 y 3 propuesta que espera resolver la problemática que padecen los habitantes de la cabecera municipal de Ciudad Vieja, departamento de Sacatepéquez.

1. INVESTIGACIÓN DIAGNÓSTICA SOBRE NECESIDADES DE SERVICIOS BÁSICOS DE INFRAESTRUCTURA DE CIUDAD VIEJA, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ.

1.1 Descripción de las necesidades

Conjuntamente con la Unidad de Planificación de la Municipalidad se hizo un diagnóstico de las necesidades de servicios básicos e infraestructura que existen en el municipio siendo estas:

Ampliación de escuelas municipales: debido a que existen pocas escuelas se planea ampliar las actuales para poder acoger más estudiantes.

Mejoramiento de las instalaciones deportivas: Mejorar el estadio municipal e instalar iluminación para planificar actividades a toda hora.

Mejoramiento de alcantarillado sanitario y pluvial: Actualmente el alcantarillado no se da abasto, debido a la tasa de crecimiento de la población.

Ampliación de centro de salud: Las actuales instalaciones son demasiado pequeñas y mal distribuidas.

1.1.1 Evaluación y priorización de las necesidades

Después de tener el listado de necesidades de las distintas comunidades, se efectuó un análisis y evaluación, realizándose conjuntamente con las autoridades de la comunidad y municipalidad, aplicando para ello ciertos criterios, como el económico, financiero, técnico y el factor humano.

Se determinó la priorización siguiente:

- 1) Mejoramiento de alcantarillado sanitario y pluvial
- 2) Ampliación del centro de salud.
- 3) Ampliación de escuelas municipales
- 4) Mejoramiento de las instalaciones deportivas

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño de la edificación de dos niveles para el centro de salud en el casco urbano de Ciudad Vieja, Sacatepéquez

2.1.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de un edificio de dos niveles para el centro de salud, con la siguiente distribución de ambientes:

En el primer nivel: parqueo de ambulancias, cabina de bomberos, administración, información, clínica dental, farmacia, baños, emergencias, vacunación y tres salas de consultas.

En el segundo nivel: sala de reuniones y 6 cuartos para encamamiento.

La estructura es a base de marcos dúctiles con nudos rígidos y losa de concreto prefabricada, muros tabiques de block, piso cerámico y puertas de madera.

2.1.2 Investigación preliminar

Se hizo una visita al lugar en donde se ubicará el edificio, se observó que la distribución de los ambientes del edificio actual no es adecuada.

Se corroboró que hay suficiente espacio para construir más clínicas y que permite ubicar un edificio nuevo, ya que se tiene la ventaja de contar con los servicios básicos de agua potable, drenaje y energía eléctrica.

2.1.2.1 Terreno disponible

Se cuenta con un terreno en el casco urbano del municipio. La forma del terreno es rectangular, es necesario mencionar que presenta una pendiente pronunciada en la parte posterior a la calle principal, por lo que será necesario realizar un trabajo preliminar de nivelación del terreno.

2.1.2.2 Análisis de suelos

2.1.2.2.1 Ensayo triaxial

Datos obtenidos en ensayo de laboratorio del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII).

Tipo de ensayo	No consolidado y no drenado
Descripción del suelo	Limo arenoso color café
Dimensión y tipo de la probeta	2.5" x 5.0"
Ángulo de fricción interna	$\phi = 25.09^\circ$
Cohesión	$C_u = 0.50 \text{ ton/m}^2$

Valor soporte: Para el efecto se aplicó la fórmula propuesta por Terzaghi.

$$V_s = C \cdot N_c \cdot d_c \cdot S_c + q_0 \cdot N_q \cdot d_q \cdot S_q + \frac{1}{2} B \cdot \gamma_s \cdot N_\gamma \cdot d_\gamma \cdot S_\gamma$$

Donde

d_c d_q d_γ = Factores de profundidad

S_γ S_q S_c = Factores de forma

N_c N_q N_γ = Factores de capacidad de carga (ver tabla en anexo 3)

Los factores utilizados son definidos por el tipo del suelo, el nivel freático y las características de la cimentación.

Calculando factores:

$$d_c = 1 + 0.2 \cdot (D_f/B) \cdot \tan(45 + \phi/2)$$

$$d_c = 1 + 0.2 \cdot (1.50/1) \cdot \tan(45 + 25.09/2) = 1.40$$

$$S_c = 1 + (B/L) \cdot \tan^2(45 + \phi/2)$$

$$S_c = 1 + 0.2 \cdot (1/1) \cdot \tan^2(45 + 25.09/2) = 1.49$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \cdot (D_f/B) \cdot \tan(45 + \phi/2)$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \cdot (1.50/1) \cdot \tan(45 + 25.09/2) = 1.23$$

$$S_q = S_\gamma = 1 + 0.1 \cdot (B/L) \cdot \tan^2(45 + \phi/2)$$

$$S_q = S_\gamma = 1 + 0.1 \cdot (1/1) \cdot \tan^2(45 + 25.09/2) = 1.25$$

$$q_0 = D_f \cdot \gamma_s$$

$$q_0 = 1.50 \text{ m} \cdot 1.00 \text{ ton/m}^3 = 1.50 \text{ ton/m}^2$$

$$V_s = (C \cdot N_c \cdot d_c \cdot S_c + q_0 \cdot N_q \cdot d_q \cdot S_q + \frac{1}{2} B \cdot \gamma_s \cdot N_\gamma \cdot d_\gamma \cdot S_\gamma) / F.S$$

$$V_s = (0.50 \text{ ton/m}^2 \cdot 20.72 \cdot 1.40 \cdot 1.49) + (1.50 \text{ ton/m}^2 \cdot 10.66 \cdot 1.23 \cdot 1.25) + (1/2 \cdot 1 \text{ m} \cdot 1.00 \text{ ton/m}^3 \cdot 10.88 \cdot 1.23 \cdot 1.25) / F.S$$

Se aplicara un F.S. de 3

$$V_s = 54.55 \text{ ton/m}^2 / 3$$

$V_s = 18.18 \text{ ton/m}^2$; para efectos de diseño se toma este valor.

2.1.3 Diseño arquitectónico

2.1.3.1 Ubicación del edificio en el terreno

El edificio se orientó de norte a sur, para obtener una buena iluminación, ventilación y soleamiento en todos los ambientes del edificio, con ventanas hacia el norte.

2.1.3.2 Distribución de ambientes

El tamaño de los ambientes y su distribución dentro del edificio, se hizo de forma que queden ubicados conforme a su función y la relación existente entre ellos, es decir primer nivel será para atención preventiva, y el segundo nivel está destinado para encamamiento y capacitación de personal.

2.1.3.3 Altura del edificio

El edificio tiene una altura total de 5.20m, la altura de cada nivel es 2.60m de piso a cielo, la cota de cimentación es de 1.50 metro bajo el nivel del suelo.

2.1.3.4 Selección del sistema a utilizar

Elegir un sistema estructural conlleva muchas consideraciones, las cuales determinan dos objetivos principales:

- a). Se debe cumplir con los requisitos de funcionalidad de la edificación.
- b). La estructura debe soportar las cargas en condiciones seguras.

El sistema que se utilizó es de marcos dúctiles con nudos rígidos y losa de concreto prefabricada a base de viguetas y bovedillas.

2.1.4 Análisis estructural

2.1.4.1 Predimensionamiento estructural

Predimensionamiento de viga

El predimensionamiento de la viga se puede realizar con base al criterio que por cada metro lineal libre de luz, aumentar ocho centímetros de peralte y la base equivale a $\frac{1}{2}$ del peralte.

ACI 318 recomienda peraltes mínimos en vigas, sin considerar deflexiones.

Tabla I Alturas o espesores mínimos de vigas no preesforzadas código ACI – 318

Elemento	Peralte mínimo, h			
	Simplemente apoyado	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
	Elementos que no soportan, o están ligados, a divisiones u otro tipo de construcción susceptibles de dañarse por grandes deflexiones			
Vigas	L / 16	L / 18.5	L / 21	L / 8

Fuente: Reglamento de las construcciones de concreto reforzado (ACI 318-99) Pág.38

- Realizando promedio de los dos métodos.

Longitud de Viga: 6.50mts.

Peralte:

$$H_{\text{viga}} = 8\% \cdot \text{long. Viga}$$

$$1) H_{\text{viga}} = 0.08 \cdot 6.50 = 0.52 \text{ mts}$$

$$2) H_{\text{viga}} = \frac{L}{18.5} = \frac{6.50}{18.5} = 0.35$$

$$H_{\text{prom.}} = \frac{0.35 + 0.52}{2} = 0.43$$

Base:

$$b = \frac{h_{\text{prom.}}}{2} = \frac{0.43}{2} = 0.21$$

Se propone una viga de: 35x55 cms.

Predimensionamiento de columna

Recomendaciones iniciales para predimensionar columnas:

- ✓ Columnas rectangulares: La dimensión menor debe ser mayor de 20 centímetros. El área total debe ser 400 centímetros cuadrados como mínimo.
- ✓ Columnas circulares: Por lo menos 25 centímetros de diámetro

Para este caso se usó la siguiente fórmula:

$$P = 0.8(0.225 * f'c(Ag-As) + fy * As)$$

Donde:

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

$$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

Ag = área gruesa de la sección

As = área de acero; $1\%(Ag) \leq As \leq 6\% Ag$

$$P = 0.8(0.225 * 281 * (Ag - 0.01Ag) + 4200 * (0.01 * Ag))$$

$$Ag = P / 82.56 = 85,008 / 82.56 = \mathbf{1029.58 \text{ cm}^2}.$$

En este caso se usa una sección de columna = 0.35 * 0.35 m, que es mayor al área encontrada.

Predimensiones de cimiento

Para la cimentación se usan zapatas aisladas cuyo redimensionamiento se presenta en la sección 2.1.5.4

2.1.4.2 Modelos matemáticos de marcos dúctiles con nudos rígidos

El modelo matemático de un marco dúctil es una gráfica que representa tanto la forma como las cargas que soporta el marco, éste sirve para hacer el análisis estructural del mismo.

Figura 1. Marco dúctil sección transversal

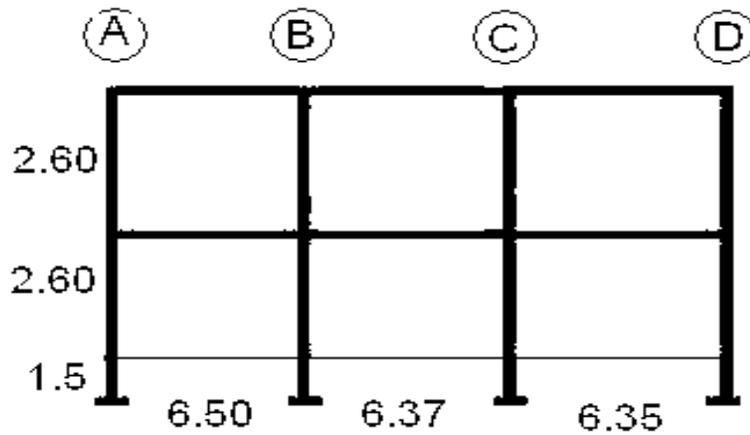
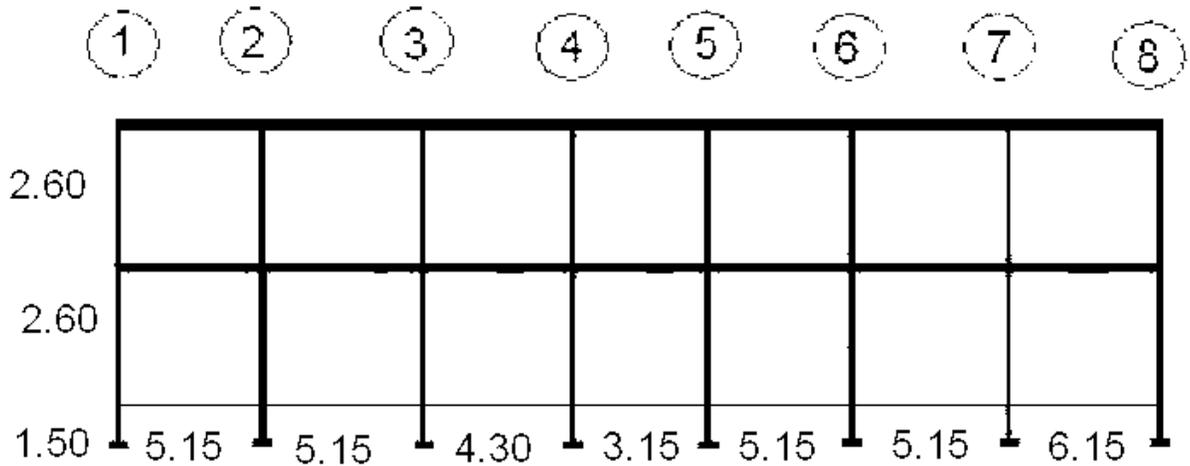


Figura 2. Marco dúctil sección longitudinal



2.1.4.3 Cargas horizontales y verticales aplicadas a los marcos dúctiles con nudos rígidos

Existen dos tipos de cargas aplicables a los marcos de toda estructura, se definen por su dirección (y) cargas verticales, y (x) cargas horizontales.

Cargas verticales en marcos dúctiles

Cargas vivas (CV):

Son todas las cargas que pueden estar total o parcialmente en su sitio y pueden cambiar de ubicación. Su magnitud y distribución son inciertas en un momento dado, y sus máximas intensidades a lo largo de la vida de la estructura, no se conocen con precisión.

Los valores que se usan en este caso, para la carga viva son:

Techos = 100 Kg./m²

Salas de encamamiento = 200 Kg./m²

Servicios médicos y laboratorios = 350 Kg./m²

Vestíbulos públicos y pasillos = 500 Kg./m²

Fuente: (AGIES NR – 2:200)

Cargas muertas (CM):

Son aquellas que se mantienen constantes en magnitud y fijas en posición, durante la vida de la estructura.

Los valores que se usan en este caso, para la carga muerta son:

Concreto = 2,400 Kg./m³

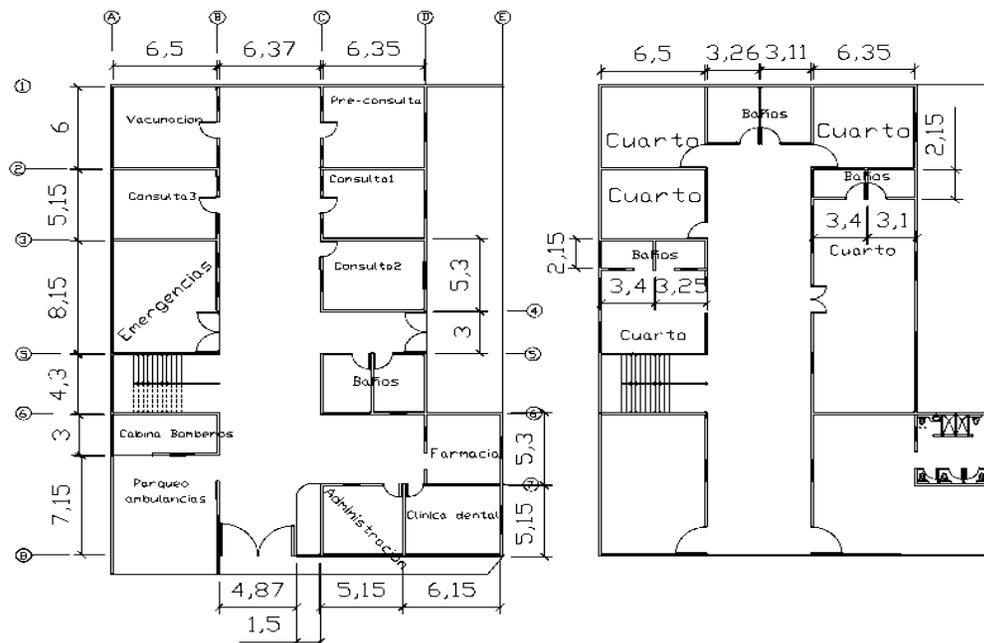
Muros = 150 Kg./m²

Acabados = 80 Kg./m²

Peso de la estructura

Para realizar el cálculo, se define la distribución de los elementos estructurales dentro del edificio.

Figura 3. Planta centro de salud



a. Segundo nivel

Carga muerta

$$W_{\text{losa}} = 712.04\text{m}^2 \cdot 2400\text{kg/m}^3 \cdot 0.13\text{m} = 222,156.48 \text{ Kg}$$

$$W_{\text{viga}} = 282.54\text{m} \cdot 0.35\text{m} \cdot 0.55 \cdot 2,400\text{kg/m}^3 = 130,533.48 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columnas}} = (0.35\text{m} \cdot 0.35\text{m} \cdot 2.60\text{m} \cdot 2,400 \text{ kg/m}^3 \cdot 32) = 24,460.80 \text{ kg}$$

$$W_{\text{acabados}} = 712.04\text{m}^2 \cdot 80\text{kg/m}^2 = 56,963.20 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muros}} = 233.45\text{m} \cdot 2.603 \cdot 150\text{kg/m}^2 = 91,045.50\text{Kg}$$

Total de la carga muerta = 525,159.46 kg

Carga viva

$$W_{\text{CV}} = 712.04\text{m}^2 \cdot 100 \text{ kg/m}^2 = 71,204 \text{ kg}$$

Peso del segundo nivel

$$W = W_{\text{CM}} + 0.25 W_{\text{CV}}$$

$$W = 525,159.46 \text{ kg} + 0.25 \cdot (71,204 \text{ kg}) = 542,960.46 \text{ kg}$$

b. Primer nivel

Carga muerta

$$W_{\text{losa}} = 712.04\text{m}^2 \cdot 2400\text{kg/m}^3 \cdot 0.13\text{m} = 222,156.48 \text{ Kg}$$

$$W_{\text{viga}} = 282.54\text{m} \cdot 0.35\text{m} \cdot 0.55 \cdot 2,400\text{kg/m}^3 = 130,533.48 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columnas}} = (0.35\text{m} \cdot 0.35\text{m} \cdot 2.60\text{m} \cdot 2,400 \text{ kg/m}^3 \cdot 32) = 24,460.80 \text{ kg}$$

$$W_{\text{acabados}} = 712.04\text{m}^2 \cdot 80\text{kg/m}^2 = 56,963.20 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muros}} = 233.45\text{m} \cdot 2.603 \cdot 150\text{kg/m}^2 = 91,045.50\text{Kg}$$

Total de la carga muerta = 525,159.46 kg

Carga viva

$$W_{cv} = 712.04 \text{ Kg} * 350 \text{ Kg/m}^2 = 249,214 \text{ kg}$$

Peso del primer nivel

$$W = W_{CM} + 0.25 W_{CV}$$

$$W = 525,159.46 \text{ kg} + 0.25 * (249,214 \text{ kg}) = 587,462.96 \text{ kg}$$

Peso total de la estructura = W total

$$W_{\text{total}} = W_{1\text{nivel}} + W_{2\text{nivel}}$$

$$W_{\text{total}} = 587,462.96 \text{ kg} + 542,960.46 \text{ kg}$$

$$W_{\text{total}} = 1,130,423.42 \text{ kg}$$

Integración de cargas para el marco 2 (marco crítico)**Cargas vivas (CV)**

$$\text{Techos} = 100 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Salas de encamamiento} = 200 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Vestíbulos públicos y pasillos} = 500 \text{ kg/m}^2$$

Cargas muertas (CM)

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

$$\text{Muros} = 150 \text{ kg/m}^2$$

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

$$\text{Servicios médicos y laboratorios} = 350 \text{ kg/m}^2$$

PRIMER NIVEL

VIGA 1

$$CM = 312\text{kg/m}^2 \cdot (23.49\text{m}^2) / 6.50\text{m} + 0.35\text{m} \cdot 0.55\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3 + 150\text{kg/m}^2 \cdot 2.60\text{m}$$

$$CM = 1979.52 \text{ kg/m}$$

$$CV = 350\text{kg/m}^2 \cdot (23.49\text{m}^2) / 6.50\text{m}$$

$$CV = 1264.85 \text{ kg/m}$$

VIGA 2

$$CM = 312\text{kg/m}^2 \cdot (22.98\text{m}^2) / 6.37\text{m} + 0.35\text{m} \cdot 0.55\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3 + 150\text{kg/m}^2 \cdot 2.60\text{m}$$

$$CM = 1977.55 \text{ kg/m}$$

$$CV = 500\text{kg/m}^2 \cdot (22.98\text{m}^2) / 6.37\text{m}$$

$$CV = 1806.92 \text{ kg/m}$$

VIGA 3

$$CM = 312\text{kg/m}^2 \cdot (22.93\text{m}^2) / 6.37\text{m} + 0.35\text{m} \cdot 0.55\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3 + 150\text{kg/m}^2 \cdot 2.60\text{m}$$

$$CM = 1975.10 \text{ kg/m}$$

$$CV = 350\text{kg/m}^2 \cdot (22.93\text{m}^2) / 6.37\text{m}$$

$$CV = 1259.89 \text{ kg/m}$$

SEGUNDO NIVEL

VIGA 1

$$CM = 312\text{kg/m}^2 \cdot (23.49\text{m}^2) / 6.50\text{m} + 0.35\text{m} \cdot 0.55\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3$$

$$CM = 1589.52 \text{ kg/m}$$

$$CV = 100\text{kg/m}^2 \cdot (23.49\text{m}^2) / 6.50\text{m}$$

$$CV = 361.38 \text{ kg/m}$$

VIGA 2

$$CM = 312\text{kg/m}^2 \cdot (22.98\text{m}^2) / 6.37\text{m} + 0.35\text{m} \cdot 0.55\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3$$

$$CM = 1587.55 \text{ kg/m}$$

$$CV = 100\text{kg/m}^2 \cdot (22.98\text{m}^2) / 6.37\text{m}$$

$$CV = 360.75 \text{ kg/m}$$

VIGA 3

$$CM = 312\text{kg/m}^2 \cdot (22.93\text{m}^2) / 6.37\text{m} + 0.35\text{m} \cdot 0.55\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3$$

$$CM = 1585.10 \text{ kg/m}$$

$$CV = 100\text{kg/m}^2 \cdot (22.93\text{m}^2) / 6.37\text{m}$$

$$CV = 359.97 \text{ kg/m}$$

Este procedimiento se aplicó a todos los marcos de la estructura, para integrar las cargas. Las figuras 4 y 5 muestran los modelos de carga muerta y viva en marcos críticos.

Figura 4. Carga muerta y carga viva, marco D

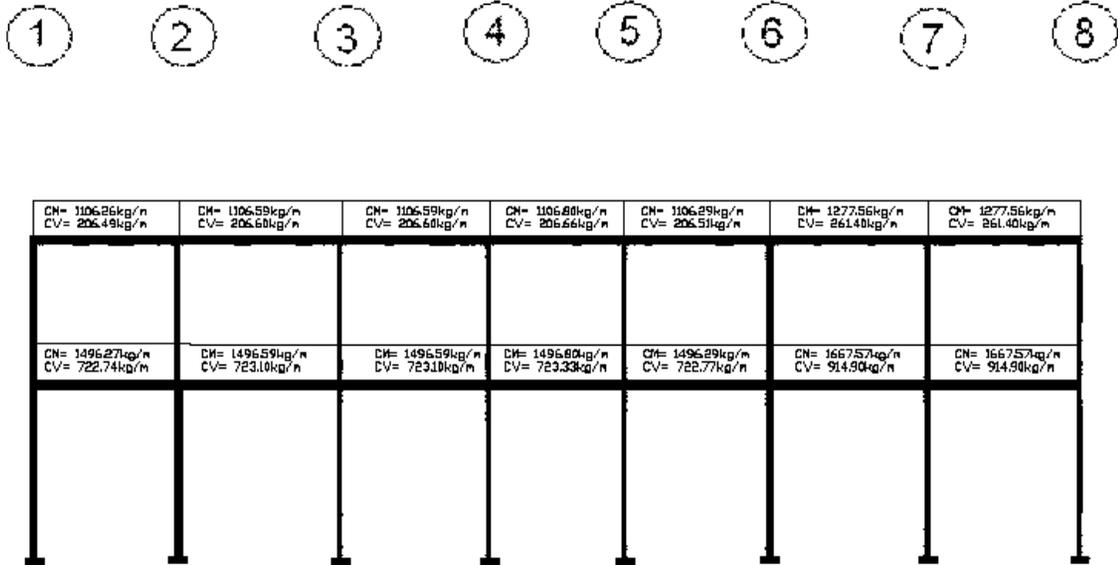
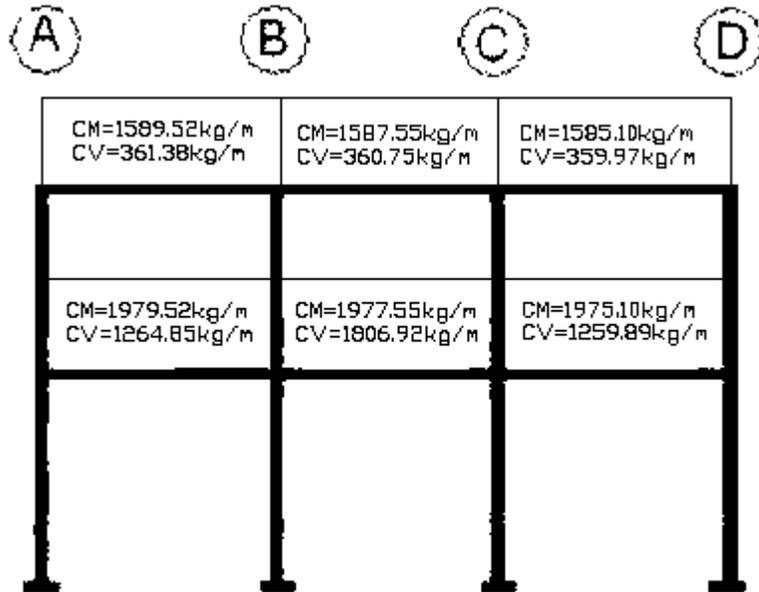


Figura 5. Carga muerta y carga viva, marco 2



Cargas horizontales en marcos dúctiles

Son aquellas que actúan perpendicularmente a la línea de acción de la gravedad. Estas son producidas por sismo, viento o impacto, siendo puramente dinámicas, mientras que las cargas verticales son estáticas. Guatemala se caracteriza como una zona sísmica, por tal razón se diseñan los edificios tomando en cuenta este fenómeno. Para este caso se utiliza el método SEAOC para encontrar las fuerzas producidas por el sismo.

Corte basal (V): Es la fuerza sísmica que el suelo transmite al edificio en la base. El corte basal está dado por la fórmula siguiente:

$$V = Z * I * C * S * K * W$$

Donde:

Z = coeficiente que depende de la zona, Z = 1

I = Importancia de la edificación después del sismo, para este caso I = 1.40

C = coeficiente que depende del período natural de vibración

$C = 1 / (15 t^{1/2})$; $t = (0.0906 * \text{altura total del edificio}) / (\text{base})^{1/2}$

S = coeficiente que depende del tipo de suelo, S = 1.50

Si C * S es mayor que 0.14, entonces usar C * S = 0.14

K = coeficiente que depende del sistema estructural, K = 0.67

W = peso de la estructura + 25 % de las cargas vivas

El valor de C se determina, en el sentido X y en el sentido Y, de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}t_x &= (0.0906 \cdot 6.00) / (24)^{1/2} = \mathbf{0.11}; & C_x &= 1 / (15 \cdot [0.11]^{1/2}) = \mathbf{0.20} \\t_y &= (0.0906 \cdot 6.00) / (34)^{1/2} = \mathbf{0.09}; & C_y &= 1 / (15 \cdot [0.09]^{1/2}) = \mathbf{0.22}\end{aligned}$$

$$C_x \cdot S = 0.20 \cdot 1.50 = 0.30 \Rightarrow \text{usar } C \cdot S = \mathbf{0.14}$$

$$C_y \cdot S = 0.22 \cdot 1.50 = 0.33 \Rightarrow \text{usar } C \cdot S = \mathbf{0.14}$$

Sustituyendo valores:

$$V_x = 1.00 \cdot 1.40 \cdot 0.67 \cdot 0.14 \cdot 1,039,377.92 \text{kg} = 136,491.11 \text{ kg} = \mathbf{136.49 \text{ ton}}$$

$$V_y = 1.00 \cdot 1.40 \cdot 0.67 \cdot 0.14 \cdot 1,039,377.92 \text{kg} = 136,491.11 \text{ kg} = \mathbf{136.49 \text{ ton}}$$

Fuerzas por nivel

La fuerza total lateral V, se distribuye en toda la altura de la estructura, de acuerdo a la fórmula:

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

Donde:

W_i = peso de cada nivel

V = corte basal

H_i = altura de cada nivel

F_i = fuerza por nivel

F_t = fuerza en la cúspide

Fuerza concentrada en la cúspide; según las condiciones siguientes:

Si $T < 0.25$ segundos, $F_t = 0$

Si $T > 0.25$ segundos; calcular $F_t = 0.07 * T * V$

Donde T = período fundamental de la estructura

En el 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 0.25 segundos.

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

Fuerza por nivel

$$F_{1x} = F_{1y} = \frac{(136,491.11\text{kg})(587,462.96*3)}{(587,462.96*3)+(451,914.96*6)} = 53,767.76 \text{ Kg}$$

$$F_{2x} = F_{2y} = \frac{(136,491.11\text{kg})(451,914.96*3)}{(587,462.96*3)+(451,914.96*6)} = 82,723.35 \text{ Kg}$$

Comprobación :

$$V_x = V_y = F_t + F_1 + F_2 = 0 + 53,767.76 \text{ kg} + 82,723.35 \text{ kg} = 136,491.11\text{Kg}$$

Fuerzas por marco

La distribución de cargas sísmicas depende de la simetría estructural, si hay excentricidad entre el centro de rigidez y el centro de masa, la capacidad torsional del edificio se ve afectada, los marcos con mayor excentricidad, reciben una fuerza de marco (F_m) mayor, a los de menor excentricidad. Por ello deberán ser diseñados para soportar mayores cargas sísmicas. Si no hay excentricidad, la fuerza de piso se divide dentro del número de marcos paralelos a esta fuerza.

Si los marcos son asimétricos la fuerza de piso F_i , se divide proporcional a la rigidez de los mismos. En este caso los marcos son asimétricos, por lo que hay torsión en la estructura.

Fuerzas por marco en sentido X-X´

Un método simplificado de analizar la torsión en las estructuras, consiste en considerar separadamente los desplazamientos relativos del edificio, ocasionados por la traslación y rotación en cada piso, tomando en cuenta la rigidez de cada nivel, estas fuerzas tendrán un desplazamiento unitario, distribuyendo los cortantes por torsión en proporción a su rigidez. Los momentos de entrepiso se distribuyen en los diversos marcos y muros del sistema resistente a fuerzas laterales, de manera congruente con la distribución de los cortantes de entrepiso.

Según el tipo de estructura que se esté analizando, así será el tipo de apoyo y por lo tanto, la ecuación de la rigidez a usar.

Voladizo: se refiere a edificios de un nivel o a los últimos niveles de edificios multiniveles, la rigidez se calcula con la siguiente fórmula:

$$K = \frac{1}{\frac{Ph^3}{3EI} + \frac{1.2Ph}{AG}} \quad I = \frac{bh^3}{12}$$

$$E = 15,100\sqrt{f'c} \quad G = 0.40E$$

Doblemente empotrado: se refiere a los primeros niveles o niveles intermedios de edificios multiniveles. La rigidez se calcula con la siguiente fórmula:

$$K = \frac{1}{\frac{Ph^3}{12EI} + \frac{1.2Ph}{AG}}$$

Donde:

P = carga asumida, generalmente 10,000 kg

h = altura del muro o columna analizada en centímetros

E = módulo de elasticidad del concreto

I = inercia del elemento, en cm

A = sección transversal de la columna analizada

G = módulo de rigidez

Fuerza del marco por torsión

El cálculo de la fuerza que llega a cada marco, se realiza por medio de la suma algebraica de la fuerza de torsión F_i'' (fuerza rotacional) y la fuerza directamente proporcional a la rigidez de los marcos F_i' (fuerza traslacional).

$$F_m = F_i' \pm F_i''$$

F_m = Fuerza por marco

Fórmulas a aplicar:

$$F_i' = \frac{K_m * F_n}{\sum K_m} \quad F_i'' = \frac{e * F_n}{EI} \quad E_i = \frac{\sum (K_m * d_i)^2}{K_m * d_i}$$

Donde:

K_m = rigidez del marco analizado

$\sum K_m$ = sumatoria de las rigideces de los marcos paralelos a la carga.

F_n = fuerza por nivel

E_i = relación entre rigideces y brazo de palanca de cada marco

d_i = distancia entre el CR y el eje de cada marco considerado

e = excentricidad

Para primer nivel en dirección X

La rigidez de la columna se trabaja como doblemente empotrada, por ser primer nivel de un edificio multinivel.

$$P = 10,000.00 \text{ Kg}$$

$$E = 15100 \cdot (210 \text{ kg/cm}^2)^{1/2} = 253,122.12$$

$$G = 0.4 \cdot 218819.8 = 101,248.85$$

$$I = 1/12 \cdot (35) \cdot (35)^3 = 125,052.08 \text{ cm}^4$$

$$K = \frac{1}{\frac{10,000 \cdot 260^3}{12(253,122.12)(125,052.08)} + \frac{1.2 \cdot 10,000 \cdot 260}{(35 \cdot 35)(101,248.85)}}$$

$$K = 2.56$$

$$K_m = 2.56 \cdot 4 = 10.245$$

Tabla I. Centro de rigidez primer nivel

Marco	Rigidez (Km)	Brazo(L)	K*L
1	10,245	0	0
2	10,245	5,15	52,76
3	10,245	10,3	105,52
4	10,245	14,6	149,58
5	10,245	17,75	181,85
6	10,245	22,9	234,61
7	10,245	28,05	287,37
8	10,245	34,05	348,84

Centro de rigidez

$$C.R. = \frac{\sum K \cdot L}{\sum K_m}$$

$$C.R. = 1360.38 / 81.96 = 16.59 \text{ m}$$

Centro de masa

$$C.Mx = \sum A \cdot x / \sum A =$$

$$C.Mx = [(664.62)(34.05 / 2) + (48.72 \cdot (10.30 / 2))] / 713.34$$

$$C.Mx = 16.21$$

Excentricidad en X = ex

$$ex = CMx - CRx = 16.59 - 16.21 = 0.38 \text{ m}$$

Tabla III. Fuerza por marco por torsión del primer nivel

Marco	Rigidez	Di	Km*Di	(Km*Di) ²	Ei	Fi	Fi''	Fm
8	10,245	-16,59	-169,96	28887,95	-572,46	6720,97	-35,69	6685,28
7	10,245	-11,44	-117,20	13736,50	-830,17	6720,97	-24,61	6696,36
6	10,245	-6,29	-64,44	4152,65	-1509,86	6720,97	-13,53	6707,44
5	10,245	-1,99	-20,39	415,65	-4771,75	6720,97	-4,28	6716,69
4	10,245	1,16	11,88	141,23	8189,89	6720,97	2,49	6723,46
3	10,245	6,31	64,65	4179,10	1504,96	6720,97	13,58	6734,55
2	10,245	11,46	117,41	13784,57	828,69	6720,97	24,66	6745,63
1	10,245	17,46	178,88	31997,23	543,92	6720,97	37,56	6758,53

La fuerza por marco, en primer nivel sentido X, se toma la mayor (crítica), para que cubra todas las cargas sísmicas

$$Fm = 6758,53 \text{ Kg}$$

Para segundo nivel en dirección X

Se utiliza la fórmula de voladizo por ser último nivel

$$P = 10,000.00 \text{ kg}$$

$$E = 15100 \cdot (210 \text{ kg/cm}^2)^{1/2} = 218819.8$$

$$G = 0.4 \cdot 218819.8 = 87527.92$$

$$I = \frac{1}{12} \cdot (30)^3 \cdot 30 = 67500.00 \text{ cm}^4$$

$$K = \frac{1}{\frac{10,000 \cdot 260^3}{3(253,122.12)(125,052.08)} + \frac{1.2 \cdot 10,000 \cdot 260}{(35 \cdot 35)(101,248.85)}}$$

$$K_2 = 0.66$$

$$K_m = 0.66 \cdot 5 = 2.66$$

Tabla IV. Centro de rigidez segundo nivel

Marco	Rigidez (k)	Brazo (L)	(K*L)
8	2,66	0	0,00
7	2,66	5,15	13,70
6	2,66	10,3	27,40
5	2,66	14,6	38,84
4	2,66	17,75	47,22
3	2,66	22,9	60,91
2	2,66	28,05	74,61
1	2,66	34,05	90,57

Centro de rigidez

$$C.R. = \frac{\sum K \cdot L}{\sum K}$$

$$C.R. = 353.23 / 21.28 = 16.59$$

Centro de masa

Es la misma distribución estructural que la del primer nivel

$$C.Mx = 16.21m$$

Excentricidad en X = ex

$$ex = 0.38 m$$

Tabla V. Fuerza por marco por torsión del segundo nivel

Marco	Rigidez	Di	Km*Di	(Km*Di) ²	Ei	Fi	Fi''	Fm
8	2,66	-16,59	-44,13	1947,40	-148,61	10340,42	-211,53	10128,89
7	2,66	-11,44	-30,43	926,01	-215,51	10340,42	-145,86	10194,56
6	2,66	-6,29	-16,73	279,94	-391,99	10340,42	-80,19	10260,23
5	2,66	-1,99	-5,29	28,02	-1239,72	10340,42	-25,35	10315,07
4	2,66	1,16	3,09	9,52	2122,37	10340,42	14,81	10355,23
3	2,66	6,31	16,78	281,72	390,83	10340,42	80,43	10420,85
2	2,66	11,46	30,48	929,25	215,16	10340,42	146,09	10486,51
1	2,66	17,46	46,44	2157,01	141,22	10340,42	222,59	10563,01

$$F_m = 10,563.01Kg$$

Este procedimiento se aplicó para la dirección Y-Y'. Los modelos por carga sísmica de los marcos 2 y D, se pueden observar en las figuras 6 y 7 respectivamente.

Figura 6. Carga por sismo, marco 2

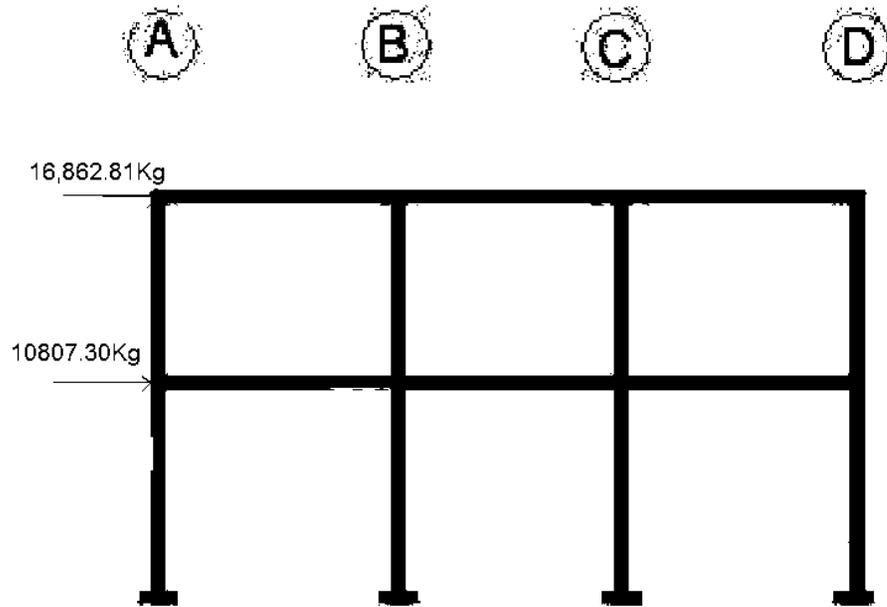
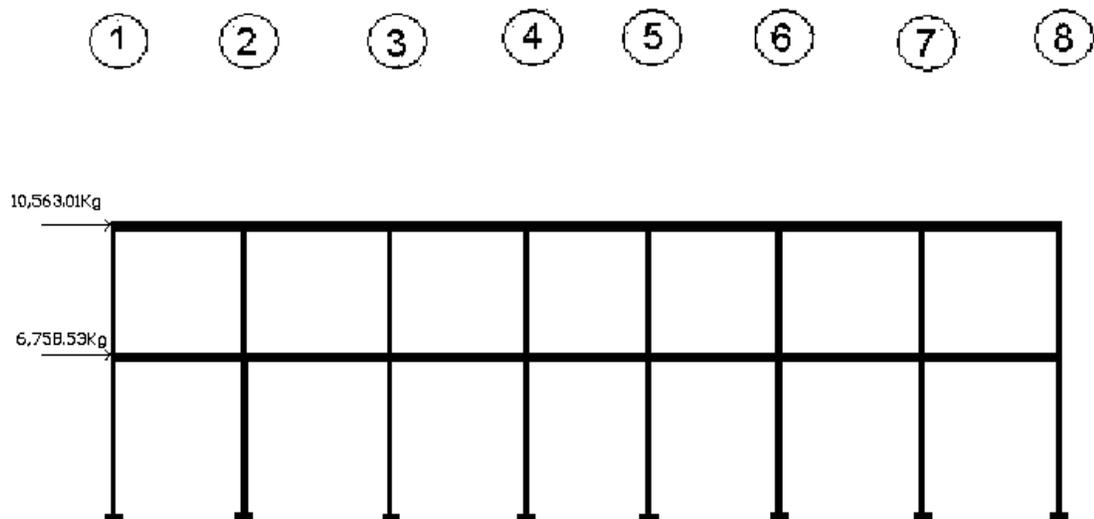


Figura 7. Carga por sismo, marco D



2.1.4.4. Análisis de marcos dúctiles utilizando un software y comprobación por un método numérico

Luego de la integración total de las cargas, se procede al análisis estructural para la determinación de las fuerzas y deformaciones que se presenta en una estructura a través del programa SAP2000 Educacional®.

El nombre del SAP fue sinónimo de "El Estado del Arte en métodos avanzados de análisis de Estructuras" desde su introducción hace más de 30 años. SAP2000 Educacional mantiene su tradición ofreciendo un interfaz muy sofisticado, intuitivo y versátil, lo cual se ha potenciado con dispositivos, herramientas únicas y ayudas en el análisis y diseño.

De gran aplicabilidad para los ingenieros y proyectistas que trabajan en el desarrollo de proyectos de transporte, infraestructura, industria, deportes y otros. SAP2000 Educacional es un programa completamente integrado que permite la creación de modelos, la modificación, la ejecución del análisis, la optimización del diseño, y la revisión de los resultados dentro de un solo interfaz.

SAP2000 es un programa de análisis, elástico lineal y de segundo orden, de estructuras, por medio del método de los elementos finitos, que incluye un post-procesador gráfico para la presentación de resultados.

A manera de comprobación se analizó la estructura con el método de análisis aproximado Kani, los resultados de ambos métodos variaron en un margen del 3%, por lo que para efectos de diseño, se tomaron los resultados del método de Kani, por ser resultados mas conservadores.

Figura 8. Momentos por carga muerta vigas, marco 2

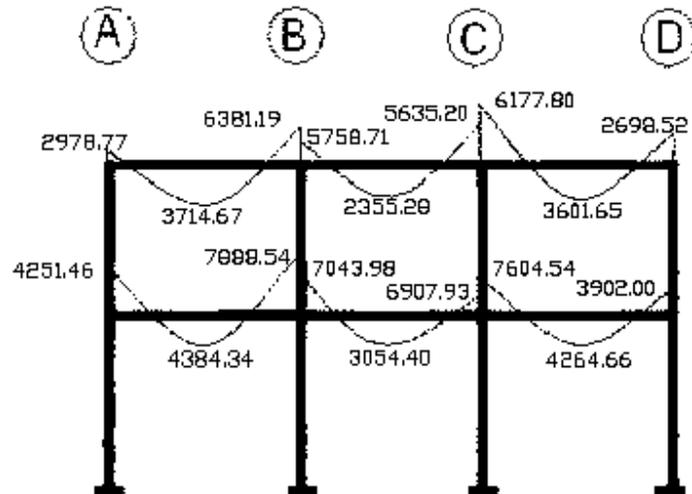


Figura 9. Momentos por carga muerta columnas, marco 2

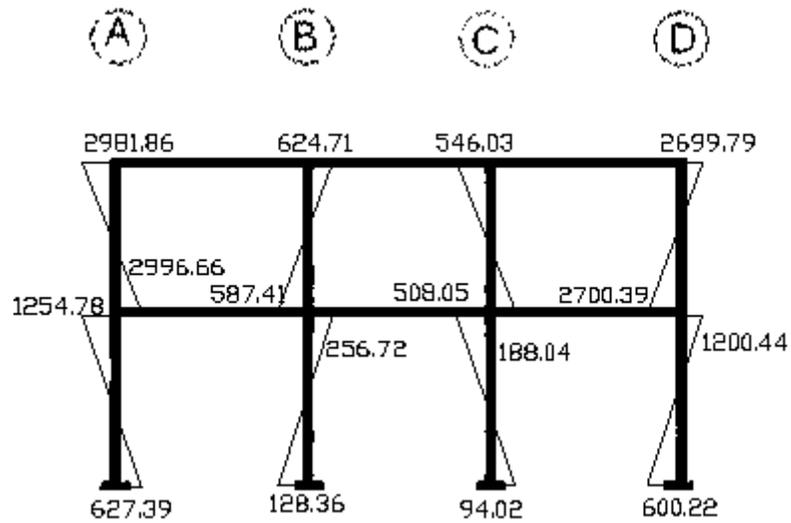


Figura 10. Momentos por carga viva vigas, marco 2

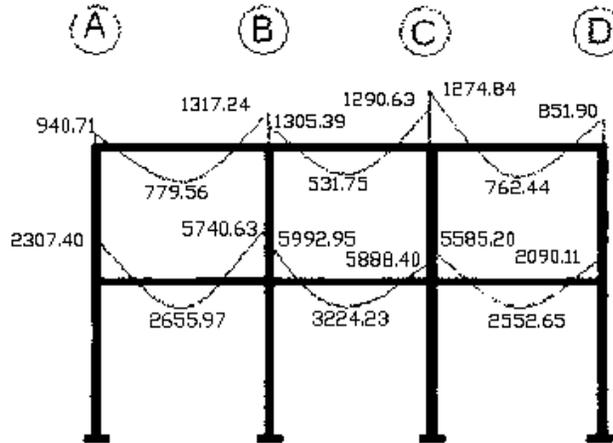


Figura 11. Momentos por carga viva columnas, marco 2

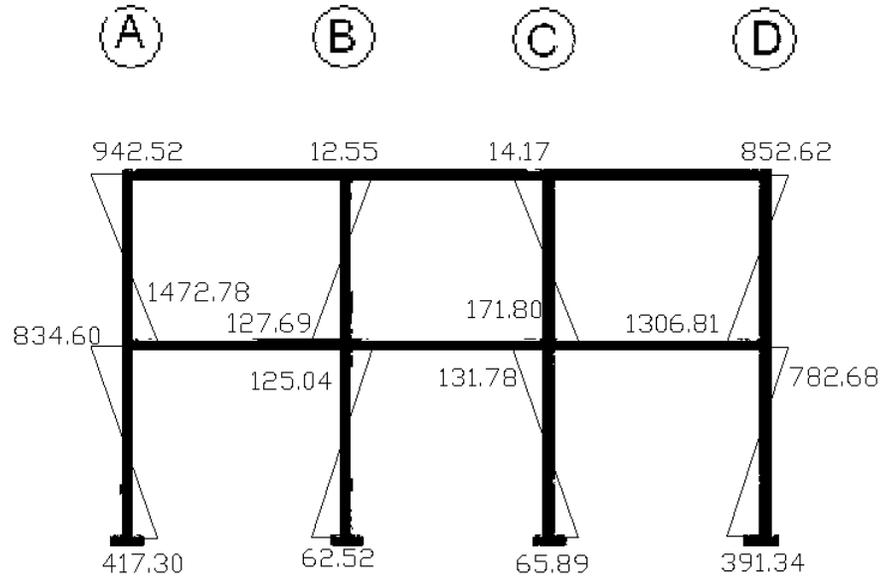


Figura 12. Momentos por carga de sismo vigas, marco 2

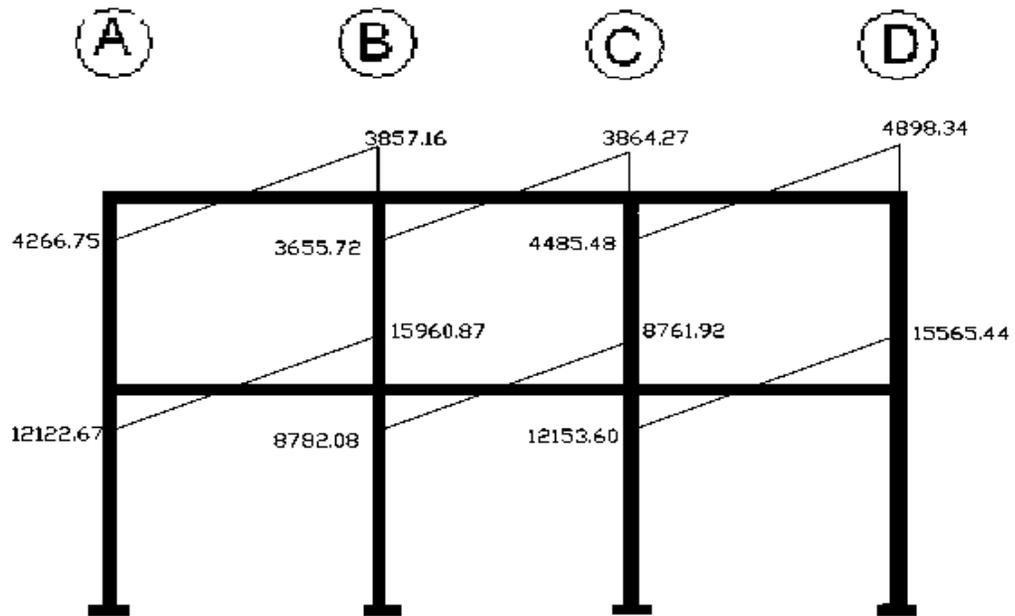


Figura 13. Momentos por carga de sismo columnas, marco 2

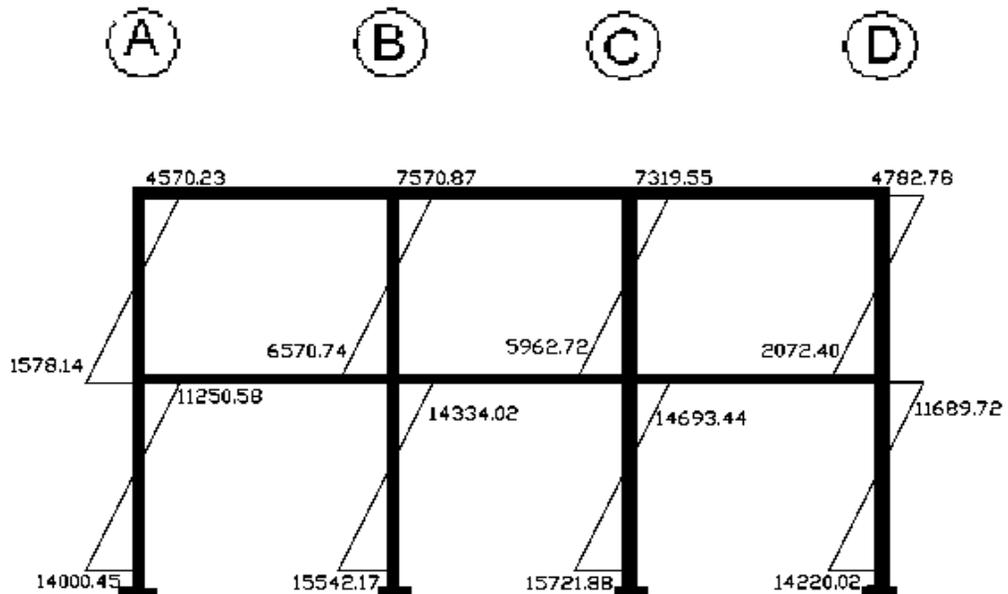


Figura 14. Momentos por carga muerta vigas, marco D

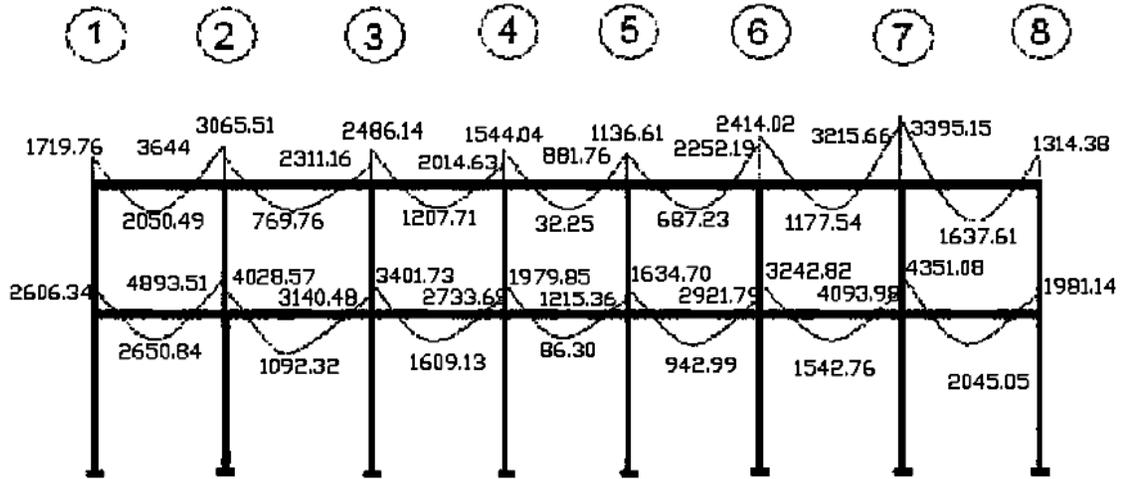


Figura 15. Momentos por carga muerta columnas, marco D

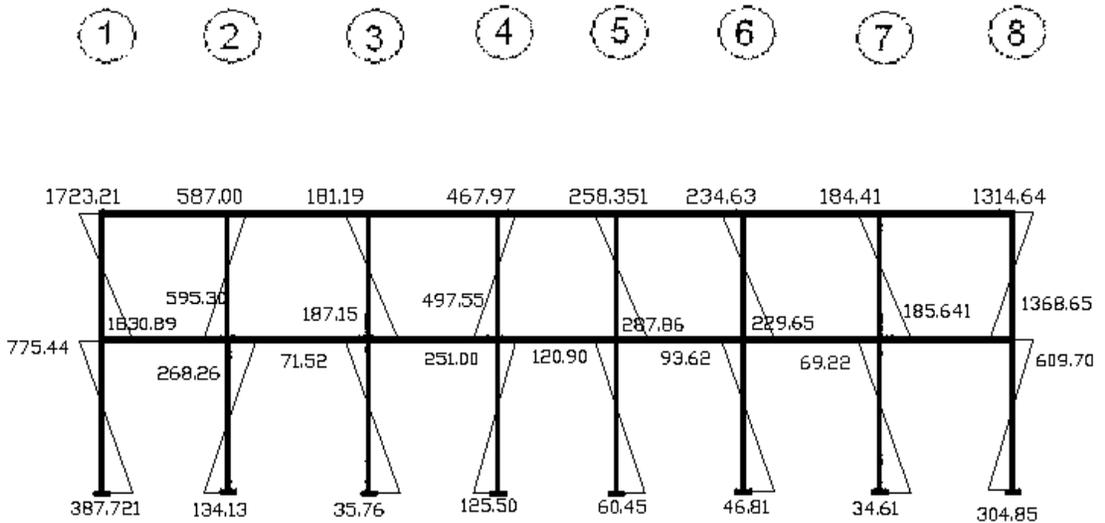


Figura 16. Momentos por carga viva vigas, marco D

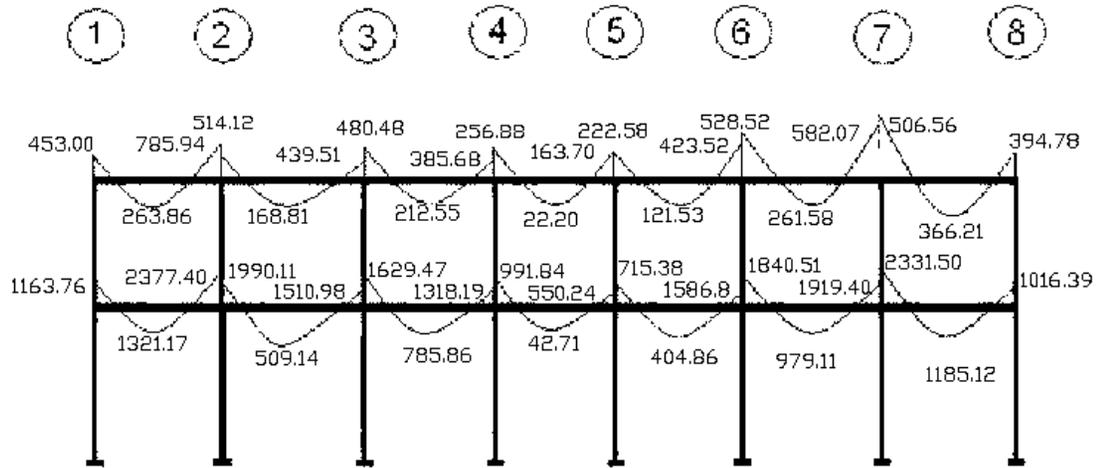


Figura 17. Momentos por carga viva columnas, marco D

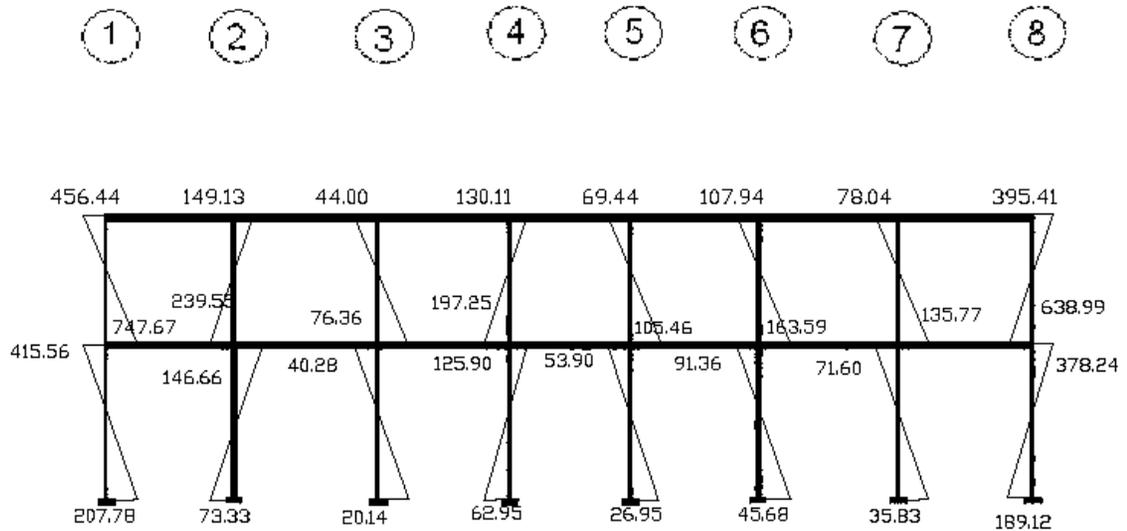


Figura 18. Momentos por carga de sismo vigas, marco D

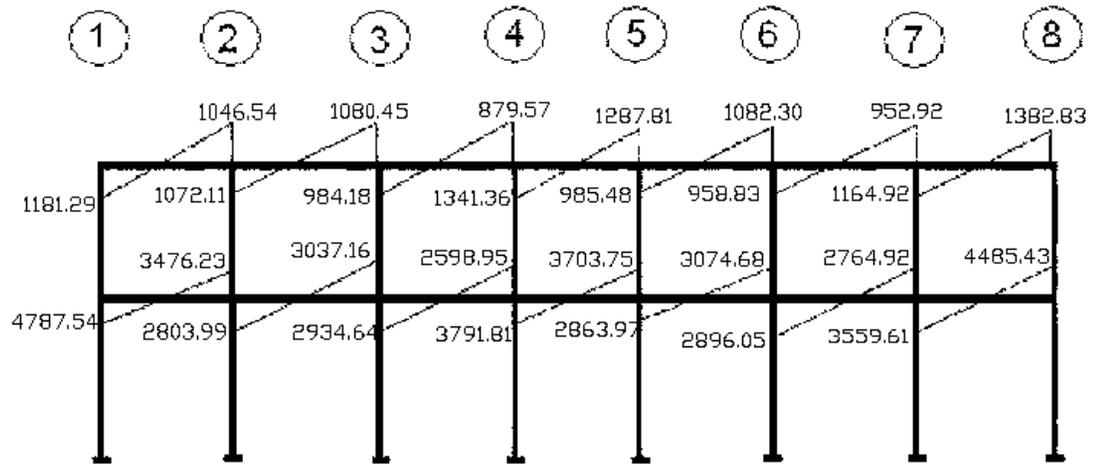
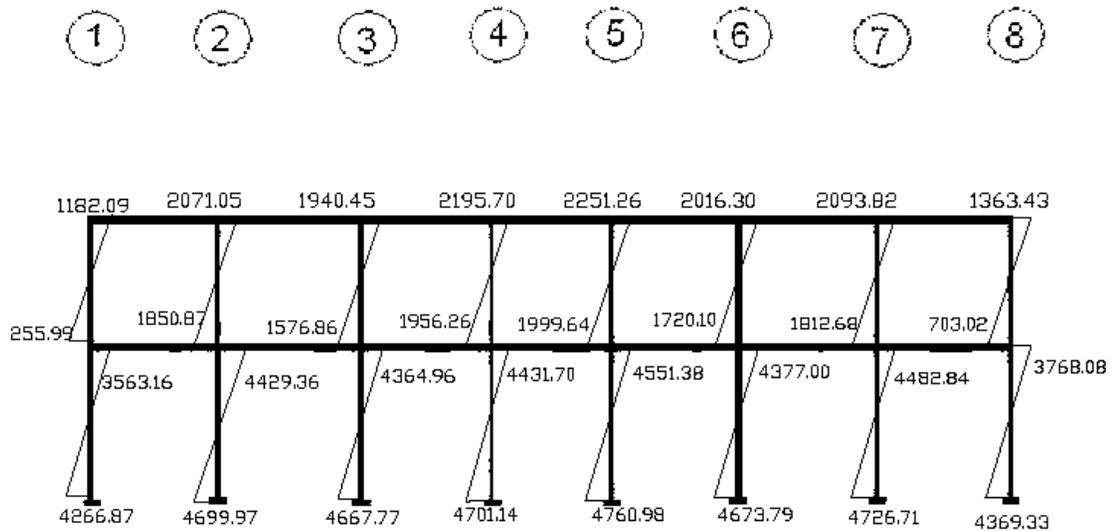


Figura 19. Momentos por carga de sismo columnas, marco D



2.1.4.5 Momentos últimos por envolvente de momentos

Es la representación de los esfuerzos máximos, que pueden ocurrir al superponer los efectos de carga muerta, carga viva y carga de sismo tanto en vigas como en columnas.

Fórmulas para considerar la superposición de efectos, el código ACI propone las siguientes combinaciones:

- 1.- $M = 1.4MCM + 1.7MCV$
- 2.- $M = 0.75 (1.4 MCM + 1.7 MCV + 1.87 MS)$
- 3.- $M = 0.75 (1.4 MCM + 1.7 MCV - 1.87 MS)$
- 4.- $M = 0.9MCM + 1.43MS$
- 5.- $M = 0.9MCM - 1.43MS$

2.1.4.6 Diagramas finales de momentos y cortes

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

Corte en vigas:

$$V_v = 0.75 * \left[\frac{1.4(W_{cm} * L)}{2} + \frac{1.7(W_{cv} * L)}{2} + \frac{1.87(\sum Ms)}{2} \right]$$

Corte en columnas:

$$V_c = \frac{\sum M_c}{L}$$

Corte en marcos típicos

Para viga 1 marco D (1er nivel) :

$$V1 = 0.75 * \left[\frac{1.4(1496.27 * 5.85)}{2} + \frac{1.7(722.74 * 5.85)}{2} + \frac{1.87(8263.77)}{2} \right] = 3085.75 \text{ Kg}$$

Para columna A (1er nivel)

$$Vc = \frac{6341.38 + 6921.23}{2.60} = 5101.00 \text{ Kg}$$

Figura 20. Envoltura de momentos en vigas, marco 2

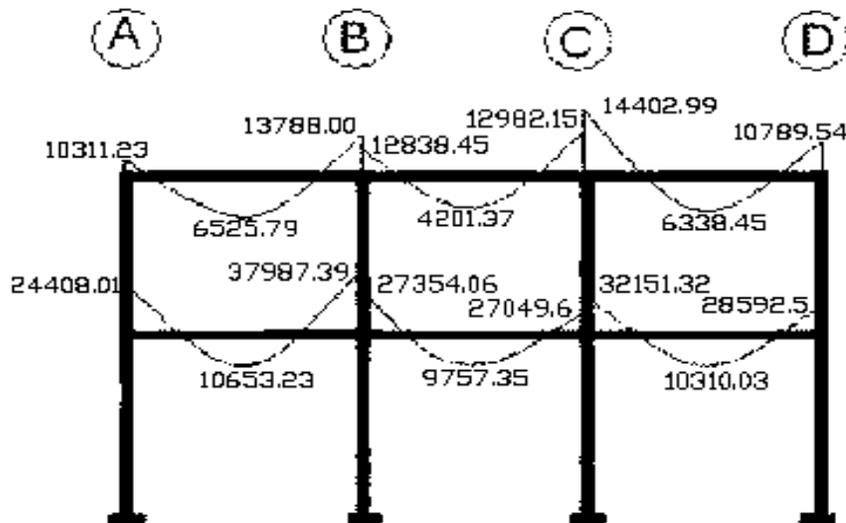


Figura 21. Envoltente de momentos en columnas, marco 2

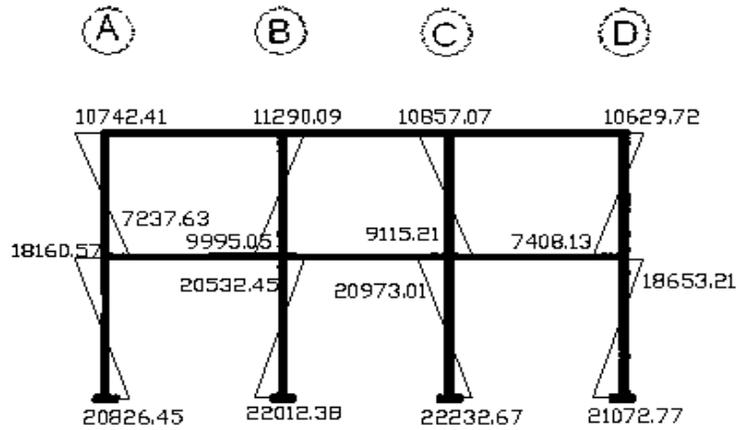


Figura 22. Envoltente de momentos en vigas, marco D

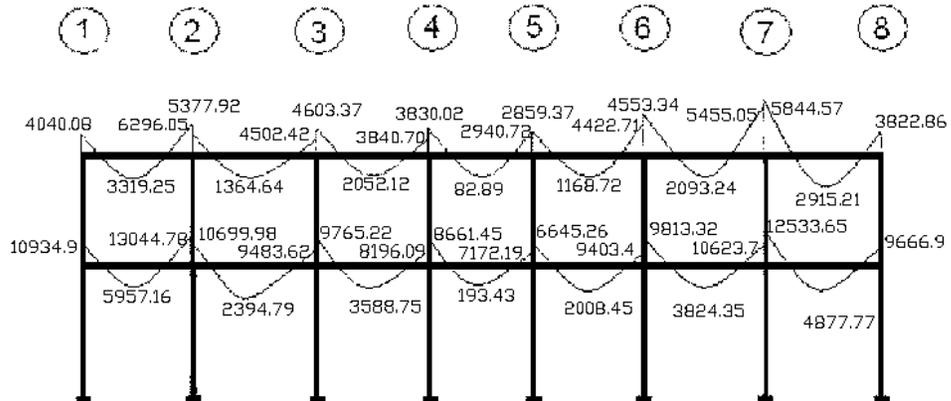


Figura 23. Envolvente de momentos en columnas, marco D

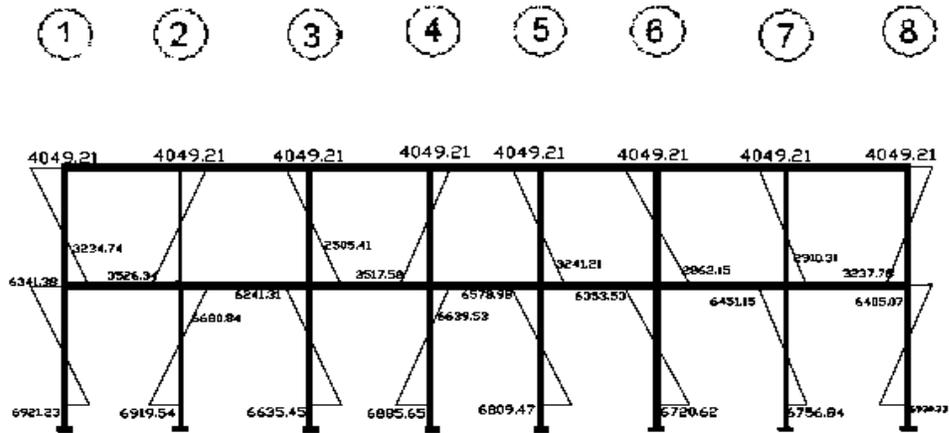


Figura 24. Diagrama de corte en vigas, marco 2

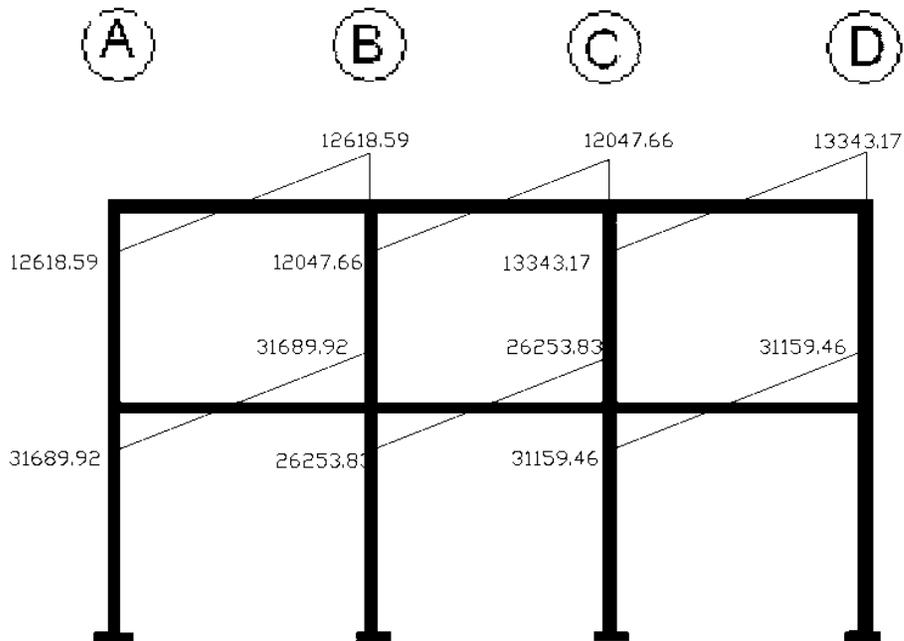


Figura 25. Diagrama de corte en columnas, marco 2

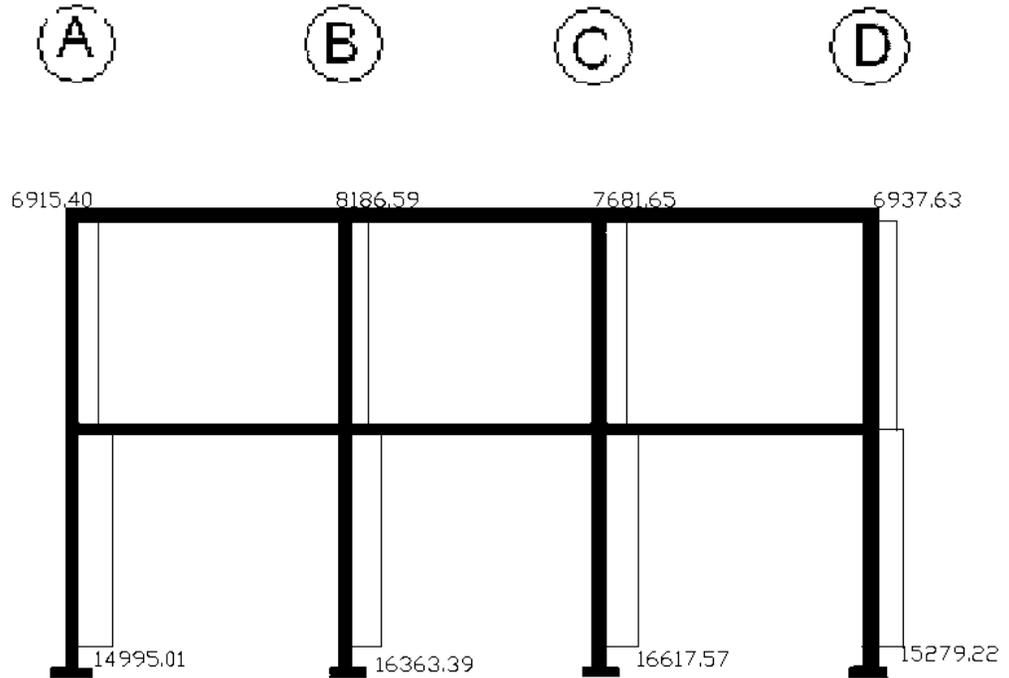


Figura 26. Diagrama de corte en vigas, marco D

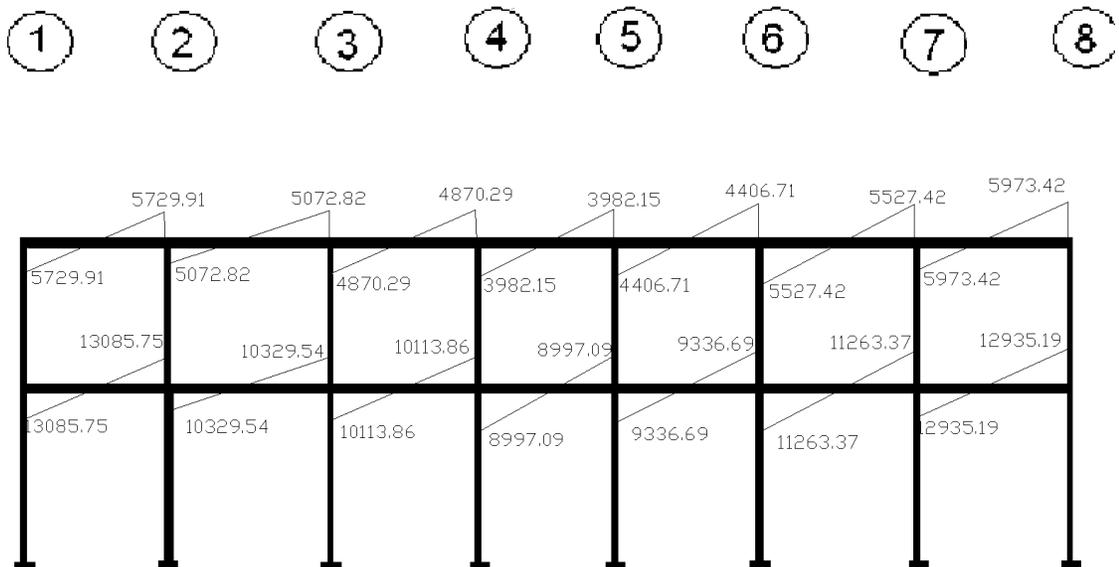
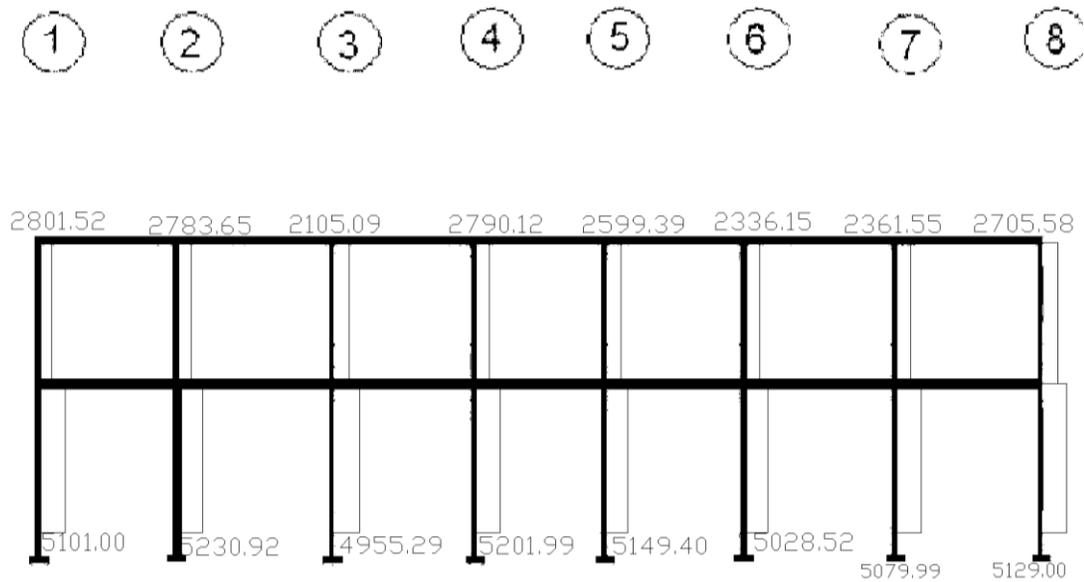


Figura 27. Diagrama de corte en columnas, marco D



2.1.5 Diseño estructural

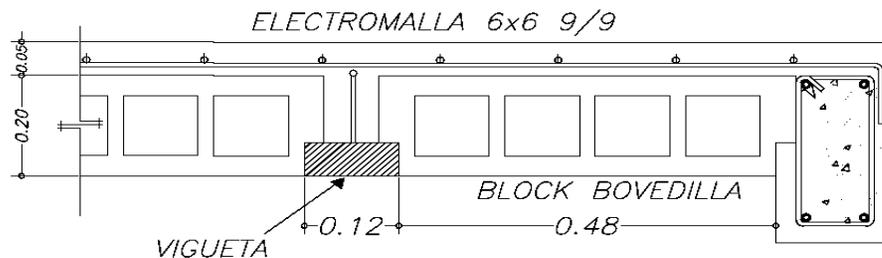
2.1.5.1 Losas

El sistema de losas prefabricadas se distingue por ser de fácil colocación, además de tener el mismo desempeño que una losa tradicional. Los componentes de una losa prefabricada son: vigueta, bovedilla, electro malla y varillas de refuerzo de acero, las cuales se usan como nervios rigidizantes y bastones.

Losa nivel 1

Se utilizó losa prefabricada tipo vigueta bovedilla, para una carga viva de 500 kg/m², colocando viguetas de 20 cm de altura y 5 cm de fundición de concreto, rígidizante a cada 2 metros, quedando la losa terminada de 25 cm de espesor.

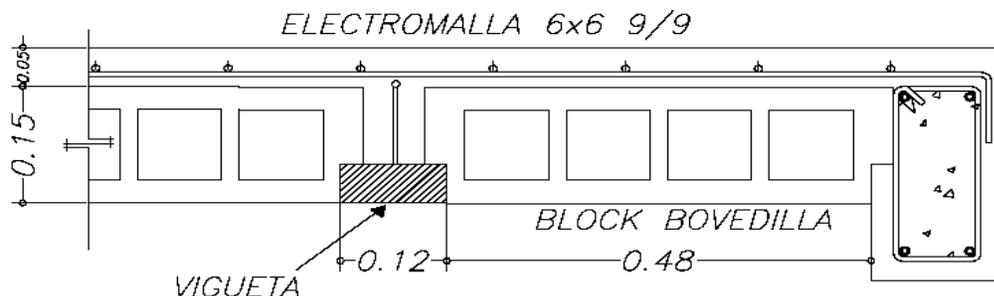
Figura 28. Especificaciones del sistema de losa prefabricada nivel 1



Losa nivel 2

Al igual que en el primer nivel, se utilizará losa prefabricada tipo vigueta bovedilla, para una carga viva de 300 kg/m², colocando vigueta de 15 cm de altura, rígidizante a cada 2 metros, quedando la losa terminada de 20 cm. de espesor.

Figura 29. Especificaciones del sistema de losa prefabricada nivel 2



2.1.5.2 Vigas

La viga es un elemento estructural horizontal, que está sometido a esfuerzos de compresión, tensión y corte.

Los datos necesarios para realizar el diseño se toman del análisis estructural.

A manera de ejemplo, se presenta el diseño de la viga entre ejes A y B, primer nivel.

Datos para diseño:

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

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

$$\text{Sección} = 35 * 55 \text{ cm}$$

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

$$E_s = 2.1 * 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$M(-)1 = 24,408.01 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M(-)2 = 37,987.39 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M(+) = 10,653.23 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$V_u = 31,689.92 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

Límites de acero

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14.1 b * d}{F_y} = \frac{14.1 * 35 * 51}{2810} = 8.96 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{\text{bal}} = \frac{\beta_1 * 0.85 * f'_c}{F_y} * 6115 = \frac{0.85 * 0.85 * 210}{2810} * 6115 = 0.04$$

$$A_s \text{ máx} = 0.50 * 0.04 * 35 * 51 = 35.70 \text{ cm}^2$$

Refuerzo longitudinal

$$A_s = (b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M * b}{0.003825 * f'c}}) \left(\frac{0.85 * f'c}{F_y} \right)$$

Calculando para $M(-)1 = 24,408.01 \text{ kg} \cdot \text{m}$

$$A_s = (35 * 51 - \sqrt{(35 * 51)^2 - \frac{24,408.01 * 51}{0.003825 * 210}}) \left(\frac{0.85 * 210}{2810} \right) = 20.84 \text{ cm}^2$$

Calculando para $M(-)2 = 37,987.39 \text{ kg} \cdot \text{m}$

$$A_s = (35 * 51 - \sqrt{(35 * 51)^2 - \frac{37,987.39 * 51}{0.003825 * 210}}) \left(\frac{0.85 * 210}{2810} \right) = 34.79 \text{ cm}^2$$

Calculando para $M(+) = 10,653.23 \text{ kg} \cdot \text{m}$

$$A_s = (35 * 51 - \sqrt{(35 * 51)^2 - \frac{10,653.23 * 51}{0.003825 * 210}}) \left(\frac{0.85 * 210}{2810} \right) = 8.58 \text{ cm}^2$$

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

a) Cama superior: dos varillas como mínimo, con el área mayor de los siguientes condiciones.

$$A_{s\text{mín}} = 8.96\text{cm}^2$$

$$33\% A_{s(-)\text{mayor}} = 11.48\text{cm}^2$$

$$\text{Usar } 33\% A_{s(-)\text{mayor}} = 11.48\text{cm}^2$$

Armado propuesto: 4No6 corridos (11.48cm²)

$$M(-)1 = 20.84\text{cm}^2 \rightarrow 4\text{No6 corridos} + 2 \text{ bastones No 8} = 21.54 \text{ cm}^2$$

$$M(-)2 = 34.79\text{cm}^2 \rightarrow 4\text{No6 corridos} + 5 \text{ bastones No 8} = 36.75 \text{ cm}^2$$

b) Cama inferior

$$A_{s\text{ mín}} = 8.96\text{cm}^2$$

$$50\% A_{s(-)} = 17.40\text{cm}^2$$

$$50\% A_{s(+)} = 4.29\text{cm}^2$$

$$\text{Usar } 50\% A_{s(-)} = 17.40\text{cm}^2 \rightarrow \text{Armado propuesto: } 4\text{No 8 corridos (20.28cm}^2)$$

Corte resistente:

$$V_r = 0.85 \cdot 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d = 0.85 \cdot 0.53 \cdot \sqrt{210} \cdot 35 \cdot 51 = 13,480 \text{ Kg}$$

$$V_u = 31,689.92 \text{ Kg}$$

Comparar corte resistente con corte último:

Si $V_r > V_u$, la viga necesita estribos solo por armado, a $S_{\text{máx.}} = d/2 < 30\text{cm}$

Si $V_r < V_u$, se diseñan estribos por corte, por medio de las expresiones

$$S = \frac{2A_v F_y d}{V_u}$$

En este caso, $V_r = 13,480.00 \text{ Kg} < V_u = 31,689.92 \text{ kg}$

Calcular estribos con varilla No. 3 grado 40:

$$S = \frac{2 \cdot 0.71 \cdot 2810 \cdot 51}{31,689.92} = 6.42\text{cm} \quad S_{\text{máx.}} = d/2 = 51/2 = 25.50\text{cm}$$

Según ACI Artículo 21.3.3, deben colocarse estribos en una longitud igual a $2d$, 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 cm de la cara del elemento de apoyo.

El espaciamiento máximo de los estribos no debe exceder de :

1. $d/4 = 12.75$ cm
2. $8 \varnothing$ var longitudinal = 17.52 cm
3. $24 \varnothing$ var transversal = 22.80 cm
4. 30 cm

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

Tabla VI. Cuadro resumen de armado de vigas

Viga	Momento en kg-m	Área de acero en cm ²	Armado		Refuerzo transversal No 3
			corrido	bastón	
1	24,408	20,84	4 No6	2 No 8	1@0,05 + 8 @0,06
	37,987,39	34,79	4 No6	2 No 8	+ resto @0,25 en ambos sentidos
	10,653,23	8,58	4 No6		
2	27,354,06	23,68	4 No6	3 No 8	1@0,05 + 8 @0,08
	27,049,63	23,38	4 No6	3 No 8	+ resto @0,25 en ambos sentidos
	9,757,35	7,84	4 No6		
3	32,151,32	28,51	4 No6	4No 8	1@0,05 + 8 @0,06
	28,592,52	24,9	4 No6	4 No 8	+ resto @0,25 en ambos sentidos
	10,310,03	8,29	4 No6		

2.1.5.3 Columnas

Las columnas se definen como elementos estructurales, que están sometidos a esfuerzos de compresión y momentos flexionantes.

Los datos que se necesitan para el diseño de columnas son: a) momentos flexionantes, según análisis estructural y b) carga axial, se obtiene por áreas tributarias.

Como ejemplo se desarrolla el cálculo para la columna crítica del primer nivel.

Datos para diseño:

Sección de columna = 35cm*35cm

My = 21,072.77 kg – m

Sección de viga 1 = 35cm*55cm

Mx = 6919.54 kg – m

Sección de viga 2 = 35cm*55cm

Vy = 15,279.22 kg

Longitud de columna = 2.60 m

Vx = 5230.92 kg

Longitud de vigas = 13.02 m

Área tributaria = 36.33 m²

Recubrimiento = 35cm

Carga axial: CU = 1.4 CM + 1.7 CV

CU2 = 1.4 (312) + 1.7 (100) = 606.80 kg/m²

CU1 = 1.4 (542) + 1.7 (500) = 1608.80 kg/m²

CU = 685.20 + 1575.20 = 2260.40 kg/m²

Factor de carga última

$$F_{cu} = \frac{CU}{CM+CV} = \frac{2215.60}{1454} = 1.52$$

Carga axial

Pu = (A T * CU) + (PP vigas * Fcu)

Pu = (36.33*2215.60)+ (0.35*0.55*2,400*13.02)*1.52

Pu = 89,635.91 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 con base a 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.

Esbeltez de columna, sentido X:

Coeficiente que mide el grado de empotramiento en las columnas (Ψ):

$$\Psi = \frac{(\sum K_{col})}{(\sum K_{col})}$$

$$K(\text{rigidez}) = I / L \qquad \text{Inercia} = \frac{b * h^3}{12} \qquad L = \text{longitud del elemento}$$

$$\text{Inercia} = \frac{35 * 55^3}{12} = 485,260.42 \text{ cm}^4$$

$$\text{Inercia} = \frac{35 * 35^3}{12} = 125,052.08 \text{ cm}^4$$

$$\text{Viga} = \frac{485,260.42}{6.50} + \frac{485,260.42}{6.37} = 150,834.48$$

$$\text{Kcol} = \frac{125,052.08}{6.50} + \frac{125,052.08}{6.37} = 38,870.19$$

$$\Psi = \frac{38,870.19}{150,834.48} = 0.26$$

Extremo inferior

$$\Psi_p = \frac{\Psi_a + \Psi_b}{2} = 0.13$$

Coeficiente K

$$K = \frac{20 + \Psi}{20} * \sqrt{1 + \Psi_p}$$

$$K = \frac{20 + 0.26}{20} * \sqrt{1 + 0.13} = 1.07$$

Esbeltez de columna

$$E = \frac{K \cdot Lu}{\delta} \quad \text{Donde: } \delta = 0.3 \cdot \text{lado}$$

$$E = \frac{1.07 \cdot 2.60}{0.30 \cdot 0.35} = 26.49 > 22 < 100 \quad \text{Se clasifica como columna intermedia}$$

Magnificación de momentos

Sentido X

Factor de flujo plástico del concreto:

$$\beta_d = \frac{CM_u}{C_u} = \frac{1.4 \cdot 854}{2215.60} = 0.54$$

EI total del material

$$E_c = 1500 \sqrt{f'_c} \quad I_g = 1/12 (b \cdot h^3)$$

$$EI = \frac{E_c \cdot I_g}{2.5(1 + \beta_d)} = \frac{1500 \sqrt{281} \cdot (35 \cdot 35^3)}{2.5(1 + 0.54) \cdot 12} = 822.17 \text{Ton} \cdot \text{m}^2$$

Carga crítica de pandeo de Euler

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot EI}{(K \cdot Lu)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 822.17}{(1.07 \cdot 2.60)^2} = 1,048.45 \text{Ton.}$$

Magnificador de momentos

$\delta > 1$ y $\delta = 0.70$ si se usan estribos

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{Pu}{\phi P_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{89.64}{0.70 * 1048.45}} = 1.14$$

Momento de diseño sentido X :

$$M_{dx} = \delta * M_u$$

$$M_{dx} = 1.14 * 6919.54 = \mathbf{7888.28Kg-m}$$

Momento de diseño sentido Y :

$$M_{dy} = \delta * M_u$$

$$M_{dy} = 1.14 * 21072.77 = \mathbf{24,022.96Kg-m}$$

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.

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.

$$A_{s\text{mín}} = 0.01 (35 \times 35) = 12.25 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{máx}} = 0.06 (35 \times 35) = 73.50 \text{ cm}^2$$

Se propone un armado

$$\text{Armado propuesto: } 4 \text{ No. } 11 + 4 \text{ No. } 8 = 58.60 \text{ cm}^2$$

Valores a utilizar en diagramas

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

1. Valor de gráfica

$$Y=X = \frac{\# \text{ núcleo}}{\# \text{ columna}} = \frac{b-2\text{rec}}{h} = \frac{0.35-2(0.035)}{0.35} = 0.80$$

2. Valores de la curva

$$\rho = \frac{A_s \cdot F_y}{0.85 \cdot f_c \cdot A_g} = \frac{26.92 \cdot 2810}{0.85 \cdot 210 \cdot 1225} = 0.26$$

3. Excentricidad

$$e_y = \frac{M_{dy}}{P_u} = \frac{24022.96}{89635.91} = 0.27$$

$$e_x = \frac{M_{dx}}{P_u} = \frac{7888.28}{89635.91} = 0.08$$

4. Valor de las diagonales

$$e_y/h_y = 0.27/0.80 = 0.34$$

$$e_x/h_x = 0.08/0.80 = 0.10$$

Con los valores obtenidos anteriormente, se obtienen los coeficientes K_y y K_x , en los diagramas de interacción $K_y = 0.46$ y $K_x = 0.88$, ver gráfica anexo 2.

Cargas

Carga resistente de la columna a una excentricidad e_y :

$$P'_{uy} = K_y \cdot f'_c \cdot b \cdot h = (0.46)(210)(35 \cdot 35) = 118,335 \text{ kg}$$

Carga resistente de la columna a una excentricidad ex:

$$P'_{ux} = K_x \cdot f'_c \cdot b \cdot h = (0.88)(210)(35 \cdot 35) = 226,380 \text{Kg}$$

Carga axial resistente de la columna :

$$P'_o = \phi(0.85 \cdot f'_c (A_g - A_s) + A_s \cdot F_y) = 0.7(0.85 \cdot 210(1225 - 58.60) + 58.60 \cdot 2810)$$

$$P'_o = 261,007.88 \text{Kg}$$

Carga resistente de la columna

$$P'_u = \frac{1}{\frac{1}{P'_{uy}} + \frac{1}{P'_{ux}} - \frac{1}{P'_o}}$$

$$P'_u = \frac{1}{\frac{1}{118,335} + \frac{1}{226,380} - \frac{1}{261,007}} = 110,660.66 \text{Kg}$$

Como $P'_u > P_u$ el armado propuesto resiste las fuerzas aplicadas, caso contrario incrementar el área de acero hasta que cumpla.

Refuerzo transversal

Chequear V_r con V_u :

Si $V_r > V_u$, colocar estribos a $S = d / 2$

Si $V_r < V_u$, diseñar estribos por corte

Corte resistente

$$V_r = 0.85 \cdot 0.53 \cdot \sqrt{210} (35 \cdot 35) = 7,997.25 \text{ Kg}$$

$$V_u = 5,230.92$$

$V_r > V_u$; colocar estribos en zona no confinada a $d/2 = 32.5/2 = 16 \text{ cm}$

Confinamiento:

Longitud de confinamiento: se toma la mayor de los siguientes.

$$L / 6 = 2.55 / 6 = 0.43 \text{ m}$$

$$\text{Lado mayor de la columna} = 0.35 \text{ m}$$

$$48\emptyset \text{ varilla transversal.} = 0.4572 \text{ m}$$

$$16\emptyset \text{ varilla longitudinal.} = 0.41 \text{ m}$$

$$450 \text{ mm}$$

Longitud de confinamiento 0.45 m, en ambos extremos.

Espaciamiento de estribos en zona confinada

Relación volumétrica

$$\rho_s = 0.45[(A_g/A_c)-1]*(0.85*f'_c)/F_y]; \text{ chequear que } \rho_s \geq 0.12 \left(\frac{f'_c}{f_y} \right)$$

$$\rho_s \geq 0.12 \left(\frac{210}{2810} \right) = 0.00896$$

$$\rho_s = 0.45[(35^2/28^2)-1]*(0.85*210)/2810] = 0.0161$$

Espaciamiento en zona confinada:

$$S_1 = \frac{2A_v}{\rho_s * L_n} = \frac{2*0.71}{0.0161*28} \approx 5 \text{ cms}$$

Por tener varillas en las caras de la columna, se colocará estribos rotados a 45%, según ACI 318, artículo 7.10.5.3. Por tener doble estribo en zona confinada, el espaciamento se adopta de 5 cm.

Para las columnas del segundo nivel, se aplicó el procedimiento anterior.

Figura 30. Sección de columnas típicas de nivel.

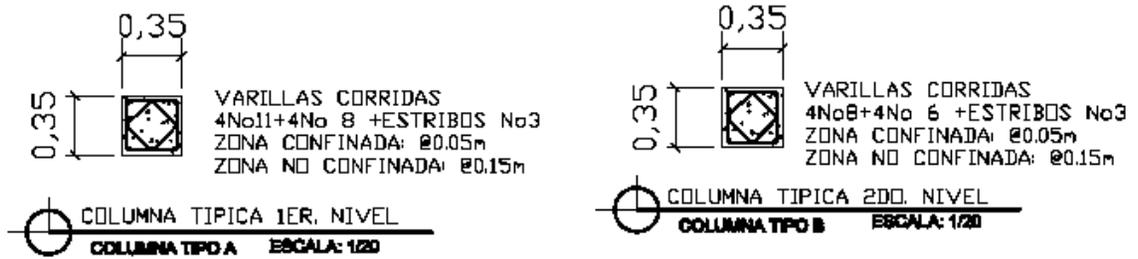
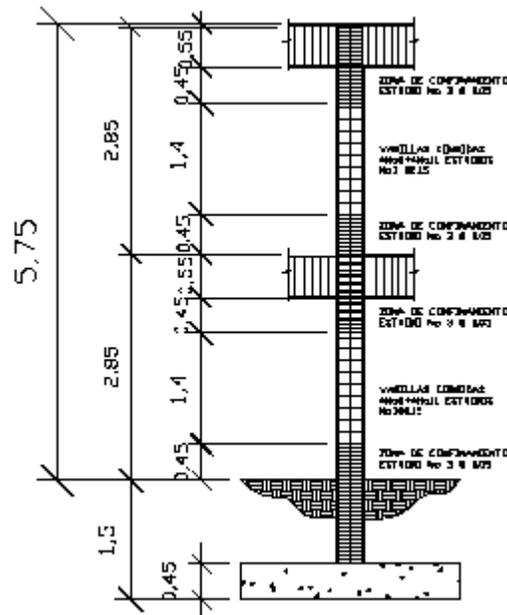


Figura 31. Detalle de armado de columnas típicas.



2.1.5.4 Cimientos

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.

Datos para diseño:

$$M_y = 21.072 \text{ ton-m}$$

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

$$M_x = 6.919 \text{ ton-m}$$

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

$$P_u = 89.635 \text{ ton}$$

$$V_s = 18.18 \text{ ton/m}^2$$

$$\gamma \text{ suelo} = 1.00 \text{ ton/m}^3$$

$$\gamma \text{ concreto} = 2.40 \text{ ton/m}^3$$

$$F_{cu} = 1.50 \text{ m}$$

$$\text{Desplante} = D_f = 1.50$$

$$\text{Recubrimiento: } 35 \text{ cm}$$

Cargas de trabajo:

$$P't = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{89.64}{1.50} = 59.76 \text{ ton}$$

$$M'y = \frac{M_y}{F_{cu}} = \frac{21.07}{1.50} = 14.05 \text{ ton-m}$$

$$M'x = \frac{M_x}{F_{cu}} = \frac{6.92}{1.50} = 4.61 \text{ ton-m}$$

Predimensionamiento del área de la zapata:

$$A_z = \frac{1.5 * P't}{V_s} = \frac{1.5 * 59.76}{18.18} = 4.93 \text{ m}^2$$

Se propone una sección de $2.75 * 2.75 = 7.56 \text{ m}^2 > 4.93 \text{ m}^2$

Comprobación de dimensión de zapatas:

$$P_{cg} = P't + P_{col} + P_{suelo} + P_{cimiento}$$

$$P_{cg} = 59.76 + (0.35 \cdot 0.35 \cdot 4.10 \cdot 2.40) + (2.75^2 \cdot 1.50 \cdot 1.00) + (3.75^2 \cdot 0.40 \cdot 2.40)$$

$$P_{cg} = 79.56 \text{ ton}$$

$$q = \frac{P_{cg}}{A_z} \pm \frac{M_y}{S_x} \pm \frac{M_x}{S_y}; \quad \begin{array}{l} q_{\text{máx}} < V.S. \\ q_{\text{mín}} > 0 \end{array}$$

$$S_x = S_y = 1/6 \cdot b \cdot h^2 = 1/6 \cdot 2.75^3 = 3.46 \text{ m}^3 \quad S_x = S_y = \frac{1}{6} b \cdot h; \quad b = h$$

$$q = \frac{79.56}{7.56} \pm \frac{4.61}{3.46} \pm \frac{14.05}{3.46}$$

$$q_{\text{max}} = 15.90 \text{ ton/m}^2 \quad \text{cumple, menor que } V_s$$

$$q_{\text{min}} = 5.14 \text{ ton/m}^2 \quad \text{cumple } > 0, \text{ no existe presiones de tensión en el suelo.}$$

Presión última:

$$q_{dis} = q_{\text{max}} \cdot F_{cu} = 15.90 \cdot 1.50 = 23.85 \text{ ton/m}^2$$

Peralte efectivo

$$d = t - \text{rec.} - \varnothing_{\text{var}}/2 \quad \text{con un t asumido} = 0.45\text{m}$$

$$d = 45 - 7.5 - 2.54/2$$

$$d = 36.71 \text{ cm}$$

Chequeo por 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.

Corte actuante

$$X = B/2 - b/2 - d \quad \Rightarrow \quad X = 2.75/2 - 0.35/2 - 0.3671 = 0.83$$

$$V_{\text{act}} = \text{área} * q_u = 23.85 * 0.883 * 2.75 = 57.91 \text{ ton}$$

Corte resistente

$$V_{\text{res}} = \varnothing * 0.53 * \sqrt{f'_c} * B * d = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 275 * 36.71 / 1000 = 65.90 \text{ ton}$$

$V_{\text{act}} < V_{\text{r}}$ si cumple; el peralte propuesto resiste al corte simple

Chequeo por corte punzonante

Este corte es producto del efecto que provoca la columna al intentar traspasar la zapata. El perímetro de la sección crítica de corte siempre se presenta a una distancia $d/2$ a partir del rostro de la columna.

$$V_r = \phi * 1.06 * \sqrt{f'_c} * B_o * d / 1000 = 0.85 * 1.06 * \sqrt{210} * 326.84 * 36.71 / 1000 = 156.66 \text{ ton}$$

$$D + \text{sección col} = 36.71 + 35 = 71.71 \text{ cms}$$

$$V_{act} = P_{dis} (A_{total} - A_{per}) = 23.85 (2.75 * 2.75 - 0.7171 * 0.7171) = 136.79 \text{ ton}$$

$$B_o = 4(d + 45)$$

$$B_o = 4(36.71 + 45) = 326.84$$

Como $V_{act} < V_r$, resiste por corte punzonante.

Diseño del refuerzo por flexión:

El refuerzo se calcula para cubrir el momento flector (**Mu**) en la zapata, como producto del empuje hacia arriba del suelo. El momento se calcula como para una losa en voladizo y está dado por: $M_u = q_u * L^2 / 2$, donde L es la distancia medida desde el rostro de la columna al borde de la zapata.

$$M_u = \frac{q_u * L^2}{2} = \frac{23.85 * 1.20^2}{2} = 17,172.00 \text{ Kg - m}$$

$$A_s = \left((275 * 36.71 - \sqrt{(275 * 36.71)^2 - \frac{17172 * 275}{0.003825 * 210}}) \right) \frac{(0.85 * 210)}{2810} = 18.77 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{mín}} = 14.1 / F_y (b * d) \Rightarrow 14.1 / 2810 (100 * 36.71) = 18.43 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{temp}} = 0.002 * b * h = 0.002 * 275 * 36.71 = 20.19 \text{ cm}^2$$

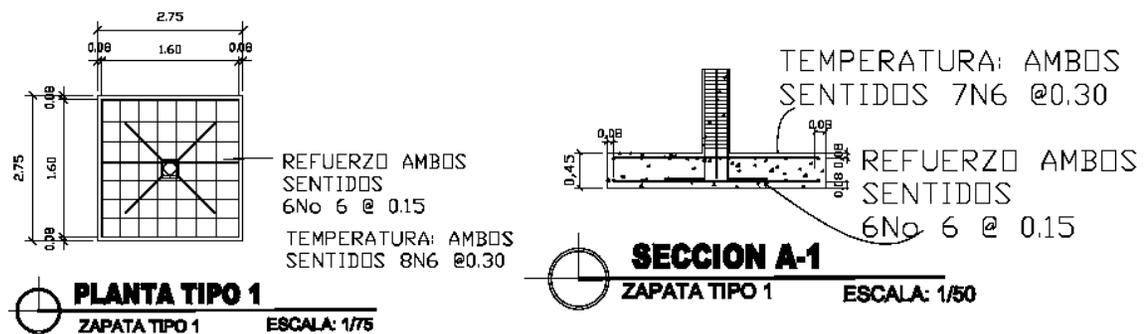
As requerido es menor al $A_{s\text{mín}}$, colocar armado con $A_{s\text{mín}}$.

Espaciamiento entre varillas:

Usando varilla No. 6

$$\#var = \frac{18.43}{2.85} = 7 \text{ var} \quad S = \frac{2.85}{18.43} = @ 0.15 \text{ en ambos sentidos en cama Inferior}$$

Figura 32. Detalle armado de zapata 1.



2.1.5.5 Gradadas

Elemento diseñado con el fin de conectar un nivel de piso a otro, compuesto por elementos horizontales (huella) y elementos verticales (contrahuella), formando un escalón. Los escalones están apoyados en una losa continua, como elemento inclinado con capacidad resistente a la flexión.

Que un módulo de gradadas sea cómodo y seguro, depende de su relación huella y contrahuella. Las siguientes relaciones garantizan la comodidad y funcionalidad de un módulo de gradadas:

Contrahuella: $C \leq 20 \text{ cm}$.

Huella: $H > C$

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

$C + H = 45 \text{ a } 48 \text{ cm}$

$C * H = 480 \text{ a } 500 \text{ cm}^2$

Datos:

Carga viva = 500 kg./m^2

$F'c = 210 \text{ kg./m}^2$

$Fy = 2810 \text{ kg./m}^2$

Altura (h) = 2.60 m

Procediendo al cálculo en sentido largo (5.90 m), dejando descanso de 2.00 m

Asumiendo huella = 30 cm y contrahuella = 16 cm

Número de huellas = $2.60/0.30 = 9$

$$\text{Número de contrahuellas} = H + 1 = 9 + 1 = 10$$

Chequeando relaciones de comodidad

$$C = 16 \text{ cm} < 20 \text{ cm}$$

$$H = 30 \text{ cm} > C$$

$$2 * 16 + 30 = 62 \text{ cm}$$

$$16 + 30 = 46 \text{ cm}$$

$$16 * 30 = 480 \text{ cm}^2$$

Todas las relaciones analizadas chequean, por lo tanto, las dimensiones consideradas son correctas.

Integración de cargas

$$CM = 1.4Wc * (t+c/2) = 1.4 * 2400 * (0.12 + 0.16/2) = 604.8 \text{ kg/m}^2$$

$$CV = 1.7WC = 1.7 * 500 = 850 \text{ kg/m}^2$$

$$Wu = 604.8 \text{ kg/m}^2 + 850 \text{ kg/m}^2 = 1454.80 \text{ kg/m}^2$$

Momentos actuantes

$$M(-) = \frac{w * L^2}{14} \rightarrow \frac{1454.8 * (2)^2}{14} = 415.66 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$M(+) = \frac{W * L^2}{9} \rightarrow \frac{1454.8 * (2)^2}{9} = 646.58 \text{ kg} - \text{m}$$

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14.1}{F_y} b*d = \frac{14.1*100*9.5}{2810} = 4.77\text{cm}^2$$

$$A_{s\text{máx}} = 0.5 * \rho_{\text{bal}} * b*d = 0.5*0.04*100*9.5 = 19\text{cm}^2$$

$$A_s = \left(b*d - \sqrt{(b*d)^2 - \frac{M*b}{0.003825*f'c}} \right) \frac{(0.85*f'c)}{F_y}$$

$$M(+)=646.58\text{kg-m}$$

$$A_s = \left(100*9.5 - \sqrt{(100*9.5)^2 - \frac{646.58*100}{0.003825*210}} \right) \frac{(0.85*210)}{2810} = 2.75\text{cm}^2$$

$$M(-)=415.66\text{kg-m}$$

$$A_s = \left(100*9.5 - \sqrt{(100*9.5)^2 - \frac{415.66*100}{0.003825*210}} \right) \frac{(0.85*210)}{2810} = 1.76\text{cm}^2$$

Se utilizará el $A_{s\text{mín}}=5.77\text{cm}^2$

Utilizando varillas No. 3

4.77cm²-----100cm

0.71cm²----- S

S = 15cm

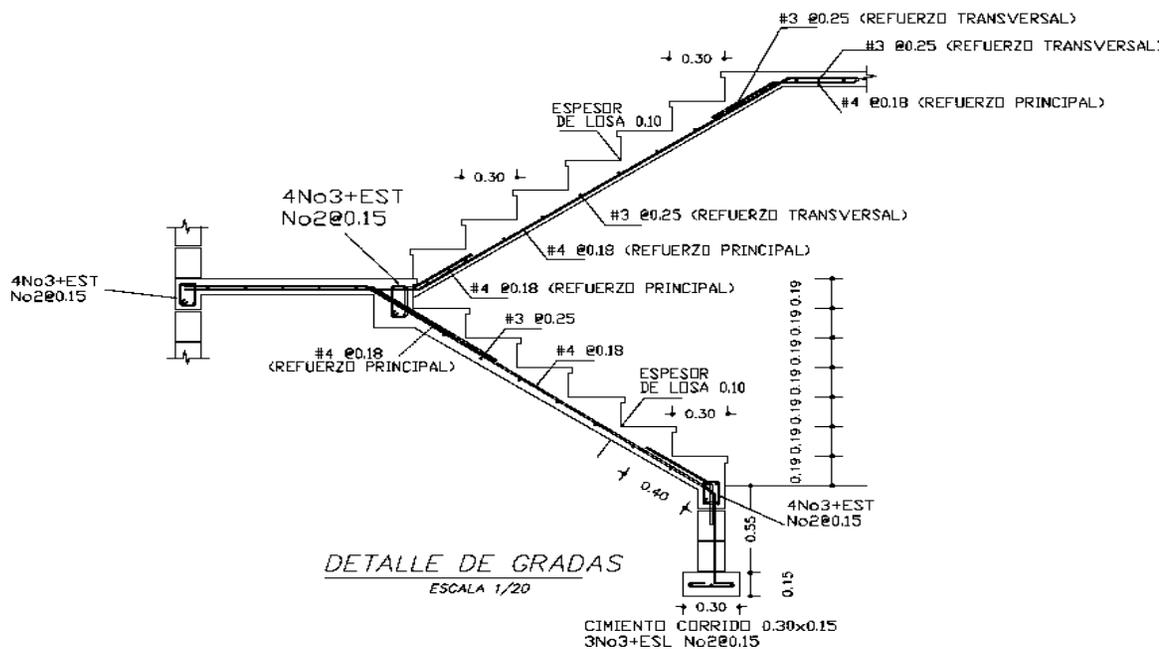
Se colocará varillas No. 3 @0.15m

Acero por temperatura

$$A_s(t) = 0.002 \cdot b \cdot t = 0.002 \cdot 100 \cdot 12 = 2.4 \text{ cm}^2$$

Colocar varillas No. 3 @0.25m

Figura 33. Detalle de escalera.



2.1.6 Instalaciones eléctricas

La instalación eléctrica para iluminación cuenta con tres circuitos en el primer nivel y uno en el segundo, cada circuito tiene un máximo de doce unidades (lámparas 2x40 tipo industrial). La instalación eléctrica de fuerza, cuenta con tres circuitos en el primer nivel y dos en el segundo, con un máximo de diez unidades por circuito.

2.1.7 Instalaciones hidráulicas

El sistema de agua potable tiene un circuito principal (circuito cerrado) para que la presión sea la misma en cada punto, con tubería PVC ϕ $\frac{3}{4}$ " , los abastos a utilizar serán tubería PVC ϕ $\frac{1}{2}$ " .

2.1.8 Planos constructivos

Los planos que se elaboraron son: planta amueblada, planta acotada, planta de acabados, planta de cimentación y columnas, detalle de vigas, detalles de gradas y muros, planta de instalaciones hidráulicas, planta de drenajes y planta de instalación eléctrica.

2.1.9 Elaboración de presupuesto

El presupuesto fue realizado a base de precios unitarios, integrando los costos directos: materiales de construcción y mano de obra calificada y no calificada, dentro de los costos indirectos: utilidades, administración, supervisión e imprevistos, se aplicó el 25%.

Los precios de los materiales se cotizaron en la cabecera municipal de Ciudad Vieja, los salarios de mano de obra, se consideraron los que la Municipalidad asigna para casos similares.

PRESUPUESTO					
Proyecto: Edificación de dos niveles para centro de salud					
Municipio: Ciudad Vieja					
Departamento: Sacatepéquez					
No	Descripción	Unidad	Cantidad	Unitario	Total
1	Limpieza trazo y nivelación	m ²	836.87	55.60	46,529.97
2	Excavación	m ³	431.06	52.80	22,759.97
3	Zapata 1	unidad	27.00	13,173.00	355,671.00
4	Zapata 2	unidad	11.00	13,173.00	144,903.00
5	Cimiento corrido	ml	223.82	240.65	53,862.28
6	Solera de humedad	ml	260.45	100.23	26,104.90
7	Solera intermedia	ml	188.81	100.23	18,924.43
8	Solera corona	ml	223.82	100.23	22,433.48
9	Solera final	ml	188.81	100.23	18,924.43
10	Levantado bajo solera de humedad	m ²	268.58	115.73	31,082.76
11	Levantado de muro (block de 15cm)	m ²	981.86	115.73	113,630.66
12	Levantado columnas C-1	ml	155.80	1,378.67	214,796.79
13	Levantado columnas C-2	ml	114.00	939.05	107,051.70
14	Levantado columnas C-3	ml	176.40	947.69	167,172.52
15	Bajada de aguas pluviales	ml	49.50	126.22	6,247.89
16	Vigas 1er. Nivel sentido X	ml	137.40	714.76	98,208.02
17	Vigas 2do. Nivel sentido X	ml	137.40	712.19	97,854.91
18	Vigas 1er. Nivel sentido Y	ml	157.36	803.05	126,367.95
19	Vigas 2do. Nivel sentido Y	ml	157.36	635.28	99,967.66
20	Losa prefabricada de entrepiso	m ²	747.82	274.33	205,149.46
21	Losa prefabricada de techo	m ²	747.82	248.25	185,646.32
22	Piso de granito	m ²	747.82	164.24	137,447.53
23	Puertas h=2,10	unidad	31.00	2,870.00	88,970.00
24	Ventanas varios tipos	m ²	45.00	856.70	38,551.50
25	Repello + Cernido de pared	m ²	981.86	42.26	41,493.40
26	Instalaciones eléctricas	global	1.00	29,895.87	29,895.87
COSTO TOTAL DEL PROYECTO:					2,499,648.39
COSTO POR METRO CUADRADO:					3,342.58

2.2 Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para un sector de las zonas 2 y 3

2.2.1 Descripción general del proyecto

Consiste en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, el cual estará conformado por 2,283.60 metros lineales, se utilizará tubería de PVC, con diámetros de 6" y 8" para el colector general, 4" para la conexión domiciliar y 30 pozos de visita la población a servir es de 5,174 habitantes, toda la tubería cumplirá con la norma ASTM 3034, se propone un tratamiento primario a base de fosas sépticas.

2.2.2 Levantamiento topográfico

Es el proceso de trabajo que se realiza previo al diseño de proyectos de ingeniería, el cual conlleva dos actividades en el campo: el levantamiento planimétrico y altimétrico, utilizando para este trabajo aparatos de precisión.

2.2.2.1 Planimetría

Es el estudio en el cual se representa la superficie terrestre en un plano horizontal, con la utilización de aparatos y métodos de cálculo adecuados. Con el fin de obtener las rutas adecuadas de desfogue y ubicación de los pozos de visita.

2.2.2.2 Altimetría

Para la altimetría de este proyecto se utilizó el método de nivelación compuesta, partiendo de un banco de marca sobre el eje de las calles.

Para la nivelación se utilizó el siguiente equipo:

- Un nivel de precisión marca Sokkia C-40
- Un estadal
- Una cinta métrica de 50 metros
- Estacas

2.2.3 Descripción del sistema a utilizar

El sistema de alcantarillado a diseñar es sanitario, es decir que los flujos por conducir son de aguas residuales domésticas. No existe en el lugar ningún tipo de industria o comercio de gran magnitud, que pueda afectar los valores de diseño.

2.2.4 Partes de un alcantarillado

1.2.4.1 Colector

Es la tubería por la que se conduce el agua residual, la cual debe funcionar como si se tratara de canales abiertos.

2.2.4.2 Pozos de visita

Sirven para verificar el buen funcionamiento del sistema, así como para efectuar limpieza y mantenimiento.

Pueden ser contruidos de cualquier material, siempre que sea impermeable, son de sección circular y diámetro mínimo de 1.20mts.

2.2.4.3 Conexiones domiciliars

Su finalidad principal es descargar las aguas residuales provenientes de las casas o edificios y llevarlas al colector central.

2.2.5 Período de diseño

El proyecto se diseñó para un período de diseño de 20 años, en el que se incluye 2 años para gestión de financiamiento.

2.2.6 Población futura

Se calculará la población futura por medio del método de incremento geométrico, por ser el más apto y el que se apega a la realidad del crecimiento poblacional de nuestro medio. Para el efecto se utilizará una tasa de crecimiento poblacional de 5%, esta se calculó con base a censos realizados en el lugar. La población actual a servir es de 1,950 habitantes.

$$Pf = Po(1 + R)^n$$

Donde:

Pf = Población futura = 5,174 habitantes

Po = Población actual = 1,950 habitantes

R = Tasa de crecimiento = 5%

n = Años proyectados = 20 años

$$Pf = 1950(1+0.05)^{20} = 5174 \text{ Hbs.}$$

2.2.7. Determinación de caudales

2.2.7.1 Factor de retorno

Se considera que entre el 75% al 95% del consumo de agua de una población retorna al alcantarillado. Para este caso se tomó un factor de retorno de 0.85, esto debido a las condiciones de las viviendas y al uso del agua en la región.

2.2. 7.2 Caudal sanitario

Este se determina realizando la sumatoria de los caudales: domiciliario, de conexiones ilícitas, de infiltración, industrial y comercial.

Donde:

$$Q \text{ sanitario} = Q \text{ dom} + Q \text{ inf.} + Q \text{ ilíc} + Q \text{ inf} + Q \text{ ind} + Q \text{ com}$$

2.2.7.2.1 Caudal domiciliar

Es el caudal que después de haber sido utilizado por los humanos, para la limpieza o producción de alimentos, es desechado y conducido hacia la red de alcantarillado; es decir, el agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación de agua potable, menos una porción que no será vertida al drenaje de aguas negras, como la que se usa para otras actividades no relacionadas directamente con las actividades comunes.

De esta forma, el caudal domiciliar o doméstico quedaría integrado de la siguiente forma:

$$Q \text{ dom} = \frac{\text{Dotación} * \text{No. Habitantes} * \text{factor de retorno}}$$

$$86,400$$

2.2.7.2.2 Caudal comercial

Este caudal es producido por los comercios que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario. Para este caso, no se tomó en cuenta, debido a que el sector es de uso residencial.

2.2.7.2.3 Caudal industrial

Este caudal es producido por las industrias que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario. Para este caso, no se tomó en cuenta, debido a que el sector es de uso residencial.

2.2.7.2.4 Caudal por conexiones ilícitas

Este caudal es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario. Según el INFOM puede tomarse como un porcentaje del caudal domiciliar equivalente al 10% como mínimo, según las condiciones.

Por no contar con la información necesaria para la utilización del método racional, el caudal de conexiones ilícitas se calculará por medio de los parámetros utilizados por la Asociación de Ingenieros Sanitarios de Colombia, tomando en cuenta que estos parámetros se adecuan a los valores característicos de nuestro país. Dichos parámetros oscilan entre los 50 a 150 lts/hab/día, para este caso se tomó un valor de 80 lts/hab/día.

2.2.7.2.5 Caudal de infiltración

Para la estimación del caudal de infiltración que entra en los alcantarillados, se toma en cuenta la profundidad del nivel freático del agua subterránea, con relación a la profundidad de las tuberías, la permeabilidad del terreno, el tipo de junta usada en las tuberías y la calidad de la mano de obra y supervisión con que se cuenta en la construcción. Para este caso es 0, ya que las tuberías son de PVC.

2.2.7.3 Factor de caudal medio

Regula la aportación del caudal en la tubería. Es la suma de los caudales doméstico, infiltración, por conexión ilícita, comercial e industrial.

Debe estar entre un rango de 0.002 a 0.005. Si da un valor menor, se toma 0.002 y si fuera mayor se toma 0.005. Este factor se calcula de la siguiente forma:

$$f_{qm} = \frac{(Q_{san})}{(\text{No Habitantes})}$$

2.2.7.4 Factor de Harmond

Está en función del número de habitantes localizados en el área de influencia. Regula un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico.

Se calcula por medio de la fórmula de *Harmond*:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{(P / 1000)}}{4 + \sqrt{(P / 1000)}}$$

Donde:

FH = Factor de *Harmond*

P = Población en miles

2.2.7.5 Caudal de diseño

Es la cantidad de aguas negras que transportará el alcantarillado sanitario en los diferentes puntos donde esta fluya, se calcula de la siguiente forma:

$$Q_{\text{diseño}} = (\# \text{ habitantes}) * (F.H.) * (f_{qm})$$

Donde:

habitantes = número de habitantes (actual, futuro)

F.H. = Factor de Harmond

fqm. = factor de caudal medio

2.2.8 Fundamentos hidráulicos

2.2.8.1 Ecuación de Manning para flujo de canales

Es una fórmula experimental para el cálculo de velocidad del flujo de canales. La ecuación de Manning se define de la siguiente manera:

$$V = \frac{[0.03429^3 * D^2 * S^{1/2}]}{n}$$

Donde:

V = velocidad = m/s

S = pendiente del terreno

D = diámetro de tubería = pulgadas

n = coeficiente de rugosidad

2.2.8.2 Relaciones de diámetro y caudales

Relación q/Q : relación que determina el porcentaje del caudal que pasa con respecto al máximo posible, $q_{\text{diseño}} < Q_{\text{sección llena}}$

Relación d/D : relación entre la altura del flujo dentro de la tubería (tirante) y el diámetro de la tubería. Se determina a través de las tablas de relaciones hidráulicas, según el valor de q/Q . La relación d/D debe estar comprendida dentro de $0.10 \leq d/D \leq 0.75$.

2.2.8.3 Relaciones hidráulicas

Relación v/V : relación entre la velocidad del flujo a sección parcial y la velocidad del flujo a sección llena. Para hallar este valor se utilizan las tablas de relaciones hidráulicas, según el valor de q/Q , una vez encontrada la relación de velocidades se puede determinar la velocidad parcial dentro de la tubería.

2.2.9 Parámetros de diseño hidráulico

2.2.9.1 Coeficiente de rugosidad

El valor del factor de rugosidad depende del tipo de tubería que se va a utilizar en el sistema. En la tabla VI se presentan diferentes tipos de tuberías y su respectivo coeficiente de rugosidad.

Tabla VII, Coeficientes de rugosidad

TIPO DE TUBERÍA	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD "n"
De cemento (cemento y arena)	0.015
De concreto (cemento y agregado)	0.013
De asbesto cemento	0.011
PVC centroamericano	0.010
PVC mexicano o de América del Sur	0.009
PVC Europeo - USA	0.007
De barro vitrificado	0.005

Fuente: Edwin Gudelio Pérez Cahuex, Planificación y diseño de pavimento rígido y drenaje pluvial de un sector de la zona 4, de la ciudad de San Marcos. Tesis ingeniero civil, página 48.

2.2.9.2 Sección llena y parcialmente llena

Para que el agua que conducen las alcantarillas, se desplace libremente proporcionando las condiciones para que el sistema funcione, debe cumplir con los parámetros establecidos para d/D y v/V . Para todo diseño de alcantarillado, es recomendable seguir la pendiente del terreno, dependiendo siempre si la pendiente va a favor o en contra del sentido del fluido.

2.2.9.3 Velocidades máximas y mínimas

La velocidad del flujo está determinada por el diámetro de la tubería, la pendiente del terreno y el tipo de material de la tubería a utilizar. Se determina por medio de la fórmula de Manning y la relación hidráulica de velocidades v/V , donde v es la velocidad del flujo y V es la velocidad a sección llena. Por norma, al utilizar tubería PVC, v no debe ser menor de 0.40 m/s para evitar sedimentación en la tubería, ni mayor de 4.00 m/s para evitar la erosión o desgaste del material.

2.2.9.4 Diámetro del colector

Se debe elegir un diámetro que cumpla con las relaciones hidráulicas y la velocidad adecuada, el INFOM indica un diámetro de tubería mínimo de 6" para tubería de PVC, en el colector principal.

2.2.9.5 Profundidad del colector

La profundidad de la tubería, depende del diámetro y de la carga que pueda tener la superficie, para que no afecte la tubería y pueda ocasionar fractura de la misma.

2.2.9.6 Profundidad mínima del colector

La profundidad mínima de la tubería, desde la superficie del suelo hasta la parte superior de la misma, en cualquier punto, será determinada de la siguiente manera:

Para tránsito normal (menor a 200 quintales) = 1.00 m

Para tránsito pesado (mayor a 200 quintales) = 1.20 m

2.2.9.6.2 Ancho de la zanja

Tabla VIII. Ancho libre de zanja dependiendo de la profundidad y diámetro de la tubería

Diámetro Nominal Pulgadas	Hasta 1,30 m	De 1,31 a 1,85m	De 1,86 a 2,35 m	De 2,36 a 2,85 m	De 2,86 a 3,35 m	De 3,36 a 3,85 m	De 3,86 a 4,35 m	De 4,36 a 4,85 m	De 4,86 a 5,35 m	De 5,36 a 5,85 m	De 5,86 a 6,35 m
6	0,60	0,60	0,65	0,65	0,70	0,70	0,75	0,75	0,75	0,80	0,80
8	0,60	0,60	0,65	0,65	0,70	0,70	0,75	0,75	0,75	0,80	0,80
10		0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,75	0,75	0,75	0,80	0,80
12		0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,80	0,80
16		0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
18		1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
20		1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
24		1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
30		1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55

Fuente: Instituto de Fomento Municipal, Especificaciones Generales y Técnicas para Construcción, Tabla XVI-3.

2.2.9.6.3 Volumen de excavación

El cálculo de la excavación depende de la profundidad de la tubería, de la longitud del tramo y del ancho de la zanja, así:

$$\text{Excavación}=(\text{ancho zanja})(\text{profundidad tubería})(\text{longitud tramo})$$

2.2.9.6.4 Cotas invert

Es la cota o altura a la parte inferior de la tubería, se trabaja conjuntamente con la rasante del pozo de visita para determinar la profundidad del mismo.

Esta se obtiene con la pendiente de la tubería y la distancia del tramo entre pozos, tomando las siguientes especificaciones:

- La cota invert de salida se coloca, como mínimo, tres centímetros por debajo de la invert de entrada.
- Cuando el diámetro de la tubería que entra al pozo es mayor que el diámetro de la tubería de salida, la invert de salida estará colocada por debajo una dimensión igual al diámetro de la tubería de entrada.

2.2.10 Ubicación de los pozos de visita

Se deben colocar en los siguientes casos:

- Al inicio de cualquier tramo.
- En intersecciones de tuberías.
- En cambios de diámetro de tubería.
- En cambios de dirección de tubería.
- En tramos rectos a distancias no mayores a 100 metros.

2.2.11 Profundidad de los pozos de visita

La cota del fondo del pozo se obtiene restándole a la cota invert de salida del pozo 0.15 mts., que se utiliza como colchón. Y el ancho del pozo depende del diámetro de la tubería, tomándolo de la siguiente tabla:

Tabla IX. Profundidad de pozos de visita

Diámetro de Tubería	Diámetro Mínimo del Pozo (mts.)
10"	1,50
12"	1,50
16"	1,50
18"	1,50
20"	1,50
24"	1,75
30"	1,75
36"	2,00
42"	2,25
60"	2,80

Fuente: Municipalidad de Guatemala, Dirección de Obras Municipales Normas, Reglamento y Manual de Drenajes, Norma 205-b

2.2.12 Características de las conexiones domiciliarias

Caja o candela

Esta es colocada para inspección y limpieza, su función es recibir, depositar y conducir las aguas provenientes de las viviendas al colector principal, por medio de la tubería secundaria. Se construyen de mampostería, tubos de concreto en posición vertical, con un diámetro mínimo de 12 pulgadas, y tapadera de concreto reforzado para inspección.

Tubería secundaria

Es la tubería que interconecta la caja o candela con el colector principal, con el objetivo de evacuar las aguas provenientes de las viviendas, es de 6 pulgadas en tubos de concreto y 4 pulgadas para tubería de PVC, debe tener una pendiente mínima de 2%.

La conexión con el colector central, se hará en el medio diámetro superior por medio de accesorio de silleta Yee a un ángulo de 45 grados.

2.2.13 Diseño hidráulico

Población actual: 1,950 habitantes

Tasa de crecimiento: 5 %

Período de diseño: 20 años

Densidad de vivienda: 6 hab / vivienda

Dotación de agua potable: 150 lts /hab /día

Materia a utilizar: tubería PVC

Población futura: 5,174 habitantes

Período de diseño: 20 años

Factor de retorno: 0.85

Coefficiente de rugosidad (n): 0.01

2.2.14 Ejemplo de diseño de un tramo

Se utilizará como ejemplo el tramo entre el PV-4 al PV-3

Distancia: 88.00 mts

Cota terreno inicio: 118.35 mts

Cota terreno final: 112.26 mts

Pendiente del terreno (S)

$$S = \frac{(CFT - CIT) * 100}{Dh} = \frac{(118.35 - 112.26) * 100}{88.00} = 6.92$$

Población futura (Pf)

$$Pf = Po(1 + R)^n \quad \text{con } R=5\% \text{ y } n=20$$

$$Pf = 72(1 + 0.05)^{20} = 191 \text{ hab.}$$

Factor de Harmond (FH)

Actual

$$FH = \frac{(18 + \sqrt{0.072})}{(4 + \sqrt{0.072})} = 4.28$$

Futuro

$$FH = \frac{(18 + \sqrt{0.191})}{(4 + \sqrt{0.191})} = 4.16$$

Caudal domiciliar (Q_{dom}):

Actual

Futuro

$$Q_{dom} = \frac{150 * 72 * 0.85}{86400} = 0.11 \text{ lt/s}$$

$$Q_{dom} = \frac{150 * 191 * 0.85}{86400} = 0.28 \text{ lt/s}$$

Caudal de conexiones ilícitas (Q_{ci}):

Actual

$$Q_{ci} = \frac{80 \text{ lt / hab / día} * 72 \text{ hab}}{86400} = 0.06 \text{ lt/s}$$

Futuro

$$Q_{ci} = \frac{80 \text{ lt / hab / día} * 191 \text{ hab}}{86400} = 0.17 \text{ lt/s}$$

Caudal sanitario (Q_s):

Actual

$$Q_{sanitario} = 0.11 + 0.06 = 0.17 \text{ ls / seg}$$

Futuro

$$Q_{\text{sanitario}} = 0.28 + 0.17 = 0.45 \text{ ls / seg}$$

Factor de caudal medio (*f_{qm}*):

Actual

$$f_{qm} = \frac{Q_{\text{san}}}{\text{num.hab}}$$

Futuro

$$f_{qm} = \frac{Q_{\text{san}}}{\text{num.hab}}$$

Actual

$$f_{qm} = \frac{0.17}{72} = 0.002$$

Futuro

$$f_{qm} = \frac{0.45}{191} = 0.002$$

Caudal de diseño (*Q_{dis}*):

$$Q_{\text{diseño}} = \text{núm.dehab} \times f_{qm} \times FH$$

Actual

$$Q_{\text{diseño}} = 72 \times 0.002 \times 4.28 = 0.62 \text{ lts/s}$$

Futuro

$$Q_{\text{diseño}} = 191 \times 0.002 \times 4.16 = 1.59 \text{ lts/s}$$

Cálculo de velocidad y caudal a sección llena:

Fórmula de Manning.

Velocidad:

$$V = \frac{0.003429^3 \sqrt{\phi^2} * \sqrt{S}}{n}$$

Donde

ϕ : Diámetro de la tubería

S: Pendiente de la tubería

n: Coeficiente de rugosidad

Pendiente de la tubería: 6.92%

$$V = \frac{0.003429^3 \sqrt{6^2} * \sqrt{0.0692}}{0.01} = 2.978 \text{ mts/s}$$

Caudal:

$$Q = V \times A$$

Donde:

A = Área a sección llena

V = Velocidad a sección llena

$$Q = 2.978 \text{ mts/s} \times 0.01824 \text{ m}^2 = 0.0543 \text{ mt}^3/\text{s}$$

$$Q = 54.32 \text{ lts/seg}$$

Relaciones hidráulicas:

Actual

$$q \text{ diseño} / Q = \frac{0.62 \text{ lts/s}}{54.32 \text{ lts/s}} = 0.011$$

Futuro

$$q \text{ diseño} / Q = \frac{1.59 \text{ lts/s}}{54.32 \text{ lts/s}} = 0.029$$

De las tablas de relaciones hidráulicas, con los valores $q_{\text{diseño}}/Q$ se obtienen:

Actual

$$v/V = 0.3339$$

$$v = V * 0.3339$$

$$v = 2.978 * 0.3339 = 0.99 \text{ m/s}$$

$$d/D = 0.075$$

Futuro

$$v/V = 0.442883$$

$$v = V * 0.442883$$

$$v = 2.978 * 0.442883 = 1.32 \text{ m/s}$$

$$d/D = 0.117$$

Chequeo de límites hidráulicos:

$$q_{\text{diseño}} < Q \quad \rightarrow \quad 0.62 \text{ lt/s} < 54.32 \text{ lt/s}$$

$$0.40 \text{ m/s} < v < 4.00 \text{ m/s} \quad \rightarrow \quad 1.32 \text{ m/s}$$

$$0.10 \leq d/D \leq 0.75 \quad \rightarrow \quad 0.075$$

De las relaciones hidráulicas, la concerniente a tirante (d/D) no cumple, sin embargo esto es comprensible, por tratarse de un tramo inicial, por lo que se acepta, ya que en cuanto a velocidad está dentro de los límites establecidos. Ver cuadro de resumen en anexo 4.

2.2.15 Desfogue

2.2.15.1 Ubicación

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), establece que todo sistema de alcantarillado sanitario, debe poseer un tratamiento antes de la descarga final hacia un sistema hídrico natural.

Para este proyecto se propone un tratamiento primario, para luego, ser desfogadas al río Guacalate.

2.2.15.2 Propuesta de tratamiento

2.2.15.2.1 Diseño de fosas sépticas

La fosa séptica es una unidad de tratamiento primario, consistente en una o varias cámaras, convenientemente construidas para retener las aguas residuales. Cumple con la función de sedimentar y digerir los sólidos, permite la retención del material de grasas contenida en estas, transformándolos anaeróticamente en sustancias y compuestos más simples y estables.

Será necesario construir 5 fosas sépticas, tomando como parámetro que la capacidad máxima por fosa séptica, es de 55-60 viviendas/fosa.

El parámetro de lodos acumulados, por habitante y período de limpieza, es de 30 a 80 lt/hab/año, por lo que se tomará para este cálculo un valor medio de 45 lt/hab/año.

Para el mantenimiento se recomienda tener en cuenta los tiempos para las acciones de limpieza, que depende de la intensidad de su uso, en este caso se deberá hacer una inspección cada seis meses y se realizará limpieza cada dos años, extrayendo el 90% de los lodos existentes, el 10% deberá permanecer en la fosa, ya que servirá para inocular las futuras aguas residuales.

Volumen de fosa séptica

Volumen de líquidos= 60 viv. * 6 hab/viv.* 150 lt/hab/día * 0.85 * 1 día

Volumen de líquidos= 45.90 m³

Volumen de lodos = 45 lt/hab/año * 60 viv. * 6 hab/viv. * 2 años

Volumen de lodos = 32.40m m³

Volumen de fosa = 78.30m m³

Dimensiones de fosa séptica

$$L = 2 * A$$

donde: L = largo

A = ancho

$$h = 2.50 \text{ m}$$

h = altura

$$\text{Volumen de fosa} = h * L * A$$

$$78.30 \text{ m}^3 = 2.50\text{m} * 2A^2$$

$$A = 3.96 \text{ m}; L = 6.96\text{m}$$

La fosa tendrá dimensiones internas de: ancho 3.96 m, largo 6.96m y una altura de 2.50m.

2.2.15.2.2 Dimensionamiento de los pozos de absorción

Es la última unidad de tratamiento, para evitar contaminar aguas subterráneas. Su diseño también depende de la permeabilidad que presente el terreno en el cual se realizará el desfogue.

Debido a que la descarga se realizará en un zanjón de zona árida donde no existe uso productivo de ningún tipo, ni riesgos a contaminación de afluentes, el diseño de los pozos de absorción no tiene aplicación en este proyecto.

2.2.15.3 Administración, operación y mantenimiento

Es necesario seleccionar al personal adecuado para realizar la inspección del sistema de drenaje sanitario, ya que por el uso constante del mismo está en riesgo a deteriorarse, así como por obstrucciones en el flujo normal de los desechos, pueden ocasionar daños al sistema que ocasionen problemas en la circulación libre de los desechos.

La inspección periódica de los elementos que componen el alcantarillado, es de vital importancia, por lo menos cada 6 meses.

2.2.15.4 Elaboración de planos

Los planos elaborados para este proyecto son: planta general, densidad de vivienda, planta-perfil de colector central y ramales y los detalles de pozos de visita, conexiones domiciliarias y fosa séptica.

2.2.15.5 Elaboración de presupuesto

El presupuesto se elaboró con los criterios que se aplicaron en el proyecto del edificio para centro de salud.

PRESUPUESTO					
Proyecto: Sistema de alcantarillado sanitario Zonas 2 y 3					
Municipio: Ciudad Vieja					
Departamento: Sacatepéquez					
No	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Replanteo Topográfico	ml	2,283.60	3.25	7,421.70
2	Excavación	m3	6,143.37	60.00	368,602.20
3	Tubería 6" PVC Norma 3034	ml	2,052.01	153.84	315,681.22
4	Tubería 8" PVC Norma 3034	ml	231.59	238.20	55,164.74
5	Retiro y reposición adoquín	m ²	13,701.60	23.40	320,617.44
6	Relleno y compactación	m3	4,914.70	45.50	223,618.85
7	Pozo 1.4mts -2.4mts	Unidad	26.00	8,658.50	225,121.00
8	Pozo 2.41mts -3.4mts	Unidad	2.00	12,620.35	25,240.70
9	Pozo 3.41mts -4.60mts	Unidad	2.00	14,350.74	28,701.48
10	Conexión Domiciliar	Unidad	352.00	1,720.92	605,763.84
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					2,175,933.17

2.3 Diseño del sistema de alcantarillado pluvial para un sector de las zonas 2 y 3

2.3.1 Diseño del sistema

2.3.1.1 Descripción del sistema a utilizar

Para el diseño del sistema de alcantarillado pluvial, se tomaron en cuenta varios aspectos como la intensidad de lluvia, el área tributaria que contribuye a cada una de las tuberías y se aprovecharon las pendientes del terreno, con las que cuenta el municipio actualmente, entre otros.

Se utilizó tubería de concreto, la cual deberá poseer una estructura homogénea de igual espesor en toda su longitud, impermeable, con una superficie interior lisa, libre de grietas o fracturas parciales. Para las juntas de cada tubería será utilizada sabieta, siendo esta de un espesor de 0.02 mts y un ancho de 0.10 mts. en la unión de los tubos.

2.3.1.2 Características del suelo

El subsuelo de la cabecera municipal es de un material común, constituido por arena con limo de color café, debido a que no es roca puede excavarse a mano o por medios mecanizados. Esto hace que no sea difícil la excavación del mismo para la construcción de los pozos y la colocación de la tubería, influenciando también en el renglón de excavación por el pago de la mano de obra.

2.3.1.3 Determinación del coeficiente de escorrentía

Debido a que cuando llueve, un porcentaje del agua se evapora, infiltra o es absorbido por áreas jardinizadas, el coeficiente de escorrentía que se toma en consideración para los cálculos hidráulicos, es un porcentaje del agua total llovida. El valor de este coeficiente depende del tipo de superficie que se esté analizando. Mientras más impermeable sea la superficie, mayor será el valor del coeficiente de escorrentía.

La siguiente tabla muestra algunos valores de escorrentía, dependiendo de la superficie que sea analizada:

Tabla X. Valores para coeficiente de escorrentía

SUPERFICIE	C	ADOPTADA
Techos	0.70 a 0.95	0.70
Pavimentos de concreto y asfalto	0.85 a 0.90	
Pavimentos de piedra, ladrillo o madera en buenas condiciones	0.75 a 0.85	0.75
Pavimentos de piedra, ladrillo o madera en malas condiciones	0.60 a 0.70	
Calles macademizadas	0.25 a 0.60	
Calles y banquetas de arena	0.15 a 0.30	
Calles sin pavimento, lotes desocupados, etc.	0.10 a 0.30	
Parques, canchas jardines, prados, etc.	0.05 a 0.25	0.05
Bosques y tierra cultivada	0.01 a 0.20	

Fuente: Departamento de Acueductos y Alcantarillados, Dirección General de Obras Públicas, tabla No. 1

El cálculo del coeficiente de escorrentía promedio se realizará de la siguiente manera:

$$C = \frac{\sum (c \times a)}{\sum a}$$

Donde:

c = Coeficiente de escorrentía de cada una de las áreas parciales

a = Áreas parciales (en hectáreas)

C = Coeficiente de escorrentía promedio

2.3.1.4 Determinación de lugares de descarga

Como lugares de descarga se buscaron puntos donde los desfuegos fueran en ríos. El río Guacalate bordea el municipio, por lo que se utilizaron dos puntos de desfogue que llegan directamente al río.

2.3.1.5 Intensidad de lluvia

El espesor de la lámina de agua caída por unidad de tiempo es llamado intensidad de lluvia, suponiendo que el agua permanece en el sitio donde cayó.

La intensidad de lluvia es medida en mm / hora, para el cálculo de la intensidad de lluvia, es necesario conocer primero algunos términos:

Tiempo de concentración

Es el tiempo que emplea el agua superficial, para descender desde el punto más remoto de la cuenca hasta la sección de estudio. En tramos iniciales, el tiempo de concentración se estimará en 12 minutos.

En tramos consecutivos, el tiempo de concentración se estimará por la fórmula siguiente:

$$t_n = t_{n-1} + \frac{L}{(60)(v_{n-1})}$$

En donde:

t_n = Tiempo de concentración hasta el tramo considerado (min.)

t_{n-1} = Tiempo de concentración hasta el tramo anterior (min.)

L = Longitud del tramo anterior (mts.)

v_{n-1} = Velocidad a sección llena en el tramo anterior (mts./seg.)

Cuando en un punto sean concurrentes dos o más ramales, t_{n-1} se tomará igual al del ramal que tenga el mayor tiempo de concentración.

Para calcular la intensidad de lluvia, se basó en la estación de la Ciudad de Guatemala con un período de diseño de 20 años.

Tabla XI. Intensidad de lluvia

	2 años	5 años	10 años	20 años
Ciudad de Guatemala	$\frac{2338}{t+18}$	$\frac{3706}{t+22}$	$\frac{4204}{t+23}$	$\frac{4604}{t+24}$
Bananera, Izabal	$\frac{5771.50}{t+48.98}$	$\frac{7103.95}{t+53.80}$	$\frac{7961.65}{t+56.63}$	$\frac{8667.77}{t+58.43}$
Labor Ovalle, Quetzaltenango	$\frac{977.7}{t+3.80}$	$\frac{1128.5}{t+3.24}$	$\frac{1323.5}{t+3.48}$	
El Pito Chicolá, Suchitepéquez	$\frac{11033.6}{t+101.10}$	$\frac{11618.7}{t+92.19}$	$\frac{13455.2}{t+104.14}$	
La Fragua, Zacapa	$\frac{3700.5}{t+50.69}$	$\frac{3990.5}{t+41.75}$	$\frac{4049.0}{t+37.14}$	

Fuente: Departamento de Acueductos y Alcantarillados, Dirección General de Obras Públicas, tabla No. 2

2.3.1.6 Pendiente de tubería

Para el cálculo de la pendiente, no existen rangos de pendiente mínima o máxima. Se toma como pendiente de la tubería, la pendiente del terreno, si con esta pendiente no verifican las velocidades y el tirante, se debe incrementar o reducir la misma.

En este caso, la mayoría de los casos fueron calculados con las pendientes del terreno, ya que la topografía y la ubicación de los desfogues así lo permitían.

2.3.1.7 Diámetro de tubería

Para alcantarillado pluvial con tubería de concreto, el diámetro mínimo es de 10". Esto es en los tramos de inicio e inclusive en algunos tramos en donde el área tributaria acumulada no tiene gran valor. Los diámetros comerciales en tubería de concreto son de 10", 12", 16", 18", 20", 24", 30", 36", 42" y 60" y a partir de tubería de 24", existen las tuberías reforzadas o de alta resistencia. En este proyecto se utilizaron diámetros de 10", 12", 16", 18", 20", 24" y 36", 42" y 60".

2.3.1.8 Velocidades y caudales a sección llena

Para el cálculo del caudal, velocidad, diámetro y pendiente se utilizó la fórmula de Manning, transformada al sistema métrico para secciones circulares:

$$V = \frac{0.03429}{n} (D^{2/3})(S^{1/2})$$

En donde:

V = Velocidad del flujo a sección llena (m/seg.)

D = Diámetro de la sección circular (pulgadas)

S = pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

2.3.1.9 Revisión de relaciones

El caudal de diseño debe ser menor que el caudal a sección llena, la relación del tirante a sección parcial con el tirante a sección llena d/D debe ser menor o igual a 0.90 y mayor que 0.10.

2.3.1.10 Cotas invert

La cota invert es la altura a la que se encuentra la tubería, medida hasta la parte inferior e interior de la misma. Se calculó tomando la cota del terreno inicial y restándole la profundidad inicial de la tubería, de igual manera para la cota del terreno final con la profundidad final de la tubería.

2.3.1.11 Ejemplo de diseño de un tramo

Se utilizará como ejemplo el tramo entre el PV-2 al PV-1

$$\text{Pendiente} = \frac{\text{cota del terreno inicial} - \text{cota del terreno final} (100)}{\text{longitud del tramo}}$$

$$\text{Pendiente} = \frac{107.62 - 104.38(100)}{86.63} = 3.74\%$$

El área tributaria es la que se encuentra entre el pozo 2 y el pozo 1, el área tributaria acumulada es la que llega al pozo 2.

Área = 0.59 Has.

Área acum. = 1.64Has.

Tiempo de concentración, no es tramo inicial, es el siguiente:

$$t_n = t_{n-1} + \frac{L}{(60)(v_{n-1})}$$

El tiempo de concentración en el pozo 2 será:

$$t_2 = 12 + \frac{86.63}{60 * 2.46} = 12.59$$

La intensidad de lluvia se calcula de la siguiente forma:

$$I = \frac{4609}{(t + 24)} \qquad I = \frac{4609}{(12.59 + 4)} = 79.81 \text{ mm/h}$$

Calculando el caudal acumulativo con todos los valores anteriores:

$$q = \frac{CIA}{360} (1000)$$

$$q = \frac{(0.52 * 79.81 * 1.64)(1000)}{360} = 189.06 \text{ lts/seg.}$$

La pendiente de la tubería, con la que se empezará a calcular,000 será la misma que la pendiente del terreno, equivalente a 3.74%

El caudal y la pendiente que se tiene, se comprobaran con una tubería de diámetro de 14", utilizando una rugosidad de 0.015.

Velocidad a sección llena:

$$V = \frac{0.03429(D^{2/3})(S^{1/2})}{n}$$

$$V = \frac{0.03429(30^{2/3})(0.0374^{1/2})}{0.015} = 2.56 \text{ mts} / \text{s}$$

Caudal a sección llena:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 2.56 \times 0.0993$$

$$Q = 2.54 \text{ mts/seg} = 254.21 \text{ lts/seg}$$

Para la verificación de las relaciones hidráulicas, se calcula q/Q:

$$q/Q = \frac{189.06 \text{ lts} / \text{seg}}{254.21 \text{ lts} / \text{seg}} = 0.74$$

Se busca este valor en las tablas, obteniendo los siguientes resultados:

$$d/D = 0.641 \quad v/V = 1.094$$

Para obtener la velocidad del caudal pluvial, se despeja de $v/V = 1.094$ la velocidad como se muestra a continuación:

$$v/V = 1.094 \quad v = 1.094 \times 2.56 = 2.80$$

La velocidad a sección parcial está en el rango entre 0.60 mts/seg y 3.00 mts/seg, la relación d/D es menor que 0.90, por lo tanto el diámetro propuesto es correcto.

Cotas invert:

$$C_{inv} \text{ inicial} = C_{is} - 0.03$$

$$C_{inv} \text{ final} = C_{inv} \text{ inicial} (S \times D) / 100$$

Donde:

C_{is} : Cota invert de salida anterior

0.03: Se utilizan como colchón dentro del pozo

$C_{inv} \text{ inicial}$ = cota invert inicial

$C_{inv} \text{ final}$ = cota invert final

S = pendiente del tubo

D = distancia del tramo

$$C_{inv} \text{ inicial} = 106.09 - 0.03 = 106.06 \text{ mts}$$

$$C_{inv} \text{ final} = 106.06 - (0.0374 \times 86.63) = 102.82 \text{ mts}$$

2.3.1.12 Profundidad de pozo de visita

La cota del fondo del pozo se obtiene restándole a la cota invert de salida del pozo 0.15 mts., que se utilizan como colchón.

Los pozos de visita se deben colocar en los extremos superiores de ramales iniciales, en intersecciones de ramales, en el cambio de diámetros de tubería, en cambios de pendiente y en cambios de dirección horizontal.

No se puede permitir una distancia mayor entre pozos de 100 mts, para diámetros hasta de 24", y una distancia mayor de 300 mts en diámetros superiores a 24".

2.3.1.13 Ubicación de tragantes

Los tragantes son dispositivos de captación y recolección de las aguas pluviales. El tipo de tragante a utilizar en este proyecto es de acera lateral. Deberán ubicarse en los puntos más bajos de la sección típica de la calle. Si se coloca un tragante en la esquina, la distancia mínima del tragante al borde de la calle será de 3 mts.

Los tragantes de acera se conectarán a un pozo de visita, cuentan con una tapadera de acceso.

Los tragantes son construidos de ladrillo de barro cocido en las paredes y siendo las tapaderas de concreto reforzado.

2.3.2 Ubicación de los desfogues

Por la topografía del terreno, se ubicaran 2 desfogues hacia el río Guacalate, el primero está sobre la 1a. calle y 2a. avenida de la zona 3, el segundo desfogue se encuentra en la 1a. calle sobre la 2a. avenida de la zona 2.

2.3.3 Planos

El juego de planos que se elaboró es: Planta general, Planta y perfiles, detalles pozos y tragantes.

2.3.4 Presupuesto alcantarillado pluvial

PRESUPUESTO					
Proyecto: Sistema de alcantarillado Pluvial Zona 2 y 3					
No	Descripción	Unidad	Cantidad	Unitario	Total
1	Excavación	m3	13,009.63	52.80	686,908.46
2	Relleno y compactación	m3	10407.7	45.50	473,550.35
3	Tubería de concreto 10"	tubo	659.00	80.18	52,838.62
4	Tubería de concreto 12"	tubo	659.00	120.22	79,224.98
5	Tubería de concreto 16"	tubo	73.00	161.08	11,758.84
6	Tubería de concreto 18"	tubo	146.00	186.19	27,183.74
7	Tubería de concreto 20"	tubo	73.00	230.23	16,806.79
8	Tubería de concreto 22"	tubo	50.00	300.30	15,015.00
9	Tubería de concreto 36"	tubo	100.00	860.86	86,086.00
10	Tubería de concreto 42"	tubo	74.00	1,091.09	80,740.66
11	Tubería de concreto 60"	tubo	74.00	4,004.00	296,296.00
12	Ladrillo tayuyo 0.065*0.11*0.23mts	millar	2.30	2,000.00	4,600.00
13	Pozo 1.4mts -2.4mts	Unidad	27.00	8,658.50	233,779.50
14	Pozo 3.41mts -4.60mts	Unidad	3.00	14,350.74	43,052.22
15	Retiro y reposición adoquín	m ²	13,701.60	23.40	320,617.44
16	Tragantes	unidad	49.00	3,347.59	164,031.91
17	Retiro material desperdicio	m3	2,601.93	58.00	150,911.94
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					2,743,402.45

2.4 Evaluación de impacto ambiental

2.4.1 Definición de impacto ambiental y de Evaluación de Impacto Ambiental, EIA”

Podría definirse el impacto ambiental como la alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de sus componentes, con cierta magnitud y complejidad, originado o producido por los efectos de la acción o actividad humana.

Debe quedar explícito, sin embargo, que el término impacto no implica negatividad, ya que este puede ser tanto positivo como negativo.

La evaluación de impacto ambiental inicial es el análisis de las posibles consecuencias de un proyecto sobre la salud ambiental, la integridad de los ecosistemas y la calidad de los servicios ambientales, que estos están en condiciones de proporcionar.

2.4.2 EIA del proyecto de drenaje sanitario

Este proyecto no tendrá impacto ambiental negativo permanente, ya que solo sucederá durante la época de construcción, donde el suelo sufrirá un leve cambio por ser removido al momento de la excavación, provocando dificultades en el tránsito y posibles problemas de polvo debido al viento.

Como impacto ambiental positivo se tiene la eliminación de aguas servidas, que fluyen sobre la superficie del suelo del lugar, eliminando con esto cualquier posibilidad de contaminación del nivel freático.

También cabe mencionar, la eliminación de fuentes de proliferación de enfermedades, debido a que se establece una mejor situación ambiental, y un mejoramiento en cuanto a la calidad de vida, para los pobladores de la aldea.

2.4.3 Medidas de mitigación

Las medidas de mitigación son consideraciones expuestas en forma de planes descriptivos, sobre las acciones a tomar, para contrarrestar y mitigar los efectos causados por los impactos negativos.

Uno de los factores importantes es la protección a los trabajadores, para lo cual se deberá disminuir la exposición de estos a las aguas residuales, ya que los efectos pueden ser dañinos a la salud. Por lo tanto deberán emplear durante sus labores: mascarilla para el polvo y olores, protectores auditivos tipo tapón, guantes de caucho y botas de caucho antideslizantes.

El mantenimiento o supervisión de cada una de las partes del sistema de la red de drenaje sanitario deberá ser de manera periódica, ya que lo que se pretende es disminuir el riesgo de que pueda colapsar.

Para ello, se deberá contar con un trabajador o miembro de la comunidad, que realice inspecciones mensuales en el sistema de alcantarillado, verificando que su funcionamiento sea el adecuado.

2.5 Evaluación socioeconómica

2.5.1 Valor presente neto

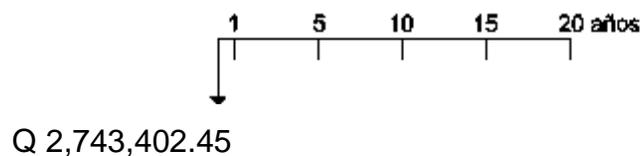
Este método se utiliza por dos razones: la primera, porque es de muy fácil aplicación y la segunda, porque todos los ingresos y egresos futuros, se transforman al presente y así puede verse fácilmente, si los ingresos son mayores que los egresos.

Cuando el VPN es menor que cero, implica que hay una pérdida a una cierta tasa de interés, por el contrario si el VPN es mayor que cero, presenta una ganancia.

$$\text{VPN} = \text{ingresos} - \text{egresos}$$

Debido a que este es un proyecto de beneficio social, no se contemplan utilidades (no hay ingresos), los egresos se establecen como el costo total del proyecto.

Figura 34. Esquema de ingresos y egresos económicos para el proyecto



$VPN = \text{Ingresos} - \text{Egresos}$

$VPN = 0 - 2,743,402.45$

$VPN = -2,743,402.45$

Como el VPN es menor que cero, indica que el proyecto no es rentable, por ser un proyecto de carácter social, no se estipulan ingresos.

2.5.2 Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno, como su nombre lo indica, es el interés que hace que los ingresos y los egresos tengan el mismo valor, cuando se analiza una alternativa de inversión.

Para este proyecto, por ser de carácter social, no se prevé ningún tipo de ingreso, por lo que no se puede hacer el cálculo de la TIR, mediante el uso de alguna fórmula. Lo que procede para este caso, es tomar el valor de la TIR igual a 4.5%, la cual representa el costo, que el Estado debe desembolsar, para la ejecución de dicho proyecto.

Esta tasa fue calculada, tomando en cuenta la tasa libre de riesgo de Guatemala, que corresponde a la inversión en títulos públicos, que actualmente pagan esa cantidad, y es lo que le cuesta al Estado captar esos fondos, para invertirlos en obra pública.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo a la investigación diagnóstica realizada en el municipio de Ciudad Vieja, Sacatepéquez, se comprobó que las necesidades más prioritarias están orientadas hacia las áreas de servicios básicos (alcantarillado pluvial y sanitario) e infraestructura (edificio centro de salud), razón por la cual en este trabajo de graduación se proponen los diseños, como soluciones factibles a esta problemática.
2. Con la construcción del centro de salud, los habitantes de Ciudad Vieja, gozarán de instalaciones amplias y agradables, con suficiente iluminación natural y artificial, con ventilación natural, y un espacio óptimo para cada paciente, con una construcción total de 747.82m² se espera atender aproximadamente 60 habitantes diarios, el costo al que asciende el proyecto es de Q2,499,648.39
3. Con la construcción del alcantarillado pluvial, se evacuará el agua de una forma correcta por medio de tuberías y registros, evitando las inundaciones que hasta ahora sufren los vecinos de este municipio. Teniendo este una longitud total de 2283.60mts utilizando tubería de concreto con diámetros que van desde 10" hasta 60". El sistema de drenaje sanitario con una longitud total de 2283.60mts utilizando tubería de PVC de diámetros de 6" y 8".

4. Como impacto ambiental positivo se tiene la eliminación de aguas servidas, que fluyen sobre la superficie del suelo del lugar, eliminando con esto cualquier posibilidad de contaminación del nivel freático.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Ciudad Vieja:

1. Para la construcción del edificio para centro de salud y alcantarillado separativo, garantizar la supervisión técnica a través de un profesional de Ingeniería Civil, para que se cumpla con lo especificado en planos.
2. Implementar un plan de mantenimiento para preservar en buenas condiciones los proyectos de alcantarillados, para garantizar el buen funcionamiento de los mismos.
3. El material a usar en la construcción debe evaluarse para determinar la calidad del mismo y así cumplir con lo establecido en las especificaciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. Código de diseño de hormigón armado ACI 318-95.
2. Fuentes Gomez, Robert Gudiel. Diseño de alcantarillado sanitario de la aldea Tocache y edificación de dos niveles de la aldea El Porvenir, municipio de San Pablo, departamento de San Marcos. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: 2008. 137pp.
3. Morales Soto, Jorge. Estudio y diseño de la red de alcantarillado sanitario del cantón El Copado, municipio de Santo Domingo, Suchitepéquez. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 2004.
4. Quiná Sajbochol, Wabinton. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Chicazanga y edificación escolar de dos niveles de la comunidad Colinas de San Andrés, San Andrés Itzapa, Chimaltenango. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004.
5. Nilson, Arthur H. Diseño de estructuras de concreto. (13a Edición; Colombia: Editorial McGraw-Hill, 2001) p.772

ANEXO 1

Figura 35, Mapa de zonificación sísmica en Guatemala

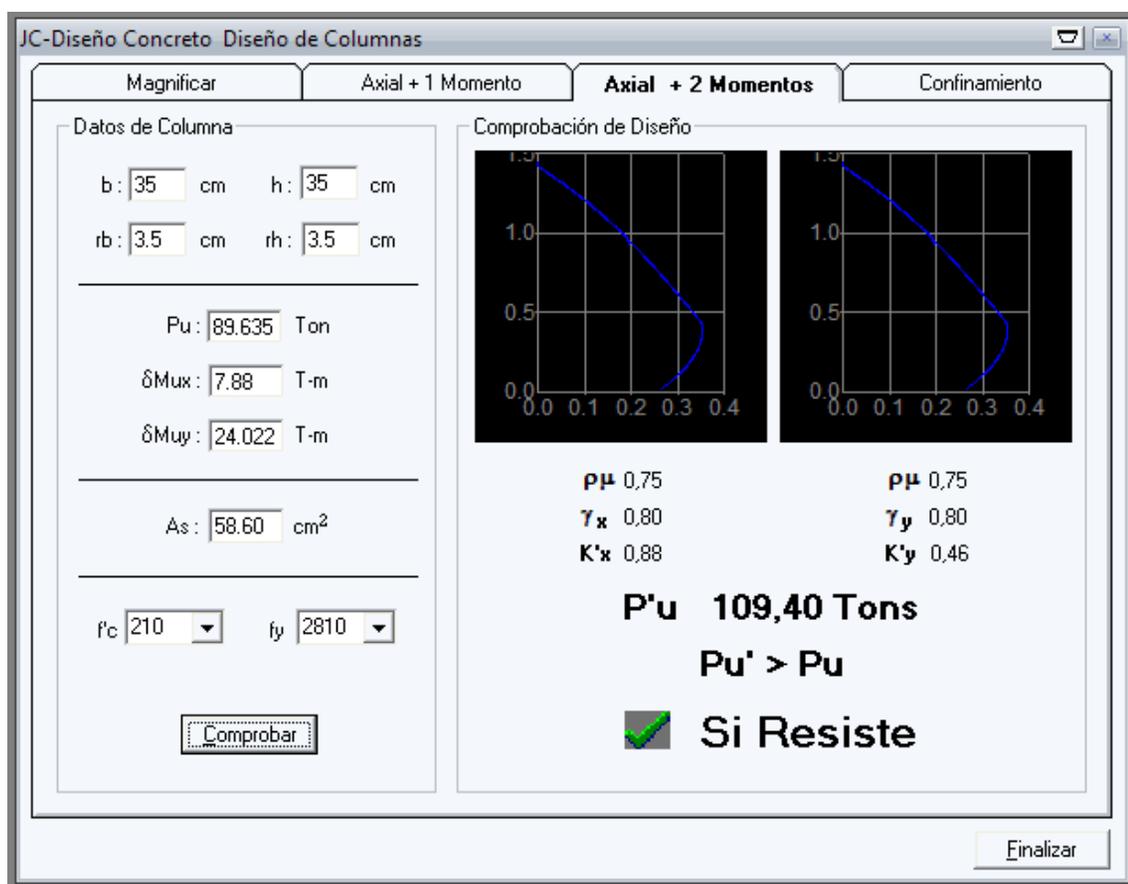


Tabla XII. Método SEAOC, factor Z para sismos

RIESGO	ZONA	COEFICIENTE Z
Ausencia de daño sísmico	0	0
Daño menor (intensidades de 5 y 6 EMM)	1	0,25
Daño moderado (intensidad 7 EMM)	2	0,5
Daño mayor (intensidad 8 y mas EMM)	3	1

ANEXO 2

Figura 36. Valor de $K'x$ y $K'y$



Fuente: Julio Corado Franco, **Programa para el diseño completo de marcos de concreto reforzado, Jc Diseño concreto**. Facultad de ingeniería, USAC 1998

ANEXO 3

Tabla XIII. Factores de capacidad de carga

ϕ	N_c	N_e	N_c^2	ϕ	N_c	N_e	N_c^2
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.1	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1072.80
25	25.13	12.72	8.34				

*Según Kumbhojkar (1993)

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

APÉNDICE 1

Diseño hidráulico del alcantarillado sanitario

Tabla XIV. Hoja de cálculo de sistema de alcantarillado sanitario

Poyecto: Sistema de alcantarillado sanitario Zona 2 y 3
 Municipio: Ciudad Vieja
 Departamento: Sacatepéquez
 Longitud Total: 2283.60mts

DEPV	APV	COTAS DE TERRENO		DH mts.	S% TERRENO	No. CASAS LOCAL	No. HABITANTES		
		INICIO	FINAL				ACUMULADO	ACTUAL	FUTURO
1	4	118,35	112,26	88	6,92	12	12	72	191
2	3	112,26	107,62	86,15	5,39	11	23	138	366
3	2	107,62	104,38	86,63	3,74	8	31	186	494
4	5	118,35	116,25	93,2	2,25	13	13	78	207
5	9	116,25	114,93	88,06	1,50	17	17	102	271
6	13	117,41	114,93	86,08	2,88	16	16	96	255
7	5	116,25	114,5	40	4,38	6	19	114	302
7,1	6	114,5	111,81	46,99	5,72	7	26	156	414
8	3	112,26	111,81	87,22	0,52	14	14	84	223
9	6	111,81	107,87	86,2	4,57	11	37	222	589
10	7	107,87	107,62	86,77	0,29	11	199	1194	3168
11	8	107,87	106,23	87,04	1,88	11	62	372	987
12	1	104,38	106,23	86,51	-2,14	13	55	330	876
13	6	111,84	111,23	87,38	0,70	16	16	96	255
14	11	108,41	107,87	86,81	0,62	13	13	78	207
15	8	106,23	106,1	28	0,46	5	120	720	1910
16	8,1	106,1	105,3	60	1,33	0	120	720	1910
17	12	105,87	106,1	59,95	-0,38	30	30	180	478
18	9	114,93	111,23	87,4	4,23	13	46	276	732
19	10	111,23	108,41	88,4	3,19	11	97	582	1544
20	11	108,41	105,87	87,46	2,90	12	112	672	1783
21	12	105,87	105,71	84,87	0,19	14	156	936	2483
22	13	117,41	113,18	87,07	4,86	11	11	66	175
23	14	113,18	111,23	87,26	2,23	13	13	78	207
24	15	108,92	108,41	89,28	0,57	20	20	120	318
25	14	113,18	108,92	91,69	4,65	7	18	108	287
26	15	108,92	105,71	85,93	3,74	8	26	156	414
27	16	105,71	104,83	35,08	2,50	5	31	186	494
28	17	104,83	101,49	59,63	5,60	8	39	234	621
29	18	101,49	100,51	28,54	3,43	6	45	270	716

DOTACIÓN Lts/hab/día	FACTRO DE IDAL SANITARIO		Fqm CHEQUEADO		FACTOR DE HARMON		QDISEÑO (LTS/SEG)		
	RETORNO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO
150	0,85	0,11	0,28	0,002	0,002	4,26	4,16	0,62	1,59
150	0,85	0,20	0,54	0,002	0,002	4,20	4,04	1,16	2,96
150	0,85	0,27	0,73	0,002	0,002	4,16	3,98	1,55	3,93
150	0,85	0,12	0,31	0,002	0,002	4,27	4,14	0,67	1,71
150	0,85	0,15	0,40	0,002	0,002	4,24	4,10	0,87	2,22
150	0,85	0,14	0,38	0,002	0,002	4,25	4,11	0,82	2,09
150	0,85	0,17	0,45	0,002	0,002	4,23	4,08	0,96	2,47
150	0,85	0,23	0,61	0,002	0,002	4,19	4,02	1,31	3,32
150	0,85	0,12	0,33	0,002	0,002	4,26	4,13	0,72	1,84
150	0,85	0,33	0,87	0,002	0,002	4,13	3,94	1,83	4,64
150	0,85	1,76	4,68	0,002	0,002	3,75	3,42	8,95	21,68
150	0,85	0,55	1,46	0,002	0,002	4,04	3,80	3,00	7,51
150	0,85	0,49	1,29	0,002	0,002	4,06	3,84	2,68	6,72
150	0,85	0,14	0,38	0,002	0,002	4,25	4,11	0,82	2,09
150	0,85	0,12	0,31	0,002	0,002	4,27	4,14	0,67	1,71
150	0,85	1,06	2,82	0,002	0,002	3,89	3,60	5,60	13,76
150	0,85	1,06	2,82	0,002	0,002	3,89	3,60	5,60	13,76
150	0,85	0,27	0,70	0,002	0,002	4,16	3,98	1,50	3,81
150	0,85	0,41	1,08	0,002	0,002	4,09	3,88	2,26	5,69
150	0,85	0,86	2,28	0,002	0,002	3,94	3,67	4,59	11,34
150	0,85	0,99	2,63	0,002	0,002	3,90	3,62	5,25	12,92
150	0,85	1,38	3,66	0,002	0,002	3,82	3,51	7,15	17,43
150	0,85	0,10	0,26	0,002	0,002	4,29	4,17	0,57	1,46
150	0,85	0,12	0,31	0,002	0,002	4,27	4,14	0,67	1,72
150	0,85	0,18	0,47	0,002	0,002	4,22	4,07	1,01	2,59
150	0,85	0,16	0,42	0,002	0,002	4,23	4,09	0,91	2,35
150	0,85	0,23	0,61	0,002	0,002	4,19	4,02	1,31	3,32
150	0,85	0,27	0,73	0,002	0,002	4,19	4,02	1,31	3,32
150	0,85	0,35	0,92	0,002	0,002	4,19	4,02	1,31	3,32
150	0,85	0,40	1,06	0,002	0,002	4,19	4,02	1,31	3,32

DIÁMETRO Pulg)	COEFICIENTE n DE TUBO	s % TUBO	V	ÁREA SECC LLENA	Q lts/Seg	ACTUAL q/Q	FUTURO q/Q	ACTUAL v/V	FUTURO v/V
6	0,01	6,92	2,98	0,0182	54,3296	0,01141	0,02927	0,33390	0,44288
6	0,01	5,39	2,63	0,0182	47,9314	0,02420	0,06173	0,41868	0,55385
6	0,01	3,74	2,19	0,0182	39,9417	0,03874	0,09828	0,48201	0,63664
6	0,01	2,25	1,70	0,0182	31,0020	0,02149	0,05531	0,40369	0,53558
6	0,01	1,5	1,39	0,0182	25,2863	0,03422	0,08770	0,46619	0,61506
6	0,01	2,88	1,92	0,0182	35,0497	0,02327	0,05971	0,41373	0,54782
6	0,01	4,38	2,37	0,0182	43,2243	0,02230	0,05706	0,40873	0,54173
6	0,01	5,72	2,71	0,0182	49,3953	0,02644	0,06730	0,40116	0,53145
6	0,01	1,5	1,37	0,0182	24,9904	0,02866	0,07368	0,44051	0,58515
6	0,01	4,57	2,42	0,0182	44,1553	0,04154	0,10503	0,49308	0,64892
8	0,01	0,29	0,74	0,0324	23,9526	0,37377	0,90526	0,92702	1,13242
6	0,01	1,88	1,55	0,0182	28,3176	0,10606	0,26516	0,65065	0,84549
6	0,01	0,5	0,79	0,0182	14,4105	0,18597	0,46621	0,76467	0,98252
6	0,01	1,5	1,37	0,0182	24,9904	0,03264	0,08374	0,45920	0,60771
6	0,01	1,5	1,37	0,0182	24,9904	0,02666	0,06961	0,43572	0,57359
6	0,01	0,46	0,75	0,0182	13,6809	0,40918	1,00555	0,95044	1,13976
6	0,01	0,5	0,79	0,0182	14,4105	0,38846	0,95463	0,93738	1,13840
8	0,01	1,2	1,50	0,0324	48,6432	0,03082	0,07824	0,44996	0,59464
6	0,01	4,23	2,33	0,0182	42,4946	0,05318	0,13384	0,53145	0,70560
6	0,01	3,19	2,02	0,0182	36,8874	0,12431	0,30731	0,68112	0,88053
6	0,01	2,9	1,93	0,0182	35,1709	0,14921	0,36744	0,71808	0,92386
8	0,01	0,4	0,87	0,0324	28,2131	0,25336	0,61798	0,83410	1,05262
6	0,01	4,86	2,50	0,0182	45,5223	0,01244	0,03207	0,34241	0,45464
6	0,01	2,23	1,69	0,0182	30,8422	0,02161	0,05561	0,40622	0,53763
6	0,01	1	1,12	0,0182	20,4301	0,04959	0,12662	0,52311	0,68442
6	0,01	4,65	2,44	0,0182	44,5176	0,02054	0,05269	0,39861	0,52937
6	0,01	3,74	2,19	0,0182	39,9180	0,03271	0,08328	0,45928	0,60586
6	0,01	2,5	1,77	0,0182	32,2869	0,04182	0,10129	0,49308	0,64193
6	0,01	5	2,50	0,0182	45,6030	0,03715	0,08879	0,47753	0,61871
6	0,01	3,43	2,08	0,0182	37,9417	0,34922	0,83365	0,91098	1,11908

Actual d/D	Futuro d/D	velocidad		Futuro	cota		prof pozo	
		actual	Futuro		inicio	final	inicio	final
0,075	0,117	0,99	1,32	116,95	110,86	1,4	1,4	
0,107	0,168	1,10	1,46	110,83	106,19	1,43	1,43	
0,134	0,212	1,06	1,39	106,16	102,92	1,46	1,46	
0,101	0,159	0,69	0,91	117,05	114,95	1,3	1,3	
0,127	0,2	0,65	0,85	115,05	113,73	1,2	1,2	
0,105	0,165	0,79	1,05	116,01	113,53	1,4	1,4	
0,103	0,162	0,97	1,28	114,92	113,17	1,33	1,33	
0,1	0,157	1,09	1,44	113,14	110,45	1,36	1,36	
0,116	0,184	0,60	0,80	111,06	109,75	1,2	2,06	
0,139	0,219	1,19	1,57	109,72	105,88	2,09	2,09	
0,423	0,745	0,68	0,84	106,67	106,42	1,2	1,2	
0,22	0,352	1,01	1,31	105,75	104,11	2,12	2,12	
0,292	0,48	0,60	0,78	102,89	102,46	1,49	3,77	
0,124	0,196	0,63	0,83	110,64	109,33	1,2	1,9	
0,114	0,178	0,60	0,79	107,21	105,91	1,2	1,96	
0,446	0,825	0,71	0,85	102,43	102,3	3,8	3,8	
0,433	0,782	0,74	0,90	102,27	101,97	3,83	3,33	
0,12	0,189	0,67	0,89	103,87	103,15	2	2,95	
0,158	0,519	1,24	2,37	113,5	109,8	1,43	1,43	
0,238	0,381	1,38	1,78	109,3	106,48	1,93	1,93	
0,261	0,42	1,38	1,78	106,45	103,91	1,96	1,96	
0,343	0,569	0,73	0,92	104,67	104,33	1,2	1,38	
0,078	0,122	0,85	1,13	115,91	111,68	1,5	1,5	
0,102	0,16	0,69	0,91	111,65	109,7	1,53	1,53	
0,153	0,24	0,59	0,77	107,36	106,46	1,56	1,95	
0,1	0,156	0,97	1,29	111,65	107,39	1,53	1,53	
0,124	0,195	1,01	1,33	107,36	104,15	1,56	1,56	
0,139	0,215	0,87	1,14	104,12	103,24	1,59	1,59	
0,132	0,202	1,19	1,55	103,21	100,23	1,62	1,26	
0,408	0,698	1,89	2,33	100,2	99,22	1,29	1,29	

APÉNDICE 2

Diseño hidráulico del alcantarillado pluvial

Tabla XV. Hoja de cálculo de sistema de alcantarillado pluvial

Municipio: Ciudad Vieja
 Departamento: Sacatepéquez
 Longitud Total: 2283.60mts

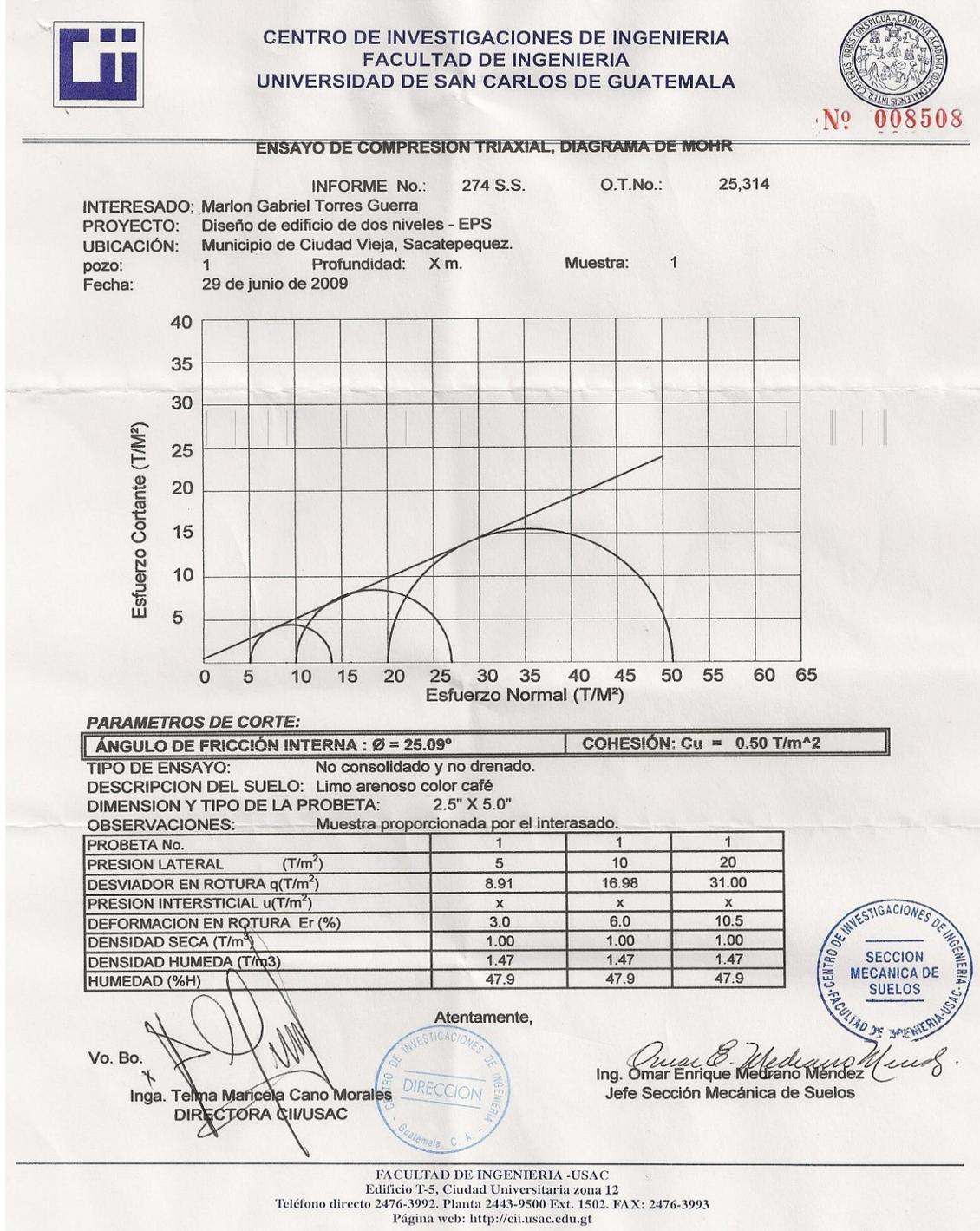
DE PV	A PV	GOTAS DE TERRENO		DH mts.	S% TERRENO	AREA		tiempo consc.
		INICIO	FINAL			Local	Acumulada	
4	3	118,35	112,26	98	6,92	0	0	12
3	2	112,26	107,62	86,15	5,39	0,47	0,47	12
2	1	107,62	104,38	86,63	3,74	0,59	1,04	12,59
1	8	104,38	106,23	86,51	-2,14	0,58	2,22	12,88
4	5	118,35	116,25	93,2	2,25	0	0	12
5	5,1	116,25	114,5	40	4,38	0,25	0,25	12
5,1	6	114,5	111,81	46,99	5,72	0,31	0,56	12,3
6	7	111,81	107,87	86,2	4,57	0,58	1,14	12,63
7	8	107,87	106,23	87,04	1,88	0,58	2,72	12,8
8	8,1	106,23	106,1	28	0,46	0,18	5,28	13,79
7	2	107,87	107,62	86,77	0,29	0	0	12
3	6	112,26	111,81	87,22	0,52	0	0	12
11	7	108,41	107,87	86,81	0,62	0	0	12
13	9	117,41	114,93	86,08	2,88	0	0	12
6	10	111,84	111,23	87,38	0,70	0	0	12
12	16	105,87	105,71	84,87	0,19	0	0	12
14	10	113,18	111,23	87,26	2,23	0	0	12
15	11	108,92	108,41	89,28	0,57	0	0	12
5	9	116,25	114,93	88,06	1,50	0	0	12
9	10	114,93	111,23	87,4	4,23	0,5	0,5	12
10	11	111,23	108,41	86,4	3,19	0,6	1,1	12,58
11	12	108,41	105,87	87,46	2,90	0,59	1,69	13,18
12	8,1	105,87	106,1	59,95	-0,38	0,41	2,1	13,75
8,1	Destoque 1	106,1	105,3	60	1,33	0,12	7,47	14,66
13	14	117,41	113,18	87,07	4,86	0	0	12
14	15	113,18	108,92	91,69	4,65	0,62	0,62	12
15	16	108,92	105,71	85,93	3,74	0,58	1,2	12,59
16	17	105,71	104,83	85,08	2,51	0,53	2,25	13,13
17	18	104,83	101,49	89,63	5,60	0,53	2,78	13,27
18	19	101,49	100,51	88,54	3,43	0,53	3,31	13,39

coeficiente	intensidad	Q Total (lts/seg)	Pendiente T. %	Diámetro	Rugosidad	Vel. lleno	Área Sección Llana
0.52	82.75	0.00	6.92	10	0.015	2,791232029	0.05067
0.52	82.75	56.18	5.39	10	0.015	2,463413263	0.05067
0.52	79.81	189.05	3.74	16	0.015	2,807105158	0.1297152
0.52	78.44	251.52	1.00	20	0.015	1,684339201	0.20268
0.52	82.75	0.00	2.25	10	0.015	1,591600811	0.05067
0.52	82.75	29.88	4.38	10	0.015	2,219381295	0.05067
0.52	81.23	65.70	5.72	10	0.015	2,538728802	0.05067
0.52	79.62	131.10	4.00	12	0.015	2,396405931	0.0729648
0.52	78.81	309.63	1.88	18	0.015	2,155197356	0.1641708
0.52	74.42	568.68	0.11	42	0.013	1,057028432	0.8938188
0.52	82.75	0.00	0.29	16	0.013	0,898992345	0,1297152
0.52	82.75	0.00	0.52	10	0.015	0,762151149	0,05067
0.52	82.75	0.00	0.62	12	0.015	0,948033029	0,0729648
0.52	82.75	0.00	2.88	10	0.015	1,801016137	0,05067
0.52	82.75	0.00	0.70	12	0.015	1,001127261	0,0729648
0.52	82.75	0.00	0.19	36	0.013	1,248653744	0,6566832
0.52	82.75	0.00	2.23	12	0.015	1,791183547	0,0729648
0.52	82.75	0.00	0.57	14	0.015	1,003620631	0,0993132
0.52	82.75	0.00	1.5	10	0.015	1,29953662	0,05067
0.52	82.75	59.76	4.23	10	0.015	2,183172431	0,05067
0.52	79.86	126.88	3.19	12	0.015	2,140074103	0,0729648
0.52	77.07	188.13	2.00	18	0.013	2,562049212	0,1641708
0.52	74.59	226.26	0.40	20	0.015	1,065269646	0,20268
0.52	70.95	765.59	1.33	42	0.013	3,675497629	0,8938188
0.52	82.75	0.00	4.86	10	0.015	2,338723094	0,05067
0.52	82.75	74.11	4.65	12	0.015	2,582701432	0,0729648
0.52	79.81	138.33	3.74	12	0.015	2,315850395	0,0729648
0.52	77.29	251.20	2.2	36	0.015	3,696771156	0,6566832
0.52	76.66	307.85	4	60	0.013	8,085153981	1,82412
0.52	76.14	364.01	3.4	60	0.013	7,454143657	1,82412

C	Secc. Llena	q/Q	v/V	d/D	Vel Pluvial	COTA INVERT			Profundidad Pozo		
						Inicio	Final		Inicio	Final	
	124,82115	0,4500684	0,974317	0,471	2,40	116,85	110,76		1,5	1,5	
	364,124207	0,51920246	1,094928	0,641	3,07	110,73	106,09		1,53	1,53	
	341,3818693	0,73676487	1,093425	0,638	1,84	106,06	102,82		1,56	1,56	
						102,79	101,93		1,59	4,3	
	112,4560502	0,26572109	0,845485	0,352	1,88	116,65	114,55		1,7	1,7	
	128,6373884	0,51076607	1,004213	0,505	2,55	114,52	112,77		1,73	1,73	
	174,8532795	0,74976929	1,096897	0,681998	2,63	112,74	110,05		1,76	1,76	
	353,8204741	0,87511573	1,127503	0,725	2,43	110,02	106,58		1,79	1,29	
	944,7918843	0,60191116	1,04643	0,56	1,11	106,55	104,91		1,32	1,32	
						101,93	101,9		4,3	4,2	
						106,67	106,42		1,2	1,2	
						111,06	110,61		1,2	1,2	
						107,21	106,67		1,2	1,2	
						116,21	113,73		1,2	1,2	
						110,64	110,03		1,2	1,2	
						104,67	104,51		1,2	1,2	
						111,98	110,03		1,2	1,2	
						107,72	107,21		1,2	1,2	
	110,6213471	0,54025638	0,983415	0,481	2,15	114,35	113,03		1,9	1,9	
	156,1500789	0,81255876	1,083376	0,082	2,32	113	109,3		1,93	1,93	
	420,6136687	0,4472692	0,972467	0,469	2,49	109,27	106,48		1,96	1,93	
	215,9088518	1,047947	1,133427	0,871	1,21	106,48	104,67		1,93	1,2	
	3285,22888	0,23304091	0,814556	0,328	2,99	104,64	104,4		1,23	1,7	
						101,87	101,07		4,23	4,23	
	188,4462934	0,39325381	0,940432	0,436	2,43	115,21	110,98		2,2	2,2	
	168,9755609	0,81865287	1,085023	0,622	2,51	110,95	106,69		2,23	2,23	
	2427,607513	0,10347502	0,645433	0,217	2,39	106,66	103,45		2,26	2,26	
	14748,29108	0,02087371	0,401157	0,193	3,24	103,42	102,65		2,29	2,18	
	13597,25253	0,02677109	0,428476	0,111	3,19	102,62	100,23		2,21	1,26	
						100,2	99,23		1,29	1,28	

APÉNDICE 3

Figura 37. Estudio de suelos, ensayo de compresión triaxial

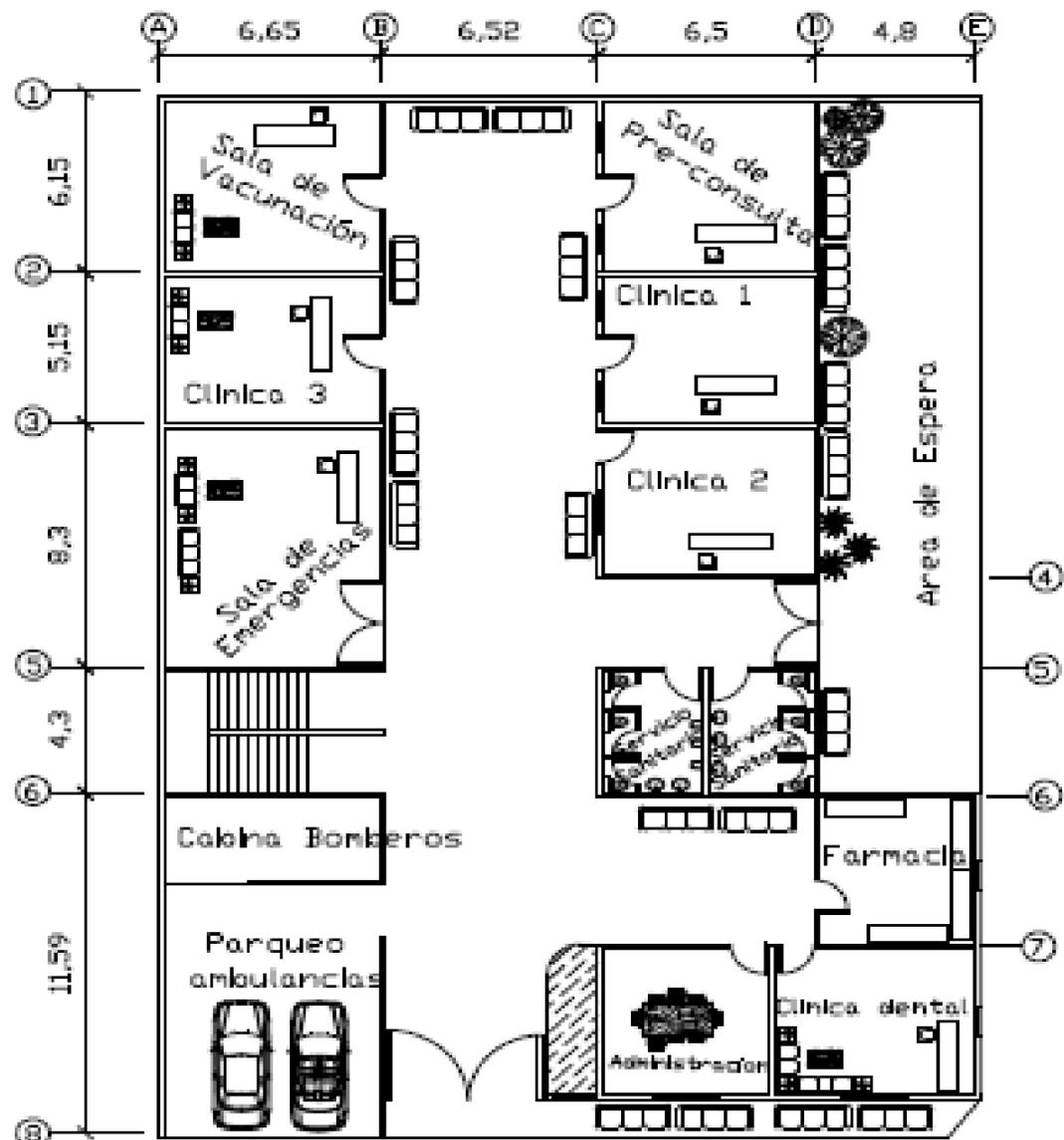


z

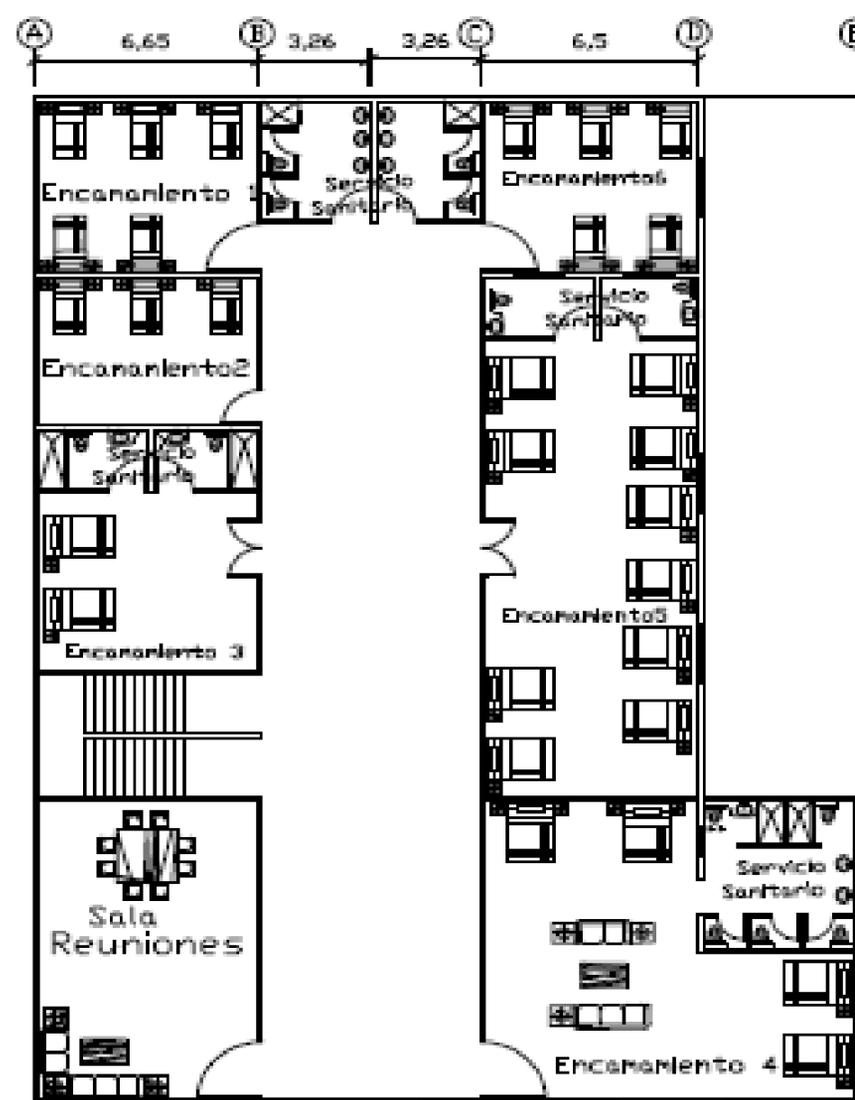
APÉNDICE 4

Planos constructivos

(La escala indicada en los planos son originales para un formato A-1, por lo que los dibujos dentro de los planos, no corresponden a la escala indicada. Se han tenido que reducir para poder incorporarlos en el presente trabajo.)



PLANTA PRIMER NIVEL



PLANTA SEGUNDO NIVEL

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS Facultad de Ingeniería ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
		TÍTULO: PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL CENTRO DE SALUD DE SAN CARLOS VIA, QUINCE	FECHA: 2018
AUTOR: INGENIERO CIVIL	ASISTENTE: INGENIERO CIVIL	TÍTULO: PLANTA ARQUITECTÓNICA	
PLANTA ARQUITECTÓNICA		ESCALA: 1/50	HOJA: 1/1

8 7 6 5 4 3 2 1



PERFIL

ESCALA: 1/50

A B C D E



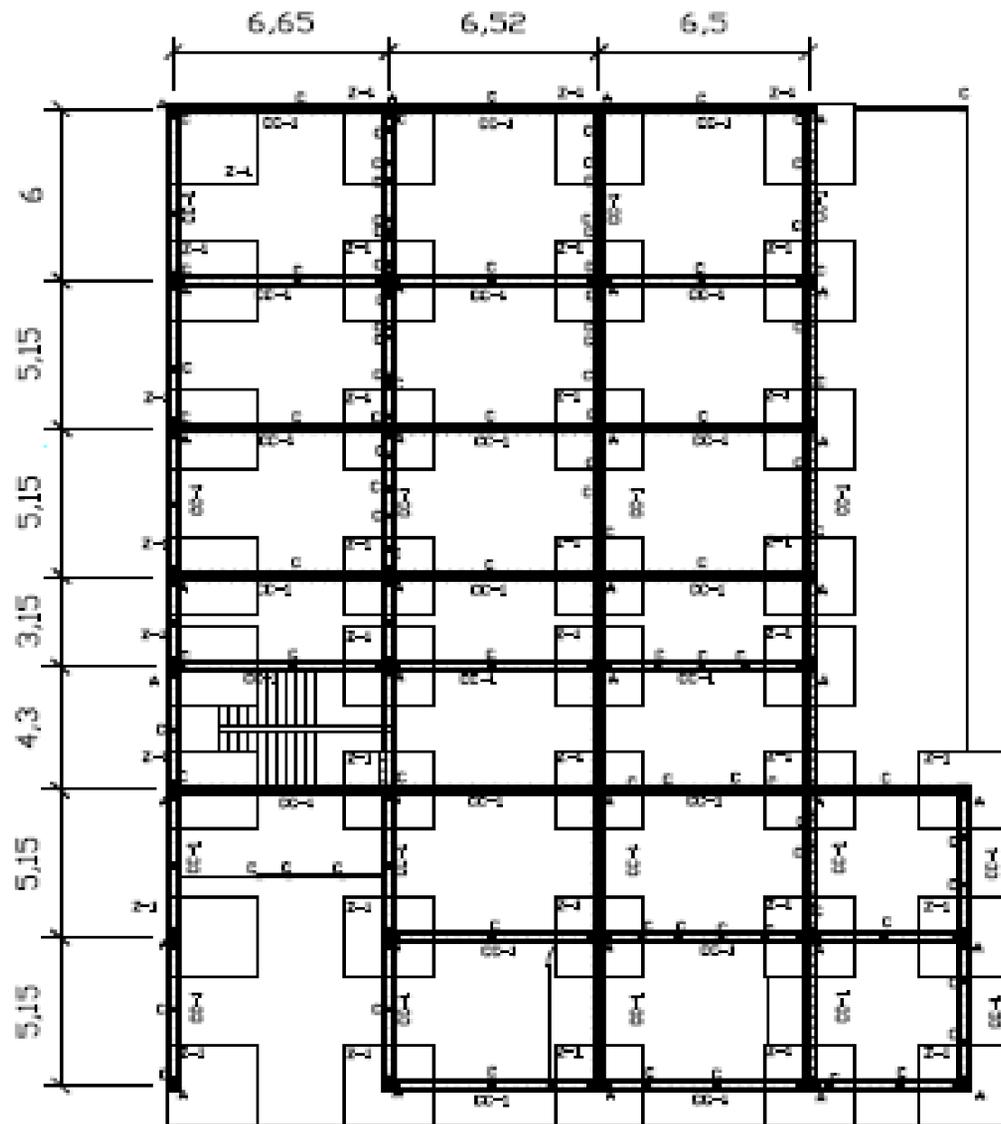
ELEVACION

ESCALA: 1/50

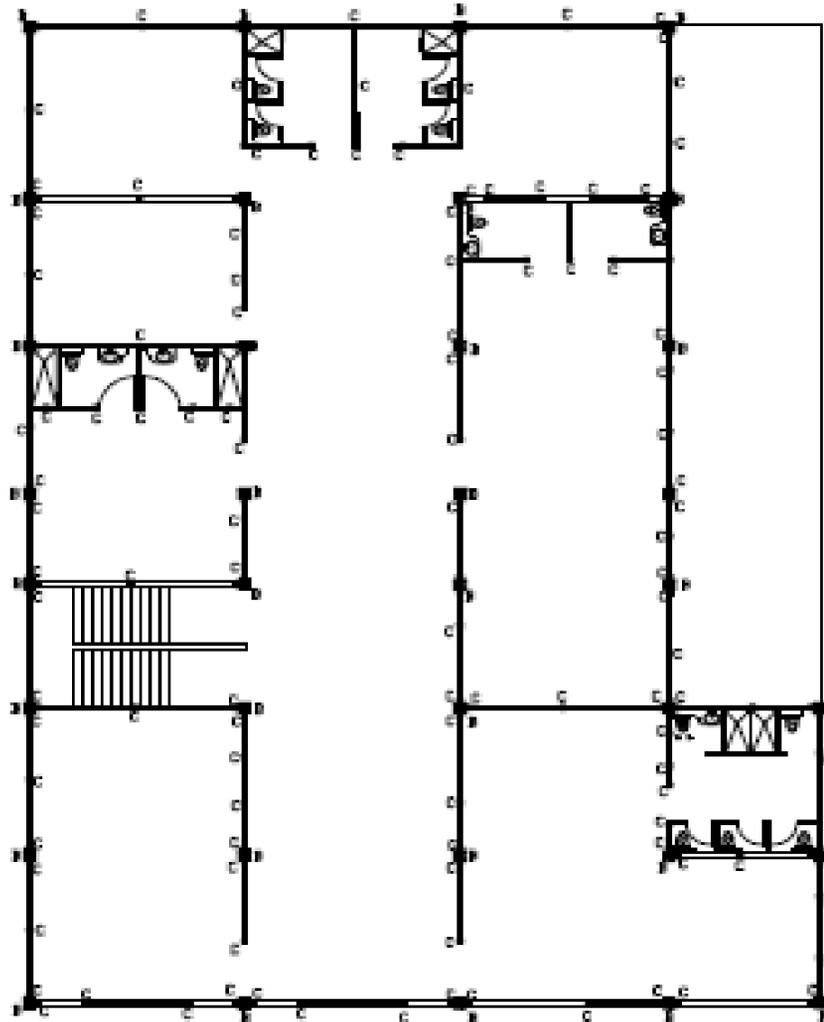


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
C.A.P. INGENIERIA CIVIL

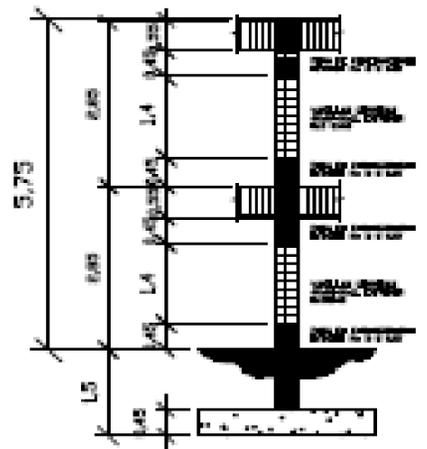
PROYECTO: DISEÑO DE UN CENTRO DE SALUD EN LA ZONA URBANA DE CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ		ESCALA: PERFIL: 1/50	
ALUMNO: INGENIERO CIVIL	FECHA: 2018	CATEDRÁTICO: INGENIERO CIVIL	
AUTOR: INGENIERO CIVIL		CATEDRÁTICO: INGENIERO CIVIL	
TÍTULO: DISEÑO DE UN CENTRO DE SALUD EN LA ZONA URBANA DE CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ		SEMESTRE: A	AÑO: 2018



PLANTA PRIMER NIVEL
ESCALA: 1/80

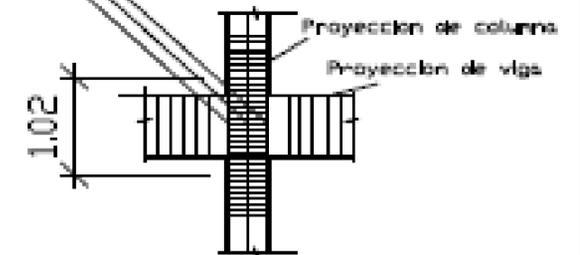


PLANTA SEGUNDO NIVEL
ESCALA: 1/80



DETALLE COLUMNA

COLUMNA TYPICA ESCALA: 1/80
REFUERZO EN CADA CARA DE LA COLUMNA

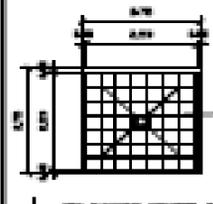


NOTA: LA SEPARACION DE LOS ESTREBOS EN EL NUDO SERA IGUAL AL DE LA ZONA CONFINADA

SECCION VIGA-COLUMNA
SIN ESCALA



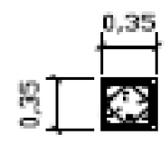
PLANTA VIGA-COLUMNA
SIN ESCALA



PLANTA TYPICA
ESCALA: 1/80



SECCION A-1
ZAPATA TYPICA ESCALA: 1/80



COLUMNA TYPICA 1ER. NIVEL
COLUMNA TYPICA ESCALA: 1/80

VARILLAS CORRIDAS
4No1+4No 6 + ESTREBOS No3
ZONA CONFINADA Ø0.05h
ZONA NO CONFINADA Ø0.15h



COLUMNA TYPICA 2DO. NIVEL
COLUMNA TYPICA ESCALA: 1/80

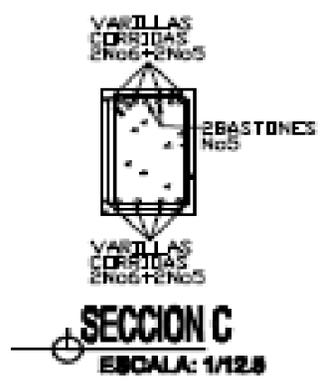
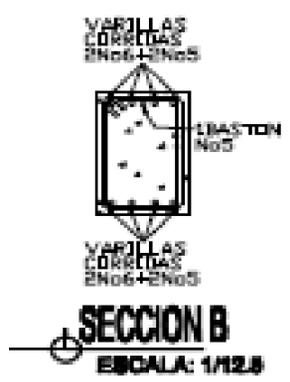
VARILLAS CORRIDAS
4No8+4No 6 + ESTREBOS No3
ZONA CONFINADA Ø0.05h
ZONA NO CONFINADA Ø0.15h

COLUMNA TYPICA 2DO. NIVEL
COLUMNA TYPICA ESCALA: 1/80

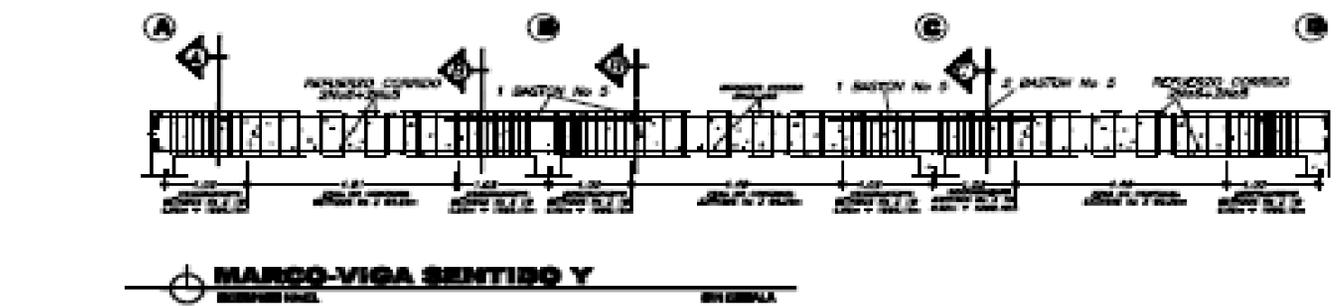
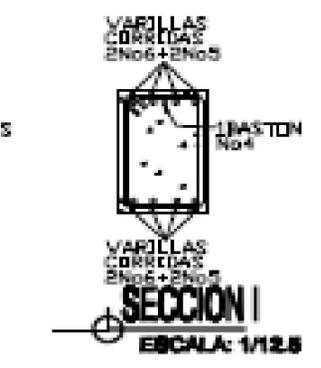
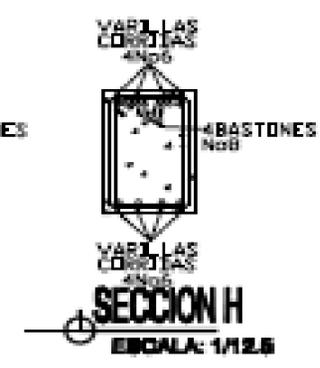
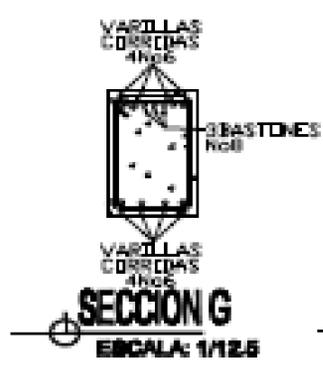
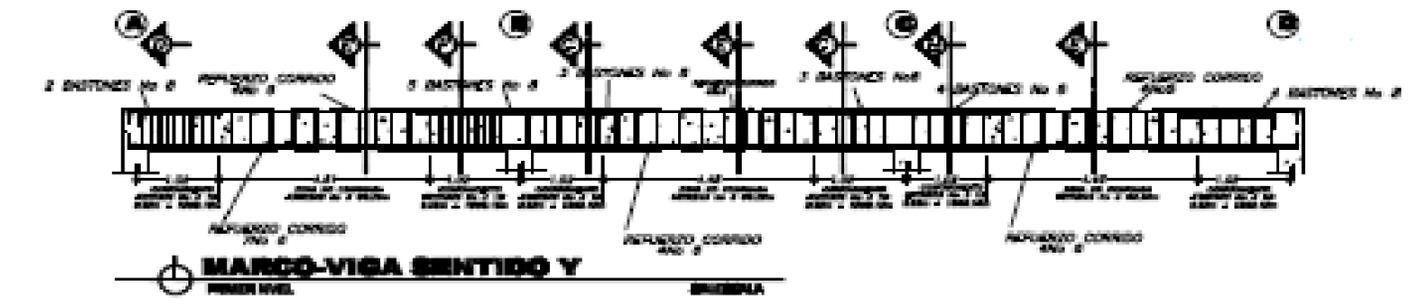
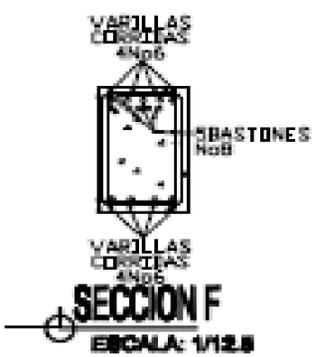
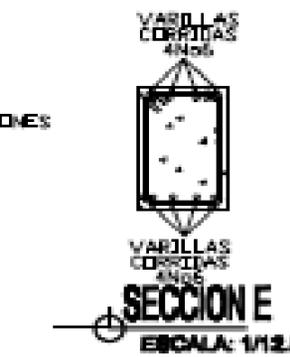


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
Facultad de Ingeniería
EPA-INGENIERIA CIVIL

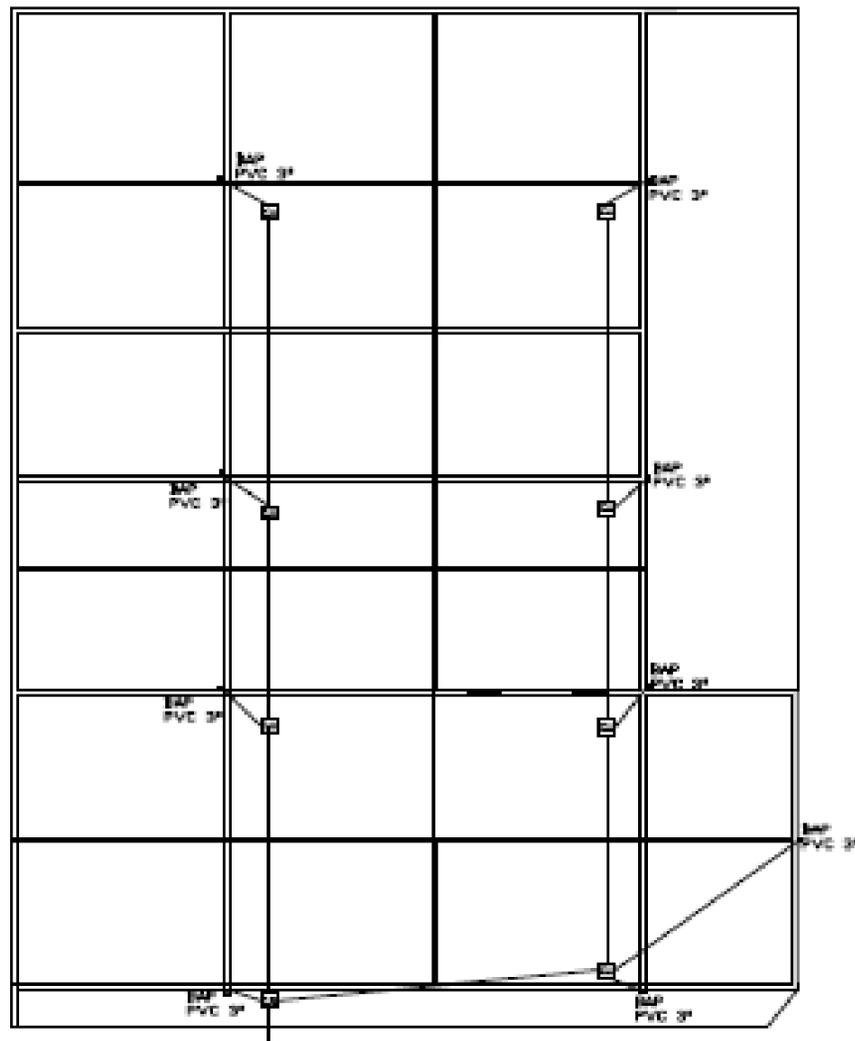
PROYECTO		FECHA	
DISEÑO DE UNA EDIFICACION DE 4 PISOS CON UN AREA DE 1000 M ² EN LA ZONA URBANA DE GUATEMALA		FEBRERO 2018	
PROYECTANTE	REVISOR	AUTORIZADO	
ING. JUAN CARLOS GONZALEZ	ING. JUAN CARLOS GONZALEZ	ING. JUAN CARLOS GONZALEZ	
AUTORIZADO		EST. CIVIL	EST. CIVIL
ING. JUAN CARLOS GONZALEZ		A	412



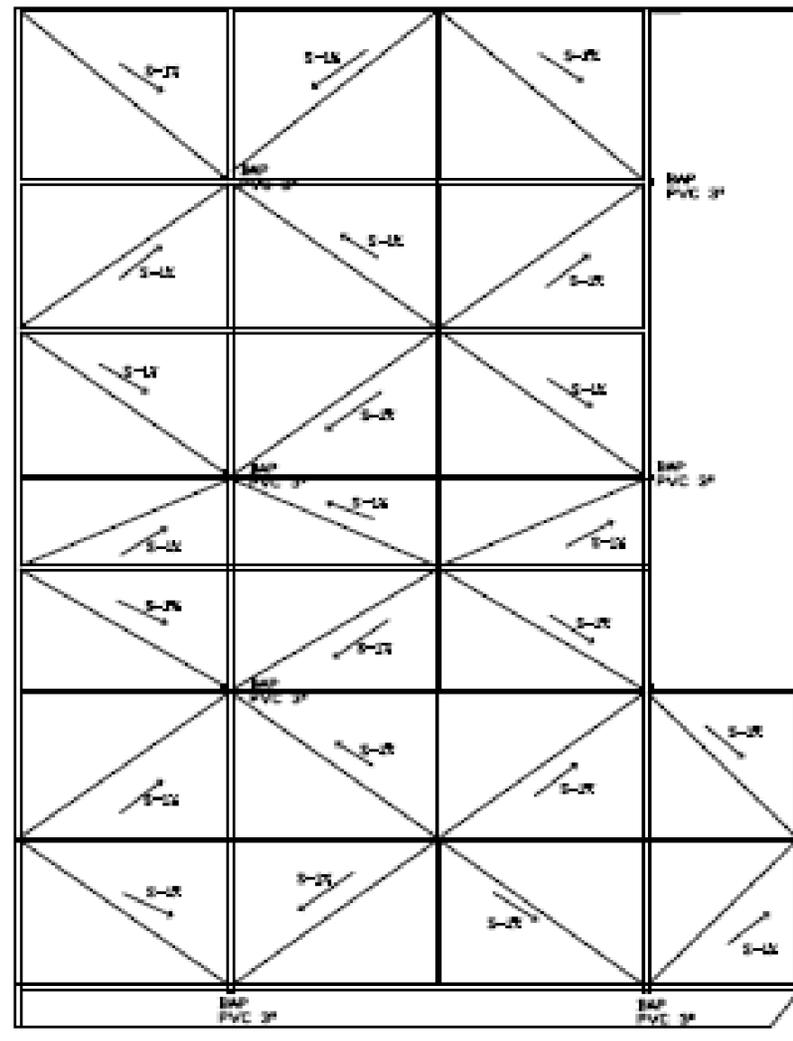
VARILLAS



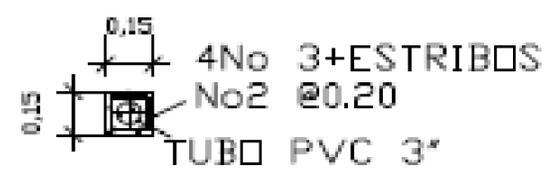
		CONVENIO DE OBRAS Facultad de Ingeniería U.P.B. Universidad del Valle	
TÍTULO: Diseño de los detalles de los marcos de columnas y vigas, G-1000000000	FECHA: 10/01/2011	ESCALA: 1/12.5	
AUTOR: JUAN CARLOS GONZALEZ	REVISOR: JUAN CARLOS GONZALEZ	CENTRO: OBRAS DE VIGA	
GRUPO:		N.º: A	PÁG: 01/12



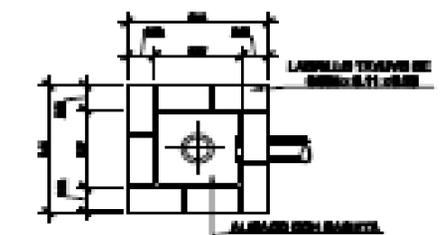
PLANTA
PRIMER NIVEL
ESCALA: 1/10



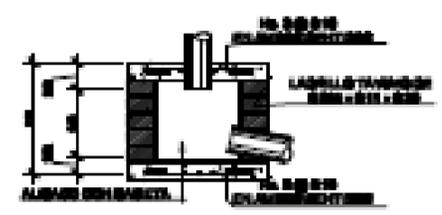
PLANTA
SEGUNDO NIVEL
ESCALA: 1/10



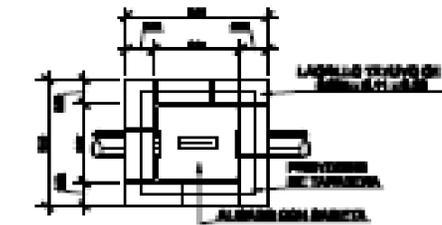
DETALLE BAJADA AGUA PLUVIAL
ESCALA: 1/10



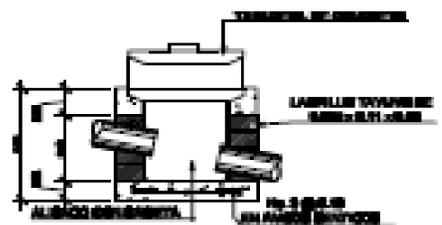
PLANTA Caja de Union
ESCALA: 1/10



SECCION Caja de Union
ESCALA: 1/10



PLANTA Caja de Registro
ESCALA: 1/10

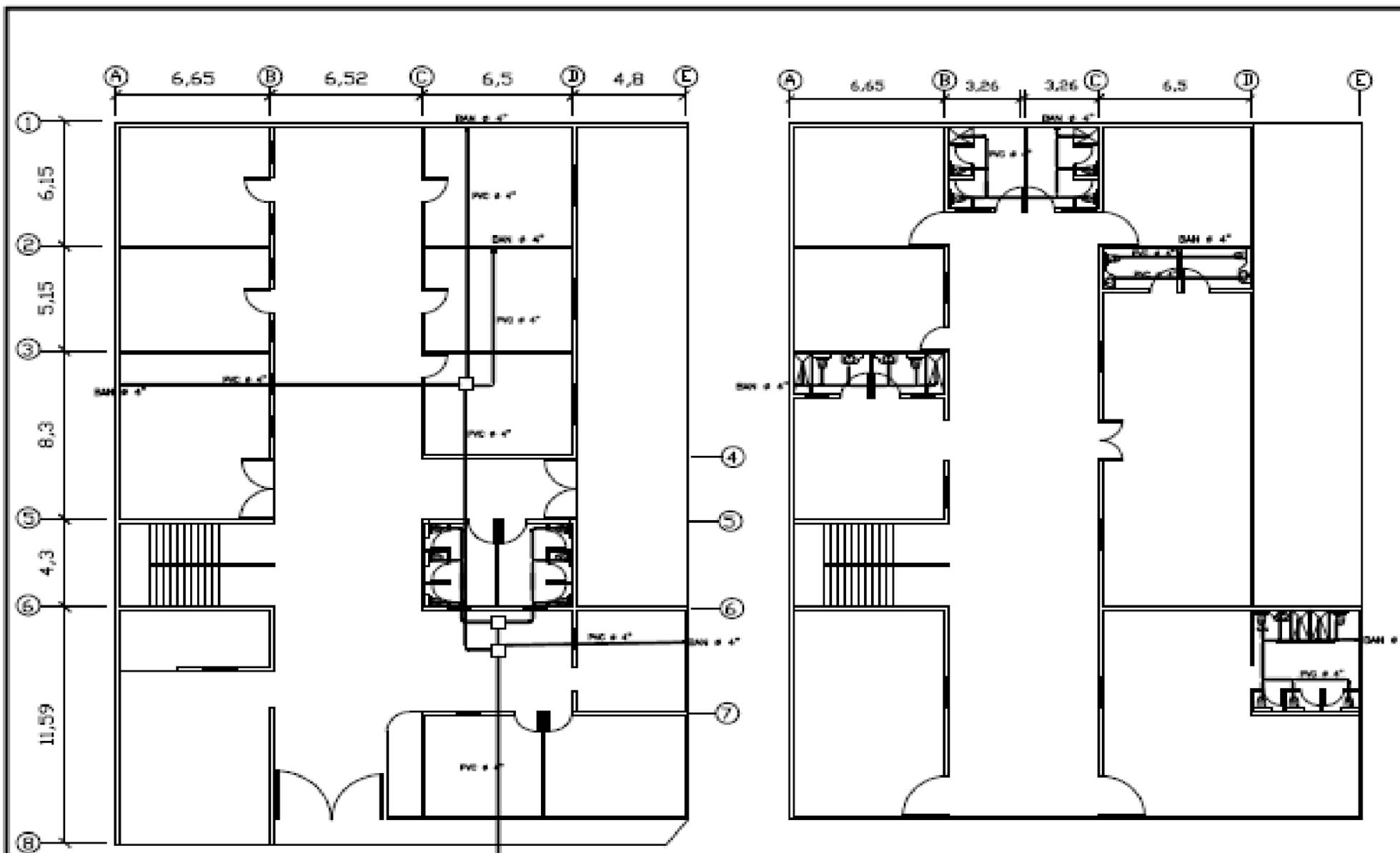


SECCION Caja de Registro
ESCALA: 1/10



UNIVERSIDAD DE SAN MARCOS
Facultad de Ingeniería
E.S.A. INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUAS PLUVIALES EN UN EDIFICIO DE 5 PISOS		FECHA: FEBRERO 2022	
AUTOR: ING. JUAN PABLO GARCIA		TITULO: PLANTA DE AGUAS PLUVIALES	
ESCALA: 1/10		FOLIO: 10 DE 10	
UNIVERSIDAD DE SAN MARCOS		A	

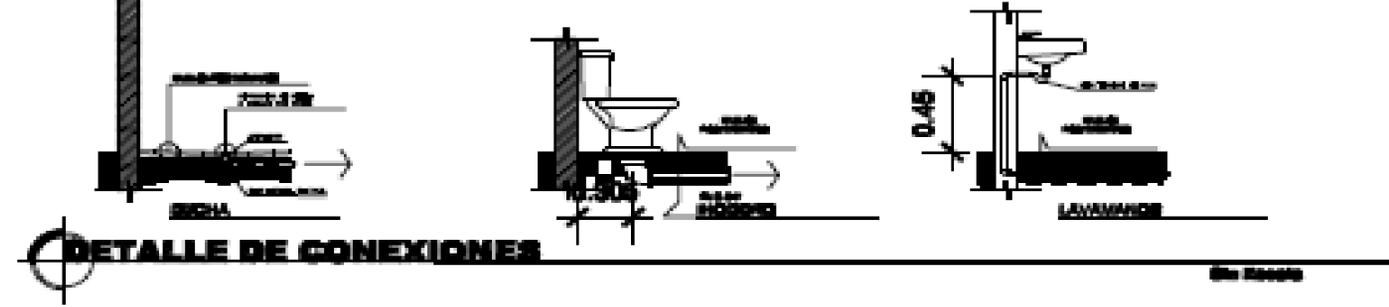


SIMBOLOGIA

SIMBOLO	DESCRIPCION
—	TUBO PVC 8 INDICADO
	CODO 90° PVC HORIZONTAL
	CODO 90° PVC VERTICAL
	TEE PVC HORIZONTAL
	TEE PVC VERTICAL
□	CAJA DE UNION
BAN	BALAJADA DE AGUAS NEGRAS

PLANTA PRIMER NIVEL ESCALA 1/20

PLANTA SEGUNDO NIVEL ESCALA 1/20

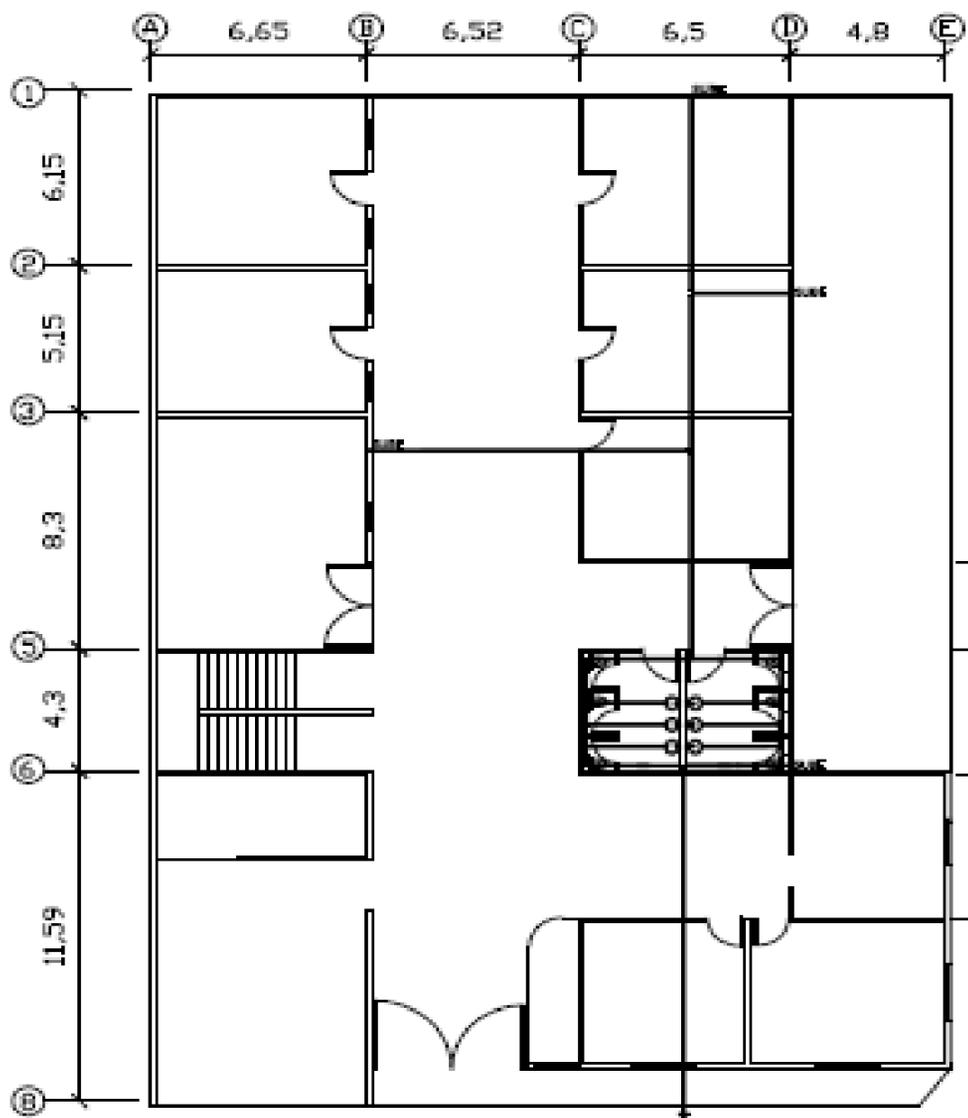


DETALLE DE CONEXIONES

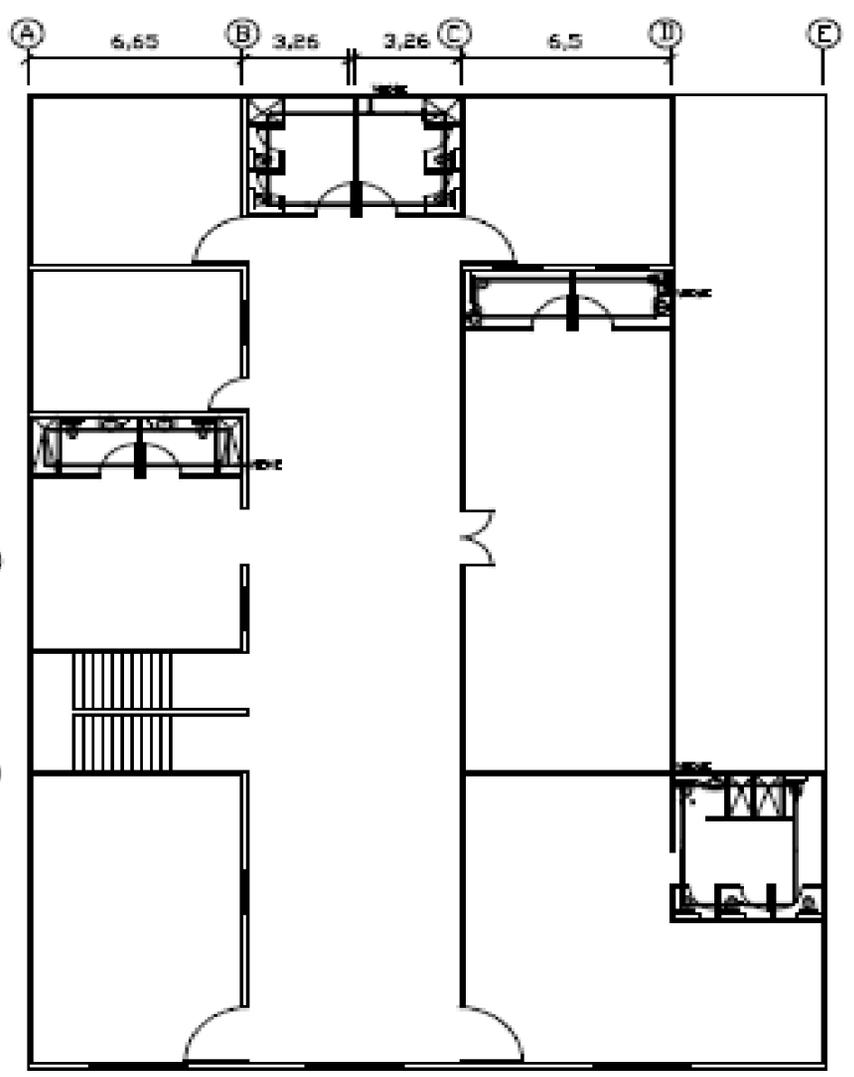


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería
E.S.A. INGENIERIA CIVIL

TITULO: PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DE LA PLANTA DE AGUAS NEGRAS DE LA CIUDAD DE GUATEMALA		FECHA: 15/05/2018	
AUTOR: INGENIERO CIVIL JUAN CARLOS GONZALEZ	ASISTENTE: INGENIERO CIVIL JUAN CARLOS GONZALEZ	CONTENIDO: PLANO DE PLUMBERIA	
ESCALA: 1/20		HOJA: A	TOTAL: 1/12



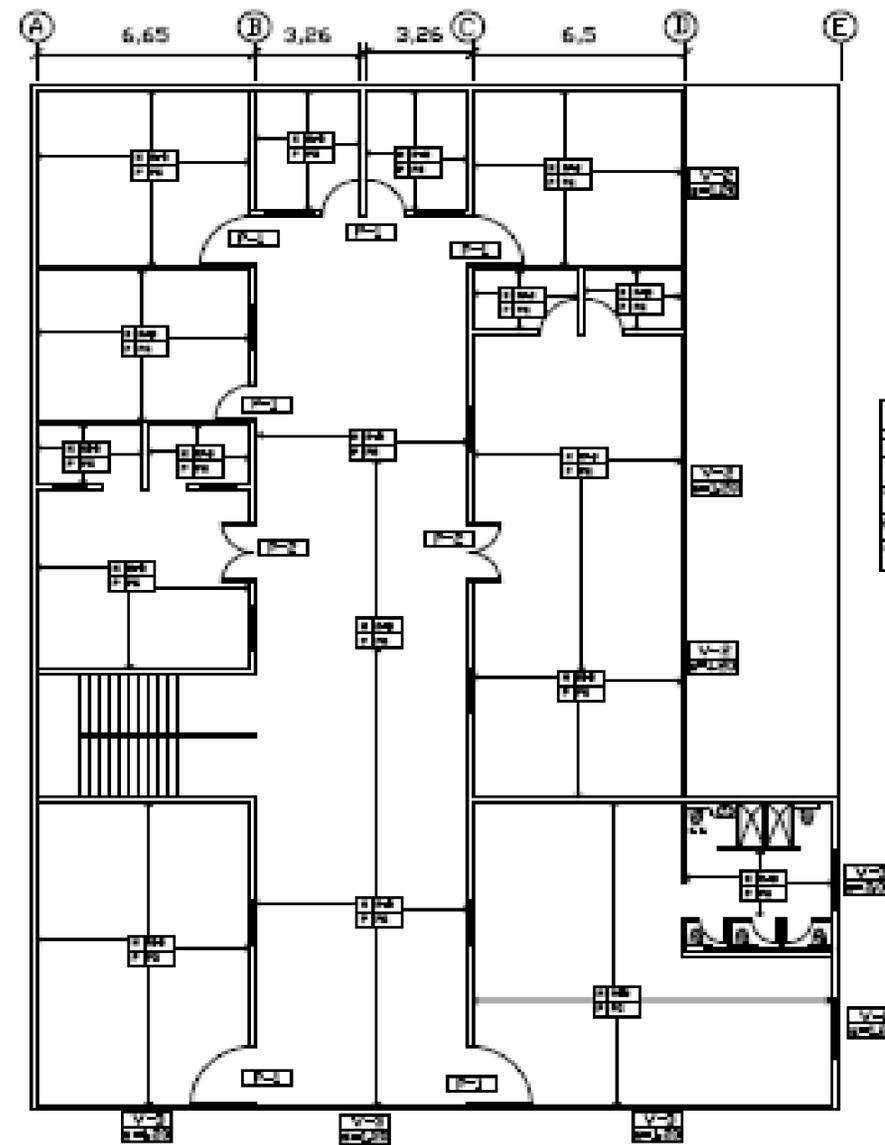
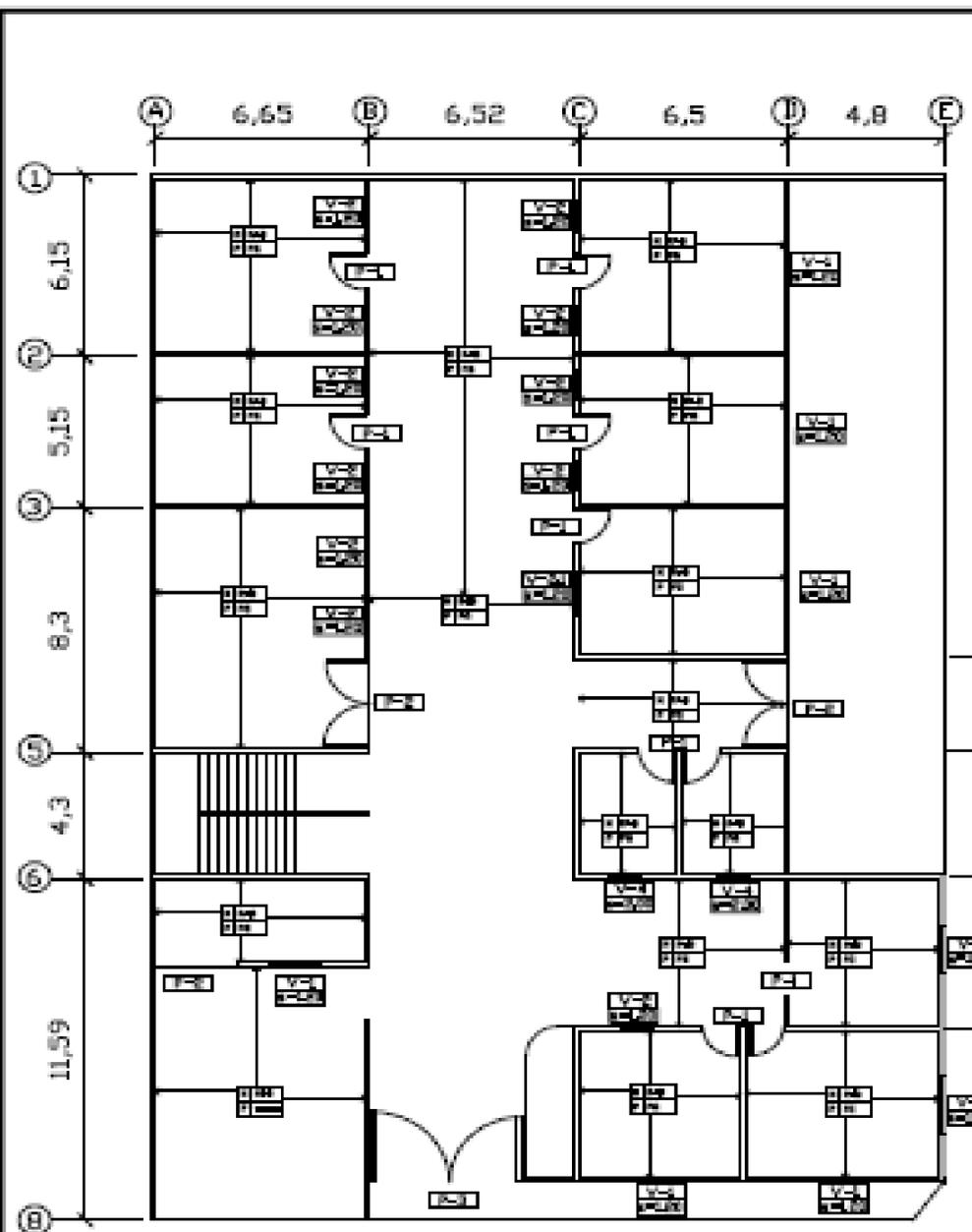
PLANTA PRIMER NIVEL ESCALA 1/50



PLANTA SEGUNDO NIVEL ESCALA 1/50

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBO PVC Ø 1/2" SERVIDO PRINCIPAL Y RAMALES TUBO PVC Ø 1/2" PARA AGUERO A ATEGADOS Y CERROS
	CODO 90° PVC HORIZONTAL
	CODO 90° PVC VERTICAL
	TEE PVC HORIZONTAL
	TEE PVC VERTICAL
	VALVULA DE CHEQUE
	VALVULA DE COMPUERTA
	CONTADOR DE AGUA
	VALVULA DE GLOBO

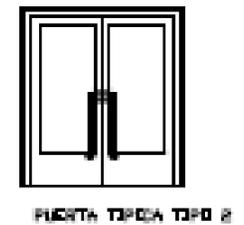
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA E.P.S. INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO: DISEÑO DE UNA RED DE AGUA PARA SERVIDO DE SANITARIO CALLE 14A, GUATEMALA		FECHA: NOVIEMBRE 2012	
ELABORADO POR: DISEÑO	REVISADO POR: DISEÑO	CONTENIDO: PLANTA PRIMER NIVEL	
A		01/12	



NOMENCLATURA	
M	MURO + PUENTE DE AEROS
P	PUENTE AEROS DE PUENTE
R+E	RECEPCION + PASADIZO
PG	PISO DE HERRAJE

PLANTILLA DE VENTANAS				
TIPO	ANCHO	DINTEL	SILLAR	MATERIAL
V-1	2.00	2.50	1.20	HIERRO + VIDRIO 5mm
V-2	1.50	2.50	1.20	HIERRO + VIDRIO 5mm
V-3	3.00	2.50	1.20	HIERRO + VIDRIO 5mm
V-4	1.50	2.50	2.00	HIERRO + VIDRIO 5mm

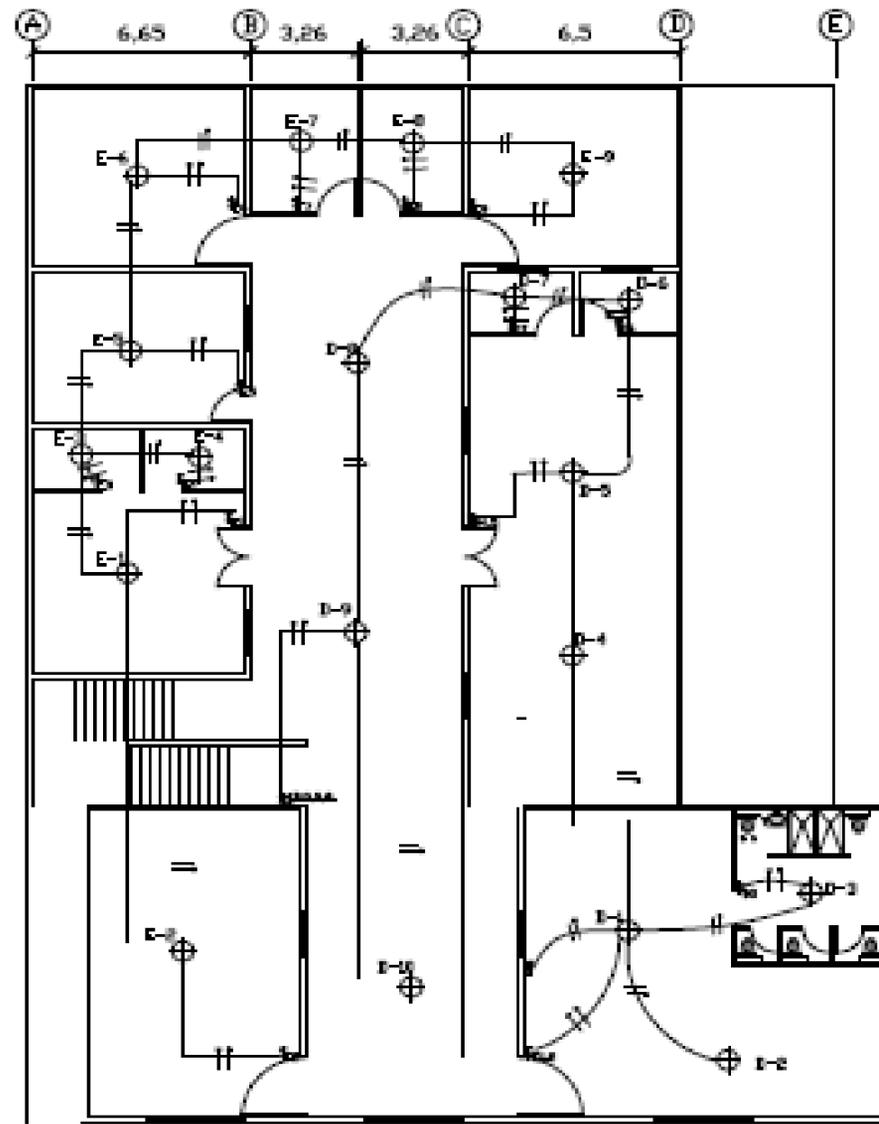
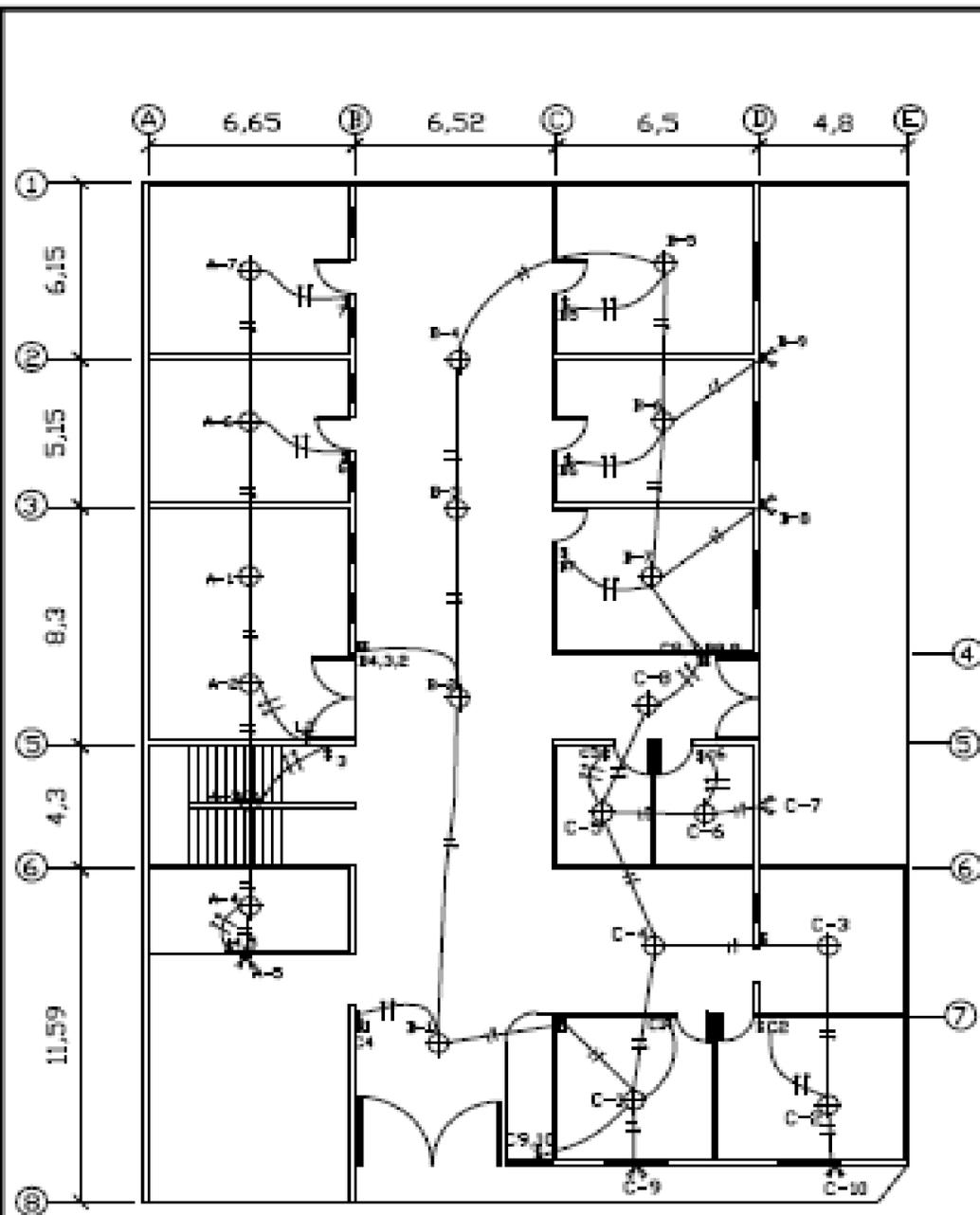
PLANTILLA DE PUERTAS			
TIPO	ANCHO	DINTEL	MATERIAL
P-1	1.20	2.50	MADERA
P-2	3.00	2.50	MADERA + VIDRIO 5mm
P-3	4.00	2.50	MADERA





UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
Facultad de Ingeniería
E.P.A. INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: Diseño de una vivienda unifamiliar de 3 dormitorios en Caracas, Venezuela.		ESCALA: 1:50	
AUTOR: Ing. Juan Carlos Rodríguez		FECHA: 2018	
TÍTULO: PLANTA DE VENTANAS		NÚMERO: A	



NOMENCLATURA

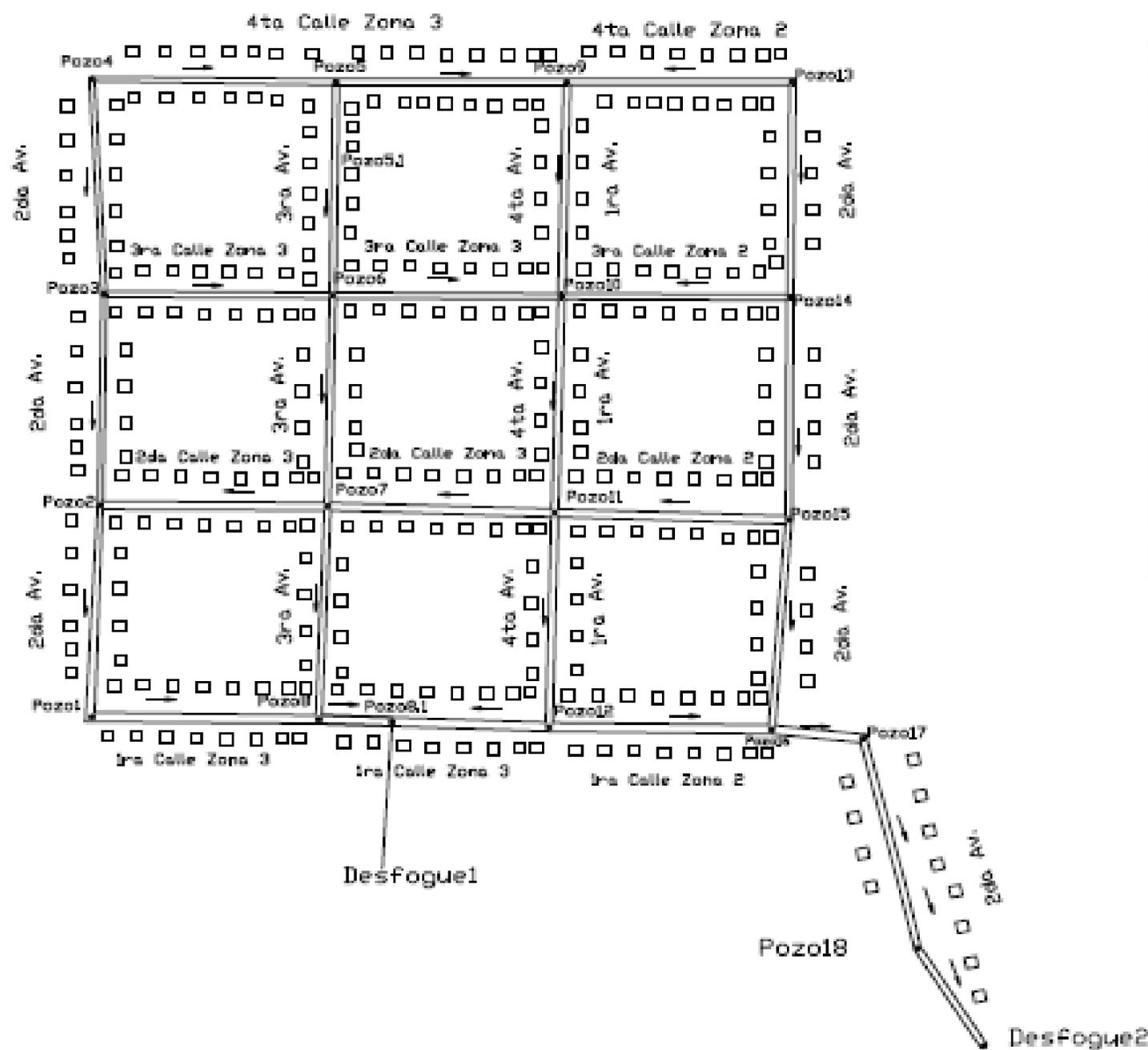
	TABLERO DE DISTRIBUCION		LAMPARA TIPO A 220 V A 100 W
	SELECCION TIPO SPOLJNET		TUBERIA DE CILINDRO
	LAMPARA TIPO A 220 V A 100 W CON INTERRUPTOR		CONDUCTOR NEUTRO
	RETORNO		CONDUCTOR ACTIVO

EL CABLE DE LOS CONDUCTORES SERA TYP No 32 AWG SI NO SE HA DICHAO LO CONTRARIO



UNIVERSIDAD DE LA HABANA
Facultad de Ingeniería
E.P.A. INGENIERIA EN ELEC.

TITULO: PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DE LA PLANTA DE LA ESCUELA DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD		FECHA: 1978 SEMESTRE: II
AUTOR: ING. JOSE LUIS GARCIA	ASISTENTE: ING. JOSE LUIS GARCIA	COORDINADOR: ING. JOSE LUIS GARCIA
INSTITUCION: UNIVERSIDAD DE LA HABANA		ESCUELA: INGENIERIA EN ELECTRICIDAD



Ed.	P.O	Dist	Área
0	Calculación		380
0	pozo1	4,75	18747,00"
1	2	51,21	128725
2	pozo2	22,00	118925
2	3	25,02	122710
3	4	85,3	128715,30"
4	pozo5	3,87	28891,50"
4	5	18,00	17150,0"
4	pozo6	88,22	21092,0"
5	pozo4	3,18	25475,00"
5	6	83,13	21228,00"
6	pozo5	3,85	8210,00"
6	7	88,27	21733,00"
7	pozo8	3,81	8170,70
7	pozo10	84,57	28492,00
7	8	85,67	21717,40"
8	pozo13	3,25	8233,0"
8	9	81,46	20710,00"
9	pozo14	3,73	28817,50"
9	10	18,06	28800,0"
10	pozo15	4,23	5817"
10	11	85,7	28958,0"
11	pozo16	3,47	8220,00"
11	12	28,80	21090,00"
12	pozo17	3,84	822,00"
12	13	85,60	28868,00"
13	pozo18	10,7	17718,0"
13	pozo19	28,27	28843,50"
13	14	85,3	28750,00"
14	desfogue	8	27254,00"
14	15	88,27	21400,00"
15	pozo12	4,84	12871,00"
15	pozo 11	82,86	12728,50"
15	16	81,40	20407,0"
16	pozo1	3,58	14858,50"
16	pozo 7	88,44	12481,50"
16	9	88,13	21867,00"

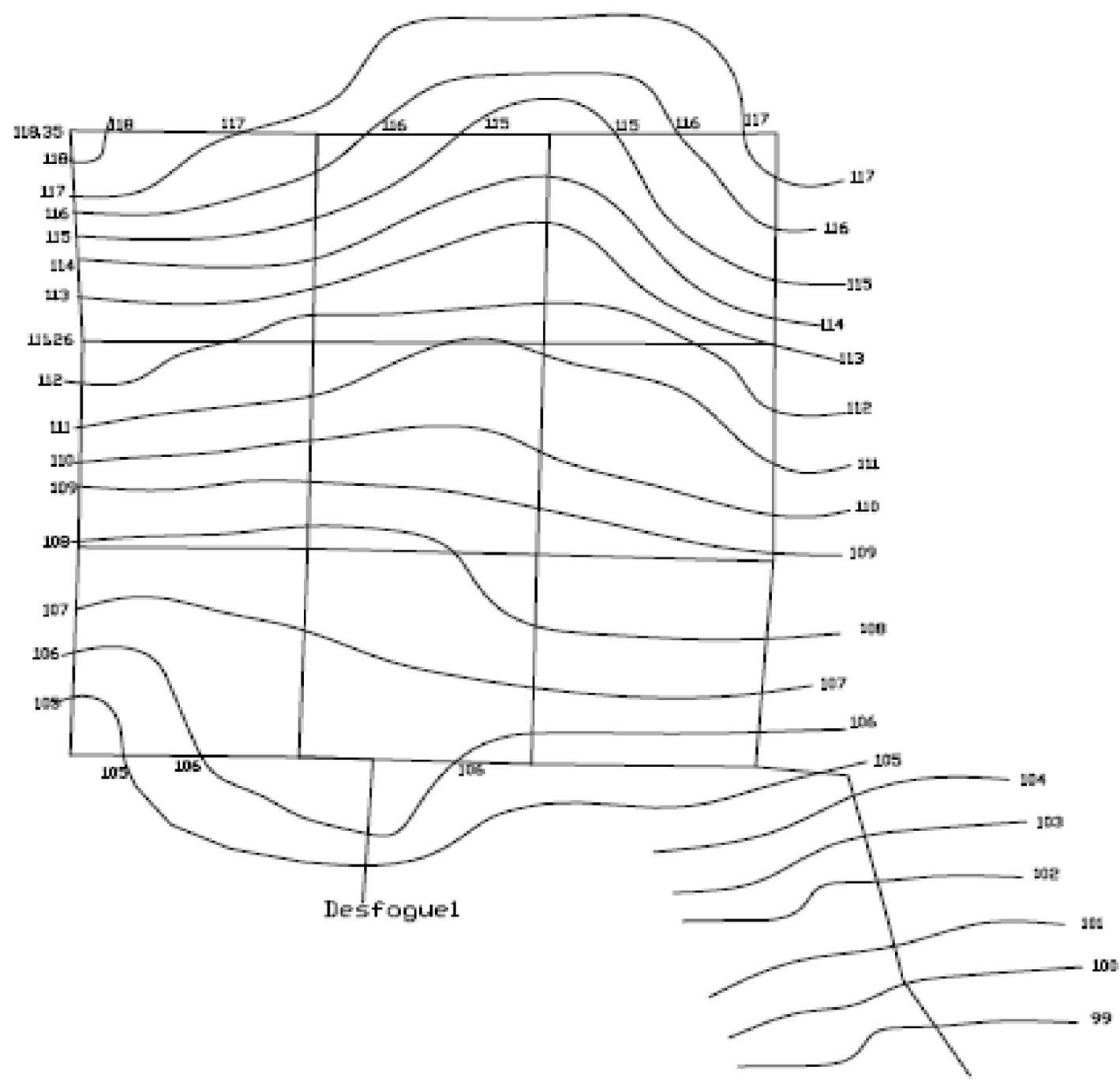
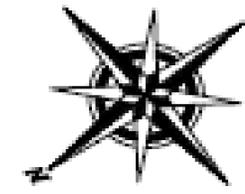
PLANTA GENERAL

ESCALA: 1/1000



CONDOMINIO DE SAN CARLOS
Proyecto de Ingeniería
PLAN GENERAL DEL

<p>PROYECTO DE ALBERGUE PARA EL PERSONAL DE LA COMANDANCIA EN JEFE FUERZAS ARMADAS GUATEMALAS</p>		<p>FECHA: FEBRERO 2010</p>
<p>PROYECTO: ALBERGUE PARA EL PERSONAL DE LA COMANDANCIA EN JEFE FUERZAS ARMADAS GUATEMALAS</p>	<p>FECHA: FEBRERO 2010</p>	<p>ESCALA: 1/1000</p>
<p>PROYECTO: ALBERGUE PARA EL PERSONAL DE LA COMANDANCIA EN JEFE FUERZAS ARMADAS GUATEMALAS</p>	<p>FECHA: FEBRERO 2010</p>	<p>ESCALA: 1/1000</p>

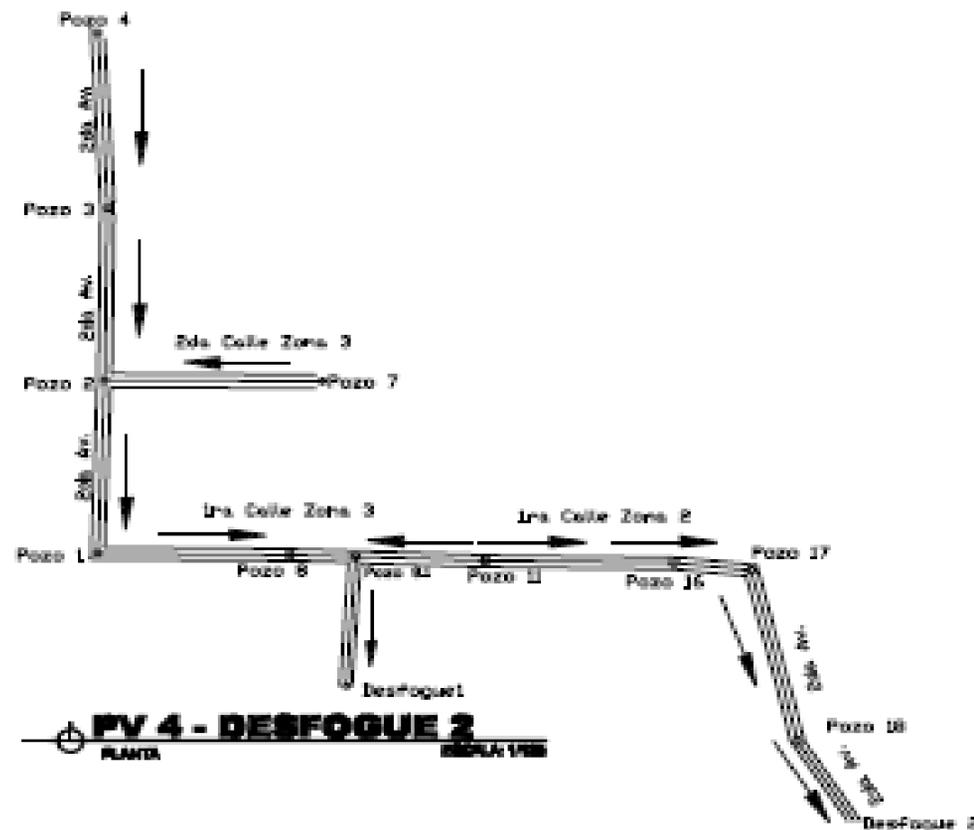


 **PLANTA GENERAL**
CURVAS DE NIVEL

ESCALA: 1/1000



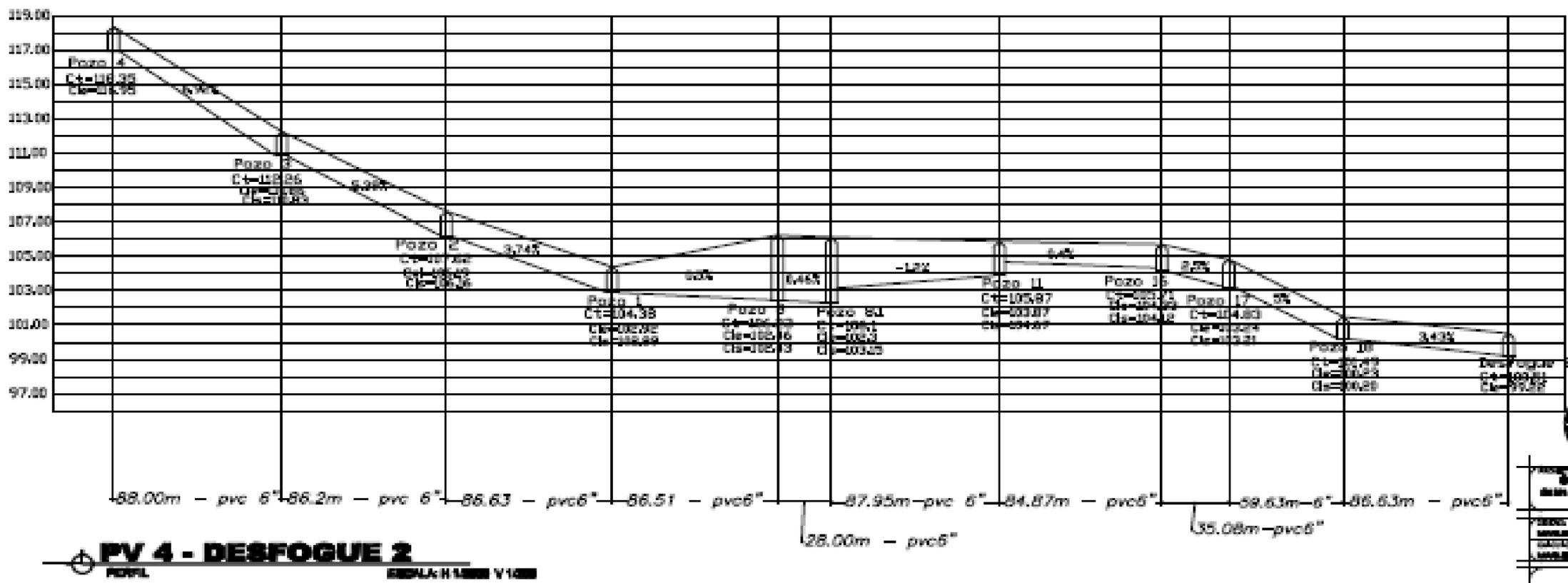
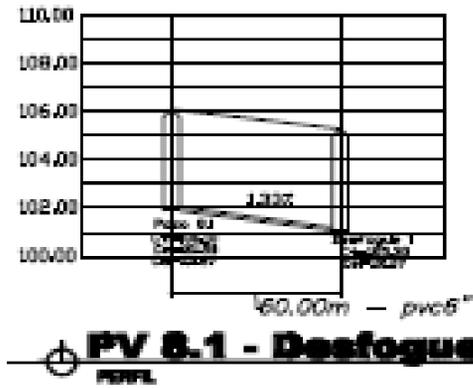
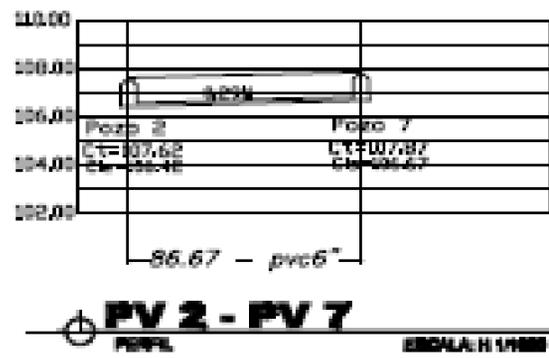
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y DATOS CENSALES INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y DATOS CENSALES		MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS	
TÍTULO: PLANTA GENERAL	FECHA: 2018	ESCALA: 1/1000	HOJA: 01
AUTOR: INEC	REVISOR: INEC	CORTEJO: PLANTA GENERAL	HOJA: 01
APROBADO: INEC	REVISADO: INEC	HOJA: 01	HOJA: 01



SIMBOLOGIA

Cl	COTA DE TERRENO
Ce	COTA INVERT DE ENTRADA
Cs	COTA INVERT DE SALIDA

NOTA: TODA TUBERIA SERA PVC NORMA 3034 ASTM



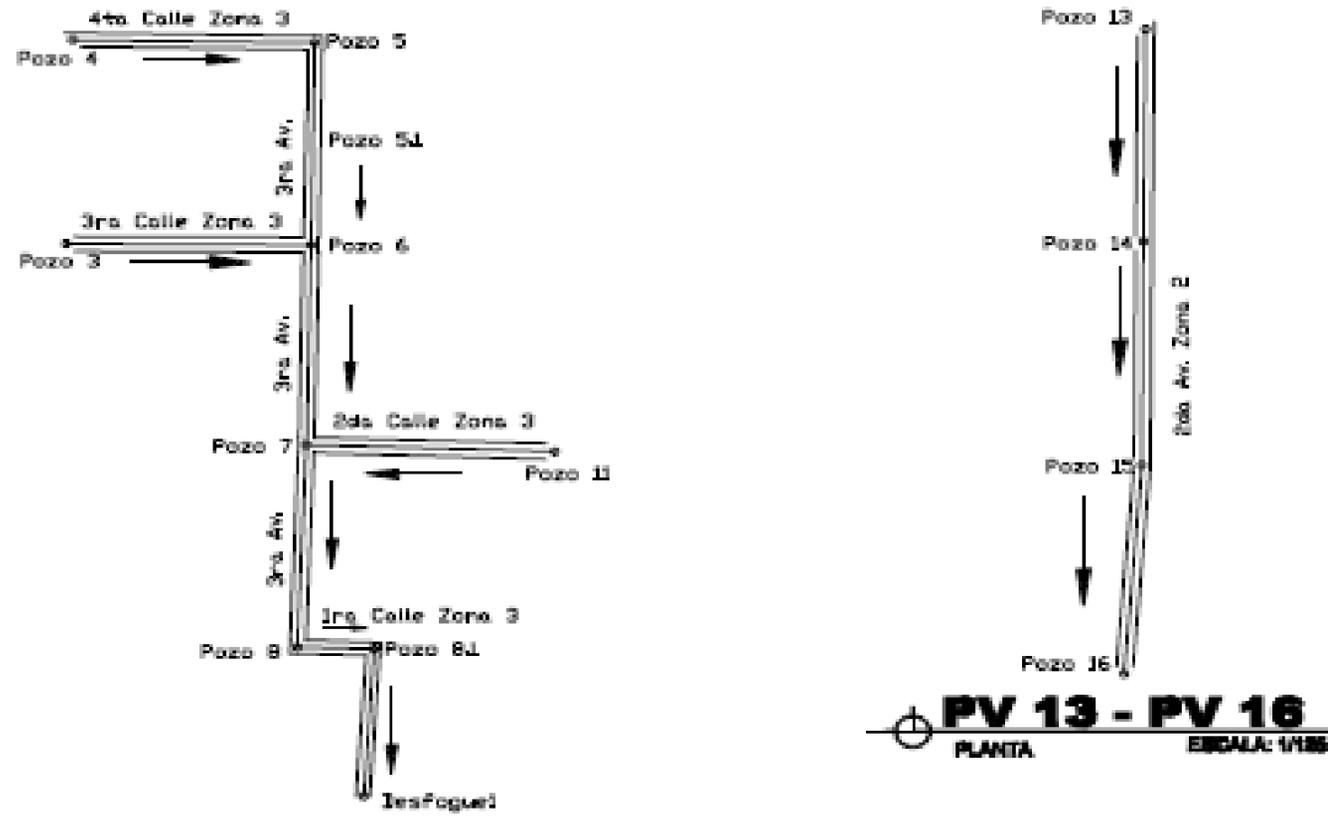
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
Facultad de Ingeniería
CARRERA INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: SISTEMA DE ALMAYORILLADO-SANITARIO de la Barriada La Estrella y La Estrella Central, CIUDAD YUCA, GUATEMALA

FECHA: 2008

SECCION: 01

HOJA: 24

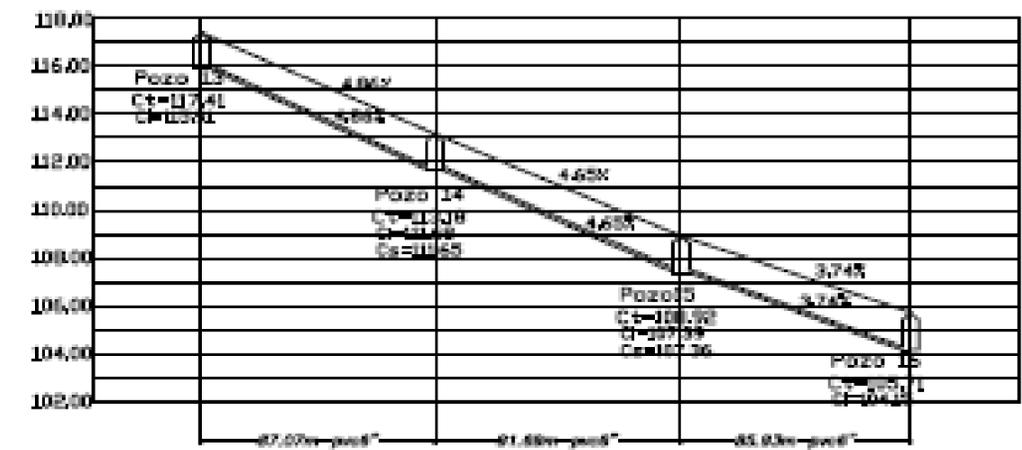
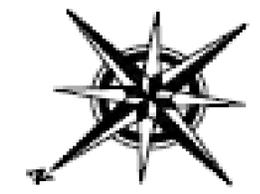


PV 13 - PV 16
PLANTA EBCALA: 1/1000

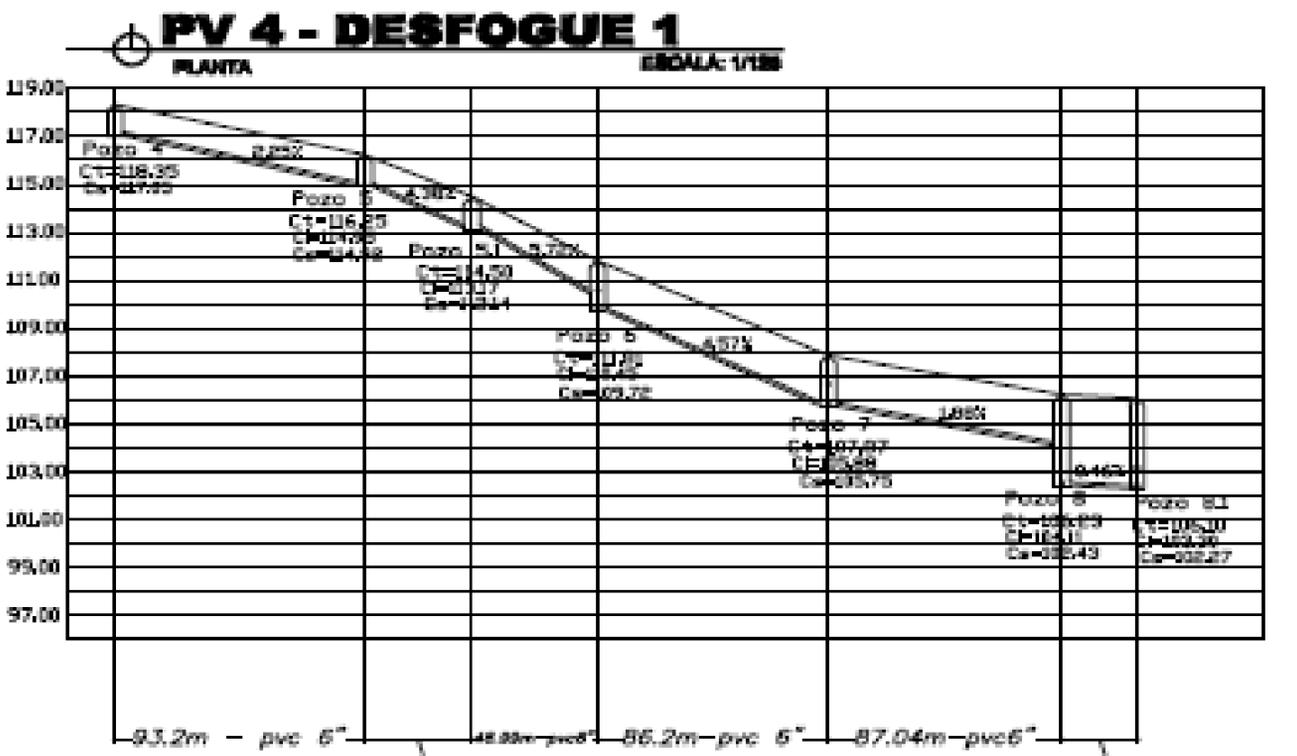
SIMBOLOGIA

Ct	COTA DE TERRENO
Ca	COTA INVERT DE ENTRADA
Cs	COTA INVERT DE SALIDA

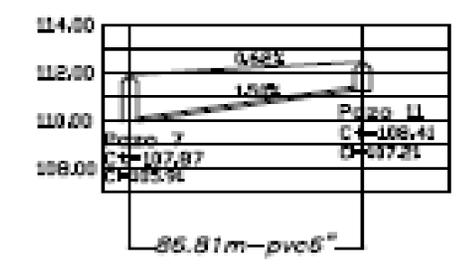
NOTA: TODA TUBERIA SERA PVC NORMA 3034 ASTM



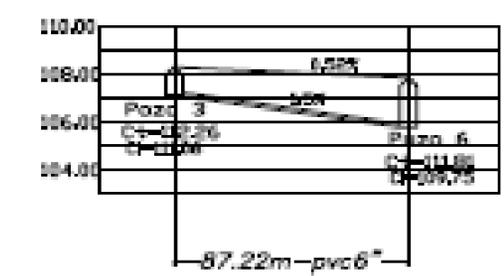
PV 13 - PV 16
PERFIL EBCALA: H 1/2000 V 1/200



PV 4 - DESFOQUE 1
PERFIL EBCALA: H 1/2000 V 1/200



PV 7 - PV 11
PERFIL EBCALA: H 1/2000 V 1/200



PV 3 - PV 6
PERFIL EBCALA: H 1/2000 V 1/200

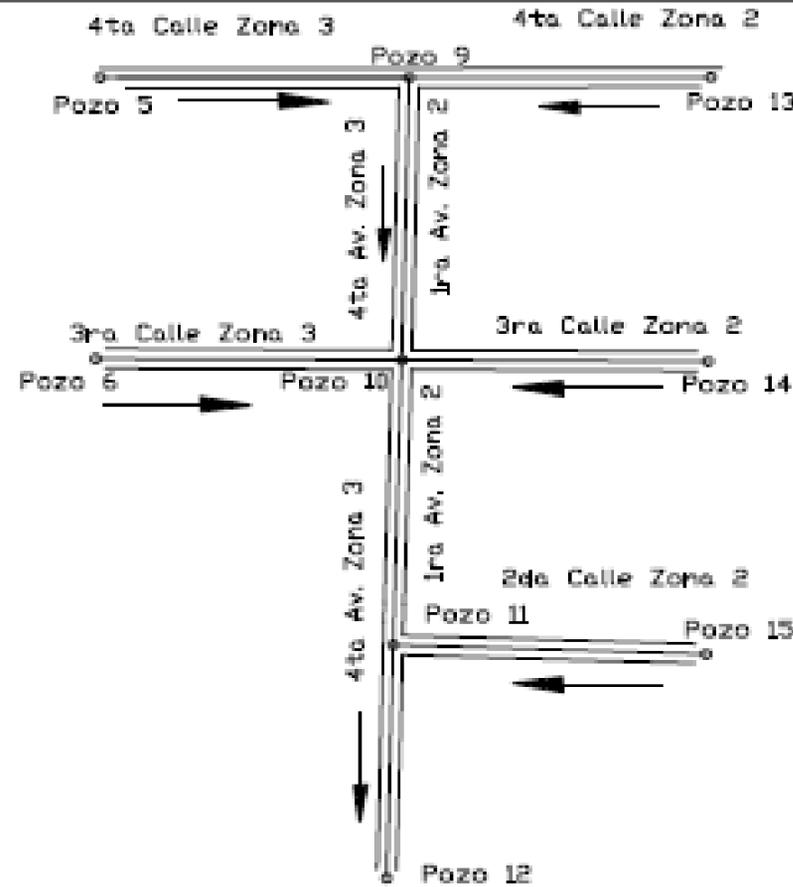
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
Facultad de Ingeniería
EIA SINDICATO CIVIL

UNIVERSIDAD DE ALBERTO DELgado
Escuela de Ingeniería de la Construcción
CARRERA VIAL, SPORTINGHOUSE

PROYECTO	FECHA
ESTUDIO	PROYECTO
PROYECTO	PROYECTO

PLANOS + PERFILES

NO. PLAN: **8** / TOTAL: **48**

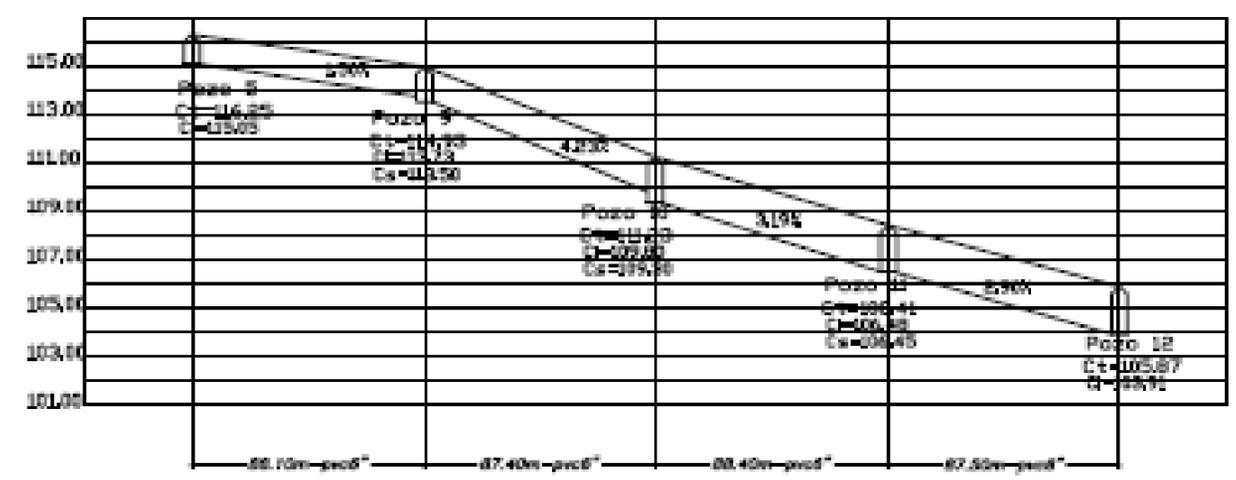


SIMBOLOGIA	
Ct	COTA DE TERRENO
Ce	COTA INVERT DE ENTRADA
Cs	COTA INVERT DE SALIDA

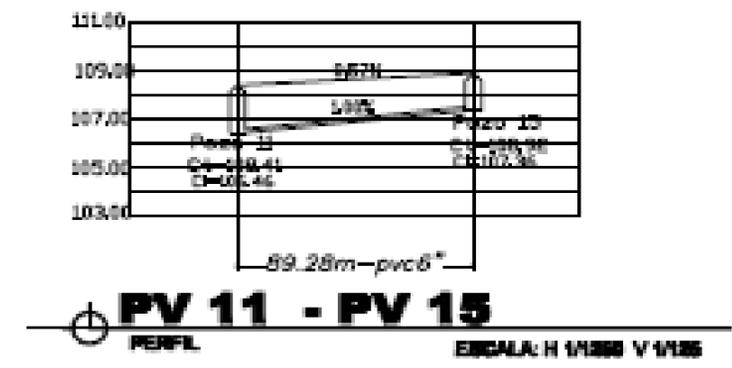
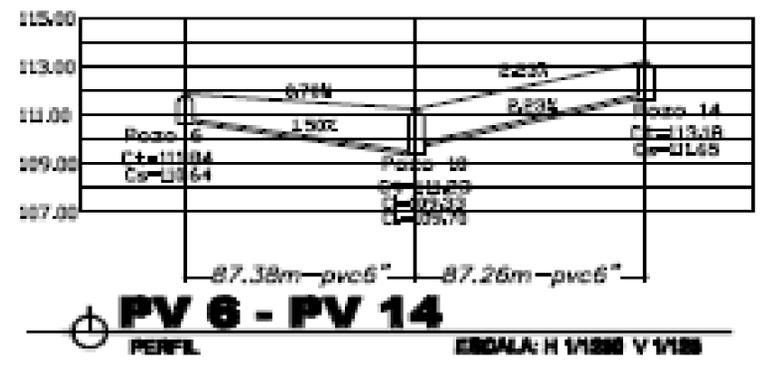
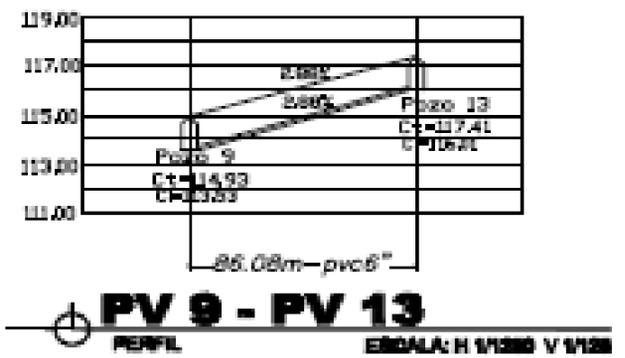
NOTA: TODA TUBERIA SERA PVC NORMA 3034 ASTM



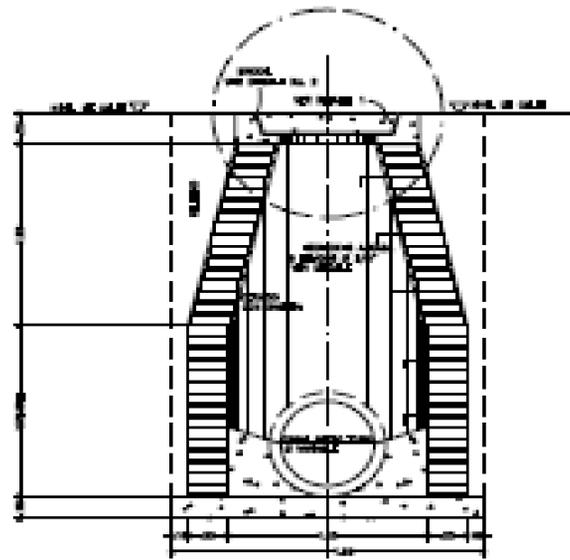
PV 5 - PV 12
PLANTA
ESCALA: 1/1000



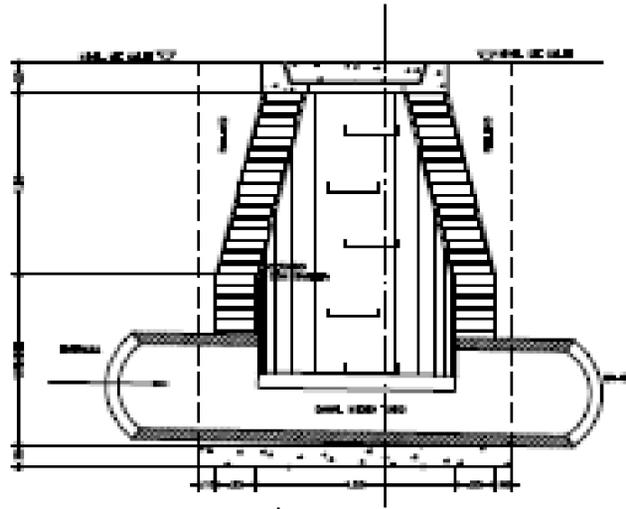
PV 5 - PV12
PERFL
ESCALA: H 1/1000 V 1/100



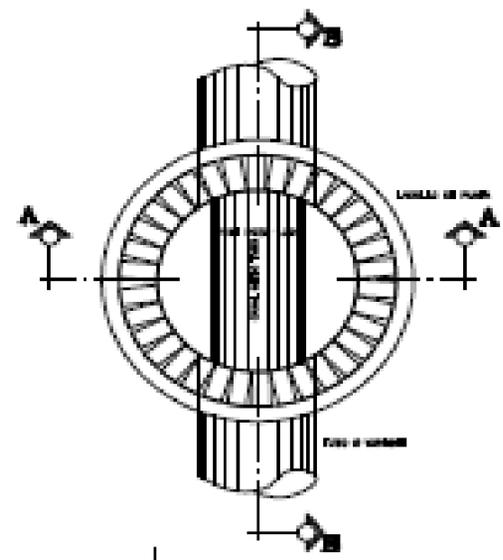
INSTITUCION DE SAN GUAYAS Facultad de Ingeniería E.S.P. INGENIERIA CIVIL		TITULO: PROYECTO	
NOMBRE DEL ALUMNO(A): GRUPO YUA, ENRIQUETA		FECHA: 2023	
TEMA: PROYECTO	ESCALA: PROYECTO	COORDENADOR: INGENIERO	
CALIFICACION: PROYECTO	OBSERVACIONES: PROYECTO	NÚM. 01	PÁG. 02



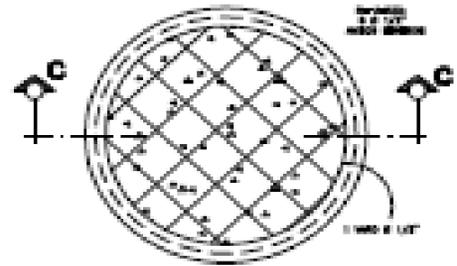
SECCION A-A DE POZO DE VISTA
ESCALA: 1/20



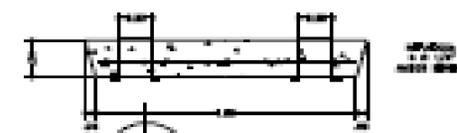
SECCION B-B DE POZO DE VISTA
ESCALA: 1/20



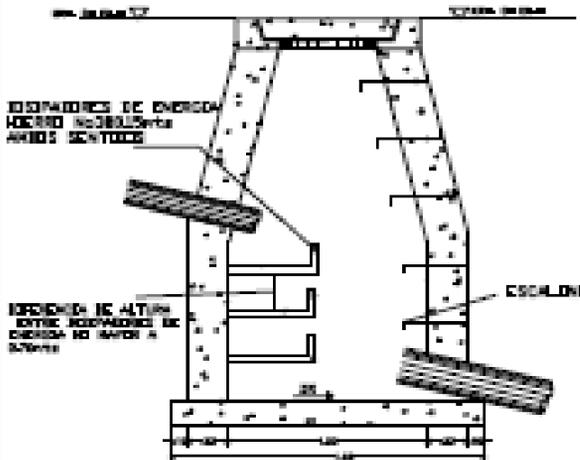
PLANTA DE POZO DE VISTA TIPO
ESCALA: 1/20



DETALLE 1 ARMADO DE TAPADERA
ESCALA: 1/20



SECCION C-C DE TAPADERA
ESCALA: 1/20



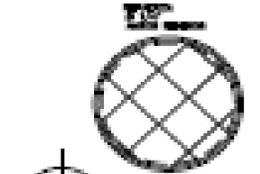
DISIPADORES DE ENERGIA
HECHO DE BLOQUES
DE HORMON
CON REJES

ESPESOR DE ALTIM
ENTRE DISIPADORES DE
ENERGIA NO MAYOR A
30cm

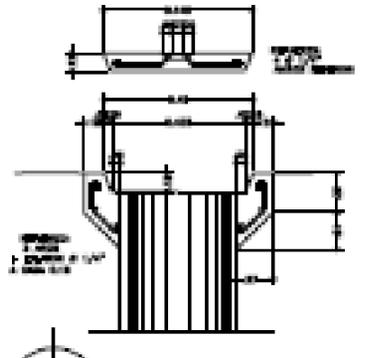
ESCALONES DE 40x60x30cm

POZO DE VISTA CON DISIPADORES DE ENERGIA
ESCALA: 1/20

NOTA: SE APLICARA ESTE TIPO DE POZO
CUALQUO LA DIFERENCIA DE COTAS ENTRE
TUBERIA Y EL FONDO DE LA TUBERIA
NO SEA MAYOR A 6.00m.



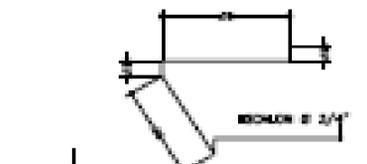
ARMADO DE TAPADERA
ESCALA: 1/20



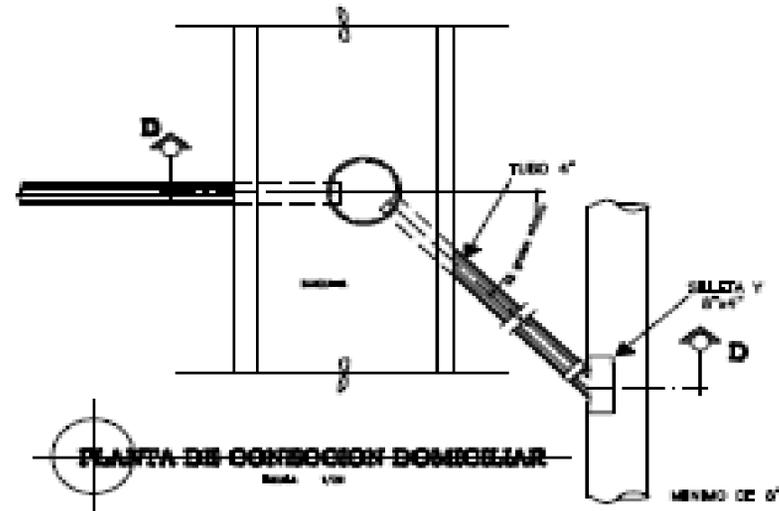
SECCION
ESCALA: 1/20



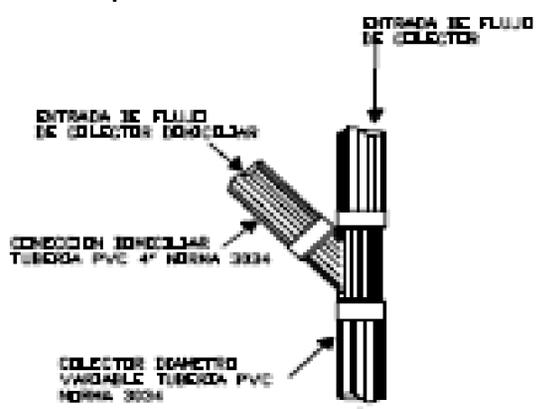
SECCION D-D
ESCALA: 1/20



DETALLE DE ESCALONES
ESCALA: 1/20



PLANTA DE CONEXION DOBLE
ESCALA: 1/20



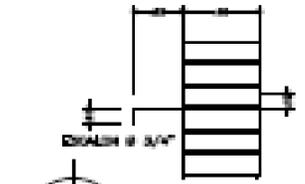
ENTRADA DE FLUIDO DE COLECTOR (DIRECCION)

CONEXION ENCHILAS
TUBERIA PVC 4" NORMA 3334

COLECTOR DIAMETRO
VARIABLE TUBERIA PVC
NORMA 3334

SALIDA DE FLUIDO DE COLECTOR

DETALLE DE SELETA TIPO Y



DETALLE DE ESCALONES
ESCALA: 1/20

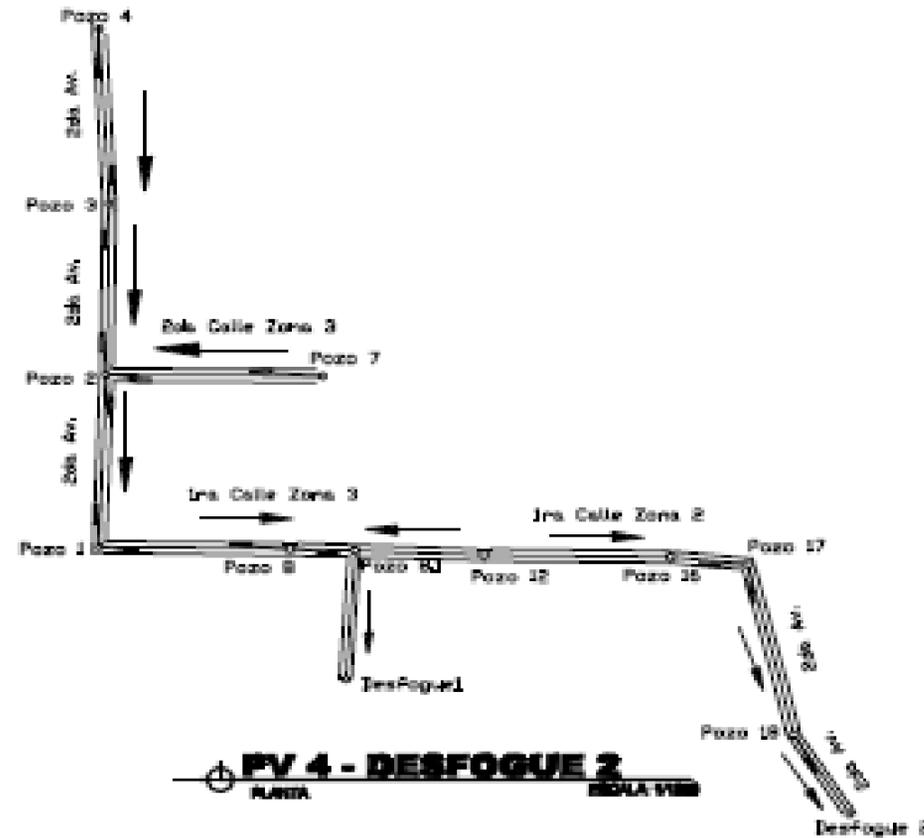


CONVENIO DE UNO DE LOS
FABRICANTES DE TUBERIA
DE PLASTICO EN EL
MEXICO

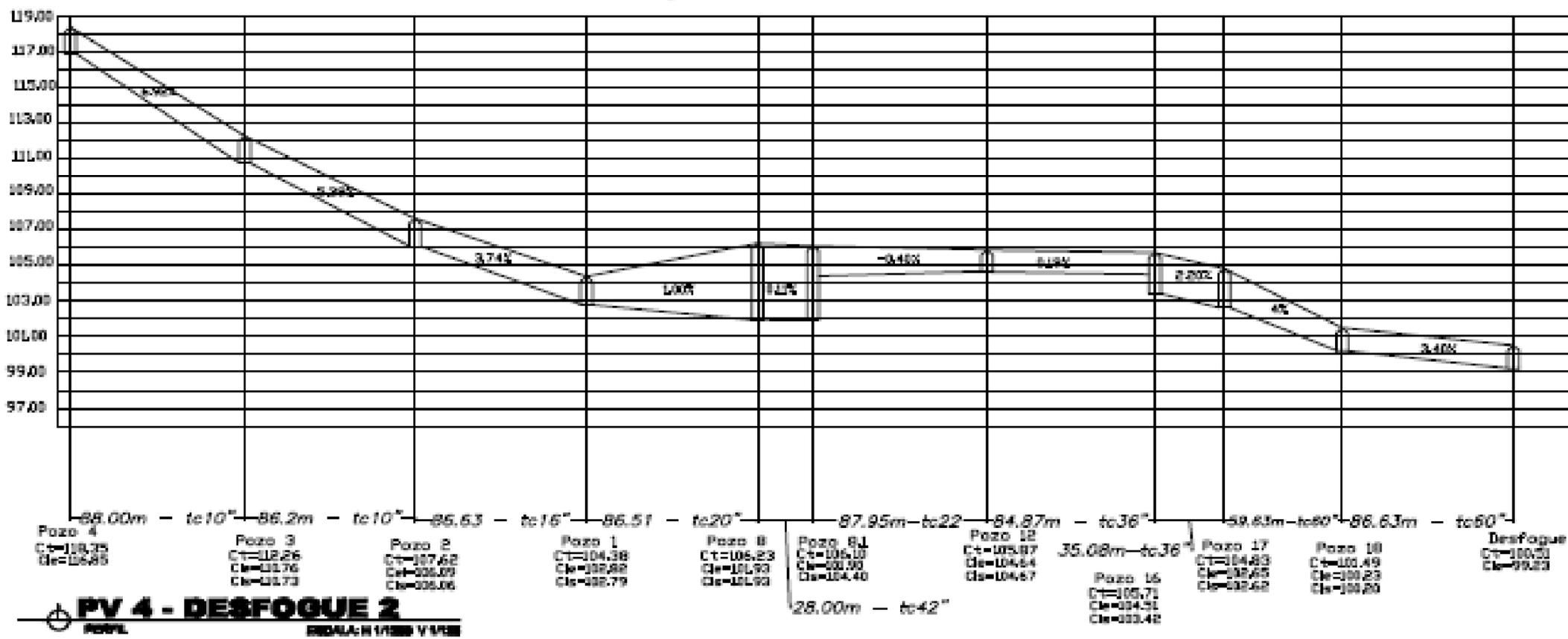
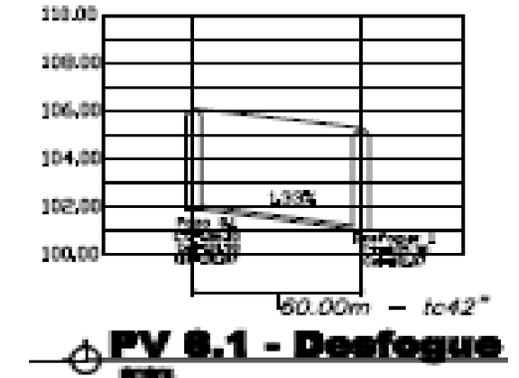
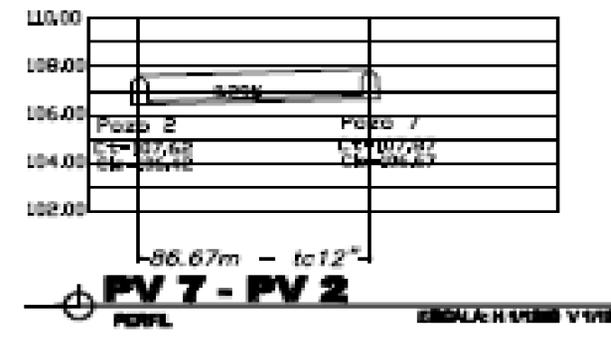
SECCION DE ALUMBRADO EN TUBERIA
DE PLASTICO EN EL MEXICO
DISEÑO Y FABRICACION

SECCION DE ALUMBRADO EN TUBERIA
DE PLASTICO EN EL MEXICO
DISEÑO Y FABRICACION

SECCION DE ALUMBRADO EN TUBERIA
DE PLASTICO EN EL MEXICO
DISEÑO Y FABRICACION

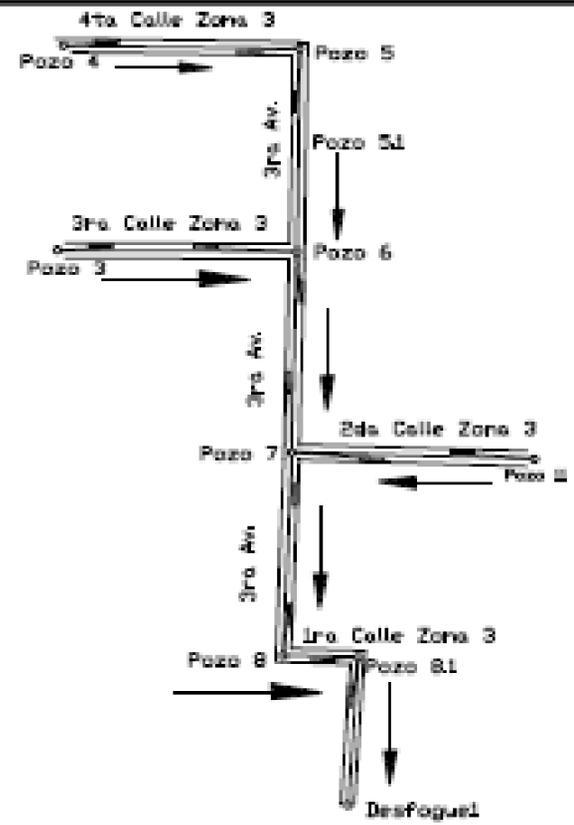


SIMBOLOGIA	
Ct	COTA DE TERRENO
Ce	COTA INVENT DE ENTRADA
Ca	COTA INVENT DE SALIDA
tc	TUBERIA DE CONCRETO
←	DIRECCION DEL FLUIDO
—	RENCA TRAGANTES

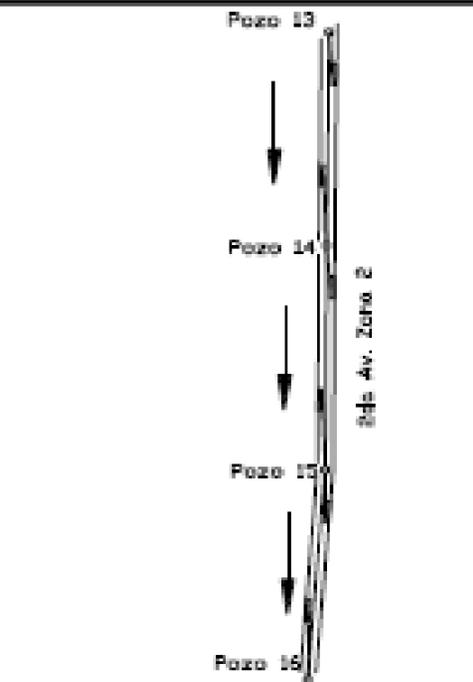


INSTITUCION DE ENGENIERIA
Facultad de Ingenieria
E.P.A. UNIVERSIDAD DEL SAZ

PROYECTO: SISTEMA DE ALIVIADESADE PLUVIAL EN EL SECTOR DE LA ZONA 3 Y ZONA 2 DEL DISTRITO DE SAN JUAN DE LOS RIOS, CANTON VILA, BAHIA DE CARACAS		FECHA: 15/05/2018
ELABORADO POR: INGENIERO CIVIL JUAN CARLOS	REVISADO POR: INGENIERO CIVIL JUAN CARLOS	APROBADO POR: INGENIERO CIVIL JUAN CARLOS
Escala: 1:1000		Hoja: 14

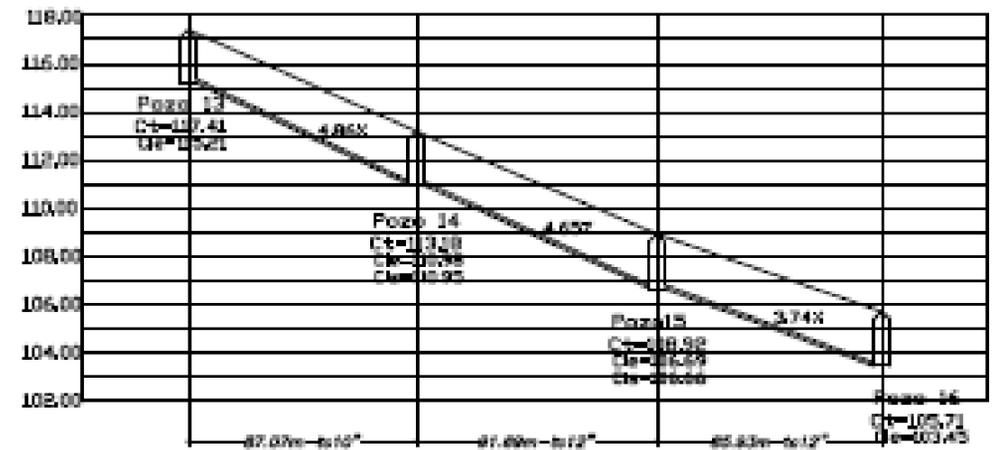
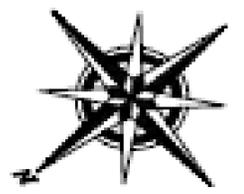


PV 4 - DESFOQUE 1
PLANTA ESCALA: 1/1250

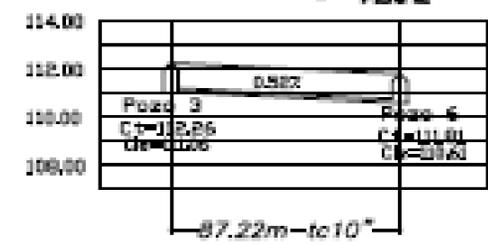


PV 13 - PV 16
PLANTA ESCALA: 1/1250

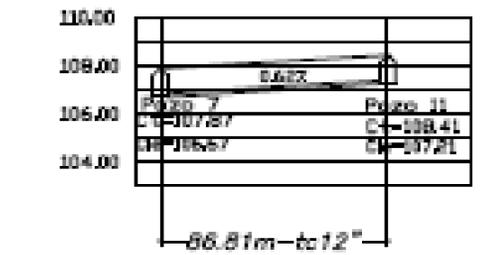
SIMBOLOGIA	
Ct	COTA DE TERRENO
Ce	COTA INVENT DE ENTRADA
Ca	COTA INVENT DE SALIDA
tc	TUBERIA DE CONCRETO
←	DIRECCION DEL FLUJO
—	INDICA TRANCENTES



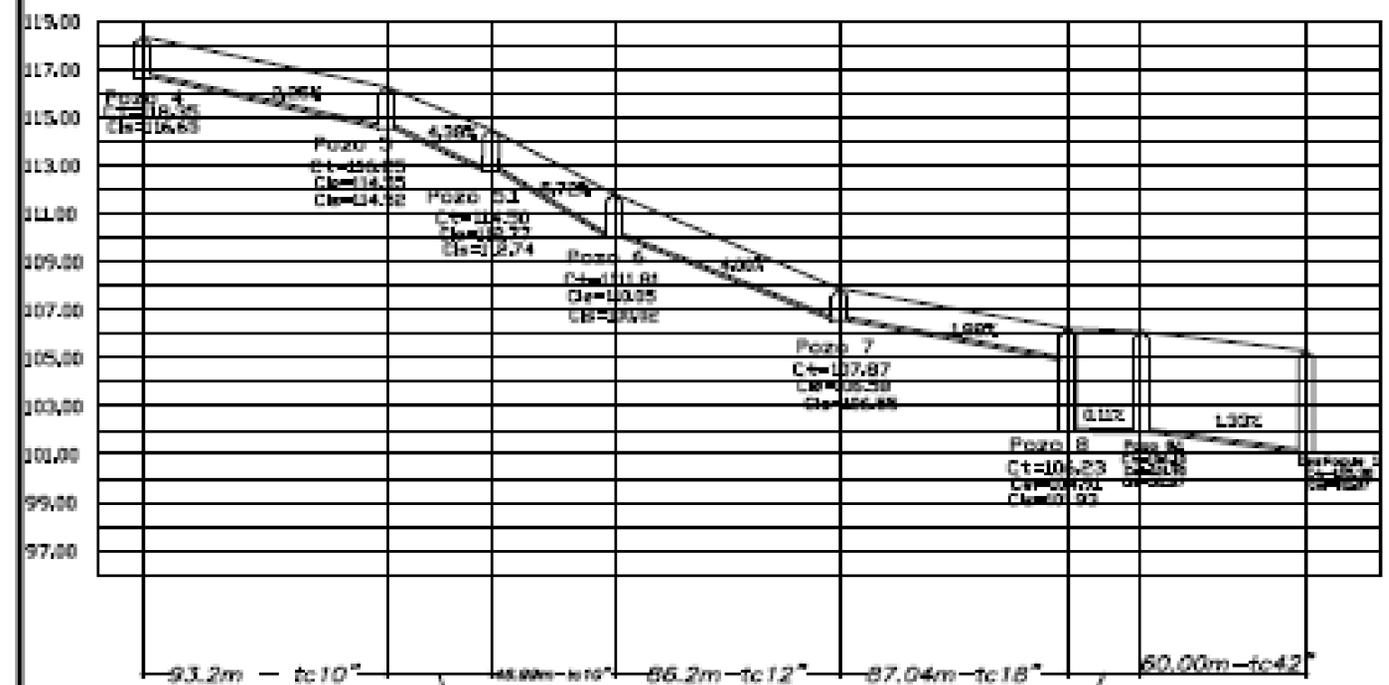
PV 13 - PV 16
PERFIL ESCALA: H 1/1250 V 1/1250



PV 3 - PV 6
PERFIL ESCALA: H 1/1250 V 1/1250



PV 7 - PV 11
PERFIL ESCALA: H 1/1250 V 1/1250

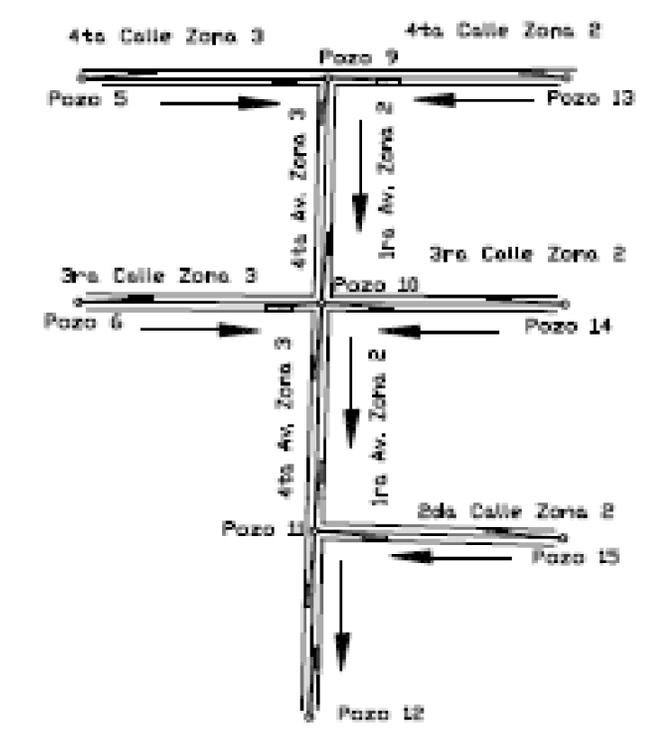


PV 4 - PV 8
PERFIL ESCALA: H 1/1250 V 1/1250

**CONSTRUCCION DE OBRAS DE
SANEAMIENTO Y DRENAJE
S.P.A. INGENIERIA CIVIL**

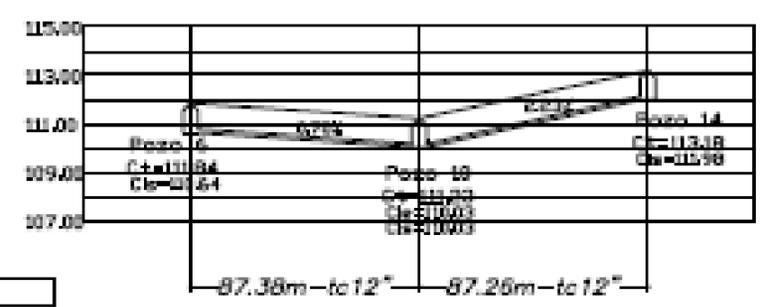
PROYECTO: OBRAS DE SANEAMIENTO Y DRENAJE EN LAS CALLES 1ra, 2da, 3ra Y 4ta ZONAS DE LA CIUDAD DE SAN CARLOS, GUATEMALA.		FECHA: 2018
PROYECTADO POR: INGENIERO CIVIL	REVISADO POR: INGENIERO CIVIL	FECHA: 2018
CLIENTE: MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS		FECHA: 2018
PROYECTO: OBRAS DE SANEAMIENTO Y DRENAJE EN LAS CALLES 1ra, 2da, 3ra Y 4ta ZONAS DE LA CIUDAD DE SAN CARLOS, GUATEMALA.		FECHA: 2018

C	34
---	----

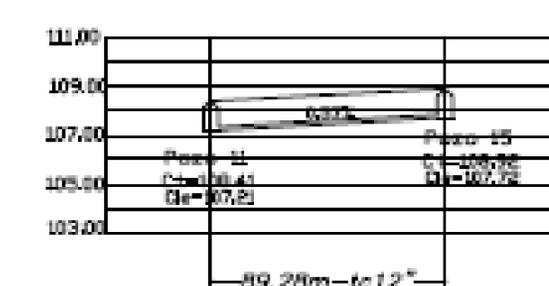


SIMBOLOGIA	
Ct	COTA DE TERRENO
Ce	COTA INVERT DE ENTRADA
Cs	COTA INVERT DE SALIDA
tc	TUBERIA DE CONCRETO
←	DIRECCION DEL FLUIDO
▭	INDICA TRAGANTES

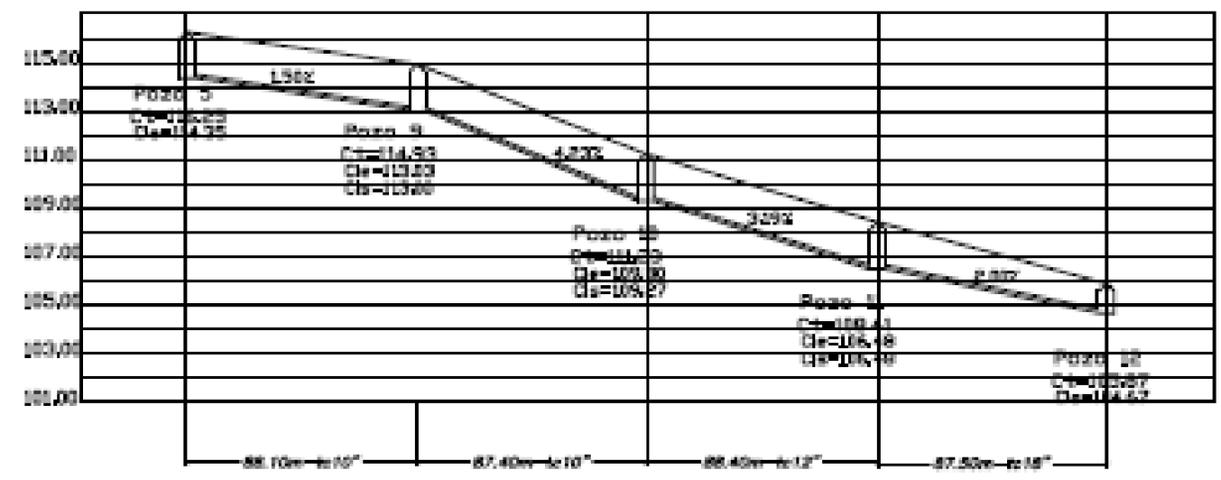
PV 5 - PV 12
PLANTA
ESCALA: 1/1000



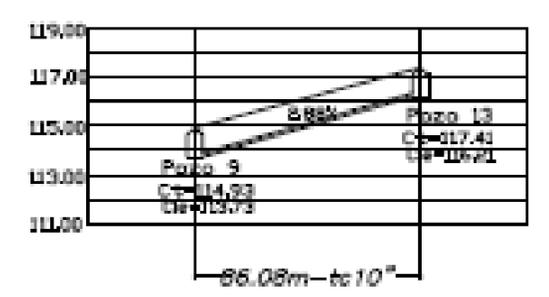
PV 6 - PV 14
PERFIL
ESCALA: H 1/1000 V 1/1000



PV 15 - PV 11
PERFIL
ESCALA: H 1/1000 V 1/1000

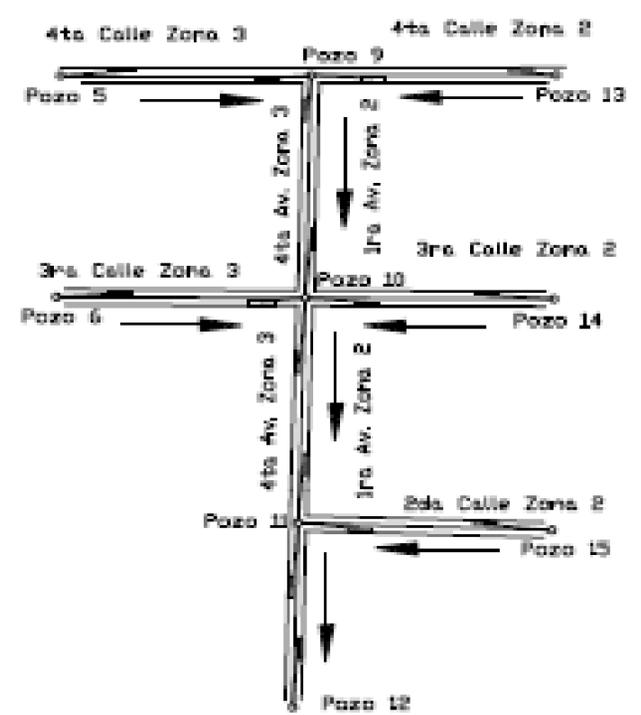
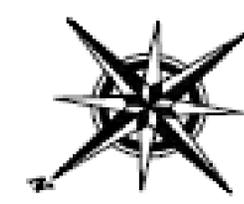


PV 5 - PV 12
PERFIL
ESCALA: H 1/1000 V 1/1000



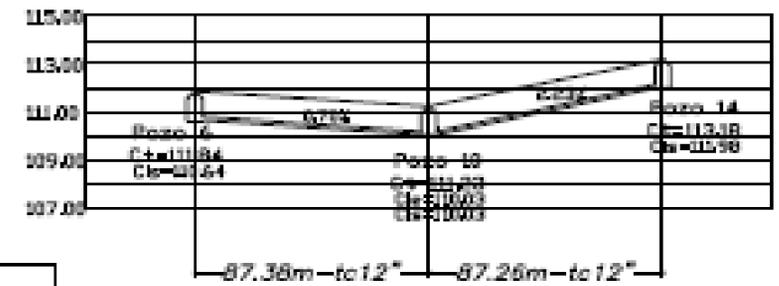
PV 13 - PV 9
PERFIL
ESCALA: H 1/1000 V 1/1000

		GOBIERNO MUNICIPAL Municipalidad de Sagatepeque ALCALDIA MUNICIPAL	
		PROYECTO: SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES SUBPROYECTO DE LAS REJAS Y DE LAS LINEAS DE REJAS BARRIO VILLA, SAGATEPEQUE	FECHA: FEBRERO 2010
DISEÑO: INGENIERO JUAN CARLOS	ELABORADO: INGENIERO JUAN CARLOS	COORDINADOR: INGENIERO JUAN CARLOS	
PLANOS Y PERFILES		NO. PLANO: C 34	HOJA: 34

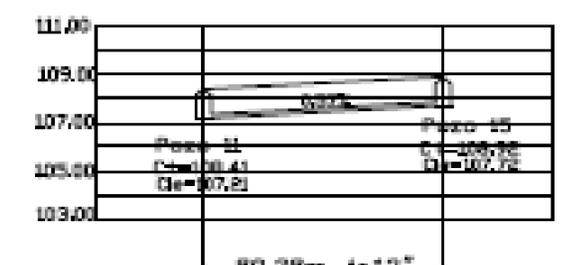


SIMBOLOGÍA	
Ct	COTA DE TERRENO
Ge	COTA INVERT DE ENTRADA
Ce	COTA INVERT DE SALIDA
tc	TUBERIA DE CONCRETO
←	DIRECCION DEL FLUIDO
—	INDICA TRAGANTES

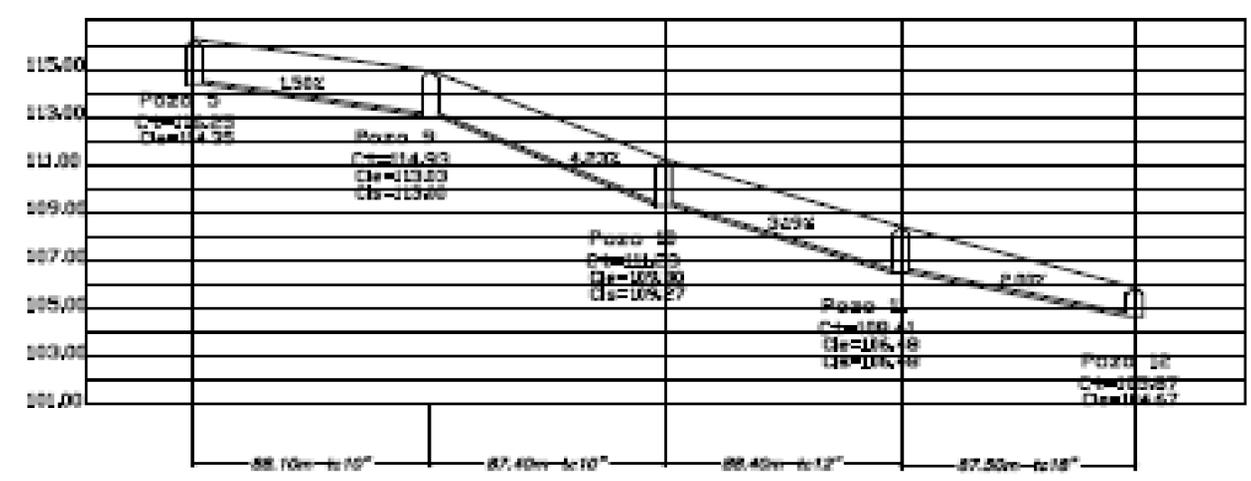
PV 5 - PV 12
PLANTA
ESCALA: 1/1000



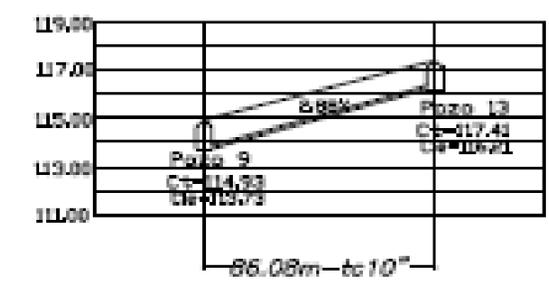
PV 6 - PV 14
PERFIL
ESCALA: H 1/1250 V 1/125



PV 15 - PV 11
PERFIL
ESCALA: H 1/1250 V 1/125



PV 5 - PV 12
PERFIL
ESCALA: H 1/1250 V 1/125



PV 13 - PV 9
PERFIL
ESCALA: H 1/1250 V 1/125

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
Facultad de Ingeniería
E.S.A. INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: SECTOR DE AGUENTAMIENTO PLUVIAL PLAN DE OBRAS PARA LA RECONSTRUCCION DEL SECTOR VLA, SAGATEPEQUEZ		FECHA: MARZO 2010
ELABORADO: JUAN CARLOS	APROBADO: JUAN CARLOS	ESCALA: PLANTA: 1/1000 PERFILES: 1/125
INSTITUCION: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS		HOJA: C 34

