



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

**DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA OFICINAS DE LA
MANCOMUNIDAD DE NOR-ORIENTE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA
PUNTA DE LLANO, MUNICIPIO DE USUMATLÁN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA**

Marco Leonel Rodríguez Flores
Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, abril de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA OFICINAS DE LA
MANCOMUNIDAD DE NOR-ORIENTE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA
PUNTA DE LLANO, MUNICIPIO DE USUMATLÁN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARCO LEONEL RODRÍGUEZ FLORES
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, ABRIL DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

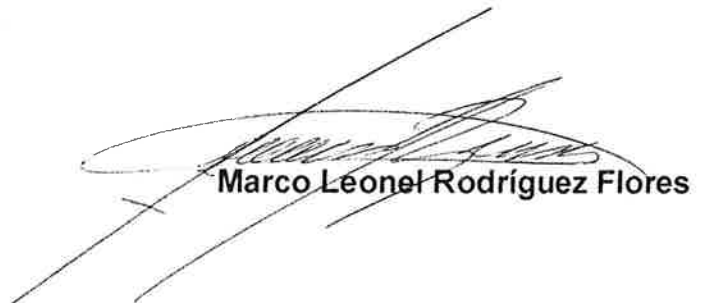
DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA OFICINAS DE LA
MANCOMUNIDAD DE NOR-ORIENTE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA
PUNTA DE LLANO, MUNICIPIO DE USUMATLÁN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha octubre de 2010.



Marco Leonel Rodríguez Flores



Guatemala, 13 de febrero de 2013
Ref.EPS.DOC.196.02.13

Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Calderón de León.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Marco Leonel Rodríguez Flores** con carné No. **200620030**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA OFICINAS DE LA MANCOMUNIDAD DE NOR-ORIENTE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PUNTA DE LLANO, MUNICIPIO DE USUMATLÁN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA”**.

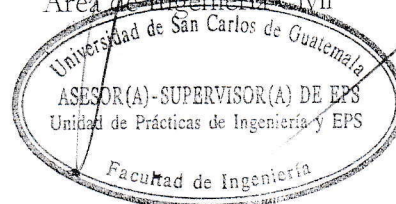
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

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



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



Guatemala,
18 de febrero de 2013

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA OFICINAS DE LA MANCOMUNIDAD DE NOR-ORIENTE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PUNTA DE LLANO, MUNICIPIO DE USUMATLÁN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Marco Leonel Rodríguez Flores, con Carnet No. 200620030 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
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
13 de marzo de 2013

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA OFICINAS DE LA MANCOMUNIDAD DE NOR-ORIENTE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PUNTA DE LLANO, MUNICIPIO DE USUMATLÁN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Marco Leonel Rodríguez Flores, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Ronald Estuardo Galindo-Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.



Guatemala, 19 de marzo de 2013
Ref.EPS.D.249.03.13

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


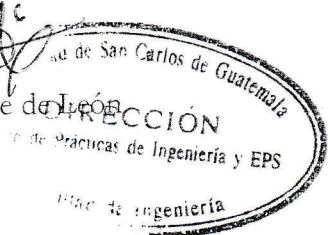
Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA OFICINAS DE LA MANCOMUNIDAD DE NOR-ORIENTE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PUNTA DE LLANO, MUNICIPIO DE USUMATLÁN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Marco Leonel Rodríguez Flores**, 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. Sigríd Alitza Calderón de León De León
Directora Unidad de EPS


SACdL/ra



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Sigrid Alitza Calderón de León De de León, al trabajo de graduación del estudiante Marco Leonel Rodríguez Flores, titulado DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA OFICINAS DE LA MANCOMUNIDAD DE NOR-ORIENTE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PUNTA DE LLANO, MUNICIPIO DE USUMATLÁN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Hugo Leonel Montenegro Franco
 Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco **DIRECTOR**



Guatemala, abril 2013

/bbdeb.





DTG. 287.2013

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA OFICINAS DE LA MANCOMUNIDAD DE NOR-ORIENTE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PUNTA DE LLANO, MUNICIPIO DE USUMATLÁN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA**, presentado por el estudiante universitario **Marco Leonel Rodríguez Flores**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 19 de abril de 2013

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser la luz que guía mis pasos en los senderos de mi camino, y haberme dado el regalo más grande de todos que es la vida.
- Mis padres** Víctor Leonel Rodríguez Polanco, Julia Elvira Flores de Rodríguez, Víctor Adolfo Rodríguez Polanco (q.e.p.d.) A quienes amo, respeto y admiro, por su esfuerzo constante en mi preparación académica y la de mis hermanos; así también esperando que nuestro Padre Celestial te tenga en su divina gloria, mi querido tío Víctor Adolfo.
- Mis hermanos** Juan Manuel y Mary Triny Rodríguez Flores, para que este logro les sirva de motivación para seguir adelante en su preparación académica.
- Mis abuelos** Juan Odilio Flores León, Julia Elvira Morales de Flores Angelina Polanco Palma. Por su cariño y consejos que me han servido de orientación en los senderos de la vida.
- Toda mi familia** Por su apoyo y cariño.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por todas las bendiciones que me ha brindado.
Mis padres	Por la oportunidad de brindarme mi superación académica.
Mis hermanos	Por su amor y apoyo en los momentos más difíciles.
Ing. Juan Merck	Por su asesoría y apoyo incondicional.
Toda mi familia	Por su cariño y apoyo, que siempre me han brindado.
Mis amigos	Por todos esos momentos que compartimos juntos en los años de nuestra formación académica.
Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería	Por los conocimientos adquiridos en los salones de estudios.

ÍNDICE GENERAL

LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XXIII
OBJETIVOS.....	XXV
INTRODUCCIÓN	XXVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía del municipio de Usumatlán.....	1
1.1.1. Aspectos físicos.....	2
1.1.1.1. Ubicación	2
1.1.1.2. Localización	3
1.1.1.3. División política.....	3
1.1.1.4. Clima	4
1.1.1.5. Hidrografía	5
1.1.1.6. Orografía.....	5
1.1.1.7. Producción agrícola	6
1.1.1.8. Población	6
1.1.2. Aspectos de infraestructura	7
1.1.2.1. Vías de acceso	7
1.1.2.2. Servicios públicos	7
1.1.2.3. Organización comunitaria	8
1.2. Diagnóstico de las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Punta de Llano	8
1.2.1. Descripción de las necesidades	9
1.2.2. Análisis y priorización de las necesidades.....	9

2.	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA PUNTA DE LLANO, MUNICIPIO DE USUMATLÁN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA.....	11
2.1.	Descripción general del proyecto	11
2.2.	Levantamiento topográfico	11
2.2.1.	Planimetría	11
2.2.2.	Altimetría	12
2.3.	Partes de un alcantarillado	12
2.3.1.	Colector	13
2.3.2.	Pozos de vista	13
2.3.3.	Conexiones domiciliarias.....	14
2.4.	Período de diseño	15
2.5.	Población futura	15
2.6.	Determinación de caudales.....	16
2.6.1.	Población tributaria.....	16
2.6.2.	Dotación	17
2.6.3.	Factor de retorno del sistema.....	17
2.6.4.	Caudal sanitario	17
2.6.5.	Caudal domiciliar	17
2.6.6.	Caudal industrial.....	18
2.6.7.	Caudal comercial.....	18
2.6.8.	Caudal por conexiones ilícitas.....	19
2.6.9.	Caudal por infiltración.....	19
2.6.10.	Caudal medio	20
2.6.11.	Factor de caudal medio	20
2.6.12.	Factor de Harmond	21
2.6.13.	Caudal del diseño.....	22
2.7.	Fundamentos hidráulicos	22
2.7.1.	Ecuación Manning para flujos de canales	23

2.7.2.	Relaciones hidráulicas	24
2.8.	Parámetros de diseño hidráulico	24
2.8.1.	Coeficiente de rugosidad	24
2.8.2.	Sección llena y parcialmente llena.....	25
2.8.3.	Velocidades máximas y mínimas.....	26
2.8.4.	Diámetro del colector.....	26
2.8.5.	Profundidad del colector	26
2.8.6.	Profundidad mínima del colector	27
2.8.7.	Ancho de la zanja	27
2.8.8.	Volumen de excavación.....	28
2.8.9.	Cotas Invert	29
2.8.10.	Ubicación de pozos de visita	30
2.8.11.	Profundidad de pozos de visita.....	31
2.8.12.	Características de las conexiones domiciliarias	32
2.8.13.	Diseño hidráulico	32
2.9.	Desfogue	35
2.10.	Ubicación.....	35
2.11.	Propuesta de tratamiento	36
2.11.1.	Diseño de fosas sépticas.....	36
2.11.2.	Dimensionamiento de los pozos de absorción.....	38
2.12.	Administración, operación y mantenimiento	39
2.13.	Elaboración de planos	40
2.14.	Elaboración de presupuesto	40
2.15.	Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	42
2.16.	Evaluación socioeconómica	43
2.16.1.	Valor Presente Neto (VPN).....	43
2.16.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	44

3.	DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA OFICINAS DE LA MANCOMUNIDAD DE NOR-ORIENTE.....	45
3.1.	Diseño de edificación de dos niveles para oficinas de la Mancomunidad de Nor-oriente.....	45
3.1.1.	Descripción del proyecto	45
3.1.2.	Descripción del área disponible.....	46
3.1.3.	Evaluación de calidad de suelos	46
3.1.3.1.	Determinación del valor soporte del suelo.....	46
3.1.4.	Normas para el diseño de edificios	48
3.1.4.1.	Criterios generales	48
3.1.4.2.	Criterios de conjunto	49
3.1.4.3.	Criterios de iluminación	49
3.1.4.4.	Otros criterios	50
3.1.5.	Diseño arquitectónico.....	51
3.1.5.1.	Ubicación del edificio en el terreno.....	51
3.1.5.2.	Distribución de ambientes	51
3.1.5.3.	Altura del edificio	51
3.1.6.	Selección del sistema estructural a utilizar.....	52
3.1.6.1.	Predimensionamiento de elementos estructurales.....	52
3.1.6.2.	Cargas de diseño	56
3.1.6.2.1.	Cargas verticales en marcos dúctiles con nudos rígidos.....	56
3.1.6.2.2.	Cargas horizontales en marcos dúctiles con nudos rígidos.....	60
3.1.6.3.	Fuerzas sísmicas	60

3.1.6.4.	Modelos matemáticos para marcos dúctiles con nudos rígidos	69
3.1.6.5.	Análisis de marcos dúctiles con nudos rígidos por un método de análisis estructural numérico (Kani) y comprobación por un método de software	69
3.1.6.6.	Envolvente de momentos	78
3.1.6.7.	Diagrama de corte y momento.....	81
3.1.6.8.	Diseño de losas	84
3.1.6.9.	Diseño de vigas	94
3.1.6.10.	Diseño de columnas	100
3.1.6.11.	Diseño de gradas.....	111
3.1.6.12.	Diseño de cimientos	114
3.1.7.	Instalaciones.....	124
3.1.7.1.	Agua potable.....	124
3.1.7.2.	Drenajes	127
3.1.7.3.	Electricidad	130
3.1.8.	Presupuesto y cronograma de actividades.....	132
3.1.9.	Estudio de Impacto Ambiental (EIA)	134
CONCLUSIONES		143
RECOMENDACIONES		145
BIBLIOGRAFÍA.....		147
APÉNDICES		149
ANEXOS.....		161

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ortofoto municipio de Usumatlán.....	2
2.	Ubicación geográfica, Usumatlán	3
3.	Sección parcialmente llena	25
4.	Área tributaria de columna.....	54
5.	Planta de marcos críticos analizados	57
6.	Carga muerta y viva, marco B	59
7.	Carga muerta y viva, marco 3.....	59
8.	Planta típica niveles 1 y 2, distribución de marcos	67
9.	Carga por sismo marco B	68
10.	Carga por sismo marco 3.....	68
11.	Momentos carga de sismo vigas, eje 3.....	72
12.	Momentos carga de sismo columnas, eje 3.....	73
13.	Momentos carga viva vigas, eje 3.....	73
14.	Momentos carga viva columnas, eje 3.....	74
15.	Momentos carga muertas vigas, eje 3	74
16.	Momentos carga muertas columnas, eje 3	75
17.	Momentos carga de sismo vigas, eje B	75
18.	Momentos carga de sismo columnas, eje B	76
19.	Momentos carga viva vigas, eje B	76
20.	Momentos carga viva columnas, eje B	77
21.	Momentos carga muerta vigas, eje B	77
22.	Momentos carga muerta columnas, eje B.....	78
23.	Envolvente de momentos vigas, eje 3	79

24.	Envolvente de momentos columnas, eje 3	80
25.	Envolvente de momentos vigas, eje B.....	80
26.	Envolvente de momentos columnas, eje B.....	81
27.	Corte último vigas, eje 3	82
28.	Corte último columnas, eje 3	82
29.	Corte último vigas, eje B.....	83
30.	Corte último columnas, eje B.....	83
31.	Planta típica de losas del primer nivel	84
32.	Planta de momentos actuantes sentido X	87
33.	Planta de momentos actuantes sentido Y	87
34.	Diagrama de momentos balanceados de losas (kg-m ²)	90
35.	Planta de armado de losa.....	93
36.	Detalle de armado de viga tipo V-3	99
37.	Sección de columnas críticas del primer y segundo nivel	109
38.	Detalle de columna primer y segundo nivel.....	110
39.	Detalle de armado módulo de gradas	113
40.	Detalle de cimiento corrido de sección trapezoidal	115
41.	Corte simple en zapata.....	119
42.	Corte punzonante en zapata	121
43.	Detalle de armado de zapata	123
44.	Ábaco para el cálculo de agua fría	126

TABLAS

I.	Necesidades de servicios básicos e infraestructura	9
II.	Coeficiente de rugosidad n de diversos materiales	25
III.	Profundidad mínima a la Cota Invert (tubería de concreto)	27
IV.	Ancho de zanjas recomendable.....	28

V.	Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Punta de Llano municipio de Usumatlán, departamento de Zacapa	41
VI.	Datos del ensayo triaxial no consolidado y no drenado	47
VII.	Factores de forma, inclinación y profundidad.....	53
VIII.	Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas a utilizar en el proyecto	56
IX.	Cargas muertas mínimas uniformemente distribuidas a utilizar en el proyecto	57
X.	Valor de k según estructura	62
XI.	Distribución de momentos.....	89
XII.	Balaceo de momentos	89
XIII.	Tabla de resultado de momentos en losa	96
XIV.	Tabla de armado propuesto de viga sentido Y, eje C al D	97
XV.	Demanda de accesorios método de Hunter.....	125
XVI.	Demanda de accesorios edificación de dos niveles.....	125
XVII.	Dimensiones de ramales para drenaje.....	127
XVIII.	Presupuesto edificación de dos niveles para oficinas de la Mancomunidad de Nor-oriente.....	133
XIX.	Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).....	134

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
H	Altura útil
B	Ancho de la cimentación
Az	Ancho de zanja
A	Ancho útil de fosa
q_h	Capacidad de carga unitaria
P	Carga aplicada a la columna
Q	Caudal aportado
Q_{com}	Caudal comercial
Q_{dis}	Caudal de diseño
Q_{inf}	Caudal de infiltración
Q_{med}	Caudal medio
Q_{ci}	Caudal por conexión ilícita
n	Coefficiente de rugosidad de Manning
C	Cohesión
CTi	Cota de terreno al inicio del tramo
Clf	Cota Invert al final del tramo
Cli	Cota Invert al inicio del tramo
P_f	Crecimiento geométrico
D	Diámetro
d	Distancia entre pozos
dot	Dotación
E	Esbeltez de la columna
t	Espesor de losa

e	Excentricidad
Fcu	Factor de carga última
f_{qm}	Factor de caudal medio
S_c	Factor de forma
S_q , S_r	Factor de inclinación
F.R	Factor de Retorno
F.H.	Factor Harmond
d_q , d_r , d_c	Factores de profundidad
Fni	Fuerza por nivel, en el nivel i
km²	Kilómetro cuadrado
L	Largo útil de la fosa
Lo	Longitud de confinamiento de estribos
PVC	Material fabricado a base de Cloruro de Polivinilo
ES	Módulo de elasticidad del acero
EC	Módulo de elasticidad del concreto
EM	Módulo de elasticidad del material
M	Momento
Mb	Momento balanceado
Md	Momento de diseño (magnificado)
MCM	Momento inducido por la carga muerta
MCV	Momento inducido por la carga viva
MS	Momento inducido por la fuerza sísmica
M(-)	Momento negativo
M(+)	Momento positivo
Mx	Momento último actuando en el sentido x
My	Momento último actuando en el sentido Y
S	Pendiente del canal
N	Período de años
P	Población acumulada por tramo

P_o	Población inicial
H_1	Profundidad del primer pozo de visita
H_2	Profundidad del segundo pozo de visita
R_h	Radio hidráulico
m	Relación entre los claros de la losa a/b
$f'c$	Resistencia a la compresión del concreto
f_y	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo
R	Tasa de crecimiento
VPN	Valor presente neto
V	Velocidad
Vol	Volumen de excavación
V_L	Volumen de lodos

GLOSARIO

Acero de refuerzo	Elemento de acero al carbón liso o corrugado, fabricado especialmente para usarse como refuerzo del concreto para tomar principalmente esfuerzos de tensión.
Aguas negras	Son aguas de abastecimiento de una comunidad después de haber sido contaminada por diversos usos. Puede ser una combinación de residuos, líquidos o en suspensión, de tipo doméstico, municipal e industrial, junto con las aguas subterráneas, superficiales y de lluvia que puedan estar presentes.
Aguas servidas	Son aguas residuales domésticas, llamadas así en algunos países. Son las aguas cloacales residuales de cualquier clase, provenientes de una edificación, con o sin materia fecal y/u orina, pero sin contener aguas de lluvia.
Altimetría	Parte de la topografía que trata de la medida de las alturas.
Área de acero mínima	Cantidad de acero, determinado por la sección y límite de influencia.

ASTM	Organismo de Normalización de los Estados Unidos de América
Bases de diseño	Estos son los parámetros que se utilizaran en la elaboración de un diseño.
Candela	Cavidad donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y conduce al sistema de drenaje.
Carga muerta	Carga vertical aplicada sobre una estructura que incluye el peso de la misma estructura más la de los elementos permanentes.
Carga viva	Carga externa movable sobre una estructura que incluye el peso de la misma junto con el mobiliario, equipamiento, personas, que actúa verticalmente, por tanto no incluye la carga eólica.
Caudal	Es la cantidad de fluido que pasa en una unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.
Cimiento corrido	La cimentación es la parte estructural del edificio, encargada de transmitir las cargas al terreno; la finalidad de la cimentación es sustentar estructuras garantizando la estabilidad y evitando daños a los materiales estructurales y no estructurales.

Colector	Alcantarilla colectora al tramo del alcantarillado público que colecta diversos ramales de alcantarilla. Se construye bajo tierra, a menudo al medio de las calles importantes, de manera que cada una de las viviendas de esa vía puedan conectarse para la evacuación apropiada de las aguas residuales.
Columna	Elemento de concreto armado diseñado y construido con el propósito de transmitir cargas horizontales y verticales a la cimentación. La columna puede funcionar simultáneamente como arriostre o como confinamiento.
Columna esbelta	Elemento delgado cuya rotura se produce por pandeo y, por tanto, se debe reducir su carga portante.
Concreto reforzado	El concreto es una mezcla de cemento, agregados inertes (por lo general grava y arena) y agua, la cual se endurece después de cierto tiempo de mezclado.
Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda de esta, donde se encuentra la candela.
Confinamiento	Conjunto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante.

Cota Invert	Cota o altura de la parte inferior interior del tubo ya instalado.
Curvas de nivel	Es aquella línea que en un mapa une todos los puntos que tienen igualdad de condiciones y de altura.
Deflexión	Deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal.
Densidad de vivienda	Relación existente entre el número de viviendas por unidad de área.
Descarga	Lugar a donde se vierten las aguas negras provenientes de un colector; pueden estar crudas o tratadas.
Desfogar	Salida del agua de desecho en un punto determinado.
Dotación	Estimación de la cantidad de agua que, en promedio, consume cada habitante.
Esfuerzo	Anillo de acero usado para confinar el acero de refuerzo longitudinal, así como para tomar esfuerzos de cortante o torsión en un elemento estructural.

Estribo	Barra doblada, generalmente con forma de U o W, empleada en construcciones de hormigón armado o ladrillo.
Excentricidad	Cuando el centro de rigidez no coincide con el centro de masa, se produce excentricidad, esto es debido a que existe una distribución desigual y asimétrica de las masas y las rigideces en la estructura.
Fluencia	Es la deformación brusca de la probeta sin incremento de la carga aplicada, que se puede llegar a producir en el ensayo de tracción (algunos materiales no experimentan fluencia).
Fórmula de Manning	Fórmula para determinar la velocidad de un flujo en canal abierto; esta se relaciona con la rugosidad del material con que está construido el canal, la pendiente y el radio hidráulico de la sección.
INE	Instituto Nacional de Estadística
Mampostería	Sistema tradicional de construcción que consiste en erigir muros y paramentos, para diversos fines, mediante la colocación manual de los elementos o los materiales que los componen (denominados mampuestos) que pueden ser, por ejemplo: ladrillos, blocks, piedras, talladas en formas regulares.

Marco de concreto rígido	Sistema estructural formado por columnas y vigas de concreto armado para soportar cargas verticales y horizontales.
Medidas de mitigación	Se entiende como la implementación o aplicación de cualquier política, estrategia, obra y/o acción tendiente a eliminar o minimizar los impactos adversos que pueden presentarse durante las etapas de ejecución de un proyecto (construcción, operación y terminación) y mejorar la calidad ambiental aprovechando las oportunidades existentes.
Momento	Esfuerzo al que se somete un cuerpo, debido a la aplicación de una fuerza a cierta distancia de su centro de masa.
Mortero	Material empleado para adherir horizontal y verticalmente a las unidades de albañilería.
OPLAGEST	Oficina de Planificación y Gestión Territorial
OPS	Oficina Panamericana de la Salud
Planimetría	Parte de la topografía que enseña a medir las proyecciones horizontales de una superficie

Pozo de visita	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetro, unión de tubería y para iniciar un tramo de drenaje.
Solera	Parte del cimiento de una estructura que transmite las cargas directamente sobre el suelo, generalmente ensanchada para distribuir las cargas de un edificio en una superficie más amplia.
Tirante	Altura de las aguas negras dentro de la alcantarilla.
Topografía	Es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la Tierra, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales.
Tramo inicial	Es el primer tramo en un sistema de drenaje.
Zapata	Parte del cimiento de una estructura que transmite las cargas directamente sobre el suelo, generalmente ensanchada para distribuir las cargas de un edificio en una superficie más amplia.
Zapata aislada	Zapata de hormigón armado que sostiene un pilar exento.

RESUMEN

La escasez de infraestructura, es una problemática común en los 11 municipios que conforman la Mancomunidad de Nor-oriente, especialmente en las áreas rurales; las cuales en su mayoría carecen de los servicios básicos e infraestructura, tales como: vías de acceso, sistemas de abastecimiento de agua potable, alcantarillados y edificaciones.

A través de la realización del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) en la Mancomunidad de Nor-oriente, se priorizaron en el municipio de Usumatlán, Zacapa, diferentes necesidades, siendo esta: la carencia de un sistema de alcantarillado sanitario, la cual es problemática prioritaria a resolver.

Así también se priorizó la necesidad de que la Mancomunidad de Nor-oriente, cuente con una edificación donde pueda realizar todas la actividades administrativas, para que así brinde las comodidades del caso a los usuarios

OBJETIVOS

General

Diseñar la edificación de 2 niveles para oficinas de la Mancomunidad de Nor-oriente y sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Punta de Llano, municipio de Usumatlán, departamento de Zacapa.

Específicos

1. Realizar una investigación monográfica y un diagnóstico de necesidades de servicios básicos, saneamiento e infraestructura de la aldea Punta de Llano, municipio de Usumatlán, departamento de Zacapa.
2. Capacitar a los miembros del COCODE de la aldea Punta de Llano, sobre la operación y el mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se describen los proyectos que se diseñaron en el Ejercicio Profesional Supervisado, como un aporte para la Mancomunidad de Nor-oriente, ubicada en el municipio de Estanzuela, departamento de Zacapa.

El primer capítulo, contiene la fase de investigación realizada en el municipio de Usumatlán, del departamento de Zacapa, en donde se realizó un diagnóstico de las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Punta de Llano de este municipio, en el cual se priorizó la necesidad de contar con un sistema de alcantarillado sanitario.

El segundo capítulo, describe el diseño de los proyectos, alcantarillado sanitario en la aldea Punta de Llano y la edificación de 2 niveles para las nuevas oficinas de la Mancomunidad de Nor-oriente, ubicada en Estanzuela, Zacapa.

Al final, se presentan los planos de cada proyecto y presupuestos así como las conclusiones y recomendaciones

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de Usumatlán

Usumatlán, conforme a las voces indígenas: Usumatl y tlan quiere decir “Paraíso de Monos”, su historia es muy antigua, pues ha estado poblado desde antes de la venida de los españoles, como se comprueba con los sitios arqueológicos de Huijón y Pueblo Viejo. Además este poblado ya es mencionado desde 1661 por el capitán Francisco Antonio de Fuentes y Guzmán en su libro Recordación Florida.

Usumatlán se encuentra dividido en 16 aldeas, siendo una de estas Punta del Llano, la cual se creó a causa del terremoto de febrero de 1976, que dejó sin vivienda a muchos de los pobladores del casco urbano de Usumatlán y de aldeas cercanas al mismo, por lo que la municipalidad decidió dar el terreno donde actualmente se ubica para sufragar dicha necesidad. Posteriormente se han edificado otras viviendas en un sector nombrado por la municipalidad, como área común, reconocido por los habitantes como Punta del Llano 2. Quienes residen en el lugar son personas de otros municipios y aldeas, principalmente de El Jute y que por situación de trabajo y escasez de terreno para habitar, han decidido migrar a esta región.

El nombre de Punta del Llano, refieren los vecinos que se adjudicó por la zona donde se encontraba, ya que anteriormente el acceso era dificultoso y se encontraba en la cima de la montaña.

1.1.1. Aspectos físicos

El municipio está conformado por 1 pueblo (Usumatlán, cabecera municipal), 2 colonias, 9 aldeas, 1 caserío, 2 parajes y 2 fincas, los cuales por su ubicación geográfica y características, de estas unidades territoriales, se han formado en 4 microrregiones.

1.1.1.1. Ubicación

La aldea Punta del Llano pertenece al municipio de Usumatlán, departamento de Zacapa y se ubica al lado sur de la Sierra de las Minas y al norte del río Motagua, colinda al norte con la aldea El Jute; al este con la aldea El Maguey; al sur con la cabecera municipal; al oeste con la aldea Huijón.

Figura 1. **Ortofoto municipio de Usumatlán**



Fuente: google earth. Consulta: 15 de diciembre de 2010.

1.1.1.2. Localización

Se localiza entre las coordenadas geográficas: latitud norte 14°57'0" y longitud este 89°47'0"; se encuentra a 235 metros sobre el nivel del mar. Se ubica a 38 kilómetros de la cabecera departamental y a 114 de la ciudad capital.

1.1.1.3. División política

Las microrregiones formadas por un sistema de análisis de lugares poblados del municipio, además de obedecer a una distribución político administrativa interna, responde al funcionamiento y jerarquía de cada comunidad.

Figura 2. Ubicación geográfica, Usumatlán



Fuente: caracterización del municipio de Usumatlán, departamento de Zacapa.

Las microrregiones formadas por un sistema de análisis de lugares poblados del municipio, además de obedecer a una distribución político administrativa interna, responde al funcionamiento y jerarquía de cada comunidad, según la topografía del territorio, características económicas, conectividad y disponibilidad de servicios, especialmente, salud y educación se describen a continuación:

- Microregión I: Usumatlán, Punta del Llano, Huijón, El Maguey.
- Microregión II: El Jute, Los Vados, El Saral, El Paraíso, El Mirador y El Chico.
- Microregión III: La Palmilla, Pueblo Nuevo, Las Pilas, Río Chiquito.
- Microregión IV: Sierra de las Minas, El Alto y El Infiernillo.

1.1.1.4. Clima

De acuerdo con la metodología propuesta por *Holdridge* (es un proyecto para la clasificación de las diferentes áreas terrestres según su comportamiento global bioclimático)¹, en el municipio de Usumatlán se marcan 4 zonas de vida, las cuales se encuentran clasificadas como: monte espinoso subtropical (valle del Motagua, microregión I), bosque seco tropical (Microregiones II y III), bosque húmedo subtropical templado y bosque muy húmedo subtropical frío (sierra de las minas, microregión IV); las condiciones climáticas están dadas por la variedad de alturas que posee, que van desde los 200 metros sobre el nivel

1

http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_clasificaci%C3%B3n_de_zonas_de_vida_de_Holdridge.
Consulta: 16 de diciembre de 2010

del mar en la parte baja, con un clima cálido y seco, hasta los 2 000 metros en las montañas de la Sierra de Las Minas con climas templado y frío.

La temperatura media anual del municipio es de 25 grados centígrados; con temperatura máxima extrema que puede alcanzar los 45 grados centígrados y temperatura mínima extrema de 7 grados centígrados. Se registran de 80 a 95 días lluviosos, entre los meses de mayo a octubre, cuya precipitación pluvial es de 650 a 750 milímetros en ese período; la humedad relativa media anual es de 69 por ciento.

1.1.1.5. Hidrografía

En el municipio de Usumatlán se definen 4 microcuencas hidrográficas que drenan hacia el río Motagua con dirección norte - sur, siendo las siguientes: Huijón, La Palmilla, Uyús y Teculután; siendo las 2 primeras de mayor importancia, debido a su extensión y captación hídrica. Entre los recursos hidrográficos del municipio están los ríos Motagua, Huijón Jutillo, Palmilla, Amatillal, Chiquito, el Gallal y Uyús; así como las quebradas La Laguna, El Conte, El Mapache, El Repollo, El Maguey, La Leona, La Joya, La Oscurana, Los Jícaros, Lagartillo, Puentes Cuaches, San Carlos y Santa Rosa.

1.1.1.6. Orografía

La topografía del municipio, es predominantemente plana en la parte baja, con pendientes moderadas a altas en los cerros y en la Sierra de Las Minas, que van de 15 a 50 por ciento de inclinación, según la clasificación de suelos de Guatemala, en el municipio existen 2 tipos de suelo civija (poco profundos sobre esquistos, arcillosos y con caliza, característicos de la Sierra de las Minas) y subinal (poco profundos y excesivamente drenados,

desarrollados sobre caliza en un clima cálido seco o húmedo seco, en la parte plana del municipio).

1.1.1.7. Producción agrícola

Las principales actividades agrícolas de la aldea Punta de Llano son: el cultivo de maíz y frijol; los que se utilizan para abastecer los mercados locales y para autoconsumo y subsistencia para las familias en pobreza extrema.

Entre la producción frutícola del municipio, el cultivo de melón abarca el 71,11 por ciento, el cual se produce en el valle del río Motagua; también predomina el limón, mango y la papaya, en menor escala la uva (artesanal).

La principal actividad pecuaria de la aldea es la crianza de ganado bovino; pero cabe destacar que a nivel doméstico, sus pobladores también realizan la crianza de aves de corral y de marranos, generalmente para el autoconsumo familiar.

1.1.1.8. Población

La aldea Punta del Llano cuenta con una población de 540 habitantes, con una densidad de 6 habitantes por vivienda, de los cuales el 47 por ciento son hombres y 53 por ciento son mujeres, el 100 por ciento de la población se define como ladina.

1.1.2. Aspectos de infraestructura

La red vial que conecta a los lugares poblados del municipio, es de 3,2 kilómetros en camino asfaltado, quedando próximos a la ruta al Atlántico CA-9, la cabecera municipal, El Jute, Río Chiquito, La palmilla y Pueblo Nuevo.

1.1.2.1. Vías de acceso

La red vial que conecta a la aldea Punta del Llano con la cabecera municipal, es de asfalto y se encuentra a 1 kilómetro de distancia, la forma de llegar a la aldea, es sobre la ruta al Atlántico CA-9, kilómetro 112,5, con desvío a 2,5 kilómetros en camino asfaltado hacia la cabecera municipal, la aldea cuenta con una entrada de camino de terracería que eventualmente se le brinda mantenimiento y reparación de algunas áreas.

1.1.2.2. Servicios públicos

Energía eléctrica: el 100 por ciento del municipio cuenta con este servicio, pero existen comunidades en las cuales se debe hacer una ampliación del mismo, para completar el 100 por ciento de cobertura, siendo estas: Los Vados, El Jute, El Paraíso, El Mirador, El Chico y La Palmilla.

- Energía eléctrica: el 100 por ciento de la aldea cuenta con este servicio.
- Disposición de excretas: la aldea carece de un sistema de alcantarillado sanitario, por cual las familias hacen uso de las letrinas y fosas sépticas en algunos casos, vertiendo las aguas servidas a flor de tierra.

- Servicio de agua: la cabecera municipal, colonia El Maguey, colonia San. Juan y caserío Punta de Llano, a partir del 2004 se empezaron abastecerse de agua domiciliar por medio de un nacimiento llamado El Peñón, que se encuentra sobre la Sierra de las Minas a una distancia de 25 kilómetros de la cabecera municipal. Anteriormente estas comunidades se abastecían por medio de un pozo mecánico, cuya operación y mantenimiento estaba a cargo de la Municipalidad de Usumatlán.
- Comunicación: cabe destacar que el municipio no cuenta con radiodifusora local y si con señal de otras radiodifusoras que se originan en la capital, Chiquimula y Zacapa. Se cuenta con líneas fijas de telefonía domiciliar en la cabecera municipal.

1.1.2.3. Organización comunitaria

La aldea Punta del Llano se encuentra organizada por un Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE); quienes tienen como su principal función promover y velar por la coordinación entre las autoridades comunitarias, las organizaciones y los miembros de la comunidad, para el desarrollo de la misma.

1.2. Diagnóstico de las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Punta de Llano

A continuación se mencionan las necesidades de servicios básicos, además de la infraestructura para el municipio Usumatlán, con este proyecto se pretende mitigar estas necesidades.

1.2.1. Descripción de las necesidades

En la aldea Punta de Llano, cuenta con la mayor parte de servicios esenciales para la población, pero debido a su notable crecimiento poblacional en el casco urbano, se requieren servicios tales como:

Tabla I. **Necesidades de servicios básicos e infraestructura**

Necesidad	Descripción de la necesidad
Servicios básicos	Servicio eléctrico: el alumbrado público es escaso y muy deficiente.
	Sistemas de alcantarillado sanitario: la mayoría de la población cuenta con pozos ciegos
	Centro de salud: no cuenta con tal servicio.
Infraestructura	El acceso hacia la aldea es por terracería, la cual recibe poco mantenimiento.
Instalaciones deportivas y recreativas	No cuentan con instalaciones para realizar recreación activa.

Fuente: entrevistas con autoridades municipales de Usumatlán, elaboración propia.

1.2.2. Análisis y priorización de las necesidades

De acuerdo a los criterios que autoridades municipales y COCODES, se priorizaron las necesidades de la forma siguiente:

- Alcantarillado sanitario
- Pavimentación de calles
- Alumbrado público
- Puestos de salud
- Salón comunal
- Instalaciones deportivas y recreativas

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA PUNTA DE LLANO, MUNICIPIO DE USUMATLÁN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA

2.1. Descripción general del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario en aldea Punta de Llano, la cual tiene una población de 540 habitantes considerando que la comunidad actualmente no cuenta con dicho servicio.

El diseño contempla 1 215,31 metros de tubería PVC de diámetros de 6 y 8 pulgadas, Norma ASTM D-3034, 48 pozos de visita de altura variable, 90 conexiones domiciliarias y una propuesta de tratamiento primario, por medio de fosas sépticas.

2.2. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se realizó para ubicar la red dentro de las calles, pozos de visita, y en general ubicar todos los puntos de importancia para el diseño del drenaje.

2.2.1. Planimetría

El levantamiento se realizó utilizando un teodolito Sokkia TM20H D10127, estatal de aluminio, brújula y plomadas metálicas, aplicando el método de conservación de azimut, con vuelta de campana.

2.2.2. Altimetría

La nivelación se realizó con un nivel de precisión, hecha sobre el eje de las calles, y se tomaron elevaciones:

- En todos los cruces de calles.
- A distancias no mayores de 20 metros.
- De todos los puntos en que haya cambio de pendiente del terreno.
- De todos los lechos de quebradas, puntos salientes del terreno y depresiones.
- De las alturas máximas y mínimas del agua en el caudal o cuerpo de agua en el que se proyecta efectuar la descarga.

El equipo que se utilizó fue un nivel de precisión Sokkia, estatal de aluminio de 4 metros y nivel de mano, el procesamiento de datos de este trabajo se realizó en gabinete, con los datos de campo se calcularon coordenadas, rumbos, cotas y distancias de cada estación.

2.3. Partes de un alcantarillado

Según la topografía del sector, para el diseño del sistema sanitario, se realizó el cálculo hidráulico por el método de Manning para tuberías parcialmente llenas por gravedad, funcionando como canales. A continuación se describen las partes que lo componen.

2.3.1. Colector

Consiste en un conjunto de tuberías que se desarrolla por las vías públicas, caminos y calles que colectan las aguas servidas de las viviendas y la conducen a una planta de tratamiento de aguas servidas. Se diseñan exclusivamente como flujo gravitacional libre de canal abierto en tubería parcialmente llena.

Las cañerías se diseñan en alineaciones rectas, con cámaras de inspección en los siguientes puntos:

- Al comienzo de los nacientes.
- Cambios de dirección.
- Cambios de pendientes.
- Cambios de diámetro.
- Confluencia de 2 o más tuberías, exceptuando los empalmes directos de uniones domiciliarias.
- Distancia máxima de 120 metros para diámetros nominales de tuberías de $D < 600$ milímetros.

2.3.2. Pozos de vista

Son las estructuras que permiten el acceso desde la superficie de la calle a los conductos de la red de drenaje; facilitan la inspección, limpieza y ventilación del interior, con el mínimo de interferencia en el escurrimiento del conducto y la máxima durabilidad.

El cuerpo y la base de cimentación, permiten realizar la unión de 2 o más tuberías, cambiar la dirección, pendientes longitudinales, diámetro y material de conductos, y dar acceso a estructuras especiales.

Estos tipos de pozos son cilíndricos en la parte inferior y troncocónico en la parte superior; el piso es una plataforma sobre la cual se construyen canales de sección semicircular que simulan la prolongación de los conductos para encauzar los escurrimientos. Empotrada en la pared, una escalera de peldaños de hierro fundido para permitir el descenso y ascenso del personal de conservación y operación.

2.3.3. Conexiones domiciliarias

Una conexión domiciliar es un tubo que lleva las aguas servidas desde una vivienda a una alcantarilla común o a un punto de desagüe. Ordinariamente al construir un sistema de alcantarillado, se establece y deja prevista una conexión en Y o en T en cada lote edificado, aunque es recomendable unión en Y para que el flujo entre al sistema de una manera menos violenta. Sin embargo, las conexiones en T son más fáciles de instalar. Las conexiones deben taparse e impermeabilizarse para evitar la entrada de cualquier objeto que pueda obstruir la tubería.

La conexión domiciliar se hace por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados en forma vertical (candelas), en la cual se une la tubería proveniente del drenaje de la edificación a servir, con la tubería que desaguará en el colector principal. La tubería entre la caja de inspección y el colector, debe tener un diámetro no menor 6 pulgadas para tubería de concreto y 4 pulgadas para tubería de PVC, con una pendiente del 2 por ciento como mínimo.

La conexión domiciliar consta de 2 partes; que son la caja o candela y la tubería secundaria.

2.4. Período de diseño

Para seleccionar el período de diseño, se deben tomar en cuenta diversos factores como:

- Durabilidad de las instalaciones.
- Facilidad de construcción y posibilidades de ampliación.
- Tendencia de crecimiento poblacional.
- Posibilidades de financiamiento y tasa de interés.

Los sistemas de alcantarillado, serán proyectados para llenar adecuadamente su función durante un período de alrededor de 30 años a partir de la fecha de su construcción, según normas de instituciones como la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria (ERIS), Oficina Panamericana de la Salud (OPS). En el presente proyecto se utilizará tubería de PVC, para un período de diseño de 30 años.

2.5. Población futura

Se utiliza una tasa de crecimiento del 3,00 por ciento, que corresponde al municipio de Usumatlán, dato obtenido en la Municipalidad de Usumatlán, del documento: Caracterización del municipio de Usumatlán, departamento de Zacapa, 2009.

Cálculo de tasa de crecimiento:

La fórmula de crecimiento geométrico se expresa de la siguiente forma:

$$P_f = P_o(1+r)^n$$

Donde:

P_f = Población futura

r = Tasa de crecimiento = 3,00%

P_o = Población inicial = 540 ha

n = Periodo de años = 30 años

$$P_f = 540(1+0,030)^{30}$$

$$P_f = 1311 \text{ ha}$$

2.6. Determinación de caudales

El caudal sanitario está formado por las aguas servidas que provienen de: caudal domiciliario, caudal industrial, caudal comercial, caudal por conexiones ilícitas y caudal de infiltración. A continuación se describe el cálculo de cada uno de ellos.

2.6.1. Población tributaria

Es la población que aporta el caudal en cada tramo del colector principal, esta población se va acumulando.

En este caso se obtuvo la población tributaria, teniendo el número de casas localizadas en cada tramo, multiplicándose por el número de habitantes por vivienda.

2.6.2. Dotación

De acuerdo a la información que proporcionó la municipalidad, la dotación asignada es de 150 (l/ha/d) derivado del clima cálido y actividad productiva agrícola.

2.6.3. Factor de retorno del sistema

Es el porcentaje de agua que después de ser utilizada regresa al drenaje, este porcentaje oscila entre el 70 a 90 por ciento, al no poseer datos estadísticos que indiquen que valor utilizar, en este caso se tomó un factor de retorno al sistema de alcantarillado del 85 por ciento.

2.6.4. Caudal sanitario

Es aquel que calcula las aguas residuales que emana una casa, comercio, industria, etcétera. El caudal que puede transportar al drenaje, está determinado por el diámetro, la pendiente y la velocidad que puede llegar a tener el flujo dentro de la tubería.

El principio fundamental para el diseño de alcantarillados es; el drenaje funciona como un canal abierto, es decir que, la tubería no funciona a presión.

2.6.5. Caudal domiciliar

Son los desechos provenientes de las residencias y provienen de distintos usos; como pueden ser lavado de utensilios de cocina, ducha, inodoros, etcétera. Los desechos provenientes de este tipo de usos, son los que reciben el nombre de caudal domiciliar, valor necesario para el diseño del alcantarillado

sanitario, la cantidad de agua de desecho está relacionada directamente con la dotación, esta debe ser afectada por el factor de retorno.

Este caudal se calcula de la siguiente forma:

$$Q_{dom.} = \frac{\text{dot.} * \text{No. ha}}{86\ 400} * \text{F.R.}$$

Donde:

Q_{dom} = caudal domiciliar (l/s)

dot. = dotación (l/ha/d)

No. hab= número de habitantes por tramo

F.R. = factor de retorno

$$Q_{dom} = \frac{150 \text{ l/ha/d} * 1\ 311 \text{ ha}^{0,85}}{86\ 400} = 1,934 \text{ l/s}$$

2.6.6. Caudal industrial

Es el que proviene de industrias, tales como procesadoras de alimentos, fábricas de textiles, licoreras y otros. En este caso no se estima caudal industrial por no existir industrias en la aldea.

2.6.7. Caudal comercial

Es el proveniente de comercios como comedores, restaurantes, hoteles, por mencionar algunos. Para el proyecto de la aldea Punta del Llano, este caudal es nulo, ya que los comercios son pequeños y no cuentan con dotación

especial, usan la misma del domicilio que alberga el comercio y que sirve de vivienda a sus propietarios.

2.6.8. Caudal por conexiones ilícitas

Este caudal es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema del agua pluvial al alcantarillado sanitario. De acuerdo a las normas del INFOM, este se puede calcular como el 10 por ciento mínimo del caudal domiciliar, se adoptará un 50 por ciento para este proyecto.

Este caudal se expresa de la siguiente forma:

$$Q_{ci} = 50\%Q_{dom}$$

$$Q_{ci} = (0,50)(1,934 \text{ l/s}) = 0,967 \text{ l/s}$$

Donde:

Q_{ci} = caudal por conexión ilícita

Q_{dom} = caudal domiciliar (l/s)

2.6.9. Caudal por infiltración

Es considerado como la cantidad de agua que se infiltra o penetra a través de las paredes de la tubería; el cual depende de la profundidad del nivel freático del agua, de la profundidad de la tubería y de la permeabilidad del terreno, el tipo de junta, la calidad de mano de obra utilizada y de la supervisión técnica de la construcción. Por ser el material a utilizar de PVC, que no permite que se infiltre agua de ningún tipo, no se considera este caudal en el diseño.

2.6.10. Caudal medio

Es la suma del caudal domiciliario, comercial, industrial, por conexiones ilícitas y de infiltración.

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{ci} + Q_{com} + Q_{inf}$$

$$Q_{med} = 1,934 \text{ l/s} + 0,967 \text{ l/s} = 2,901 \text{ l/s}$$

Donde:

Q_{med} = caudal medio

Q_{ci} = caudal por conexión ilícita

Q_{dom} = caudal domiciliario (l/s)

Q_{inf} = caudal de infiltración en (l/s)

Q_{com} = caudal comercial (l/s)

2.6.11. Factor de caudal medio

Este factor regula la aportación del caudal en la tubería. Se considera como la suma de los caudales; doméstico, de infiltración, por conexión ilícita, comercial e industrial dividido entre el número de habitantes a servir por tramo. Dicho factor según INFOM, debe encontrarse entre los rangos de 0,002 a 0,005, si el valor es menor al rango, se tomará 0,002 y si fuese mayor se tomará 0,005.

$$f_{qm} = Q_{medio} / \text{No. Habitantes}$$

Dónde:

f_{qm} = factor de caudal medio

Q_{medio} = caudal medio

No. habitantes = número de habitanes

$$fqm = \frac{2.901}{1311} = 0.0022$$

2.6.12. Factor de Harmond

Es un factor llamado también factor de flujo instantáneo, que incrementa el caudal debido a la probabilidad que en determinado momento una gran cantidad de usuarios utilicen el sistema simultáneamente en un tramo determinado, lo cual congestionaría el flujo del agua.

También es denominado factor instantáneo, ayuda a determinar el caudal máximo, que puede fluir por las tuberías.

Es adimensional y se obtiene de la siguiente ecuación:

$$FH. = \frac{18 + \sqrt{P / 1\ 000}}{4 + \sqrt{P / 1\ 000}}$$

Donde:

F.H.= factor de Harmond

P. = población acumulada del tramo (unidades de millar)

$$FH = \frac{18 + \sqrt{1311/1000}}{4 + \sqrt{1311/1000}} = 3.721$$

2.6.13. Caudal del diseño

Es con el que se diseñará cada tramo del sistema de alcantarillado sanitario, de acuerdo a los datos obtenidos o investigados y aplicados en un período de diseño.

El caudal de diseño de cada tramo será igual a multiplicar el factor de caudal medio, el factor de Harmond y el número de habitantes a servir a futuro.

La fórmula de caudal de diseño es:

$$Q_{DIS} = FH * f_{qm} * \text{No ha}$$

Donde:

Q_{DIS} = Caudal de diseño

No. ha. Fut. = Número de habitantes futuros acumulados

FH. = Factor de Harmond

F_{qm} = Factor de caudal medio

$$Q_{DIS} = (3,721) (0,0022) (1\ 311) = 10,73 \text{ l/s}$$

2.7. Fundamentos hidráulicos

Para el buen funcionamiento de un sistema de alcantarillado sanitario, como principio fundamental, es que el medio de transporte funcione como canal abierto, por gravedad y cuyo flujo está determinado por la rugosidad del material, y la pendiente del canal.

Para los sistemas de alcantarillados sanitarios, existen particularidades que se emplean, tales como los canales circulares cerrados; estando la superficie del agua afectada solamente por la presión atmosférica y por muy pocas presiones, provocadas por los gases de la materia en descomposición, que dichos caudales transportan.

2.7.1. Ecuación Manning para flujos de canales

La ecuación de Manning se basa en condiciones de flujo constante, a pesar de que la mayoría de sistemas de drenaje funcionan con caudales variables; también se diseña asumiendo que el flujo se conduce a través de canales abiertos, y si esta última condición no se cumple, se dice que la tubería trabaja bajo presión interna.

La ecuación de Manning para conductos circulares es:

$$V = 1/n * R_h^{2/3} * S^{1/2}$$

Dónde:

V = velocidad (m/s)

n = coeficiente de rugosidad de Manning

R_h = radio hidráulico

S = pendiente del canal (m/m)

n = 0,010 tubo PVC

n = 0,013 tubo de cemento diámetro mayor de 24"

n = 0,015 tubo de cemento diámetro menor de 24"

2.7.2. Relaciones hidráulicas

Al realizar el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena y poder agilizar de alguna manera los resultados de velocidad, área, caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionaron los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcialmente llena. De los resultados obtenidos se construyeron las tablas, utilizando la fórmula de Manning.

La utilización de las tablas, se realiza determinando primero la relación (q/Q). Dicho valor se busca en las tablas; si no se encuentra el valor exacto, se busca uno aproximado. En la columna de la izquierda se ubica la relación (v/V), obteniendo este valor se multiplica por el obtenido por la velocidad a sección llena, se logra saber así la velocidad a sección parcial. Sucesivamente se obtiene los demás valores de chequeo.

2.8. Parámetros de diseño hidráulico

Según la topografía del sector, para el diseño del sistema sanitario se realizó el cálculo hidráulico por el método de Manning, para tuberías parcialmente llenas por gravedad, funcionando como canales.

2.8.1. Coeficiente de rugosidad

Este coeficiente depende del material de que esté hecha la tubería, es determinado por medio de pruebas hechas por los fabricantes, este factor describe que tan lisa o tan rugosa es la superficie interna de la tubería. Es proveído por el fabricante, a continuación se presenta una tabla con coeficientes de rugosidad de los materiales más utilizados en nuestro medio:

Tabla II. **Coefficiente de rugosidad n de diversos materiales**

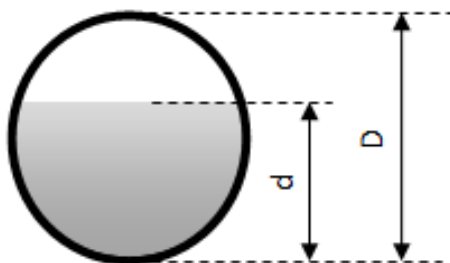
MATERIAL	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD n
Superficie de mortero de cemento	0,011 – 0,013
Mampostería	0,017 – 0,030
Tubo de concreto Ø < 24"	0,011 – 0,016
Tubo de concreto Ø > 24"	0,013 – 0,018
Tubo de asbesto cemento	0,009 – 0,011
Tubería de PVC	0,006 – 0,011
Tubería HG	0,013 – 0,015

Fuente: elaboración propia.

2.8.2. Sección llena y parcialmente llena

El principio fundamental de diseño de alcantarillados sanitarios, es que debe funcionar como canal abierto, por lo que el caudal de diseño nunca debe ser mayor que el caudal de sección llena. La relación se debe encontrar en el siguiente rango: $0,10 \leq d/D \leq 0,75$

Figura 3. **Sección parcialmente llena**



Fuente: elaboración propia.

2.8.3. Velocidades máximas y mínimas

La velocidad del flujo se determina con factores como el diámetro, la pendiente del terreno y el tipo de tubería que se utilizará. Se define por la fórmula de Manning y por las relaciones hidráulicas de v/V , donde v es la velocidad a sección parcialmente llena y V es la velocidad a sección llena.

Según las normas generales para diseño de alcantarillados del INFOM, las velocidades deben ser mayores de 0,60 metros por segundo para evitar sedimentación dentro de la tubería y taponamiento; y máximo de 3,00 metros por segundo para evitar erosión por fricción de la tubería, los fabricantes sugieren valores entre 0,40 metros por segundo y 4,00 metros por segundo, para tuberías de PVC.

2.8.4. Diámetro del colector

Las normas del Instituto Nacional de Fomento Municipal (INFOM), indican que el diámetro mínimo a colocar será de 8 pulgadas en el caso de tubería de concreto y de 6 pulgadas para tubería de PVC, esto si el sistema de drenaje es sanitario.

Para las conexiones domiciliarias, se puede utilizar un diámetro de 6 pulgadas para tubería de concreto y 4 pulgadas para tubería de PVC, formando un ángulo de 45 grados en el sentido de la corriente del colector principal.

2.8.5. Profundidad del colector

La profundidad del colector principal, debe evitar rupturas por el tránsito que circulará sobre el mismo, que permita el 100 por ciento de conexiones

domiciliares, que ofrezca protección de climas extremos y que no ofrezca dificultades constructivas.

2.8.6. 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 con la presente tabla tabulada con valores de la profundidad mínima para distintos diámetros de tubería de concreto y PVC.

Tabla III. **Profundidad mínima a la Cota Invert (tubería de concreto)**

Ø (plg)	6-8	10	12	16	18	20	24	30	36	42	48	60
Tránsito normal o liviano	1,22	1,28	1,33	1,41	1,50	1,58	1,66	1,84	1,99	2,14	2,25	2,55
Tránsito pesado	1,42	1,48	1,53	1,51	1,70	1,78	1,86	2,04	2,19	2,34	2,45	2,75

Fuente: elaboración propia.

La profundidad mínima para tubería de PVC en cualquier condición de tránsito es de 1,40 metros.

2.8.7. Ancho de la zanja

El ancho de la zanja puede cambiar dependiendo el diámetro de la tubería y la profundidad a la que se debe colocar la misma, debe tener una relación a mayor diámetro, mayor ancho de zanja y a mayor profundidad también mayor ancho de zanja. A continuación se presenta una tabla con anchos de zanja

recomendables para distintos diámetros de tubería y profundidades de excavación.

Tabla IV. **Ancho de zanjas recomendable**

Diámetro en pulgadas	Ancho de zanjas		
	Para profundidades hasta 2 mts.	Para profundidades hasta 2 mts.	Para profundidades hasta 2 mts.
4	0,50	0,60	0,70
6	0,55	0,65	0,75
8	0,60	0,70	0,80
10	0,70	0,80	0,80
12	0,80	0,80	0,80

Fuente: elaboración propia.

2.8.8. Volumen de excavación

El volumen de suelo a remover, para colocar la tubería, se calcula a partir de la profundidad de los pozos de visita, el ancho de la zanja, que a la vez depende del diámetro de la tubería que se va a instalar y la longitud entre pozos.

Se calcula con la siguiente expresión:

$$\text{Vol} = \left(\frac{H_1 + H_2}{2} * d * Az \right)$$

Donde:

Vol = volumen de excavación (m³)

H₁ = profundidad del primer pozo de visita (m)

H₂ = profundidad del segundo pozo de visita (m)

d = distancia entre pozos (m)

Az = ancho de zanja (m)

2.8.9. 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, 3 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.

La fórmula de Cotas Invert es:

Para pozos iniciales:

$$C_{li} = C_{Ti} - H_{pozo}$$

En el final del tramo:

$$Clf = Cli - L \cdot S / 100$$

Donde:

Cl_i = Cota Invert al inicio del tramo

Cl_f = Cota Invert al final del tramo

CT_i = Cota de terreno al inicio del tramo

S = Pendientes de la tubería expresada en porcentaje

L = Longitud del tramo

2.8.10. Ubicación de pozos de visita

Se utilizan para limpiar e inspeccionar el funcionamiento de la red, para el proyecto, los pozos de visita se construirán de ladrillo y concreto reforzado de forma cilíndrica.

Según las normas del INFOM, se deben diseñar pozos de visita para localizarlos en los siguientes casos:

- Al inicio de cualquier ramal.
- En las intersecciones de tuberías colectoras.
- Donde exista cambios de diámetro.
- Donde exista cambios de pendiente.
- En cambios de dirección horizontal para diámetros menores de 24".
- A distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros hasta de 24 pulgadas.
- A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24 pulgadas.

2.8.11. Profundidad de pozos de visita

La profundidad de los pozos, está definida por la Cota Invert de salida, y se determina con la siguiente fórmula:

$$\text{HPV} = \text{Cota del terreno al inicio} - \text{Cota Invert de salida del tramo} - 0,15 \text{ de base}$$

Se debe de tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Cuando a un pozo de visita llegan más de una tubería y salen más de una tubería:
 - Una tubería es de continuidad.
 - La Cota Invert de las tuberías de ramales iniciales debe ser como mínimo la que considere la H_{\min} .
 - La Cota Invert de salida del ramal de seguimiento, se calcula de acuerdo a los incisos anteriores.

- Cuando a un pozo de visita llegan 2 o más tuberías y sale una y son de distinto diámetro:
 - 3 centímetros por debajo de las tuberías que son del mismo diámetro.
 - La diferencia de diámetros con las tuberías de diferente diámetro.
 - Se toma la que de mayor profundidad.

- Cuando a un pozo de visita llega una tubería y sale otra de igual diámetro, la Cota Invert como mínimo va a estar 3 centímetros por debajo de la Cota Invert de entrada.

- Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra tubería de distinto diámetro, la Cota Invert va a ser, como mínimo, la diferencia entre ambos diámetros, por debajo de la Cota Invert de entrada.
- Cuando a un pozo de visita entra más de una tubería y sale una tubería todas de igual diámetro, la Cota Invert va a ser como mínimo, 3 centímetros por debajo de la Cota Invert de entrada más profunda

2.8.12. Características de las conexiones domiciliarias

La conexión domiciliar se hace por medio de la candela, en el cual se une la tubería proveniente del drenaje de la edificación a servir con la tubería que desaguará en el colector principal: la tubería entre la candela y el colector principal debe tener un diámetro mínimo de 4 pulgadas en tubería PVC o 6 pulgadas para tubería de concreto y debe colocarse con una pendiente mínima del 2 por ciento.

Para este caso las conexiones domiciliarias tendrán:

- Candela será con tubo de concreto de 12 pulgadas de diámetro
- Colector secundario con tubería PVC, de 4 pulgadas de diámetro.

2.8.13. Diseño hidráulico

El proyecto beneficiará al 100 por ciento de la población actual de la aldea, y se realizó de acuerdo a las normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

Datos:

En el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, se utilizaron los siguientes parámetros:

Tipo de sistema	alcantarillado sanitario
Periodo de diseño	30 años
Población actual	540 habitantes
Población futura	1 311 habitantes
Tasa de crecimiento	3,00%
Tipo de tubería	PVC, Norma ASTM D-3034
Conexión domiciliar	Φ4", pendiente mínima 2%
Dotación de agua	150 l/ha/d
Factor de retorno	85%
Densidad de habitantes/vivienda	6 ha/vivienda
Relación de velocidad	$0,60 \leq v \leq 3$ m/s
Facto de caudal medio	0,0022
Coeficiente de rugosidad n para PVC	0,010
Altura mínima de pozo (tráfico pesado)	1,40 m
Tirante	$0,10 \leq d/D \leq 0,75$

Ejemplo de diseño de un tramo

De pozo PV-1 a pozo PV-2 (R-1 a E-1)

$$\% S = \left(\frac{507,01 - 500}{34,92} \right) = 20,07\%$$

No. viviendas actuales: locales = 3

$$\text{acum} = 0 + 3 = 3$$

No. de hab. a servir: actual = (6 ha/vivienda)(3 vivienda) = 18 ha

$$\text{Futuro} = P_f = 18(1+0,030)^{30} = 44 \text{ ha}$$

$$\text{Factor de harmond: actual: FH} = \frac{18 + \sqrt{18/1\ 000}}{4 + \sqrt{18/1\ 000}} = 4,39$$

$$\text{Futuro: FH} = \frac{18 + \sqrt{44/1000}}{4 + \sqrt{44/1000}} = 4,33$$

$$\text{Caudal de diseño: actual: } q_{DIS} = (4,39)(0,0022)(18) = 0,174 \text{ l/s}$$

$$\text{futuro: } q_{DIS} = (4,36)(0,0022)(44) = 0,416 \text{ l/s}$$

Caudal a sección llena:

$$\varnothing = 6''$$

$$\%S = 20,07\%$$

$$V = \frac{0,03429(6)^{2/3}(20,07/100)^{1/2}}{0,010} = 5,07 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{área} = 0,01824 \text{ m}^2$$

$$Q = (5,07 \text{ m}^3/\text{s}) (0,01824 \text{ m}^2) (1000) = 92,53 \text{ l/s}$$

Chequeo

$$q_{DIS} < Q \quad \text{actual}$$

$$q/Q = 0,17492.53 = 0,001877 \quad \Rightarrow \quad v/V = (0,1958) (5,07) = 0,99 \text{ m/s, ok}$$
$$d/D = 0,033$$

$$q_{DIS} < Q \quad \text{futuro}$$

$$q/Q = 0,416/92.53 = 0,00449 \quad \Rightarrow \quad v/V = (0,253537) (5,07) = 1,29 \text{ m/s, ok}$$
$$d/D = 0,049$$

Cotas Invert

$$\begin{array}{l} \text{R-1: } \text{CIS} = \text{CT} - h_{\text{min}} \qquad \text{CIS} = 507,01 - 1,40 = 505,61 \text{ m} \\ \text{E-1: } \text{CIE} = \text{CIS} - \frac{(\text{DH}) (\text{S}\%)}{100} \qquad \text{CIE} = 505,61 - \frac{(34,92) (20,07)}{100} = 498,60 \text{ m} \end{array}$$

Alturas de pozos

$$\begin{array}{l} \text{R-1: } \qquad h_1 = \text{CT} - \text{CIS} \qquad h_1 = 507,01 - 505,61 = 1,40 \text{ m} \\ \text{E-1: } \qquad h_2 = \text{CT} - \text{CIE} \qquad h_2 = 500 - 498,60 = 1,40 \text{ m} \end{array}$$

Los datos y resultados del cálculo para todos los ramales, fue realizado con el procedimiento anterior descrito, ver apéndice 2. Cálculo hidráulico alcantarillado sanitario.

2.9. Desfogue

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), establece que todo sistema de alcantarillado sanitario, debe poseer un tratamiento antes de la descarga final. Por tal razón, es necesario ubicar en un lugar idóneo las aguas tratadas, para lograr mitigar los daños a la naturaleza.

2.10. Ubicación

Por la topografía del terreno, se seleccionó la parte más baja, para que el sistema trabaje por gravedad, a un punto específico, donde se encuentre la descarga. Fue necesario diseñar 3 ramales principales o desfogues identificados en los planos respectivos.

2.11. Propuesta de tratamiento

Se plantea un tratamiento primario por medio de fosa séptica, el efluente resultante del tratamiento será depositado en el río Punta de Llano, ya que el objetivo de estas unidades, es la remoción de sólidos en suspensión por medio de procesos físicos como la sedimentación, en los que se logra eliminar en un 40 por ciento a un 60 por ciento de sólidos. Las unidades empleadas tratan de disminuir la velocidad de las aguas residuales por períodos de 12 a 24 horas, a esto se le llama período de retención, para que se sedimenten los sólidos.

2.11.1. Diseño de fosas sépticas

Es un medio de tratamiento de aguas negras que generalmente se usa en el área rural, esto debido al costo y mantenimiento de la misma, puesto que es más económica y más fácil de mantener. Es una estructura de concreto reforzado o mampostería reforzada, la cual funciona como un depósito de las aguas provenientes del sistema de alcantarillado sanitario.

Para el diseño de la fosa séptica, debe tomarse en cuenta los siguientes parámetros:

- El período de retención es como mínimo de 12 horas.
- Relación largo-ancho de la fosa L/A; de 2/1 a 4/1.
- Lodos acumulados por habitante y por período de limpieza, es de 30 a 60 l/hab/año.
- La capacidad máxima recomendable para que la fosa sea funcional debe ser de 60 viviendas.

Para el cálculo del volumen, se asume una altura (H), que es la altura útil, es decir, el fondo de la fosa al nivel de agua se toma una relación L/A dentro de los límites recomendados, queda el volumen como:

$$V = ALH$$

Donde:

A = Ancho útil de fosa

L = Largo útil de la fosa

H = Altura útil

Se conoce la relación L/A, se sustituye una de las 2 en la fórmula de V y se determina el valor de la otra magnitud.

Datos para cálculo de las fosas para el proyecto:

Calculo de volumen:

Parámetros de diseño

Periodo de retención 24 horas

Dotación 150 l/ha/d

Habitantes 360 habitantes (60 viviendas)

Lodos 30 l/ha/d

Periodo de limpieza 5 años

Caudal aportado:

$$Q = q \cdot N \cdot F \cdot R$$

$$Q = 150 \cdot (0.85) \cdot (360) \quad Q = 45,900 \text{ l/ día} \quad Q = 45.9 \text{ m}^3 / \text{ día}$$

Volumen de lodos:

$$V_L = 360 \text{ hab} * 30 \text{ L} / \text{hab} * \text{año}$$

$$V_L = (10,800 \text{ L}) / (1000 \text{ L} / \text{m}^3) = 10.80 \text{ m}^3 \quad V_L = 10.8 \text{ m}^3 * 5 \text{ años} = 54 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen total} \quad V = 45.9 \text{ m}^3 + 54 \text{ m}^3 = 99.9 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de fosa} \quad V = A * L * H \quad \text{si } H = 3.10 \text{ m} \text{ con } L = 2A$$

$$100 \text{ m}^3 = 2 * A^2 * (3.10 \text{ m}) \quad \text{por lo que } A = 4 \text{ m} \text{ y } L = 8 \text{ m}$$

Los muros del tanque, serán muros de gravedad de concreto ciclópeo, con un alto de 3,10 metros y base de 1,55 metros, cubierta de concreto reforzado de 0,10 metros de espesor, piso de concreto ciclópeo de 0,40 metros de espesor.

2.11.2. Dimensionamiento de los pozos de absorción

Son excavados en el terreno, recibiendo las aguas ya depuradas procedentes de las fosas sépticas y almacenándose en el pozo para que a través de orificios en la periferia o gravas en el fondo, se filtre en el terreno circundante.

El primer paso en el diseño de sistemas subterráneos de eliminación de aguas negras, es determinar si el suelo es apropiado para la absorción del afluyente de la fosa séptica y, si tal es el caso, cuánta área se requiere. El suelo debe tener una velocidad de filtración aceptable, sin interferencia del agua freática o de estratos impermeables bajo el nivel del sistema de absorción.

En este caso, no se incorporarán pozos de absorción al sistema, por motivo de que el efluente se verterá a un cuerpo receptor que es el río Punta de Llano.

2.12. Administración, operación y mantenimiento

Consiste en la aplicación de técnicas para mantener el alcantarillado en buenas condiciones y garantizar el funcionamiento normal del sistema, para el período de diseño al que fue planificado.

La responsabilidad del mantenimiento y operación del sistema, será compartida entre la Municipalidad Usumatlán y el comité de vecinos de la aldea Punta del Llano. El tiempo recomendado para inspeccionar el funcionamiento del sistema, debe ser en espacios no mayores a los 3 meses.

A continuación se describen la inspección y mantenimiento de los elementos del alcantarillado.

Conexión domiciliar

- Tapadera de la candela está en mal estado.
- Tubería parcialmente tapada.
- Tubería totalmente tapada
- Conexiones de agua de lluvia en la tubería.

Línea central

- Tubería parcialmente tapada.
- Tubería totalmente tapada.

Pozos de visita

- Acumulación de residuos y lodos
- Deterioro del pozo.
- Tapadera del pozo en mal estado.

2.13. Elaboración de planos


Para este proyecto, se elaboró un total de 8 planos, descritos a continuación:

- Planta conjunto
- Planta – perfil ramal 1 y ramal 2
- Planta – perfil ramal 3 y ramal 4
- Planta – perfil ramal 5 y ramal 6
- Planta – perfil ramal 7 y ramal 8
- Planta – perfil ramal 9 - ramal 10 y ramal (R12 a R9) y (E4 a R22)
- Planta, secciones y detalles de pozo
- Planta, secciones y detalles de fosa séptica

2.14. Elaboración de presupuesto

El presupuesto se elaboró a base de precios unitarios, a los cuales se les aplicó un factor de indirectos del 30 por ciento, en cuanto a los precios de materiales y mano de obra, se tomaron los que se manejan en el área.

Tabla V. **Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Punta de Llano municipio de Usumatlán, departamento de Zacapa**

SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA PUNTA DE LLANO, MUNICIPIO DE USUMATLÁN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA					
					
No.	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	ML	1215.31	Q 5.41	Q 6,574.83
2	EXCAVACIÓN DE ZANJA	M3	1555.00	Q 74.33	Q 115,583.15
3	ECAVACIÓN PARA POZOS DE VISITA	M3	64.00	Q 103.90	Q 6,649.60
4	COLECTOR PRINCIPAL (TUBERIA PVC DE Ø=6") NORMA ASTM 3034	ML	1145.37	Q 126.22	Q 144,568.60
5	COLECTOR PRINCIPAL (TUBERIA PVC DE Ø=8") NORMA ASTM 3034	ML	69.94	Q 257.90	Q 18,037.53
6	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE ZANJA	M3	1533.00	Q 9.54	Q 14,624.82
7	CONEXIONES DOMICILIARES	UNIDAD	90.00	Q 842.00	Q 75,780.00
8	POZOS DE VISITA				
8.1	POZOS DE VISITA ALTURA PROMEDIO = 1.70MTS +(BROCAL Y TAPADERA)	UNIDAD	28.00	Q 3,859.05	Q 108,053.40
8.2	POZOS DE VISITA ALTURA PROMEDIO = 2.50MTS +(BROCAL Y TAPADERA)	UNIDAD	6.00	Q 5,616.43	Q 33,698.58
8.3	POZOS DE VISITA ALTURA PROMEDIO = 3.50MTS +(BROCAL Y TAPADERA)	UNIDAD	6.00	Q 6,496.21	Q 38,977.26
8.4	POZOS DE VISITA ALTURA PROMEDIO = 4.50MTS +(BROCAL Y TAPADERA)	UNIDAD	4.00	Q 7,552.19	Q 30,208.76
8.5	POZOS DE VISITA ALTURA PROMEDIO = 5.50MTS +(BROCAL Y TAPADERA)	UNIDAD	2.00	Q 9,037.28	Q 18,074.56
8.6	POZOS DE VISITA ALTURA PROMEDIO = 6.50MTS +(BROCAL Y TAPADERA)	UNIDAD	2.00	Q10,263.83	Q 20,527.66
9	FOSA SÉPTICA	UNIDAD	4.00	Q 119,465.94	Q 477,863.76
10	LIMPIEZA GENERAL	GLOBAL	1.00	Q 4,700.80	Q 4,700.80
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q 1,113,923.31

Fuente: elaboración propia.

2.15. Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

Impacto ambiental se define como la alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de sus componentes producido por los efectos de la acción humana.

La evaluación de Impacto Ambiental, 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.

Impacto negativo en la ejecución

En el momento de la ejecución del proyecto a desarrollar, se verán repercusiones por efectos negativos en contra del medio ambiente, dentro de los que se pueden citar:

- La degradación de la calidad del agua superficial, debido a erosión durante la construcción o a la descarga excesiva de contaminantes.
- La alteración de las características de las aguas subterráneas, debido a la construcción.
- El aumento en la generación de concentraciones de contaminantes visuales y ruidos en el ambiente.

Impacto positivo en la ejecución

Dentro de los impactos positivos de mayor relevancia en la ejecución del proyecto se tienen:

- El reacomodamiento del terreno en el camino, bajo el cual se encontrará la tubería del drenaje sanitario.
- El tratamiento de focos de contaminación, mediante la eliminación sustancial de aguas superficiales y estancamientos producidos en la aldea Punta del Llano; que a su vez provocan criaderos de zancudos y enfermedades de tipo gastrointestinal.

2.16. Evaluación socioeconómica

Es indispensable realizar un análisis financiero para poder determinar la viabilidad del proyecto a construir. Para esto se utilizarán los métodos del Valor Presente Neto y la Tasa Interna de Retorno.

2.16.1. Valor Presente Neto (VPN)

Se utiliza para evaluar alternativas mutuamente excluyentes, consiste en trasladar todo el flujo de efectivo a un presente y evaluar si se recupera la inversión o no, desde el punto de vista rentable.

$$VPN = VP_{\text{beneficios}} - VP_{\text{costos}}$$

Para la anterior fórmula se tienen 3 resultados posibles:

- Cuando es mayor que cero, se recupera la inversión, se obtiene la rentabilidad además de una ganancia que es igual al valor presente.
- Cuando es igual a cero, se recupera la inversión y se obtiene la rentabilidad deseada.
- Cuando es menor que cero, se evalúa según la tasa de interés y el porcentaje de ganancia.

Debido a que el proyecto es de carácter social y es un beneficio para la comunidad, no se contempla algún tipo de utilidad, los egresos se establecen como el costo total del proyecto.

2.16.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Se conoce como tasa de rendimientos y es el interés donde la persona que va a invertir tiene un equilibrio entre el flujo de ingresos y egresos.

En este caso, el proyecto no es de utilidad económica, ya que es de función social, por lo que no se puede calcular mediante ninguna fórmula.

3. DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA OFICINAS DE LA MANCOMUNIDAD DE NOR-ORIENTE

3.1. Diseño de edificación de dos niveles para oficinas de la Mancomunidad de Nor-oriente

El proyecto consiste en diseñar un edificio para la Mancomunidad de Nor-oriente de 2 niveles, que servirá para albergar a las oficinas administrativas de dicha región.

3.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto a diseñar, consiste en un edificio de 2 niveles, donde se ubicaran las oficinas de la Mancomunidad de Nor-oriente y la Oficina de Planificación y Gestión Territorial (OPLAGEST), el primer nivel tendrá las siguientes áreas: recepción, oficina de OPLAGEST, oficina de técnicos de la mancomunidad, área de servicios para cocineta, bodega y servicios sanitarios. El segundo nivel, tiene las siguientes áreas: oficina del gerente de la mancomunidad, sala de juntas, secretaría, área de mobiliario y equipo, bodega de insumos y área de servicios sanitarios.

Tendrá un área de 213 metros cuadrados de construcción, la estructura estará compuesta por marcos dúctiles y nudos rígidos, losa tradicional de concreto según el código ACI-318S-05 y Normas AGIES, los muros divisorios serán de mampostería de block pómez, la ventanearía será de PVC corrediza, puertas exteriores de metal e interiores de MDF y piso cerámico.

3.1.2. Descripción del área disponible

El terreno que se utilizará, se encuentra a un costado de la Municipalidad de Estanzuela; el cual tiene un área de 229,58 metros cuadrados de terreno, y la topografía es plana.

3.1.3. Evaluación de calidad de suelos

Es necesario conocer las características del suelo, para establecer las dimensiones de los cimientos en función del valor soporte, para asegurar que el diseño de la estructura estará bien sustentado sobre sus cimientos.

3.1.3.1. Determinación del valor soporte del suelo

El ensayo que se realizó fue el de compresión triaxial, efectuado en el Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), según Normas ASTM D-2850; se hizo sobre una muestra inalterada de 1 pie cúbico extraída en el terreno que se va a utilizar a una profundidad de 2,50 metros.

Los datos que se obtuvieron en el ensayo son:

- Tipo de ensayo: no consolidado y no drenado
- Descripción del suelo: arena pómez blanca
- Dimensión y tipo de la probeta: 2,5" x 5,0"

Tabla VI. **Datos del ensayo triaxial no consolidado y no drenado**

Probeta No.	1	1	1
Presión lateral (ton/m ²)	5	10	20
Desviador en rotura q(ton/m ²)	69,42	77,07	103,48
Presión intersticial u(ton/m ²)	X	X	X
Deformación en rotura Er (%)	2,0	3,0	4,0
Densidad seca (ton/m ³)	1,03	1,03	1,03
Densidad húmeda (ton/m ³)	1,22	1,22	1,22
Humedad (%H)	18,4	18,4	18,4
ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA ø= 32,18°	COHESIÓN: Cu=16,0ton/m ²		

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de la capacidad soporte del suelo por el método de Dr. Karl Terzaghi

La capacidad soporte de un suelo, es la capacidad que tiene de soportar una carga, sin que se produzca una falla en su masa. Para zapatas cuadradas y corte local o por punzonamiento:

$$q_d = 1,3 \cdot cu \cdot N_c + \gamma \cdot z \cdot N_q + 0,4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_w$$

Donde:

q_d = capacidad de carga límite en ton/m²

cu = cohesión del suelo en ton/m²

γ = peso volumétrico del suelo = 1,42 ton/m²

z = profundidad de desplante de la cimentación = 1,50 m

B = dimensión menor de zapata rectangular = 1,80 m

N'_c, N'_q, N'_w = factores de carga.

Ángulo de fricción interna = $32,18^\circ$

Cohesión del suelo = $16,0 \text{ ton/m}^2$ donde $c_u = 2/3$ de la cohesión

Factor de seguridad = $6,00$

Para la determinación de los factores de carga (N'_c , N'_q y N'_w), se utiliza el ángulo de fricción interna y se interpola en la gráfica de factores de carga ubicada en el anexo 2, obteniendo: $N'_c = 19,00$, $N'_q = 9,00$ y $N'_w = 5,00$.

$$q_d = (1,3 \cdot 10,67 \cdot 19,0) + (1,03 \cdot 2,50 \cdot 9,00) + (0,4 \cdot 1,03 \cdot 1,50 \cdot 5) = 289,81 \text{ ton/m}^2$$

$$V_s = q_d / F_s ; 289,81 / 6 = 48,30 \text{ ton/m}$$

El cual es un valor muy seguro de utilizar, si se toma en cuenta que es un edificio municipal.

3.1.4. Normas para el diseño de edificios

Se aplicaran los criterios de arquitectura e ingeniería para la distribución de ambientes, forma y función, combinados con normas contenidas en los códigos ACI, AGIES y SEAOC.

3.1.4.1. Criterios generales

Se tomaran en cuenta las necesidades actuales y futuras que requiere la estructura, ubicación dentro del terreno, iluminación, orientación, relación de ambientes, forma de la estructura, altura del edificio, acabados, etcétera.

3.1.4.2. Criterios de conjunto

El edificio ocupará un 58 por ciento del área disponible, dejando un aproximado de más 1 metro de espacio libre entre las colindancias y la edificación a construir.

- **La forma**
Se optó como figura geométrica al cuadrado como forma básica a desarrollar, tanto en planta como en elevación, utilizando una proporción 1:1.
- **La función**
Es indispensable en este proyecto verificar la función con que se maneja la mancomunidad; definiendo el primer nivel para el área técnica y de servicio y para el segundo nivel el área de gerencia y sala de juntas.
- **Sistema estructural**
Se utilizó un sistema de marcos espaciales dúctiles con nudos rígidos y losa tradicional de concreto reforzado, con muros de mampostería reforzada de block pómez.

3.1.4.3. Criterios de iluminación

La iluminación de oficinas requiere tomar en cuenta los factores de diseño para fijar las características del tipo de iluminación.

Los factores de uso del diseño a considerar son los siguientes:

- Función del espacio
- Dimensiones del espacio
- Mobiliario
- Presupuesto

Por la función de este proyecto, se optó por la combinación de iluminación natural y artificial de todos los ambientes, con la incorporación de lámparas fluorescentes,

3.1.4.4. Otros criterios

Además de los ya mencionados, es importante señalar que otros criterios fueron tomados en cuenta en el diseño, estos son para comodidad pero por eso no son menos importantes.

- Orientación
El proyecto en su eje longitudinal está orientado de este a oeste.
- Confort climático
Por ser un proyecto en clima cálido-seco; se orientaron las oficinas al norte.
- Colores
Los colores neutrales, como el blanco, gris, beige, y amarillo claro, envían un mensaje de calma y paz al cerebro.

3.1.5. Diseño arquitectónico

Se debe diseñar de acuerdo a las necesidades que se tengan, tomar en cuenta el entorno donde se encuentra el terreno, la función del proyecto, los usuarios y agentes que tendrá, el confort climático, normas que rijan la municipalidad y lo principal, el recurso financiero que se tiene.

3.1.5.1. Ubicación del edificio en el terreno

El edificio será ubicado al centro del área del terreno, en su eje longitudinal está orientado de este a oeste, esto con el propósito de aprovechar al máximo el espacio arquitectónico, luz natural, ventilación.

3.1.5.2. Distribución de ambientes

El primer nivel, se distribuyó de la siguiente manera: área de recepción, oficina de OPLAGEST, oficina de técnicos de la mancomunidad, área de servicios que contará con cocineta, bodega y servicios sanitarios.

El segundo nivel, contará con los siguientes ambientes: oficina del gerente de la mancomunidad, sala de juntas, secretaría, área de mobiliario y equipo, bodega de insumos y el área de servicios sanitarios.

3.1.5.3. Altura del edificio

El edificio será de 2 niveles, cada nivel será de 3,00 metros de piso a cielo. Esto quiere decir que tendrá una altura de 6 metros sobre el nivel de la calle, además de la obra que estará bajo la superficie.

3.1.6. Selección del sistema estructural a utilizar

Se eligió utilizar el sistema de marcos espaciales dúctiles con nudos rígidos, el peso de la estructura será distribuida al suelo por medio de zapatas aisladas; los muros serán solo para divisiones por lo que no soportaran cargas y trabajarán independientemente de la estructura, pero también estarán confinados por medio de soleras y columnas.

3.1.6.1. Predimensionamiento de elementos estructurales

A continuación, se presenta los criterios para las dimensiones a ejes y las áreas tributarias para los marcos críticos, así también como para la columna crítica.

- Predimensionamiento de viga

Se puede realizar con los siguientes criterios:

- Por cada metro lineal libre de luz, ocho centímetros de peralte y la base equivale a $\frac{1}{2}$ de peralte.
- ACI-318S-05 en el capítulo 9, da diferentes situaciones para predimensionamiento.

Tabla VII. **Factores de forma, inclinación y profundidad**

	Espesor mínimo h			
	Simplemente apoyadas	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a flexiones grandes			
Losas macizas en una dirección	L/20	L/24	L/28	L/10
Vigas o losas nervadas en una dirección	L/16	L/18,5	L/21	L/8

Fuente: elaboración propia.

Longitud de viga = 4,50 metros

$h_{viga} = 8\% \text{ longitud de viga}$

$h_{viga} = 0,08 * 4,50 \text{ metros} = 0,36 \text{ metros}$

$h_{viga} = L/21 = 4,50/21 = 0,21 \text{ metros}$

$h_{promedio} = \frac{0,36 + 0,21}{2} = 0,285 \text{ metros} \rightarrow 0,30 \text{ metros}$

$b_{viga} = h_{promedio} / 2 = 0,30 / 2 = 0,15 \text{ metros}$

Se propone una sección de 0,35 x 0,25 metros

- Predimensionamiento de columna

Se aplica lo que establece el código ACI-318S-05, capítulo 10.9.1. Sustituyendo valores en la ecuación de carga puntual, se obtiene el área gruesa

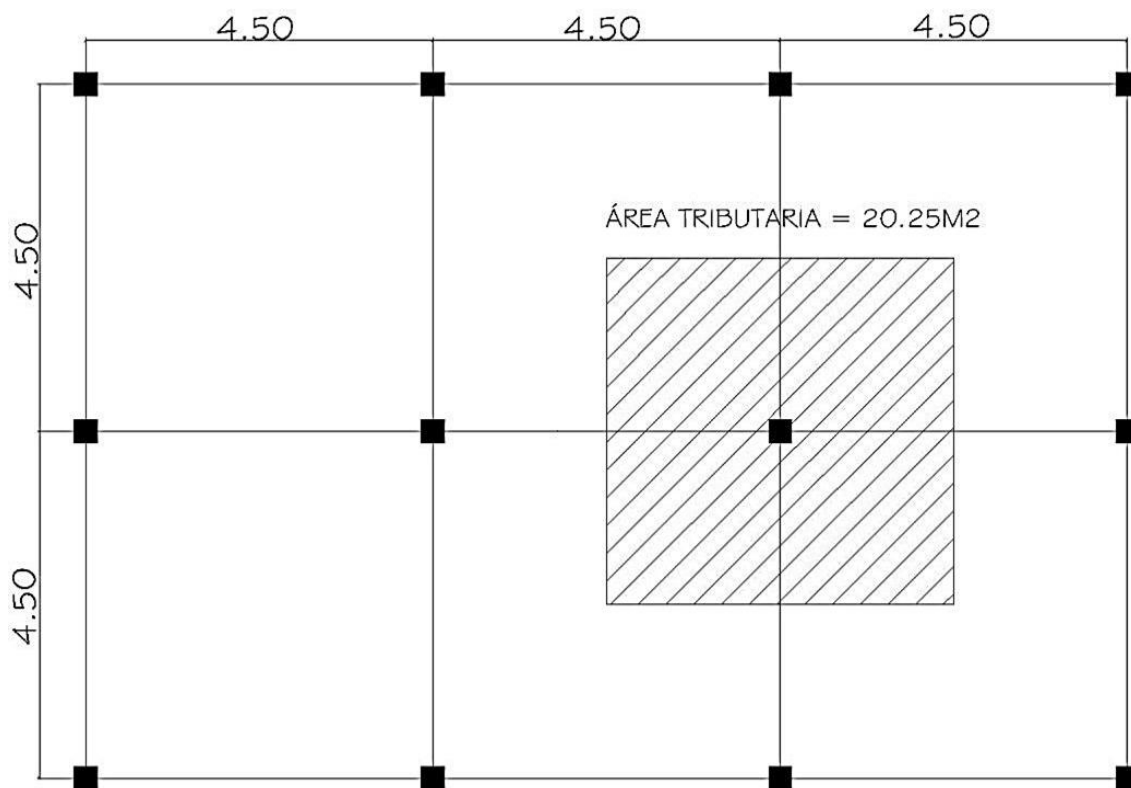
de la columna. Para guardar simetría en las dimensiones de las columnas, se toma la columna crítica, es decir, la que soporta mayor carga, las dimensiones obtenidas se aplican a todas las columnas.

$$P=0,80*(0,225*F'_c*Ag+F_y*As)$$

Donde A_s según ACI 2005-10.9.1 oscila entre:

$$P=0,80*(0,225*F'_c*Ag+F_y*As)$$

Figura 4. **Área tributaria de columna**



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Datos:

$$\text{Área tributaria} = 20,25 \text{ m}^2$$

$$\text{Peso específico del concreto} = 2\,400 \text{ kg/m}^3$$

Conociendo estos datos se obtiene la carga puntal

$$P = \text{PesoEsp} * \text{At} = 2\,400 \text{ kg/m}^2 * 20,25 \text{ m}^2 = 48\,600 \text{ kg}$$

Usando un As de 0,01 Ag entonces queda:

$$48\,600 = 0,8 ((0,225 * 281 * \text{Ag}) + (2\,810 * 0,01 \text{Ag}))$$

$$\text{Ag} = 665,21 \text{ cm}^2$$

Se propone trabajar con una de 30 por 30 centímetros, para que el área sea de 900 centímetros cuadrados, que es mayor al área gruesa calculada.

- Predimensionamiento de losa

Se aplica el criterio del perímetro de la losa dividido 180, con la siguiente operación:

$$t = \frac{(4,50 \text{ m} + 4,50 \text{ m} + 4,50 \text{ m} + 4,50 \text{ m})}{180} = 0,10 \text{ metros}$$

Donde:

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

Se propone una losa tradicional con un espesor de 0,12 metros; para la losa de entrepiso y losa final.

- Predimensionamiento de zapatas

Las zapatas se diseñarán como zapatas aisladas.

Ver predimensionamiento de zapatas en la sección 3.1.6.2. Diseño de cimientos.

3.1.6.2. Cargas de diseño

Son todas las cargas que actúan en una estructura, estas pueden ser cargas vivas, cargas muertas y cargas producidas por efectos de viento o sísmicos.

3.1.6.2.1. Cargas verticales en marcos dúctiles con nudos rígidos

Ante cargas verticales, la restricción al giro de los extremos de las vigas, impuestas por su continuidad con las columnas, hace relativamente rígido el sistema. A continuación se mencionan las cargas actuantes.

- Cargas vivas: son cargas que se producen de acuerdo a la utilidad que tenga la estructura, ya que la componen los objetos temporales o móviles dentro del edificio, como personas, mobiliario, equipo y otros.

Tabla VIII. **Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas a utilizar en el proyecto**

Tipo de ocupación o uso	(kg/m ²)
Oficina	250
Vestíbulos	500
Salones de reuniones con asientos	500
Pasillos y gradas	400
Carga viva de cubierta	75

Fuente: Normas AGIES NR-2:200, p. 28.

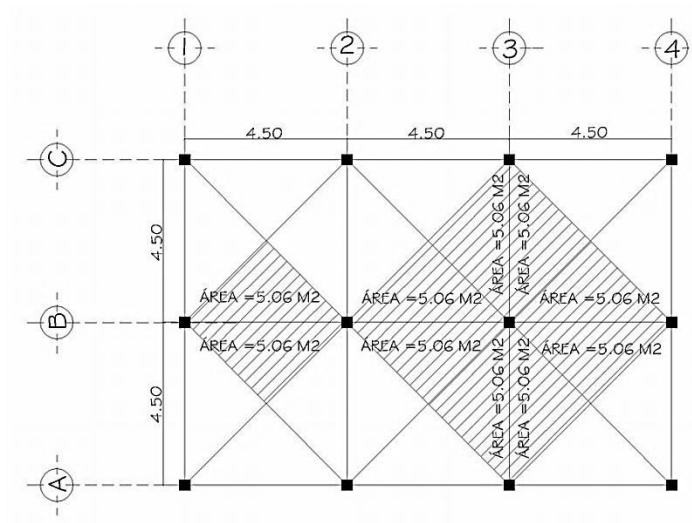
- Cargas muertas: son las cargas que producen los elementos estructurales, así como los diversos materiales que se utilizan en la construcción de la estructura. Para un edificio, las cargas muertas lo componen los pesos de las losas, vigas, columnas, muros, ventanas, puertas, instalaciones (drenajes, hidráulica, eléctricas), acabados y otros permanentes en la estructura.

Tabla IX. **Cargas muertas mínimas uniformemente distribuidas a utilizar en el proyecto**

Concreto	2 400 kg/m ³
Muros	100 kg/m ²
Acabados	100 kg/m ²
Sobre carga	60 kg/m ²

Fuente: elaboración propia.

Figura 5. **Planta de marcos críticos analizados**



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

- Eje B, viga 1-2

Nivel 2

$$CM = W_{losa} + W_{viga} + W_{sc}$$

$$W_{losa} = (10,12 \text{ m}^2 * 0,12 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg/m}^3)/4,5 \text{ m} = 647,68 \text{ kg/m}$$

$$W_{viga} = (0,25 \text{ m} * 0,35 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg/m}^3) = 210,00 \text{ kg/m}$$

$$W_{sc} = (60,00 \text{ kg/m}^2 * 10,12 \text{ m}^2)/4,5 \text{ m} = \underline{134,93 \text{ kg/m}}$$

$$CM \text{ TOTAL} = 992,61 \text{ kg/m}$$

$$CV = W_{techo}$$

$$W_{techo} = (75,00 \text{ kg/m}^2 * 10,12 \text{ m}^2)/4,5 \text{ m} = 168,00 \text{ kg/m}$$

$$CV \text{ TOTAL} = 168,00 \text{ kg/m}$$

Nivel 1

$$CM = W_{losa} + W_{viga} + W_{muro} + W_{sc}$$

$$W_{losa} = (10,12 \text{ m}^2 * 0,12 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg/m}^3)/4,5 \text{ m} = 647,68 \text{ kg/m}$$

$$W_{viga} = (0,25 \text{ m} * 0,35 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg/m}^3) = 210,00 \text{ kg/m}$$

$$W_{muro} = (100 \text{ kg/m}^2 * 10,12 \text{ m}^2)/4,5 \text{ m} = 224,88 \text{ kg/m}$$

$$W_{acab} = (100 \text{ kg/m}^2 * 10,12 \text{ m}^2)/4,5 \text{ m} = 224,88 \text{ kg/m}$$

$$W_{sc} = (60 \text{ kg/m}^2 * 10,12 \text{ m}^2)/4,5 \text{ m} = \underline{134,93 \text{ kg/m}}$$

$$CM \text{ TOTAL} = 1\,442,37 \text{ kg/m}$$

$$CV = W_{salon} \text{ o } W_{oficina}$$

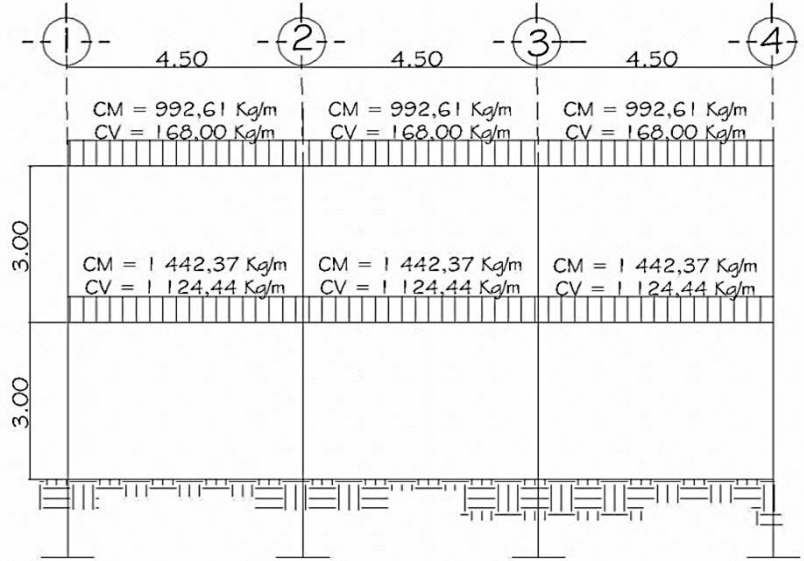
$$W_{salon} = (500 \text{ kg/m}^2 * 10,12 \text{ m}^2)/4,5 \text{ m} = 1124,44 \text{ kg/m}$$

$$W_{oficina} = (25 \text{ kg/m}^2 * 10,12 \text{ m}^2)/4,5 \text{ m} = 562,22 \text{ kg/m}$$

Este procedimiento se aplicó a todos los marcos de la estructura para integrar las cargas.

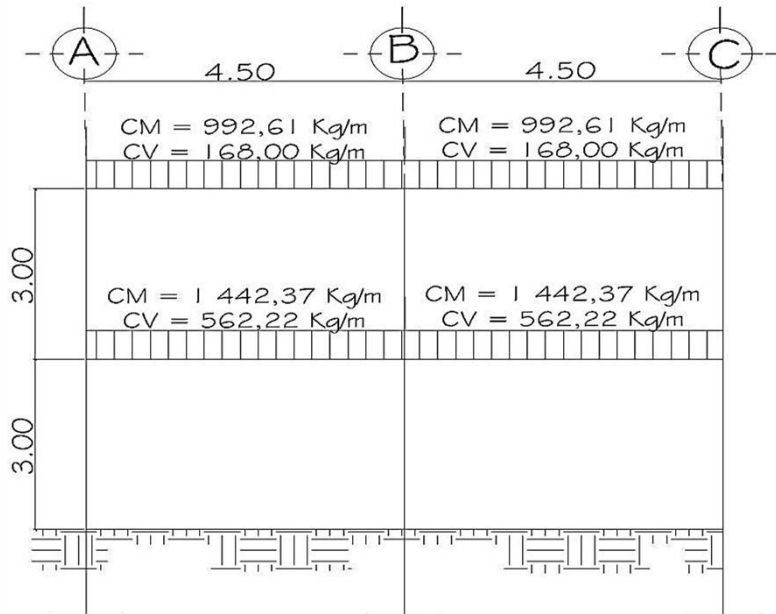
En las figuras 4 y 5, se muestran los modelos que se obtuvieron del análisis de la carga muerta y carga viva.

Figura 6. Carga muerta y viva, marco B



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Figura 7. Carga muerta y viva, marco 3



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

3.1.6.2.2. Cargas horizontales en marcos dúctiles con nudos rígidos

Son las producidas por el viento o por sismo. Este tipo de cargas son dinámicas. En este proyecto se considera con mayor relevancia la fuerza producida por un sismo, por lo que se debe realizar un análisis sísmico, y utilizar estas fuerzas como cargas laterales estáticas que tendrán el mismo efecto de un sismo.

3.1.6.3. Fuerzas sísmicas

Guatemala es un país con riesgo sísmico, por tal razón se diseñan los edificios tomando en cuenta este factor.

La carga sísmica depende del peso de la estructura, se considera que la estructura se mantiene fija en su base, la que será el punto de aplicación de esta fuerza, llamada corte basal (V), esta se transmite a los elementos estructurales, proporcional a sus rigideces y posición con respecto a su centro de rigidez. Para encontrar esta fuerza, se aplicó el método SEAOC, el cual se describe a continuación:

$$V = ZIKCSW$$

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

Z : es el coeficiente de riesgo sísmico, varía según la zona sísmica, la cual se encuentra dividida en 4 partes, el departamento de Zacapa se encuentra

localizado en la zona 4, la cual es de alto peligro sísmico, por lo cual se le asigna el valor = 1

- I: este coeficiente depende de la importancia que se le vaya a dar a la estructura, después de que ocurra el sismo. El cual se encuentra dentro del siguiente rango.

$$1,00 \leq I \leq 1,50$$

En este caso, debido a que el edificio es una institución pública se aplica un valor = 1,25.

- C: se conoce también como el coeficiente sísmico = $1/15\sqrt{T}$. T es el período fundamental de vibración de la estructura, en segundos; se obtiene $T = 0,0906 * h/\sqrt{b}$, donde h = es la altura de la base al nivel más alto, b = la dimensión de entrepiso, en dirección paralela a las fuerzas aplicadas.

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

Sentido X

$$T = 0,0906 * 6,00m / \sqrt{13,65m} = 0,147$$

Donde:

$$C_x = 1 / 15\sqrt{0,147} = 0,1738$$

Por lo tanto usar $C_x=0,12$

Sentido Y

$$T = \frac{0,0906 * 6,00m}{\sqrt{9,15m}} = 0,1797$$

Donde:

$$C_y = \frac{1}{15\sqrt{0,1797}} = 0,1572$$

Por lo tanto usar $C_y=0,12$

S: este coeficiente depende del tipo de suelo, el cual oscila dentro del siguiente rango.

$$1,00 \leq S \leq 1,50$$

Debido a que a se desconoce el tipo de suelo se usa $S = 1,50$.

$$C_x * S = 0,12 * 1,50 = 0,18$$

Usar $C_x * S = 0,14$

$$C_y * S = 0,12 * 1,50 = 0,18$$

Usar $C_y * S = 0,14$

K: dependerá del tipo de estructura seleccionado, considera la propiedad de absorción de energía inelástica de los marcos resistentes a los momentos, existen 4 sistemas estructurales k, no debe ser menor que los valores que se da a continuación.

Tabla X. **Valor de k según estructura**

Tipo	Arreglo resistente	Valor k
1	Edificios con sistema de caja	1,30
2	Edificios con marcos dúctiles	0,67
3	Edificios con marcos dúctiles y sistemas de corte	0,80
4	Edificios o diseños especiales (tipo péndulo o cabezones)	2,00

Fuente: dato obtenido SEAOC.

Se aplica un valor = 0,67 debido que corresponde al sistema de marcos dúctiles espaciales.

W: peso propio de la estructura más el 25 por ciento de las cargas vivas. Debido a que el sismo no actúa en una determinada dirección respecto a la edificación, es necesario evaluar el corte basal en las direcciones X y Y (longitudinales y transversales).

Cálculo del peso de la estructura

Segundo nivel carga muerta CM

$$\text{Losa} = 2\,400 \text{ kg/m}^3 * 0,12 \text{ m} * 124,89 \text{ m}^2 = 35\,970,48 \text{ kg}$$

$$\text{Vigas} = (17 * 4,5 \text{ m}) * 0,25 \text{ m} * 0,40 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 16\,065,00 \text{ kg}$$

$$\text{Columnas} = (12 * 1,5 \text{ m}) * 0,30 \text{ m} * 0,30 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 3\,888,00 \text{ kg}$$

$$\text{Muros} = (17 * 4,5 \text{ m}) * 3 \text{ m} * 100 \text{ kg/m}^2 = 22\,950,00 \text{ kg}$$

Segundo nivel carga viva CV

CV = carga viva de cubierta * área de cubierta * 25%

$$\text{CV} = 75 \text{ kg/m}^2 * 124,89 \text{ m}^2 * 0,25 = 2\,341,69 \text{ kg}$$

Peso total segundo nivel $W_2 = 81\,215,17 \text{ kg}$

Primer nivel carga muerta CM

Losa = $2\,400\text{ kg/m}^3 * 0,12\text{ m} * 124,89\text{ m}^2 =$	35 970,48 kg
Vigas = $(17 * 4,5\text{ m}) * 0,25\text{ m} * 0,40\text{ m} * 2\,400\text{ kg/m}^3 =$	16 065,00 kg
Columnas = $(12 * 6,0\text{ m}) * 0,30\text{ m} * 0,30\text{ m} * 2\,400\text{ kg/m}^3 =$	15 552,00 kg
Muros = $(16 * 4,5\text{ m}) * 3\text{ m} * 100\text{ kg/m}^2 =$	21 600,00 kg

Primer nivel carga viva CV

CV = carga viva salón * área de cubierta * 25%

$$CV = 500,00\text{ kg/m}^2 * 124,89\text{ m}^2 * 0,25 = 15\,611,25\text{ kg}$$

Peso total primer nivel $W_1 = 104\,798,73\text{ kg}$

$$W_{\text{total}} = W_1 + W_2$$

$$W_{\text{total}} = 104\,798,73\text{ kg} + 81\,215,17\text{ kg}$$

$$W_{\text{total}} = 186\,013,90\text{ kg}$$

Por lo que el corte basal, tanto en el sentido X como en el sentido Y, será:

$$V_{x,y} = Z * I * C * S * K * W$$

$$V_{x,y} = 1(1,25)(0,14)(0,67)(186\,013,90\text{ kg})$$

$$V_{x,y} = 21\,810,13\text{ kg}$$

Por tal, la fuerza lateral V, puede ser distribuida por toda la estructura según el método SEAOC, de acuerdo a la siguiente fórmula.

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

Donde:

F_i = fuerza que se transmite del corte basal hacia los distintos niveles de la estructura.

V = corte basal.

F_t = fuerza de la cúspide.

W_i = peso de cada nivel.

H_i = altura de cada nivel.

Condiciones a cumplir según método SEAOC

$$t < 0,25s; F_t = 0$$

$$t > 0,25s; F_t = 0,07 * t * V$$

Fuerza por nivel

$$F_1 = (21\ 810,13\ \text{kg}) (104\ 798,73\ \text{kg} * 4,5\ \text{m}) = 9\ 517,40\ \text{kg} \\ (104\ 798,73\ \text{kg} * 4,5\ \text{m}) + (81\ 215,17\ \text{kg} * 7,5\ \text{m})$$

$$F_2 = (21\ 810,13\ \text{kg}) (81\ 215,17\ \text{kg} * 7,5\ \text{m}) = 12\ 292,73\ \text{kg} \\ (104\ 798,73\ \text{kg} * 4,5\ \text{m}) + (81\ 215,17\ \text{kg} * 7,5\ \text{m})$$

Como comprobación = $F_1 + F_2 = 9\ 517,40\ \text{kg} + 12\ 292,73\ \text{kg} = 21\ 810,13\ \text{kg}$

Fuerzas por marco

La distribución de cargas sísmicas, depende de la simetría estructural, es por ello que la existencia de excentricidades entre el centro de masa y el centro de rigidez del edificio, se ve afectada debido a la capacidad torsional de los marcos que contengan una mayor excentricidad, ya que estos marcos experimentan una fuerza mayor, por ello deberán ser diseñados para soportar mayores cargas sísmicas.

En las estructuras con marcos simétricos, se calcula dividiendo la fuerza por piso entre el número de marcos paralelos a esta fuerza. Si los marcos no

fuesen simétricos, se debe dividir la fuerza de piso (F_i) proporcional a la rigidez de los marcos.

CR = centro de rigidez.

$$CR = \frac{\sum KM * (L / 2)}{KM}$$

CM = centro de masa.

$$CM = B / 2$$

e = excentricidad de la estructura.

$$e = CM - CR$$

Cálculo de las excentricidades (e)

Marco en sentido Y

$$CR_y = \frac{4 * 4,5 \text{ m}}{4} = 4,5 \text{ m}$$

$$CM = \frac{9 \text{ m}}{2} = 4,5 \text{ m}$$

$$e_y = 4,5 \text{ m} - 4,5 \text{ m} = 0,0$$

no existe torsión en el sentido Y

Marco en sentido X

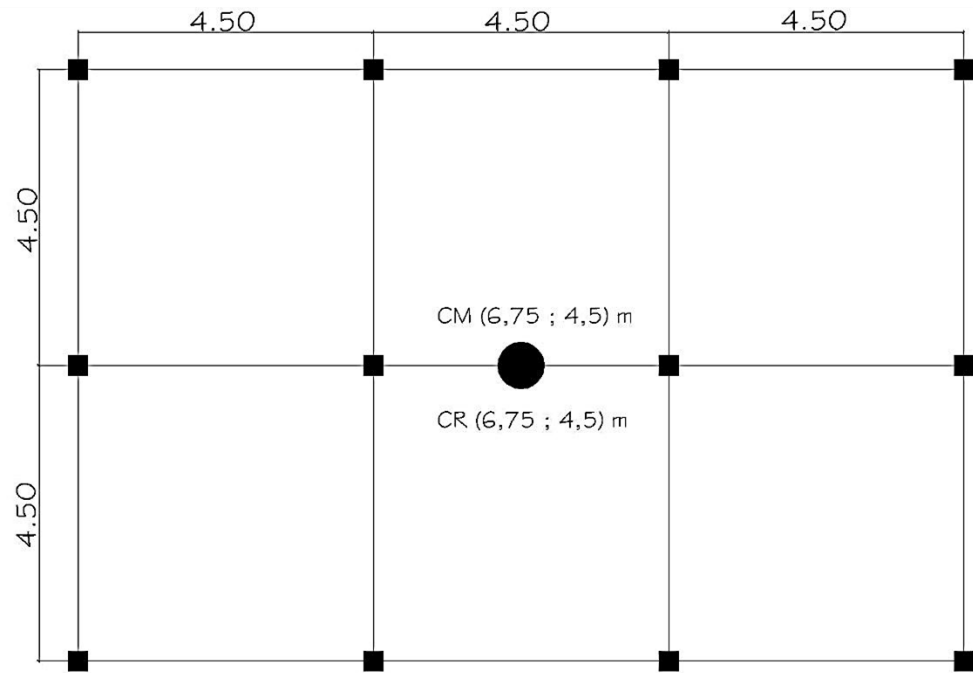
$$CR_x = \frac{3 * 6,75 \text{ m}}{4} = 6,75 \text{ m}$$

$$CM = \frac{13,5 \text{ m}}{2} = 6,75 \text{ m}$$

$$e_x = 6,75 \text{ m} - 6,75 \text{ m} = 0,0$$

no existe torsión en el sentido X

Figura 8. **Planta típica niveles 1 y 2, distribución de marcos**



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Debido a que la estructura es simétrica, las fuerzas por marco se calcularán dividiendo el corte por nivel, dentro del número de marcos que tenga la dirección que se está analizando.

Como se conoce en el sentido X y Y, actúan 3 y 4 marcos, por lo que se operan de la siguiente manera:

En el sentido X marco B

$$F_{1x} = 9\,517,40 \text{ kg} / 3 = 3\,172,47 \text{ kg}$$

$$F_{2x} = 12\,292,73 \text{ kg} / 3 = 4\,097,58 \text{ kg}$$

En el sentido Y marco 3

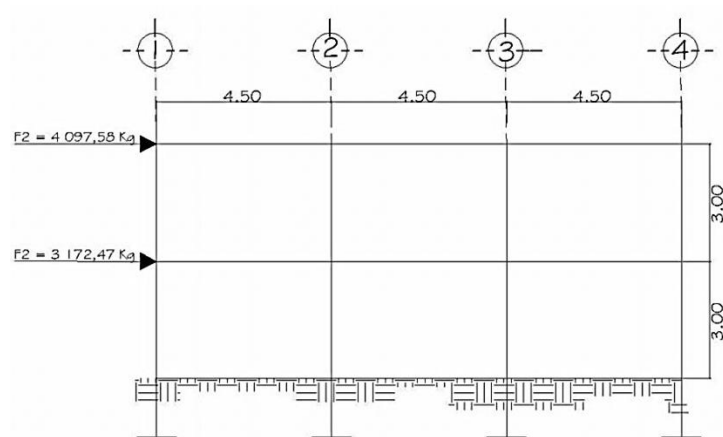
$$F_{1y} = 9\,517,40 \text{ kg} / 4 =$$

$$2\,379,35 \text{ kg}$$

$$F_{2y} = 12\,292,73 \text{ kg} / 4 =$$

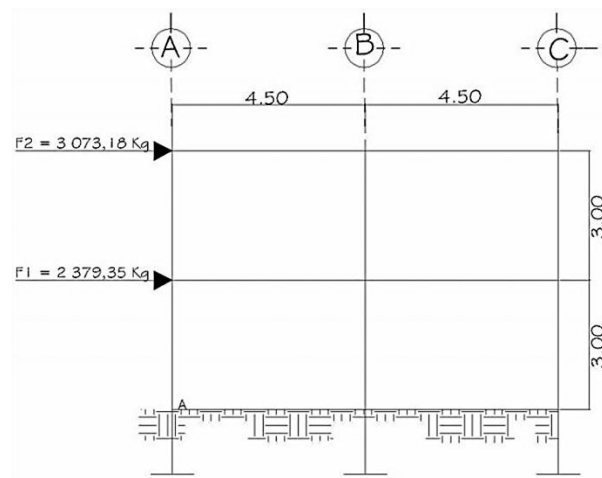
$$3\,073,18 \text{ kg}$$

Figura 9. **Carga por sismo marco B**



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Figura 10. **Carga por sismo marco 3**



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

3.1.6.4. Modelos matemáticos para marcos dúctiles con nudos rígidos

Representa la forma de cómo las cargas soportan el marco, sirven para hacer el análisis estructural. Por la similitud de los marcos en geometría y de las cargas aplicadas, se analizan únicamente los críticos.

3.1.6.5. Análisis de marcos dúctiles con nudos rígidos por un método de análisis estructural numérico (Kani) y comprobación por un método de software

Para el diseño estructural, se utilizan los resultados obtenidos del método numérico de Kani, el análisis se realizó para cada una de las cargas, las cuales son: carga de sismo, carga viva y muerta.

Para comprobación del análisis estructural, se utilizó el software ETABS, para obtener los momentos en cada uno de los elementos estructurales, concluyendo que los resultados variaron en un porcentaje mínimo en comparación del método numérico Kani.

El método de Kani, es un método de distribución de momentos, el cual se desarrolla a través de aproximaciones sucesivas, lo cual implica que las respuestas se pueden lograr con la exactitud que se desee únicamente para miembros de sección constante, el presente cálculo no incluye los casos en los que existan columnas de diferente altura en un mismo piso o cuando existan articulaciones en los apoyos de las columnas. A continuación se presenta un resumen del método numérico de Kani:

Momentos fijos o de empotramiento perfecto (MF_{ik}): en los elementos que se hallan sometidos a cargas intermedias, surgen unos momentos para anular los giros que producirían tales cargas, si los extremos pudiesen rotar libremente.

$$MF_{ik} = \frac{WL^2}{12} \quad (\text{Para carga linealmente distribuida})$$

Momentos de sujeción (M_s): éstos se calculan cuando hay cargas verticales, se aplican en los nudos en donde concurren varios momentos fijos. En los nudos en donde solamente concurre un momento fijo, éste será igual al momento de sujeción.

$$M_s = \sum MF_{ik}$$

Fuerzas de sujeción (H_n): se dan cuando hay carga lateral en los nudos, para este caso la fuerza de sujeción será igual a:

$$H_n = F_n \quad (\text{Fuerza por marco del nivel } n, \text{ del análisis sísmico}).$$

Fuerza cortante en el piso (Q_n): se calcula en función de la fuerza de sujeción en el nudo. La determinación del cortante de piso en el nivel n , es igual a la suma de las fuerzas H_n por encima del piso en análisis (incluyendo el nivel n).

Momentos de piso (M_n): éstos se calculan aplicando la siguiente fórmula a las fuerzas cortantes de piso:

$$M_n = \frac{Q_n * h_n}{3} \quad (h_n = \text{altura del piso } n)$$

Rigideces de los elementos (K_{ik}): la rigidez es la medida de la capacidad de un elemento para oponerse al giro de uno de sus extremos cuando se le aplica en él un momento.

$$K_{ik} = \frac{I}{L}$$

Donde:

I = inercia del elemento ($b \cdot h^3$)/12

L = longitud del elemento

Factores de giro (μ_{ik}) o coeficientes de reparto: éstos se dan en todos los elementos, en las zapatas por definición $\mu_{ik} = 0$.

$$\mu_{ik} = -\frac{1}{2} \left(\frac{K_{ik}}{\sum K_{ik}} \right)$$

Factores de corrimiento (V_{ik}): éstos se dan cuando existe desplazamiento de los nudos de las columnas debido a carga lateral, o algún tipo de anti simetría estructural, de cargas o de apoyos.

$$V_{ik} = -\frac{3}{2} \left(\frac{K_{ik}}{\sum K_{ik}} \right)$$

Cálculo de iteraciones, influencias de giro (M'_{ik}):

$$M'_{ik} = \mu_{ik} (M_s + \sum M'_{ni}) \quad \text{Sin ladeo}$$

$$M'_{ik} = \mu_{ik} (M_s + \sum M'_{ni} + M''_{in}) \quad \text{Con ladeo}$$

Cálculo de iteraciones, influencia del desplazamiento de columnas (M''_{ik}):

$$M''_{ik} = V_{ik} (\sum (M'_{ik} + M'_{ki})) \text{Ladeo por antisimetría}$$

$$M''_{ik} = V_{ik} (M_n + \sum (M'_{ik} + M'_{ki})) \quad \text{Ladeo por fuerza horizontal}$$

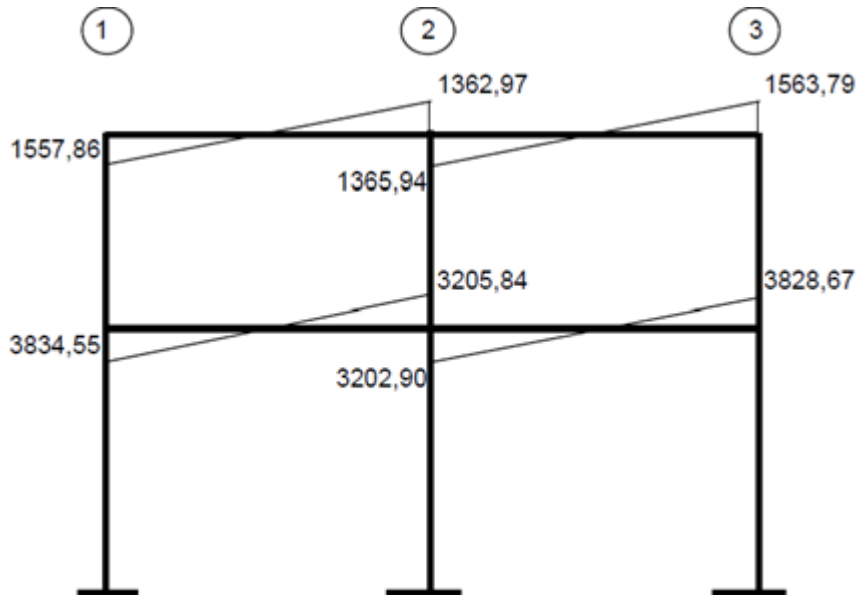
Cálculo de momentos finales en el extremo de cada barra (M_{ik}):

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} \quad \text{Sin ladeo}$$

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik} \quad \text{Con ladeo}$$

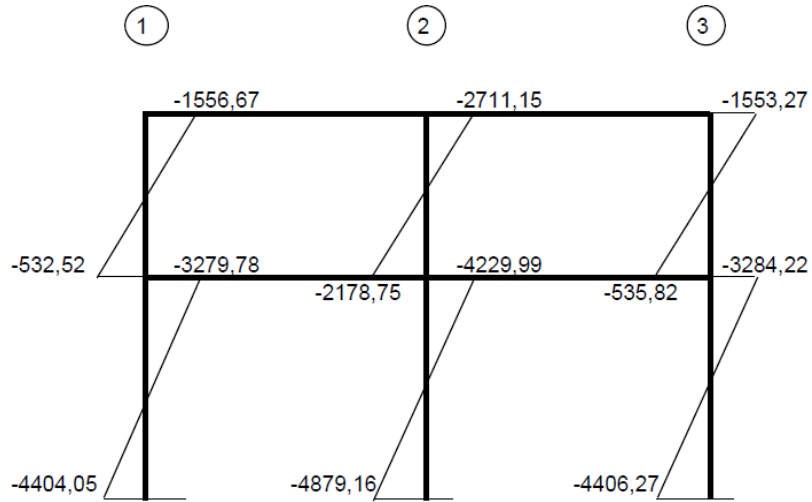
Los análisis se realizaron para los marcos críticos de ambos sentidos. A continuación se muestran las gráficas de cargas distribuidas, momentos para carga muerta, momentos para carga viva y momentos provocados para sismos.

Figura 11. **Momentos carga de sismo vigas, eje 3**



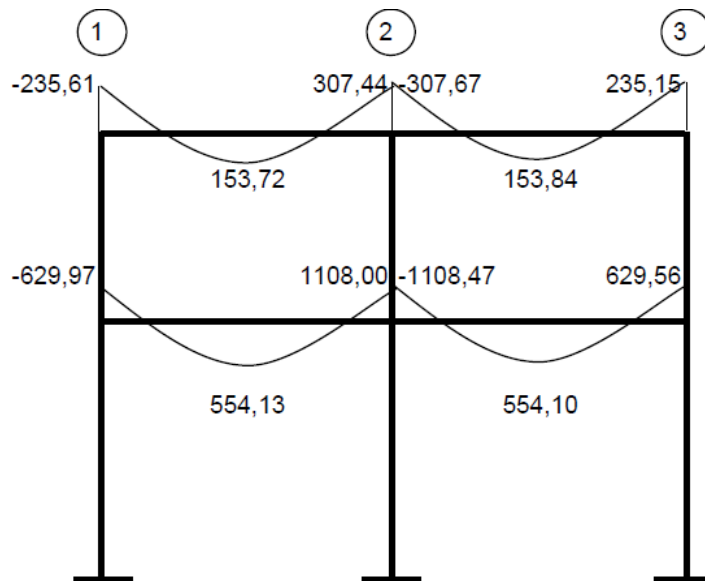
Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Figura 12. **Momentos carga de sismo columnas, eje 3**



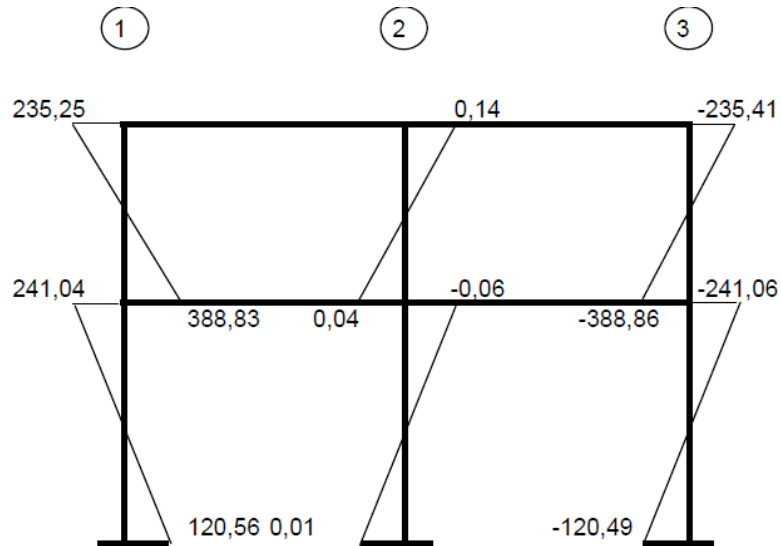
Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Figura 13. **Momentos carga viva vigas, eje 3**



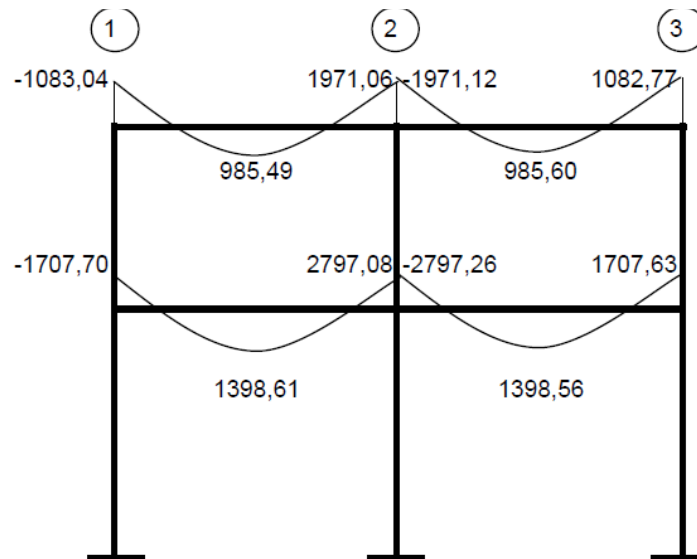
Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Figura 14. **Momentos carga viva columnas, eje 3**



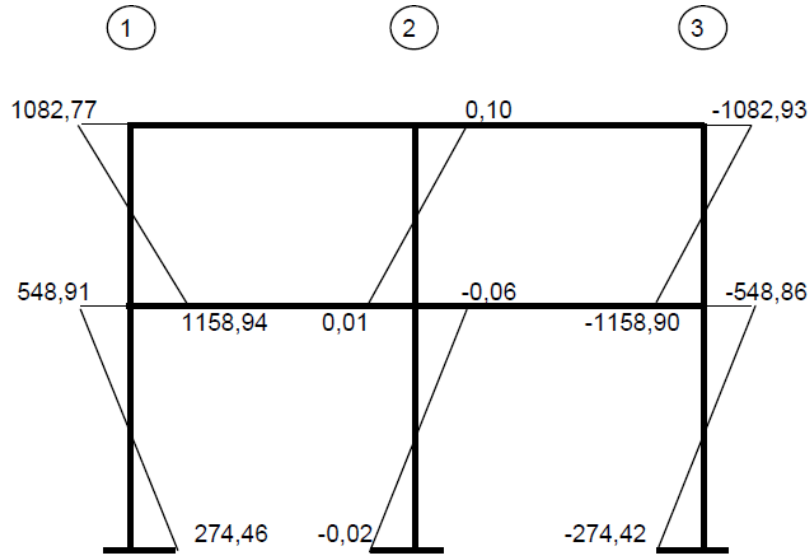
Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Figura 15. **Momentos carga muertas vigas, eje 3**



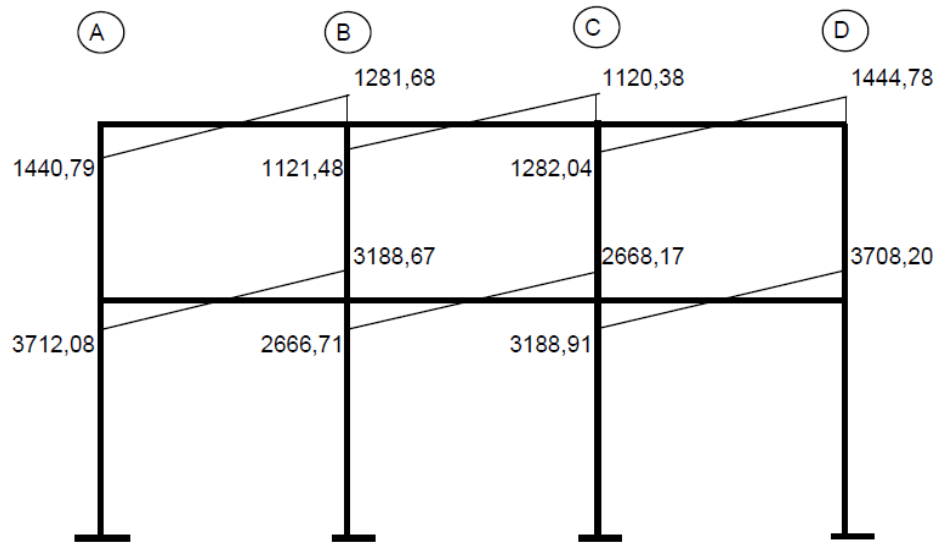
Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Figura 16. **Momentos carga muertas columnas, eje 3**



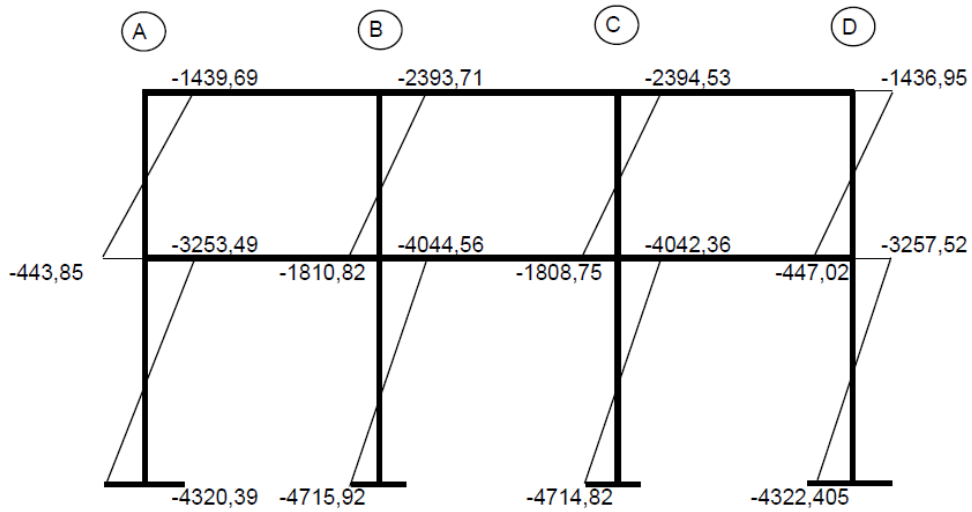
Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Figura 17. **Momentos carga de sismo vigas, eje B**



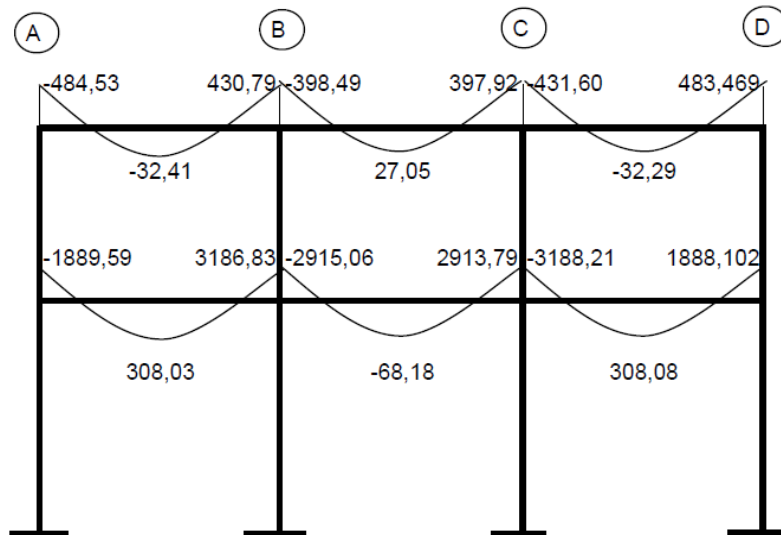
Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Figura 18. **Momentos carga de sismo columnas, eje B**



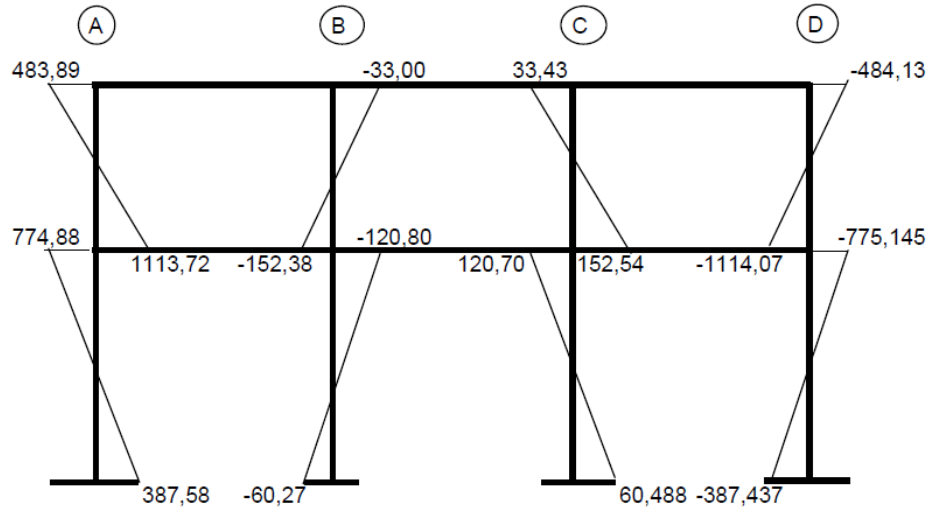
Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Figura 19. **Momentos carga viva vigas, eje B**



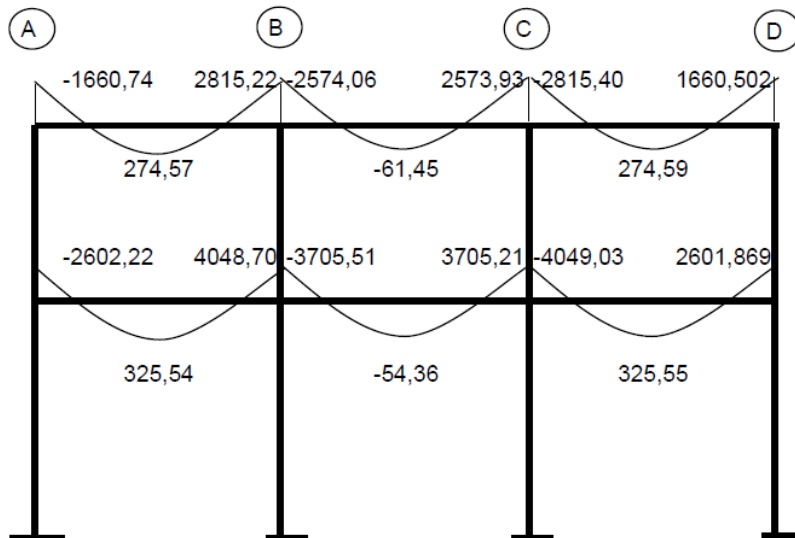
Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Figura 20. **Momentos carga viva columnas, eje B**



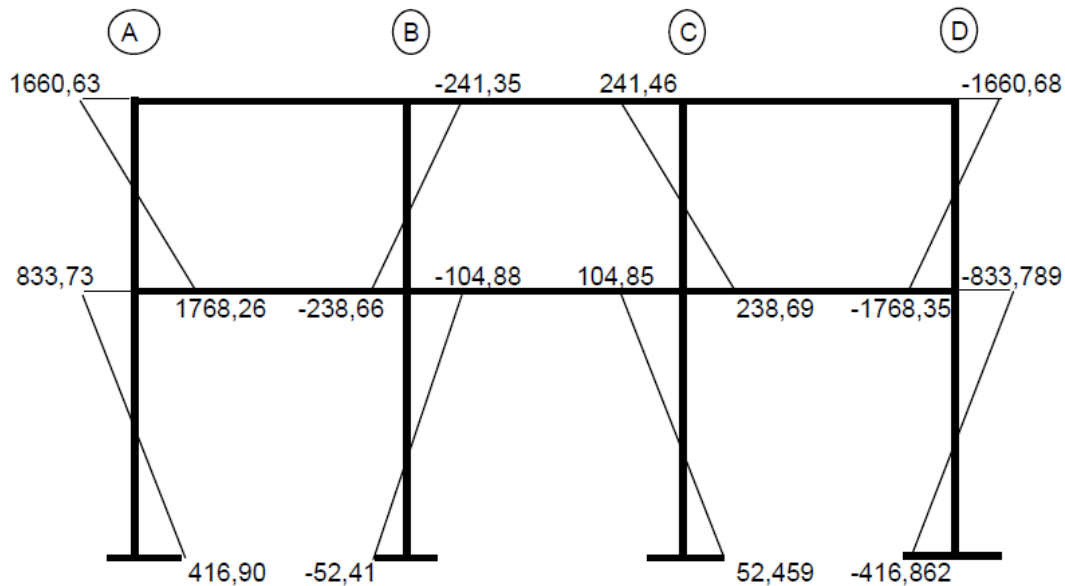
Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Figura 21. **Momentos carga muerta vigas, eje B**



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Figura 22. **Momentos carga muerta columnas, eje B**



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

3.1.6.6. **Envolvente de momentos**

La envolvente de momento representa el efecto de la superposición de las cargas; muerta, viva y sismo; las combinaciones que se utilizan son las propuestas en el código ACI 318S-05. Tomando aquellas que magnifiquen los efectos de las cargas.

Se determina cual es la más crítica, para la cual se diseñará para resistir dicha combinación.

- Fórmulas utilizadas para envolvente de momentos
 - Para los momentos últimos negativos en vigas y columnas

$$M_{(-)} = 0,75*(1,4M_{CM} + 1,7M_{CV} \pm 1,87M_S)$$

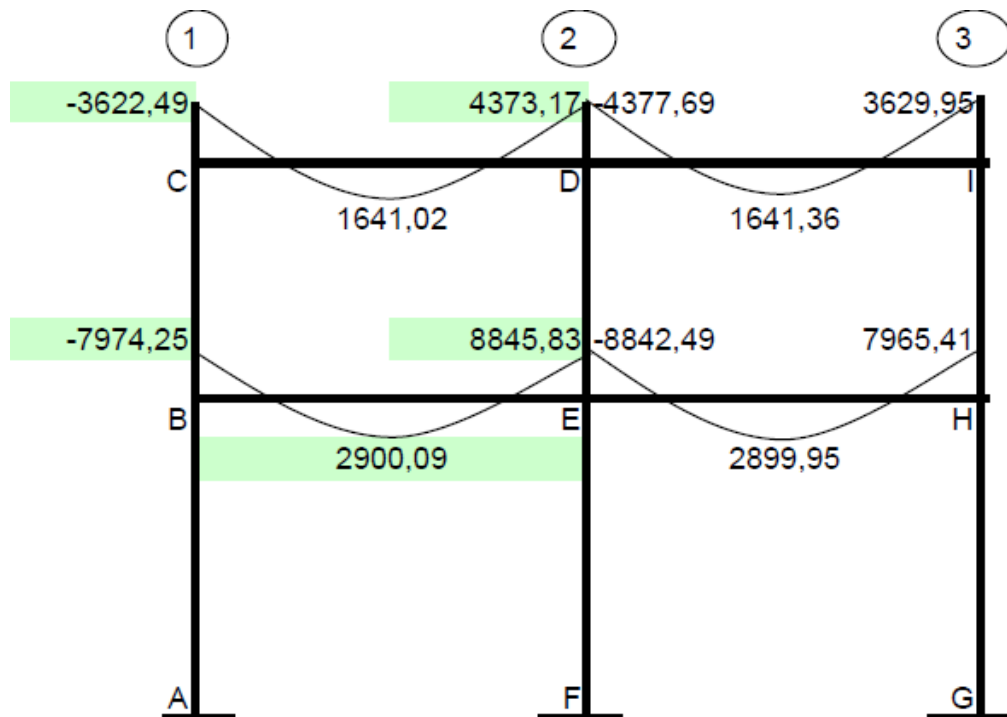
- Para los momentos últimos de inversión en vigas

$$M_{(-)} = 0,90M_{CM} \pm 1,43M_S$$

- Para los momentos últimos positivos en vigas

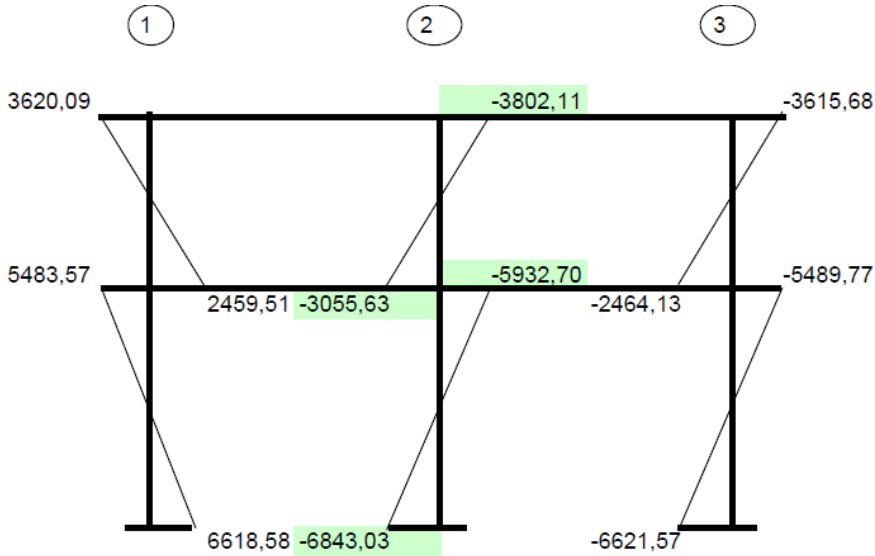
$$M_{(+)} = 1,4M_{CM} + 1,7M_{CV}$$

Figura 23. **Envolvente de momentos vigas, eje 3**



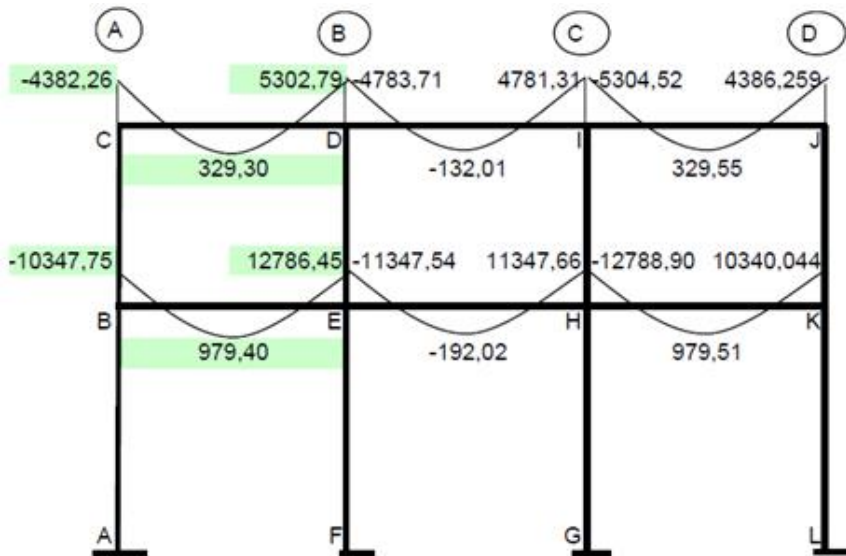
Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Figura 24. **Envolvente de momentos columnas, eje 3**



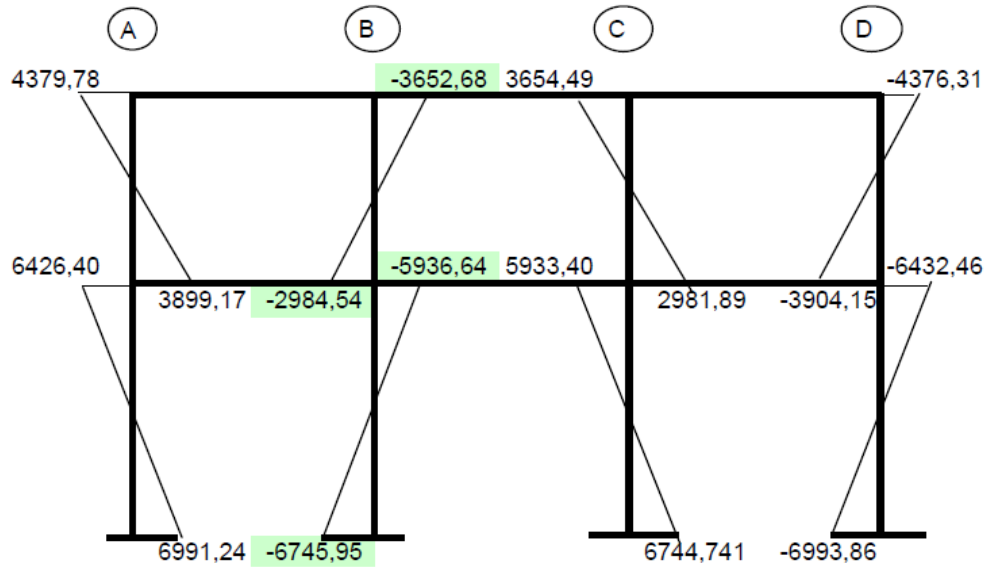
Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Figura 25. **Envolvente de momentos vigas, eje B**



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Figura 26. **Envolvente de momentos columnas, eje B**



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

3.1.6.7. Diagrama de corte y momento

Los esfuerzos cortantes en los elementos estructurales de los marcos, se obtienen de las siguientes ecuaciones.

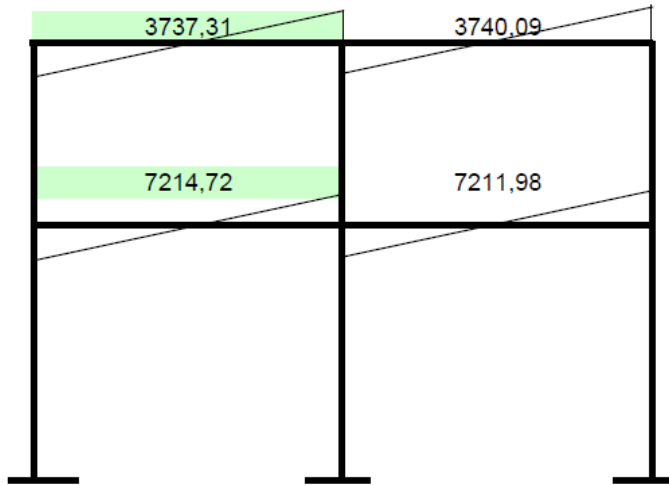
- Corte en vigas

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

- Corte en columnas

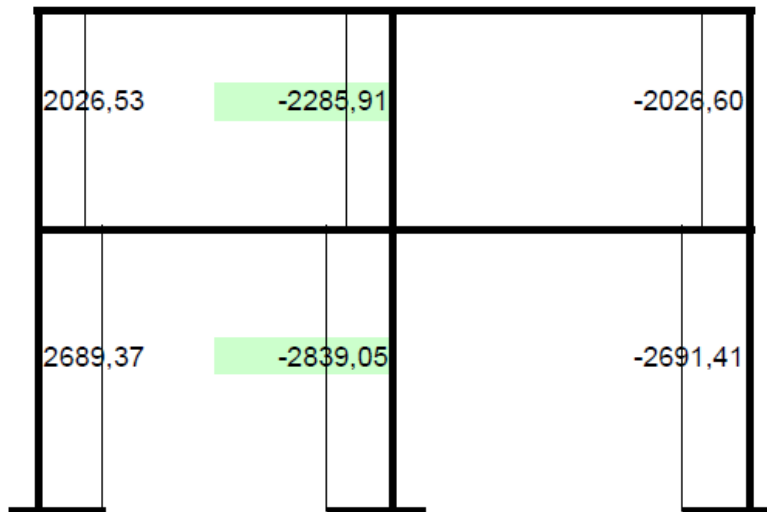
$$V_c = \frac{\sum M_{col}}{L}$$

Figura 27. **Corte último vigas, eje 3**



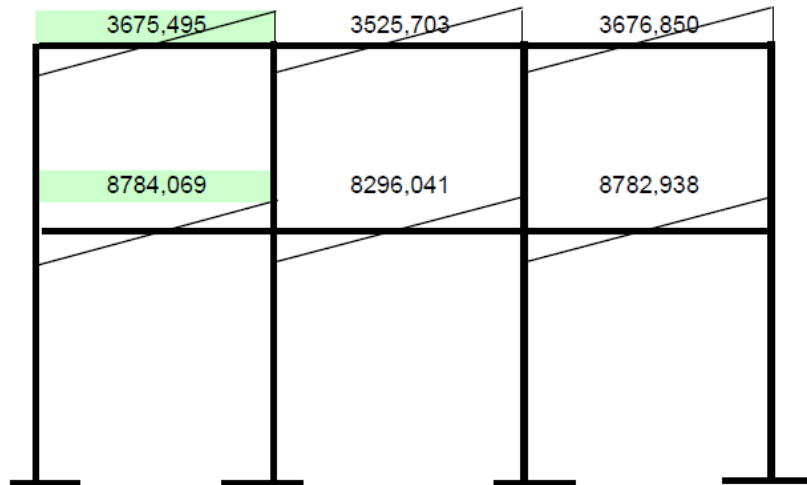
Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Figura 28. **Corte último columnas, eje 3**



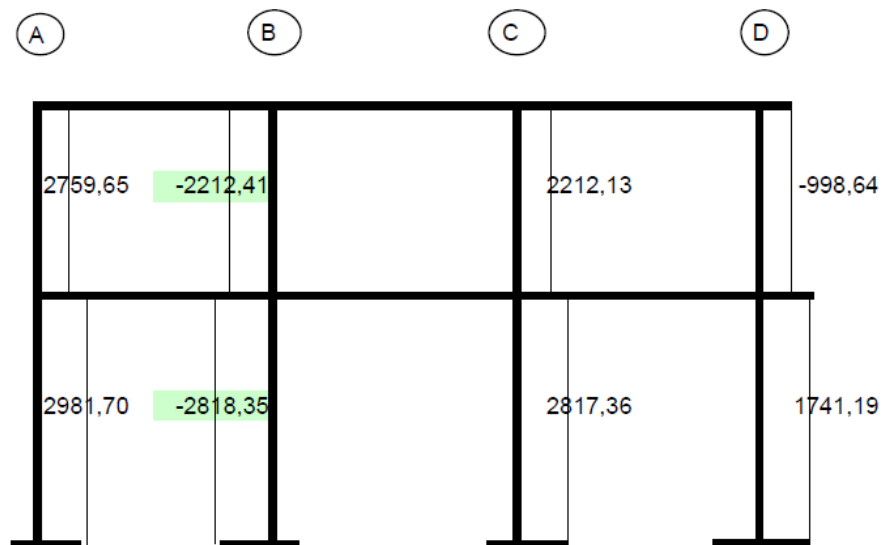
Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Figura 29. Corte último vigas, eje B



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Figura 30. Corte último columnas, eje B



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

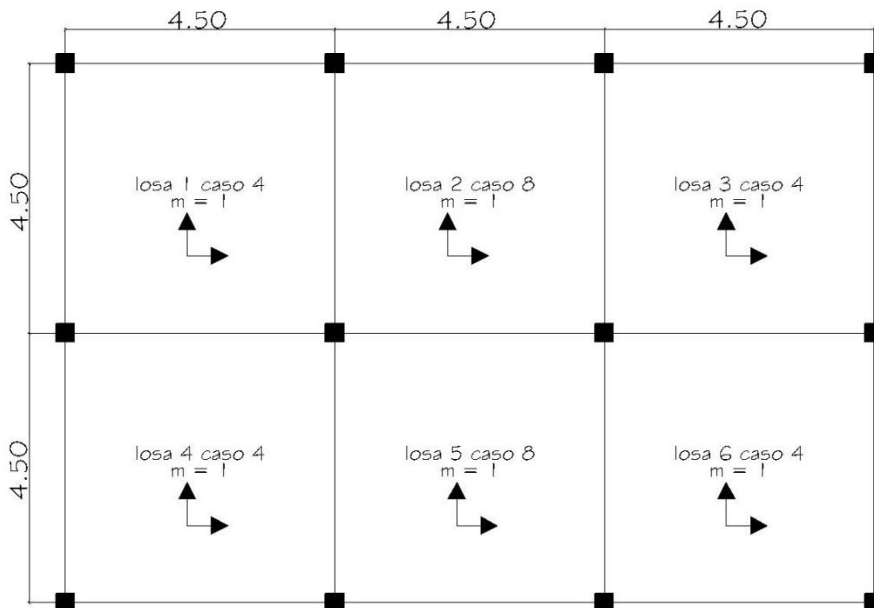
3.1.6.8. Diseño de losas

Las losas son elementos estructurales que funcionan como cubiertas o techos, pudiendo trabajar en 1 ó 2 sentidos, esto se determina dividiendo el lado corto entre el lado largo, cuyo resultado si es mayor de 0,5 se trabajará en dos sentidos, en el caso contrario trabajarlo en un sentido.

En esta sección se detalla el procedimiento aplicado en el diseño de las losas del edificio para oficinas del nivel 1, para lo cual se aplicó el método 3 del ACI.

A continuación se identifican las losas de ambos niveles:

Figura 31. **Planta típica de losas del primer nivel**



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

- Determinar cómo trabaja la losa

A = lado menor

B = lado mayor

$M = A/B \geq 0,5$ trabaja en dos sentidos.

$M = A/B < 0,5$ trabaja en un sentido.

- Determinar espesor de losa

$t = \text{perímetro} / 180$

$t = (4,5 \text{ m} + 4,5 \text{ m} + 4,5 \text{ m} + 4,5 \text{ m}) / 180 = 0,10 \text{ m}$

Se propone una losa de $t = 0,12 \text{ m}$

- Integración de cargas

Carga muerta (CM)

Peso losa = $2\,400 \text{ kg/m}^3 * 0,12 \text{ m} = 288,00 \text{ kg/m}^2$

Peso acabados = 100 kg/m^2

Peso sobre carga = 100 kg/m^2

CM TOTAL = $488,00 \text{ kg/m}^2$

Carga viva (CV)

Salón de reuniones = $500,00 \text{ kg/m}^2$

CV TOTAL = $500,00 \text{ kg/m}^2$

Carga última

$CU = 1,4 \text{ CM} + 1,7 \text{ CV}$

$CU = 1,4 (488,00 \text{ kg/m}^2) + 1,7 (500,00 \text{ kg/m}^2) = 1\,533,20 \text{ kg/m}^2$

$CM_U = 1,4 (488 \text{ kg/m}^2) = 683,20 \text{ kg/m}^2$

$$CV_U = 1,7 (500 \text{ kg/m}^2) = 850,00 \text{ kg/m}^2$$

- Momentos actuantes

Donde:

C = coeficiente de tablas.

A = dimensión del lado corto.

B = dimensión del lado largo.

$$M_{A(-)} = C * C_U * A^2$$

$$M_{A(+)} = C * C_{M_U} * A^2 + C * C_{V_U} * A^2$$

$$M_{B(-)} = C * C_U * B^2$$

$$M_{B(+)} = C * C_{M_U} * B^2 + C * C_{V_U} * B^2$$

Losa 1, 3, 4 y 6 (caso 4, m = 1,00)

$$M_{A(-)} = 0,05 * 1\,533,20 \text{ kg/m}^2 * (4,5 \text{ m}^2)^2 = 1\,552,37 \text{ kg-m}^2$$

$$M_{A(+)} = 0,027 * 683,20 \text{ kg/m}^2 * (4,5 \text{ m}^2)^2 + 0,32 * 850,0 \text{ k/m}^2 * (4,5 \text{ m}^2)^2$$

$$M_{A(+)} = 924,34 \text{ kg-m}^2$$

$$M_{B(-)} = 0,05 * 1\,533,20 \text{ kg/m}^2 * (4,5 \text{ m}^2)^2 = 1\,552,37 \text{ kg-m}^2$$

$$M_{B(+)} = 0,027 * 683,20 \text{ kg/m}^2 * (4,5 \text{ m}^2)^2 + 0,32 * 850,0 \text{ k/m}^2 * (4,5 \text{ m}^2)^2$$

$$M_{B(+)} = 924,34 \text{ kg-m}^2$$

Losa 2 y 5 (caso 8, m = 1,00)

$$M_{A(-)} = 0,033 * 1\,533,20 \text{ kg/m}^2 * (4,5 \text{ m}^2)^2 = 1\,024,56 \text{ kg-m}^2$$

$$M_{A(+)} = 0,020 * 683,20 \text{ kg/m}^2 * (4,5 \text{ m}^2)^2 + 0,028 * 850,0 \text{ K/m}^2 * (4,5 \text{ m}^2)^2$$

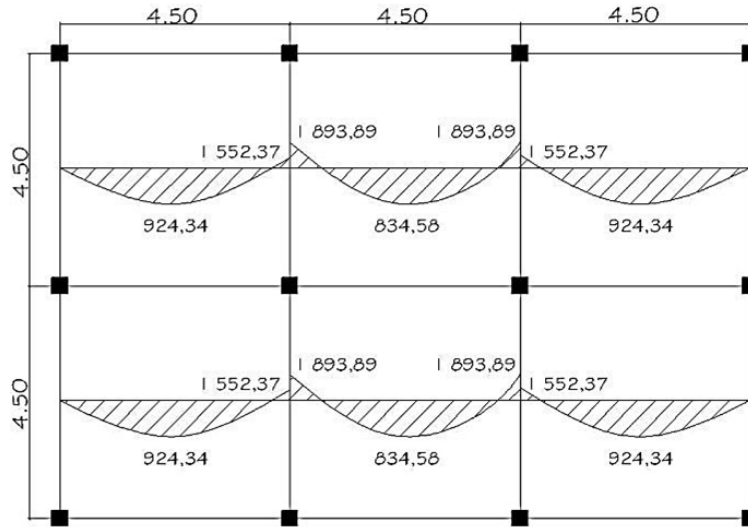
$$M_{A(+)} = 758,65 \text{ kg-m}^2$$

$$M_{B(-)} = 0,061 * 1\,533,20 \text{ kg/m}^2 * (4,5 \text{ m}^2)^2 = 1\,893,89 \text{ kg-m}^2$$

$$M_{B(+)} = 0,023 * 683,20 \text{ kg/m}^2 * (4,5 \text{ m}^2)^2 + 0,30 * 850,0 \text{ K/m}^2 * (4,5 \text{ m}^2)^2$$

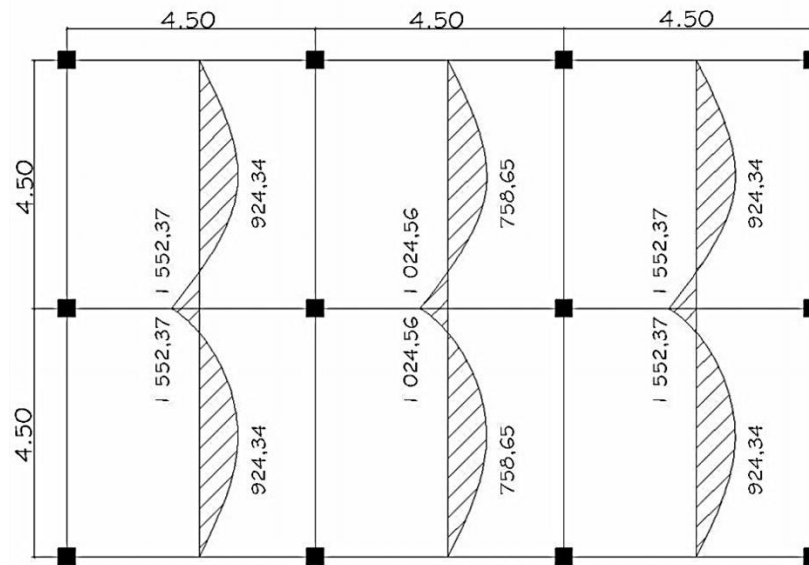
$$M_{B(+)} = 834,58 \text{ kg-m}^2$$

Figura 32. **Planta de momentos actuantes sentido X**



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Figura 33. **Planta de momentos actuantes sentido Y**



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Balance de momentos

Cuando dos losas comparten un lado en común y en el mismo ambas presentan diferencia de momentos actuantes, deben balancearse aplicando el siguiente criterio:

Si $0,80 * M_{mayor} \leq M_{menor}$; entonces $M_B = (M_{mayor} + M_{menor})/2$

Si $0,80 * M_{mayor} > M_{menor}$; entonces $M_B =$ proporcional a su rigidez

Cuando el balanceo es proporcional a su rigidez se efectúa de la siguiente manera:

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

K_1, K_2 = las rigideces de las losas a y b

L_1, L_2 = longitudes de losa consideradas

D_1, D_2 = los factores de distribución de las losas a y b

$dM = M_{mayor} - M_{menor}$

Dónde:

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

Para realizar la distribución, se efectúa según el cálculo de la tabla siguiente:

Tabla XI. **Distribución de momentos**

D1	D2
M1	M2
- D1*dM	-D2*dM
MB	MB

Fuente: elaboración propia.

Dónde:

MB = Momento balanceado.

Tabla XII. **Balanceo de momentos**

0,26	0,74
556,12	268,16
-74,87	213,09
482 kg-m	482 kg-m

Fuente: elaboración propia.

Balance de momentos entre losa 1 y 2 sentido X

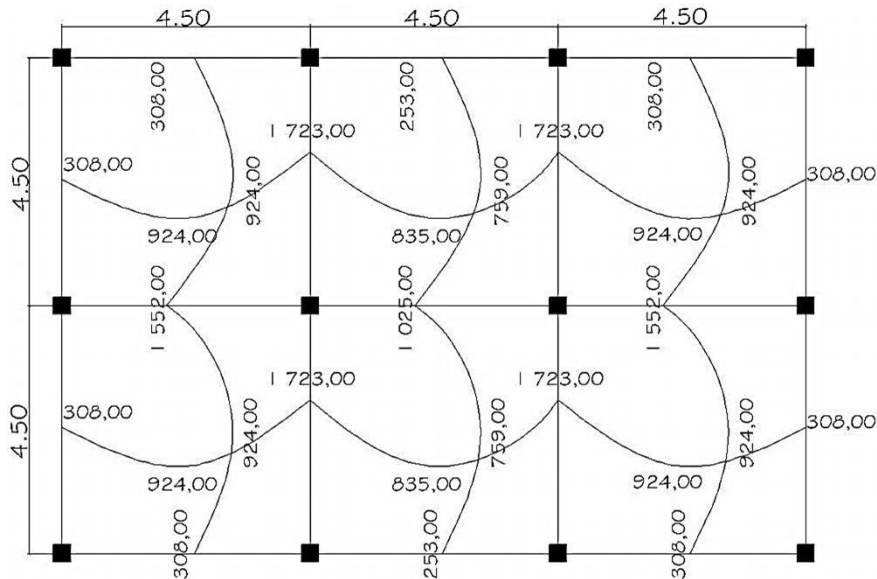
$$0,80 * 1\ 893,89\ \text{kg-m}^2 = 1\ 515,11\ \text{kg-m}^2 < 1\ 552,37\ \text{kg-m}^2$$

$$\text{Entonces: } MB = (M_{\text{mayor}} + M_{\text{menor}}) / 2 = (1\ 893,89\ \text{kg-m}^2 + 1\ 552,37\ \text{kg-m}^2) / 2$$

$$2\ MB = 1723,13\ \text{kg-m}^2$$

El procedimiento anterior se realiza para todas las demás losas de la estructura, en la figura 34 se muestran los momentos balanceados.

Figura 34. Diagrama de momentos balanceados de losas ($\text{kg}\cdot\text{m}^2$)



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Diseño de armado de losa

Primero, se debe establecer el acero mínimo y el momento que resiste, para luego calcular el acero de refuerzo para los momentos mayores al mínimo.

Datos:

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

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

$$b = 100 \text{ cm (franja para un metro)}$$

$$t = 12 \text{ cm}$$

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

Peralte

$$d = t - r - \phi / 2$$

$$d = 12 - 2,5 - (0,95/2) = 9 \text{ cm}$$

Área de acero mínimo

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d$$
$$A_{s_{\min}} = \frac{14,10}{2810,00} * 100,00 * 9,00$$
$$A_{s_{\min}} = 4,52 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento

$$S = \frac{\text{Área de acero hierro No.3} * \text{Franja unitaria}}{\text{Área de acero mínimo}}$$
$$S = 0,71 * \frac{100}{4,52}$$
$$S = 15 \text{ cm}$$

Espaciamiento máximo

$$S_{\max} = 2 * t$$
$$S_{\max} = 2 * 12,00$$
$$S_{\max} = 24,00 \text{ cm}$$

Momento que resiste el área de acero mínima

$$M_{As \min} = \phi \left[A_s * f_y \left(d - \frac{A_s f_y}{1,7 * f'_c b} \right) \right]$$

$$M_{As \min} = 0,90 \left[4,77 * 2810 * \left(9,00 - \frac{4,52 * (2810)}{1,7(281)(100)} \right) \right] = 1112,00 \text{ Kg.m}$$

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

$$A_s = (100 \cdot 9) \sqrt{(100 \cdot 9)^2 \frac{1723(100)}{0,003825(281)} * \frac{0,85(281)}{(2810)}} = 7,52 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 7,52 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento

$$S = \text{Área de acero hierro No.3} * \frac{\text{Franja unitaria}}{\text{Área de acero mínimo}}$$

$$S = \frac{(0,71 \text{ cm}^2)(100 \text{ cm})}{7,52 \text{ cm}^2} = 9,44 \text{ cm}$$

$$S = 9,00 \text{ cm}$$

Revisión por corte

El corte debe ser resistido únicamente por el concreto; por tal razón, se debe verificar si el espesor de la losa es el adecuado. El procedimiento es el siguiente:

Cálculo del corte máximo actuante

$$V_{\max} = \frac{CU * L}{2} = \frac{1533,20 \text{ kg/m}^2 * 4,5 \text{ m}^2}{2} = 3449,70 \text{ kg}$$

Cálculo del corte máximo resistente

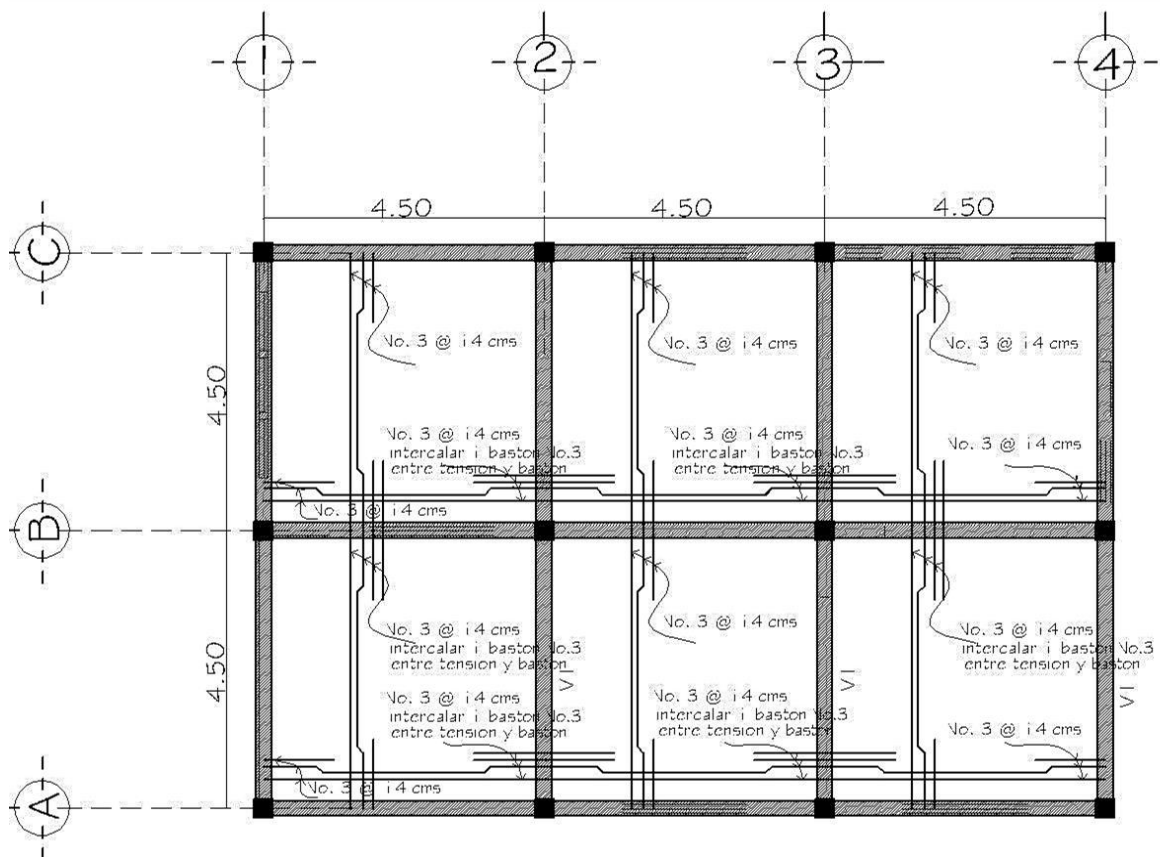
$$V_r = \phi \sqrt{f_c} * b * d$$

$$V_r = 0,85 * \sqrt{281} * 100 * 9,00 = 12823,70 \text{ kg}$$

Comparar V_r con V_{\max}

Si $V_r > V_{m\acute{a}x}$, el espesor es el adecuado, caso contrario aumentar t .
Como $V_r > V_{m\acute{a}x}$ el espesor es adecuado.

Figura 35. **Planta de armado de losa**



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

3.1.6.9. Diseño de vigas

Las vigas son los elementos horizontales que reciben las cargas de las losas y las transmiten a las columnas, estas trabajan fundamentalmente a flexión, serán diseñadas por el método de resistencia última, que se basa en el criterio de que los elementos fallan cuando alcanzan su resistencia última, utilizando cargas factorizadas y reduciendo la resistencia de los materiales por medio del factor de reducción Φ .

La viga que se diseña a continuación, está ubicada en el segundo nivel del marco típico en el sentido Y del eje C al eje D. Los datos tomados del análisis estructural, son los obtenidos de la envolvente de momentos y corte último. El procedimiento requerido para diseñar vigas, se describe a continuación:

Datos:

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

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

$$\text{Sección de viga} = 25\text{cm} * 35 \text{ cm}$$

$$\text{Recubrimiento} = 4 \text{ cm}$$

$$\text{Peralte efectivo} = 31\text{cm}$$

$$M(-)_1 = -3\,622,49 \text{ kg-m}$$

$$M(+) = 1\,641,02 \text{ kg-m}$$

$$M(-)_2 = 4\,373,17 \text{ kg-m}$$

$$V_{\text{critico}} = 3\,737,31 \text{ kg}$$

Límites de acero

$$A_{S\text{min}} = \rho_{\text{min}} b d = \frac{14,1}{2810} (25)(31) = 3,89\text{cm}^2$$

$$\rho_{bal} = \varphi \frac{\beta * f'c}{f_y} \left(\frac{6115}{f_y + 6115} \right) = 0,85 \frac{0,85 * 281}{2810} \left(\frac{6115}{2810 + 6115} \right) = 0,0495$$

$$A_{s_{m\acute{a}x}} = 0,50 * \rho_{bal} * b * d$$

$$A_{s_{m\acute{a}x}} = 0,50 * 0,05 * 25 * 31$$

$$A_{s_{m\acute{a}x}} = 19,38 \text{ cm}^2$$

Refuerzo longitudinal

Con los momentos dados, se determinan las áreas de acero, utilizando la siguiente ecuación.

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

$$M_{(-)} = 3\,622,49 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$A_s = \left[(25 * 31) - \sqrt{(25 * 31)^2 - \frac{3\,622,49(25)}{0,003825(281)}} \right] * \frac{0,85(281)}{2810} = 4,80 \text{ cm}^2$$

$$M_{(+)} = 1\,641,02 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$A_s = \left[(25 * 31) - \sqrt{(25 * 31)^2 - \frac{1\,641,02(25)}{0,003825(281)}} \right] * \frac{0,85(281)}{2810} = 2,13 \text{ cm}^2$$

$$M_{(-)} = 4\,373,17 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$A_s = \left[(25 * 31) - \sqrt{(25 * 31)^2 - \frac{4\,373,17(25)}{0,003825(281)}} \right] * \frac{0,85(281)}{2810} = 5,84 \text{ cm}^2$$

Los resultados para los momentos de observan en la siguiente tabla.

Tabla XIII. **Tabla de resultado de momentos en losa**

	Momento	As Requerida cm ²	As mínima
M(-) ₁	3 622,49 kg-m	4,80	3,89
M(-) ₂	4 373,17 kg-m	5,84	3,89
M(+)	1 641,02 kg-m	2,13	3,89

Fuente: elaboración propia.

El capítulo 21 del código ACI-318S-05, da los siguientes parámetros para calcular el refuerzo corrido y los bastones:

Para la cama superior, colocar 2 varillas corridas como mínimo con las siguientes áreas: $A_{s_{\min}}$, 33 por ciento del área de acero del momento negativo mayor, se aplicará el área de acero mayor y se propondrá un armado para ésta.

Para la cama inferior, colocar 2 varillas corridas como mínimo con las siguientes áreas: $A_{s_{\min}}$, el 50 por ciento del área de acero del momento negativo mayor o el 50 por ciento del área de acero para el momento positivo mayor, de igual manera se aplicará el área de acero mayor y se propondrá un armado que cubra dicha área.

- Cama superior

$$\left. \begin{array}{l}
 A_{s_{\min}} = 3,89 \text{ cm}^2 \\
 33\% \text{ As}(-) \text{ mayor} = 0,33 \cdot 5,84 \text{ cm}^2 = 1,93 \text{ cm}^2
 \end{array} \right\} \begin{array}{l}
 \text{Se coloca el mayor} \\
 A_{s_{\min}} = 3,89 \text{ cm}^2
 \end{array}$$

Armado propuesto 2 varillas No. 5 corridas = 3,98 cm².

- Cama inferior

$$\begin{array}{l}
 A_{s_{\min}} = 3,89 \text{ cm}^2 \\
 50\% A_{s(-)} \text{ mayor} = 0,50 * 5,84 \text{ cm}^2 = 2,92 \text{ cm}^2 \\
 50\% A_{s(+)} = 0,50 * 2,13 \text{ cm}^2 = 1,07 \text{ cm}^2
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} A_{s_{\min}} \\ 50\% A_{s(-)} \\ 50\% A_{s(+)} \end{array}} \right\} \begin{array}{l} \text{Se coloca el mayor} \\ A_{s_{\min}} = 3,89 \text{ cm}^2 \end{array}$$

Armado propuesto 2 varillas No. 5 corridas = 3,96 cm²

Tabla XIV. **Tabla de armado propuesto de viga sentido Y, eje C al D**

	Momento	As Requerida Cm ²	Armado de viga	
			Corrido	Bastones
M(-) ₁	3 622,49 kg-m	4,80	2 No. 5	1 No. 4
M(-) ₂	4 373,17 kg-m	5,84	2 No. 5	1 No. 5
M(+)	1 641,02 kg-m	2,13	2 No. 5	0

Fuente: elaboración propia.

Acero transversal

Luego de calcular el armado por flexión, se calcula el refuerzo para resistir los esfuerzos de corte sobre la viga (estribos), para lo cual se recurre al diagrama de corte de la viga.

Cálculo de corte resistente

$$V_r = \phi * 0,53 \sqrt{f'c} * bd = 0,85 * 0,53 \sqrt{281} * (25)(31) = 5\ 852,61 \text{ Kg}$$

Corte último

$$V_U = 3\,737,31 \text{ kg}$$

Si $V_r > V_U$, colocar estribos por corte a $S_{\text{máx}} = d/2 < 30 \text{ cm}$.

Si $V_r < V_U$ colocar estribos a S con la siguiente expresión:

$$S = \frac{2 \cdot A_v f_y \cdot d}{V_U}$$

En este caso $V_r > V_U$, por lo que se colocan estribos a $S_{\text{máx}}$

Espaciamiento máximo

$$S_{\text{máx}} = \frac{d}{2} = \frac{31}{2} = 15,5 \text{ cm}; \text{ Se colocarán estribos a } 15 \text{ cm}$$

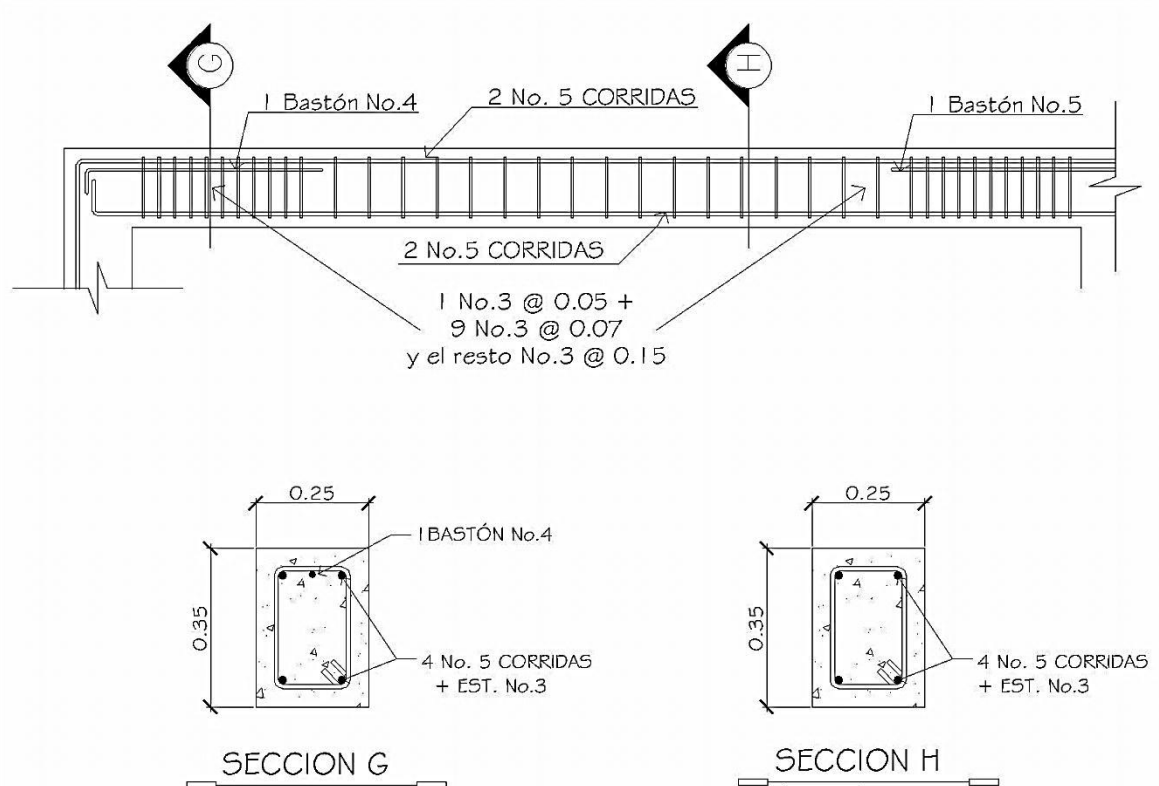
En marcos dúctiles con nudos rígidos, se deben confinar los extremos de las vigas, en una longitud igual a 2 veces la altura de la viga, según requerimiento de la sección 21.3.3.2 del código ACI-318S-05.

El espaciamento de los estribos cerrados de confinamiento, no debe exceder el menor de:

- $d/4$
- Ocho veces el diámetro de las barras longitudinales más pequeñas;
- 24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento
- 300 mm.
- $L_{\text{confinamiento}} = 2H$

Por lo tanto la separación de estribos en la zona de confinamiento debe ser de 7 centímetros y el resto a 15 centímetros, quedando el armado de la siguiente manera:

Figura 36. **Detalle de armado de viga tipo V-3**



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Ver tabla resumen del armado de vigas del primer y segundo nivel (apéndice 3. Cuadro resumen de armado de vigas).

3.1.6.10. Diseño de columnas

Las columnas son elementos verticales que absorben la carga completa del edificio para trasladarla a la cimentación. Está sometido principalmente a esfuerzos de compresión axial y momentos flexionantes. Se diseña únicamente la columna crítica para el nivel completo.

Diseño de columna de primer nivel:

Sección de columna = 30 cm x 30 cm

Sección de vigas = 25 cm x 35 cm

Longitud de columna = 3,0 m

Longitud de vigas = 4,5 m

Espesor de losa = 0,12 m

Área tributaria = 20,25 m²

Momento máximo en X $M_x = 6\,993,86$ kg-m

Momento máximo en Y $M_y = 6\,843,03$ kg-m

Cortante máximo $V_{Umax} = 2\,981,70$ kg

Carga axial

$$CU = 1,4CM + 1,7CV \quad CU = 1,4(488) + 1,7(500) = 1\,533,2 \text{ Kg/m}^2$$

Factor de carga última

$$FCU = \frac{CU}{CM + CV} = \frac{1\,533,2}{488 + 500} = 1,55$$

Peso propio de vigas

$$P_V = b * h * \gamma_{Conc} * L = 0,25 * 0,35 * 2\,400 * 4,5 = 945,00 \text{ Kg}$$

Carga axial última

$$P_U = A_{triburatia} * CU + P_v * FCU + P_{col\ 2\ nivel}$$

$$P_U = (20,25\ m^2 * 1\ 533,20\ kg/m^2) + (945,0\ kg * 1,55) + (2\ 400 * 0,3\ m * 0,3\ m)$$

$$P_U = 33\ 160,05\ kg$$

Esbeltez de columnas (E)

La esbeltez en una columna, está definida por la relación entre la longitud del elemento y su sección transversal I/r . De aquí que se clasifican en corta ($E < 22$), intermedia ($22 < E < 100$), larga ($E > 100$).

La ecuación a utilizar es $E = \frac{KL_u}{\sigma}$, por lo que es necesario encontrar los valores del coeficiente de rigidez de la columna (K), la longitud efectiva de pandeo (L_u) y el 30 por ciento del lado menor de la columna (σ). Regularmente en las estructuras de concreto reforzado, las columnas se encuentran restringidas por las uniones viga-columna o columna-zapata, por lo que el grado de restricción depende de la relación entre las rigideces de los elementos, se encuentra a través de la siguiente ecuación:

$$\psi = \frac{\sum K_{Col}}{\sum K_{Viga}}; \quad K = \frac{I}{L}; \quad I = \frac{1}{12}bh^3$$

Sentido X

$$I_{Viga} = \frac{1}{12}(25)(35)^3 = 89\ 323\ cm^4 \quad K = \frac{I_{Viga}}{450\ cm} = 198,50$$

$$I_{Col} = \frac{1}{12}(30)(30)^3 = 67\ 500\ cm^4$$

$$K = \frac{I_{Col}}{300 \text{ cm}} = 225,00$$

$$\psi_a = \frac{225 + 225}{2(198,50)} = 1,13$$

$$\psi_b = 0, \text{ empotramiento}$$

$$\psi_{prom} = \frac{1,13 + 0}{2} = 0,57$$

Cálculo de coeficiente K

$$K = \frac{20 * \psi_{prom}}{20} \sqrt{1 + \psi_{prom}} = \frac{20 * 0,57}{20} \sqrt{1 + 0,57} = 1,22$$

$$E = \frac{KL_u}{\sigma} = \frac{1,22(2,65)}{0,30(0,30)} = 35,92, \text{ por lo tanto se clasifica como una columna}$$

intermedia.

Por los valores obtenidos de E, tanto en el sentido X como en Y, la columna se clasifica dentro de las intermedias, por lo que, se deben magnificar los momentos actuantes.

Magnificación de momentos

Para un análisis estructural convencional de primer orden, en el cual se usan las rigideces relativas aproximadas y se ignora el efecto de desplazamiento lateral de los miembros, es necesario modificar los valores calculados, con el objetivo de obtener valores que tomen en cuenta los efectos de desplazamiento. Para este caso, esa modificación se logra utilizando el método ACI-318S-05 de magnificación de momentos.

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{\phi P_{cr}}}, \text{ donde } P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL_u)^2} \quad EI = \frac{0,4E_c I_g}{1 + \beta_d}$$

Cálculo del factor de flujo plástico

$$\beta_d = \frac{CM_U}{CU} = \frac{1,4(488)}{1533,2} = 0,45$$

Cálculo del total del material

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

$$I_{col} = \frac{1}{12} * b * h^3$$

$$EI = \frac{E_c * I_{col}}{2,5 * (\beta_d + 1)}$$

$$EI = \frac{(15\,100 \sqrt{281})(67\,500)}{2,5 + (1 + 0,45)} = 471,33 \text{ T-m}^2$$

Cálculo de la carga crítica de pandeo de EULER

$$P_{cr} = P_{cr,X,Y} = \frac{\pi^2 (471,33)}{(1,22 * 2,62)^2} = 455,31 \text{ Ton}$$

Cálculo del magnificador de momentos

$\delta \geq 1$ $\phi = 0,70$ si se usan estribos

$$\delta_{x,y} = \frac{1}{1 - \frac{33,16}{0,70(455,31)}} = 1,12, \text{ por lo que los momentos de diseño serán}$$

Cálculo de momentos de diseño

$$M_{dx} = \delta_x M_x = 1,12(6993,86 \text{ kg.m}) = 7\ 833,12 \text{ kg.m}$$

$$M_{dy} = \delta_y M_y = 1,12(6843,03 \text{ kg.m}) = 7\ 664,19 \text{ kg.m}$$

Refuerzo longitudinal (método de Bresler)

Este método es una aproximación al perfil de la superficie de la falla, siendo un procedimiento sencillo y que produce resultados satisfactorios. El método Bresler, consiste en aproximar el valor $1/P'u$, a través de un punto del plano; determinado por 3 valores: carga axial pura ($P'o$), carga de falla para una excentricidad e_x ($P'x$) y carga de falla para una excentricidad e_y ($P'y$).

$$\frac{1}{P'u} = \frac{1}{P'_{ux}} + \frac{1}{P'_{uy}} - \frac{1}{P'o}$$

Límites de acero

Según ACI-318S-05, el área de acero en una columna, debe estar dentro de los siguientes límites $1\% A_g < A_s < 8\% A_g$.

$$A_{s_{\min}} = 0,01 * \text{Área de sección}$$

$$A_{s_{\min}} = 0,01 * 30 * 30$$

$$A_{s_{\min}} = 9,00 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\max}} = 0,06 * \text{Área de sección}$$

$$A_{s_{\max}} = 0,06 * 30 * 30$$

$$A_{s_{\max}} = 54,00 \text{ cm}^2$$

Armado propuesto y área de acero equivalente:

$$4 \text{ No. 8} + 4 \text{ No.6} = 31,68 \text{ cm}^2$$

Para este método se usan los diagramas de interacción para diseño de columnas. Los valores a utilizar en los diagramas son:

Valor de la gráfica

$$Y = X = \frac{b - 2\text{rec}}{h} = \frac{0,30 - 2(0,30)}{0,3} = 0,80$$

Valores de la curva

$$\rho_{tu} = \frac{A_s f_y}{0,85 A_g f'_c} = \frac{31,68 * 2810}{0,85 * 30^2 * 281} = 0,41$$

Excentricidades

$$e_x = \frac{M_{dx}}{P_U} = \frac{7\ 833,12}{33\ 160,05} = 0,24$$

$$e_y = \frac{M_{dy}}{P_U} = \frac{7\ 664,19}{33\ 160,05} = 0,23$$

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

$$e_x/h_x = \frac{0,24}{0,3} = 0,8$$

$$e_y/h_y = \frac{0,23}{0,3} = 0,77$$

Con los valores obtenidos en los últimos pasos, se buscan los valores de los coeficientes K'_x y K'_y , según los diagramas de interacción. (Ver anexo 4).

$$K'_x = 0,30$$

$$K'_y = 0,31$$

Cálculo de cargas

Carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_x

$$P'_{U_{X,Y}} = K'_X * f'_c * b * d$$

$$P'_{UX} = 0,30 * 281 * (30 * 30) = 75 870,00 \text{ kg}$$

$$P'_{UY} = 0,31 * 281 * (30 * 30) = 78 399,00 \text{ kg}$$

Carga axial de resistencia de la columna

$$P'_o = \emptyset * (0,85 * f'_c * (A_g - A_s) + A_s * f_y)$$

$$P'_o = 0,70 * (0,85 * 281 * (900 - 31,68) + 31,68 * 2810)$$

$$P'_o = 207 493,32 \text{ kg}$$

Carga de la resistencia de la columna

$$P'_u = \frac{1}{\frac{1}{P'_{ux}} + \frac{1}{P'_{uy}} - \frac{1}{P'_o}}$$
$$P'_u = \frac{1}{\frac{1}{75\,870\text{kg}} + \frac{1}{78\,399\text{kg}} - \frac{1}{207\,493,32\text{kg}}}$$
$$p'_u = 47,36$$

$P'_u > p_u$, debido a que la carga axial última que resiste la columna, es mayor a la carga actuante última, se considera adecuado el armado propuesto, si esto no fuera así se debe aumentar el área de acero hasta que cumpla.

Refuerzo transversal

Al igual que las vigas, las columnas también sufren esfuerzos de corte máximos en los nudos, por lo que es necesario reforzar estas áreas a través de un confinamiento adecuado, se utilizarán estribos No 3. El procedimiento para proveer refuerzo transversal a las columnas se describe a continuación:

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

Si $V_r < V_U$ se diseñan los estribos a corte

Se calcula el corte resistente

$$V_r = \phi * 0,53\sqrt{f'_c} * bd = 0,85 * 0,53\sqrt{281} * (30)(27) = 6\,116,9\text{kg}$$

Corte actuante

$$V_U = 2\,981,70 \text{ kg} \quad V_r = 6\,116,9 \text{ kg}$$

$V_r > V_U$; los estribos se colocaran en zona no confinada a $d/2$.

$$S_{\max} = \frac{d}{2} = \frac{27}{2} = 13,5 \text{ cm}$$

Los estribos se colocaran a cada 13 cm con varilla No.3

Los extremos de la columna deben de confinarse en una longitud igual a L_u .

$$L_u / 6 = 2,65\text{m} / 6 = 0,44\text{m}$$

$$16\phi_{\text{var_long}} = 0,305\text{m}$$

$$48\phi_{\text{var_trans}} = 0,4572\text{m}$$

30 centímetros

Se utilizará una longitud de confinamiento, igual a 45 centímetros.

Cálculo de la relación volumétrica ρ_s

$$\rho_s = 0,45 * \left(\left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) * \left(0,85 * \frac{f_c}{f_y} \right) \right)$$

$$A_{ch} = d_x * d_y = 24 * 24 = 576\text{cm}^2$$

$$\rho_s = 0,45 * \left(\frac{900}{576} - 1 \right) * \left(\frac{0,85(281)}{2,810} \right) = 0,0215$$

$0,0215 \geq 0,012$ por lo que se utiliza ρ_s

Calculo del espaciamiento en la zona confinada

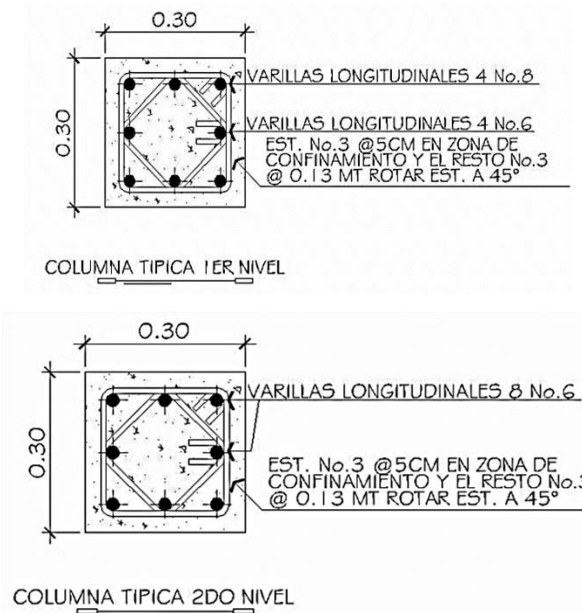
$$S = \frac{4 * A_v}{\rho_s L} = \frac{4(0,71\text{cm}^2)}{0,215(24)} = 5,50\text{cm}$$

Colocar estribos a cada 5 cm en zona confinada

Se colocaran estribos rotados a 45 grados alternados, según el Código ACI-318S-05, en el capítulo 7.10.5, debido a las barras longitudinales en las caras.

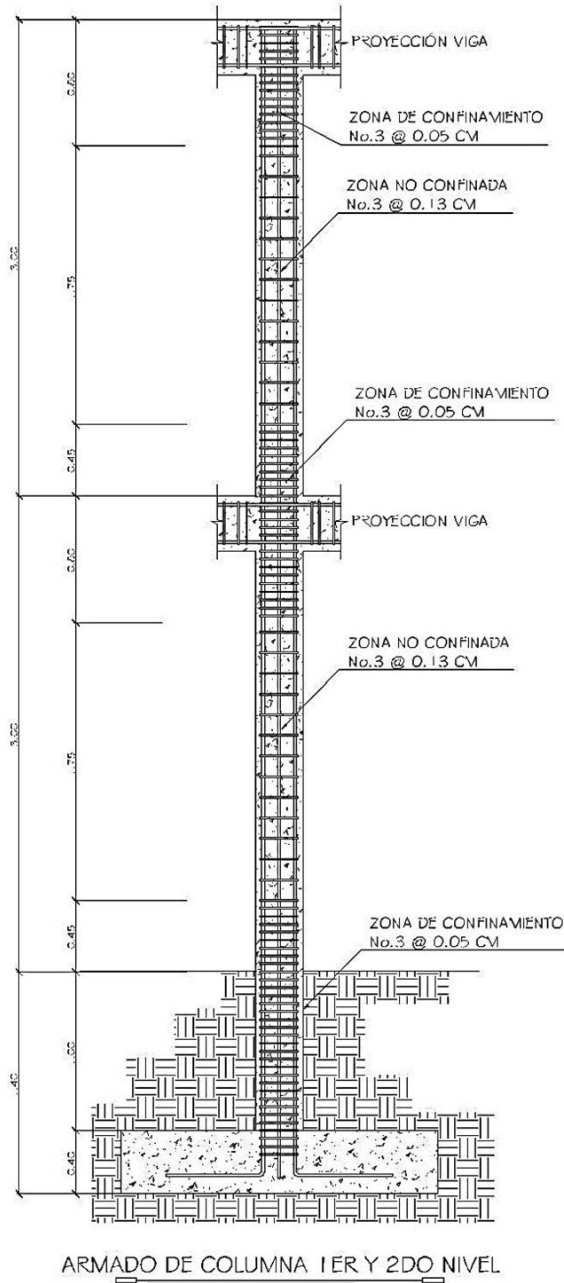
Este método de cálculo se aplicó para la columna del segundo nivel, con los momentos y corte máximos de nivel. A continuación se muestran los resultados del diseño.

Figura 37. Sección de columnas críticas del primer y segundo nivel



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Figura 38. **Detalle de columna primer y segundo nivel**



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

3.1.6.11. Diseño de gradas

El módulo de gradas, se diseñó como una estructura independiente de los marcos, esto con el fin de que al momento que ocurra un sismo, ésta no se vea afectada por las acciones de la estructura. Una escalera debe ser cómoda y segura, dependiendo de la relación de los peldaños, es decir, la relación de huella y contrahuella.

La huella y la contra huella, deben cumplir con los siguientes criterios:

$$c < 20,00 \text{ cm}$$

$$h > c$$

$$(2 * c + h) < 64,00 \text{ cm (valor cercano)}$$

$$(c + h) = 45,00 \text{ a } 48,00 \text{ cm}$$

$$c * h = 480,00 \text{ a } 500,00 \text{ cm}^2$$

Donde:

c = contra huellas

h = huellas

Número de escalones mínimos

$$h/c = 3,00/0,15 = 20 \text{ escalones}$$

Se tomaron 9 contrahuellas antes del descanso

Número de huellas

$$\text{No. De contrahuellas} - 1 = 9 - 1 = 8 \text{ huellas}$$

Por lo tanto se obtiene:

9 contrahuellas de 15 cm

8 huellas de 30 cm

Integración de cargas

Espesor de losa t	= 12 cm.
Peso propio de escalera = 2 400(0,12 + 0,20 / 2)	= 528 kg/m ²
Acabados	= 100 kg/m ²
Total carga muerta	= 628 kg/m ²

Carga viva = 500 kg/m²

Carga última = 1,4CM + 1,7CV = 1,4(628) + 1,7(500) = 1 729,2 kg/m²

Se considera la losa en una dirección, se analiza una franja con ancho unitario de 1 metro. La carga última es CU = 1 729,2 kg/m². Para un tramo de escalones con longitud de 3 metros.

$$M_{(+)} = \frac{Wl^2}{9} = \frac{1729,2(3)^2}{9} = 1729,2 \text{ kg.m}$$

$$M_{(-)} = \frac{Wl^2}{14} = \frac{1729,2(3)^2}{14} = 111,63 \text{ kg.m}$$

$$A_{S_{\text{Max}}} = 0,50\rho_{\text{bal}}bd = 0,50(0,0495)(100 * 9,5) = 23,51 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_{\text{Min}}} = \frac{14,1 * bd}{f_y} = \frac{14,1(100)(9,5)}{2810} = 4,77 \text{ cm}^2$$

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

$$M_{(+)} = 1729,2 \text{ Kg.m}$$

$$A_s = (100 * 9,5) - \sqrt{(100 * 9,5)^2 - \frac{1729,2(100)}{0,003825(281)}} * \frac{0,85(281)}{2810} = 7,55 \text{ cm}^2$$

Se propone varilla No.3 @ 9 cm.

$$M_{(-)} = 1111,63 \text{ kg.m}$$

$$A_S = (100 * 9,5) - \sqrt{(100 * 9,5)^2 - \frac{1111,63(100)}{0,03825(281)}} * \frac{0,85(281)}{2810} = 4,77 \text{ cm}^2$$

Se propone varilla No.3 @ 15 cm.

Refuerzo transversal

Acero por temperatura

$$A_{STemp} = 0,002bt = 0,002(100 * 12,0) = 2,4 \text{ cm}^2$$

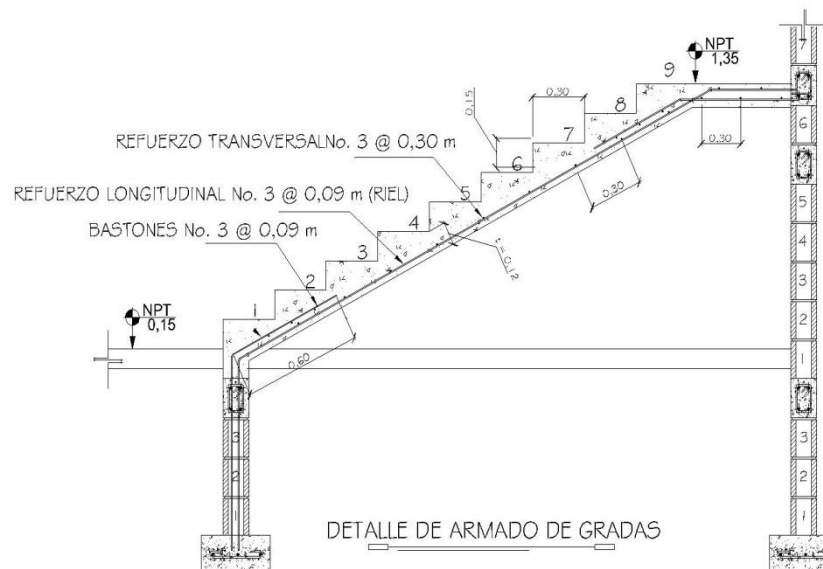
Espaciamiento máximo

$$S_{max} = 3 * t$$

$$S_{max} = 3 * 12,00$$

$$S_{max} = 36,00 \text{ cm}$$

Figura 39. **Detalle de armado módulo de gradas**



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

3.1.6.12. Diseño de cimientos

Son los elementos estructurales que reciben las cargas provenientes de las columnas y las transmiten uniformemente al suelo. Para determinar el tipo de cimentación hay que considerar el tipo y condiciones del suelo, la carga aplicada, tipo de estructura y costo que representa.

El cimiento corrido para los muros se calcula como una franja unitaria; se diseñaran para soportar las cargas superpuestas, dando una distribución adecuada a las mismas y proporcionar un empotramiento de acuerdo con la resistencia del terreno, debiendo ser continuos para proveer un amarre adecuado entre ellos.

Tomando en cuenta que los muros de la estructura son únicamente para dividir ambientes, se diseña un cimiento tipo trapezoidal, según las normas de AGIES capítulo 5 especificaciones para cimentación, el cual funciona a la vez como solera de humedad, capacitado de resistir las fuerzas de corte y momento producidos por sismos en dirección perpendicular al plano del muro teniendo las dimensiones siguientes:

$$B = 30 \text{ cm}$$

$$b = 16 \text{ cm}$$

$$h = 30 \text{ cm}$$

Donde:

B = base mayor

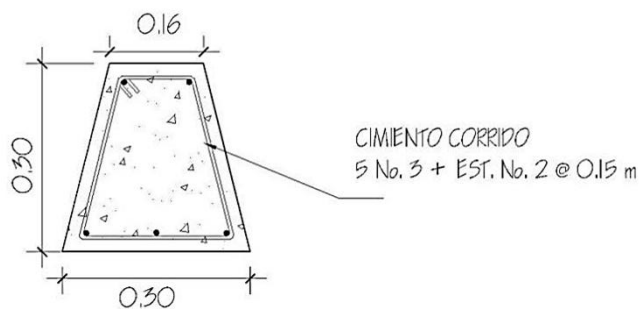
b = base menor

h = altura

El refuerzo a utilizar es el siguiente:

5 varillas No 3 longitudinales, estribos No 2 @ 15 cm

Figura 40. **Detalle de cimiento corrido de sección trapezoidal**



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

En este proyecto, se utilizarán zapatas aisladas, se consideró una sección cuadrada para simplificar el armado y construcción, los datos para diseño son: valor soporte del suelo y los momentos, según el análisis estructural.

Datos diseño de zapata crítica:

$$M_x = 7,83 \text{ ton-m}$$

$$M_y = 7,66 \text{ ton-m}$$

$$PU = 33,16 \text{ ton}$$

$$FCU = 1,55$$

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1,03 \text{ ton/m}^3$$

$$P_{\text{concreto}} = 2,40 \text{ ton/m}^3$$

$$V_s = 48,30 \text{ ton/m}^2$$

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

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

Cálculo de cargas de trabajo

$$M'_{ty} = \frac{M_y}{FCU} \quad M'_{tx} = \frac{M_x}{FCU} \quad P'_t = \frac{P_u}{FCU}$$

Dónde:

P_u = carga axial última

FCU = factor de carga última

M_x = momento en el sentido x

M_y = momento en el sentido y

$$P'_t = \frac{33,16}{1,55} = 21,39 \text{ ton}$$

$$M'_{tx} = \frac{7,83}{1,55} = 5,05 \text{ ton.m} \quad M'_{ty} = \frac{7,66}{1,55} = 4,94 \text{ ton.m}$$

Predimensionamiento del área de la zapata

$$A_z = \frac{1,5 * P'_t}{V_s} = \frac{1,5 * (21,39)}{48,30} = 0,66 \text{ m}^2$$

Donde:

P'_t = carga de trabajo

V_s = valor soporte del suelo

Propuesta de dimensiones para la zapata, $a = 1,85$ metros y $b = 1,85$ metros con área de $3,42$ metros cuadrados con un espesor de zapata de $0,40$ metros.

La presión del suelo en un punto cualquiera de la zapata, es distinta a la presión en otro punto distinto de la misma, sin embargo para efectos de diseño se determina una presión constante, la cual puede ser un valor promedio, pero si se quiere tomar un criterio conservador, se realiza el diseño con la presión máxima, esta debe estar afectada por el factor de carga última el cual se calculara más adelante.

Revisión de presión sobre el suelo

$$q = \frac{P}{A_z} \pm \frac{M'_{tx}}{S_x} \pm \frac{M'_{ty}}{S_y}$$

Se debe tomar en cuenta que la presión no debe ser negativa, ni mayor que el valor soporte (V_s).

Donde:

P = carga sobre zapata

A_z = área de zapata

M'_{tx} = momento de trabajo en sentido "X"

M'_{ty} = momento de trabajo en sentido "Y"

S_x = factor en el sentido "X"

S_y = factor en el sentido "Y"

$$S_x = S_y = \frac{1}{6} b * h^2$$

$$S_x = S_y = \frac{1,85 * 1,85^2}{6} = 1,06 \text{ m}^2$$

Carga sobre la zapata

$$P = P'_t + P_{\text{Col}} + P_{\text{Suelo}} + P_{\text{Cim}}$$

Donde:

P'_t = carga de trabajo.

P_{col} = peso debido a la columna.

P_{Suelo} = peso debido al suelo.

P_{Cim} = peso debido a la zapata.

$$P = 21,39 + (0,30 \cdot 0,30 \cdot 2,4 \cdot 4,20) + (1,03 \cdot 3,42 \cdot 2,10) \cdot (3,42 \cdot 0,4 \cdot 2,4)$$

$$P = 32,98 \text{ kg.}$$

$$q = \frac{32,98}{3,42} \pm \frac{5,05}{1,06} \pm \frac{4,94}{1,06}$$

$q_{\text{max}} = 19,07 \text{ ton/m}^2$ cumple, no excede el V_s

$q_{\text{min}} = 0,22 \text{ ton/m}^2$ cumple, solo compresiones

Por lo que las dimensiones de la zapata son correctas.

Presión última

$$q_U = q_{\text{max}} \cdot \text{FCU}$$

$$q_U = 19,07 \cdot 1,55 = 29,56 \text{ ton/m}^2$$

Peralte efectivo

$$d = t - \text{rec} - \frac{\phi_{\text{varilla}}}{2}$$

Donde:

t = espesor asumido

rec = recubrimiento

$t = 0,40$ m

$rec = 7,5$ cm

Varilla asumida = No.6

$d = \text{espesor asumido} - \text{recubrimiento} - (\text{diámetro de la varilla} / 2)$

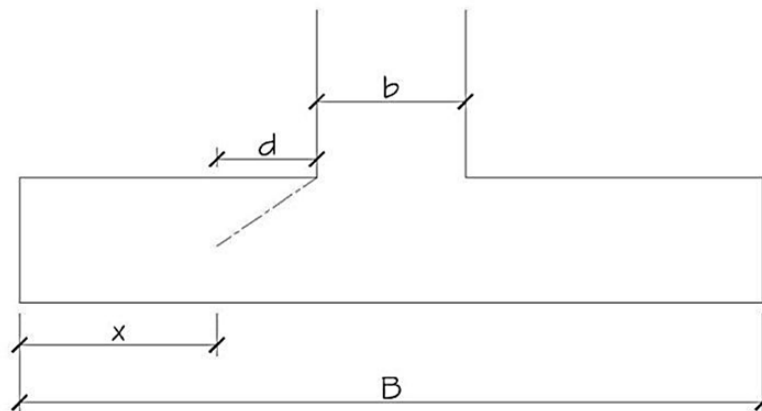
$d = 40 \text{ cm} - 7,5 \text{ cm} - (1,90/2)$

$d = 31,55$ 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.

Figura 41. Corte simple en zapata



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Distancia x:

$$x = \frac{B}{2} - \frac{b}{2} - d$$

Dónde:

B = base de la zapata

b = base de la columna

d = distancia igual al peralte efectivo

Determinando distancia x:

$$x = \frac{B}{2} - \frac{b}{2} - d$$

$$x = \frac{1,85}{2} - \frac{0,30}{2} - \frac{31,55}{100} = 0,46 \text{ m}$$

Corte actuante:

$$V_{\text{act-sim}} = A_{\text{act-sim}} \cdot q_u$$

Donde:

$A_{\text{act-sim}}$ = área actuante al corte simple

q_u = carga de diseño

$$V_{\text{act-sim}} = (1,85 \cdot 0,46) \cdot 29,56$$

$$V_{\text{act-sim}} = 25,16 \text{ ton}$$

Corte resistente

$$V_r = \phi \cdot 0,53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot Bd = 0,85 \cdot 0,53 \cdot \sqrt{281} \cdot (185)(31,55) = 44,08 \text{ Ton}$$

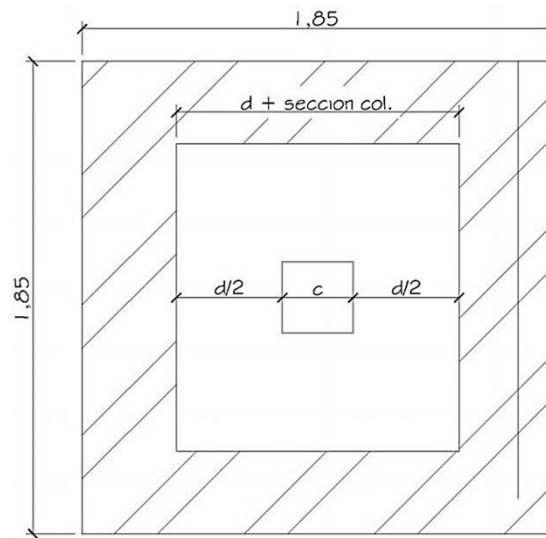
$$V_{\text{act-sim}} = 25,16 \text{ ton} < V_r = 44,08 \text{ ton.}$$

Si cumple, el peralte propuesto resiste el corte simple

Revisión de corte punzonante

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

Figura 42. Corte punzonante en zapata



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

La revisión que se realiza es:

$$b_o = 4 * \text{perímetro de adentro} = 4 * (d + \text{sección de columna})$$

$$b_o = 4 * (31,55 + 30) = 246,2 \text{ cm}$$

$$V_{act} = A * q_u$$

$$V_{act} = ((1,85 * 1,85) - (0,61 * 0,61)) * 29,56$$

$$V_{act} = 90,17 \text{ ton}$$

$$V_r = \phi * 1,06 * \sqrt{f'c} * b * d = 0,85 * 1,06 * \sqrt{281} * (246,2)(0,31) = 115,27 \text{ Ton}$$

$V_{act} = 90,17 \text{ ton} < V_r = 115,27 \text{ ton}$; cumple, el peralte propuesto resiste el corte punzonante.

Diseño del refuerzo

El suelo causa presión a la zapata, por lo que produce un momento flector, es necesario reforzarla con acero estructural de la siguiente manera:

Momento último

Se define tomando la losa en voladizo con la fórmula:

$$M_u = \frac{q_u * L^2}{2} = \frac{29,56 * (1,85/2 - 0,3/2)^2}{2} = 8,88 \text{ Ton.m}$$

Donde:

q_u = carga de diseño

L = distancia de extremo de la columna hacia borde de zapata.

Área de acero

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

$$A_s = \left[(100 * 31) - \sqrt{(100 * 31)^2 - \frac{8880(100)}{0,003825(281)}} \right] * \frac{0,85(281)}{2810} = 11,58 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = \frac{14,1}{f_y} bd = \frac{14,1}{2810} (100)(31) = 15,55 \text{ cm}^2$$

Como $A_s < A_{smin}$. Por tanto colocar A_{smin}

Cama inferior

$$S = \frac{A_v * 100}{A_s} = \frac{2,85 * 100}{15,55} = 18,33 \text{ cm}$$

Se utilizará varilla No.6 @ 18 cm

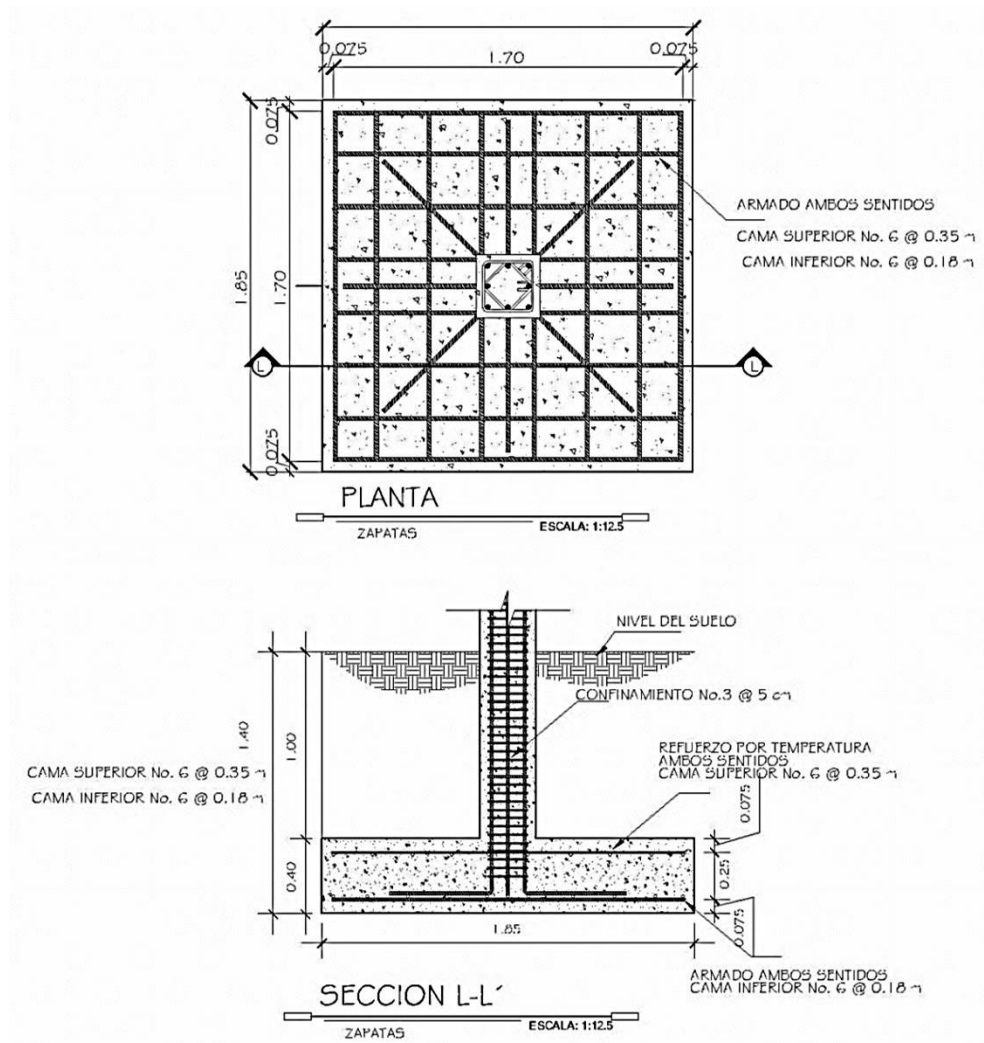
Cama superior

$$A_{STemp} = 0,002bt = 0,002(185)(40) = 14,8 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{A_v b}{A_s} = \frac{2,85 * 185}{14,8} = 35,63 \text{ cm}$$

Se utilizara varilla No.6 @ 35 cm

Figura 43. Detalle de armado de zapata



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

3.1.7. Instalaciones

A continuación se mencionan los servicios que harán posible el funcionamiento del edificio, entre ellas se puede mencionar: agua potable, energía eléctrica y otros.

3.1.7.1. Agua potable

Todo el sistema de agua potable será por medio de circuito cerrado, el cual mantendrá la presión en toda el área con tubería de Cloruro Polivinilo (PVC), el circuito contará con 4 inodoros, 4 lavamanos, 1 lavatrastos y 1 grifo para jardín. Las tuberías se deben colocar lo más retirado posible de las tuberías de drenajes y nunca al nivel inferior de estas.

Para el diseño del sistema, se utilizó el método de Hunter, en el cual se toman en cuenta los pesos o demandas de agua de los artefactos que se utilizarán.

Se procede a encontrar el caudal necesario y con este el diámetro del ramal de alimentación.

Cálculo:

$$Q = 0,30 * \sqrt[2]{\sum P}$$

Tabla XV. **Demanda de accesorios método de Hunter**

Accesorio	Peso
Inodoro con caja de descarga	0,30
Inodoro con fluxómetro	40,00
Tina de baño	1,00
Bebedero	0,10
Bidet	0,10
Regadera	0,50
Lavabo	0,50
Lavadora de ropa	1,00
Mingitorio auto aspirante	2,80
Mingitorio	0,30

Fuente: ENRIQUE HARPER, Gilberto. Cálculo de instalaciones hidráulicas y sanitarias, residenciales y comerciales. Tabla 6, p. 126.

Tabla XVI. **Demanda de accesorios edificación de dos niveles**

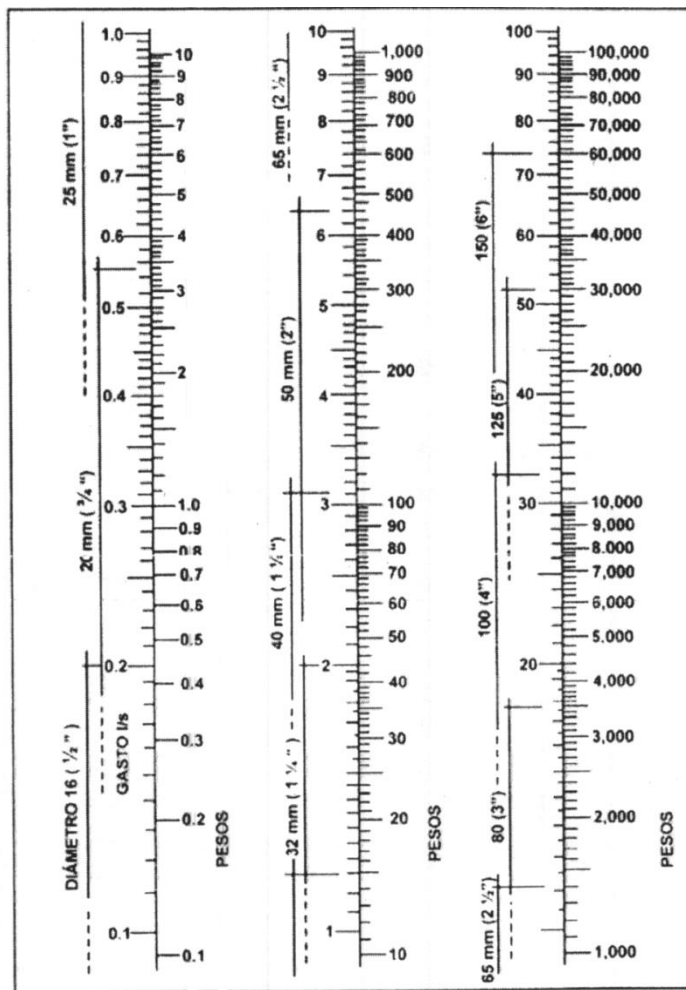
Accesorio	Cantidad	Peso	Parcial
Inodoro con caja de descarga	4	0,30	1,20
lavabo	4	0,50	2,00
lavatrastos	1	1,00	1,00
grifos	1	0,50	0,50
Total			4,70

Fuente: elaboración propia.

$$Q = 0,30 * \sqrt[2]{4,70} = 0,65$$

Con el dato de caudal necesario, que se necesita para abastecer los accesorios, el siguiente paso será buscar el dato en el ábaco que se presenta en la figura 44.

Figura 44. **Ábaco para el cálculo de agua fría**



Fuente: ENRIQUE HARPER, Gilberto. Cálculo de instalaciones hidráulicas y sanitarias, residenciales y comerciales. Abaco 1, p. 128.

Localizado el caudal (gasto), en la parte izquierda del ábaco, se indica que el ramal de alimentación debe ser de 1 pulgada, para los subramales que alimentan, los accesorios de la tubería deberá ser de $\frac{3}{4}$ de pulgada. La tubería debe cumplir con la Norma ASTM D2241 y los accesorios serán cédula 40 Norma ASTM D2466.

3.1.7.2. Drenajes

La instalación de aguas negras se trabajó con tubería de PVC de diámetro 4, 3 y de 2 pulgadas, las cuales deben de cumplir con la Norma ASTM D-2265 cédula 40, contando con una caja de registro y una caja de trampa de grasa.

Se optó por un sistema separativo para la instalación de aguas negras y pluviales, para así evitar un incremento de caudal en el alcantarillado sanitario general.

El ramal de drenaje son las tuberías que reciben los afluentes de los ramales de descarga, los diámetros se obtienen de la tabla XV en función de las unidades de Hunter que llegan a él.

Tabla XVII. **Dimensiones de ramales para drenaje**

Diámetro nominal	Máximo de unidades
1"	1
1 ½"	3
2"	6
3"	20
4"	160
6"	620

Fuente: ENRIQUE HARPER, Gilberto. Cálculo de instalaciones hidráulicas y sanitarias, residenciales y comerciales, p. 241.

El objetivo del drenaje pluvial, es la evacuación de las aguas provenientes de la escorrentía producida por la precipitación pluvial.

Estimando una frecuencia de ocurrencia de 20 años, y tiempo de concentración de 5 minutos el cálculo de la intensidad de lluvia, se utiliza la formula siguiente.

$$I = \frac{A}{t+B}$$

Donde:

I = intensidad de lluvia en mm/h

t = tiempo de concentración en minutos

A = parámetros de ajuste

B = parámetros de ajuste

$$I = \frac{844}{5+7}$$

$$I = 70,33 \text{ mm/h}$$

Los parámetros de ajuste A y B corresponden a la estación meteorológica más cercana, siendo en este caso la del municipio de Estanduela, departamento de Zacapa.

Por ser una superficie impermeable de techos, se estimara una C (relación entre la escorrentía y la cantidad de lluvia caída en el área) de 1, debido a que hay un 0 por ciento de infiltración. El área a drenar por cada bajada será de 35 centímetros o 0,0035 hectáreas, el cual es una cuarta parte del área total a drenar, el caudal es calculado de la siguiente manera.

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$$

Donde:

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de lluvia

A = área a drenar

$$Q = \frac{1 \cdot 70,33 \cdot 0,0035}{360}$$

$$Q = 0,000683 \text{ m}^3/\text{s} = 0,68 \text{ l/s}$$

Ahora se calcula el diámetro de la tubería por medio de la fórmula de Manning. Utilizando tubería PVC con un coeficiente de rugosidad de 0,009 y una pendiente de 1 por ciento.

$$D = \left(\frac{691\,000 \cdot Q \cdot n}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Donde:

Q = caudal

n = coeficiente de rugosidad

S = pendiente

$$D = \left(\frac{691\,000 \cdot 0,000683 \cdot 0,009}{0,01^{1/2}} \right)^{3/8}$$

$$D = 6,28 \text{ cm} = 2.47''$$

Se recomienda utilizar tubería PVC de 3 pulgadas de diámetro

3.1.7.3. Electricidad

La instalación de iluminación, cuenta con 2 circuitos en el primer nivel y 2 circuitos para el segundo nivel. Para la instalación de fuerza, cuenta con 2 circuitos en el primer nivel y 2 circuitos para el segundo nivel; cada circuito de iluminación y de fuerza tendrá un máximo de 12 unidades por circuito.

Las lámparas de iluminación serán plafoneras con bombilla incandescente de 80 *watts* cada una y un voltaje de 110 voltios.

$$\text{Intensidad} = \frac{\text{unidades} * \text{watts por unidad}}{\text{voltaje}}$$

$$\text{Intensidad} = \frac{(8 * 80) + (6 * 80)}{110}$$

Intensidad = 10,18 amperios

La intensidad se incrementa por seguridad en un 40 por ciento

Intensidad = 10,18 amperios * 1,40 = 14,25 amperios

Con un cable calibre 12 AWG. Se debe de colocar un *flip-on* con un amperaje máximo de 20 amperios. Con el cual se cubre la demanda para este circuito.

La caída de tensión se calcula multiplicando un factor de caída de tensión en función del calibre del cable (en este caso 1,03), por la intensidad, por la

distancia más larga (en metros), todo esto dividido 100. El resultado debe ser menor a 3, si es mayor a 3, se debe aumentar el calibre del cable o reacondicionar el sistema.

$$C.T. = \frac{1,03 * 10,18 * 10}{100} = 1,05$$

Para la instalación de fuerza, cuenta 2 circuitos en el primer nivel y 2 circuitos para el segundo nivel, calculado de la siguiente manera.

El tomacorriente simple se toma como 150 *watts* y los dobles 300 *watts*, con este dato se calcula la intensidad.

$$\text{Intensidad} = \frac{\text{unidades} * \text{watts por unidad}}{\text{voltaje}}$$

$$\text{Intensidad} = \frac{8 * 300}{110}$$

$$\text{Intensidad} = 21,82 \text{ amperios}$$

La intensidad se incrementa por seguridad en un 40 por ciento

$$\text{Intensidad} = 21,82 \text{ amperios} * 1,40 = 30,55 \text{ amperios}$$

Con un cable calibre 10 AWG. Se debe de colocar un flip-on con un amperaje máximo de 30 amperios. Con el cual cubrimos la demanda para este circuito.

La caída de tensión se calcula como se hizo anteriormente.

$$C.T.=\frac{1,03*21,82*15}{100}=3,37$$

En base a lo calculado anteriormente, se tendrá un total de 8 circuitos, 4 circuitos de iluminación y 4 circuitos de fuerza.

3.1.8. Presupuesto y cronograma de actividades

Se le llama presupuesto al cálculo y negociación anticipado de los ingresos y gastos de una actividad económica, durante un período, por lo general en forma anual. Es un plan de acción dirigido a cumplir una meta prevista, expresada en valores y términos financieros que, debe cumplirse en determinado tiempo y bajo ciertas condiciones previstas, este concepto se aplica a cada centro de responsabilidad de la organización. El presupuesto es el instrumento de desarrollo anual de las empresas o instituciones cuyos planes y programas se formulan por término de un año.

El cronograma es, una lista de todos los elementos terminales de un proyecto con sus fechas previstas de comienzo y final. Un diagrama de Gantt puede proporcionar una representación es el software Primavera. Hay también herramientas libres y de código abierto para la generación de cronogramas de proyecto disponibles para la mayoría de plataformas, ofreciendo oportunidades para la creación de listas de tareas, la asignación de recursos, precedencias y diagramas de Gantt.

El presupuesto se realizó aplicando los criterios del proyecto de alcantarillado sanitario, en cuanto a indirectos se aplicó un factor del 30 por ciento.

Tabla XVIII. **Presupuesto edificación de dos niveles para oficinas de la Mancomunidad de Nor-oriente**

PRESUPUESTO EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA OFICINAS DE LA MANCOMUNIDAD DE NOR-ORIENTE					
No.	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES	M2	230.00	Q 14.14	Q 3,252.20
2	ZAPATAS (1.85 X 1.85 X 0.40 MTS)	UNIDAD	12.00	Q 3,906.52	Q 46,878.24
3	CIMIENTO TIPO TRAPEZOLIDAL (0.30 X 0.30 X 0.16 MTS)	ML	89.20	Q 382.73	Q 34,139.52
4	COLUMNA TIPO C-1 (0.30 X 0.30 MTS)	ML	48.60	Q 989.63	Q 48,096.02
5	COLUMNA TIPO C-2 (0.15 X 0.15 MTS)	ML	63.60	Q 195.79	Q 12,452.24
6	COLUMNA TIPO C-3 (0.15 X 0.10 MTS)	ML	272.95	Q 180.41	Q 49,242.91
7	COLUMNA TIPO C-4 (0.15 X 0.17 MTS)	ML	5.30	Q 223.11	Q 1,182.48
8	COLUMNA TIPO C-5 (0.30 X 0.30 MTS)	ML	31.80	Q 1,448.39	Q 46,058.80
9	LEVANTADO DE MURO	M2	265.00	Q 150.25	Q 39,816.25
10	SOLERA INTERMEDIA Y DE REMATE (0.15 X 0.20 MTS)	ML	710.00	Q 190.35	Q 135,148.50
11	VIGA TIPO V-1 (0.25 X 0.35 MTS)	ML	36.00	Q 984.46	Q 35,440.56
12	VIGA TIPO V-2 (0.25 X 0.35 MTS)	ML	40.50	Q 1,116.08	Q 45,201.24
13	VIGA TIPO V-3 (0.25 X 0.35 MTS)	ML	36.00	Q 895.21	Q 32,227.56
14	VIGA TIPO V-4 (0.25 X 0.35 MTS)	ML	40.50	Q 976.11	Q 39,532.46
15	MÓDULO DE GRADAS	M2	5.50	Q 1,404.75	Q 7,726.13
16	LOSA ENTREPISO PRIMER NIVEL (t = 0.12 MTS)	M2	110.55	Q 832.20	Q 91,999.71
17	LOSA SEGUNDO NIVEL (t = 0.12 MTS)	M2	121.50	Q 793.22	Q 96,376.23
18	REPELLO + CERNIDO	M2	762.05	Q 82.42	Q 62,808.16
19	INSTALACIÓN ELÉCTRICA ILUMINACIÓN	GLOBAL	1.00	Q 9,810.00	Q 9,810.00
20	INSTALACIÓN ELÉCTRICA FUERZA	GLOBAL	1.00	Q 5,996.25	Q 5,996.25
21	INSTALACIONES SANITARIAS	GLOBAL	1.00	Q 6,500.00	Q 6,500.00
22	INSTALACIONES HIDRÁULICAS	GLOBAL	1.00	Q 12,227.50	Q 12,227.50
23	PUERTA TIPO P-1 (METÁLICA)	UNIDAD	1.00	Q 2,523.13	Q 2,523.13
24	PUERTA TIPO P-2 (ALUMINIO + VIDRIO)	UNIDAD	1.00	Q 2,273.13	Q 2,273.13
25	PUERTA TIPO (MDF)	UNIDAD	13.00	Q 1,530.96	Q 19,902.48
26	VENTANAS (ALUMINIO + VIDRIO)	M2	30.96	Q 393.97	Q 12,197.31
27	COLOCACION DE PISO CERAMICO	M2	208.00	Q 139.12	Q 28,936.96
28	LIMPIEZA FINAL	GLOBAL	1.00	Q 1,640.00	Q 1,640.00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q 929,585.97

Fuente: elaboración propia.

3.1.9. Estudio de Impacto Ambiental (EIA)

Impacto ambiental se define como la alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de sus componentes producido por los efectos de la acción humana.

Tabla XIX. Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

Evaluación de Impacto Ambiental							
I. Datos Generales del Proyecto:							
I.1 Nombre del Proyecto							
Edificio de Oficinas de la Mancomunidad de Nor-orient							
1.1 Información del Proyecto							
La mancomunidad de Nor-orient es una institución que tiene laborando 6 años, durante este tiempo se ha estado laborando en casa de alquiler por bajos fondos que ésta ha manejado, por lo cual no ha sido posible la construcción de un edificio propio, es por ello que la Junta Directiva de la mancomunidad de Nor-orient en Asamblea Ordinaria efectuada el 15 de febrero del 2010 en el municipio de San Jacinto, departamento de Chiquimula tomaron la decisión de la construcción del edificio de dicha sede debido a un aporte económico que dará una organización internacional. El edificio será de dos niveles que tendrá área de oficina para gerencia, área técnica, área para OPLAGEST y salón de juntas, además de los servicios.							
						m2	
						Área Total del terreno	212,83m ²
						Área de Proyecto	229,53 m ²
a) Nombre del Proponente o Representante Legal							
Marco Leonel Rodríguez Flores							
b) Institución							
Universidad San Carlos de Guatemala, USAC							
c) Ubicación Política							
c-1 Departamento				Zacapa			
c-2 Municipio				Estanzuela			
c-3 Aldea				Estanzuela			
d) Ubicación Geográfica							
				si		no	
d-1 Proyecto en Área Protegida						x	
d-2 Proyecto en Sitio Arqueológico						x	

Continuación de la tabla XIX.

En el siguiente se identifica los impactos ambientales generados como resultado de la construcción del proyecto, marcar con una X indicando si corresponde o no a sus actividades.					
No.	Aspecto	Impacto Ambiental	Tipo de Impacto	Indicar los lugares donde se generaron los impactos ambientales	Medidas de Mitigación
1	AIRE	Gases o partículas	Humo (emanación de gases)	CONSTRUCCIÓN	
				<p>La generación de humo en la etapa de construcción será causada únicamente por la maquinaria a utilizar durante la ejecución del proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> Es considerada como de bajo impacto y corta duración. 	<ul style="list-style-type: none"> Se recomienda brindar un mantenimiento preventivo periódicamente a la maquinaria y herramienta a utilizar.
				OPERACIÓN	
			<ul style="list-style-type: none"> Se considera un impacto ambiental nulo. 	<ul style="list-style-type: none"> No aplica en la etapa de operación. 	
			Polvo	CONSTRUCCIÓN	
				<p>La generación de polvo se dará durante la ejecución del proyecto, debido que al trabajar con maquinaria o equipos auxiliares genera emanaciones de partículas.</p> <ul style="list-style-type: none"> Es considerado de mediano impacto y corta duración. 	<ul style="list-style-type: none"> Se recomienda mantener húmedas las áreas propensas a producir partículas de polvo. Para el transporte de ripio o materiales de construcción deberá de llevar lona que los cubra.
		OPERACIÓN			
		<ul style="list-style-type: none"> Se considera un impacto ambiental nulo. 	<ul style="list-style-type: none"> Es recomendable que se jardinicen las áreas exteriores del proyecto. 		
		Ruido	Maquinaria y Equipo	CONSTRUCCIÓN	
<p>En una fase del proyecto se llegará a utilizar maquinaria de construcción y generar niveles de ruido que afecten el entorno.</p> <ul style="list-style-type: none"> Es considerado de mediano impacto y corta duración. 	<ul style="list-style-type: none"> Se recomienda que estos equipos sean utilizados en horas (8:00 am a 17:00 pm) y días hábiles (lunes a sábado). 				

Continuación de la tabla XIX.

				OPERACIÓN	
				<p>Se generará ruido por parte de equipos que brindaran diferentes servicios a los edificios.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es considerado de bajo impacto por la ubicación no afectan al entorno. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se recomienda dar un mantenimiento rutinario a las diferentes instalaciones
		Vibraciones	Maquinaria y equipo	CONSTRUCCIÓN	
				<p>En una fase del proyecto se llegará a utilizar maquinaria de construcción y generar niveles de vibraciones que afecten el entorno.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es considerado de mediano impacto y corta duración 	<ul style="list-style-type: none"> • Se recomienda que se trabaje el equipo cumpliendo con las especificación-es del fabricante. • Se recomienda que estos equipos sean utilizados en horas (8:00 am a 17:00 pm) y días hábiles (lunes a sábado).
				OPERACIÓN	
				<ul style="list-style-type: none"> • Se considera un impacto ambiental nulo. 	<ul style="list-style-type: none"> • No aplica en la etapa de operación.
		Olores	Preparación de alimentos	CONSTRUCCIÓN	
				<p>Los trabajadores serán locales, por lo que los alimentos serán comprados en lugares aledaños al proyecto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se recomienda establecer un lugar apto para que los trabajadores consuman los alimentos.
			OPERACIÓN		
			<ul style="list-style-type: none"> • Se considera un impacto ambiental nulo. 	<ul style="list-style-type: none"> • No aplica en la etapa de operación. 	
Desechos orgánicos	CONSTRUCCIÓN				
	<p>La generación de desechos orgánicos durante la etapa de construcción será relativamente baja,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es considerado de bajo impacto y corta duración. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe disponer un lugar específico para el almacenamiento de desechos orgánicos. • Los desechos deben ser almacenados en contenedores tapados apropiadamente evitando su exposición al sol, para evitar la propagación de insectos y roedores. 			

Continuación de la tabla XIX.

				OPERACIÓN	
				Durante la etapa de operación se generará desechos orgánicos en diferentes actividades que se realicen. • Es considerado de bajo impacto y corta duración.	• Para tener una mejor disposición de estos desechos se motivara a las personas del edificio a clasificar la basura, así crear una conciencia de reducción, rehusó y reciclaje.
			Servicios sanitarios	CONSTRUCCIÓN	
				Los servicios sanitarios serán utilizados por los empleados durante la etapa de construcción. • Es considerado de bajo impacto y corta duración.	• Se recomienda que durante la etapa de construcción los ejecutores contraten un servicio de baños portátiles. • El servicio a dichos sanitarios portátiles será suministrado por la misma empresa que será contratada, la cual será la responsable de brindar un tratamiento adecuado a los residuos producto de su uso.
				OPERACIÓN	
				• Se considera un impacto ambiental nulo.	• No aplica en la etapa de operación.
2	AGUA			CONSTRUCCIÓN	
		Abastecimiento agua	Abastecimiento agua	Durante la etapa de construcción el suministro de agua potable será proporcionado por camiones cisterna y serán almacenados en recipientes portátiles.	• Se recomienda contratar una empresa que suministre agua potable. • Brindar un uso adecuado al agua, donde no se genere un desperdicio de la misma.
				OPERACIÓN	
				El edificio será abastecido por una cisterna ubicada en el área de mantenimiento que bombea el agua por medio de un sistema hidroneumático.	• Se recomienda dar un uso adecuado y dar un mantenimiento adecuado a la tubería para evitar fugas.

Continuación de la tabla XIX.

		Agua residuales	De tipo ordinario	CONSTRUCCIÓN	
				Estas serán generadas por los empleados durante la etapa de construcción. • Es considerado de bajo impacto y corta duración.	<ul style="list-style-type: none"> Se recomienda que durante la etapa de construcción los ejecutores contraten un servicio de baños portátiles. El servicio a dichos sanitarios portátiles será suministrado por la misma empresa que será contratada, la cual será la responsable de brindar un tratamiento adecuado a los residuos producto de su uso.
				OPERACIÓN	
				Dichas aguas se encausaran hacia una planta de tratamiento ubicada en el proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> Dar el mantenimiento adecuado a la planta de tratamiento y a la red de drenajes de aguas residuales. Y dar una adecuada disposición a los lodos excedentes de la planta de tratamiento
			De tipo especial	<ul style="list-style-type: none"> No aplica en la etapa de operación. 	<ul style="list-style-type: none"> No aplica en la etapa de operación.
		Mezcla de aguas	No aplica	<ul style="list-style-type: none"> No aplica en la etapa de operación 	<ul style="list-style-type: none"> No aplica en la etapa de operación.
		Agua pluvial	Agua pluvial	CONSTRUCCIÓN	
				<ul style="list-style-type: none"> No aplica en la etapa de operación. 	<ul style="list-style-type: none"> No aplica en la etapa de operación.
				OPERACIÓN	
				Possible contaminación de las aguas pluviales debido a que pueden ser mezcladas con las aguas residuales.	<ul style="list-style-type: none"> Se recomienda que los sistemas de evacuación de las aguas pluviales sean separadas, es decir, sistemas independientes de aguas residuales de aguas pluviales.

Continuación de la tabla XIX.

3	SUELO	Desechos sólidos	De tipo ordinario	CONSTRUCCIÓN	
				Estas serán generadas por los empleados durante la etapa de construcción.	<ul style="list-style-type: none"> Se debe de establecer un lugar específico para el almacenamiento de desechos sólidos. Los desechos deben ser almacenados en recipientes debidamente tapados evitando su exposición al sol, para evitar la propagación de insectos y roedores.
				<ul style="list-style-type: none"> Es considerado de mediano impacto y corta duración. 	
				OPERACIÓN	
		Se producen diferentes desechos ordinarios como por ejemplo papel, plásticos, vidrios entre otros. Es indispensable concientizar a los usuarios.	<ul style="list-style-type: none"> Se implementará botes de basura con simbología para cada tipo de desecho. Para tener una mejor disposición de estos desechos se motivará a las personas del edificio a clasificar la basura, así crear una conciencia de reducción, rehusó y reciclaje. 		
		Desechos peligrosos	No aplica	<ul style="list-style-type: none"> No aplica en la etapa de operación. 	<ul style="list-style-type: none"> No aplica en la etapa de operación.
Descarga aguas residuales	De tipo ordinario	CONSTRUCCIÓN			
		Estas serán generadas por los empleados durante la etapa de construcción.	<ul style="list-style-type: none"> Se recomienda que durante la etapa de construcción los ejecutores contraten un servicio de baños portátiles. El servicio a estos sanitarios portátiles será suministrado por la misma empresa que será contratada la cual será la encargada de brindar un tratamiento adecuado. 		
		<ul style="list-style-type: none"> Es considerado de mediano impacto y corta duración. 			

Continuación de la tabla XIX.

				OPERACIÓN	
				<ul style="list-style-type: none"> No aplica en la etapa de operación. 	<ul style="list-style-type: none"> No aplica en la etapa de operación.
		Modificación de relieve	Es un impacto visual permanente	La ejecución del proyecto no causará modificaciones significativas al momento de la construcción.	<ul style="list-style-type: none"> Se recomienda que el área del proyecto presente una topografía plana.
4	biodiversidad	Flora	En caso que sea necesario tumar árboles se solicitara autorización a donde corresponda Municipalidad, Instituto nacional de bosques o consejo nacional de áreas protegidas.	CONSTRUCCIÓN	
				Si es necesario la tala de uno o más árboles se le solicitará a las autoridades el permiso correspondiente. <ul style="list-style-type: none"> Es considerado de bajo impacto debido a la extensión del terreno 	<ul style="list-style-type: none"> Se requiere que al estar finalizado el proyecto se realice alrededor del mismo una jardinización con especies endémicas.
		OPERACIÓN		Durante la etapa de operación no se será afectada la flora. Es considerado nulo este impacto.	<ul style="list-style-type: none"> Se recomienda realizar una jardinización y mantenimiento del lugar.
		Fauna	No aplica	Ya que en este sector de Estanzuela no se encuentra una fauna considerable que pueda ser afectada con la implementación del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> Promover educación ambiental Jardinizar el área del proyecto y sus alrededores.
		Ecosistema	Intervenido	El proyecto se llevará a cabo en un área intervenida.	<ul style="list-style-type: none"> Se requiere que al estar finalizado el proyecto se realice alrededor del mismo una jardinización con especies endémicas, para que logre mantener oxigena el área a ubicar el proyecto.
5	VISUAL	Modificación del Paisaje	Rótulos, administración de la ejecución del proyecto.	La ejecución del proyecto contempla la construcción de un edificio, el cual no modificará el paisaje de esa zona.	<ul style="list-style-type: none"> Utilización de estructuras y colores que se integren al paisaje de la localidad. Se requiere que al estar finalizada la construcción, se realice una jardinización en el área del proyecto, preferiblemente con especies endémicas.

Continuación de la tabla XIX.

6	SOCIAL	Cambios sociales	Durante la fase de construcción, los efectos causados por el polvo, humo, y personas ajenas al vecindario causan molestias alterando la tranquilidad del vecindario.	La ejecución del proyecto durante la fase de construcción generara impactos al ambiente, los cuales serán producidos dentro del área del proyecto, en los que se propusieron medidas de mitigación para cada tipo de impacto generado.	<ul style="list-style-type: none"> • Informar a los vecinos quien es el encargado del proyecto para canalizar cualquier duda o consulta. • Promover y fomentar la educación ambiental. • Se recomienda implementar las medidas de mitigación propuestas.
III. COSTO DEL PROYECTO					Q 929 585,97

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. El diseño de un sistema de alcantarillado sanitario requiere de un estudio minucioso de todas las características de la población y el lugar, el alcantarillado sanitario para el caserío Punta de Llano está diseñado para un período de funcionamiento de 30 años con una tasa de crecimiento del 3 por ciento, tubería PVC y fosas sépticas, basado en especificaciones del INFOM.
2. Con la implementación del sistema de alcantarillado sanitario en el caserío Punta de Llano, se contribuye al saneamiento ambiental y se evita la generación de enfermedades debido a la disposición de desechos hacia lugares públicos. Beneficiando a 540 habitantes actuales.
3. En el diseño estructural de la edificación de 2 niveles para la Mancomunidad de Nor-oriente se aplicaron diferentes criterios, los cuales proporcionan confiabilidad a los usuarios donde se tomaron en cuenta las condiciones de carga de acuerdo a la utilización de la misma. Además se consideró el efecto que puede producir un sismo en determinado momento debido a la zona altamente sísmica en la que se encuentra.

RECOMENDACIONES

A la Mancomunidad de Nor-oriente y Municipalidad de Usumatlán del departamento de Zacapa.

1. Dar prioridad a la ejecución de los proyectos propuestos, debido a que son de necesidad primaria para la salud y bienestar de la población del caserío Punta de Llano y el departamento de Zacapa.
2. Capacitar a los miembros del COCODE de la aldea Punta de Llano sobre el mantenimiento y operación del sistema de alcantarillado sanitario, para que el funcionamiento y durabilidad sea el adecuado durante el periodo de diseño.
3. Desarrollar una campaña de educación sanitaria a la población de la aldea Punta de Llano, sobre la utilidad del servicio sanitario. Para evitar que se depositen desechos sólidos dentro de las tuberías, ya que pueden ocasionar obstrucciones al flujo adecuado del caudal sanitario.
4. La construcción de ambos proyectos deberán ser ejecutados y supervisados por personal altamente calificado, para cumplir con las especificaciones que cada proyecto demanda, ya que así se garantiza la calidad de los mismos.

5. Actualizar los precios unitarios de cada renglón de trabajo de los proyectos, previo a la contratación, ya que están sujetos a variar debido a factores económicos y de inflación en los precios de los materiales y mano de obra.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute. ACI 318S-05. *Requisitos de reglamento para concreto estructural y comentario ACI 318SR-05* [en línea] [ref. de enero de 2005]. Disponible en web: www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/publicom/ACI_318-05_espanol.pdf.
2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas estructurales de diseño y construcción recomendadas para la República de Guatemala*. [en línea] [ref. de 2000] Disponible en web: www.iccg.org.gt.
3. CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 4a ed. México: Limusa, 1999. 639 p.
4. FUENTES LEONARDO, Armando Vinicio. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para las aldeas Los Bordos y el Arco, municipio de Teculután, Zacapa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2003. 192 p.
5. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para diseño de alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2001. 31 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Libreta Topografía aldea Punta de Llano

EST.	P.O	AZIMUT	ANG.VERT	H.SUP	H.MED	H.INF	D.H	Y	X	Z	OBSERVACIÓN
E-1	N.M	00°00'00"	00°00'00"					0,0000	0,0000	500	SALIDA,
H,I=1,415	R-1	05°00'30"	79°35'30"	1,000	0,820	0,639	34,922	34,7887	3,0487	507,010	PV
	R-2	189°02'15"	95°29'35"	4,000	3,906	3,812	18,628	-18,3967	-2,9261	495,718	S/LC
	R-3	188°02'10"	104°06'25"	1,735	1,518	1,300	40,916	-40,5142	-5,7199	489,615	PV
	R-4	271°00'53"	91°54'30"	1,000	0,882	0,763	23,674	0,4193	-23,6706	499,745	S/LC
	R-5	272°02'20"	91°55'13"	2,511	2,256	2,000	51,043	1,8160	-51,0107	497,448	S/LC
	R-6	271°53'05"	91°26'12"	2,695	2,348	2,000	69,456	2,2843	-69,4184	497,326	PV
	R-7	267°26'40"	90°35'00"	4,000	3,466	2,931	106,889	-4,7660	-106,7827	496,861	PI
	E-2	267°26'40"	90°35'00"	4,000	3,466	2,931	106,889	-4,7660	-106,7827	496,861	PI
E-2	E-1	87°26'40"						-4,7660	-106,7827	496,861	
H,I=1,416	R-8	285°37'10"	93°59'10"	0,728	0,614	0,500	22,690	1,3432	-128,6348	496,082	S/LC
	R-9	285°37'50"	90°55'10"	2,911	2,706	2,500	41,089	6,3048	-146,3522	494,912	PV
	R-10	278°24'23"	93°36'10"	3,411	3,206	3,000	40,938	1,2189	-147,2809	492,494	S/LC
	E-3	287°33'20"	95°52'48"	1,411	1,206	1,000	40,669	7,5010	-145,5575	492,883	AUX
E-3	E-2	107°33'20"						7,5010	-145,5575	492,883	
H,I=1,427	R-11	15°40'30"	77°08'45"	0,597	0,549	0,500	9,220	16,3781	-143,0665	495,865	S/LC
	R-12	16°15'35"	76°25'30"	1,669	1,585	1,500	15,969	22,8313	-141,0863	496,581	PV
	R-13	191°54'20"	108°28'29"	1,198	1,099	1,000	17,812	-9,9278	-149,2321	487,260	S/LC
	R-14	285°26'55"	91°29'45"	0,371	0,186	0,000	37,075	17,3768	-181,2930	493,600	PV
	R-15	283°16'35"	90°50'42"	0,869	0,685	0,500	36,892	15,9732	-181,4635	493,081	S/LC
	R-16	274°01'30"	92°46'30"	2,371	2,186	2,000	37,013	10,0990	-182,4792	490,330	S/LC
	R-17	278°21'48"	87°10'20"	3,073	2,787	2,500	57,161	15,8151	-201,1107	494,347	S/LC
	R-18	275°34'25"	87°31'31"	1,715	1,358	1,000	71,367	14,4325	-216,5871	496,037	S/LC
	E-4	191°40'30"	109°04'20"	0,755	0,628	0,500	22,777	-14,8047	-150,1667	485,808	PV
	E-5	273°46'08"	87°57'12"	1,402	0,951	0,500	90,085	13,4225	-235,4477	496,578	PV
E-4	E-3	11°40'30"						13,4225	-235,4477	496,578	PV
H,I=1,424	R-19	106°24'55"	90°03'20"	0,827	0,664	0,500	32,700	-24,0456	-118,7996	486,537	S/LC
	R-20	107°25'18"	90°21'00"	2,894	2,447	2,000	89,397	-41,5703	-64,8706	484,239	PV

Continuación del apéndice 1.

	R-21	286°09'05"	92°24'13"	1,213	1,107	1,000	21,263	-8,8898	-170,5905	485,233	S/LC
	R-22	284°00'52"	92°17'05"	1,355	1,178	1,000	35,440	-6,2214	-184,5557	484,640	PV
R-22	E-4	104°00'52"									
H,I=1,419	R-23	274°30'50"	86°14'28"	1,192	1,096	1,000	19,117	-4,7168	-203,6130	486,219	S/LC
E-5	E-3	00°00'00"						13,4225	-235,4477	496,578	
H,I=1,417	R-24	178°37'55"	99°52'05"	3,719	3,610	3,500	21,257	-7,8284	-234,9402	490,688	S/LC
	R-25	298°47'40"	97°06'20"	0,635	0,568	0,500	13,293	19,8253	-247,0971	495,770	PV
	R-26	12°40'50"	76°28'52"	3,785	3,643	3,500	26,943	39,7083	-229,5333	500,830	PV
	E-6	225°05'50"	101°47'28"	1,271	1,136	1,000	25,968	-4,9085	-253,8410	491,439	PV
	E-7	223°50'20"	101°13'28"	1,322	1,161	1,000	30,980	-8,9231	-256,9055	490,686	PI
	E-8	211°52'50"	101°36'00"	1,873	1,687	1,500	35,792	-16,9703	-254,3513	488,961	PV
	E-9	302°59'12"	96°36'05"	0,764	0,632	0,500	26,051	27,6058	-257,2992	494,348	S/LC
E-9	E-5	122°59'12"						-7,8284	-234,9402	490,688	
H,I=1,386	R-27	321°47'48"	94°11'40"	1,132	1,066	1,000	13,129	37,9228	-265,4189	493,705	S/LC
	R-28	319°18'35"	90°07'55"	1,617	1,309	1,000	61,700	74,3895	-297,5257	490,283	PV
E-6	E-5	00°00'00"						-7,8284	-234,9402	490,688	
H,I=1,375	R-29	319°02'40"	92°49'28"	0,775	0,638	0,500	27,433	15,8094	-271,8226	490,823	S/LC
	R-30	320°39'23"	92°06'25"	2,320	2,160	2,000	31,957	19,4124	-274,5712	489,477	S/CALLEJON
	E-10	319°33'25"	93°00'00"	1,427	1,214	1,000	42,583	28,0234	-280,8373	489,369	PV
	E-11	242°30'13"	103°20'13"	1,181	1,091	1,000	17,137	-12,8205	-269,0422	487,661	PI
E-11	E-6	62°30'13"						-12,8205	-269,0422	487,661	
H,I=1,409	R-31	318°48'30"	92°55'10"	1,333	1,167	1,000	33,214	12,1734	-290,9163	486,210	PV
	E-12	313°11'50"	90°40'40"	1,173	1,087	1,000	17,298	-0,9798	-281,6525	487,779	PI
E-8	E-5	31°52'50"						-7,8284	-234,9402	490,688	
H,I=1,405	R-32	153°22'00"	107°41'48"	1,173	1,087	1,000	15,701	-31,0053	-247,3129	484,270	S/LC
	R-33	157°31'45"	106°44'20"	0,919	0,710	0,500	38,424	-52,4769	-239,6651	478,100	PV
	E-13	158°43'48"	106°26'40"	0,930	0,715	5,000	39,554	-53,8299	-240,0026	477,976	AUX,

Continuación del apéndice 1.

E-13	E-8	338°43'48"							-7,8284	-234,9402	490,688	
H,I=1,419	R-34	258°30'48"	91°02'58"	1,147	1,074	1,000	14,695	-56,7563	-254,4032	478,052		PV
	R-35	45°08'15"	92°16'00"	1,088	1,044	1,000	8,786	-47,5245	-233,8841	478,003		PV
	R-36	51°46'55"	89°39'05"	1,230	1,117	1,000	23,399	-39,3540	-221,6189	478,420		S/LC
	R-37	53°14'00"	89°32'22"	1,283	1,142	1,000	28,298	-36,8910	-217,3336	478,481		S/LC
	R-38	57°14'00"	89°48'35"	1,353	1,177	1,000	35,300	-34,7249	-210,3194	478,336		S/LC
	E-14	61°28'10"	89°54'48"	1,439	1,220	1,000	43,900	-32,8621	-201,4337	478,242		S/LC
E-14	E-13	241°28'10"							-32,8621	-201,4337	478,242	
H,I=1,404	R-39	77°31'28"	90°45'50"	1,175	1,088	1,000	17,497	-29,0823	-184,3498	478,325		PV
	E-15	86°10'40"	89°46'38"	1,315	1,158	1,000	31,500	-30,7623	-170,0037	478,611		S/LC
E-15	E-14	266°10'40"							-30,7623	-170,0037	478,611	
H,I=1,395	R-40	106°24'52"	90°42'15"	1,157	1,079	1,000	15,697	-35,1980	-154,9465	478,611		S/LC
	R-41	107°14'50"	90°50'00"	1,412	1,206	1,000	41,194	-42,9761	-130,6620	478,294		S/LC
	E-16	109°07'35"	90°14'00"	1,674	1,337	1,000	67,399	-52,8458	-106,3253	478,395		S/LC
E-16	E-15	289°07'35"							-52,8458	-106,3253	478,395	
H,I=1,414	R-42	111°19'15"	88°57'30"	1,140	1,070	1,000	13,995	-57,9342	-93,2881	478,993		CURVA
	R-43	107°33'50"	87°58'50"	1,231	1,116	1,000	23,071	-59,8079	-84,3298	479,507		CURVA
	R-44	102°06'10"	87°03'35"	1,302	1,151	1,000	30,121	-59,1611	-76,8738	480,205		CURVA
	E-17	105°43'40"	86°56'30"	1,305	1,153	1,000	30,413	-61,0898	-77,0509	480,281		AUX,
E-17	E-16	285°43'40"							-61,0898	-77,0509	480,281	
H,I=1,318	R-45	34°37'10"	86°05'10"	1,069	1,035	1,000	6,868	-55,4378	-73,1490	481,034		
	R-46	49°02'48"	80°31'05"	1,360	1,180	1,000	35,023	-38,1342	-50,6000	486,268		
R-35	E-13	244°08'15"							-93,6746	-239,0743	474,548	
H,I=1,395	R-47	129°42'15"	106°12'05"	1,047	1,024	1,000	4,334	-50,2932	-230,5497	477,115		F.TOMA
	R-48	220°26'45"	102°26'15"	1,060	1,030	1,000	5,722	-51,8791	-237,5961	477,106		F.TOMA
	R-49	184°54'10"	97°27'40"	1,241	1,121	1,000	23,694	-71,1318	-235,9091	475,175		S/LC
	E-18	186°25'00"	95°40'30"	0,469	0,235	0,000	46,441	-93,6746	-239,0743	474,548		PI/LC

Continuación del apéndice 1.

E-18	R-35	06°25'40"						-7,8284	-234,9402	490,688	
H _i =1,387	R-50	214°08'08"	96°10'08"	1,067	1,034	1	60623	-99,1565	-242,7908	474,186	S/LC ENT,FOSA
	E-19	225°34'00"	98°22'00"	1,24	1,12	1	23,492	-110,1208	-255,8491	471,360	AUX,
E-19	E-18	45°34'00"						-7,8284	-234,9402	490,688	
H _i =1,378	R-51	39°28'38"	82°55'25"	1,092	1,046	1	9,06	-103,1776	-250,089	472,817	P/FOSA
	R-52	62°24'18"	83°04'05"	1,084	1,042	1	8,278	-106,2863	-248,5128	472,702	P/FOSA
	R-53	210°08'23"	98°15'08"	1,162	1,081	1	15,866	-123,8418	-263,8156	469,356	P/FOSA
	R-54	264°49'45"	101°13'30"	1,16	1,08	1	15,394	-111,5082	-271,1804	468,603	P/FOSA

Apéndice 2. **Cálculo hidráulico alcantarillado sanitario**

Tramo	DE	A	Cota terreno		Dist, H	S (%)	Viviendas		Población		fqm
			Inicio	Final			Local	Acum	Actual	Futura	
I	R-1	E-1	507,01	500,00	34,92	20,07	3	3	18	44	0,0022
	E-1	R-4	500,00	499,75	23,67	1,06	1	4	24	58	0,0022
	R-4	R-5	499,75	497,45	27,38	8,40	2	6	36	87	0,0022
	R-5	R-6	497,45	497,33	18,41	0,65	1	7	42	102	0,0022
	R-6	R-7	497,33	496,86	38,02	1,24	8	15	90	218	0,0022
	R-7	R-9	496,86	494,91	41,09	4,75	7	22	132	320	0,0022
I	R-12	R-9	496,58	494,91	17,35	9,63	1	1	6	15	0,0022
	R-9	R-14	494,91	493,60	36,65	3,57	7	30	180	437	0,0022
I	E-5	R-14	496,58	493,60	54,30	5,49	6	6	36	87	0,0022
	R-14	R-22	493,60	484,64	23,82	37,62	1	37	222	539	0,0022
I	E-6	R-24	491,44	490,69	19,13	3,92	1	1	6	15	0,0022
	R-24	R-23	490,69	486,22	31,48	14,20	4	5	30	73	0,0022
	R-23	R-22	486,22	484,64	19,12	8,26	1	6	36	87	0,0022
I	E-4	R-22	485,81	484,64	35,44	3,30	2	2	12	29	0,0022
	R-22	R-39	484,64	478,33	22,86	27,60	1	46	276	670	0,0022
I	R-9	E-4	494,91	485,81	21,45	42,42	1	1	6	15	0,0022
	E-4	R-19	485,81	486,54	32,70	-2,23	4	5	30	73	0,0022
	R-19	R-20	486,54	484,24	56,71	4,06	6	11	66	160	0,0022
I	R-6	R-46	497,33	486,27	44,58	24,81	4	4	24	58	0,0022
	R-46	R-20	486,27	484,24	14,68	13,83	1	5	30	73	0,0022
	R-20	R-45	484,24	481,03	16,15	19,88	0	16	96	233	0,0022
	R-45	R-44	481,03	480,21	5,27	15,56	0	16	96	233	0,0022
	R-44	R-43	480,21	479,51	7,48	9,36	0	16	96	233	0,0022
	R-43	R-42	479,51	478,99	9,15	5,68	0	16	96	233	0,0022

Continuación del apéndice 2.

	R-42	R-41	478,99	478,29	40,26	1,74	0	16	96	233	0,0022
	R-41	E-15	478,29	478,61	41,19	-0,78	0	16	96	233	0,0022
	E-15	R-39	478,61	478,33	14,44	1,94	0	16	96	233	0,0022
	R-39	E-14	478,33	478,24	17,50	0,51	0	62	372	903	0,0022
	E-14	E-37	478,24	478,48	16,40	-1,46	1	63	378	918	0,0022
	R-37	R-35	478,48	478,00	19,64	2,44	1	64	384	932	0,0022
I	R-26	E-5	500,83	496,58	26,94	15,78	1	1	6	15	0,0022
	E-5	E-6	496,58	491,44	25,97	19,79	2	3	18	44	0,0022
	E-6	E-7	491,44	490,69	5,05	14,85	0	3	18	44	0,0022
	E-7	E-8	490,69	488,96	8,44	20,50	0	3	18	44	0,0022
I	E-5	R-25	496,58	495,77	13,29	6,09	1	1	6	15	0,0022
	R-25	E-9	495,77	494,35	12,83	11,07	1	2	12	29	0,0022
	E-9	R-27	494,35	493,71	13,13	4,87	1	3	18	44	0,0022
I	E-6	R-29	491,44	490,82	27,43	2,26	1	1	6	15	0,0022
	R-29	E-10	490,82	489,37	15,15	9,57	0	1	6	15	0,0022
I	R-28	R-27	490,28	493,71	48,59	-7,06	5	5	30	73	0,0022
	R-27	E-10	493,71	489,37	19,13	22,69	2	10	60	146	0,0022
	E-10	R-31	489,37	486,21	18,01	17,55	1	12	72	175	0,0022
	R-31	E-12	486,21	487,78	16,09	-9,76	2	14	84	204	0,0022
	E-12	E-11	487,78	487,66	17,30	0,69	2	16	96	233	0,0022
	E-11	E-8	487,66	488,96	15,27	-8,51	0	16	96	233	0,0022
	E-8	R-32	488,96	484,27	15,70	29,87	2	21	126	306	0,0022
	R-32	R-33	484,27	478,10	22,79	27,07	2	23	138	335	0,0022
I	R-34	R-33	478,05	478,10	15,35	-0,33	1	1	6	15	0,0022
	R-33	R-35	478,10	478,00	7,63	1,31	0	24	144	350	0,0022
	R-35	R-49	478,00	475,18	23,69	11,90	1	89	534	1296	0,0022
	R-49	E-18	475,18	474,55	22,76	2,77	1	90	540	1311	0,0022
	E-18	E-19	474,55	471,36	23,49	13,58	0	90	540	1311	0,0022

FH		Qdiseño (l/s)		Ø (plg)	S%	Area m²	Seccion Llena		Rel actual	
Actual	Futuro	Actual	Futuro				Vel (m/s)	Q(l/s)	q/Q	d/D
4,39	4,33	0,174	0,416	6	20,07	0,01824	5,07	92,53	0,001877	0,033
4,37	4,30	0,231	0,551	6	3,90	0,01824	2,24	40,79	0,005656	0,054
4,34	4,26	0,344	0,819	6	5,74	0,01824	2,71	49,48	0,006949	0,060
4,33	4,24	0,4	0,951	6	2,39	0,01824	1,75	31,93	0,012529	0,079
4,26	4,13	0,843	1,987	6	1,26	0,01824	1,27	23,18	0,036347	0,131
4,21	4,07	1,222	2,866	6	3,71	0,01824	2,18	39,78	0,030722	0,121
4,43	4,40	0,059	0,141	6	12,29	0,01824	3,97	72,40	0,000808	0,022
4,16	4,00	1,649	3,848	6	2,22	0,01824	1,69	30,77	0,053589	0,158
4,34	4,26	0,344	0,819	6	5,48	0,01824	2,65	48,35	0,007112	0,061
4,13	3,96	2,018	4,691	6	17,87	0,01824	4,79	87,31	0,023110	0,105

Continuación del apéndice 2.

4,43	4,40	0,059	0,141	6	12,29	0,01824	3,97	72,40	0,000808	0,022
4,35	4,28	0,287	0,685	6	9,01	0,01824	3,40	61,99	0,004636	0,050
4,34	4,26	0,344	0,819	6	8,10	0,01824	3,22	58,78	0,005850	0,055
4,41	4,36	0,116	0,279	6	7,00	0,01824	3,00	54,64	0,002129	0,034
4,09	3,91	2,486	5,756	6	13,41	0,01824	4,15	75,63	0,032866	0,125
4,43	4,40	0,059	0,141	6	42,41	0,01824	7,37	134,50	0,000435	0,017
4,35	4,28	0,287	0,685	6	3,11	0,01824	2,00	36,42	0,007891	0,063
4,29	4,18	0,623	1,474	6	1,58	0,01824	1,42	25,96	0,023987	0,107
4,37	4,30	0,231	0,551	6	24,80	0,01824	5,64	102,85	0,002243	0,036
4,35	4,28	0,287	0,685	6	13,62	0,01824	4,18	76,22	0,003771	0,045
4,25	4,12	0,897	2,114	6	17,19	0,01824	4,69	85,63	0,010478	0,073
4,25	4,12	0,897	2,114	6	14,97	0,01824	4,38	79,91	0,011228	0,075
4,25	4,12	0,897	2,114	6	8,96	0,01824	3,39	61,82	0,014514	0,085
4,25	4,12	0,897	2,114	6	5,36	0,01824	2,62	47,82	0,018765	0,095
4,25	4,12	0,897	2,114	6	1,67	0,01824	1,46	26,69	0,033618	0,126
4,25	4,12	0,897	2,114	6	1,18	0,01824	1,23	22,44	0,039993	0,137
4,25	4,12	0,897	2,114	6	1,16	0,01824	1,22	22,24	0,040337	0,137
4,04	3,83	3,304	7,605	6	0,40	0,01824	0,72	13,06	0,252929	0,341
4,03	3,82	3,354	7,718	6	0,40	0,01824	0,72	13,06	0,256803	0,346
4,03	3,82	3,405	7,832	6	0,39	0,01824	0,71	12,90	0,263994	0,351
4,43	4,40	0,059	0,141	6	15,79	0,01824	4,50	82,07	0,000713	0,022
4,39	4,33	0,174	0,416	6	19,66	0,01824	5,02	91,58	0,001897	0,021
4,39	4,33	0,174	0,416	6	14,17	0,01824	4,26	77,75	0,002234	0,035
4,39	4,33	0,174	0,416	6	20,15	0,01824	5,08	92,71	0,001874	0,033
4,43	4,40	0,059	0,141	6	12,29	0,01824	3,97	72,40	0,000808	0,022
4,41	4,36	0,116	0,279	6	6,67	0,01824	2,92	53,34	0,002181	0,035
4,39	4,33	0,174	0,416	6	4,81	0,01824	2,48	45,30	0,003835	0,045
4,43	4,40	0,059	0,141	6	12,29	0,01824	3,97	72,40	0,000808	0,022
4,43	4,40	0,059	0,141	6	12,29	0,01824	3,97	72,40	0,000808	0,022
4,35	4,28	0,287	0,685	6	3,38	0,01824	2,08	37,97	0,007569	0,059
4,30	4,20	0,567	1,344	6	1,70	0,01824	1,48	26,93	0,021068	0,101
4,28	4,17	0,678	1,603	6	1,48	0,01824	1,38	25,13	0,026982	0,113
4,26	4,14	0,788	1,859	6	1,29	0,01824	1,29	23,46	0,033588	0,126
4,25	4,12	0,897	2,114	6	1,14	0,01824	1,21	22,05	0,040689	0,139
4,25	4,12	0,897	2,114	6	1,15	0,01824	1,21	22,15	0,040512	0,138
4,21	4,07	1,168	2,742	6	5,77	0,01824	2,72	49,61	0,023550	0,106
4,20	4,06	1,276	2,99	6	26,94	0,01824	5,88	107,20	0,011902	0,077
4,43	4,40	0,059	0,141	6	12,29	0,01824	3,97	72,40	0,000808	0,022
4,20	4,05	1,33	3,114	6	0,83	0,01824	1,03	18,82	0,070659	0,180
3,96	3,72	4,651	10,62	8	3,61	0,03243	2,61	84,51	0,055040	0,160
3,96	3,72	4,701	10,73	8	2,64	0,03243	2,23	72,27	0,065043	0,173
3,96	3,72	4,701	10,73	8	13,48	0,03243	5,04	163,31	0,028784	0,117

Continuación del apéndice 2.

Chek Act	Rel futura		Chek Fut	Cotas Invert		Altura Pozos	
	V	q/Q		d/D	V	Salida	Entrada
0,99	0,00449	0,049	1,29	505,61	498,60	1,40	1,40
0,60	0,01351	0,082	0,79	498,57	497,65	1,43	2,10
0,78	0,01655	0,090	1,02	497,62	496,05	2,13	1,40
0,60	0,02979	0,119	0,78	496,02	495,58	1,43	1,75
0,60	0,08570	0,198	0,78	495,55	495,07	1,78	1,79
0,99	0,07205	0,182	1,27	495,04	493,51	1,82	1,40
0,60	0,00195	0,033	0,78	495,18	493,05	1,40	1,86
0,90	0,12506	0,239	1,15	493,02	492,20	1,89	1,40
0,77	0,01694	0,091	1,00	495,18	492,20	1,40	1,40
1,98	0,05373	0,158	2,55	487,50	483,24	6,10	1,40
0,60	0,00195	0,033	0,78	490,04	487,69	1,40	3,00
0,87	0,01106	0,074	1,13	487,66	484,82	3,03	1,40
0,88	0,01393	0,083	1,15	484,79	483,24	1,43	1,40
0,60	0,00511	0,052	0,79	484,41	481,93	1,40	2,71
1,91	0,07611	0,187	2,45	480,00	476,93	4,64	1,40
0,93	0,00105	0,025	1,20	493,51	484,41	1,40	1,40
0,60	0,01882	0,096	0,78	484,38	483,37	1,43	3,17
0,60	0,05677	0,162	0,77	483,34	482,44	3,20	1,80
1,17	0,00536	0,053	1,50	495,93	484,87	1,40	1,40
1,00	0,00899	0,068	1,31	484,84	482,84	1,43	1,40
1,54	0,02468	0,109	1,99	482,41	479,63	1,83	1,40
1,46	0,02645	0,112	1,89	479,60	478,81	1,43	1,40
1,23	0,03419	0,127	1,58	478,78	478,11	1,43	1,40
1,02	0,04420	0,144	1,32	478,08	477,59	1,43	1,40
0,68	0,07919	0,191	0,88	477,56	476,89	1,43	1,40
0,60	0,09421	0,208	0,77	476,86	476,38	1,43	2,23
0,60	0,09502	0,209	0,77	476,35	476,18	2,26	2,15
0,60	0,58217	0,548	0,74	476,15	476,08	2,18	2,16
0,60	0,59089	0,553	0,75	476,05	475,98	2,19	2,50
0,60	0,60723	0,563	0,74	475,95	475,88	2,53	2,12
0,67	0,00172	0,033	0,88	499,43	495,18	1,40	1,40
0,73	0,00454	0,049	1,27	495,15	490,04	1,43	1,40
0,87	0,00535	0,053	1,14	490,01	489,29	1,43	1,40
1,00	0,00449	0,049	1,29	489,26	487,56	1,43	1,40
0,60	0,00195	0,033	0,78	495,18	493,55	1,40	2,22
0,60	0,00523	0,053	0,78	493,52	492,66	2,25	1,69
0,60	0,00918	0,068	0,78	492,63	492,00	1,72	1,71
0,60	0,00195	0,033	0,78	490,04	486,67	1,40	4,15
0,60	0,00195	0,033	0,78	486,64	484,78	4,18	4,59
0,60	0,01805	0,099	0,83	488,88	487,24	1,40	6,47

Continuación del apéndice 2.

0,60	0,04991	0,152	0,77	487,21	486,88	6,50	2,49
0,60	0,06379	0,172	0,77	484,75	484,48	4,62	1,73
0,60	0,07926	0,191	0,77	484,45	484,24	1,76	3,54
0,60	0,09585	0,210	0,77	484,21	484,02	3,57	3,64
0,60	0,09543	0,209	0,77	483,99	483,81	3,67	5,15
1,13	0,05526	0,160	1,46	483,78	482,87	5,18	1,40
2,00	0,02789	0,115	2,57	482,84	476,70	1,43	1,40
0,60	0,00195	0,033	0,78	476,65	474,76	1,40	3,34
0,60	0,16548	0,276	0,76	474,73	474,67	3,37	3,33
1,40	0,12567	0,240	1,78	474,64	473,78	3,36	1,40
1,26	0,14847	0,261	1,60	473,75	473,15	1,43	1,40
2,23	0,06571	0,174	2,85	473,12	469,96	1,43	1,40

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Cuadro de resumen de armado de vigas

SENTIDO Y						
SEGUNDO NIVEL						
VIGA	MOMENTO KG-M	As cm ²	ARMADO		REFUERZO TRANSVERSAL	
			CORRIDO	BASTONES		
C-D	M-1	3 622,49	4,8	2 No. 5	1 No. 4	1 No. 3 @ 5 cm + 9 No.3 @ 7 cm y resto No.3 @ 15 cm.
	M+	1 641,02	2,13	2 No. 5	0	
	M-2	4 373,17	5,84	2 No. 5	1 No. 5	
D-I	M-1	4 377,69	5,84	2 No. 5	1 No. 5	1 No. 3 @ 5 cm + 9 No.3 @ 7 cm y resto No.3 @ 15 cm.
	M+	1 641,36	2,13	2 No. 5	0	
	M-2	3 629,95	4,81	2 No. 5	1 No. 4	
PRIMER NIVEL						
B-E	M-1	7 974,25	11,1	2 No. 5 + 2 No. 4	3 No. 5	1 No. 3 @ 5 cm + 9 No.3 @ 7 cm y resto No.3 @ 15 cm.
	M+	2 900,09	3,81	2 No. 5	0	
	M-2	8 845,83	12,46	2 No. 5 + 2 No. 4	3 No. 5	
E-H	M-1	8 842,49	12,46	2 No. 5 + 2 No. 4	3 No. 5	1 No. 3 @ 5 cm + 9 No.3 @ 7 cm y resto No.3 @ 15 cm.
	M+	2 899,95	3,81	2 No. 5	0	
	M-2	7 965,41	11,1	2 No. 5 + 2 No. 4	3 No. 5	
SENTIDO X						
SEGUNDO NIVEL						
C-D	M-1	4 382,26	5,85	2 No. 5	1 No. 5	1 No. 3 @ 5 cm + 9 No.3 @ 7 cm y resto No.3 @ 15 cm,
	M+	3 29,3	0,42	2 No. 5	0	
	M-2	5 302,79	7,15	2 No. 5	2 No. 5	
D-I	M-1	4 783,71	6,41	2 No. 5	2 No. 4	1 No. 3 @ 5 cm + 9 No.3 @ 7 cm y resto No.3 @ 15 cm.
	M+	1 32,01	0,17	2 No. 5	0	
	M-2	4 781,31	6,41	2 No. 5	2 No. 5	
I-J	M-1	5 304,52	7,15	2 No. 5	2 No. 5	1 No. 3 @ 5 cm + 9 No.3 @ 7 cm y resto No.3 @ 15 cm.
	M+	3 29,55	0,42	2 No. 5	0	
	M-2	4 386,26	5,85	2 No. 5	1 No. 5	
PRIMER NIVEL						
B-E	M-1	10 347,75	14,88	2 No. 6 + 2 No. 5	2 No. 6	1 No. 3 @ 5 cm + 10 No.3 @ 7 cm y resto No.3 @ 15 cm.
	M+	979,4	1,26	2 No. 5	0	
	M-2	12 786,45	19,07	2 No. 6 + 2 No. 5	3 No. 6 + 1 No. 3	
E-H	M-1	11 347,59	16,55	2 No. 6 + 2 No. 5	2 No. 6 + 1 No. 4	1 No. 3 @ 5 cm + 10 No.3 @ 7 cm y resto No.3 @ 15 cm.
	M+	192,02	0,25	2 No. 5	0	
	M-2	11 347,66	16,55	2 No. 6 + 2 No. 5	2 No. 6 + 1 No. 4	
H-K	M-1	12 788,9	19,07	2 No. 6 + 2 No. 5	2 No. 6	1 No. 3 @ 5 cm + 10 No.3 @ 7 cm y resto No.3 @ 15 cm.
	M+	979,51	1,26	2 No. 5	0	
	M-2	10 340,44	14,88	2 No. 6 + 2 No. 5	3 No. 6 + 1 No. 3	

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Resultado estudio de suelos, ensayo de compresión triaxial



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



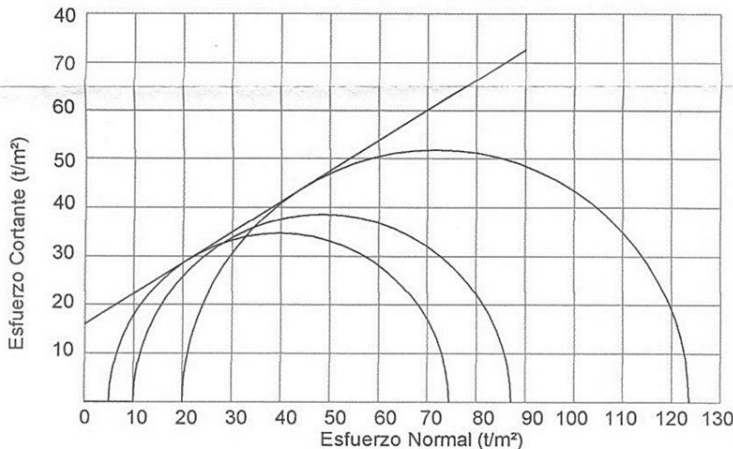
Nº 21154

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No. 290 S.S. O.T.: 27,443

INTERESADO: Marco Leonel Rodríguez Flores
PROYECTO: EPS-Diseño de la edificación de dos niveles para la Comunidad Nororiente.
UBICACIÓN: Municipio de Estanzuela, Zacapa.
Fecha: 15 de octubre de 2010.

pozo: 1 Profundidad: 2.50 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 32.18^\circ$	COHESIÓN: $C_u = 16.0 \text{ t/m}^2$
---	--------------------------------------

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.

DESCRIPCION DEL SUELO: Arena pómez blanca.

DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"

OBSERVACIONES: Muestra tomada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (t/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(t/m ²)	69.42	77.07	103.48
PRESION INTERSTICIAL u(t/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	2.0	3.0	4.0
DENSIDAD SECA (t/m ³)	1.03	1.03	1.03
DENSIDAD HUMEDA (t/m ³)	1.22	1.22	1.22
HUMEDAD (%H)	18.4	18.4	18.4



Vo. Bo.

Inga. Telma Maicela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Melorano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERÍA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Anexo 2. Nota aclaratoria de la descripción sobre el tipo del suelo



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




Guatemala, 12 de marzo de 2013-03-12

Ing. Ronald Estuardo Galindo
Jefe del Departamento de Estructuras
Escuela de Ingeniería Civil

Por este medio se hace la aclaración del resultado del Ensayo de Compresión Triaxial del estudiante **Marco Leonel Rodríguez Flores**, carnet **2006-20030**, el cual se obtuvo un ángulo de fricción interna de 32.18° y una cohesión aparente de 16 T/m^2 . La descripción del material que aparece en el informe se describe como una arena pómez blanca, siendo esta la clasificación visual que se le da a los suelos (la inspección visual no toma los parámetros de clasificación como lo son el ensayo de granulometría y límites de atterberg) por lo cual solo se toma en cuenta el material de mayor presencia en el suelo, siendo en este caso la arena y la conformación del material la cual es una desintegración de la roca volcánica pumita, la cual se forma cuando grandes cantidades de gases escapan a través de la lava para generar una masa gris y porosa que al consolidarse forma bloques sólidos de suelo.

Atentamente



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez

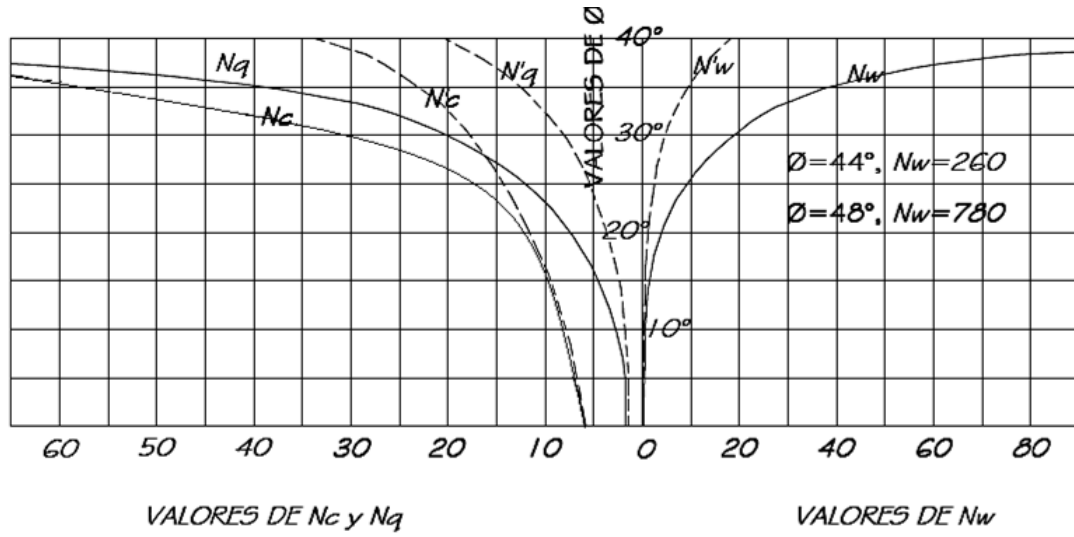
Jefe de la Sección de Mecánica de Suelos



FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-5115, Planta: 2418-8000 Ext. 80209 y 80221 Fax: 2418-5121
Página web: <http://ciii.usac.edu.gt>

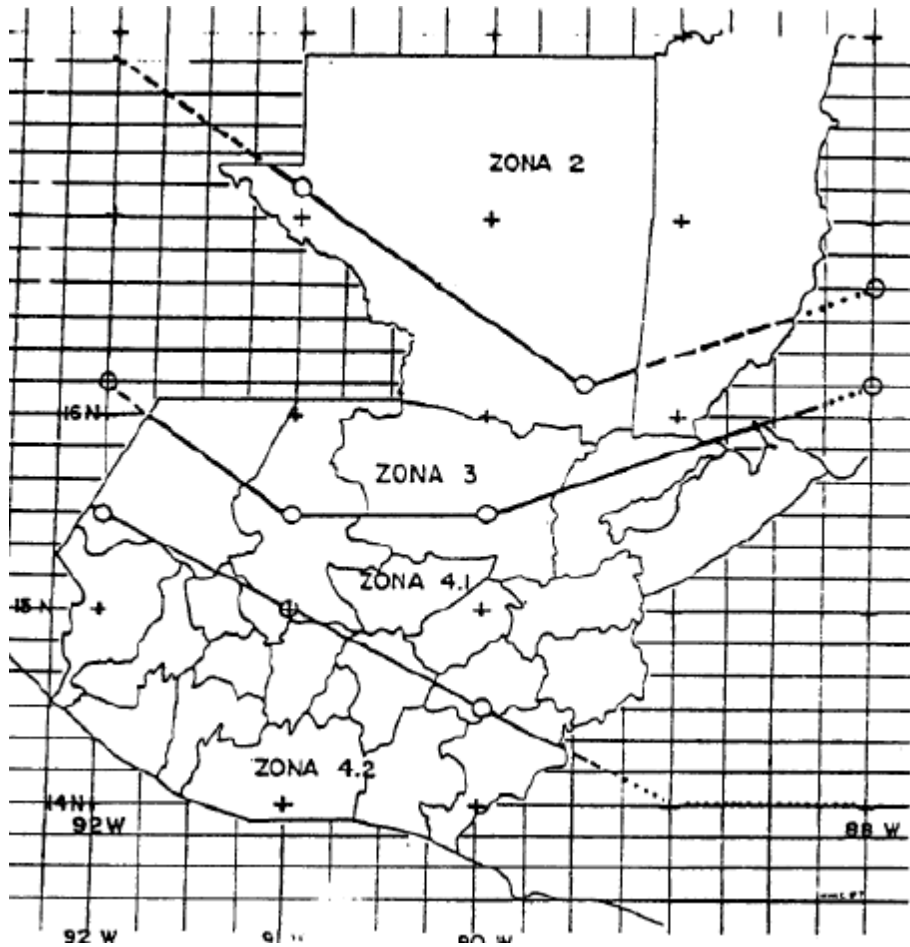
Fuente: mecánica de suelos, CII/USAC.

Anexo 3. Factores de carga de muestra de suelos



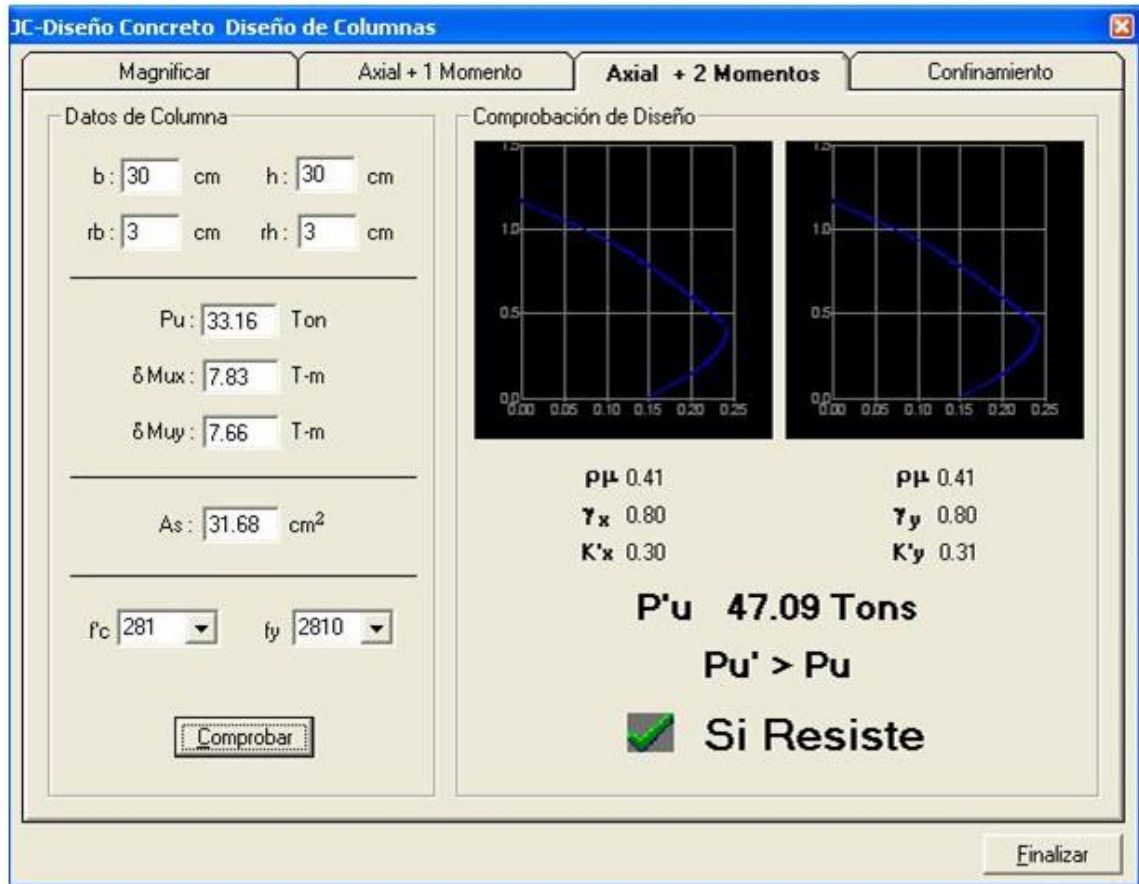
Fuente: CRESPO VILLALALAZ, Carlos. Mecanica de suelos y cimentaciones p. 180.

Anexo 4. **Mapa de microzonificación sísmica de Guatemala**



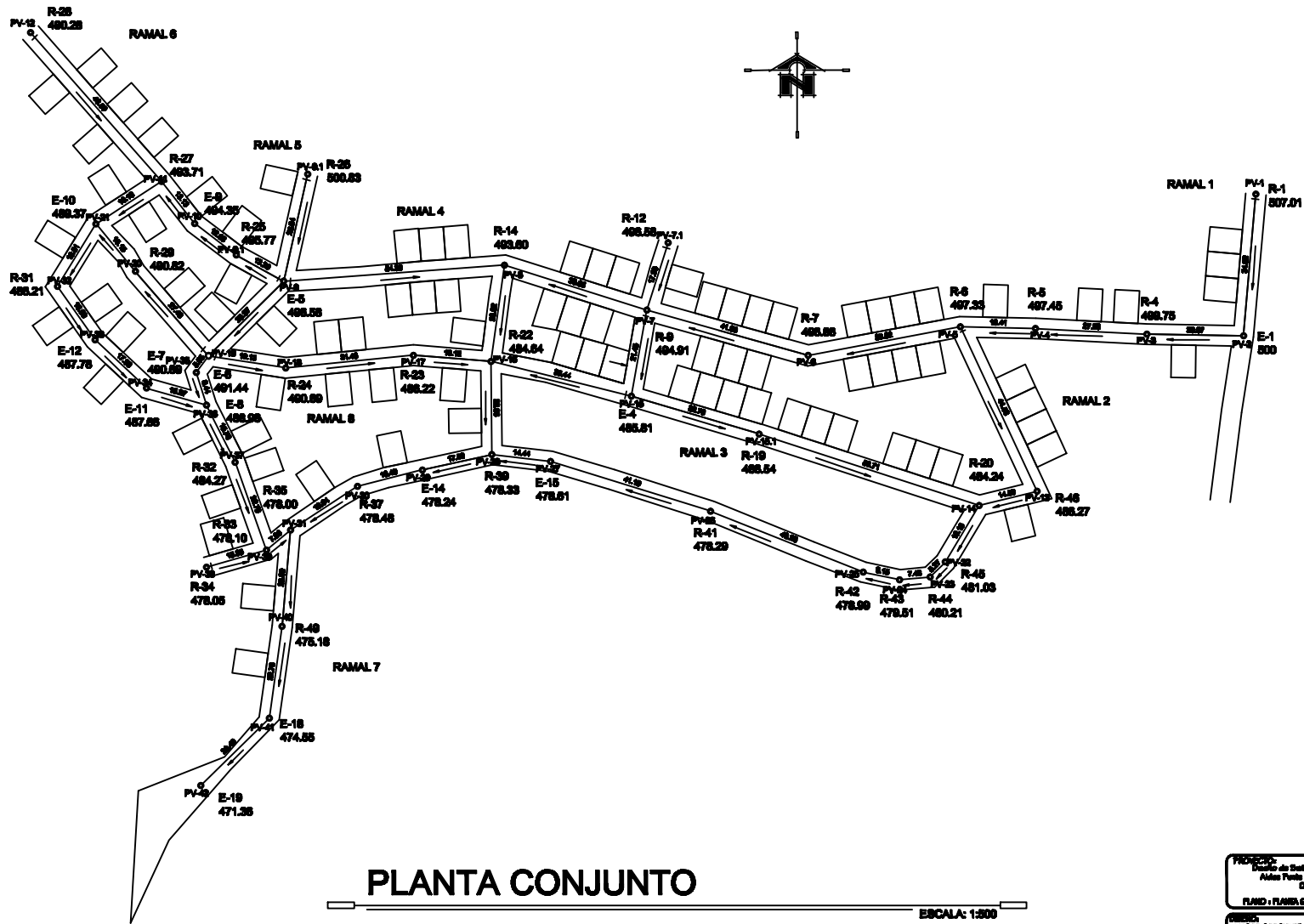
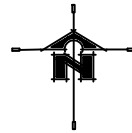
Fuente: AGIES NR-2: 2000, figura 3.1 Mapa de microzonificación sísmica de Guatemala.

Anexo 5. Diagramas de interacción 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 6. **Planos constructivos**



PLANTA CONJUNTO

ESCALA: 1:500

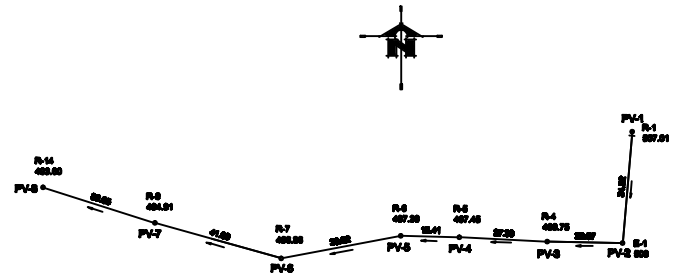


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL S1

PROYECTO: Diseño de Sistema de Abastecimiento Urbano de la Aldea Panto del Usumac, Municipio de Usumac, Departamento de Suchitepéquez

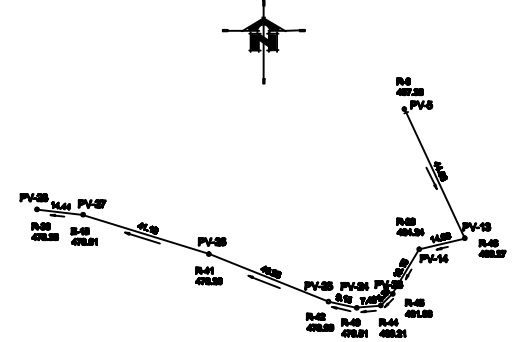
FLUJO Y PLANTA GENERAL DE DISEÑO DE ACUEDUCTADO

DISEÑO: <input checked="" type="checkbox"/> DIBUJO: <input type="checkbox"/> CREDENCIAL: <input type="checkbox"/> REVISIÓN: <input type="checkbox"/> ESCALA: 1:500	APROBADO: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
--	---



PLANTA RAMAL 1 (R-1 A R-14)

ESCALA: 1:750

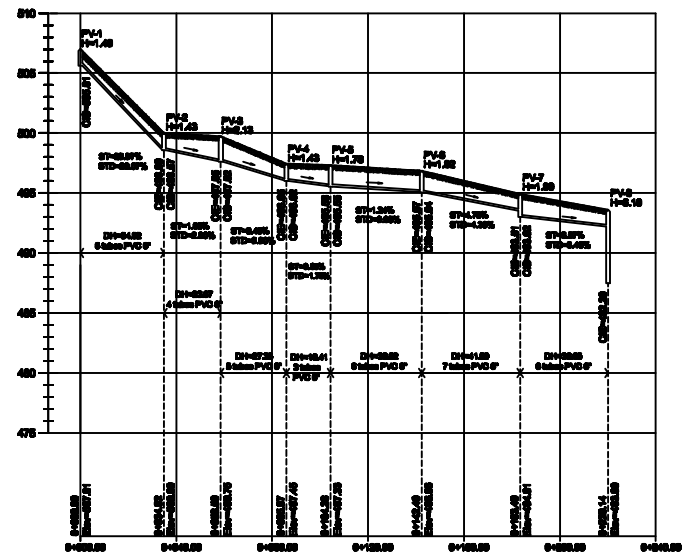
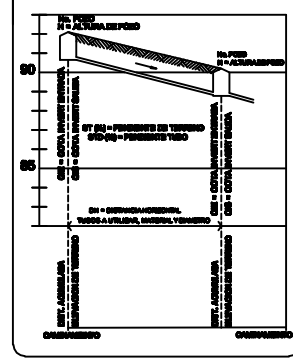


PLANTA RAMAL 2 (R-6 A R-39)

ESCALA: 1:750

NOMENCLATURA

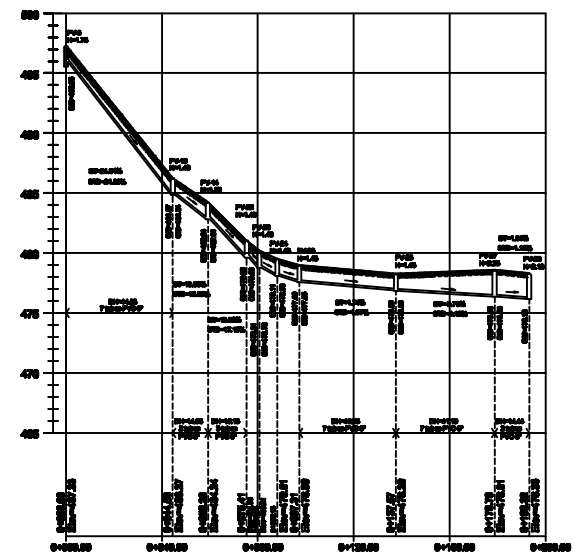
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
○	POZO DE VISITA
—○—	RAMAL DE DISEÑO
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	PERFIL NATURAL DEL TERRENO
—	POZO DE VISITA (Ø X)
—	TUBERÍA PVC - NORMA ASTM D-3054
PV	POZO DE VISITA



PERFIL RAMAL 1 (R-1 A R-14)

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:200

VER PENDIENTES



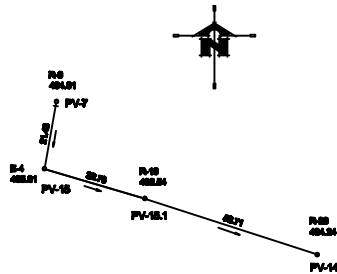
PERFIL RAMAL 2 (R-6 A R-39)

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:200



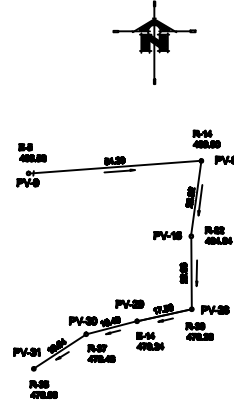
PROYECTO: Diseño de Sistema de Alcantarillado Secundario de la Aldea Pando del Usulután Municipalidad de Usulután, Departamento de Zacapa
FLUJO: FLUJO Y TUBERÍA DE DISEÑO

DISEÑO: MARCO RODRÍGUEZ DISEÑO: MARCO RODRÍGUEZ DISEÑO: MARCO RODRÍGUEZ DISEÑO: MARCO RODRÍGUEZ	U A I E	APROBADO: Ing. Marco Rodríguez Ing. Juan Manuel
--	------------------	---



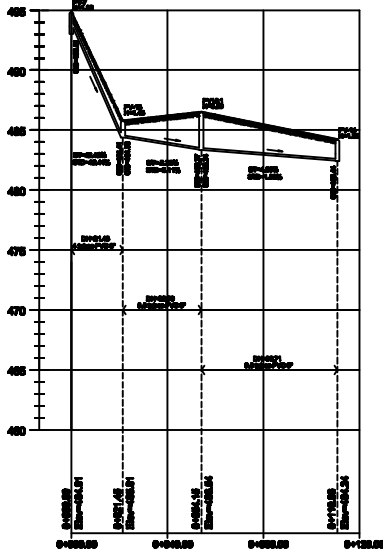
PLANTA RAMAL 3 (R-9 A R-20)

ESCALA: 1:750



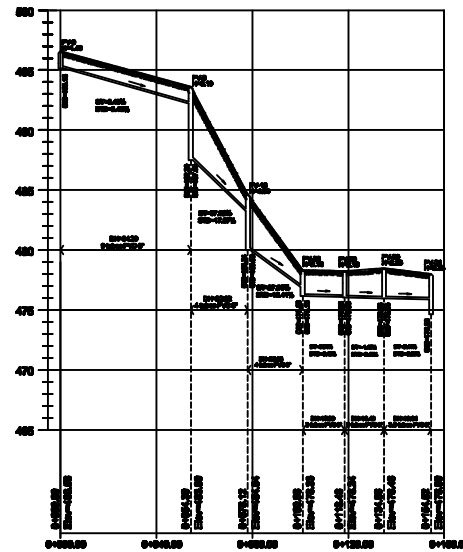
PLANTA RAMAL 4 (E-5 A R-35)

ESCALA: 1:750



PERFIL RAMAL 3 (R-9 A R-20)

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:200



PERFIL RAMAL 4 (E-5 A R-35)

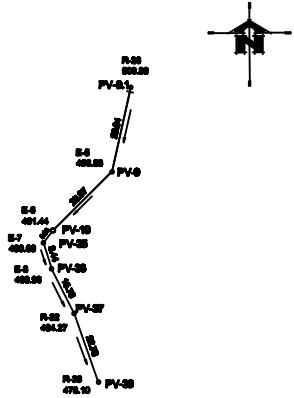
ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:200

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
○	POZO DE VISITA
—○—	RAMAL DE DRENAJE
—	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	PERFIL NATURAL DEL TERRENO
—	POZO DE VISITA (P.V.)
—	TUBERÍA PVC - NORMA ASTM D-3034
P.V.	POZO DE VISITA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERO PROFESIONAL SUAREZ

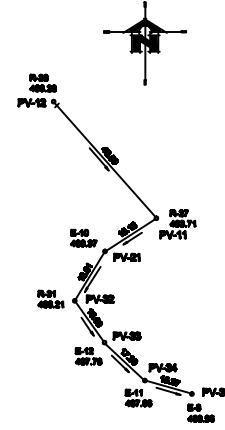
PROYECTO: Diseño de Sistema de Alcantarillado Secundario de la Aldea Panto del Usuc Mamunzo de Usulután, Departamento de Zacapa
FLUJO: FLUJO Y TUBOS DE DRENAJE
ESES 8040
MANCOMUNIDAD DE NOR-OCCIDENTE SIBTANGULARA, ZACAPA

DISEÑO: MARCO RODRÍGUEZ DISEÑO: MARCO RODRÍGUEZ DISEÑO: MARCO RODRÍGUEZ DISEÑO: MARCO RODRÍGUEZ DISEÑO: MARCO RODRÍGUEZ	U A I E	APROBADO: © Escuela de Ingeniería Alvaro Chirriac © Escuela de Ingeniería Ing. Juan Manuel © IWR, Ingeniería Ambiental (Management)	3/8
---	------------------	---	-----



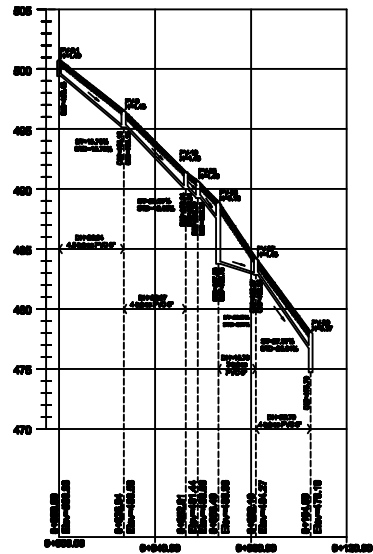
PLANTA RAMAL 5 (R-26 A R-39)

ESCALA: 1:750



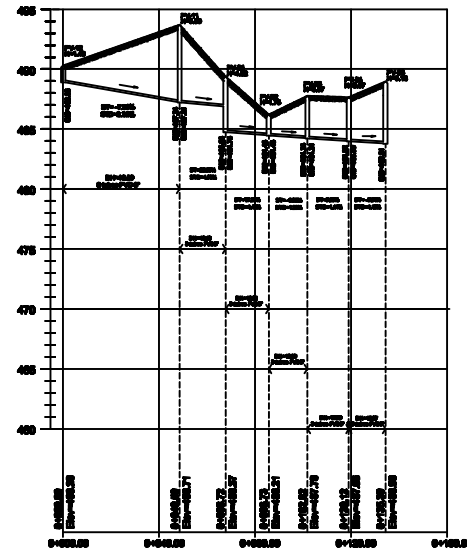
PLANTA RAMAL 6 (R-28 A E-8)

ESCALA: 1:750



PERFIL RAMAL 5 (R-26 A R-39)

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:200



PERFIL RAMAL 6 (R-28 A E-8)

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:200

NOMENCLATURA	
○	POZO DE VISITA
—○—	RAMAL DE DRENAJE
—	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	PERFIL NATURAL DEL TERRENO
—	POZO DE VISITA (P.V.)
—	TUBERÍA PVC - NORMA ASTM D-3084
PV	POZO DE VISITA

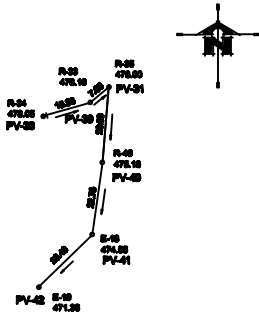


PROYECTO: Diseño de Sistema de Alcantarillado Sanitario de la Aldea Parba del Umay Municipio de Usumacutan, Departamento de Zacapa
 PLANO + PLANTA Y PERFILES DE RAMALES INDICADOS

IPS 8040
 MANCOMUNIDAD DE INGENIERÍA
 SUBTANGULAR, ZACAPA

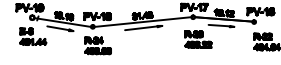
DISEÑO: MARCO RODRÍGUEZ DIBUJO: MARCO RODRÍGUEZ VERIFICACIÓN: MARCO RODRÍGUEZ APROBACIÓN: MARCO RODRÍGUEZ	U A I E	APROBADO: © Proyecto de Ingeniería © Proyecto de Ingeniería Ing. Juan Carlos
--	------------------	---

© 1976, Ingenieros Asociados
 Ingenieros Asociados



PLANTA RAMAL 7 (R-34 A E-19)

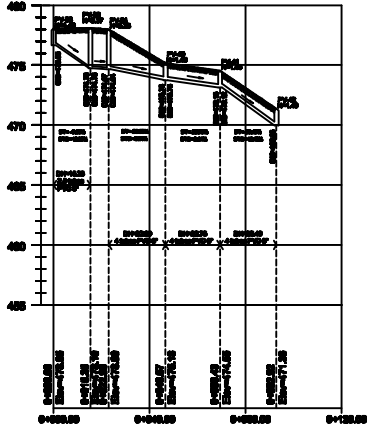
ESCALA: 1:750



PLANTA RAMAL 8 (E-6 A R-22)

ESCALA: 1:750

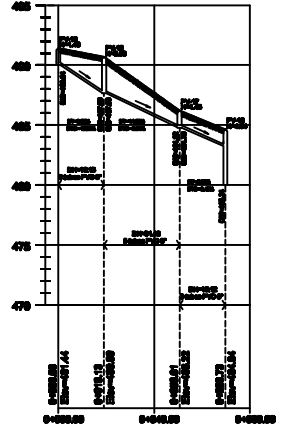
NOMENCLATURA	
○	POZO DE VISITA
—○—	RAMAL DE DRENAJE
—	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	PERFIL NATURAL DEL TERRENO
—	POZO DE VISITA (P.V.)
—	TUBERÍA PVC - NORMA ASTM D-3034
PV	POZO DE VISITA



PERFIL RAMAL 7 (R-34 A E-19)

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000

ESCALA VERTICAL: 1:200



PERFIL RAMAL 8 (E-6 A R-22)

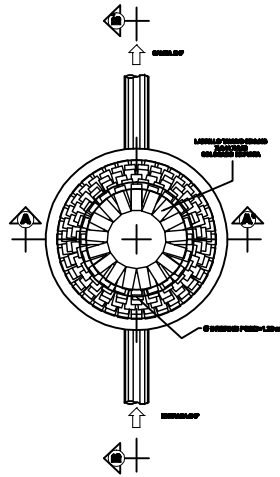
ESCALA HORIZONTAL: 1:1000

ESCALA VERTICAL: 1:200

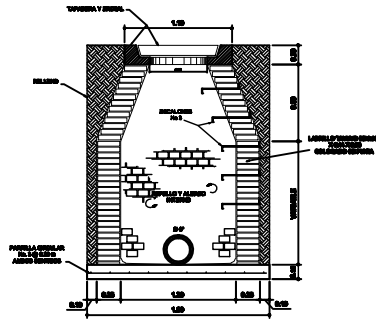


PROYECTO: Diseño de Sistema de Alcantarillado Sanitario de la Aldea Pando del Umej Mamuné de Usulután, Departamento de Zacapa. **IFB 8040**
MANCOMUNIDAD DE NOR-ORIENTE
SUBTANGULAR, ZACAPA

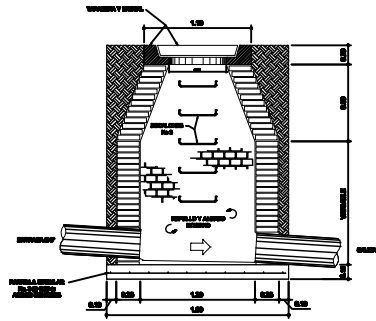
DISEÑO: MARCO RODRÍGUEZ DIBUJO: MARCO RODRÍGUEZ MARCO RODRÍGUEZ MARCO RODRÍGUEZ MARCO RODRÍGUEZ MARCO RODRÍGUEZ	U A I E	APROBADO: El Director de Ingeniería Alvaro Chiriqui 01 de Agosto de 2018 Ing. Alvaro Chiriqui	5/8
--	------------------	---	-----



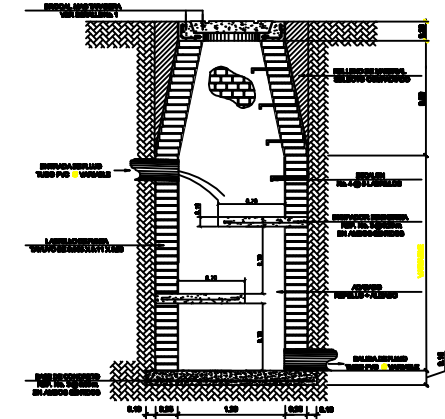
PLANTA DE POZO



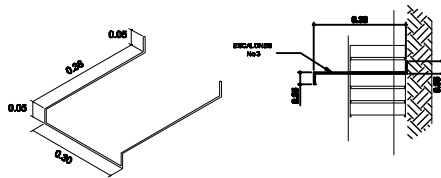
SECCIÓN A-A'



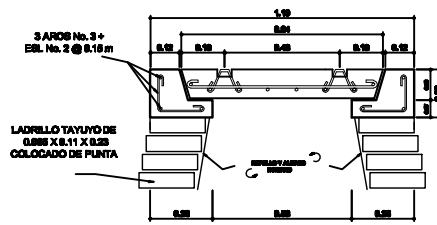
SECCIÓN B-B'



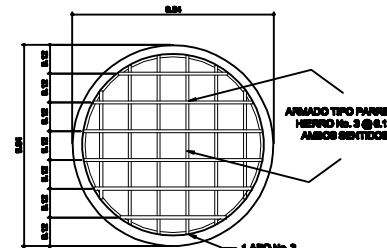
DISIPADOR DE ENERGIA



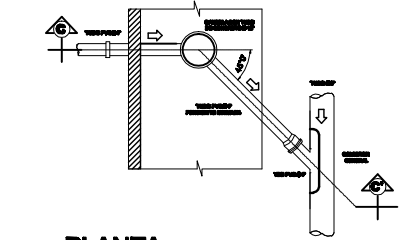
ESCALÓN



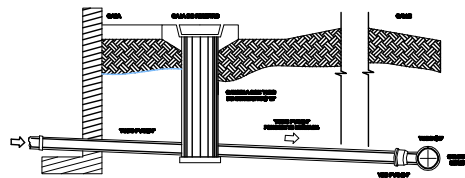
TAPADERA Y BROCAL



PLANTA TAPADERA



PLANTA



SECCIÓN C-C'

ACOMETIDA

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

CONCRETO:

1. El Concreto debe tener una resistencia a la compresión de 210 kg/cm².
2. El agregado grueso debe tener un diámetro mínimo de 1/2".
3. El escurrimiento mínimo para la base será de 7 cm y de 5 a 6 cm para la tapadera.

ACERO:

1. El acero debe tener un fy = 2,610 kg/cm².

MAMPOSTERIA:

1. Se utilizará Ladrillo Tayaño de 0.09x0.11 x 0.23 m.
2. La mampostería será conforme a la norma ASTM C-202.
3. El ladrillo tayaño tendrá una resistencia a la compresión mínima de 84 kg/cm².

MORTERO:

1. Proporción 1:3, una de cemento por tres de arena.
2. El agua a utilizar debe ser limpia y libre de cualquier sustancia dañina.
3. El cemento a utilizar es Portland tipo 1, ASTM C-150.
4. Se utilizará arena de río seca, ASTM C-144.

TUBERIA:

1. Toda la tubería será y deberá cumplir con la norma ASTM D - 3034, no debe utilizarse tubería de diámetro menor a lo especificado en planos.
2. Las uniones realizadas entre tramos de tubería, así como entre tubos y conexiones, cumplir con los requerimientos establecidos en la norma ASTM D 3212. El empaque de hule utilizado para el sello entre tuberías, entre tubos y conexiones cumplir con los requerimientos de la norma ASTM F 477.
3. Toda la tubería se colocará alineada y con la pendiente especificada en planos.

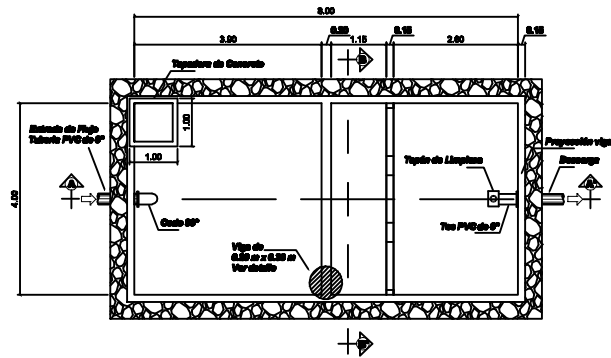
NOTAS:

1. Las tapaderas y brocales deberán curarse según las especificaciones del ACI 318, antes de su colocación.
2. Los pozos deberán identificarse de acuerdo al plano de red general.



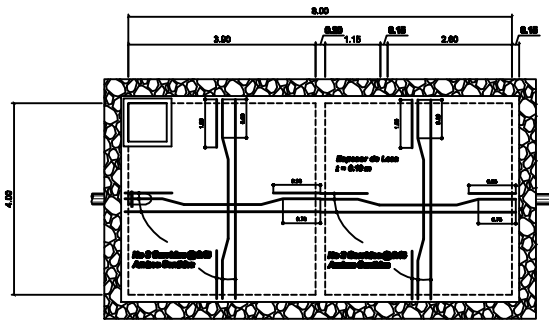
PROYECTO: Diseño de Sistema de Alcantarillado Secundario de la Aldea Panto del Usumacutan de Usumacutan, Departamento de Zacapa
 PLANOS: PLANTA, SECCIONES Y DETALLE DE POZO
 IFS 8040
 MANCOMUNIDAD DE MICH. CRISTÓBAL SIBTANABALA, ZACAPA

DISEÑO: MANCO RODRIGUEZ DIBUJO: MANCO RODRIGUEZ CHECKEO: MANCO RODRIGUEZ REVISOR: MANCO RODRIGUEZ	U A I E	APROBADO: © Escuela de Ingeniería © Autor de IFS Ing. Juan Manuel	© IFS Ingeniería Ingenieros Asociados
--	------------------	--	--



PLANTA FOSA SÉPTICA

ESCALA: 1:50



ARMADO DE LOSA

ESCALA: 1:50

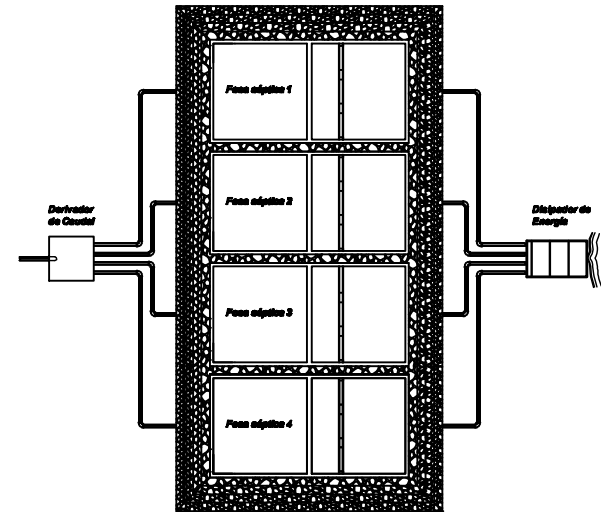
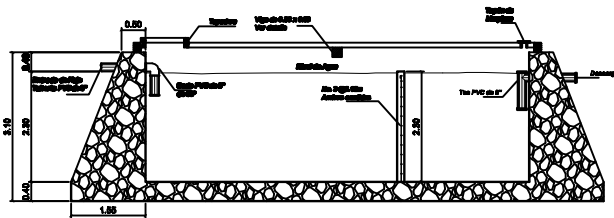


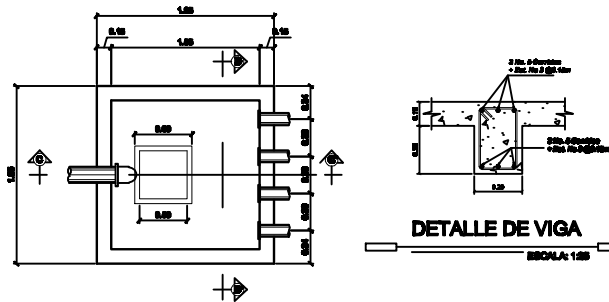
DIAGRAMA GENERAL

ESCALA: 1:100



SECCIÓN A - A'

ESCALA: 1:50

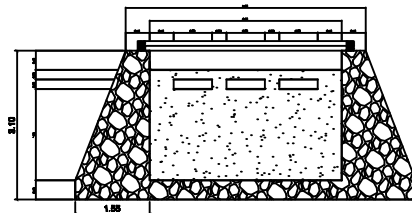


DERIVADOR DE CAUDAL

ESCALA: 1:50

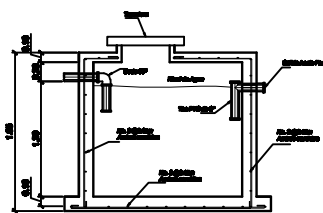
DETALLE DE VIGA

ESCALA: 1:50



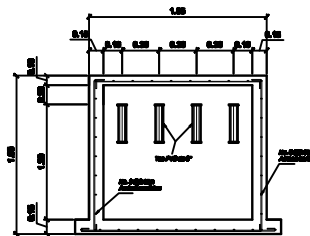
SECCIÓN B - B'

ESCALA: 1:50



SECCIÓN C - C'

ESCALA: 1:50



SECCIÓN D - D'

ESCALA: 1:50

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

CONCRETO:

- El concreto debe tener una resistencia a la compresión de 210 kg/cm².
- El agregado grueso debe tener un diámetro máximo de 1.25".

ACERO:

- El acero debe tener un fy = 5,000 kg/cm².

MORTERO:

- Proporción 1:3, una de cemento partes de arena.
- El cemento a utilizar es Portland tipo 1, ASTM C-150.
- Se utilizará arena de río seca, ASTM C-444.

TUBERÍA:

- Toda la tubería será flexible y deberá cumplir con la norma ASTM F441.
- Toda la tubería será PVC de 6", y las conexiones respectivas.

NOTAS:

- Las mallas están diseñadas para proteger toda tubería contra heces y fibra.
- Las armaduras serán de 3 cm, excepto donde se indique lo contrario y debe ser medido entre el rostro de la barra y la superficie de concreto.
- El terreno bajo la zona del piso deberá ser perfectamente nivelado.
- La base del fondo deberá tener una pendiente de 1% hacia los lados.
- Las mallas de plástico deberán impermeabilizarse en sus uniones internas por medio de una capa de sabbido de cemento arena, proporción 1:3, debidamente afilado.

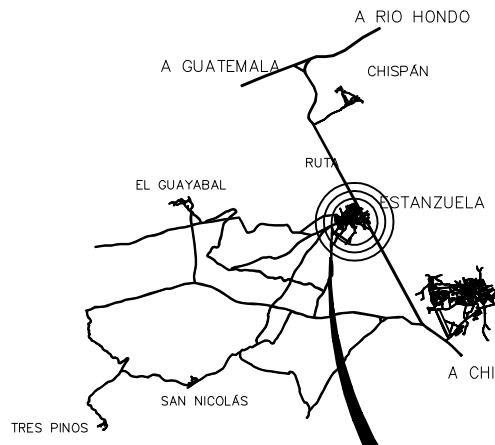
Las mallas del tiempo serán de concreto-estribo
55 % plástico heca
67 % cemento



PROYECTO de Sistema de Alcantarillado Secundario de la Aldea Pando del Usulután Municipio de Usulután, Departamento de Zacapa

IFB 8040 MARCOMUNIDAD DE NOR-ORIENTE SIBTANGARA, ZACAPA

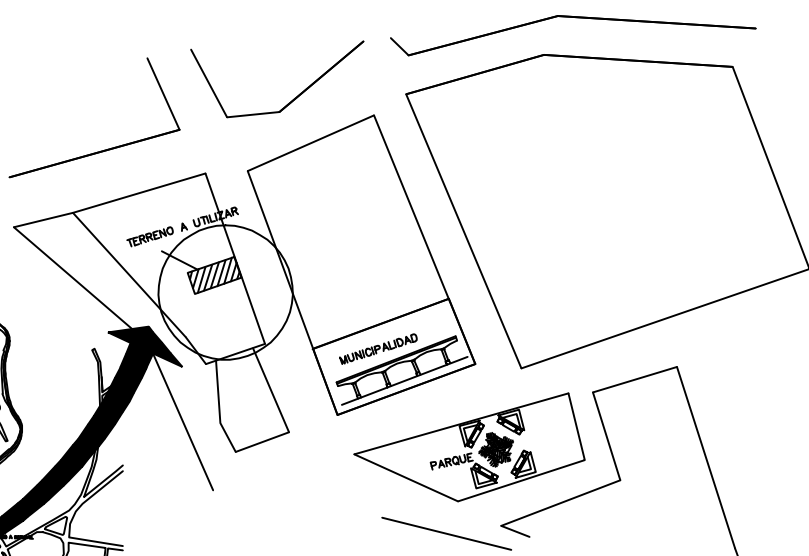
DISEÑO: MARCO RODRIGUEZ DISEÑO: MARCO RODRIGUEZ DISEÑO: MARCO RODRIGUEZ DISEÑO: MARCO RODRIGUEZ DISEÑO: MARCO RODRIGUEZ	U A I E	APROBADO: El Director de Montevideo 01 de mayo de 2010 Ing. Juan Manuel	01/05/2010 01/05/2010 01/05/2010 01/05/2010
---	------------------	--	--



ESTANZUELA



CASCO URBANO



PLANO DE UBICACION

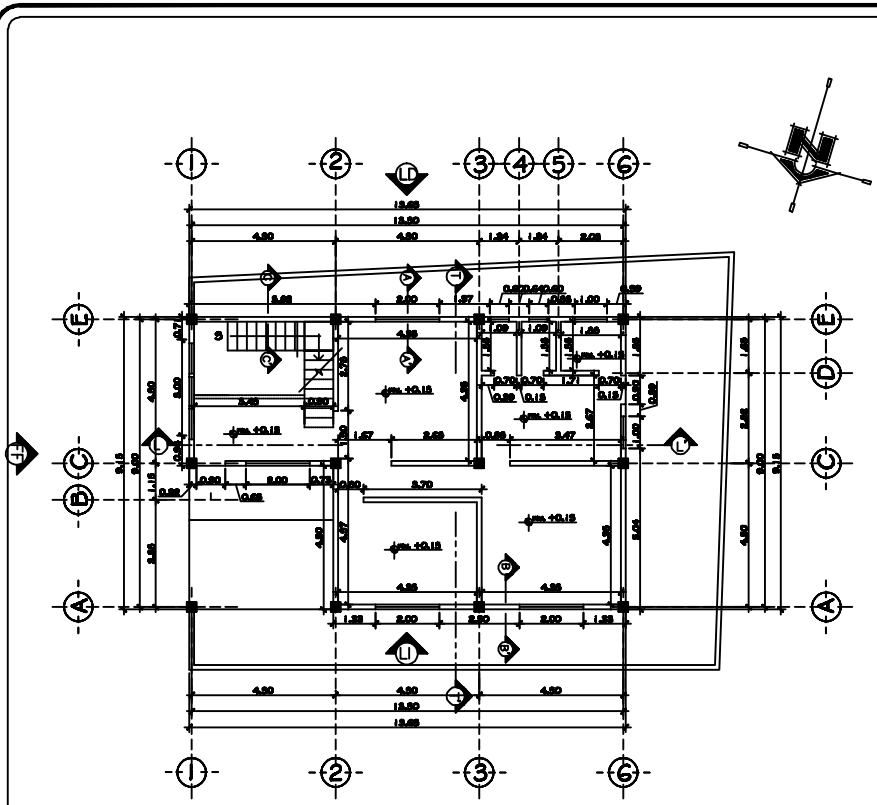
PLANO DE LOCALIZACION



PROYECTO: Sede de la Municipalidad de San-Cayetano, Municipio de Estanzuela, Departamento de Zacapa
FUNDO • LOCALIZACION Y UBICACION

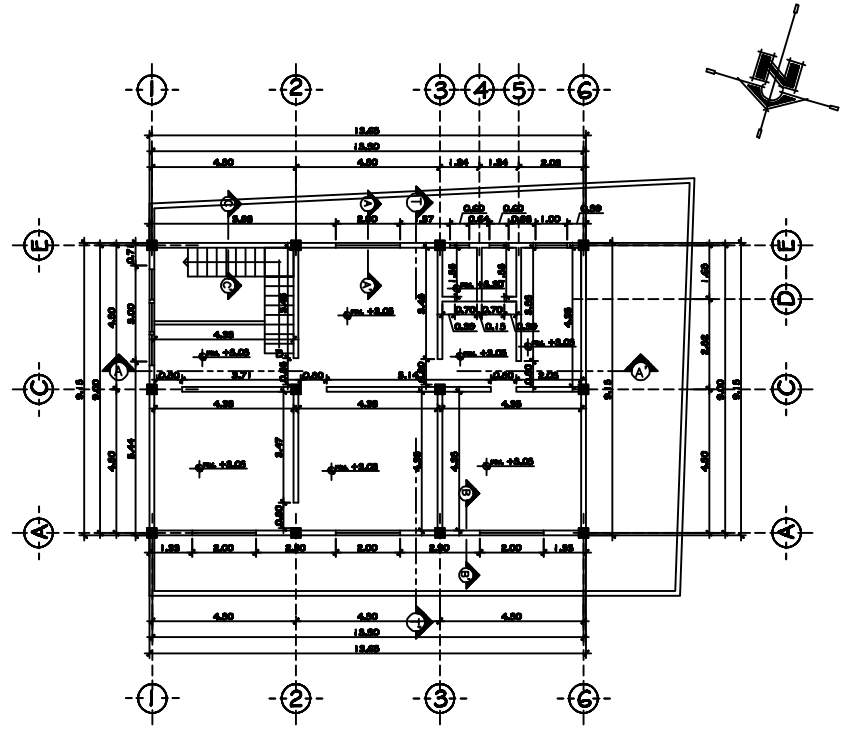
IPS 8040
MANCOMUNIDAD DE NOR-ORIENTE ESTANZUELA, ZACAPA

DIENES:	U	APROBADO:	
MARCO RODRIGUEZ	A		
DIENES:	I		
MARCO RODRIGUEZ	E		
DIENES:			
MARCO RODRIGUEZ			
DIENES:			
MARCO RODRIGUEZ			



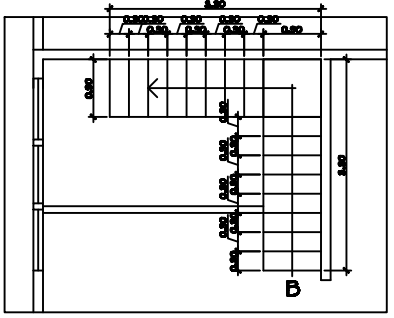
PLANTA ACOTADA

PRIMER NIVEL ESCALA: 1/75



PLANTA ACOTADA

SEGUNDO NIVEL ESCALA: 1/75



PLANTA ACOTADA

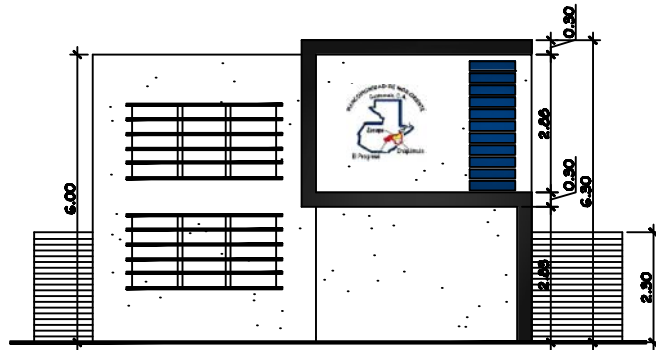
MODULO DE GRADAS ESCALA: 1/75

SIMBOLOGIA	
	INDICA NIVEL
	INDICA ELEVACION
	INDICA CORTE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA PROFESIONAL EN INGENIERIA CIVIL

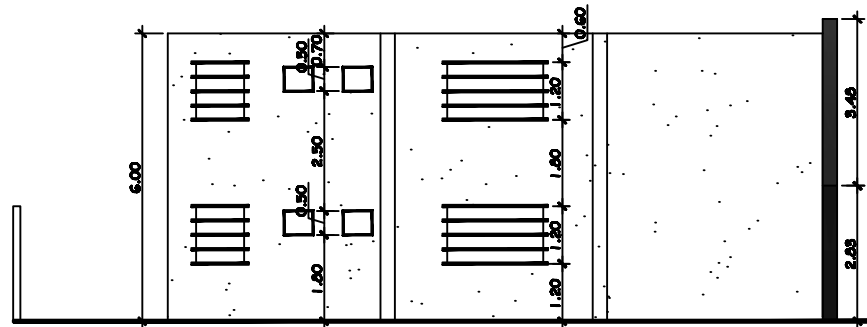
PROYECTO: IFS 8040
Sede de Mancomunidad de Mar-Chicla, Municipio de Estenoz, Departamento de Zacapa.
RAMO: PLANTA ACOTADA

OPERA	U	FECHA
DISEÑO	A	
REVISIÓN	I	
APROBACIÓN	E	



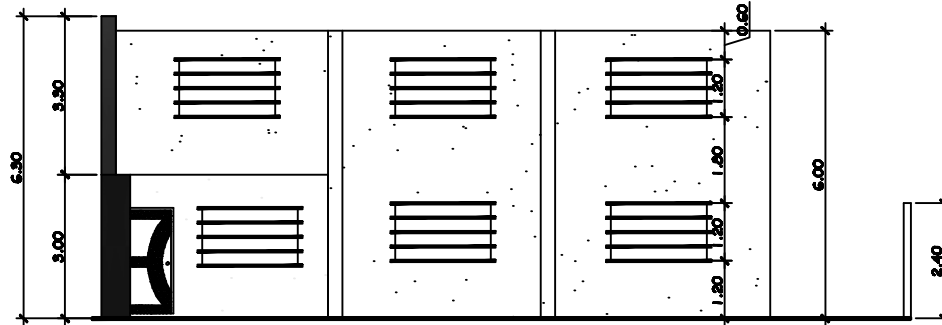
FACHADA FRONTAL

ESCALA: 1:30



FACHADA LATERAL IZQUIERDA

ESCALA: 1:30



FACHADA LATERAL DERECHA

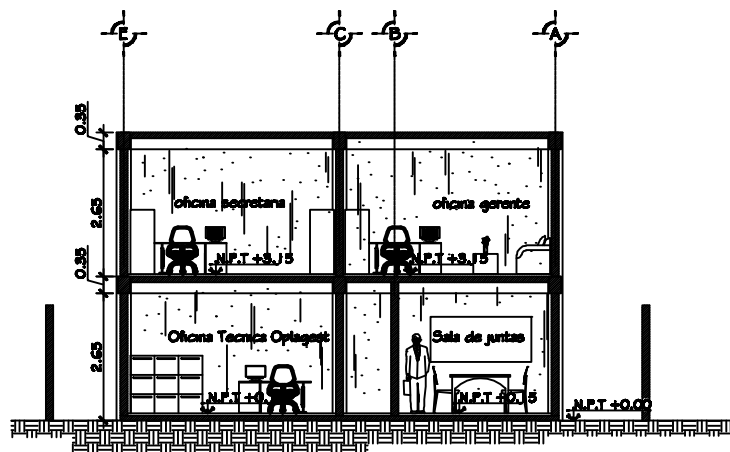
ESCALA: 1:30



PROYECTO: Sede de Mancomunidad de Non-Orient, Municipio de Escuintla, Departamento de Escuintla
 PLANO: EDIFICACION

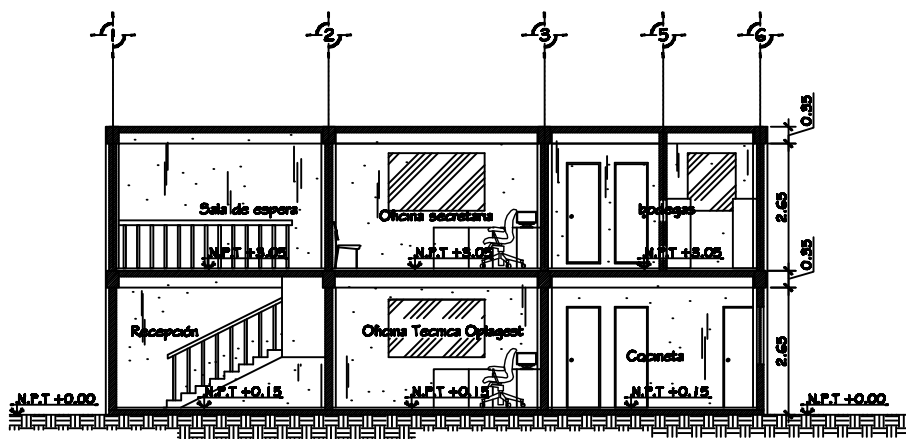
OPERA:	U	APROBADO:
DISEÑO:	A	
ELABORADO:	I	
REVISADO:	E	

IPS 8040
 MANCOMUNIDAD DE NON-ORIENTE
 ESCUINTLA, ZACAPA



SECCION T-T'

ESCALA: 1:30



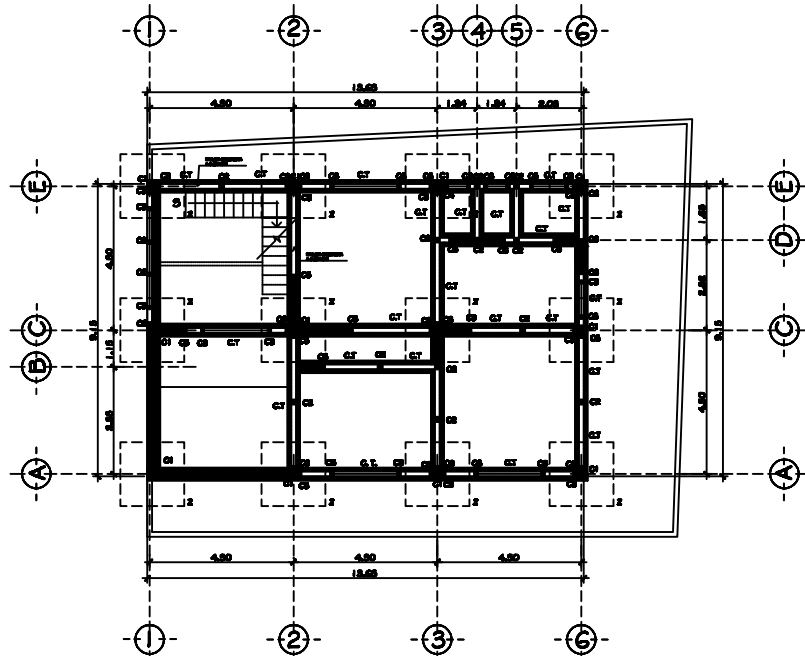
SECCION L-L'

ESCALA: 1:30



PROYECTO: Sala de Mancomunada de Non-Orient, Municipio de Escuintla, Departamento de Escuintla
 PLANOS Y SECCIONES

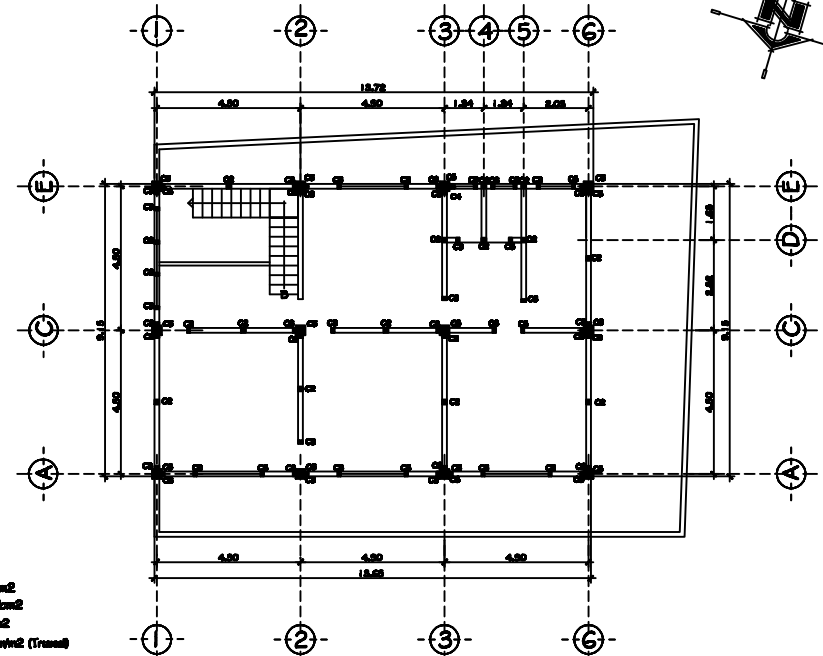
DISEÑO: MARCO RODRIGUEZ DISEÑO: MARCO RODRIGUEZ DISEÑO: MARCO RODRIGUEZ DISEÑO: MARCO RODRIGUEZ	U A I E	APROBADO: _____ _____ _____ _____	IFS 8040 MANCOMUNIDAD DE NON-ORIENTE ESCUINTLA, ZACAPA JUNIO 2011 6/16
--	------------------	---	---



PLANTA CIMENTACION Y COLUMNAS

PRIMER NIVEL

ESCALA: 1/75

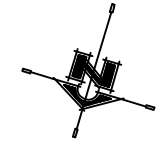


PLANTA COLUMNAS

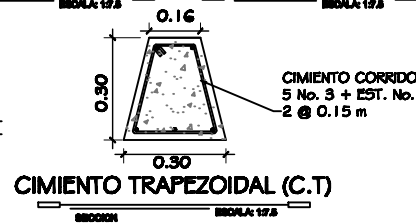
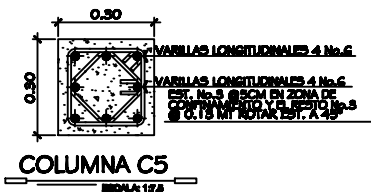
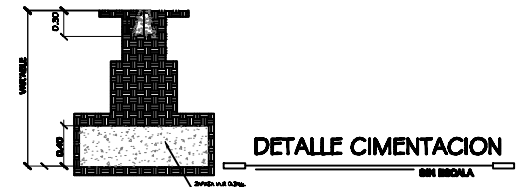
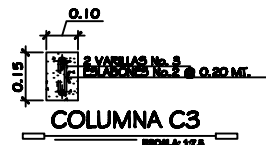
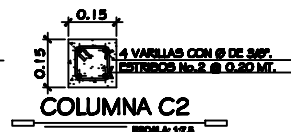
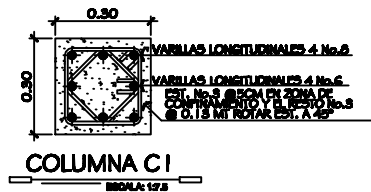
SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1/75

$f_c = 201 \text{ Kg/cm}^2$
 $f_y = 2610 \text{ Kg/cm}^2$
 $f_m = 35 \text{ Kg/cm}^2$
 $V_s = 46.30 \text{ Ton/m}^2 \text{ (Trasera)}$

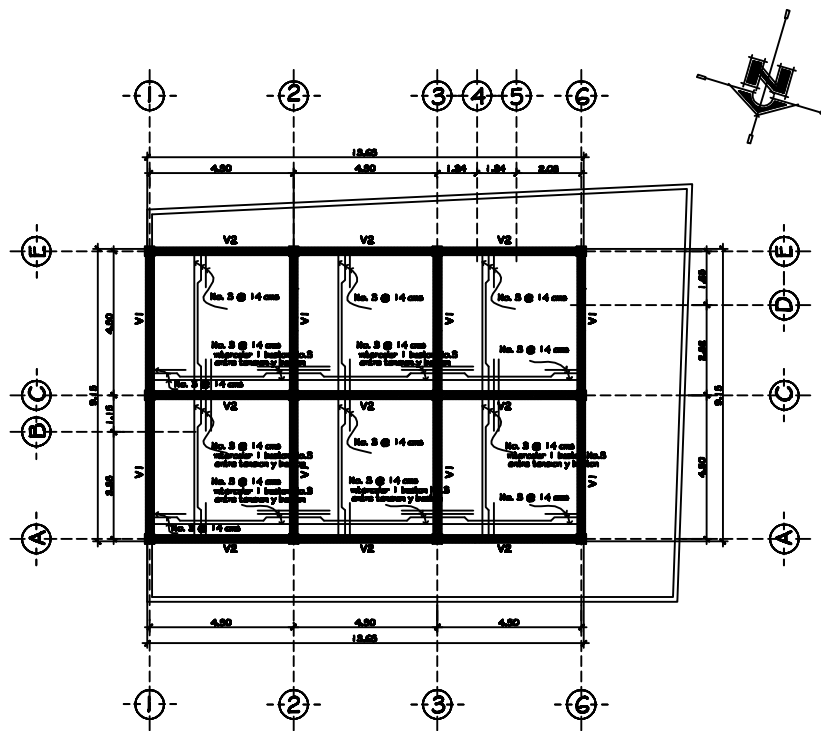


Nota: Verificar el valor soporte del suelo (V_S), por medio de un ensayo dinámico.



PROYECTO: Sede de Municipalidad de San-Cruz, Municipio de Estanzuela, Departamento de Zacapa.
PLANO: PLANTA CIMENTACION Y COLUMNAS
ESB 8040
ASOCIACION DE INGENIEROS
INTANGIBLES, SACAPA

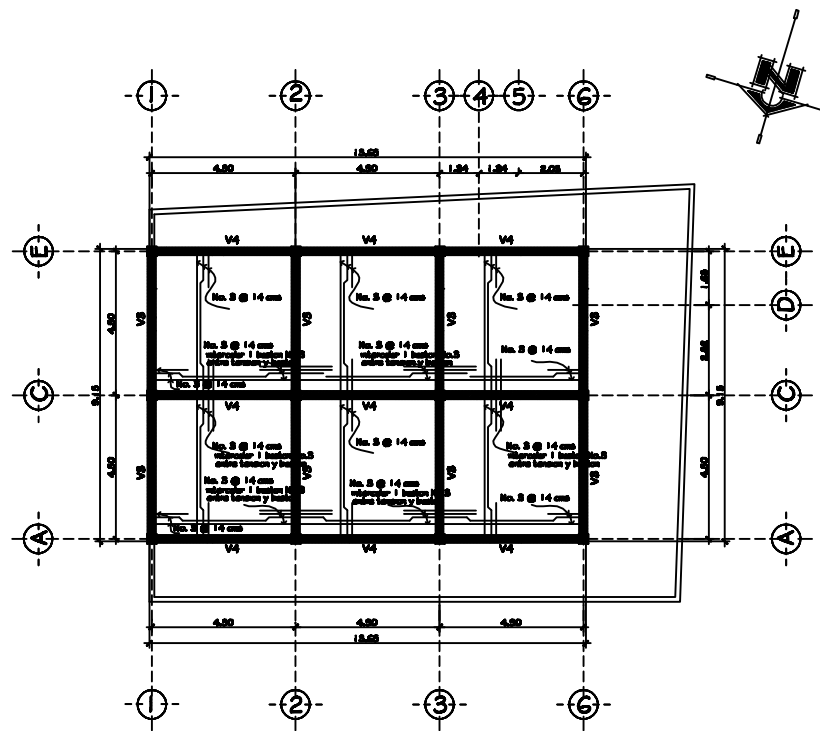
OPERA	U	FECHA:
MARCO RODRIGUEZ	U	
MARCO RODRIGUEZ	A	
MARCO RODRIGUEZ	I	
MARCO RODRIGUEZ	E	



PLANTA VIGAS Y LOSA

PRIMER NIVEL

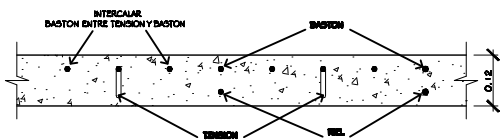
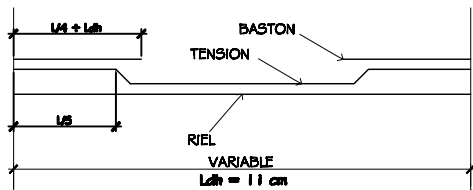
ESCALA: 1:75



PLANTA VIGAS Y LOSA

SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1:75



Longitud de Desarrollo Mínima en Cm.

Vandia No.	Ldb ¹	2.5 x Ldb ²	3.5 x Ldb ³
3	11	27	36
4	14	36	50
5	18	45	63
6	22	54	75

- Cap. 21-318-99
1. Cementos, Vigas, Losas y Columnas.
 2. Barras rectas si el espesor del concreto es > 0.30 m. Cementos, Vigas, Losas y Columnas.
 3. Barras rectas si el espesor del concreto es < 0.30 m. Columnas.

RECUBRIMIENTOS	
VIGAS	4.00 cm
COLUMNAS	3.00 cm
LOSAS	2.50 cm
CRIMENTOS	7.5 cm

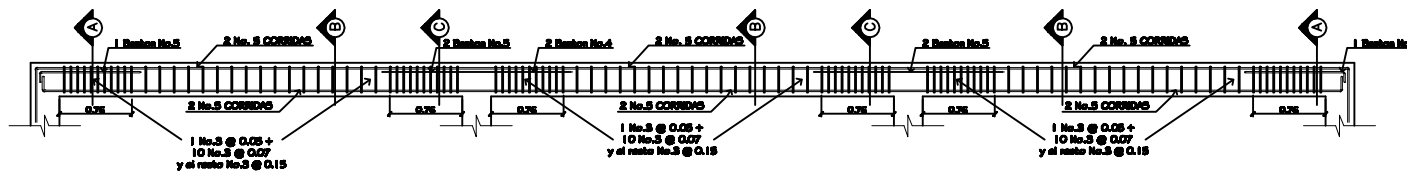
$f_c = 281 \text{ Kg/cm}^2$
 $f_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$



PROYECTO: Estado de Mantenimiento de Man-Orienta, Municipio de Estanzuela, Departamento de Zacapa.
 PLANO: PLANTA VIGAS Y LOSA

ORDEN	FECHA	APROBADO
MARCO RODRIGUEZ	U	
MARCO RODRIGUEZ	A	
MARCO RODRIGUEZ	I	
MARCO RODRIGUEZ	E	

016

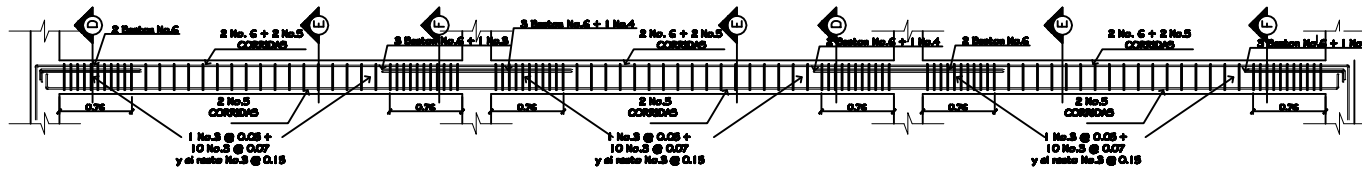


ARMADO DE VIGA TIPO V4

ESCALA: 1:25

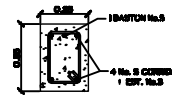
$$f_c = 281 \text{ Kg/cm}^2$$

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

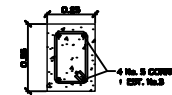


ARMADO DE VIGA TIPO V2

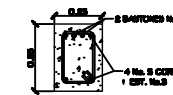
ESCALA: 1:25



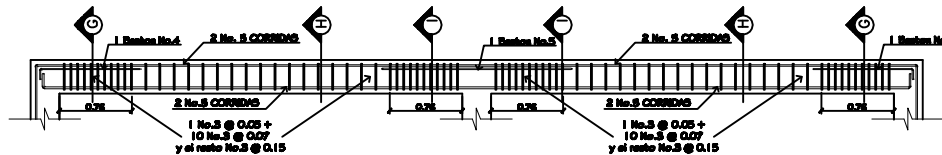
SECCION A
ESCALA: 1:12.5



SECCION B
ESCALA: 1:12.5

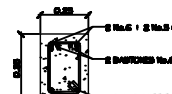


SECCION C
ESCALA: 1:12.5

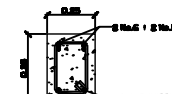


ARMADO DE VIGA TIPO V3

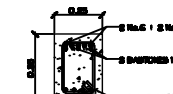
ESCALA: 1:25



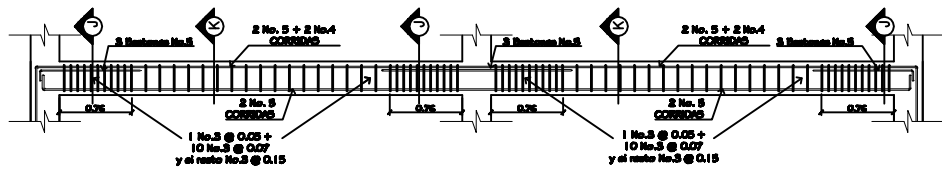
SECCION D
ESCALA: 1:12.5



SECCION E
ESCALA: 1:12.5

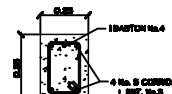


SECCION F
ESCALA: 1:12.5

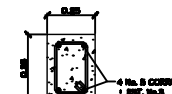


ARMADO DE VIGA TIPO V1

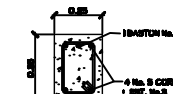
ESCALA: 1:25



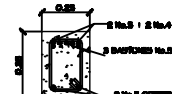
SECCION G
ESCALA: 1:12.5



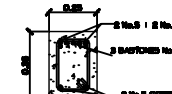
SECCION H
ESCALA: 1:12.5



SECCION I
ESCALA: 1:12.5



SECCION J
ESCALA: 1:12.5



SECCION K
ESCALA: 1:12.5



PROYECTO: Estado de Mancomunidad de San-Cruz, Municipio de Estanzuela, Departamento de Zacapa

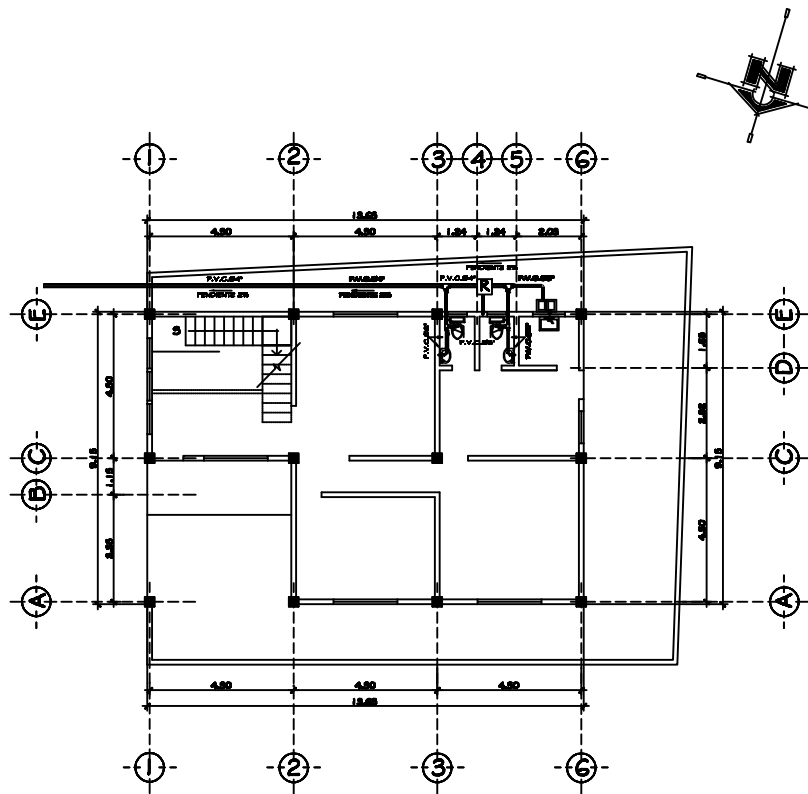
ESP 8040

MANCOMUNIDAD DE SAN-CRUZ DE ESTANZUELA, ZACAPA

TITULO: PLANO Y CUBIJAS DE VIGA

OPERA:	U	APROBADO:
DISEÑO:	A	
VERIFICACION:	I	
REVISOR:	E	

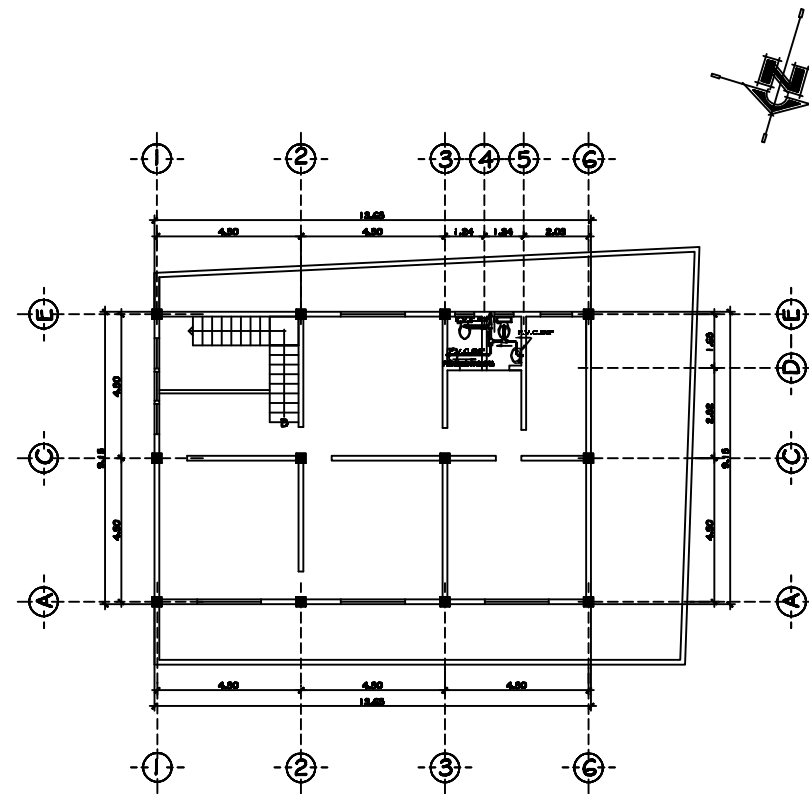
1/16



PLANTA INSTALACION DE DRENAJES

PRIMER NIVEL

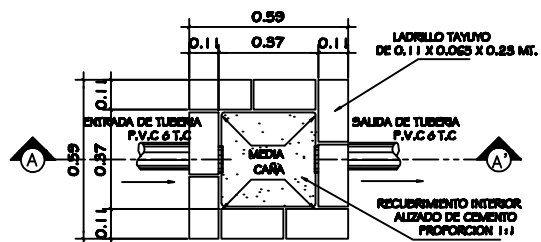
ESCALA: 1/75



PLANTA INSTALACION DE DRENAJES

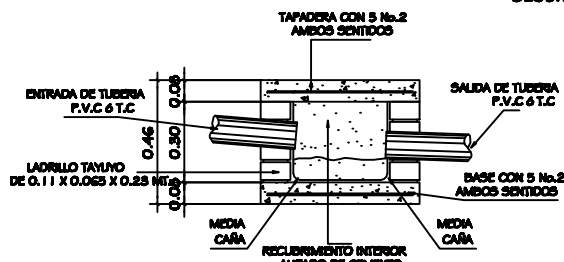
SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1/75



CAJA DE REGISTRO

SIN ESCALA



SECCION A-A'

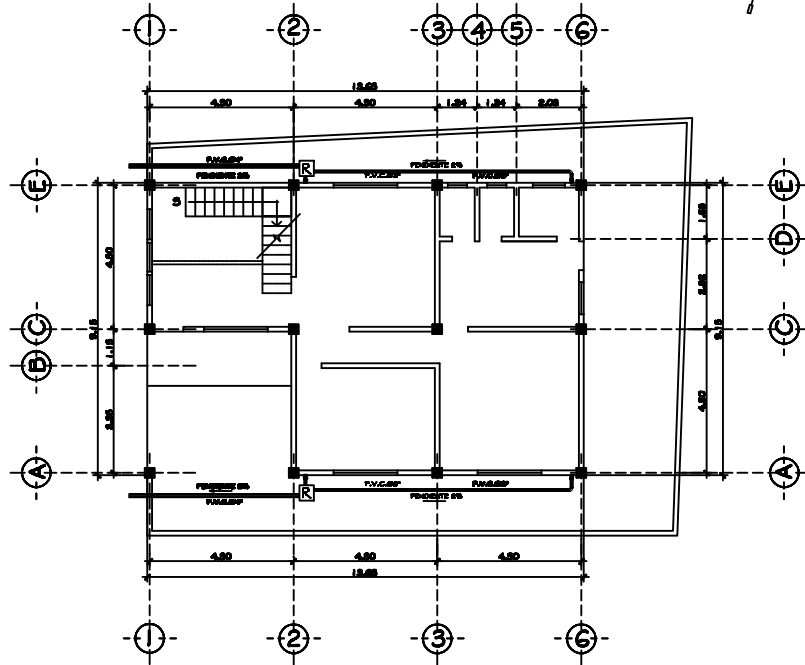
SIN ESCALA

SIMBOLOGIA DE AGUAS SANITARIAS	
	TUBERIA AGUAS SANITARIAS
	REDUCTOR PVC
	CODO VERTICAL PVC
	TIEE HORIZONTAL PVC
	CODO HORIZONTAL 90° PVC
	CODO HORIZONTAL 45° PVC
	TRAMPA DE GRASAS, PREYERECIDA
	CAJA COLECCIONA DE RESIDUO



PROYECTO: Sede de Municipalidad de San-Cruz, Municipio de Estanzuela, Departamento de Zacapa.
 PLAN: PLANTA DRENAJES

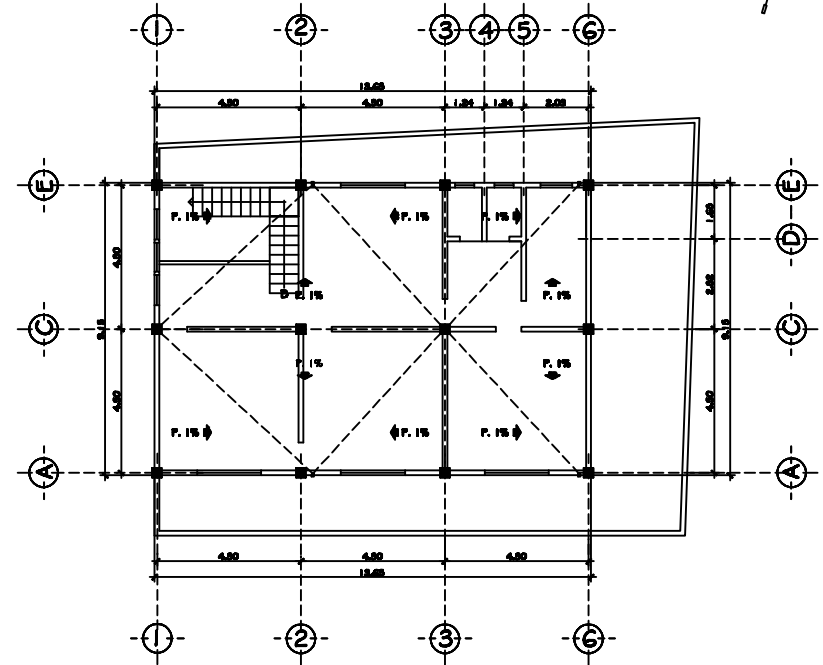
DISEÑADO: MARCO RODRIGUEZ DISEÑO: MARCO RODRIGUEZ CALIFICADO: MARCO RODRIGUEZ REVISADO: MARCO RODRIGUEZ	U A I E	APROBADO: _____ _____ _____	IFSB 8040 MUNICIPALIDAD DE SAN-CRUZ ESTANZUELA, ZACAPA
--	------------------	--------------------------------------	---



PLANTA INSTALACION PLUVIALES

PRIMER NIVEL

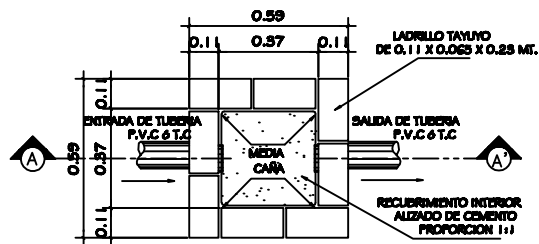
ESCALA: 1/75



PLANTA INSTALACION PLUVIALES

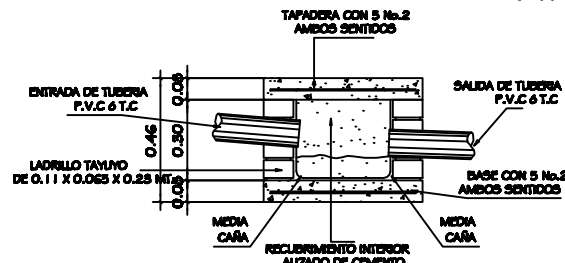
SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1/75



CAJA DE REGISTRO

SIN ESCALA



SECCION A-A'

SIN ESCALA

SIMBOLOGIA DE AGUAS SANITARIAS	
	TUBERIA AGUAS SANITARIAS
	CODO VERTICAL PVC
	CODO HORIZONTAL 90° PVC
	CAJA COLECTORA DE REGISTRO



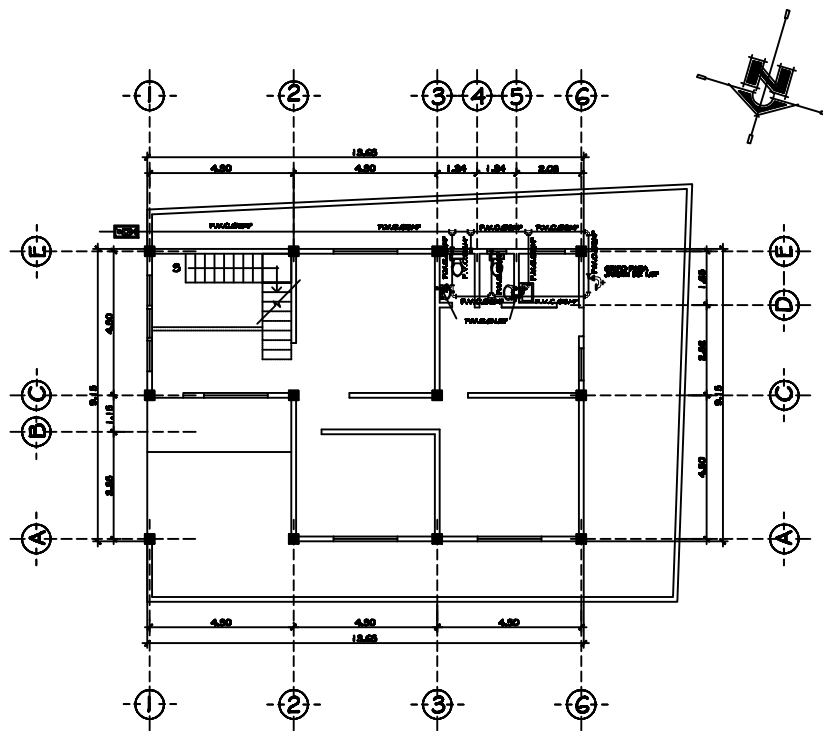
DETALLE CONEXION PLUVIAL

ESCALA: SIN ESCALA



PROYECTO: Estado de Mantenimiento de Man-Orienta, Municipio de Estanzuela, Departamento de Zacapa.
 PLAN: PLANTA PLUVIALES

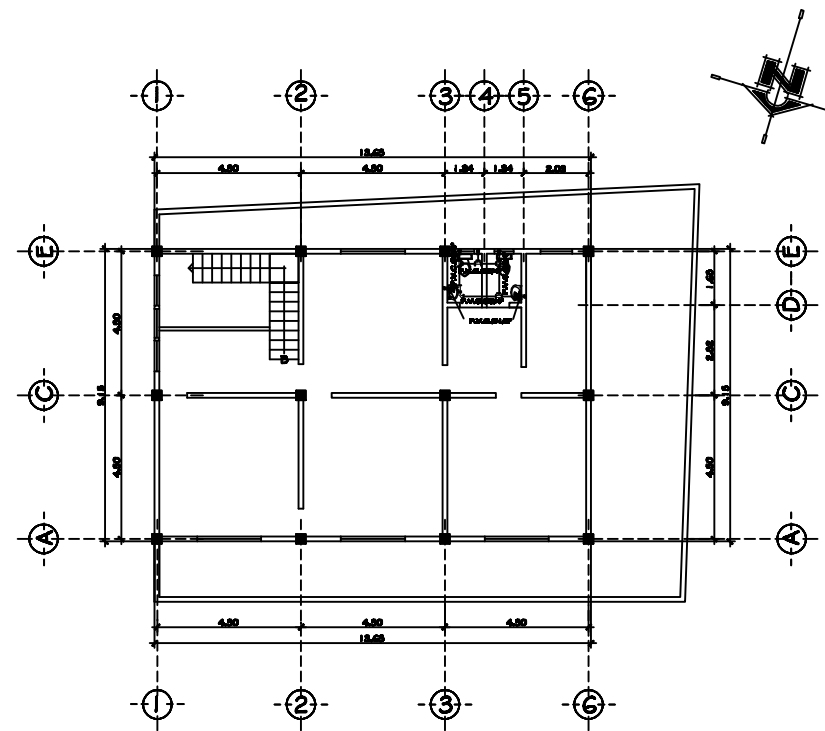
NO.	DESCRIPCION	U	FECHA
1	MANO RODRIGUEZ	U	
2	MANO RODRIGUEZ	A	
3	MANO RODRIGUEZ	I	
4	MANO RODRIGUEZ	E	



PLANTA INSTALACION HIDRAULICA

PRIMER NIVEL

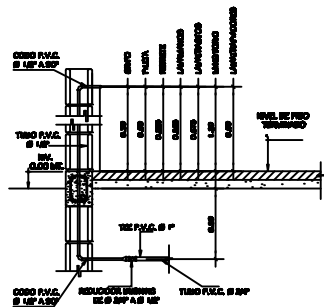
ESCALA: 1:75



PLANTA INSTALACION HIDRAULICA

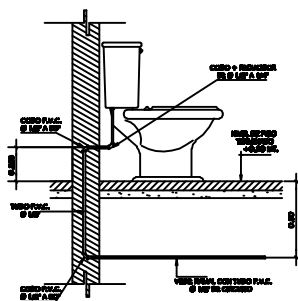
SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1:75



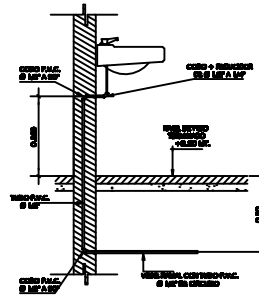
DETALLE DE SALIDA DE TUBERIAS DE AGUA POTABLE HACIA ARTEFACTOS

SIN ESCALA



RETRITE

SIN ESCALA



LAVAMANOS

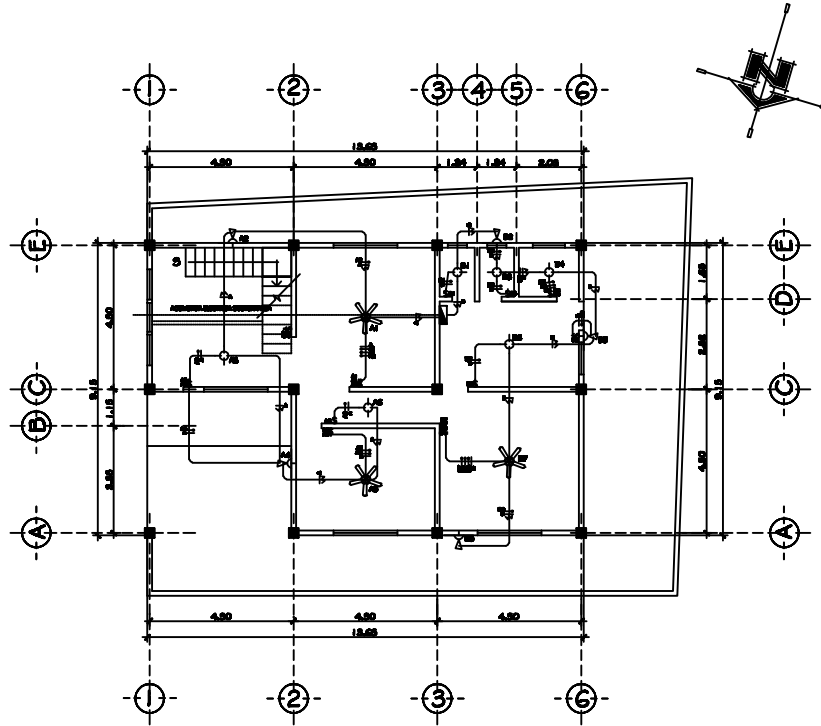
SIN ESCALA

SIMBOLOGIA DE HIDRAULICA	
	INDICA TUBERIA AGUA FRIA DE P.V.C. CON PRESION DE 250 P.S.I.
	CIERRO O BRINCO MEDIANTE DE BRINCO DE REFINALMADO
	TIEZ HORIZONTAL DE P.V.C. CON PRESION DE 250 P.S.I.
	CODO 45º HORIZONTAL DE P.V.C. CON PRESION DE 250 P.S.I.
	CODO VERTICAL DE P.V.C. CON PRESION DE 250 P.S.I.
	TIEZ VERTICAL DE P.V.C. CON PRESION DE 250 P.S.I.
	REDUCTOR DE SIFON 1/2\"/>



PROYECTO: Sede de Municipalidad de San-Carlos, Municipio de Estanzuela, Departamento de Zacapa.
 PLAN: PLANTA DESTINACIONES HIDRAULICAS

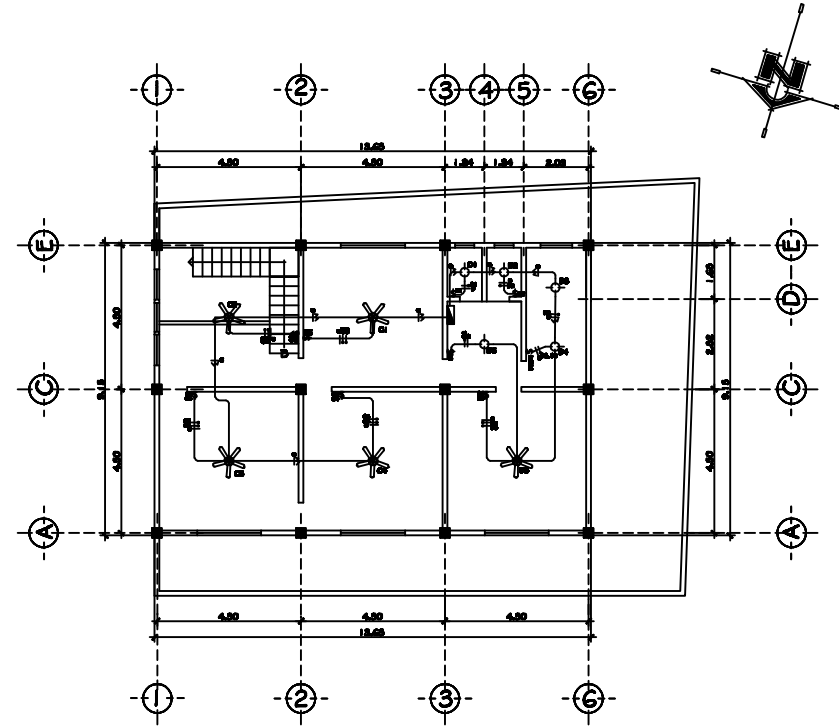
DISEÑO: MARCO RODRIGUEZ DISEÑO: MARCO RODRIGUEZ DISEÑO: MARCO RODRIGUEZ DISEÑO: MARCO RODRIGUEZ	U A I E	APROBADO: _____ _____ _____
--	------------------	--------------------------------------



PLANTA ILUMINACION

PRIMER NIVEL

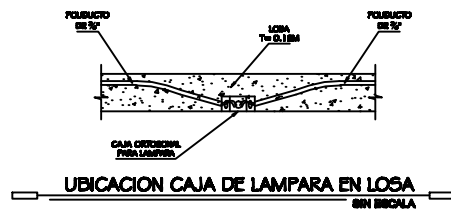
ESCALA: 1:75



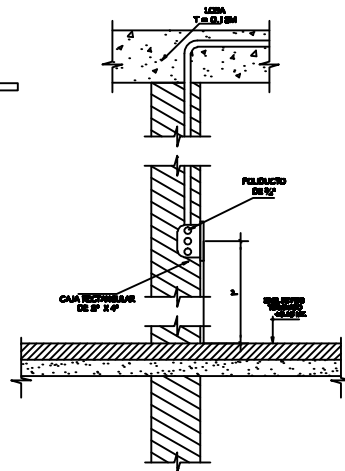
PLANTA ILUMINACION

SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1:75



UBICACION CAJA DE LAMPARA EN LOSA
SIN ESCALA



UBICACION CAJA DE INTERRUPTOR
SIN ESCALA

SIMBOLOGIA DE ILUMINACION	
---	TUBO PVC ELECTRICO Ø 3/4\"/>
○	ILUMINACION EN CIELO - LAMPARA ESTACIONAL OFN. 80W Ø104. 8CM
○	LAMPARA REFLECTORA TIPO SPOT DE 80W Ø104. 8CM
✱	VENTILADOR DE TERCIO CON LAMPARA DE CIELO 80W DE 80W Ø104. 126 CM
—	LINEA VIVA - CALIBRE 12
—	LINEA NEUTRAL - CALIBRE 12
○	LINEA DE RETORNO - CALIBRE 12
□	TABLERO DE DISTRIBUCION N=1.70 S.N.P.T.
§	INTERRUPTOR SIMPLE N=1.20 S.N.P.T.
§	INTERRUPTOR DOBLE N=1.20 S.N.P.T.
§	INTERRUPTOR TRIPLE N=1.20 S.N.P.T.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA PROFESIONAL EN ELECTRICIDAD

PROYECTO: Sede de Mancomunidad de San-Carlos, Municipio de Escuintla, Departamento de Escuintla.

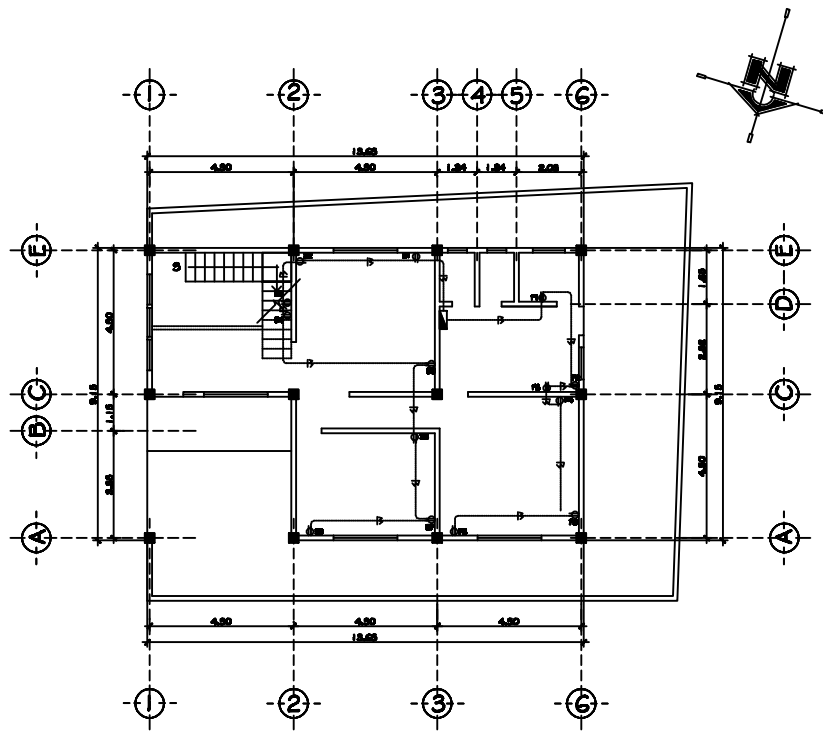
ESP 8040
MANCOMUNIDAD DE SAN-CARLOS DE ESCUINTLA, ZACAPA

PLANO: PLANTA ILUMINACION

OPERA	U	FECHA
MARCO RODRIGUEZ	A	
MARCO RODRIGUEZ	I	
MARCO RODRIGUEZ	E	

1/75

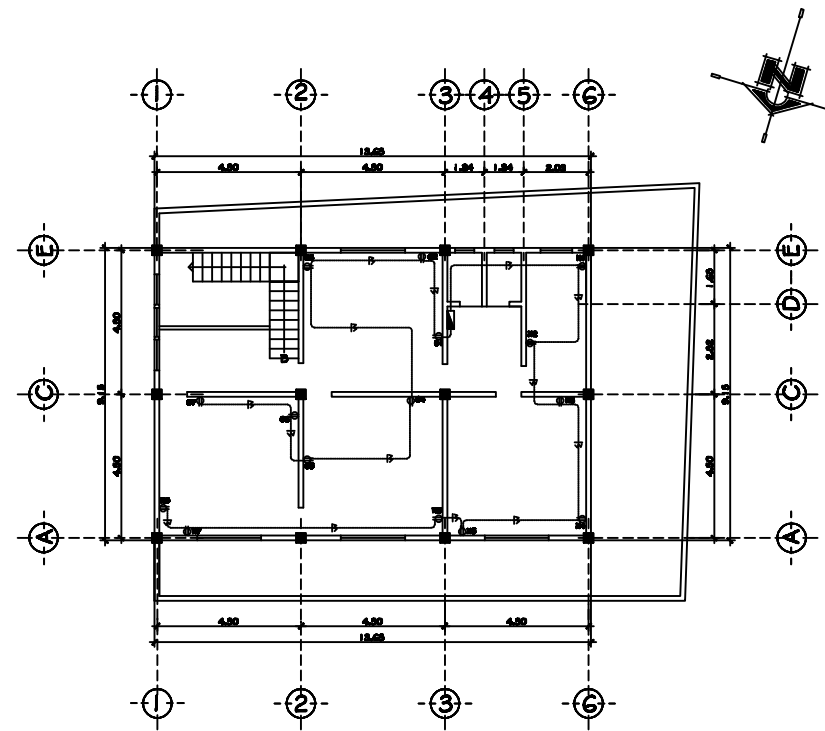
5/16



PLANTA FUERZA

PRIMER NIVEL

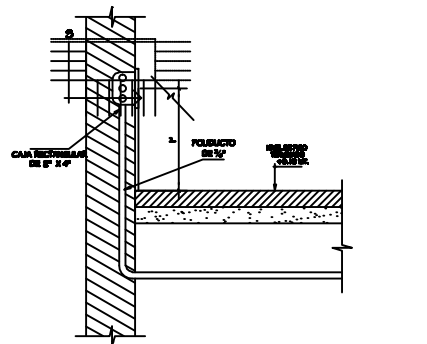
ESCALA: 1:75



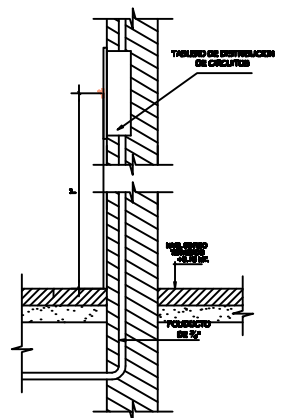
PLANTA FUERZA

SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1:75



UBICACION CAJA DE TOMACORRIENTE
SIN ESCALA



UBICACION DE TABLERO
SIN ESCALA

SIMBOLOGIA DE FUERZA	
	TUBO PVC ELECTRICO 2x2" PROFUNDO EN LOSA
	TOMACORRIENTE SIMPLE 110V N= 0.80 S.M.P.T.
	TOMACORRIENTE SIMPLE 110V N= 1.00 S.M.P.T.
	LINEA VVA - CALIBRE 12
	LINEA NEUTRAL - CALIBRE 12
	TABLERO DE DISTRIBUCION N= 1.70 S.M.P.T.



PROYECTO: Edificio de Mancomunación de Man-Orienta, Municipio de Estanzuela, Departamento de Zacapa.
PLANO: PLANTA FUERZA

OPERA: MARCO RODRIGUEZ	U	APROBADO:	
REVISOR: MARCO RODRIGUEZ	A		
ELABORADOR: MARCO RODRIGUEZ	I		
VERIFICADOR: MARCO RODRIGUEZ	E		