



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
SANITARIO ALDEA SINACANTAN Y EDIFICIO ESCOLAR
DE DOS NIVELES, EN LA CABECERA MUNICIPAL DE
CHIQUMULILLA, SANTA ROSA**

Walter Omar Guerrero Martínez

Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, abril de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
SANITARIO ALDEA SINACANTAN Y EDIFICIO ESCOLAR
DE DOS NIVELES, EN LA CABECERA MUNICIPAL DE
CHIQUMULILLA, SANTA ROSA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

WALTER OMAR GUERRERO MARTÍNEZ

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

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, ABRIL DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paíz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
EXAMINADOR	Ing. Hugo Montenegro Franco
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA
SINACANTAN Y EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES EN LA CABECERA
MUNICIPAL DE CHIQUIMULILLA, SANTA ROSA,**

tema que me fue asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 28 de octubre de 2005

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Walter Omar Guerrero Martínez', written in a cursive style.

Walter Omar Guerrero Martínez

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala 31 de agosto de 2009.
Ref.EPS.DOC.1281.08.09.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Walter Omar Guerrero Martínez** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **199811525**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA SINACANTAN Y EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES EN LA CABECERA MUNICIPAL DE CHIQUIMULILLA, SANTA ROSA”**.

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





UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 31 de agosto de 2009.
Ref.EPS.D.524.08.09

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

Estimado Ingeniero Samuels Milson.

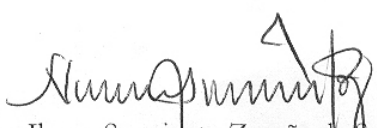
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA SINACANTAN Y EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES EN LA CABECERA MUNICIPAL DE CHIQUIMULILLA, SANTA ROSA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Walter Omar Guerrero Martínez**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el **Ing. Juan Merck Cos**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zepeda de Serrano
Directora Unidad de EPS



NISZ/ra



Guatemala,
11 de septiembre de 2009

FACULTAD DE INGENIERIA

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


Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA SINACANTAN Y EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES EN LA CABECERA MUNICIPAL DE CHIQUIMULILLA, SANTA ROSA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Walter Omar Guerrero Martínez, 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. Hugo Leonel Montenegro Franco
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.



Guatemala,
15 de enero de 2010

FACULTAD DE INGENIERIA

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

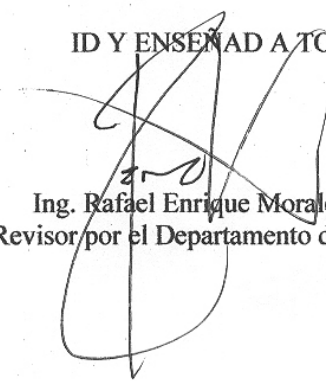
Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA SINACANTAN Y EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES EN LA CABECERA MUNICIPAL DE CHIQUIMULILLA, SANTA ROSA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Walter Omar Guerrero Martínez, 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



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Walter Omar Guerrero Martínez, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA SINACANTAN Y EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES, EN LA CABECERA MUNICIPAL DE CHIQUIMULILLA, SANTA ROSA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, abril de 2010

/bbdeb.

Más de 130 Años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.110.2010

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA SINACANTAN Y EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES, EN LA CABECERA MUNICIPAL DE CHIQUIMULILLA, SANTA ROSA**, presentado por el estudiante universitario **Walter Omar Guerrero Martínez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, abril de 2010



/gdech

AGRADECIMIENTOS A:

Dios; gracias por permitirme llegar a este día tan importante.

Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, por el conocimiento puesto a nuestro alcance.

Ing. Juan Merck Cos, por su apoyo y consejo invaluable.

A todas las personas que han creído en mi persona, durante todos estos años y han colaborado para que pueda alcanzar este logro.

ACTO QUE DEDICO A:

- Ser Supremo:** Que nos permite gozar del regalo de la vida, y me ha permitido alcanzar este logro.
- Mis abuelos:** Por la inspiración para mantener la mejora continua.
- Mis padres:** Julio Antonio Guerrero y Victoria Martínez, que me brindaron su apoyo y consejo en la época más importante de mi vida.
- Mis hermanos:** En especial a Celia, quien ha sido apoyo importante para alcanzar este logro. Sigam trabajando para alcanzar sus metas.
- Mi esposa e hijo:** Marcela y Omar, gracias por el apoyo y motivación.
- Mis compañeros:** Por compartir penas y alegrías en el transcurso de nuestra etapa estudiantil.
- Mis amigos:** Por estar allí, cada vez que los buscaba

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	
1.1 Monografía de Chiquimulilla, Santa Rosa	1
1.1.1. Localización y ubicación	1
1.1.2. Extensión territorial y colindancias	1
1.1.3. Distancias y vías de acceso	2
1.1.4. Condiciones climáticas	2
1.1.5. Integración territorial	2
1.1.6. Integración económica	2
1.1.7. Integración social y servicios públicos	3
1.1.8. Sitios arqueológicos y turísticos	4
1.1.9. Topografía, Orografía e Hidrografía	4
1.1.10. Diagnóstico sobre las necesidades de servicio básico e Infraestructura de la aldea Sinacantán, Chiquimulilla, S.R.	4
1.1.10.1 Descripción de las necesidades de la aldea Sinacantán	5
1.1.10.2 Priorización de las necesidades.	6
2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1 Diseño de alcantarillado sanitario aldea Sinacantán	9

2.1.1	Descripción del Proyecto	9
2.1.2	Levantamiento topográfico	9
2.1.2.1	Planimetría	10
2.1.2.2	Altimetría	10
2.1.3	Diseño hidráulico	11
2.1.3.1	Periodo de diseño	11
2.1.3.2	Población de diseño	11
2.1.3.3	Cálculo de los caudales	12
2.1.3.4	Caudal domiciliar	13
2.1.3.5	Caudal de conexiones ilícitas	14
2.1.3.6	Caudal comercial	16
2.1.3.7	Caudal industrial	16
2.1.3.8	Caudal de infiltración	16
2.1.3.9	Factor de caudal medio	17
2.1.3.10	Caudal máximo	17
2.1.3.11	Caudal de diseño	18
2.1.4	Factores de diseño	18
2.1.5	Datos para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario	19
2.1.6	Cotas Invert	20
2.1.7	Diámetros y clase de tubería	20
2.1.8	Relaciones hidráulicas	21
2.1.9	Elementos del alcantarillado	22
2.1.9.1	Pozos de visita	22
2.1.9.2	Candela domiciliar	23
2.1.9.3	Unio de candela y línea de alcantarillado	24
2.2.0	Desfogue	26
2.2.1	Propuesta para tratamiento de las aguas residuales	27
2.2.1.1	Características del agua residual	27

2.2.1.2	Características de los residuos	27
2.2.1.3	Modo de descomposición	28
2.2.1.4	Selección del sistema de tratamiento	28
2.2.1.5	Diseño de la Fosa séptica	29
2.2.1.6	Funciones de la Fosa séptica	30
2.2.1.7	Pozo de absorción	32
2.2.1.7.1	Tablas del cálculo hidráulico del alcantarillado sanitario	35
2.2.1.8	Plan de operaciones y mantenimiento del sistema	39
2.2.1.9	Elaboración de planos	39
2.2.1.10	Presupuesto	40
2.2.1.11	Evaluación de impacto ambiental inicial	45
2.2.1.12	Valuación socio económica	46
2.2.1.12.1	Valor presente neto	46
2.2.1.12.2	Tasa interna de retorno	46
3	DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES	49
3.1	Descripción del Proyecto	49
3.1.1	Investigación Preliminar	
3.1.2	Capacidad	49
3.1.3	Terreno disponible	49
3.1.4	Estudio de suelo	49
3.1.4.1	Cálculo del valor soporte del suelo	50
3.1.5	Diseño Arquitectónico	51
3.1.6	Ubicación del edificio en el terreno	52
3.1.7	Distribución de ambientes	52
3.1.8	Altura del edificio	53
3.1.9	Selección del sistema estructural a usa	53
3.2	Análisis estructural	53

3.2 .1	Predimensionamiento estructural	53
3.2.2	Columnas	54
3.2.2. 1	Vigas	55
3.2.3	Losas	56
3.2.4	Cimientos	57
3.3	Análisis estructural	57
3.3.1	Modelos matemáticos de marcos dúctiles	57
3.3.2	Cargas aplicadas a marcos rígidos	59
3.3.2.1	Cargas verticales en marcos rígidos	60
3.3.2.2	Cargas horizontales en marcos rígidos	61
3.3.2.3	Análisis de marcos por el método Kani	67
3.3.2.3.1	Método Kani – carga muerta en el sentido Y – marco crítico	78
3.3.2.3.2	Método Kani- carga viva en el sentido Y – marco crítico	78
3.3.2.3.3	Método Kani- carga sismo en el sentido Y-marco crítico	78
3.3.2.3.4	Resultados de los análisis de Kani, Marco crítico sentido Y, edificio escolar de dos niveles.	81
3.4	Diseño estructural	85
3.4.1	Diseño de losas	86
3.4.1.1	Losas del techo	88
3.4.1.2	Diseño del acero refuerzo	94
3.4.2	Diseño de vigas	98
3.4.2.1	Diseño del refuerzo	98
3.4.2.2	Diseño de vigas con refuerzo a compresión	102
3.4.3	Diseño de columnas	105
3.4.3.1	Diseño del refuerzo	112
3.4.4	Diseño de zapatas	119

3.4.4.1	Diseño estructural de zapata	119
3.4.4.2	Área de zapata	120
3.4.4.3	Predimensionamiento del área de la zapata	120
3.4.4.3.1	Chequeo de la presión del suelo	120
3.4.4.3.2	Espesor de la zapata	121
3.4.4.3.3	Diseño del refuerzo	123
3.5	Diseño de escaleras	125
3.5.1	Determinando el espesor de losa	126
3.5.2	Diseño del refuerzo	127
3.6	Presupuesto	129
	CONCLUSIONES	135
	RECOMENDACIONES	137
	BIBLIOGRAFÍA	139
	ANEXOS	141
	APÉNDICE	147

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Casco urbano de Chiquimulilla, Santa Rosa	7
2. Curva de trazos continuo	49
3. Marco típico sentido X	56
3.a Marco típico sentido Y	56
4. Planta típica de edificio escolar	57
5. Distribución de marco en planta típica, edificio escolar	62
6. Modelo matemático, marco típico elástico unido con nudos rígidos sentido X	63
7. Modelo matemático, marco típico elástico unido con nudos rígidos sentido Y	65
8. Proceso iterativo análisis estructural método de Kani, Carga Muerta, marco crítico eje Y	75
9. Resultado proceso iterativo análisis estructural método de Kani Carga muerta, marco crítico eje Y	78
10. Diagrama de momentos (Kg.m). Carga muerta marco crítico eje Y	79
11. Diagrama de momentos (Kg.m). Carga viva marco crítico eje Y	79
12. Diagrama de momentos (Kg.m) Carga sísmica marco crítico eje Y	80
13. Diagrama de momentos últimos (Kg.m) Envolvente de momentos VIGAS, Marco crítico eje Y	81
14. Diagrama de momentos últimos (Kg.m) Envolvente de momentos COLUMNAS, Marco crítico eje Y	81
15. Diagrama de momentos últimos (Kg.m) Envolvente de momentos VIGAS, Marco crítico eje X	82
16. Diagrama de momentos últimos (Kg.m) Envolvente de momentos VIGAS, Marco crítico eje X	82

17	Diagrama corte (V) últimos (Kg) VIGAS Y COLUMNAS, Marco crítico eje Y	83
18	Diagrama de corte (V) últimos (Kg) VIGAS Y COLUMNAS, Marco crítico eje X	83
19	Distribución de losas	85
20	Planta de momentos actuantes en losas del techo (Kg.m)	88
21	Planta de momentos balanceados en losas techo (Kg.m)	90
22	Planta de momentos actuantes losa primer nivel (Kg.m)	91
23	Planta losa primer nivel, resultado de balanceo de momentos Actuantes (Kg.m)	92
24	Detalle de Viga tipo E-H sentido X	100
24.a	Detalle de Viga tipo B-H sentido Y	103
25	Detalle típico columna segundo nivel edificio escolar	116
26	Detalle típico columna primer nivel edificio escolar	117
27	Detalle refuerzo zapata típica	123

TABLAS

I	Cálculo hidráulico de alcantarillado sanitario	34
II	Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario	39
III	Cálculo de acero refuerzo losa primer nivel	95
IV	Cálculo del área de acero para viga nudo E-H sentido X	97
V	Cálculo de columnas, edificio escolar	115
VI	Presupuesto edificio escolar de dos niveles	127

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Área
At	Área tributaria
Av	Área de la varilla
cm	Centímetros
CM	Centro de masa
CU	Carga última
E	Excentricidad
Ec	Módulo de elasticidad del concreto
Es	Módulo de elasticidad del acero
f'c	Resistencia última del concreto
Fcu	Factor de carga última
FY	Esfuerzo de la fluencia para el acero
H	Altura
Hv	Altura de la vía
kg	Kilogramos
kg/cm ²	Kilogramos por centímetro cuadrado
l	Litros
I	Inercia
Long.	Longitud
m ²	Metros cuadrados
m	Relación entre lado corto y lado largo en losas
M	Momento
M(-)	Momento negativo
M(+)	Momento positivo
MB	Momento Balanceado
Mcm	Momento de carga muerta

GLOSARIO

ACI	Instituto Americano del Concreto.
Caudal	Es el volumen del fluido en la unidad de tiempo.
Carga muerta	Es la carga que permanece estática a través del tiempo, independientemente de la utilización de la estructura.
Carga viva	Es la carga que puede moverse a través del tiempo, se estima que podrá trasladarse en el futuro de un lugar a otro.
Centro de masa	Es el punto donde se considera que actúan las fuerzas sísmicas en un elemento estructural.
Columna	Son los elementos verticales que soportan el sistema de piso estructural. Son miembros en compresión sujetos a la mayoría de los casos a carga axial y flexión y son de mayor importancia en las consideraciones de seguridad de cualquier estructura.
Especificaciones	Son condiciones emanadas de las normas para construir o ejecutar proyectos.

Normas	Son reglas que se utilizan para diseñar y planificar proyectos.
Proyecto	Se define como cualquier intervención que está planificado, está destinado a lograr un objetivo, tiene un presupuesto determinado y tiene un plazo determinado.
Rigidez	Fuerza producida por la unidad de deformación; momento necesario para producir una deformación unitaria.
Torsión	Se refiere al torcimiento de un miembro estructural cuando se carga con momentos que producen rotación alrededor de su eje longitudinal.
Vigas	Son los elementos estructurales que transmiten las cargas tributarias de las losas a las columnas.
Zapatas	Son elementos de cimentación más simples que existen y transmiten el peso de la superestructura al suelo.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado, en la aldea Sinacantán y casco urbano del municipio de Chiquimulilla, departamento de Santa Rosa.

Ofrece información general de los lugares donde se realizaron los estudios, y la descripción del diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, para la aldea Sinacantán. Entre las actividades que se desarrollaron, previos al diseño, figuran la visita preliminar de campo, determinación del lugar de desfogue para el sistema sanitario, ubicación de la planta de tratamiento y levantamiento topográfico. Con base a estas actividades se procedió al diseño del sistema de alcantarillado sanitario.

También se describe el diseño de una edificación escolar que consta de dos niveles, ubicada en el área urbana del municipio. El sistema estructural del edificio escolar fue trabajado a través de marcos dúctiles con nudos rígidos, el análisis estructural se hizo a través del método de Kani, de donde se obtuvieron momentos y cortes para cada elemento, luego se realizaron envolventes de momentos recomendados por el ACI, tomando la más crítica para diseñar los elementos estructurales

OBJETIVOS

GENERALES:

1. Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Sinacantán, Chiquimulilla, Santa Rosa.
2. Diseñar el edificio escolar de dos niveles en el área urbana de la cabecera municipal de Chiquimulilla, Santa Rosa.

ESPECÍFICOS:

1. Desarrollar una investigación monográfica del municipio, así como la evaluación y diagnóstico de las necesidades de servicios básicos e infraestructura existentes en el municipio, a partir de las necesidades identificadas. Se priorizaran una del área urbana y otra del área rural. Esperando de esta forma contribuir al desarrollo de los habitantes del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa.
2. Capacitar a los miembros del Comité de Desarrollo Local sobre aspectos de operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario, para detectar y corregir los problemas que pudieran presentarse en éste, de tal manera de garantizar el servicio a la comunidad

INTRODUCCIÓN

El municipio de Chiquimulilla es el de mayor extensión territorial y uno de los más importantes del departamento de Santa Rosa, también es uno de los más antiguos; es de clima cálido, se encuentra a una altura de 294 m.s.n.m, al sur del departamento, en las faldas del volcán Tecuamburro. Chiquimulilla es económicamente muy interesante, pues cuenta con una vasta producción agropecuaria, posee muchos recursos naturales que favorecen a su economía, además del gran comercio que existe actualmente.

Luego de realizar el diagnóstico sobre de las necesidades de infraestructura y servicios básicos, se procedió a clasificar las de mayor prioridad, designando un proyecto para el área urbana y otro para el área rural. El primero en el área de saneamiento básico, en la aldea Sinacantán; el segundo en el área de infraestructura, en la cabecera municipal de Chiquimulilla, Santa Rosa.

Por lo que este trabajo de graduación contiene la propuesta de solución para la problemática planteada anteriormente, como son los diseños del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Sinacantan y edificio escolar de dos niveles en el área urbana de la cabecera municipal de Chiquimulilla, Santa Rosa. Al final de este trabajo se adjuntan los planos y presupuestos correspondientes

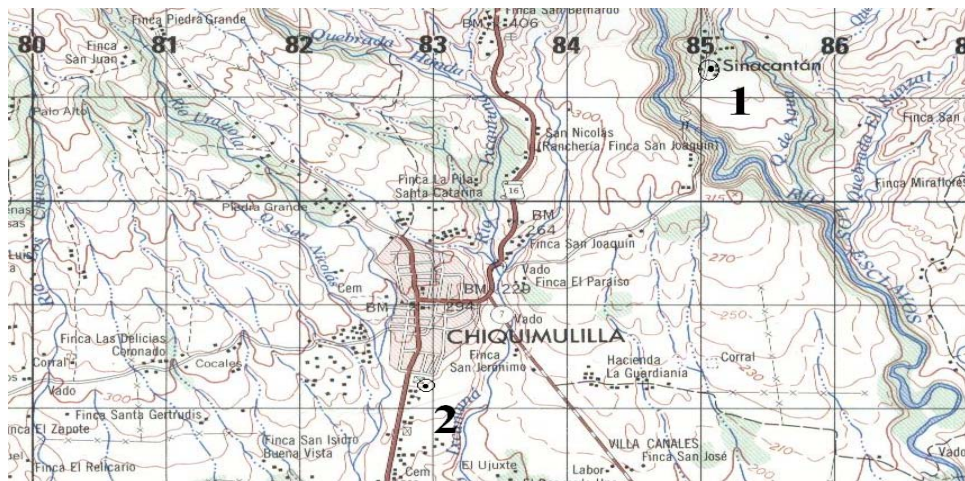
1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía de Chiquimulilla, Santa Rosa

1.1.1. Localización y ubicación

Se encuentra a una altura de 294 m.s.n.m, al sur del departamento de Santa Rosa, en las faldas del volcán Tecuamburro; en la latitud $14^{\circ} 05'18''$ y longitud $90^{\circ}22'48''$. **Figura 1. Ubicación**

1. ubicación aldea Sinacantán, Chiquimulilla, Santa Rosa
 $14^{\circ}06'36''N$ $90^{\circ}21'35''O$ elev 344msnm
2. ubicación Instituto Nacional Mixto de Educación Agropecuaria Lic. Mario Méndez Montenegro. $14^{\circ}04'50'' N$ $90^{\circ}22'48''O$ 294msnm



1.1.2. Extensión territorial y colindancias

El municipio de Chiquimulilla es el de mayor extensión y uno de los más importantes del departamento de Santa Rosa, alcanza los 499 kilómetros cuadrados, colinda al norte con Cuilapa y Pueblo Nuevo Viñas (Santa Rosa); al este con Pasaco y Moyuta (Jutiapa); Santa María Ixhuatán y San Juan Tecuaco (Santa Rosa); al sur con el Océano Pacífico y al oeste con Guazacapán.

1.1.3. Distancias y vías de acceso

De la cabecera departamental dista 42 kilómetros.

De la ciudad capital dista 107 kilómetros, vía Cuilapa y
116 kilómetros, vía Escuintla.

Las rutas de acceso están asfaltadas; las aldeas, caseríos y fincas tienen fácil acceso a la cabecera municipal por caminos de terracería, transitables para vehículos automotores.

1.1.4. Condiciones climáticas

El clima del municipio es cálido, con temperaturas que van desde los 25 a los 35 grados centígrados, las principales zonas de vida son bosque muy húmedo subtropical (cálido) y bosque seco subtropical.

1.1.5. Integración territorial

Su jurisdicción municipal comprende una población con categoría de Villa, 12 aldeas, 5 caseríos, 197 fincas, 22 labores y 4 parcelamientos agrarios.

- **Montañas**

La Máquina, Santa Clara y el volcán Tecuamburro, que tiene una altura de 1946 metros sobre el nivel del mar.

1.1.6. Integración económica

El municipio cuenta con una vasta producción agropecuaria y con muchos recursos naturales que favorecen a su economía, además del gran comercio que existe actualmente. Los cultivos principales son café, arroz, y banano; en menor escala legumbres y frutas regionales. En su selva se

encuentran animales silvestres de caza y en sus aguas marítimas y fluviales abundan los peces y crustáceos.

En cuanto a ganadería, Chiquimulilla es uno de los mayores productores de bovinos del país, pues hay fuertes fundaciones ganaderas que abastecen al mercado interno y el de exportación.

1.1.7. Integración social y servicios públicos

Este municipio registra una población de 60,418 habitantes, integrada por 14,758 familias; 31,782 hombres y 28,636 mujeres; según censo realizado en el año 2002 elaborado por el Instituto Nacional de Estadística (INE).

La mayor actividad social y económica del municipio se encuentra en la cabecera municipal, es una población organizada; cívica, social y económicamente.

Su nomenclatura registra cinco avenidas y doce calles pavimentadas, con todos los servicios públicos necesarios como agua potable, energía eléctrica, drenajes, telégrafo, correo, radio, teléfono, centro de pagos de telefonía, mercados municipales, rastro de ganado, centro de salud, policía municipal, policía nacional civil, canchas deportivas y cementerio general.

Servicios profesionales como clínicas médicas, sanatorios privados, hospitales privados, bufetes de abogacía y notariado. Funcionan además varias agencias bancarias como Banrural, G&T, Banco Industrial, Agromercantil, Cooperativas, etc.

1.1.8. Sitios arqueológicos y turísticos

Este municipio ofrece lugares de insólita belleza tropical, como Casas Viejas, El Ujuxte, Los Cerritos, Santa Clara, Playa de las Lisas, el Ahumado, Hawai, el Canal de Chiquimulilla, estos son muy visitados, especialmente durante la semana santa.

1.1.9. Topografía, orografía e hidrografía

La topografía de este municipio es plana, en su mayor extensión, excepto hacia el norte, que es irregular, encontrándose las siguientes elevaciones: Los Cerritos; La Gavia; La Cebadilla; y La Soledad; Las Montañas; La Máquina; Santa Clara; y el volcán de Tecuamburro que es la mayor, con 1946 metros sobre el nivel del mar.

Riegan su territorio varias corrientes fluviales que son los ríos: Los Esclavos (el mayor), Margaritas, Pinzón, Las Marías, Ixcatuná, Frío, Urayala, Umoca, Sinacantán, El Jute, de Oliveros, Usuma, Grande, Las Flores, Ulapa y Paso Caballos; los riachuelos Santa Catarina, Champote, Aguacoco, Guichipi, La Corona, así como numerosas quebradas.

1.1.10 Diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de Chiquimulilla, Santa Rosa.

Cuando se desea obtener resultados de un diagnóstico a una comunidad, uno de los métodos más efectivos consiste en un diagnóstico participativo comunal, que consiste básicamente en escuchar cuales son las necesidades mas palpables en la comunidad, por los propios pobladores. Complementando con lo que el evaluador observe a su alrededor. Generalmente a cualquier lugar del interior de la República de Guatemala, al cual se viaje, se podrá notar la ausencia de servicios básicos, especialmente en el área rural. En el caso

específico de la aldea Sinacantán, Chiquimulilla, Santa Rosa. Cuenta con servicio de agua potable, el cual será ampliado por la municipalidad. Cuentan con energía eléctrica, se puede acceder a esta aldea, por un camino de terracería en regular estado. Se encuentra a escasos tres kilómetros de la cabecera municipal. Sin embargo en el área de saneamiento, es evidente la necesidad de un sistema de alcantarillado sanitario, pues las aguas servidas corren a flor de tierra, sin ningún tipo de disposición. En más de una ocasión los promotores de salud, han registrado enfermedades gastrointestinales y de la piel, en los niños de la comunidad.

En cuanto a la cabecera municipal, la cual se encuentra cubierta en la mayoría de necesidades de infraestructura básica y saneamiento, se evidencia la problemática surgida a raíz de la creación de un Instituto de Educación Diversificada por Cooperativa en jornada vespertina.

1.1.10.1 Descripción de las necesidades de la aldea Sinacantán y del casco

Urbano de Chiquimulilla, S.R.

Dentro de las necesidades básicas están:

- Saneamiento ambiental: Las aguas residuales corren a flor de tierra, provocan enfermedades y contaminación.
- Mejoramiento y mantenimiento de caminos vecinales: Todos los caminos que comunican a la Aldea son de terracería y se encuentran en mal estado, provocando inconvenientes en época de invierno.
- Infraestructura: No cuentan con edificaciones adecuadas, para actividades sociales, si cuentan con una construcción informal, que es utilizada para realizar las reuniones de la comunidad.

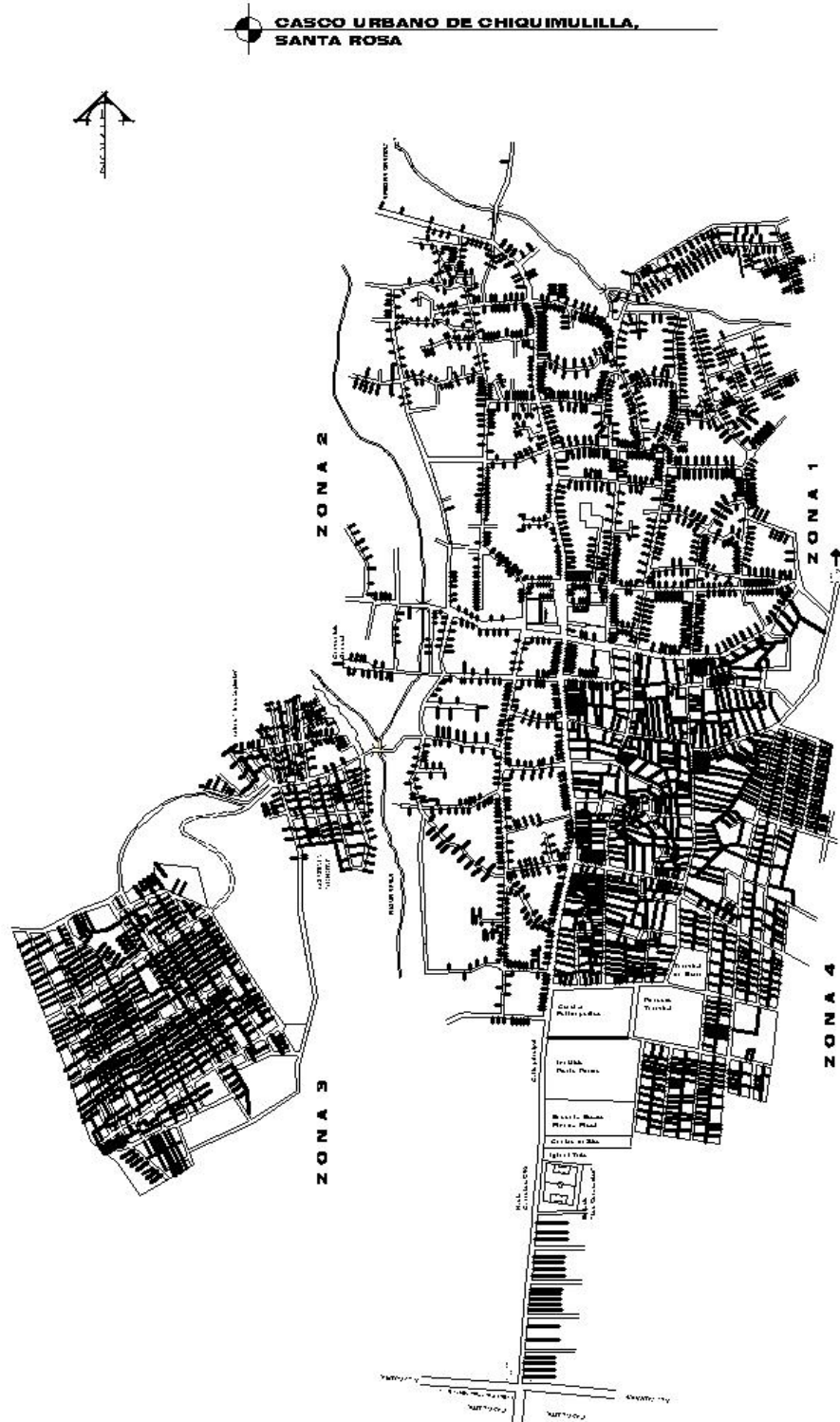
1.1.10.2 Priorización de las necesidades de la aldea Sinacantán

Actualmente las instalaciones del Instituto Nacional Mixto de Educación Básica Mario Méndez Montenegro, funciona en jornada matutina, brindando los servicios de educación a quinientos ochenta y un alumnos. Debido a la demanda de una educación de calidad y cuotas accesibles, un grupo de padres de familia y catedráticos gestionaron la creación de un Instituto de Educación Diversificada, (Bachillerato en Computación, Magisterio Intercultural y Perito en Administración de Empresas), la modalidad de este establecimiento es por cooperativa, su nombre es Instituto Mixto de Educación Diversificada por Cooperativa de Chiquimulilla. IMEDCHI. Se estima que este instituto brindará educación a seiscientos veinticinco alumnos en sus diversas carreras de nivel medio. De acuerdo a lo descrito anteriormente y con base a los criterios que la municipalidad y comité externaron se priorizaron los proyectos de la siguiente forma: alcantarillado sanitario para la aldea Sinacantán y edificio escolar de dos niveles

Se dio la prioridad al diseño del alcantarillado sanitario por las siguientes razones:

- Se debe realizar la conducción de las aguas residuales antes de pensar en mejorar el camino, para evitar daños posteriores en el camino debido a los trabajos necesarios para un alcantarillado, como la construcción de los pozos de visita y colocación de tubería.
- Eliminar focos de contaminación y contribución de enfermedades.
- Contar con un área destinado para el tratamiento primario y desfogue de las aguas residuales, ubicándolo en un zanjón donde no representará ningún riesgo a contaminación.
- Actualmente existe deficiente manejo de las excretas, además de incomodidad por parte de la población en seguir utilizando letrinas, ya que la aldea ha llegado a crecer y tener otros servicios básicos para su desarrollo.

Figura 1 a. Casco urbano de Chiquimulilla, Santa Rosa



2 SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño del sistema de alcantarillado sanitario aldea Sinacantán

2.1.1 Descripción del proyecto

La aldea Sinacantán se ubica en la parte norte del municipio de Chiquimulilla, es muy importante por su producción agrícola, como muchas de las comunidades del interior del país, aún no cuenta con todos los servicios básicos, de infraestructura y salud. Luego del análisis de los datos recabados en el diagnóstico participativo comunal, se estableció que la necesidad a cubrir más importante era en el área de saneamiento. Debido a las características del terreno donde se ubica la aldea, será necesario evacuar las aguas servidas a tres ramales principales, los cuales contarán con su sistema de tratamiento primario, consistente en una fosa séptica, la cual tendrá dimensiones de acuerdo a la población a la cual servirá. Debido a que no se cuenta con un lugar adecuado al cual desfogar, se propone el sistema de pozos de absorción, con el cual se espera no se causen problemas de contaminación en el lugar, por exposición directa de las aguas servidas. El tipo de tubería considerado en este diseño es tubería de concreto. La población actual a servir es de setecientos ochenta y cinco personas.

2.1.2 Levantamiento Topográfico

En todo diseño de alcantarillado es necesario realizar un levantamiento topográfico, el cual será de utilidad para poder conocer como está ubicado el proyecto en planta, como elevación.

El levantamiento topográfico debe ser de gran precisión ya que en este tipo de proyectos se invierte gran cantidad de recursos económicos y los

beneficiarios demandan un buen servicio, el levantamiento debe de ser de primer orden.

El levantamiento de primer orden consiste en utilizar equipo topográfico de precisión (teodolito, nivel y estadal), para obtener datos para planimetría y altimetría.

2.1.2.1 Planimetría

La planimetría sirve para localizar la red dentro de las calles, ubicar los pozos de visita y en general todos aquellos puntos de importancia. Para el levantamiento planimetrico de este proyecto, se aplicó el de conservación del azimut, con una poligonal cerrada. El equipo utilizado fue teodolito de precisión marca SOKKIA DT6 electrónico, cinta métrica, estadal y plomadas.

2.1.2.2 Altimetría

La altimetría es utilizada cuando se necesitan conocer los niveles de ciertos puntos en el terreno objeto del estudio, con estos puntos es posible dibujar curvas de nivel, las cuales darán la idea de la forma que tiene alguna parte de interés en el terreno, en este caso se aplicó al método de nivelación compuesta, el equipo utilizado para este levantamiento fue un nivel de precisión marca SOKKIA C-32 y cinta métrica.

2.1.3 Diseño hidráulico

2.1.3.1 Período de diseño

Se tomará como tal, el tiempo en el cual la obra funcionará satisfactoriamente, por lo tanto hay que tener en cuenta:

- Vida útil de las estructuras, tomando en cuenta la antigüedad, desgaste y daño.
- Crecimiento poblacional.
- Desarrollo de la obra en sus primeros años.

Para el diseño del proyecto se adoptó un período de 21 años.

2.1.3.2 Población de diseño

Para el cálculo de la población de diseño, se debe tomar el período de diseño correspondiente. Es recomendable utilizar cualquier método apropiado para la estimación de crecimiento poblacional.

Se recopila toda la información necesaria para tener datos más reales, como en los registros municipales y de sanidad, censos escolares, Instituto Nacional de Estadística (INE). En todo caso se debe verificar la información obtenida.

Hay que tomar en cuenta el tamaño de la comunidad a estudiar. Para el cálculo de la población futura existen varios métodos, el más común es: el método del incremento geométrico, que es el que más se adapta al crecimiento poblacional de nuestro medio.

Para este proyecto se aplicó el método geométrico, ya que se poseen los datos para calcular la población futura, y es el siguiente:

$$Pf = Pa(1 + r)^n$$

Donde:

Pf = población futura

n = período de diseño (21 años)

Pa = población actual=785 hab.
rural,

r = tasa de crecimiento = 4.00 % (área

Aldea Sinacantán, Chiquimulilla,

S.R.

datos recabados del censo del

2002 INE).

Se sustituye:

$$Pf = 785(1 + 0.040)^{21}$$

$$Pf = 1,788 \text{ habitantes}$$

2.1.3.3 Cálculo de los caudales

Son los diferentes caudales que componen un flujo de aguas negras, se efectúa mediante la aplicación de varios factores dentro de los cuales se puede mencionar:

- Dotación de agua potable
- Factor de retorno
- Intensidad de lluvia
- Estimación de conexiones ilícitas

- Tipo de material de la tubería a utilizar.

El caudal que se transporta está determinado por la pendiente y la velocidad, por principio hidráulico, se tiene que el drenaje funciona como canal abierto y no a presión.

El tirante máximo se obtiene de la relación d/D donde d es la altura del flujo y D el diámetro de la tubería, esta relación debe de ser mayor de 0.10 para que exista arrastre de las excretas y menor de 0.75 para que funcione como canal abierto.

La velocidad del flujo está determinada por la pendiente del terreno, el tipo y diámetro de la tubería, la velocidad se determina por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas v/V donde v es la velocidad del flujo y V es la velocidad a sección llena, v por norma debe ser mayor a 0.60 m/s para que no exista sedimentación u obstrucción en la tubería y no debe ser mayor a 3 m/s para que no exista abrasión en esta. Estos límites aplican para las tuberías de concreto.

2.1.3.4 Caudal domiciliar

El agua que ha sido utilizada en el hogar, es desechada y conducida en la red de alcantarillado, este caudal está relacionado con la dotación y suministro de agua.

En el cálculo del caudal domiciliar hay que tomar en cuenta el factor de retorno que es un porcentaje de agua, que después de ser usada vuelve al drenaje, este varía entre 0.70 a 0.9, en este proyecto considerando las costumbres y características del lugar se tomará 0.80. La dotación para esta comunidad se consideró en función de la capacidad de la red de distribución de agua, así como por las costumbres higiénicas prevalecientes en el lugar, y las

características climáticas de la zona. Es importante mencionar que la dotación se define al momento de diseñar el sistema de conducción y distribución de agua. Para esta Aldea la dotación asignada por la municipalidad es de 100l/ha/día.

$$Q_{dom} = \left(\frac{\text{dotación} * \text{número de habitantes} * \text{factor de retorno}}{86,400} \right)$$

$$Q_{dom} = \left(\frac{100 \text{ Lt/hab/día} * 1787 \text{ habitantes} * 0.80}{86,400} \right)$$

$$Q_{dom} = 1.65 \text{ L/seg.}$$

2.1.3.5 Caudal de conexiones ilícitas

Este caudal es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sin ninguna autorización. Existen varios métodos, para el cálculo de este caudal, el cual es muy significativo en las consideraciones de diseño, por lo que en este análisis se presentan los más utilizados.

a.- Método racional: En este método se consideran las dimensiones promedio de los lotes de la comunidad, así como el promedio de áreas techadas y de patios. Además de la precipitación pluvial promedio del lugar, este dato es tomado de la información proporcionada por la estación metereorológica más cercana.

$$Q_{ci} = C * I * A\%/360 \quad Q_{ci} = m^3 / \text{seg}$$

C= Coeficiente de escorrentía, depende de las características del área a drenar

I= Intensidad de lluvia (mm/hora)

A= Área en (Ha)

Área promedio de vivienda 250 m² ; Numero de viviendas 144

Área de techo= 100m²*144 viviendas=14400m²/10000=1.44 Ha

Área de patios=150m²*144viviendas=2.16 Ha

Coefficiente de esorrentía

$$C=(1.44*0.80+2.16*.15)/(1.44+2.16)=0.41$$

I=Intensidad de lluvia= 125 mm/hora

$$Q_{ci} = (0.41 * 125 \text{ mm/hora} * 3.60\text{Ha} * 0.005/360) * 1000$$

$$Q_{ci}=2.57 \text{ L/seg}$$

b.- Municipalidad de Guatemala: Se considera una dotación de 100 L/hab/día para conexiones ilícitas.

$$Q_{ci} = 100\text{L/hab./dia} * \text{No. hab.}$$

$$Q_{ci} = 100\text{L/hab./dia} * 1787\text{hab}$$

$$Q_{ci} = 2.06 \text{ L/seg}$$

c.- Según criterio de UNEPAR-INFOM: Se considera para conexiones ilícitas un mínimo de 10% mínimo del caudal domiciliar.

$$Q_{ci} = 10\% Q_{\text{dom.}}$$

$$Q_{ci} = 1.65\text{L/seg} * 10\% = 0.165 \text{ L/seg}$$

En este caso en particular, considerando que el diseño de este sistema es de una comunidad rural, en la cual será difícil establecer un sistema de control adecuado, se considera para el cálculo de este caudal el valor estimado en el método racional.

2.1.3.6 Caudal comercial

Este caudal es el proveniente de centros comerciales, instituciones públicas, mataderos, comercios en general, el caudal varía de 600 a 3,000 Lt/comercio/día. En este diseño no se consideró la conexión de comercios, pues en esta Aldea únicamente existen como tales, las tiendas de artículos de primera necesidad.

2.1.3.7 Caudal industrial

Este caudal es el proveniente de grandes plantas industriales que consumen agua tales como: azucareras, maquilas, farmacéuticas, embotelladoras. Para este proyecto no se tomó en cuenta este caudal debido a que esta es una Aldea en la cual no existe ningún tipo de industria.

2.1.3.8 Caudal de infiltración

Este depende de la profundidad del nivel freático, ya que se infiltra este caudal al alcantarillado por la permeabilidad del terreno, el tipo de junta, la calidad de mano de obra y de la supervisión. La dotación de infiltración va de 12,000 a 18,000 Lt/Km/día.

$$Q_{inf} = \frac{F_{inf} * \left(\frac{\text{mts de tubo} + \text{No. de casas} * 6 \text{ mts}}{1000} \right)}{86,400}$$

$$Q_{inf} = \frac{15,000 \text{L/km/día} * \left(\frac{1540 \text{ mts de tubo} + 144 \text{ casas} * 6 \text{ mts}}{1000} \right)}{86,400}$$

$$Q_{inf} = 0.42 \text{ L/seg}$$

2.1.3.9 Factor de caudal medio

Con los valores obtenidos de los distintos caudales, se integra el caudal medio (Qmed), del área a drenar.

$$\text{Caudal medio} = Q_{\text{dom}} + Q_{\text{ci}} + Q_{\text{com}} + Q_{\text{ind}} + Q_{\text{inf}}$$

$$\text{Caudal medio} = 1.65 \text{ L/s} + 2.57 \text{ L/s} + 0 + 0 + 0.42 \text{ L/s}$$

$$Q_{\text{med}} = 4.64 \text{ L/s}$$

Fqm = factor de caudal medio: este debe estar entre el rango de 0.002 a 0.005, cuando el cálculo realizado da un valor fuera de este rango, este es aproximado al límite más cercano.

$$F_{\text{qm}} = \frac{\text{Caudal medio}}{\text{Número de habitantes}}$$

$$F_{\text{qm}} = 4.64 / 1788$$

$$F_{\text{qm}} = 0.0026$$

2.1.3.10 Factor de flujo instantaneo

Para el cálculo del caudal máximo que fluye por el sistema de alcantarillado sanitario, en un momento dado, hay que afectar el caudal medio por un factor conocido como **factor de flujo instantáneo**, el cual varía entre 1.5 a 4.5, de acuerdo al tamaño de la población. El cómputo de dicho factor se puede hacer por diversas formas, pero la más usada es el valor obtenido por la fórmula de Harmond.

FH = factor de Harmond: es el valor estadístico que determina la probabilidad del número de usuarios que estarán haciendo uso del servicio en un momento dado.

$$FH = \frac{\left(18 + \sqrt{\frac{pf}{1000}}\right)}{\left(4 + \sqrt{\frac{pf}{1000}}\right)} = \frac{\left(18 + \sqrt{\frac{1,788}{1000}}\right)}{\left(4 + \sqrt{\frac{1,788}{1000}}\right)} = 3.62$$

2.1.3.11 Caudal de diseño

Para realizar la estimación de la cantidad de agua negra que transportará el alcantarillado en los diferentes puntos donde servirá, primero se tendrán que integrar los valores que describen en la fórmula siguiente:

$$Q_{dis} = \text{número de habitantes} * FH * F_{qm}$$

$$Q_{dis} = 1788 * 3.62 * 0.0026$$

$$Q_{dis} = 16.82 \text{ L/s}$$

2.1.4 Criterio de diseño

Los proyectos de alcantarillado se deben diseñar, para que proporcione una pendiente que de la velocidad mínima de 0.60 m/s. La velocidad mínima no permite la decantación de los sólidos, pero también velocidades altas producen efectos dañinos debido a que los sólidos en suspensión, pueden hacer efecto abrasivo a la tubería, por tal razón se recomienda que la velocidad máxima sea de 3m/s, para tubería de concreto.

- El coeficiente de rugosidad para la tubería de concreto, diámetro menor a 24 pulgadas es de n: mínimo 0.011 y máximo 0.016
- El diámetro mínimo para alcantarillado sanitario con tubería de concreto es de 8"

Las profundidades mínimas de tubería (H_{min}) serán:

- Tránsito normal (menor 200 quintales) es 1.22 metro.
- Tránsito pesado (mayor 200 quintales) es 1.42 metros.

2.1.5 Datos para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario aldea Sinacantán, Chiquimulilla, Santa Rosa

- Período de diseño..... 21 años
- FQM..... 0.0026
- Población actual..... 785 habitantes
- Población futura..... 1788 habitantes.

Fórmula de Manning

Esta fórmula es utilizada para el diseño de drenajes sanitarios, asumiendo que este funcionará como **canal abierto**. Se obtiene el valor de la velocidad del flujo a partir de este dato, se establecen las otras relaciones hidráulicas, v/V ; d/D y q/Q .

$$V = \left(\frac{0.03429}{N} \right) * D^{2/3} * S^{0.50}$$

Donde:

D = Diámetro de la tubería en pulgadas

V = velocidad (m/s)

S = pendiente (m/m)

N = coeficiente de rugosidad depende del material de la tubería

Caudal: el caudal es calculado a partir de la fórmula.

$$Q = V * A$$

Donde:

Q= en m^3 /seg

V= en m/seg

A= área de la seccion de tubería en m^2

2.1.6 Cotas Invert

Las cotas del terreno, al igual que los puntos de entrada y salida de la tubería del alcantarillado, deben calcularse de la siguiente manera:

La fórmula para encontrar la cota invert de la tubería es:

CI = Cota Invert inicial

CTI= Cota del terreno inicial

CTF= Cota del terreno final

CTS= Cota Invert de la tubería de salida

CTE= Cota Invert de la tubería de entrada

D= Distancia horizontal

St= Pendiente del terreno o tubería

Et= espesor de tubería

Hmín = profundidad mínima de la tubería, la cual depende del tránsito que circulará por la calle.

$CTF = CTI - D * St\%$

$CI = CTI - (H_{min} + Et + \text{Diámetro del tubo})$

2.1.7 Diámetro y clase de tubería

El diámetro mínimo para tubería de concreto es de 8" según normas del INFOM, con ese diámetro se empieza el diseño mientras lo requiera. La velocidad y el caudal, irán aumentando el diámetro, siempre y cuando se comprueben las relaciones d/D.

2.1.8 Relaciones hidráulicas

Son relaciones que involucran a la velocidad, tirante y caudal de la tubería tanto a sección llena, como para el caudal de diseño. Estas relaciones deben estar entre los rangos a continuación descritos.

Tirante: Describe la altura de líquidos que actuará en la tubería, debe de situarse en el rango de $0.10 \leq d/D \leq 0.75$. Esto para garantizar que la tubería actúe como un canal abierto, manteniendo su movimiento por la fuerza de gravedad.

Donde:

d= tirante producido por el caudal de diseño

D= Diámetro de la tubería en la cual se conducen las aguas servidas.

Relación de caudales (q/Q): Esta relación tiene por objetivo ubicar un valor (el más cercano) en las tablas de relaciones hidráulicas. Para realizar los cálculos correspondientes para chequeo de velocidades entre otros. Se tiene que el caudal de diseño debe ser menor que el caudal a sección llena.

Donde:

q: Caudal de diseño actuante en la sección

Q: Caudal de la tubería a sección llena.

Velocidad: La velocidad alcanzada por el fluido, para la sección analizada debe mantenerse en el rango de $0.60 \text{ m/s} \leq v \leq 3.00 \text{ m/s}$. Para tuberías de concreto, el objetivo es garantizar que no exista sedimentación, ni abrazación en la tubería.

2.1.9 Elementos del alcantarillado

El alcantarillado sanitario es donde se evacuan aguas negras solamente, está conformado por los elementos que se describen a continuación.

Conexión domiciliar: es la que transporta las aguas negras provenientes de las viviendas hacia el alcantarillado secundario o a las tuberías principales, excepto a otra conexión domiciliar, normalmente se construyen en el exterior de la vivienda. Está compuesta por una candela domiciliar consistente en un tubo de cemento de doce pulgadas, la cual servirá para inspecciones futuras. Aquí se unen la tubería de la vivienda con la del colector, esta última no debe ser menor de seis pulgadas.

Líneas secundarias: constituyen el elemento que transporta agua residual de una o más viviendas a la línea central, se constituye el primer elemento de la red del alcantarillado.

Línea central: es la que transporta agua residual proveniente de las líneas secundarias a los pozos de visita.

Pozos de visita: se utilizan para interceptar y recoger el agua residual procedente de uno o varios brazos de las líneas centrales.

2.1.9.1 Pozos de visita

Son empleados como medio de inspección y limpieza, las normas para construcción de red de alcantarillado recomiendan colocar pozos en los siguientes casos:

- En los cambios de diámetro
- En distancias no mayores de 100 a 120 metros
- En todo cambio de dirección o pendientes
- Al comienzo de todo colector
- En toda intersección de colectores

Los pozos generalmente tienen en la parte superior un marco y una tapadera, con una apertura neta de 0.50 a 0.60 metros, el marco descansa sobre paredes que se ensanchan hasta alcanzar un diámetro de 1.20 a 1.50 metros. En los pozos demasiado profundos se tendrá que disponer de escalones para poder bajar y hacer las limpiezas, para este proyecto se diseñaron pozos de profundidad variable, las dimensiones se pueden encontrar en tabla I Cálculo del diseño sanitario aldea Sinacantan, Chiquimulilla, Santa Rosa.

2.1.9.2 Candela domiciliar

La conexión se realiza por medio de un tubo de concreto a 12" de diámetro, colocado verticalmente y debe quedar impermeable por dentro y tener una tapadera para inspecciones.

El fondo tiene que ser fundido de concreto, dejando la respectiva pendiente para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y pueda llevarla al alcantarillado, la altura mínima de las candelas será de un metro. Esta por razones constructivas, dependiendo de la profundidad de la línea de alcantarillado, podrá ser mayor. En este caso se especificó la candela como un tubo de concreto de 12".

2.1.9.3 Unión de candela y línea de alcantarillado

La conexión de la candela domiciliar con la tubería central se hará por medio de la tubería secundaria, la cual tendrá un diámetro mínimo de seis pulgadas, para tubería de concreto, proporcionándosele una pendiente mínima del dos por ciento. Al realizar el diseño del alcantarillado deben de considerarse las alturas en las cuales se encuentran las casas con relación a la alcantarilla central, con esto se pretende no profundizar demasiado la conexión domiciliar.

Diseño de un tramo

Tramo E-19 a E-22 Ramal 3 Diseño sanitario aldea Sinacantan, Chiquimulilla, S.R.

Tasa crecimiento anual:	4%
Período de diseño:	21 años
Dotación:	100 Lt/hab/día
Factor de retorno:	80%
Densidad de vivienda:	6 hab./vivienda
Material a utilizar:	Tubería de concreto sin refuerzo
Tubería de concreto:	8.00 pulgadas
Coefficiente de rugosidad "n":	0.015
Cota inicial terreno:	496.98 m.s.n.m.
Cota final terreno:	495.06 m.s.n.m.

Cálculo población futura

$$P_f = 600(1 + 0.040)^{21} = 1,366 \text{ hab.}$$

Caudal domiciliar

$$Q_{\text{dom}} = \left(\frac{100 \text{ Lt/hab/día} * 1366 \text{ habitantes} * 0.80}{86,400} \right) = 1.26 \text{ L/s}$$

Caudal conexiones ilícitas

$$Q_{\text{ci}} = C * I * A\% / 360 \quad Q_{\text{ci}} = \text{m}^3 / \text{seg}$$

C= Coeficiente de escorrentía, depende de las características del área a drenar

I= Intensidad de lluvia (mm/hora)

A= Área que es posible conectar al sistema (Ha)

Área promedio de vivienda 250 m² ; número de viviendas 100

Área de techo= 100m²*100 viviendas=10000m²/10000=1.00 Ha

Área de patios=150m²*100viviendas=1.50 Ha

Coeficiente de escorrentía

$$C=(1.00*0.80+1.50*.15)/(1.00+1.50)=0.41$$

I=Intensidad de lluvia= 125 mm/hora

$$Q_{ci} = (0.41 * 125 \text{ mm/hora} * 2.50\text{Ha} * 0.005/360) * 1000$$

$$Q_{ci}=1.78 \text{ L/s}$$

Caudal de infiltracion

Considerando las longitudes acumuladas

$$L_{total}=L_{ramal1}+L_{ramal2}+L(pv19 \text{ a } pv22)=325.35+262.82+73.47=661.64 \text{ m.}$$

$$Q_{inf} = \frac{18,000\text{L/km/dia} * \left(\frac{661.64 \text{ mts de tubo} + 100 \text{ casas} * 6 \text{ mts}}{1000} \right)}{86,400} = 0.26$$

Caudal medio

$$\text{Caudal medio} = Q_{dom} + Q_{ci} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{inf}$$

$$\text{Caudal medio} = 1.26 + 1.78 + 0 + 0 + 0.26 = 3.30 \text{ L/s}$$

Factor de caudal medio

$$FQM=\text{Caudal medio}/(\text{No. Habitantes})=3.30/1366=0.02416$$

Nota en este caso, se utilizó de manera general el valor de 0.026, el cual es el resultado de considerar la población total que utilizará el sistema.

Factor de Harmond:

$$FH = \frac{\left(18 + \sqrt{\frac{pf}{1000}}\right)}{\left(4 + \sqrt{\frac{pf}{1000}}\right)} = \frac{\left(18 + \sqrt{\frac{1,366}{1000}}\right)}{\left(4 + \sqrt{\frac{1,366}{1000}}\right)} = 3.71$$

Caudal de diseño

$$Q_{dis} = \text{número de habitantes} * FH * F_{qm} = 1,366 * 3.71 * 0.026 = 13.17 \text{ L/s}$$

Con este dato de caudal, se emplean las tablas de relaciones hidráulicas, las cuales para una tubería de concreto de 8 pulgadas de diámetro, se tiene la siguiente información:

Velocidad a sección llena **V**: 1.29 m/s

Caudal a sección llena **Q**: 41.89 L/s

Pendiente de tubería **S**: 2.00 %

El único dato conocido hasta el momento es el del caudal de diseño, por lo que el primer paso es establecer la relación q/Q . Con la cual se encontraran las otras relaciones en la tabla de relaciones hidráulicas.

$q/Q = 13.17/41.89 = 0.314395$ Con estos datos se busca en las tablas correspondientes.

$v/V = 0.609553$; Despejando $v = 0.609553 * V = 0.609553 * 1.29 = 0.79 \text{ m/s}$

$d/D = 0.197$ cumple con la relación $0.10 \leq d/D \leq 0.75$

Se concluye que el tramo analizado cumple con los requisitos para funcionar de manera óptima.

2.2.0 Desfogue

Usualmente los sistemas de alcantarillado, luego de un tratamiento primario (sistema de fosas sépticas), son desfogados a un cuerpo receptor. En el caso **del sistema de alcantarillado sanitario aldea Sinacantán**, se localiza un río aproximadamente a trescientos metros del punto de tratamiento de las aguas servidas. El cual no está contaminado. Además se quiere evitar que los

habitantes o transeuntes se encuentren expuestos a los olores, pues sería necesario conducirlo por un sistema de cunetas existentes. Por lo que se propone el uso de pozos de absorción.

3.2 Propuesta para tratamiento de las aguas residuales

2.2.1.1 Características del agua residual

Los contaminantes presentes en las aguas residuales conducidas en un sistema de alcantarillado sanitario, pueden dividirse en biodegradables y no biodegradables. Ciertos contaminantes, entre estos los inorgánicos no se degradan biológicamente y una vez que entran en las aguas receptoras pueden diluirse, aunque no se reducen en cantidad. Otros contaminantes experimentan modificaciones por la acción de factores biológicos, químicos y físicos. Las sustancias y los microorganismos presentes en las aguas residuales pueden ser:

- Agentes infecciosos: Hongos y bacterias.
- Residuos con demanda de oxígeno.
- Nutrientes de plantas.
- Compuestos químicos orgánicos.
- Sedimentos.
- Sustancias reactivas

2.2.1.2 Características de los residuos

En las aguas residuales domésticas la materia orgánica puede dividirse en tres grupos principales: proteínas, hidratos de carbono y grasas. Las proteínas, que constituyen entre el cuarenta y cincuenta por ciento de la materia orgánica, son complejos aminoácidos y proporcionan la mayor parte de los nutrientes bacterianos. Aproximadamente entre un cincuenta y sesenta por ciento de las

proteínas se encuentran en la fracción disuelta de las aguas residuales y entre veinte y treinta en la fracción sedimentable. Los hidratos de carbono están constituidos por almidones y azúcares fácilmente degradables, también por celulosa, que se degrada con menos facilidad. Los porcentajes de hidratos de carbono que se encuentran en forma disuelta y sedimentable son semejantes al de las proteínas y las grasas con inclusión de los ácidos grasos, que no suelen ser muy saludables y se degradan más lentamente.

2.2.1.3 Modo de descomposición.

La descomposición de la materia orgánica puede producirse en condiciones aeróbicas o anaeróbicas. El proceso aeróbico requiere una aportación continua de oxígeno disuelto libre, es el método más eficaz para reducir el contenido orgánico de los residuos líquidos diluïdos, sin embargo, cuando hay sólidos que han de pasar al estado líquido o cuando la concentración de residuos es muy grande, como en el caso de la materia orgánica sólida sedimentada procedente de aguas domésticas, tanques de pozos negros o residuos de matadores, el proceso anaeróbico resulta efectivo.

2.2.1.4 Selección del sistema de tratamiento

El propósito del tratamiento de aguas negras, previo a su eliminación por dilución, consiste en separar los sólidos orgánicos e inorgánicos y mejorar la calidad de agua en el afluente. Tomando en cuenta la situación de la aldea Sinacantán, Chiquimulilla, Santa Rosa, se tomaron en cuenta los siguientes factores para la selección del tipo de tratamiento.

- **Eficiencia del tipo de tratamiento:** Es muy importante que el tipo de tratamiento que se escoja, tenga una eficiencia adecuada y con alto porcentaje de rendimiento, ya que de lo contrario no se estará cumpliendo con el objetivo básico, que es el de tener un afluente de buena calidad.

- **Costo del tipo de tratamiento:** El costo del tipo de tratamiento debe ser directamente relacionado con las posibilidades de la municipalidad respectiva, debido a que de nada serviría hacer un diseño de una planta de tratamiento de un costo alto, si no es posible su construcción. Además la planta debe tener un mantenimiento sencillo, para evitar que su mantenimiento resulte con un alto costo.
- **Caudal:** Es importante conocer las características y volumen del agua que se va a someter al sistema de tratamiento, para poder hacer la elección del más adecuado. El caudal y la eficiencia de la planta son factores muy importantes, para poder obtener resultados satisfactorios en el tratamiento.
- **Topografía:** La topografía del terreno que se dispone, para ubicar la planta de tratamiento, es otro de los factores que se deben tomar en cuenta, para hacer la elección, cuando más se adapta la topografía del lugar, más económico saldrá el proceso de tratamiento. En este caso específico, se distribuyó en dos sectores pues las características del terreno donde se ubica la comunidad, así lo exigía, con esto se garantiza el no abusar de las excavaciones, al emplear en el diseño pendientes pequeñas.

2.3.1.1 **Diseño de la fosa séptica**

La fosa séptica es uno de los más antiguos dispositivos, para el proceso hidráulico y sanitario de la evacuación de excretas y otros residuos, que provienen de viviendas individuales, agrupamiento de viviendas o instituciones, ubicados en zonas urbanas o rurales. Se puede definir como un estanque cubierto y hermético, construido de piedra, ladrillo, concreto armado, etc. Siendo este último el más generalizado. Su diseño presenta una forma rectangular, proyectado para que las aguas residuales se mantengan a una velocidad baja, por un tiempo determinado, que

oscila entre doce y setenta y dos horas, conocido como período de retención. Durante este período se efectúa un proceso anaeróbico de eliminación de sólidos sedimentables.

2.2.1.8 Funciones de la fosa séptica

Las aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento, obstruirían fácilmente las paredes de los pozos de absorción, cuando el caudal fuera conducido a un sistema de absorción de este tipo, por no contar con algún punto conveniente para el desfogue a suelo abierto. La fosa séptica acondiciona las aguas servidas, para que estén en capacidad de infiltrarse con mayor facilidad en el subsuelo. Se deduce entonces que la función más importante de una fosa séptica, es asegurar la protección para conservar la capacidad de absorción del suelo. Para lograr esta protección deberán de cumplirse tres funciones básicas.

- Eliminación de sólidos.
- Proceso biológico de descomposición.
- Almacenamiento de natas y lodos.

El diseño de la fosa séptica, para este caso en particular, fue realizado a partir de los siguientes parámetros de diseño:

Fosa séptica 1 aldea Sinacantan, Chiquimulilla, Santa Rosa. Ramales 1,2,3 y 4

Po= 660 habitantes (actual)

Dotación= 100 Lt/(hab.*día)

Factor de retorno= 80%

Período de retención= 24 horas (1 día),

Volumen= ancho*largo*alto,

Según criterio de diseño el largo= 2 veces el ancho; la altura de líquidos se asume en 1.70 m.

Volumen=ancho*2 ancho*alto

Volumen=660 hab*100Lt/(hab*día)*80%=52,800 Lt/día

Volumen=52.80 m³

52.80m³=2 ancho²*1.70

$$\text{ancho} = \sqrt{\frac{52.80}{(2.00 * 1.70)}} = 3.90 \text{ m}$$

ancho=3.90m, largo=2*3.90=7.80 m.

Fosa séptica 2 aldea Sinacantan, Chiquimulilla, Santa Rosa. Ramale 5 y ramales 6 y 7

Po=168 hab

Dotación=100 Lt/(hab*día)

Factor de retorno= 80%

Siguiendo los mismos criterios de diseño, los resultados arrojan las siguientes dimensiones.

Ancho=2.00 m., Largo= 4.00 m. , Altura de líquidos= 1.70 m.

Las fosas sépticas, también deben de ser diseñadas estructuralmente, para evitar problemas de fisuras y/o hundimientos. El método utilizado para el análisis estructural de estas fosas es el conocido como **método de bandas**. El diseño estructural considera un número finito de franjas, en el sentido vertical y horizontal, estas deben de coincidir en número. No todas las bandas sufren el mismo esfuerzo. Este variará de acuerdo a la posición que ocupen en el arreglo del diseño. Los resultados del diseño se presentan en la hoja No. 7 de 8, correspondiente a los planos del diseño de alcantarillado sanitario aldea Sinacantan, Chiquimulilla, S.R.

2.2.1.7. Pozo de absorción

Cuando no se dispone de terreno suficiente para un campo de oxidación o un filtro subterráneo, se puede usar como medio complementario, para el tratamiento de las aguas residuales, el pozo de absorción.

El pozo de absorción es un sistema vertical de infiltración al subsuelo de las aguas provenientes de una fosa séptica, a través de sus paredes y piso permeables. Dicho sistema proporciona al agua un tratamiento físico y biológico a través de la infiltración en un medio poroso. Las dimensiones y número de pozos necesarios, dependerá de la permeabilidad del terreno y se diseñarán de acuerdo con la experiencia que se tenga en la región donde se construyen. Para el correcto dimensionamiento de la profundidad del pozo de absorción debe considerarse:

- La permeabilidad del suelo: Esta característica debe ser definida de acuerdo a los resultados de las pruebas de percolación.
- Profundidad del nivel freático: Debe mantenerse a una distancia mínima de 1.50 m, entre el nivel freático y el nivel de desplante de la capa de grava del fondo del pozo.

Para las características constructivas del pozo de absorción deben considerarse lo siguiente:

- Registro de concreto situado al nivel del suelo.
- Relleno interior de guijarro, roca porosa o en su defecto piedra triturada de diámetro mayor a una pulgada.
- Cuando se trate de un arreglo de pozos de absorción, estos deben estar dispuestos a una distancia mínima de tres veces el diámetro de los pozos, medidas entre los rostros exteriores de los pozos. El diámetro interior mínimo recomendado es de un metro.

Diseño de pozo de absorción (ramales 1,2,3,4 y 5)

De los resultados de las pruebas de percolación, realizadas al estrato, donde se considera conveniente filtrar las aguas servidas provenientes de la fosa séptica. El cual se encuentra a una profundidad promedio de 16.00 m. Se encontraron los siguientes parámetros para el diseño. El nivel freático en este sector se encuentra a una profundidad promedio de 18.00m.

Tasa de infiltración $t=2.00$ min/pulg.

$Q_{tot}= 3.91$ L/s= $89,253.40$ Gal/día

Calculo del área de infiltración (A_f)

q = Caudal de Infiltracion

$$A_f = Q_{tot}/q \quad \text{Donde } q = \frac{5}{\sqrt{t}} ; q = \frac{5}{\sqrt{2}} = 3.5355 \text{ gal/día/pie}^2$$

$$A_f = Q_{tot}/q = \frac{89,253.40 \text{ Gal/día}}{3.5355 \text{ Gal/día/pie}^2} = 27,204.80 \text{ pie}^2$$

Área de contacto del pozo de absorción (A_{pz})

$A_{pz} = 2\pi \cdot r \cdot h$ Donde: r = radio del pozo de absorción; h = altura efectiva del pozo

Considerando las características permeables encontradas en el estrato seleccionado, así como el área disponible para la ubicación de los pozos, se proponen las siguientes dimensiones.

$$r = 1.00 \text{ m} = 3.28 \text{ pie}$$

$$h = 16.00 \text{ m} = 152.50 \text{ pie}$$

Entonces :

$$A_{pz} = 2\pi \cdot r \cdot h = 2\pi \cdot 3.28 \text{ pie} \cdot 152.50 \text{ pie} = 3,142.85 \text{ pie}^2$$

Número de pozos de absorción

$$\text{No. Pozos} = A_f/A_{pz} = (27,204.80 \text{ pie}^2)/(3,142.85 \text{ pie}^2) = 9 \text{ unidades}$$

Caja distribución de caudales.

En este caso en particular, se debe realizar la construcción de una caja distribuidora de caudales, la cual tendrá como función, distribuir el flujo proveniente de la fosa séptica, en forma proporcional entre los pozos de absorción, que conformará el sistema de absorción. Para que se cumpla lo anterior, todas las cotas invert de salida, se deben encontrar al mismo nivel, pues en caso contrario se sobrecargarán unos y otros podrán no recibir líquidos.

Se recomienda localizar la cota Invert de entrada a cinco centímetros del fondo de la caja y las salidas a un centímetro del fondo. Las dimensiones de esta caja será de 0.45m x 2.50 m, espesor de 0.15 m. Se realizará con concreto reforzado, se impermeabilizará con una aplicación de cernido remolineado, para evitar filtraciones. Las tapaderas serán móviles para su inspección y limpieza.

Además la caja permite observar el funcionamiento de la fosa séptica, ya que cuando se nota en ella la presencia de lodos, será necesario proceder a la limpieza del tanque séptico.

Tabla I Cálculo hidráulico del alcantarillado sanitario

RAMAL 1 TABLA I CALCULO HIDRAULICO DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA SINACANTAN, CHIQUIMULLA, SANTA ROSA

DESCRIPCION DEL TRAMO	DE	A	COTAS DE TERRENO		DISTANCIA (m)	S	No. DE CASAS		No. HAB. A SERVIR		FH		Qd (L/s)		DIAM. (pulg)	S (%)	SECC. LLENA	
			PV	FINAL			LOCAL	ACUM.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.			TUBO	V
E-5 a E-6	1	2	505.769	506.587	24.37	-3.357	4	4	24	55	4.37	4.31	0.0624	0.143	8	6	2.24	72.56
E-6 a E-33	2	3	506.587	503.679	25.6	11.359	4	8	48	109	4.32	4.23	0.1248	0.2854	8	7	2.42	78.38
E-33 a E-35	3	4	503.679	501.855	51.17	101.14	9	17	102	232	4.24	4.12	0.2662	0.6032	8	4	1.82	59.23
E-35 a E-37	4	5	501.855	501.283	39.7	140.84	6	23	138	314	4.20	4.07	0.3368	0.6164	8	4	1.82	59.23
E-37 a E-40	5	6	501.283	500.325	71.79	212.63	5	28	158	383	4.17	4.03	0.4358	0.9958	8	3	1.58	51.32
E-40 a E-42	6	7	500.325	497.916	59.94	272.57	9	37	222	505	4.13	3.97	0.5772	1.313	8	2.2	1.36	43.93
E-42 a E-43	7	8	497.916	497.76	25.95	298.52	7	44	264	601	4.10	3.93	0.6864	1.5926	8	2	1.36	43.93
E-43 a E-19	8	15	497.76	496.98	26.83	325.35	4	48	288	656	4.09	3.91	0.7488	1.7056	8	1.8	1.23	39.75

RAMAL 2

DESCRIPCION DEL TRAMO	DE	A	COTAS DE TERRENO		DISTANCIA (m)	S	No. DE CASAS		No. HAB. A SERVIR		FH		Qd (L/s)		DIAM. (pulg)	S (%)	SECC. LLENA	
			PV	FINAL			LOCAL	ACUM.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.			TUBO	V
E-7 a E-8	9	10	506.534	506.341	19.74	0.978	7	7	42	96	4.33	4.25	0.1092	0.2496	8	6	2.24	72.56
E-8 a E-11	10	11	506.341	504.954	62.43	82.17	2	21	126	287	4.21	4.09	0.3276	0.7462	8	3.4	1.69	54.63
E-11 a E-13	11	12	504.954	502.448	51.81	133.98	7	28	168	383	4.17	4.03	0.4368	0.9958	8	3	1.58	51.32
E-13 a E-15	12	13	502.448	500.517	44.06	178.04	8	36	216	492	4.14	3.98	0.5616	1.2792	8	5	2.04	66.26
E-15 a E-17	13	14	500.517	498.309	45.58	223.62	4	40	240	546	4.12	3.95	0.624	1.4196	8	4	1.82	59.23
E-17 a E-19	14	15	498.309	496.98	39.2	262.82	1	41	246	560	4.11	3.95	0.6396	1.455	8	3	1.58	51.32

RAMAL 3

DESCRIPCION DEL TRAMO	DE	A	COTAS DE TERRENO		DISTANCIA (m)	S	No. DE CASAS		No. HAB. A SERVIR		FH		Qd (L/s)		DIAM. (pulg)	S (%)	SECC. LLENA	
			PV	FINAL			LOCAL	ACUM.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.			TUBO	V
E-19 a E-22	15	16	496.98	495.068	73.47	73.47	100	100	600	1366	3.91	3.71	1.96	3.5516	8	2	1.29	41.89
E-22 a E-23	16	17	495.068	494.116	34.66	108.15	9	109	654	1489	3.91	3.68	1.7004	3.8714	8	2	1.29	41.89
E-23 a E-25	17	18	494.116	491.7	67.78	175.93	1	110	660	1503	3.91	3.68	1.716	3.9078	8	2	1.29	41.89
E-25 a E-27	18	19	491.7	485.371	77.17	253.1	0	110	660	1503	3.91	3.68	1.716	3.9078	8	6	2.59	83.62
E-27 a E-28	19	20	485.371	483.62	20.43	273.53	0	110	660	1503	3.91	3.68	1.716	3.9078	8	6	2.24	72.56

RAMAL 4

DESCRIPCION DEL TRAMO	DE	A	COTAS DE TERRENO		DISTANCIA (m)	S	No. DE CASAS		No. HAB. A SERVIR		FH		Qd (L/s)		DIAM. (pulg)	S (%)	SECC. LLENA	
			PV	FINAL			LOCAL	ACUM.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.			TUBO	V
E-28 a E-44	20	21	483.62	484.81	13.05	13.05	0	110	660	1503	3.91	3.68	1.716	3.9078	8	2	1.29	41.89
E-44 a E-46	21	22	484.81	484.593	47.95	61	0	110	660	1503	3.91	3.68	1.716	3.9078	8	2	1.29	41.89
E-46 a E-48	22	23	484.593	480.958	47.65	108.69	0	110	660	1503	3.91	3.68	1.716	3.9078	8	2	1.29	41.89
E-48 a E-50	23	24	480.958	477.353	44.14	152.63	0	110	660	1503	3.91	3.68	1.716	3.9078	8	7	2.42	78.38
E-50 a E-51	24	25	477.353	475.402	39.93	192.76	0	110	660	1503	3.91	3.68	1.716	3.9078	8	4	1.82	59.23

[En E-51 inicia Planta de tratamiento]

Continuación de la tabla I

Parámetros de diseño (act.)		Parámetros de diseño (fut.)		v (m/s)		Tirante (pulgadas)		COTAS INVERT		PROFUNDIDA COTA		ANCHO DE ZANJA (m)		EXCAVACION (m3)		
q/Q	w/V	d/D	v/V	q/Q	d/D	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	ACT.	FUT.	
0.000860	0.154406	0.023	0.0020	0.19558	0.033	0.35	0.44	0.18	0.26	504.57	503.11	1.20	3.48	0.6	3.48	54.22
0.001592	0.183921	0.03	0.0036	0.2364	0.044	0.45	0.57	0.24	0.35	503.06	501.26	3.53	2.41	0.6	2.41	45.66
0.004477	0.250157	0.048	0.0102	0.3223	0.071	0.46	0.59	0.38	0.57	501.21	499.17	2.46	2.69	0.6	2.69	79.08
0.006058	0.276517	0.056	0.0138	0.3536	0.082	0.50	0.64	0.45	0.66	498.12	487.53	2.74	3.75	0.6	3.75	77.30
0.008511	0.304512	0.065	0.0194	0.3935	0.097	0.48	0.62	0.52	0.78	497.48	485.33	3.80	5.00	0.8	5.00	252.75
0.013139	0.346907	0.08	0.0299	0.4476	0.119	0.47	0.61	0.64	0.95	495.28	483.96	5.05	3.95	0.8	3.95	216.00
0.015625	0.372532	0.089	0.0356	0.4775	0.132	0.51	0.65	0.71	1.06	493.91	483.39	4.01	4.37	0.8	4.37	87.00
0.018638	0.398316	0.095	0.0429	0.4975	0.141	0.48	0.61	0.76	1.13	493.34	482.86	4.42	4.12	0.8	4.12	91.71
																883.71

Parámetros de diseño (act.)		Parámetros de diseño (fut.)		v (m/s)		Tirante (pulgadas)		COTAS INVERT		PROFUNDIDA COTA		ANCHO DE ZANJA (m)		EXCAVACION (m3)		
q/Q	w/V	d/D	v/V	q/Q	d/D	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	ACT.	FUT.	
0.001505	0.179868	0.029	0.0034	0.2328	0.043	0.40	0.52	0.23	0.34	505.33	504.15	1.20	2.19	0.6	2.19	20.08
0.005997	0.273304	0.055	0.0137	0.3536	0.082	0.46	0.60	0.44	0.66	504.10	501.98	2.24	2.98	0.6	2.98	97.74
0.008511	0.304512	0.065	0.0194	0.3935	0.097	0.48	0.62	0.52	0.78	501.93	500.37	3.03	2.08	0.6	2.08	79.31
0.009476	0.304512	0.065	0.0193	0.3909	0.096	0.62	0.80	0.52	0.77	500.32	498.12	2.13	2.40	0.6	2.40	59.78
0.010535	0.325255	0.072	0.0240	0.4187	0.107	0.59	0.76	0.58	0.86	498.07	495.25	2.45	2.06	0.6	2.06	61.67
0.012463	0.342408	0.078	0.0284	0.4405	0.116	0.54	0.70	0.62	0.93	495.20	493.02	2.11	1.96	0.6	1.96	63.65
																392.42

Parámetros de diseño (act.)		Parámetros de diseño (fut.)		v (m/s)		Tirante (pulgadas)		COTAS INVERT		PROFUNDIDA COTA		ANCHO DE ZANJA (m)		EXCAVACION (m3)		
q/Q	w/V	d/D	v/V	q/Q	d/D	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	ACT.	FUT.	
0.037240	0.477526	0.132	0.0846	0.6096	0.197	0.62	0.79	1.06	1.58	492.81	491.34	4.17	3.73	0.8	3.73	232.34
0.040592	0.488671	0.137	0.0924	0.6241	0.205	0.63	0.81	1.10	1.64	491.29	490.59	3.78	3.52	0.8	3.52	101.34
0.040964	0.490877	0.138	0.0933	0.6259	0.206	0.63	0.81	1.10	1.65	490.54	489.19	3.57	2.51	0.6	2.51	123.76
0.020472	0.398611	0.099	0.0466	0.5104	0.147	1.03	1.32	0.79	1.18	489.14	482.96	2.56	2.41	0.6	2.41	115.07
0.023643	0.41621	0.106	0.0538	0.5335	0.158	0.93	1.20	0.85	1.26	482.91	481.69	2.46	1.93	0.8	1.93	35.87
																608.38

Parámetros de diseño (act.)		Parámetros de diseño (fut.)		v (m/s)		Tirante (pulgadas)		COTAS INVERT		PROFUNDIDA COTA		ANCHO DE ZANJA (m)		EXCAVACION (m3)		
q/Q	w/V	d/D	v/V	q/Q	d/D	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	ACT.	FUT.	
0.040964	0.490877	0.138	0.0933	0.6259	0.206	0.63	0.81	1.10	1.65	481.64	481.38	1.88	3.43	0.8	3.43	27.75
0.040964	0.490877	0.138	0.0933	0.6259	0.206	0.63	0.81	1.10	1.65	481.33	480.37	3.48	4.22	0.8	4.22	147.66
0.040964	0.490877	0.138	0.0933	0.6259	0.206	0.63	0.81	1.10	1.65	480.32	476.36	4.27	1.50	0.6	1.50	62.84
0.021893	0.406216	0.102	0.0498	0.5210	0.152	0.96	1.26	0.82	1.22	479.31	476.22	1.55	1.13	0.6	1.13	35.53
0.028972	0.442883	0.117	0.0660	0.5658	0.174	0.81	1.03	0.94	1.39	476.17	474.58	1.18	0.83	0.8	0.83	32.01
																325.49

Continuación de la tabla I

RAMAL 5

1346.03

DE tramo	A PV	COTAS DE TERRENO		DISTANCIA (m)		S TERR (%)	No. DE CASAS		No. HAB. A SERVIR		FH		Qd (L/s)		DIAM. (plg)	S (%) TUBO	SECC. LLENA	
		INICIO	FINAL	Parcial	Acumulada		LOCAL	ACUM.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.			V	Q
E-A a E-B	26	27	499.911	497.134	9.2	9.2	2	2	12	27	4.41	4.36	0.0312	0.0702	8	10	2.89	93.7
E-B a E-C	27	28	497.134	494.794	8.87	18.07	1	3	18	41	4.39	4.33	0.0468	0.1066	8	10	2.89	93.7
E-C a E-D	28	29	494.794	493.427	9.41	27.48	1	4	24	55	4.37	4.31	0.0624	0.143	8	10	2.89	93.7
E-D a E-E	29	30	493.427	488.931	30.49	57.97	7	11	66	150	4.29	4.19	0.1716	0.39	8	10	2.89	93.7
E-E a E-F	30	31	488.931	489.049	28.35	86.32	3	14	84	191	4.26	4.16	0.2184	0.4966	8	5	2.04	66.26
E-F a E-G	31	32	489.049	488.607	26.65	112.97	2	16	96	219	4.25	4.13	0.2496	0.5694	8	4	1.82	59.23
E-G a E-H	32	33	488.607	486.042	29.44	142.41	7	23	138	314	4.20	4.07	0.3588	0.8164	8	4	1.82	59.23
E-H a E-J	33	34	486.042	485.245	47.9	190.31	5	28	168	383	4.17	4.03	0.4368	0.9558	8	3	1.58	51.32

RAMAL 6

DE tramo	A PV	COTAS DE TERRENO		DISTANCIA (m)		S TERR (%)	No. DE CASAS		No. HAB. A SERVIR		FH		Qd (L/s)		DIAM. (plg)	S (%) TUBO	SECC. LLENA	
		INICIO	FINAL	Parcial	Acumulada		LOCAL	ACUM.	ACTUAL	FUTURO	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.			V	Q
E-4 a E-3	36	37	504.509	502.77	15.74	15.74	2	2	12	27	4.41	4.36	0.0312	0.0702	8	10	2.89	93.7
E-3 a E-2	37	38	502.77	500.952	18.31	34.05	2	4	24	55	4.37	4.31	0.0624	0.143	8	10	2.89	93.7
E-2 a E-1	38	39	500.952	500.155	20.01	54.06	1	5	30	68	4.35	4.29	0.078	0.1768	8	8	2.59	83.82

RAMAL 7

DE tramo	A PV	COTAS DE TERRENO		DISTANCIA (m)		S TERR (%)	No. DE CASAS		No. HAB. A SERVIR		FH		Qd (L/s)		DIAM. (plg)	S (%) TUBO	SECC. LLENA	
		INICIO	FINAL	Parcial	Acumulada		LOCAL	ACUM.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.			V	Q
E-0 a E-1	40	39	500.004	500.155	22.99	22.99	1	1	6	14	4.43	4.40	0.0156	0.0364	8	10	2.89	93.7
E-1 a E-1.1	39	41	500.155	497.955	24.21	47.2	0	6	36	82	4.34	4.27	0.0936	0.2132	8	10	2.89	93.7

Continuación de la tabla I

Parámetros de diseño (act.)		Parámetros de diseño (fut.)			v (m/s)		Tirante (pulgadas)		COTAS INVERT		PROFUNDIDA COTA		ANCHO DE ZANJA (m)	EXCAVACION (m ³)
q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	
0.000333	0.111215	0.014	0.0007	0.1454	0.021	0.32	0.42	0.11	0.17	497.71	496.79	2.20	0.34	7.02
0.000499	0.12464	0.017	0.0011	0.1632	0.025	0.36	0.47	0.14	0.20	494.79	493.90	2.34	0.89	8.60
0.000666	0.14803	0.02	0.0015	0.1799	0.029	0.43	0.52	0.16	0.23	492.90	491.96	1.89	1.46	9.47
0.001831	0.191885	0.032	0.0042	0.2467	0.047	0.65	0.71	0.26	0.38	490.76	487.71	2.66	1.22	35.50
0.003296	0.229291	0.042	0.0075	0.2954	0.062	0.47	0.60	0.34	0.50	487.66	486.25	1.27	2.80	46.15
0.004214	0.245749	0.047	0.0096	0.3165	0.069	0.56	0.64	0.38	0.55	486.20	485.13	2.85	3.48	67.47
0.006058	0.276517	0.056	0.0138	0.3536	0.082	0.50	0.64	0.45	0.66	485.08	483.90	3.53	2.14	66.72
0.008511	0.304512	0.065	0.0194	0.3935	0.097	0.48	0.62	0.52	0.78	483.85	482.42	2.19	2.83	96.15
														337.07

Parámetros de diseño (act.)		Parámetros de diseño (fut.)			v (m/s)		Tirante (pulgadas)		COTAS INVERT		PROFUNDIDA COTA		ANCHO DE ZANJA (m)	EXCAVACION (m ³)
q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	
0.000333	0.111215	0.014	0.0007	0.1454	0.021	0.32	0.42	0.11	0.17	502.31	500.74	1.20	2.04	15.28
0.000666	0.14803	0.02	0.0015	0.1799	0.029	0.43	0.52	0.16	0.23	500.69	498.85	2.09	2.10	22.98
0.000931	0.1588	0.024	0.0021	0.1997	0.034	0.41	0.52	0.19	0.27	498.75	497.15	2.15	3.00	41.24
														79.49

Parámetros de diseño (act.)		Parámetros de diseño (fut.)			v (m/s)		Tirante (pulgadas)		COTAS INVERT		PROFUNDIDA COTA		ANCHO DE ZANJA (m)	EXCAVACION (m ³)
q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	
0.000166	0.08998	0.01	0.0004	0.1164	0.015	0.26	0.34	0.08	0.12	498.804	496.51	1.20	3.65	44.60
0.000999	0.1588	0.024	0.0023	0.2035	0.035	0.46	0.59	0.19	0.28	496.46	494.03	3.70	3.92	73.80
														118.40

2.2.1.8 Plan de operaciones y mantenimiento del sistema

En la medida en que es utilizado el sistema de alcantarillado, el riesgo de deterioro, obstrucciones y derrumbes se convierte en una consideración muy importante. Por esta razón, la limpieza e inspección de los colectores de colectores de agua residual, son fundamentales para la operación y mantenimiento del sistema.

Para preservar el proyecto en buenas condiciones, se propone contratar a un fontanero y capacitar a los vecinos del lugar, con el propósito de prepararlos para los cuidados básicos que requiere el proyecto, dentro de los cuales están: no conectar caudales comerciales, industriales o pluviales de gran magnitud, ya que el proyecto no ha sido diseñado para este fin.

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

2.2.1.9 Elaboración de planos

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

2.4.0 Presupuesto

El presupuesto se integró a base de precios unitarios, para el efecto se tomó como dato al precio de materiales que se maneja en el área de Chiquimulilla, en cuanto a salario de mano de obra calificada y no calificada, se tomaron los que la municipalidad asigna en proyectos similares; se obtuvo un costo total por cada actividad, al final se le agregaron los porcentajes correspondientes que son: administración, dirección técnica y utilidades.

Tabla II Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario

ALCANTARILLADO SANITARIO

SECTOR CUBIERTO: ALDEA SINACANTAN
 MUNICIPIO : CHIQUIMULILLA
 DEPARTAMENTO: SANTA ROSA

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo/uni	Costo	Costo Total
I	Colector de 8" TC	1413	ml			
a)	Materiales					Q.63,402.35
	Tubo de cemento 8"	1413	tubos	Q.43.00	Q.60,759.00	
	Cemento	42.40	sacos	Q.44.00	Q.2,289.60	
	Arena de río	2.83	m3	Q.125.00	Q.353.75	
b)	Mano de obra					Q.149,467.98
	Instalación de tubería	1413	juntas	Q.9.00	Q.12,719.98	
	Excavación, relleno y retiro de sobrante	2734.96.	m3	Q.50.00	Q136,748.00	
c)	Transporte global					Q.4,500.00
	Total colector de 8" TC					Q.217,370.33

Continuación de la tabla II

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo/uni.	Costo	Costo Total
II	Pozos de visita					
a)	Materiales					Q.148,887.10
	Ladrillo tayuyo	39019.40	unidades	Q.1.90	Q.74,136.86	
	Cemento	802.47	sacos	Q.54.00	Q.43,333.38	
	Piedra bola	32.80	m3	Q.150.00	Q.4,920.00	
	Cal	30.53	bolsas	Q.25.00	Q.763.34	
	Arena de río	72.86	m3	Q.125.00	Q.9,107.50	
	Piedrín	23.78	m3	Q.180.00	Q.4,280.40	
	Hierro No. 2	61.44	var.	Q.12.30	Q.755.71	
	Hierro No. 4	171.97	var.	Q.53.00	Q.9,114.41	
	Hierro No. 6	17.18	var.	Q.125.00	Q. 2,147.50	
	Alambre de amarre	41.00	lbs.	Q.8.00	Q.328.00	
b)	Mano de obra					Q.37,296.11
	Levantado	612.37	m2	Q.35.00	Q.21,432.78	
	Fundición	15.65	m3	Q.75.00	Q.1,173.74	
	Brocal + tapadera	41	unidades	Q.125.00	Q.5,125.00	
	Excavación, relleno y retiro de sobrante	273.27	m3	Q.35.00	Q.8,198.23	
c)	Transporte global					Q.6,500.00
	Total pozos de visita					Q.192,683.21

Continuación de la tabla II

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo/uni	Costo	Costo Total
III	Conexiones Domiciliares					
a)	Materiales					Q.40,398.22
	Tubo de cemento 6"	864	tubos	Q.24.00	Q.20,736.00	
	Tubo de cemento de 12"	144	tubos	Q.60.00	Q.8,640.00	
	Cemento	37.278	sacos	Q.54.00	Q.2,013.01	
	Arena	7.458	m3	Q.125.00	Q.932.25	
	Hierro No. 2	15.84	qq	Q.370.00	Q.5,860.80	
	Alambre de amarre	1.296	qq	Q.450.00	Q.583.20	
	Piedrín	9.072	m3	Q.180.00	Q.1,632.96	
b)	Mano de obra					Q.43,152.02
	Instalación tubería cemento 6"	144	tubos	Q.10.00	Q.1,440.00	
	Instalación de tubería de 12"	144	tubos	Q.15.00	Q.2,160.00	
	Excavación, relleno y retiro de sobrante	821.49	m3	Q.35.00	Q.28,752.02	
	Brocal + tapadera	144	unidades	Q.75.00	Q.10,800.00	
c)	Transporte global					Q.4,800.00
	Total conexiones					Q. 88,350.24
IV	Fosa séptica					
	fosa 1 (Ramales 1,2,3,4)					
a)	Materiales					Q.12,362.48
	Cemento	78.3216	sacos	Q.54.00	Q. 4,229.37	
	Arena	6.19836	m3	Q.125.00	Q.774.79	
	Piedrín 3/4	7.09632	m3	Q.180.00	Q.1,277.34	
	Hierro No. 3	11.42	qq	Q.370.00	Q.4,225.40	
	Alambre de amarre	91.323077	lb	Q. 8.00	Q. 730.58	
	Madera tablón 2"	225	pt	Q.5.00	Q.1,125.00	

Continuación de la tabla II

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo/uni	Costo	Costo Total
b)	Mano de obra					Q.6,138.72
	Fundición de piso	2.352	m3	Q.60.00	Q.141.12	
	Fundición de muros de concreto	6.3	m3	Q.50.00	Q.315.00	
	Armado	890.4	ml	Q.0.75	Q.667.80	
	Fundición de losa	15.68	m2	Q.60.00	Q.940.80	
	Acabados	31.5	m2	Q.8.00	Q.252.00	
	Excavación	50.96	m3	Q. 75.00	Q. 3,822.00	
	Fosa 2 Y 3 (Ramales 5,6,7)					
a)	Materiales					Q.7,770.34
	Cemento	46.07	sacos	Q.54.00	Q.2,487.78	
	Arena	3.58	m3	Q.125.00	Q.447.50	
	Piedrín 3/4	4.10	m3	Q.180.00	Q.737.16	
	Hierro No. 3	6.85	qq	Q.370.00	Q.2,534.50	
	Alambre de amarre	54.8	lb	Q. 8.00	Q. 438.40	
	Madera tablón 2"*1'*10'	225	pt	Q.5.00	Q.1,125.00	
b)	Mano de obra					Q.2,791.80
	Fundición de piso	0.972	m 3	Q.60.00	Q.58.32	
	Fundición de muros de concreto	4.05	m3	Q.50.00	Q.202.50	
	Armado	534.24	ml	Q.0.75	Q.400.00	
	Fundición de losa	6.48	m 2	Q.60.00	Q.388.80	
	Acabados	20.25	m 2	Q.8.00	Q.162.00	
	Excavaciones	21.06	m 3	Q.75.00	Q.1,579.50	
c)	Transporte global					Q.4,850.00
	Total fosas sépticas	3				Q.44,475.48
IV	Pozos de absorción					
a)	Materiales+ Mano de Obra+ transporte					Q.66,000.00
	Pozos de absorción	12	unidades	Q.5,500.00	Q.66,000.00	

COSTO DIRECTO	Q. 608,879.26
IMPREVISTOS	Q. 60,887.92
COSTO DIRECTO TOTAL	Q. 669,767.18
ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO	Q. 167,442.80
UTILIDAD	Q. 83,721.40
PRESTACIONES LABORALES (53% TOT. M.O.)	Q. 55,591.90

PRECIO IVA INCLUIDO	Q. 976,523.31
----------------------------	----------------------

Precio estimado para la ejecución del proyecto:
DRENAJE SANITARIO ALDEA SINACANTAN, CHIQUIMULILLA, SANTA ROSA
NOVECIENTOS SETENTA Y SEIS MIL QUINIENTOS VEINTITRES CON 31/100

Vo. Bo. Jose Varuc Valle Morales

Ing. Civil Juan Merck Cos
Asesor

Walter O. Guerrero M.
EPS Ingeniería

2.2.1.11 Evaluación de impacto ambiental inicial.

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

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

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

Actualmente se han visto afectados los ríos que rodean al municipio de Chiquimulilla, de donde pertenece la aldea de Sinacantán, ya que la población dirige sus aguas residuales a zanjones que van a dar al río, por lo que la población está teniendo una participación negativa para el ambiente.

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

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

debido a que se establece una mejor situación ambiental, y un mejoramiento en cuanto a la calidad de vida, para los pobladores de la aldea.

2.2.12 Valuación socio – económica

2.2.12.1 Valor presente neto

Este método se utiliza por dos razones: la primera porque es de muy fácil aplicación y la segunda, porque todos los ingresos y egresos futuros, se transforman al presente y así puede verse fácilmente, si los ingresos son mayores que los egresos. Cuando el VPN es menor que cero, implica que hay una pérdida a una cierta tasa de interés, por el contrario si el VPN es mayor que cero presenta una ganancia.

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

Debido a que este es un proyecto de beneficio para la comunidad, que cumple con su objetivo de carácter social, no se contempla algún tipo de utilidad (no hay ingresos), los egresos se establecen como el costo total del proyecto.

$$\text{VPN} = 0 - 976,523.31$$

$$\text{VPN} = - 976,523.31$$

2.2.12.2 Tasa interna de retorno

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

Para este proyecto, por ser de carácter social, no se prevee ningún tipo de ingreso, por lo que no se puede hacer el cálculo de la TIR, mediante el uso de alguna fórmula

Lo que procede para este caso, es tomar el valor de la TIR igual a 4.5%, la cual represente el costo que el Estado debe desembolsar para la ejecución de dicho proyecto. Esta tasa fue calculada tomando en cuenta la tasa libre de riesgo de Guatemala, que es la inversión en título público y que actualmente es lo que le cuesta al Estado, captar esos fondos para invertirlos en obra pública

3. DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES

3.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en diseñar un edificio de dos niveles destinado para la educación del nivel medio, será a base de marcos dúctiles con nudos rígidos y losa plana de concreto reforzado, el cual contará con los siguientes ambientes: biblioteca, servicios sanitarios, salón de proyecciones, salón de cómputo y bodega para herramienta de prácticas de agropecuaria.

3.1.1 Investigación preliminar

3.1.2 Capacidad

La capacidad del edificio será para 400 personas, que constituye la carga viva distribuida del edificio.

3.1.3 Terreno disponible

Para la construcción del centro educativo, se dispone de un área destinada específicamente para este edificio, en las instalaciones de Instituto Nacional Mixto de Educación Agropecuaria Mario Méndez Montenegro, consistente en 505 m².

3.1.4 Estudio de suelo

Es necesario en todo proyecto llevar a cabo previamente un estudio de suelos, que permita tener datos claros y específicos de la calidad del suelo, que sustentará la estructura, esto ayudará a diseñar elementos óptimos y bajar costos en la construcción, que se originan haciendo suposiciones, aunque permitidas por los códigos constructivos, pero que no describen las características del suelo.

3.1.4.1 Cálculo del valor soporte del suelo

Previo a iniciar el diseño estructural se las zapatas, se debe contar con un dato importante, el valor soporte del suelo VS, este se obtiene a partir de los resultados del ensayo triaxial de una muestra no alterada, no consolidada y no drenada. Para este caso específico, fue realizado el ensayo en el laboratorio de suelos de la facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos. Los resultados constan en el informe No. 179 O.T. 19,860.

Datos del ensayo:

Ángulo de fricción interna $\Phi=30.30^\circ$,

Coefficiente de cohesión del suelo $C_u=2.70 \text{ Ton/m}^2$

Peso específico del suelo seco $\gamma = 1.51 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3}$

Aplicando la teoría de Terzaghi:

La fórmula para zapatas cuadradas.

$q_d=1.3c'N'c + \gamma * Z * N'q + 0.4 \gamma * B * N'w$; Donde $c' = 2/3 C_u$; B,Z= profundidad de desplante.

Los valores $N'c, N'q$ y $N'w$, son tomados por interpolación del ángulo de fricción interna Φ , en la gráfica de curvas de trazo continuo.

Ver figura 27.

DATOS:

$N'c=18$

$N'q = \pm 75.8$

$N'w = \pm 5$

Introduciendo valores, se obtiene el resultado siguiente:

$q_d=1.3c'N'c + \gamma * Z * N'q + 0.4 \gamma * B * N'w$

$q_d= 1.3 (2/3) (2.7) (18) + (1.51) (1.50) (8) + (0.40) (1.51) (1.50) (5)$

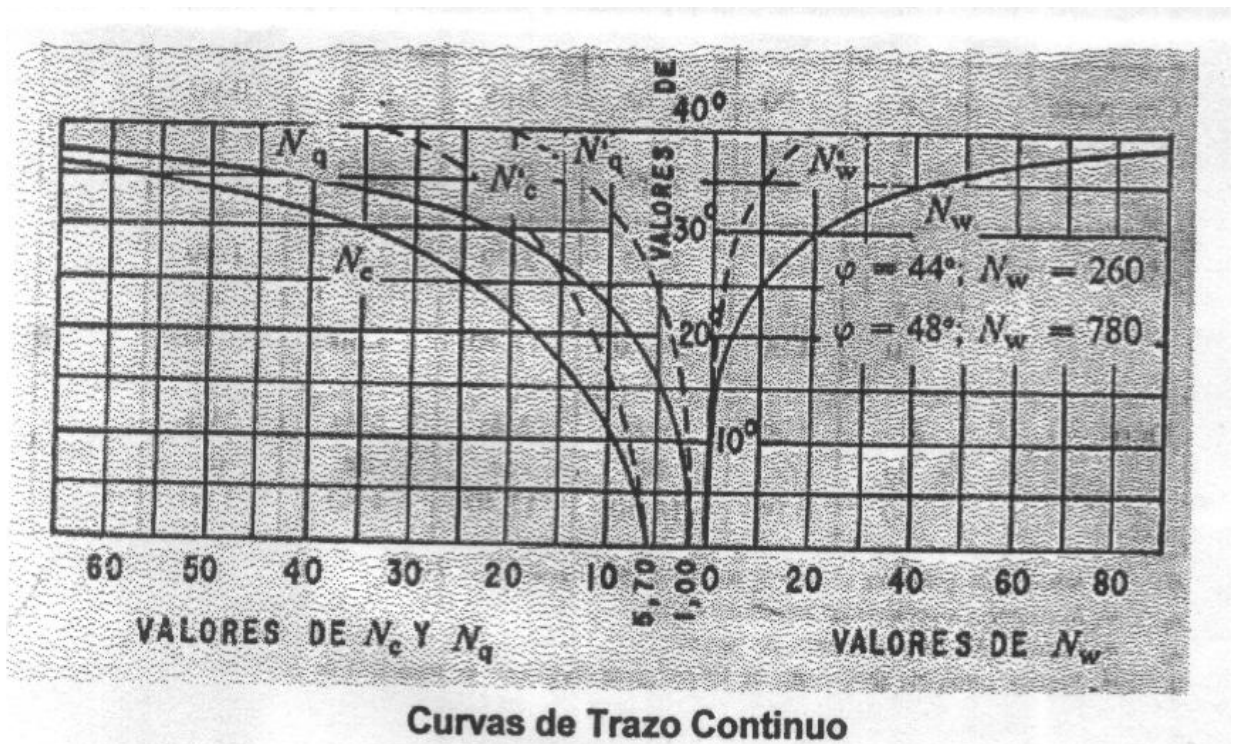
$$q_d = 123.78$$

Valor soporte

$$V_s = q_d / FS \quad \text{Donde } FS \geq 3$$

$V_s = 123.78 / 3 = 41.26$, Se utilizará para fines de diseño un $V_s = 30.00$ ton/m²

Figura 2 Curva de trazo continuo



3.1.5 Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico se refiere a darle la forma adecuada y distribuir en conjunto los diferentes ambientes que componen el edificio, para tener un lugar cómodo y funcional. Para lograrlo, se deben tomar en cuenta diferentes criterios

arquitectónicos, principalmente para este caso, del Reglamento de Construcción de Edificios Educativos.

Los edificios se deben diseñar de acuerdo a las necesidades que se tengan, además, estarán limitados por el espacio disponible, los recursos materiales y las normas de diseño que existan. La tipología arquitectónica se elegirá basándose en el criterio del diseñador y/o propietario. Para el caso del edificio escolar de dos niveles, contará con los siguientes ambientes: biblioteca, servicios sanitarios, salón de proyecciones, salón de computación y bodega para herramientas de práctica de agropecuaria.

3.1.6 Ubicación del edificio en el terreno

La fachada principal del edificio estará orientada hacia el oeste, al fondo de las instalaciones del Instituto Nacional Mixto de Educación Agropecuaria Lic. Mario Méndez Montenegro, dentro del casco urbano del municipio.

3.1.7 Distribución de ambientes

La distribución de los ambientes dentro del edificio es de la forma siguiente:

En el primer nivel se cuenta con un módulo de gradas, salón de retroproyecciones, bodega para salón de computación, salón de computación, módulo de servicios sanitarios para hombres y mujeres, adicional se cuenta con un área destinada para la bodega de herramienta del curso de agropecuaria.

En el segundo nivel se cuenta con un área destinada a sala de lectura de la biblioteca, además de un área destinada al depósito de libros, módulo de servicios sanitarios para hombres y mujeres.

3.1.8 Altura del edificio

Se elige un edificio de dos niveles. La altura será de 3.40 metros de piso a cielo para todos los ambientes.

3.1.9 Selección del sistema estructural a usar

En la selección del sistema estructural influyen factores de durabilidad, desempeño, economía, estética, materiales disponibles en el lugar y la técnica para realizar la obra. El resultado debe comprender el tipo estructural, formas y dimensiones, los materiales y el proceso de ejecución.

Para este caso, se eligió el sistema estructural de marcos dúctiles con nudos rígidos y losa plana de concreto reforzado.

3.2 Análisis estructural

Análisis estructural es el proceso para determinar las respuestas de la estructura ante las acciones exteriores que puedan afectarla. Para el edificio del área de restaurantes, se hace el análisis estructural de la forma siguiente:

3.2.1 Predimensionamiento estructural

Para iniciar el cálculo de cualquier estructura es necesario contar con un diseño arquitectónico, el cual muchas veces sugiere las dimensiones de los elementos estructurales. Estas en algunas ocasiones están sobredimensionadas o no cumplen con los requisitos mínimos de resistencia. Es necesario lograr un acuerdo entre ambos diseñadores (arquitectónico y estructural), de esta forma emplear las dimensiones recomendadas para las

distintas condiciones a las cuales se verá sometida, el objetivo primordial de todo diseñador debe ser la simpleza del modelo estructural, lo cual es logrado mediante la simetría que pueda proporcionarse a esta.

3.2.2 Columnas

Para estas, debe buscarse que tengan la misma sección en cada nivel y de ser posible en todos los niveles, esto último dependerá del criterio del diseñador.

P= Carga producida por el area tributaria para la Columna Critica analizada + Niveles que soporta.

f'_c = Resistencia del concreto a los 28 dias en es analisis se considera 210Kg/cm²

Ag = Area gruesa de la Columna

Fy= Resistencia a la fluencia del acero

As= Area de acero de la columna; es un porcentaje del AG que varia entre $1\%Ag \leq As \leq 6\%Ag$ Para areas sismicas, según ACI

Norma CODIGO 40 CAPITULO 10 SECCION 10.9

$$P = 0.80(0.225 * f'_c * Ag + Fy * As)$$

Área de acero recomendada: $1\%Ag \leq As \leq 4\%Ag$

Área Tributaria en la columna Crítica = At = 40.76 m²

$$P = 97,553.76 \text{ KG}$$

Entonces:

$$As=1\%$$

$$F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$FY= 2810 \text{ Kg/cm}^2$$

$$97,553.76 = 0.80 (0.225*210*Ag+2810*0.02*Ag)$$

Ag = 1178.75cm² =34.33se propone una seccion de columna de 0.40 m.*0.40m.

Integración de Carga NV2

$$\text{Vigas: } 5.95 \times 0.30 \times 0.40 \times 2400 = 1713.60 \text{ CM}$$

$$6.85 \times 0.30 \times 0.40 \times 2400 = 1972.80 \text{ CV}$$

$$\text{Losa } 40.76 \times 0.10 \times 2400 = 9782.40 \text{ Kg}$$

$$\text{Col } 0.40 \times 40 \times 3.40 \times 2400 = 1305.60 \text{ Kg} \quad 100 \text{ kg/m}^2 \times 40.76 = 4076$$

$$\text{Total NV2} = 1.7 \text{ cv} = 6929.20$$

$$1:4 \text{ cm} = 20.684.16$$

NV1

$$\text{CM} = 15312$$

$$1.4 \text{ Cm} = 21436$$

$$\text{CV} = 700 \text{ kg} \times 40.76 = 28532$$

$$1.7 \text{ CV} = 48,504.40$$

$$\text{Total NV 2} = 27613.36$$

$$\text{NV1} = \underline{69940.40}$$

$$97553.76$$

3.2.2 Vigas

El predimensionamiento de las vigas es en función de la longitud a cubrir, siguiendo el esquema de simplicidad. Es necesario mencionar, que la condición más importante a satisfacer en las vigas es el peralte, la base de la viga será determinada según el criterio del diseñador, aunque es generalizado usar la dimensión de la columna sobre la cual va a estar apoyada. El peralte mínimo de vigas no preesforzadas o losas en una dirección (ACI 318-95) capítulo 9, tabla 9.5 (a) indica:

$h = \frac{L}{18.5}$, Donde L es la longitud del claro, para vigas con un extremo discontinuo.

$$h = \frac{6.85}{18.5} = 0.3702, \text{ se propone un peralte } h \text{ de } 0.50 \text{ m.}$$

Para las vigas de borde del tablero, se propone una base $b = 0.40$ m. Considerando las vigas de borde como principales, se propone una viga secundaria ubicada longitudinalmente en el claro más corto, al centro del tablero, logrando así también reducir el espesor de la losa, haciéndola menos pesada, el peralte será $h = 0.50$ m y una base $b = 0.40$ m. Ver figura No. 4

3.2.3 Losas

El predimensionamiento de la losa, será el utilizado en el cálculo de losas reforzadas en dos sentidos, método 3 del ACI 318-95. Que involucra el perímetro del tablero.

$$t_{\text{losa}} = \left(\frac{\text{perímetro}}{180} \right)$$

$$t_{\text{losa}} = \left(\frac{3.425 * 2 + 5.95 * 2}{180} \right) = 0.104$$

Según la relación modular el espesor de la losa podría ser 10cm. Para efecto de comprobación se calculó el esfuerzo de corte, comprobando que el cortante actuante es menor que el resistente, por lo que se confirma que el espesor de 10cm. es apropiado, este procedimiento de cálculo se detalla en la sección 3.4.1.2

3.2.4 Cimientos

El sistema a utilizar, será; el de zapatas aisladas. El predimensionamiento será, en función de las cargas tributarias de los elementos estructurales, que tributen a cada columna principal. Como datos adicionales al predimensionamiento, se debe conocer el valor soporte del suelo, para poder realizar el diseño final, este es obtenido al realizar el ensayo de compresión triaxial, para este caso en particular fue realizado el ensayo a una muestra no alterada. De los resultados de este ensayo y los cálculos según las fórmulas del cálculo de valor soporte, mediante la teoría de Terzaghi, se obtiene un valor soporte de 31.30 Ton/m². Sin embargo por seguridad asume un valor de 30 Ton/m².

3.3 Análisis estructural

Análisis estructural es el proceso que se realiza, para determinar las respuestas de la estructura, ante las acciones exteriores que puedan afectarla, en otras palabras, se determina los efectos de las cargas aplicadas a una estructura.

3.3.1 Modelos matemáticos de marcos dúctiles

Esta es la representación simplificada de un marco típico, al cual serán transmitidas las distintas cargas a la que se ve sometida la estructura. En este diseño se ha tenido especial cuidado en la simetría de la estructura; por lo cual se analizarán únicamente los marcos críticos.

Figura 3. Marco típico sentido X

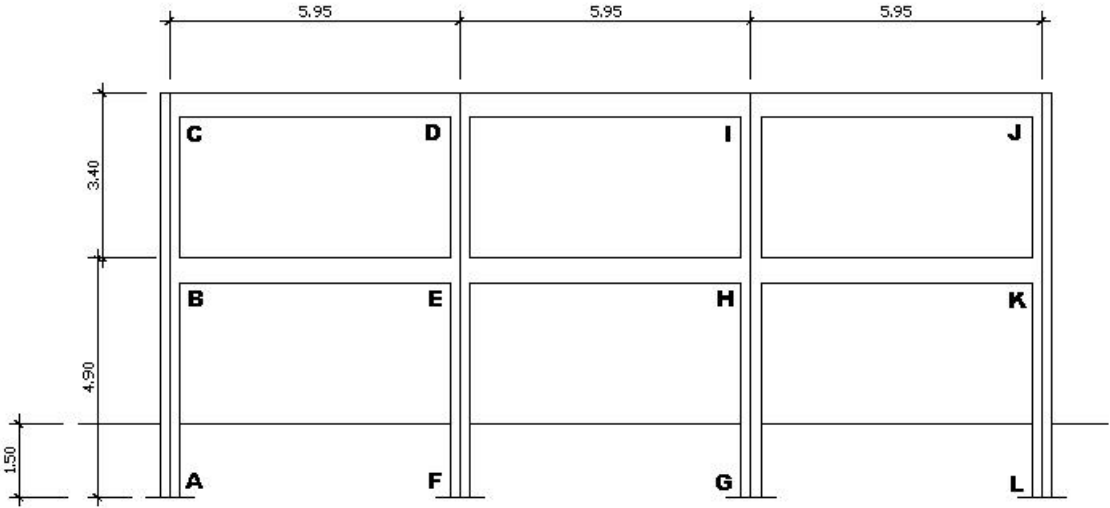
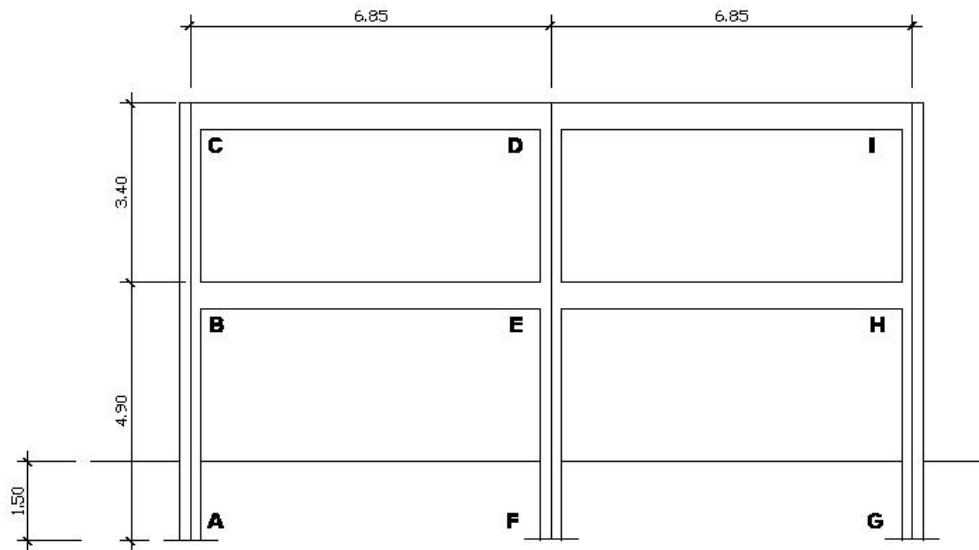


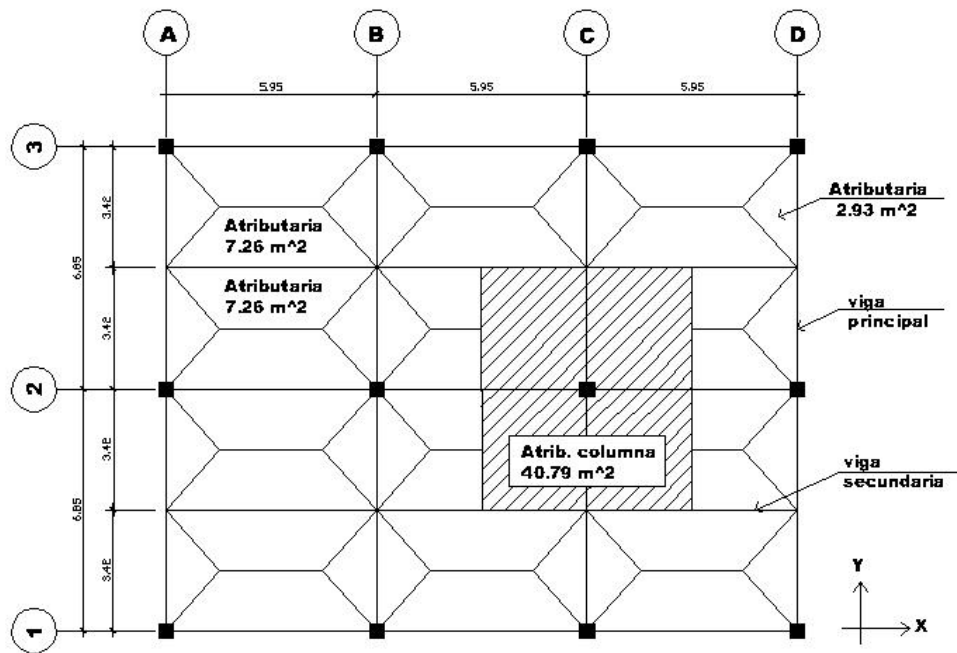
Figura 3a. Marco típico sentido Y



3.3.2 Cargas aplicadas a los marcos dúctiles

Las cargas a las que se someten los marcos; están condicionadas por el uso al cual se vaya a destinar la estructura, por lo cual en el diseño arquitectónico, el uso de todos los ambientes deben quedar bien establecidos. Para clasificar estas existen distintos criterios, en los cuales predomina el uso al área tributaria del marco.

Figura 4. Planta típica edificio escolar



3.3.2.1 Cargas verticales en marcos dúctiles

Los valores que se usan en este caso, para cargas verticales son los siguientes:

CARGA MUERTA (CM)

Peso concreto = 2,400 Kg / m³

Peso acabados = 90 Kg / m²

Peso de muros = 150 Kg / m²

CARGA VIVA (CV)

techos = 100 Kg / m²

pasillos = 500 Kg / m²

aulas = 200 Kg / m²

Área de biblioteca

depósito de libros = 700 Kg / m²

Sala de lectura = 500 Kg / m²

Fuente:

Cargas vivas mínimas, uniformemente distribuidas

Winter y Nilson, diseño de estructuras de concreto con referencias del Instituto Nacional de Normas Americanas ANSI.

Tesis Diseño de un edificio de mampostería reforzada, Jorge Luis Mendoza Pagina 27.

- Integración de cargas para el marco crítico del nivel 1 sentido X.

TRAMO BE: CM = 2,175.85 Kg/m CV = 1,569.73 Kg/m

TRAMO EH: CM = 2,175.85 Kg/m CV = 1,308.11 Kg/m

TRAMO HK: CM = 2,175.85 Kg/m CV = 1,308.11 Kg/m

- Integración de cargas para el marco crítico del nivel 2 sentido X.

TRAMO CD: CM = 1,247.32 Kg/m CV = 261.62 Kg/m

TRAMO DI: CM = 1,247.32 Kg/m CV = 261.62 Kg/m

TRAMO IJ: CM = 1,247.32 Kg/m CV = 261.62 Kg/m

3.3.2.2 Cargas horizontales en marcos dúctiles

Todas las estructuras edificadas en nuestro país, estarán expuestas en algún momento de su vida útil a dos tipos de fuerza (viento y sismo). Las cuales en el análisis estructural son idealizadas como cargas horizontales. Los diferentes métodos de análisis consideran importante localizar la región donde se ubicará la estructura, para identificar el nivel de riesgo al que se encontrará expuesta, el método utilizado en este diseño para encontrar las fuerzas sísmicas aplicadas al edificio será el SEAOC.

Método SEAOC: Edificio Instituto Nacional Mixto Mario Méndez Montenegro

Corte Basal (V): Es la fuerza sísmica que el suelo transmite al edificio en la base, su valor es dado por la fórmula siguiente.

$$\text{Fórmula: } V=Z*I*C*S*K*W$$

El coeficiente Z, tendrá en este diseño el valor asignado para zona sísmica 3, pues la zona de la Costa Sur (Santa Rosa). Es la de mayor riesgo sísmico en el país, por estar ubicado en la falla de Jalpatagua.

Z = 1 (zona costa sur de la república). Coeficiente que depende de la probabilidad de sismo en la zona.

I = 1.4 Coeficiente que depende del grado de importancia de la estructura, después de que ocurra el evento. Tiene un rango de $1.10 < I < 1.50$ según sea la importancia, en este caso se tomo un valor de 1.4 por tal razón.

K = 0.67 (estructura de marcos dúctiles y nudos rígidos). Coeficiente ligado al período de vibración de la estructura.

C = Factor que depende del período natural fundamental de la estructura. Dado por la formula $C= 1/(15*t^{1/2})$; $t=(\text{espesor losa}*\text{altura de edificio})/(\text{Base}^{1/2})$. El valor de C debe ser menor que 0.12, si este valor da más que 0.12 se debe usar 0.12.

S = 1.5 Coeficiente que depende del tipo de suelo. Cuando se desconoce usar 1.50; Sí $C*S > 0.14$, usar $C*S = 0.14$

W = Peso propio de la estructura. + 25% cargas vivas.

Nota: el sismo no actúa en una dirección determinada con respecto al edificio. Por tal razón se necesita evaluar el corte basal en las direcciones “X” “Y” (longitudinal y transversal respectivamente), con los valores resultantes se puede diseñar el edificio contra un sismo en cualquier dirección.

Calculo de peso del edificio (W):

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

$$W_{\text{nivel 1}} = W_{\text{columnas}} + W_{\text{muros}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{losas}} + W_{\text{acabados}} + 0.25 \text{ C.V.}$$

$$W_{\text{nivel 1}} = 12 \cdot 0.40 \cdot 0.40 \cdot 4.8 \cdot 2400 + 150 \cdot 84 \cdot 2.70 + 0.50 \cdot 0.40 \cdot 109 \cdot 2400 + 0.40 \cdot 0.30 \cdot 36 \cdot 2400 + 244.50 \cdot 0.10 \cdot 2400 + 0.25 \cdot (5.95 \cdot 5 \cdot 6.85 \cdot 500 + 5.95 \cdot 6.85 \cdot 700)$$

$$W_{\text{nivel 1}} = 232,117.40 \text{ Kg.}$$

$$W_{\text{nivel 2}} = W_{\text{columnas}} + W_{\text{muros}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{losas}} + W_{\text{acabados}} + 0.25 \text{ C.V.}$$

$$W_{\text{nivel 2}} = 12 \cdot 0.40 \cdot 0.40 \cdot 3.3 + 0.30 \cdot 0.40 \cdot 145 \cdot 2400 + 244.50 \cdot 0.10 \cdot 2400 + 90 \cdot 244.50 + 0.25 \cdot (244.50 \cdot 100)$$

$$W_{\text{nivel 2}} = 143,763.90 \text{ Kg.}$$

$$W_{total} = 375,881.30 \text{ Kg.}$$

C	$t_x = 0.10 \cdot 6.8 / (17.85^{1/2}) = 0.16$	$C_x = 1 / (15 \cdot (0.16)^{1/2}) = 0.167$
	$t_y = 0.10 \cdot 6.8 / (13.70^{1/2}) = 0.18$	$C_y = 1 / (15 \cdot (0.18)^{1/2}) = 0.157$

C*S	$C \cdot S_x = 0.167 \cdot 1.5 = 0.25$	Usar $C \cdot S_x = 0.14$
	$C \cdot S_y = 0.157 \cdot 1.5 = 0.24$	Usar $C \cdot S_y = 0.14$

$$V = V_x = V_y = Z \cdot I \cdot C \cdot S \cdot K \cdot W_{total}$$

$$V = 1 \cdot 1.40 \cdot 0.14 \cdot 0.67 \cdot 375,881.30$$

$$V = 49,360.73 \text{ Kg.}$$

Análisis de fuerzas por nivel (F_{ni})

$$\text{Formula: } F_{ni} = (V - F_T) \cdot W_{total} \cdot h_i / (\sum W_i \cdot h_i)$$

Donde: F_{ni}= Fuerza por cada nivel

V= Corte basal

F_T= Fuerza de techo, cuando t (período natural de

vibración), es

menor que 0.25, entonces F_T=0.

Si t > 0.25, entonces F_T=0.07*t*V

W_{total}= Peso propio total de la estructura (todos los niveles)

W_i = Peso propio de la estructura por nivel + 25% C.V. por nivel

h_i = Altura medida desde la cimentación al nivel considerado.

Fuerzas actuantes en eje X: Considerando que $t < 0.25$, $F_T = 0$

Fuerza actuante nivel 1:

$$F_x n1 = (V - F_T) * W_{total\ nivel} * h_i / (\sum W_i * h_i)$$

$$F_x n1 = [(49,360.73 \text{ Kg.} - 0) * 232,117.40 \text{ Kg} * 4.80 \text{ m.}] / (232,117.40 \text{ Kg} * 4.80 \text{ m.} + 143,763.90 \text{ Kg.} * 8.10 \text{ m.})]$$

$$F_x n1 = 24,135.29 \text{ Kg.}$$

Fuerza actuante nivel 2:

$$F_x n2 = (V - F_T) * W_{total\ nivel} * h_i / (\sum W_i * h_i)$$

$$F_x n2 = (49,360.73 - 0) * (143,763.90 * 8.10) / (232,117.40 * 4.80 + 143,763.90 * 8.10)$$

$$F_x n2 = 25,225.43 \text{ Kg.}$$

Fuerzas actuantes en eje Y: Considerando que $t < 0.25$, $F_T = 0$

Fuerza actuante nivel 1:

$$F_y n1 = F_x n1 = 24,135.29 \text{ Kg.}$$

Fuerza actuante nivel 2:

$$F_y n2 = F_x n2 = 25,225.43 \text{ Kg.}$$

Fuerzas por marcos (FM):

Formulas:

$$FM = FM' + FM''$$

$$FM' = (R * F_{ni}) / \sum R$$

$$FM'' = (e * F_{ni}) / (\sum R_i * d_i^2) / (R_i * d_i)$$

Donde:

R_i = Rígidez del marco

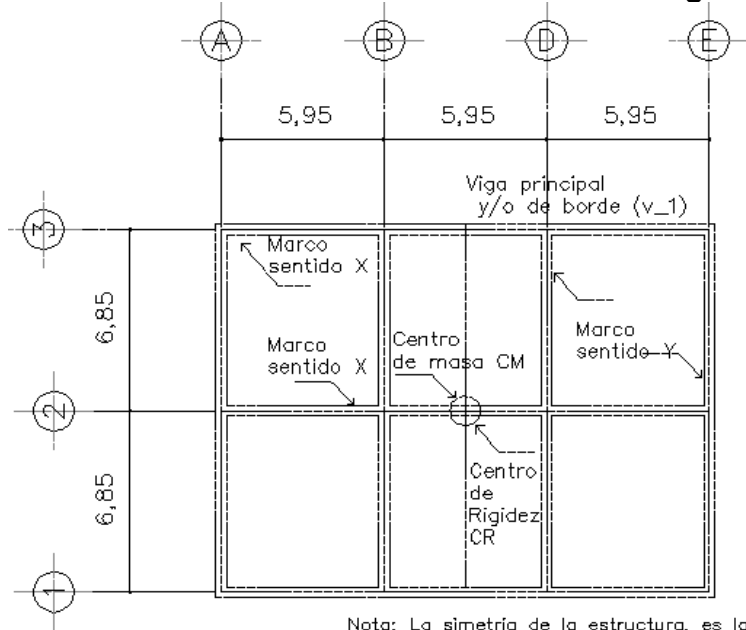
d_i = Distancia del CR al marco considerado

e = excentricidad, en caso de existir torsión, no debe ser menor de $0.05 * h_{total\ edificio}$

C_m = Centro de masa; centro geométrico de la estructura en cada sentido (X, Y)

CR = Centro de rígeidez de la estructura.

Figura 5. Distribución de marcos en planta típica, edificio escolar Instituto Mario Mendez Montenegro



Nota: La simetría de la estructura, es la causa por la que el Centro de Masa CM, coincide con el centro de Rigidez CR

En la figura 5, se puede apreciar la distribución de los marcos rígidos que sirve para calcular los valores R_i , d_i , C_m , C_R y e .

Sentido X: Por simetría la rigidez en los marcos es la misma, en este caso se usará $R=1$, en todos los marcos X.

Cálculo del centro de rigidez C_R

$$C_R = (\sum R_i \cdot d_i) / \sum R_i$$

$$C_R = (1 \cdot 13.70 + 1 \cdot 6.85 + 1 \cdot 0) / (1 + 1 + 1)$$

$$C_R = 20.55 / 6.85$$

$$C_R = 6.85 \text{ m}$$

Cálculo del centro de masa C_m , sentido X

$$C_m = L_x / 2$$

$$C_m = (13.70) / 2$$

$$C_m = 6.85 \text{ m}$$

Cálculo de la excentricidad e :

$$e = C_m - C_R$$

$$e = 6.85 - 6.85$$

$e = 0$; no existe torsión en el eje X, considerando este resultado se evidencia que la fuerza sísmica, será de la misma magnitud en todos los

marcos. Por lo cual es innecesario elaborar la tabla respectiva, que considera las distancias de los marcos al centro de rigidez CR.

Marcos Sentido X

Nivel 1

$$FM' = (R \cdot F_{ni}) / \sum R$$

$$FM' = (1 \cdot 24,135.29) / (1 \cdot 3)$$

$$FM' = 8,045.10 \text{ Kg.}$$

$$FM'' = (e \cdot F_{ni}) / (\sum R_i \cdot d_i^2) / (R_i \cdot d_i)$$

$$FM'' = 0, \text{ no existe excentricidad en el sentido X.}$$

$$FM_{n1} = FM' + FM''$$

$$FM_{n1} = 8,045.10 \text{ Kg} + 0$$

$$FM_{n1} = 8,045.10 \text{ Kg.}$$

Nivel 2

$$FM' = (1 \cdot 25,225.43) / (1 \cdot 3)$$

$$FM' = 8,408.48 \text{ Kg.}$$

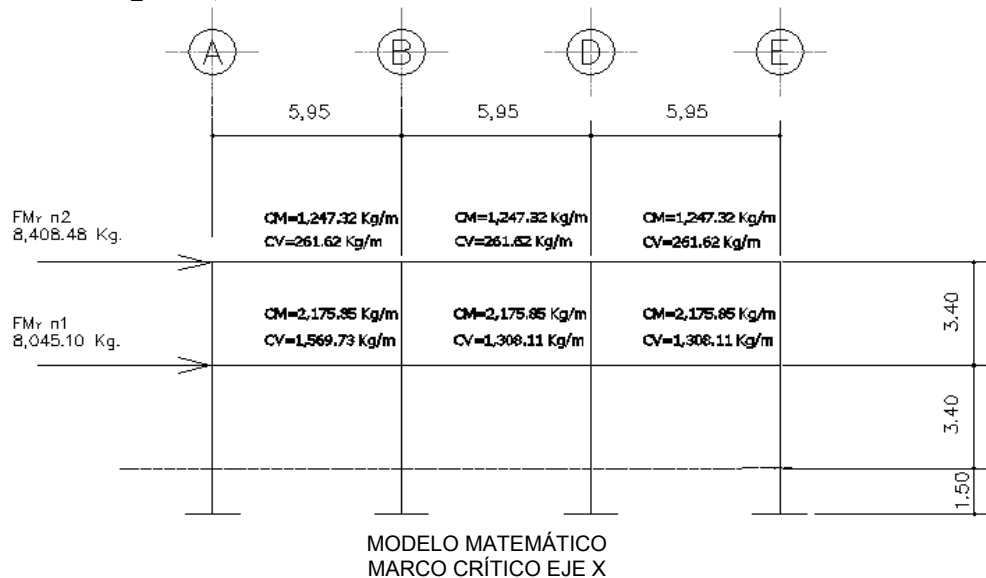
$$FM'' = 0, \text{ no existe excentricidad en el sentido X.}$$

$$FM_{n2} = FM' + FM''$$

$$FM_{n2} = 8,408.48 + 0$$

$$FM_{n2} = 8,408.48$$

Figura 6. Modelo matemático, marco típico unido con nudos rígidos, sentido X.



Sentido Y: Por simetría la rigidez en los marcos es la misma, en este caso se usara R=1, en todos los marcos Y.

Cálculo del centro de rigidez CR

$$CR = (\sum Ri \cdot di) / \sum Ri$$

$$CR = (1 \cdot 17.85 + 1 \cdot 11.90 + 1 \cdot 5.95) / (1 + 1 + 1)$$

$$CR = 35.70 / 6.85$$

$$CR = 8.925 \text{ m}$$

Cálculo del centro de masa Cm, sentido X

$$Cm = L_y / 2$$

$$Cm = (17.85) / 2$$

$$Cm = 8.925 \text{ m}$$

Cálculo de la excentricidad e:

$$e = Cm - CR$$

$$e = 6.85 - 6.85$$

$e = 0$; no existe torsión en el eje Y, considerando este resultado se evidencia que la fuerza sísmica, será de la misma magnitud en todos los marcos. Por lo cual es innecesario elaborar la tabla respectiva, que considera las distancias de los marcos al centro de rigidez CR.

Marcos Sentido Y

Nivel 1

$$FM' = (R \cdot F_{ni}) / \sum R$$

$$FM' = (1 \cdot 24,135.29) / (1 \cdot 4)$$

$$FM' = 6,033.83 \text{ Kg.}$$

$$FM'' = (e \cdot F_{ni}) / (\sum Ri \cdot di^2) / (Ri \cdot di)$$

$FM'' = 0$, no existe excentricidad en el sentido X.

$$FM_{n1} = FM' + FM''$$

$$FM_{n1} = 6,033.83 \text{ Kg} + 0$$

$$FM_{n1} = 6,033.83 \text{ Kg.}$$

Nivel 2

$$FM' = (1 \cdot 25,225.43) / (1 \cdot 4)$$

$$FM' = 6,306.38 \text{ Kg.}$$

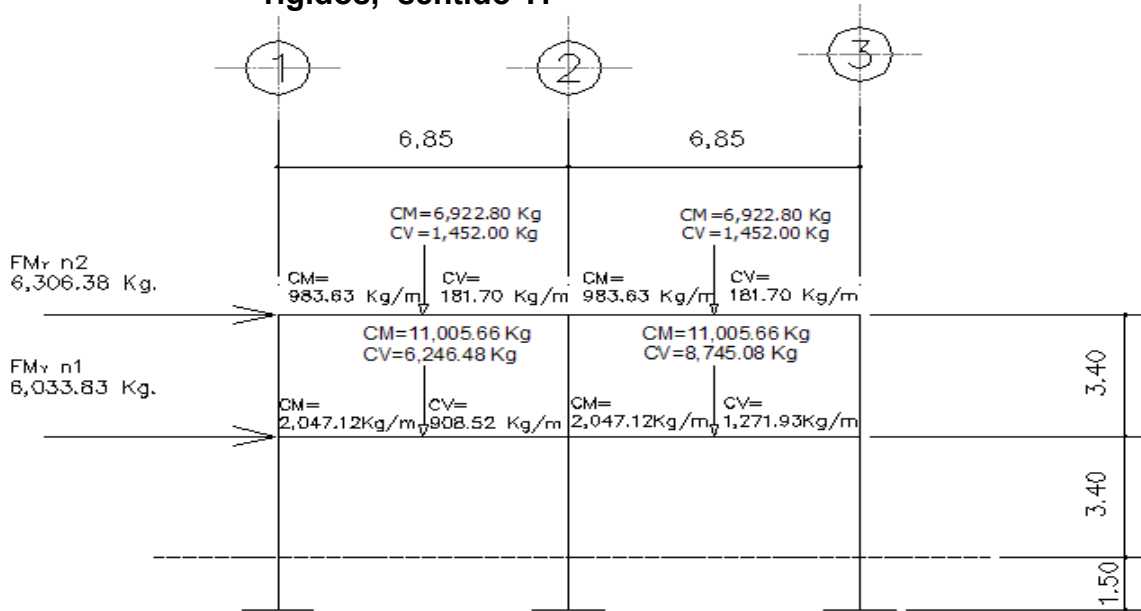
$FM'' = 0$, no existe excentricidad en el sentido X.

$$FM_{n2} = FM' + FM''$$

$$FM_{n2} = 6,306.38 + 0$$

$$FM_{n2} = 6,306.38 \text{ Kg.}$$

Figura 7. Modelo matemático, marco típico unido con nudos rígidos, sentido Y.



MODELO MATEMÁTICO
MARCO CRÍTICO EJE Y

3.3.2.3 Análisis de marcos por el método de Kani

El siguiente resumen se aplica únicamente a miembros de sección constante; tampoco se incluyen los casos en que existen columnas de diferente altura en un mismo piso, o cuando hay articulaciones en los apoyos de las columnas.

- **Cálculo de momentos fijos (MF_{ik}),** estos se calculan cuando existen cargas verticales.
- **Cálculo de momentos de sujeción (M_s),** estos se calculan cuando hay cargas verticales.

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

- **Determinación de fuerzas de sujeción (H),** éstas se calculan cuando se hace el análisis de las fuerzas horizontales aplicadas al marco dúctil.

$$H = FM_{\text{NIVEL } n} \text{ (fuerza por marco del nivel } n, \text{ del análisis sísmico)}$$

- **Cálculo de la fuerza cortante en el piso (Q_n),** se calcula cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco dúctil.

$$Q_n = \sum H$$

- **Cálculo de momentos de piso (M_n),** estos se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas a marcos dúctiles.

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

- **Cálculo de rigidez de los elementos (K_{ik})**

$$K_{ik} = I / L_{ik} \quad I \text{ inercia del elemento}$$

$$L \text{ longitud del elemento}$$

- **Cálculo de factores de giro o coeficientes de reparto (μ_{ik})**

$$\mu_{ik} = -1/2 (K_{ik} / \sum K_{in})$$

- **Cálculo de factores de corrimiento (v_{ik}),** estos se calculan cuando hay ladeo, causado por asimetría en la estructura o cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales, aplicadas al marco dúctil unido con nudos rígidos.

$$v = -3/2 (K_{ik} / \sum K_{in})$$

- **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, influencias de desplazamiento (M''_{ik}),** esto se calcula cuando existe ladeo.

$$M''_{ik} = v_{ik} (\sum (M'_{ik} + M'_{ki})) \quad \text{ladeo por asimetría}$$

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

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

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

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

Solución:

3.3.2.3.1 Método Kani – carga muerta en el sentido Y – marco crítico

Cálculo de momentos fijos o momentos de empotramiento (MF_{ik})

Para cargas distribuidas uniformemente $MF_{ik} = \pm WL^2 / 12$

$$-MF_{BE} = -MF_{EH} = -(2,047.12 * 6.85)^2 / 12 - 11,005.66 * 6.85 / 8 = -17,428.27 \text{ Kg.-m.}$$

$$+MF_{EB} = +MF_{HE} = + 17,428.27 \text{ Kg.-m}$$

$$-MF_{CD} = -MF_{DI} = -(983.63 * (6.85)^2) / 12 - 6,922.80 * 6.85 / 8 = -9,773.85 \text{ Kg.m}$$

$$+MF_{DC} = +MF_{ID} = +9,773.85 \text{ Kg.m}$$

Cálculo de momentos de sujeción $M_s = \sum (MF_{ik})$

$$\text{Nudo B} = M_s = MF_{BE} = -17,428.27 \text{ Kg.-m.}$$

$$\text{Nudo C} = M_s = MF_{CD} = -9,773.85 \text{ Kg.-m.}$$

$$\text{Nudo D} = MF_{DC} + MF_{DI} = 9,773.85 + (-9,773.85) \text{ Kg.-m.} = 0$$

$$\text{Nudo E} = MF_{EB} + MF_{EH} = 17,428.27 - 17,428.27 \text{ Kg.-m.} = 0$$

$$\text{Nudo H} = MF_{HE} = 17,428.27 \text{ Kg.-m}$$

$$\text{Nudo I} = MF_{ID} = 9,773.85 = 0 \text{ Kg.-m.}$$

RIGIDEZ DE ELEMENTOS

Cálculo de rigidez de los elementos $K_{ik} = I / L_{ik}$

Inercia de los elementos rectangulares $I = bh^3 / 12$,

Todas las columnas de ambos niveles son de la misma sección. Variando las alturas, así:

Columnas primer nivel

$$K_{AB}=K_{BA}=K_{FE}=K_{EF}=K_{GH}=K_{HG}=K_{LK}=K_{KL}$$

$$K_{AB} = (0.40\text{m} * 0.40^3\text{m}/12)/4.90\text{m} = 4.35 * 10^{-4} \text{ m}^3$$

Columnas segundo nivel

$$K_{BE}=K_{EB}=K_{ED}=K_{DE}=K_{HI}=K_{IH}=K_{KJ}=K_{JK}$$

$$K_{BE} = (0.40\text{m} * 0.40^3\text{m}/12)/3.40\text{m} = 6.27 * 10^{-4} \text{ m}^3$$

Vigas, la sección considerada es la misma para ambos niveles

$$K_{BE}=K_{EB}=K_{CD}=K_{DC}=K_{EH}=K_{HE}=K_{ID}=K_{DI}=K_{HK}=K_{KH}=K_{IJ}=K_{JI}$$

$$K_{BE} = (0.40\text{m} * 0.50^3\text{m}/12)/6.85\text{m} = 6.08 * 10^{-4} \text{ m}^3$$

Factores de giro o coeficientes de reparto $\mu_{ik} = -1/2 (K_{ik} / \sum K_{in})$

NUDO A: $\mu_{AB} = 0 = (\text{EMPOTRADO})$

$$\text{NUDO B: } \mu_{BA} = -\frac{1}{2} \left(\frac{4.35 * 10^{-4}}{4.35 * 10^{-4} + 6.08 * 10^{-4} + 6.27 * 10^{-4}} \right) = -0.130$$

$$\mu_{BE} = -\frac{1}{2} \left(\frac{6.08 * 10^{-4}}{4.35 * 10^{-4} + 6.08 * 10^{-4} + 6.26 * 10^{-4}} \right) = -0.182$$

$$\mu_{BC} = -\frac{1}{2} \left(\frac{6.27 * 10^{-4}}{4.35 * 10^{-4} + 6.08 * 10^{-4} + 6.27 * 10^{-4}} \right) = -0.188$$

$$\text{NUDO C: } \mu_{CB} = -\frac{1}{2} \left(\frac{6.27 * 10^{-4}}{6.27 * 10^{-4} + 6.08 * 10^{-4}} \right) = -0.254$$

$$\mu_{CD} = -\frac{1}{2} \left(\frac{6.08 * 10^{-4}}{6.08 * 10^{-4} + 6.27 * 10^{-4}} \right) = -0.246$$

$$\text{NUDO D} \quad \mu_{DC} = -\frac{I}{2} \left(\frac{6.08 * 10^{-4}}{6.08 * 10^{-4} + 6.08 * 10^{-4} + 6.27 * 10^{-4}} \right) = -0.165$$

$$\mu_{DI} = -\frac{I}{2} \left(\frac{6.08 * 10^{-4}}{6.08 * 10^{-4} + 6.08 * 10^{-4} + 6.27 * 10^{-4}} \right) = -0.165$$

$$\mu_{DE} = -\frac{I}{2} \left(\frac{6.27 * 10^{-4}}{6.08 * 10^{-4} + 6.08 * 10^{-4} + 6.27 * 10^{-4}} \right) = -0.170$$

NUDO E

$$\mu_{EH} = -\frac{I}{2} \left(\frac{6.08 * 10^{-4}}{6.08 * 10^{-4} + 6.08 * 10^{-4} + 6.27 * 10^{-4} + 4.35 * 10^{-4}} \right) = -0.133$$

$$\mu_{EB} = -\frac{I}{2} \left(\frac{6.08 * 10^{-4}}{6.08 * 10^{-4} + 6.08 * 10^{-4} + 6.27 * 10^{-4} + 4.35 * 10^{-4}} \right) = -0.133$$

$$\mu_{ED} = -\frac{I}{2} \left(\frac{6.27 * 10^{-4}}{6.08 * 10^{-4} + 6.08 * 10^{-4} + 6.27 * 10^{-4} + 4.35 * 10^{-4}} \right) = -0.138$$

$$\mu_{EF} = -\frac{I}{2} \left(\frac{4.35 * 10^{-4}}{6.08 * 10^{-4} + 6.08 * 10^{-4} + 6.27 * 10^{-4} + 4.35 * 10^{-4}} \right) = -0.095$$

NUDO F: $\mu_{FE} = 0 = (\text{EMPOTRADO})$

NUDO G: $\mu_{GH} = 0 = (\text{EMPOTRADO})$

NUDO H:
$$\mu_{HG} = -\frac{I}{2} \left(\frac{4.35 * 10^{-4}}{4.35 * 10^{-4} + 6.08 * 10^{-4} + 6.27 * 10^{-4}} \right) = -0.130$$

$$\mu_{HE} = -\frac{I}{2} \left(\frac{6.08 * 10^{-4}}{4.35 * 10^{-4} + 6.08 * 10^{-4} + 6.26 * 10^{-4}} \right) = -0.182$$

$$\mu_{HI} = -\frac{I}{2} \left(\frac{6.27 * 10^{-4}}{4.35 * 10^{-4} + 6.08 * 10^{-4} + 6.27 * 10^{-4}} \right) = -0.188$$

NUDO I
$$\mu_{HI} = -\frac{I}{2} \left(\frac{6.27 * 10^{-4}}{6.27 * 10^{-4} + 6.08 * 10^{-4}} \right) = -0.254$$

$$\mu_{ID} = -\frac{I}{2} \left(\frac{6.08 * 10^{-4}}{6.08 * 10^{-4} + 6.27 * 10^{-4}} \right) = -0.246$$

Factores de corrimiento

Cálculo de factores de corrimiento $\nu_{ik} = -3/2 (K_{ik} / \sum K_{in})$

Nivel 1

$$V_{AB} = V_{FE} = V_{GH} = -\frac{3}{2} \left(\frac{4.35 * 10^{-4}}{4.35 * 10^{-4} + 4.35 * 10^{-4} + 4.35 * 10^{-4}} \right) = -0.50$$

Nivel 2

$$V_{BC} = V_{ED} = V_{HI} = -\frac{3}{2} \left(\frac{4.35 * 10^{-4}}{4.35 * 10^{-4} + 4.35 * 10^{-4} + 4.35 * 10^{-4}} \right) = -0.50$$

Influencias de giro (M'_{ik}) – Primera iteración: B – C – D – E – H – I

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

Nudo B:
$$M'_{BA} = \mu_{BA} (M_{SB} + \sum (M'_{AB} + M'_{EB} + M'_{CB} + M''_{AB} + M''_{CB}))$$

$$M'_{BA} = (-0.130) * (-17428.27 + \sum (0+0+0+0+0+0)) = 2,265.68 \text{ kg-m}$$

$$M'_{BC} = (-0.1878)*(-17428.27+\sum(0+0+0+0+0+0)) = 3,273.03 \text{ kg-m}$$

$$M'_{BE} = (-0.182)*(-17428.27+\sum(0+0+0+0+0+0)) = 3,171.95 \text{ kg-m}$$

Nudo C: $M'_{CB} = \mu_{CB} (M_{S_C} + \sum (M'_{BC} + M'_{DC} + M''_{BC}))$

$$M'_{CB} = (-0.254)*(-9,773.85+\sum(3,273.03+0+0+0))= 1,651.21$$

$$M'_{CD} = (-0.246)*(-9,773.85+\sum(3,273.03+0+0+0))= 1,599.20$$

Nudo D: $M'_{DC} = \mu_{DC} (M_{S_D} + \sum (M'_{CD} + M'_{ID} + M'_{ED} + M''_{ED}))$

$$M'_{DC} = (-0.165)*(0+\sum(1,599.20+0+0+0+0+0+0))= -263.868$$

$$M'_{DI} = (-0.165)*(0+\sum(1,599.20+0+0+0+0+0+0))= -263.868$$

$$M'_{DE} = (-0.170)*(0+\sum(1,599.20+0+0+0+0+0+0))= -271.864$$

Nudo E: $M'_{EB} = \mu_{DC} (M_{S_E} + \sum (M'_{BE} + M'_{DE} + M'_{HE} + M'_{FE} + M''_{BE} + M''_{DE} + M''_{FE}))$

$$M'_{EB} = (-0.133)(0+\sum(3,171.95-271.864+0+0+0+0+0+0+0))=-385.711$$

$$M'_{ED} = (-0.138)(0+\sum(3,171.95-271.864+0+0+0+0+0+0+0))=-400.211$$

$$M'_{EF} = (-0.095)(0+\sum(3,171.95-271.864+0+0+0+0+0+0+0))=-275.508$$

$$M'_{EH} = (-0.133)(0+\sum(3,171.95-271.864+0+0+0+0+0+0+0))=-385.711$$

Nudo H: $M'_{HE} = \mu_{HE} (M_{S_H} + \sum (M'_{EH} + M'_{IH} + M'_{GH} + M''_{IH} + M''_{GH}))$

$$M'_{HE} = (-0.182)*(17,428.27+\sum(-385.711+0+0+0+0+0))=-3,101.75$$

$$M'_{HI} = (-0.188)*(17,428.27+\sum(-385.711+0+0+0+0+0))=-3,204.00$$

$$M'_{HG} = (-0.130)*(17,428.27+\sum(-385.711+0+0+0+0+0))=-2,215.53$$

Nudo I: $M'_{ID} = \mu_{ID} (M_{sI} + \sum (M'_{DI} + M'_{HI} + M''_{HI}))$
 $M'_{ID} = (-0.246) * (9,773.85 + \sum (-263.868 - 3,204.00 + 0 + 0 + 0)) = -1,551.27$
 $M'_{IH} = (-0.254) * (9,773.85 + \sum (-263.868 - 3,204.00 + 0 + 0 + 0)) = -1,601.72$

Influencias de desplazamiento (M''_{ik}) – Primera iteración

$$M''_{ik} = V_{ik} (\sum (M'_{ik} + M'_{ki}))$$

2do. Piso. $M''_{BC} = (M'_{BC} + M'_{CB} + M'_{ED} + M'_{DE} + M'_{HI} + M'_{IH}) V_{CB}$
 $M''_{BC} = (3,273.03 + 1,651.21 - 400.211 - 271.864 - 3,204.00 - 1,601.72)$
 $\quad \quad \quad * (-0.5) = 276.779 \text{ kg-m}$

$$M''_{BC} = 276.779$$

$$M''_{BC} = M''_{ED} = M''_{HI}$$

1er. Piso $M''_{AB} = (M'_{AB} + M'_{BA} + M'_{FE} + M'_{EF} + M'_{GH} + M'_{HG}) V_{AB}$
 $M''_{AB} = (0 + 2,265.68 + 0 - 275.508 + 0 - 2,215.53) = -50.70 (-0.5) = 112.683$
 kg-m

$$M''_{AB} = M''_{FE} = M''_{GH}$$

Influencias de giro (M'_{ik}) – Segunda iteración En : B – C – D – E – H – I

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

Nudo B: $M'_{BA} = \mu_{BA} (M_{sB} + \sum (M'_{AB} + M'_{EB} + M'_{CB} + M''_{AB} + M''_{CB}))$

$$M'_{BA} = (-0.130) * (-17428.27 + \sum (0 - 385.711 + 1651.21 + 112.683 + 276.779)) =$$

$$= +2,050.53 \text{ kg-m}$$

$$M'_{BC} = (-0.1878) * (-17428.27 + \sum (0 - 385.711 + 1651.21 + 112.683 + 276.779))$$

$$= 2,962.23 \text{ kg-m}$$

$$M'_{BE} = (-0.1820) * (-17428.27 + \sum (0 - 385.711 + 1651.21 + 112.683 + 276.779))$$

$$= 2,870.74 \text{ kg-m}$$

Nudo C: $M'_{CB} = \mu_{CB} (Ms_C + \sum (M'_{BC} + M'_{DC} + M''_{BC}))$
 $M'_{CB} = (-0.254)*(-9,773.85 + \sum(2,962.23 - 263.868 + 276.779))$
 $= +1,726.87$
 $M'_{CD} = (-0.246)*(-9,773.85 + \sum(2,962.23 - 263.868 + 276.779)) = 1,672.48$

Nudo D: $M'_{DC} = \mu_{DC} (Ms_D + \sum (M'_{CD} + M'_{ID} + M'_{ED} + M''_{ED}))$
 $M'_{DC} = (-0.165)*(0 + \sum(1,672.48 - 1551.27 - 400.211 + 276.779)) =$
 $+0.366$
 $M'_{DI} = (-0.165)*(0 + \sum(1,672.48 - 1551.27 - 400.211 + 276.779)) =$
 $+0.366$
 $M'_{DE} = (-0.170)*(0 + \sum(1,599.20 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0)) = +0.377$

Nudo E: $M'_{EB} = \mu_{DC} (Ms_E + \sum (M'_{BE} + M'_{DE} + M'_{HE} + M'_{FE} + M''_{DE} + M''_{FE}))$
 $M'_{EB} = (-0.133)(0 + \sum(2,870.74 + 0.377 - 3,101.75 + 276.779 + 112.683))$
 $= -0.21125$
 $M'_{ED} = (-0.138)(0 + \sum(2,870.74 + 0.377 - 3,101.75 + 276.779 + 112.683))$
 $= -21.919$
 $M'_{EF} = (-0.095)(0 + \sum(2,870.74 + 0.377 - 3,101.75 + 276.779 + 112.683))$
 $= -15.089$

Nudo H: $M'_{HE} = \mu_{HE} (Ms_H + \sum (M'_{EH} + M'_{IH} + M'_{GH} + M''_{IH} + M''_{GH}))$
 $M'_{HE} = (-0.182)*(17,428.27 + \sum(-21.125 -$
 $1601.72 + 0 + 276.779 + 112.683))$
 $= -2,947.47$
 $M'_{HI} = (-0.188)*(17,428.27 + \sum(-21.125 -$
 $1601.72 + 0 + 276.779 + 112.683))$
 $= -3,044.64$
 $M'_{HG} = (-0.130)*(17,428.27 + \sum(-21.125 -$
 $1601.72 + 0 + 276.779 + 112.683))$
 $= -2,105.34$

Nudo I: $M'_{ID} = \mu_{ID} (M_{S_I} + \sum (M'_{DI} + M'_{HI} + M''_{HI}))$
 $M'_{ID} = (-0.246) * (9,773.85 + \sum (0.366 - 3,044.64 + 276.779)) = -1,723.56$
 $M'_{IH} = (-0.254) * (9,773.85 + \sum (-263.868 - 3,204.00 + 0 + 0 + 0)) = -1,779.78$

Influencias de desplazamiento (M''_{ik}) – Segunda iteración

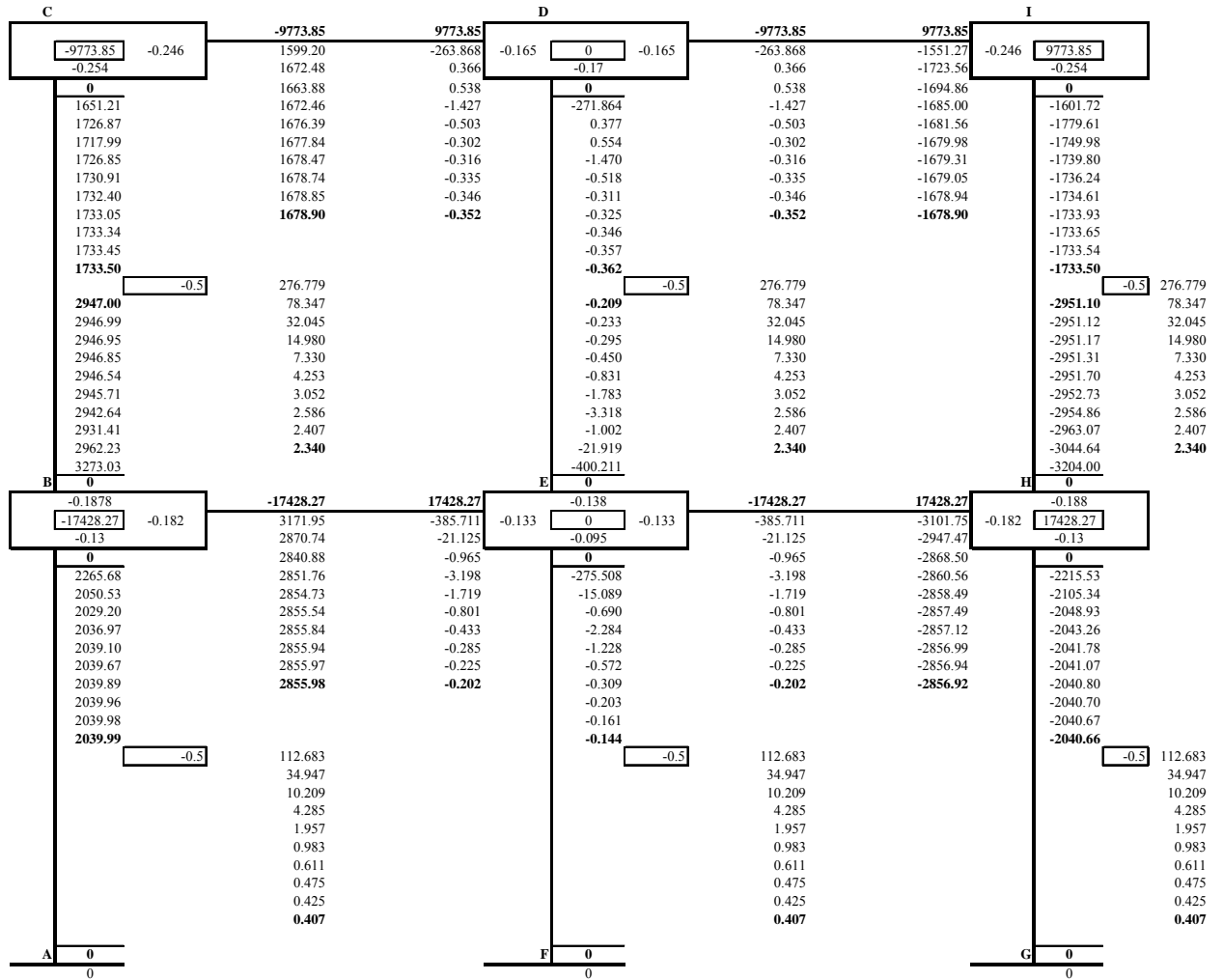
$$M''_{ik} = V_{ik} (\sum (M'_{ik} + M'_{ki}))$$

2do. Piso. $M''_{BC} = (M'_{BC} + M'_{CB} + M'_{ED} + M'_{DE} + M'_{HI} + M'_{IH}) V_{CB}$
 $M''_{BC} = (2,962.23 + 1,726.87 - 21.919 + 0.377 - 3,044.64 - 1779.61) * (-0.5) = 78.347 \text{ kg-m}$
 $M''_{BC} = 78.347$
 $M''_{BC} = M''_{ED} = M''_{HI}$

1er. Piso $M''_{AB} = (M'_{AB} + M'_{BA} + M'_{FE} + M'_{EF} + M'_{GH} + M'_{HG}) V_{AB}$
 $M''_{AB} = (0 + 2,050.53 + 0 - 15.089 + 0 - 2,105.34) = -69.89 * (-0.5) = 34.947$
 kg-m
 $M''_{AB} = M''_{FE} = M''_{GH}$

En las hojas anteriores se mostró el proceso iterativo del método de Kani, en el cual se basa el análisis estructural realizado a los marcos críticos del edificio escolar Instituto de Educación Básica Mario Méndez Montenegro

Figura 8. Proceso iterativo analisis estructural método de Kani, Carga muerta, marco crítico eje Y.



Cálculo de momentos finales en el extremo de cada barra (Mik)

$$M_{ik} = M_{F_{ik}} + 2M'_{ik} + M''_{ik} + M'''_{ik}$$

$$\text{Nudo B: } M_{BE(\text{viga})} = -17,428.27 + 2 \cdot 2,855.98 - 0.202 = -11,716.50$$

Kg.m

$$M_{BC(\text{columna})} = 0 + 2 \cdot 2,947.00 + 1,733.50 = 7,627.50 \text{ Kg.m}$$

$$M_{BA(\text{columna})} = 0 + 2 \cdot 2039.99 + 0 = 4,079.98$$

El cálculo de los otros momentos finales es similar, por lo cual no se incluye en esta sección, mostrando los resultados correspondientes en la figura 10.

Cálculo de los momentos positivos en vigas (Mik(+)) Cargas muertas

$$M_{ik(+)} = W_{CM} \cdot L^2 / 8 - ((M_{i(-)} + M_{k(-)}) / 2)$$

$$M_{BE(+)} = (3,743.42 \cdot (6.85)^2) / 8 - (11,716.50 + 20,289.11) / 2 = 5,953.52 \text{ Kg.m}$$

El cálculo de los otros momentos positivos en vigas, es similar, por lo cual no se incluye en esta sección, mostrando los resultados en la figura 10.

3.3.2.3.2 Método Kani – carga viva en el sentido Y – marco crítico

El procedimiento de análisis para carga viva es igual que para carga muerta, por tal razón en este inciso no se detalla.

3.3.2.3.3 Método Kani – carga sismo en el sentido Y – marco crítico

Cálculo de la fuerza cortante en el piso $Q_n = \sum H$

Q2do. Piso = 6,306.38 kg; Valores tomados del análisis sísmico método SEAOC

$$Q_{1er. \text{ Piso}} = 6,033.83 \text{ kg}$$

Cálculo de momentos de piso $M_n = (Q_n \cdot h_n) / 3$

$$M_{2do. \text{ Piso}} = \frac{(6,306.38 \cdot 3.40)}{3} = 7,147.23 \text{ kg-m}$$

$$M_{1er. \text{ Piso}} = \frac{(12,340.21 * 4.90)}{3} = 20,155.68 \text{ kg-m}$$

La rigidez, los factores de giro y los factores de corrimiento, que se calcularon en el análisis de carga muerta, son los mismos que se utilizan en los análisis de carga viva y fuerza sísmica.

Influencias de desplazamiento (M''_{ik}) – Primera ciclo

$$M''_{ik} = V_{ik} (M_{NIVEL n} + \sum (M'_{ik} + M'_{ki}))$$

2do. Piso – Columnas B-C, E-D, H-I

$$M''_{BC} = [M_{2do. \text{ Piso}} + (M'_{BC} + M'_{CB} + M'_{ED} + M'_{DE} + M'_{HI} + M'_{IH})] V_{CB}$$

$$M''_{BC} = [7,147.23 + (0+0+0+0+0+0)] = 7,147.23 * (-0.5) = -3,573.62 \text{ kg-m}$$

$$M''_{BC} = M''_{ED} = M''_{HI}$$

1er. Piso – Columnas A-B , F-E, GH

$$M''_{AB} = [M_{1er. \text{ Piso}} + (M'_{AB} + M'_{BA} + M'_{FE} + M'_{EF} + M'_{GH} + M'_{HG})] V_{AB}$$

$$M''_{AB} = [20,155.68 + (0+0+0+0+0+0)] = 20,155.68 * (-0.5) = -10,077.84 \text{ kg-m}$$

$$M''_{AB} = M''_{FE} = M''_{GH}$$

Influencias de giro (M'_{ik}) – primer ciclo: B – C – D – E – H – I

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

Nudo B:

$$M'_{BE} = -0.182 * (0+0+0-3,573.62-10,077.84) = -13651.50 * (-0.182)$$

$$= 2,484.57 \text{ kg-m}$$

$$M'_{BC} = -13,651.50 * (-0.1878) = 2563.74$$

kg-m

$$M'_{BA} = -13,651.50 * (-0.130) = 1774.69 \text{ kg-}$$

m

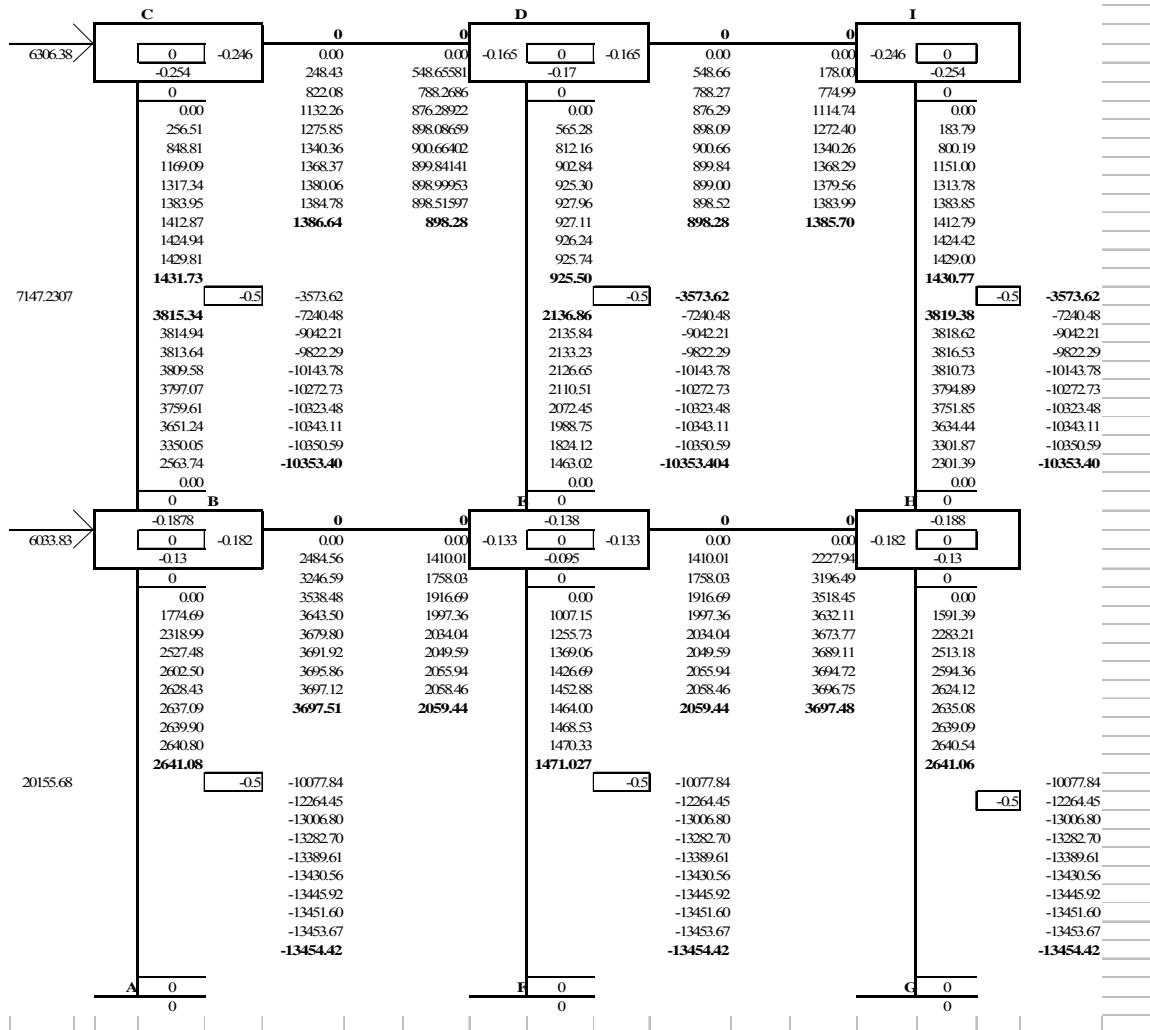
$$\text{Nudo C: } M'_{CD} = -0.246 * (0 + 2563.74 - 3573.62) = -1010.62 * (-0.246) = 248.61$$

kg-m

$$M'_{CB} = -1010.62 * (-0.254) = 256.69$$

kg-m .

Figura 9. Resultado proceso iterativo método de Kani, para el análisis sísmico del marco crítico del eje Y.



3.3.2.3.4 Resultados de los análisis de Kani, marco crítico sentido Y, Edificio escolar de dos niveles.

Figura 10. Diagrama de momentos (Kg.m), carga muerta, marco crítico eje Y.

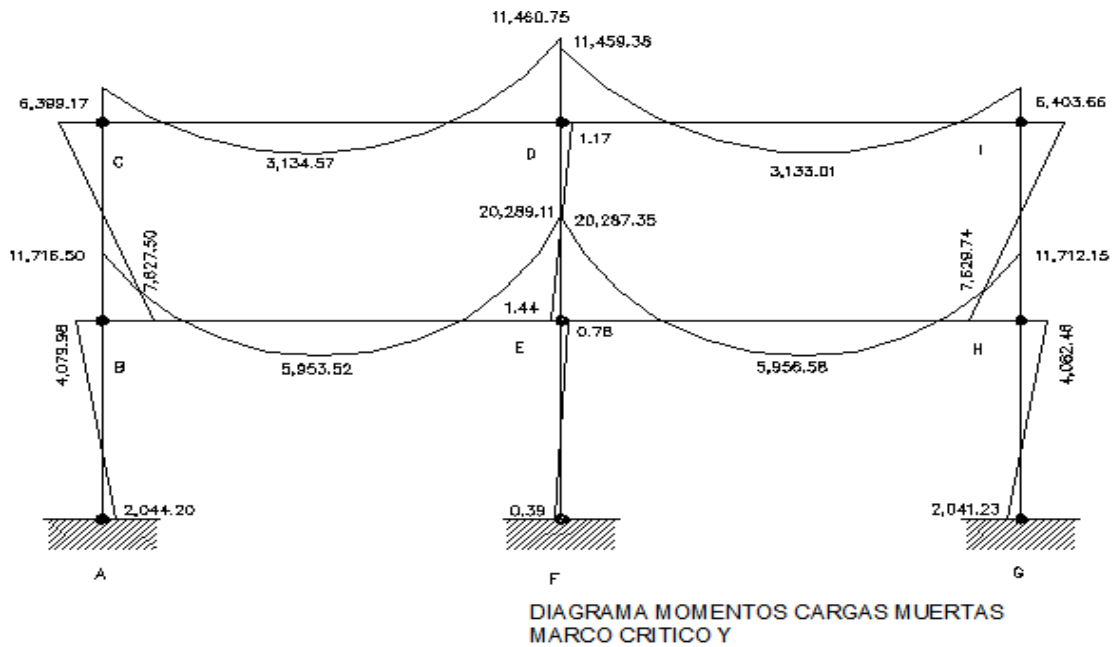


Figura 11. Diagrama de momentos (Kg.m), carga Viva. Marco crítico eje Y.

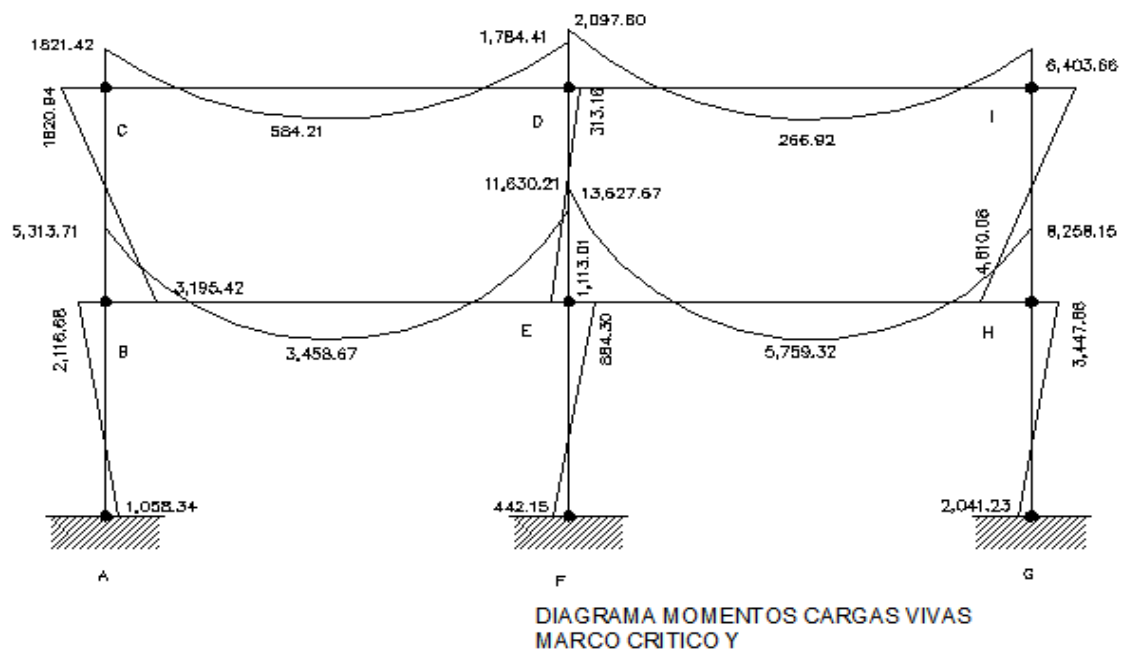
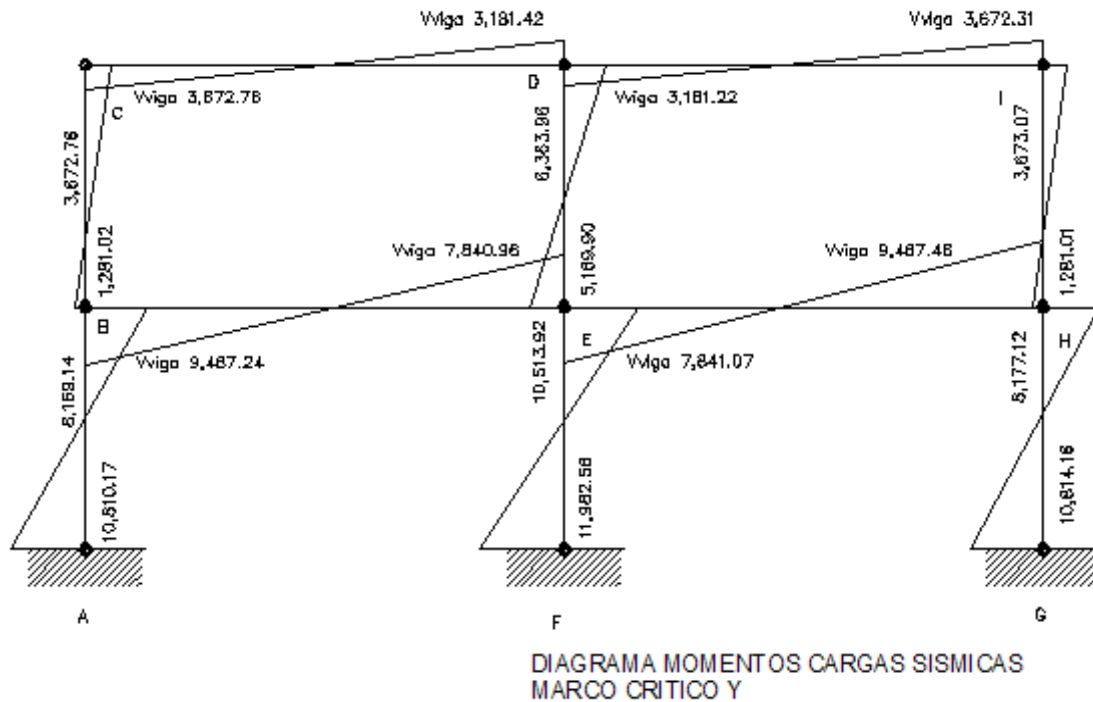


Figura 12. Diagrama de momentos (Kg.m). Carga Sísmica. Marco crítico eje Y.



Resultados de los análisis de Kani, marco crítico eje X.

Debido a que para el marco crítico en el eje Y, se detalló el procedimiento de análisis por el método de Kani, y este se utiliza de la misma forma para el análisis del marco crítico en el sentido X, se muestran únicamente los resultados del análisis después de hacer la envolvente de momentos en la figura 15 y figura 16.

Figura 13. Diagrama momentos últimos (Kg.m), envoltente de momentos, VIGAS, marco crítico eje Y.

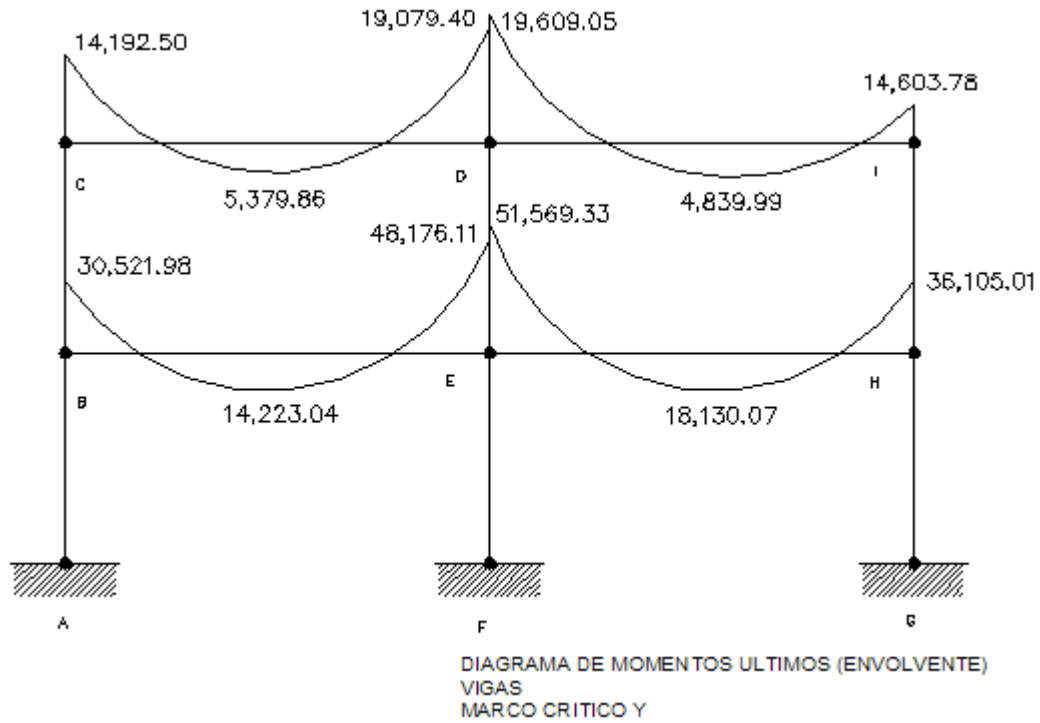


Figura 14. Diagrama momentos últimos (Kg.m), envoltente de momentos, COLUMNAS, Marco crítico eje Y.

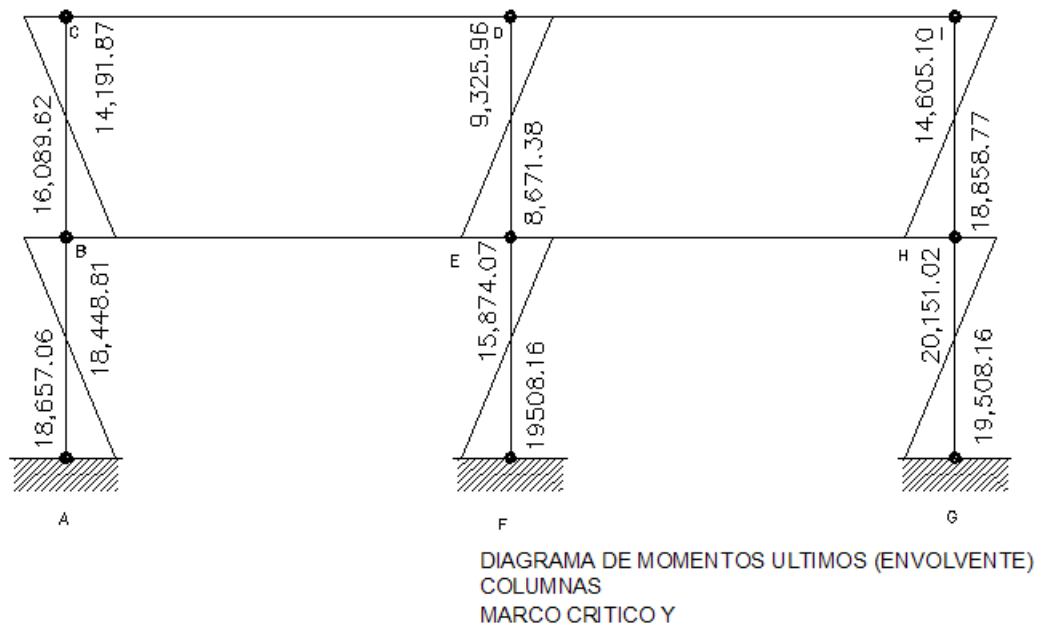


Figura 15. Diagrama momentos últimos (Kg.m), envoltorio de momentos, VIGAS, Marco crítico eje X.

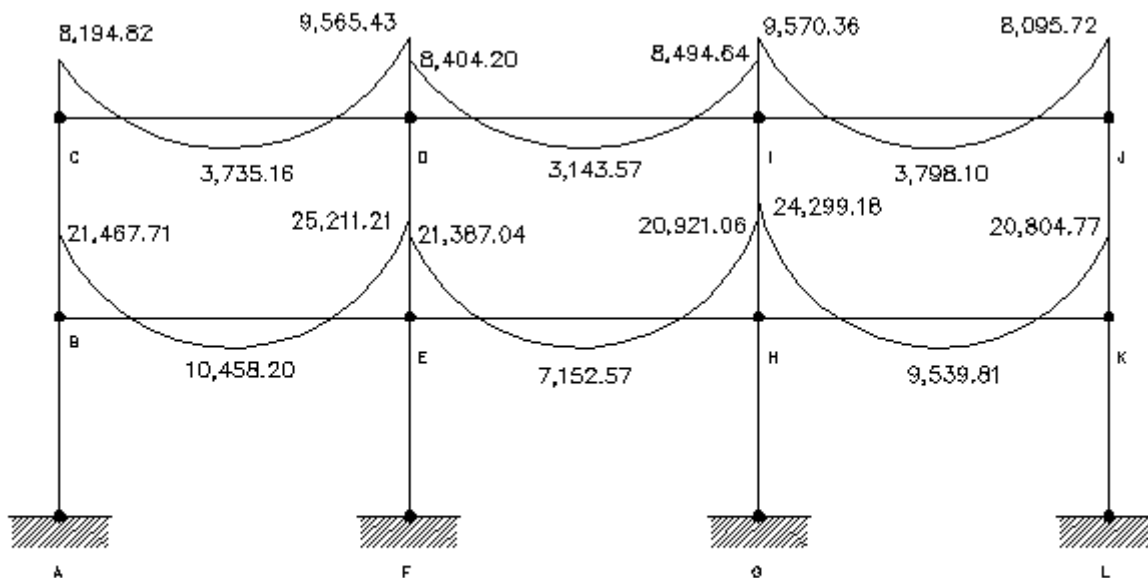


DIAGRAMA DE MOMENTOS ULTIMOS (ENVOLVENTE)
VIGAS
MARCO CRITICO X

Figura 16. Diagrama momentos últimos (Kg.m), envoltorio de momentos, COLUMNAS, Marco crítico eje X.

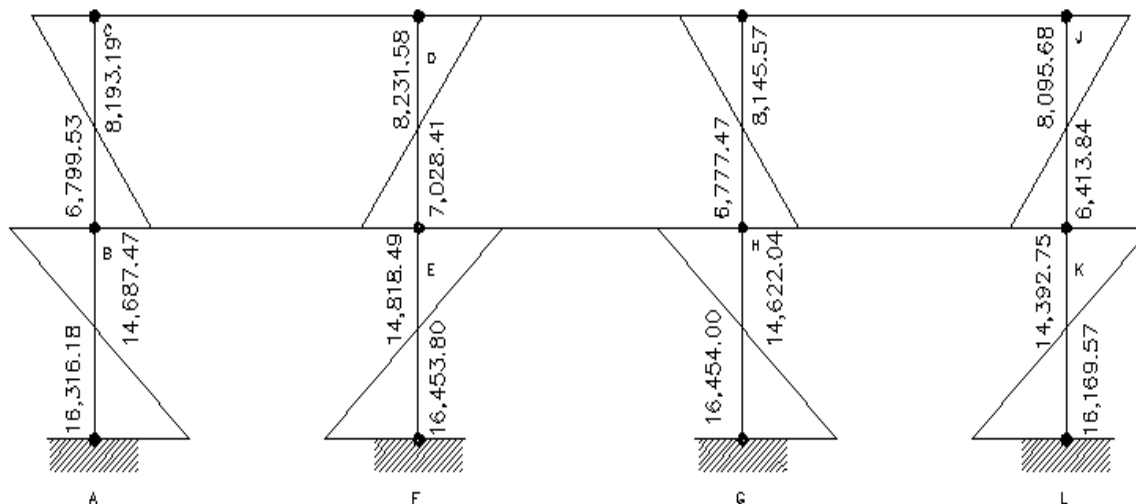
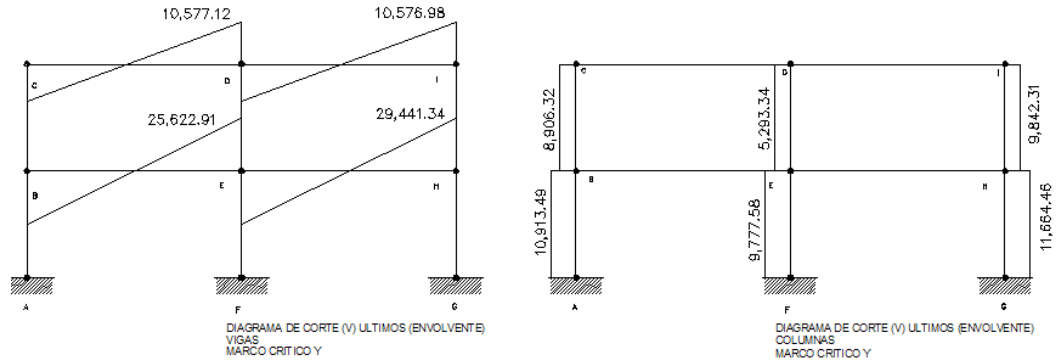
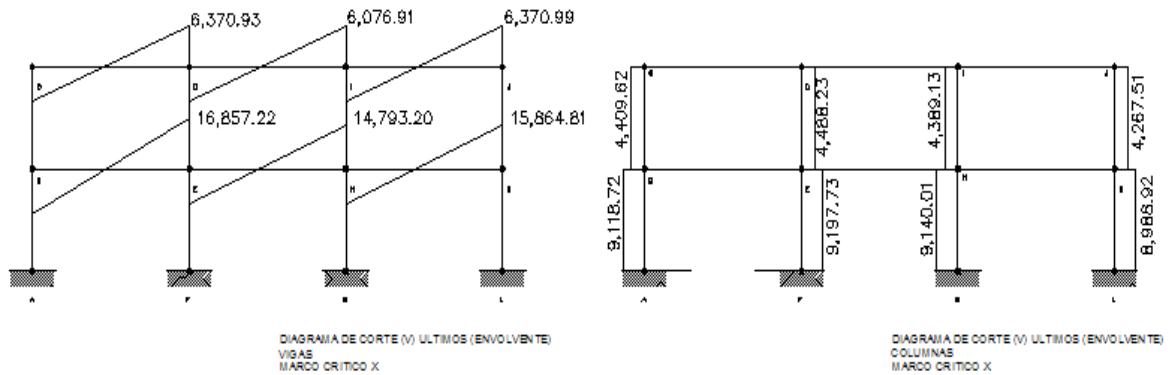


DIAGRAMA DE MOMENTOS ULTIMOS (ENVOLVENTE)
COLUMNAS
MARCO CRITICO X

**Figura 17. Diagrama corte (V) últimos (Kg).
VIGAS Y COLUMNAS , Marco crítico eje Y.**



**Figura 18. Diagrama corte (V) últimos (Kg).
VIGAS Y COLUMNAS, Marco crítico eje X.**



3.4 Diseño estructural

Diseño estructural es la actividad que se realiza por medio de una serie de cálculos, con el fin de definir las características detalladas de los distintos elementos que componen una estructura, siendo esta la parte de la construcción que se destina para soportar las cargas que se presentaran en su vida útil.

3.4.1 Diseño de losas

Las losas son elementos estructurales que pueden servir como cubiertas que protegen de la intemperie, y como entrepisos para transmitir cargas verticales, o como diafragmas para transmitir cargas horizontales. Por su espesor el ACI las clasifica de la siguiente manera: plana ($0.09 \leq t \leq 0.15$), nervurada $t > 0.15$. Para diseñarlas existen varios métodos, en éste caso se utiliza el método 3 del ACI. En esta sección se detalla el procedimiento seguido para el diseño de las losas del edificio. El procedimiento es el siguiente:

Datos:

t = Espesor de losas 10 cm

F_y = límite de fluencia del acero = 2,810 Kg / m²

F'_c = resistencia del concreto = 210 Kg / m²

- Carga muerta (CM)

Acabados = 90 Kg / m²

Peso del concreto = 2,400 Kg / m²

Peso de los muros = 150 Kg / m²

- Carga viva (CV)

Techos = 100 Kg / m²

Pasillos = 500 Kg / m²

Aulas = 200 Kg / m²

Área de biblioteca (Deposito de libros) = 700 Kg / m²

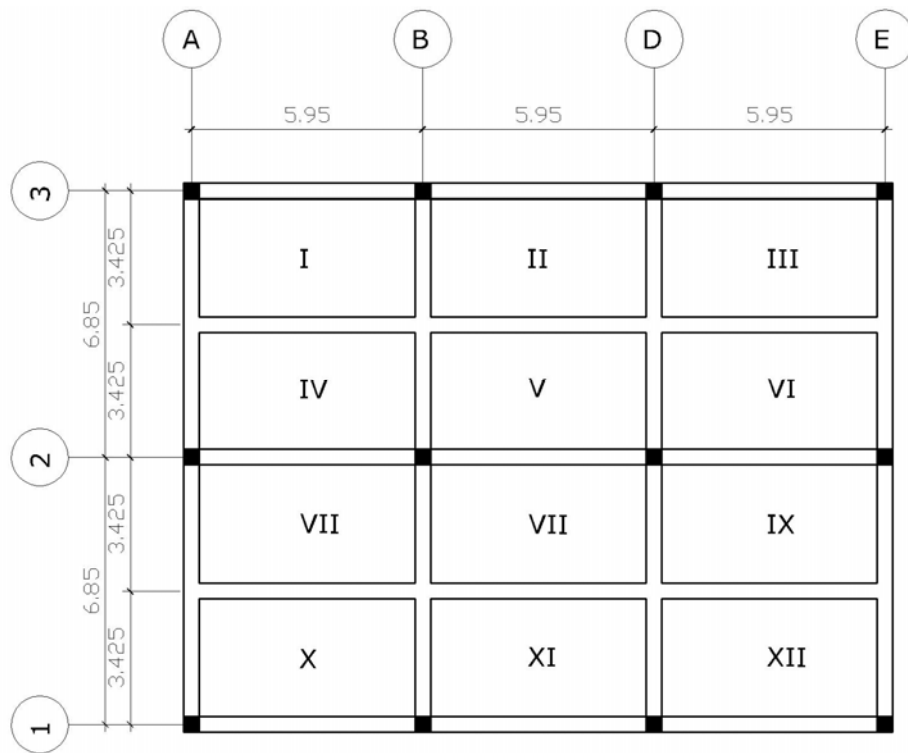
Sala de lectura = 500 Kg / m²

Fuente:

Cargas vivas mínimas, uniformemente distribuidas
Winter y Nilson, diseño de estructuras de concreto con referencias del Instituto Nacional de Normas Americanas ANSI.

Trabajo de graduación Diseño de un edificio de mampostería reforzada, Jorge Luis Mendoza , página 27.

Figura 19. Distribución de losas



3.4.1.1 Losas del techo

- Determinar como trabaja cada losa:

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

Donde:

A = lado corto de la losa a rostros interiores entre vigas

B = lado largo de la losa a rostros interiores entre vigas

Se sustituye:

$$m = \frac{(3.425 - 0.40)}{(5.95 - 0.40)} = 0.55 > 0.50, \text{ Por lo tanto las losas trabajan a dos sentidos.}$$

Como el perímetro es el mismo para todas las losas, entonces todas trabajarán a dos sentidos.

- Determinar el espesor de cada losa:

El espesor de las losas a utilizar será $t = 0.10$ m.

Integrando cargas

- Carga muerta (CM):

$$\text{Losa} = (0.10)(2,400) = 240 \text{ Kg / m}^2$$

$$\text{Acabados} = 90 \text{ Kg / m}^2$$

- Carga viva (CV): 100 Kg / m^2 , techo inaccesible

- Carga última (CU):

$$CU = CMU + CVU$$

$$CMU = 1.40(90 + 240) = 462 \text{ Kg / m}^2$$

$$CVU = 1.7(100) = 170 \text{ Kg / m}^2$$

$$CU = 462 + 170 = 632 \text{ Kg / m}^2$$

Cálculo de momentos

Para el cálculo de momentos se utiliza el método 3 del ACI, por lo que se utilizan las siguientes fórmulas:

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

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

$$Ma^+ = Ca^+ (CVU)(a)^2 + Ca^+ (CMU)(a)^2$$

$$Mb^+ = Cb^+ (CVU)(b)^2 + Cb^+ (CMU)(b)^2$$

Donde:

CU = carga última total

Ca = coeficientes de tablas ACI

CMU = carga muerta última

Cb = coeficientes de tablas ACI

CVU = carga viva última

- Losas I, III, X, XI (caso 4 del ACI)

$$Ma^- = 0.092(632)(3.025)^2 = 532.05 \text{ Kg - m}$$

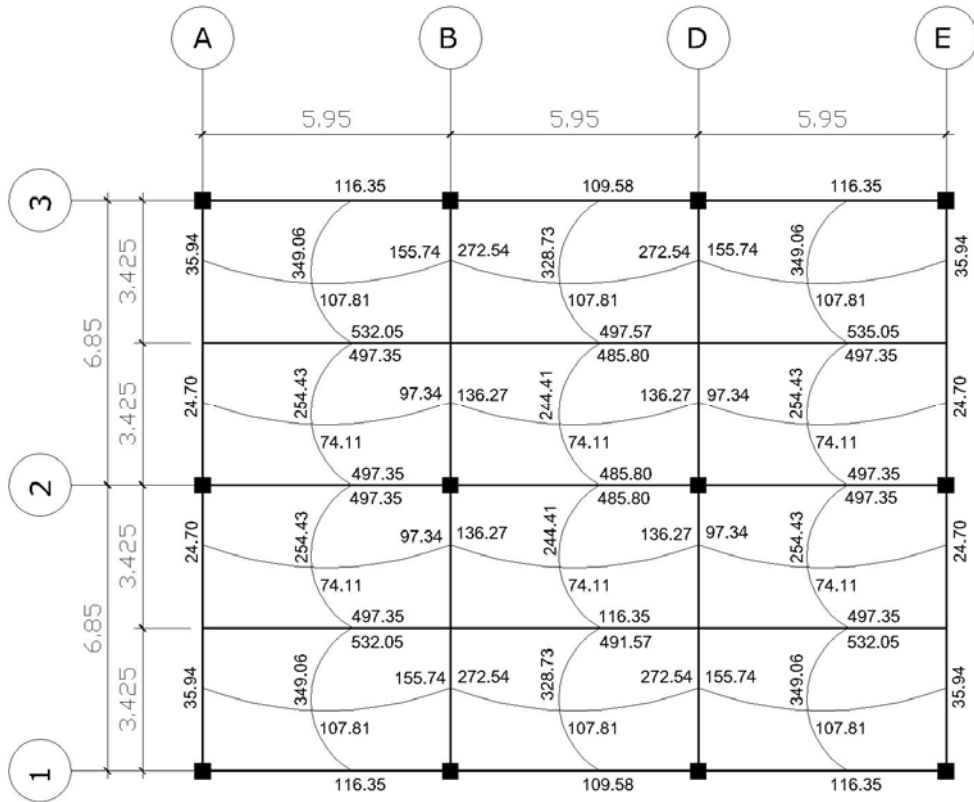
$$Ma^+ = 0.072(170)(3.025)^2 + 0.056(462)(3.025)^2 = 349.06 \text{ Kg - m}$$

$$Mb^- = 0.008(632)(5.55)^2 = 155.74 \text{ Kg - m}$$

$$Mb^+ = 0.007(170)(5.55)^2 + 0.005(462)(5.55)^2 = 107.81 \text{ Kg - m}$$

Siguiendo con el procedimiento anterior, se calculan los momentos en todas las losas, dando como resultado los datos de la figura 20.

Figura 20 Planta de momentos actuantes en losas del techo (Kg – m)



▪ **Balance de momentos**

Cuando dos losas están unidas en un lado, y tienen momentos diferentes en ese lado, se deben balancear los momentos antes de diseñar el refuerzo. Para este caso el método elegido es el siguiente:

$$\text{Si } M_1 > 80\%(M_2), \text{ entonces } M_b = \frac{(M_1 + M_2)}{2}$$

Si $M_1 < 80\%(M_2)$, entonces balancear por rigidez

Balance por rigidez

D1	D2
M_1	M_2
$(M_2 - M_1) \cdot D1$	$(M_2 - M_1) \cdot D2$
M_b	M_b

$$D1 = \left(\frac{K1}{K1+K2} \right)$$

$$K1 = \frac{1}{L1}, \text{ donde } L1 = \text{longitud de losa considerada}$$

$$K2 = \frac{1}{L2}, \text{ donde } L2 = \text{longitud de losa considerada}$$

Donde:

M1 = Momento menor

M2 = Momento mayor

Balance de momentos entre losa I y IV

$$M_1 = 497.35 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$M_2 = 532.05 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$0.80(532.05) = 514.70 > M_1, \text{ entonces } Mb = \frac{(497.35 + 532.05)}{2}$$

Balance de momentos entre losa IV y V

$$M_1 = 97.34 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$M_2 = 136.27 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$0.80(136.27) = 109.02 < M_1, \text{ entonces } Mb = \text{Balancear por Rigidez}$$

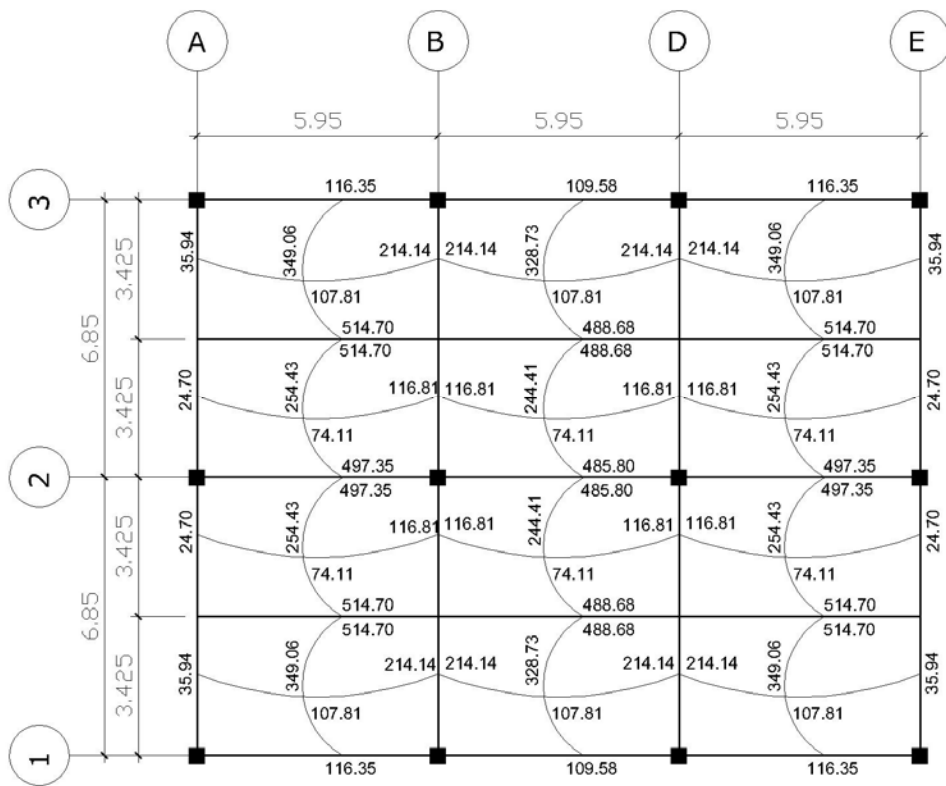
$$K1 = \frac{1}{(5.85 - 0.40)} = 0.18 \quad K2 = \frac{1}{(5.85 - 0.40)} = 0.18$$

$$D1 = \left(\frac{0.18}{0.18 + 0.18} \right) = 0.50 \quad D2 = \left(\frac{0.18}{0.18 + 0.18} \right) = 0.50$$

0.5	0.5
97.34 (136.27 - 97.34)*0.50	136.27 (136.27 - 97.34)*0.50
97.34 + 19.47	136.27 - 19.47
Mb = 116.81	Mb = 116.81

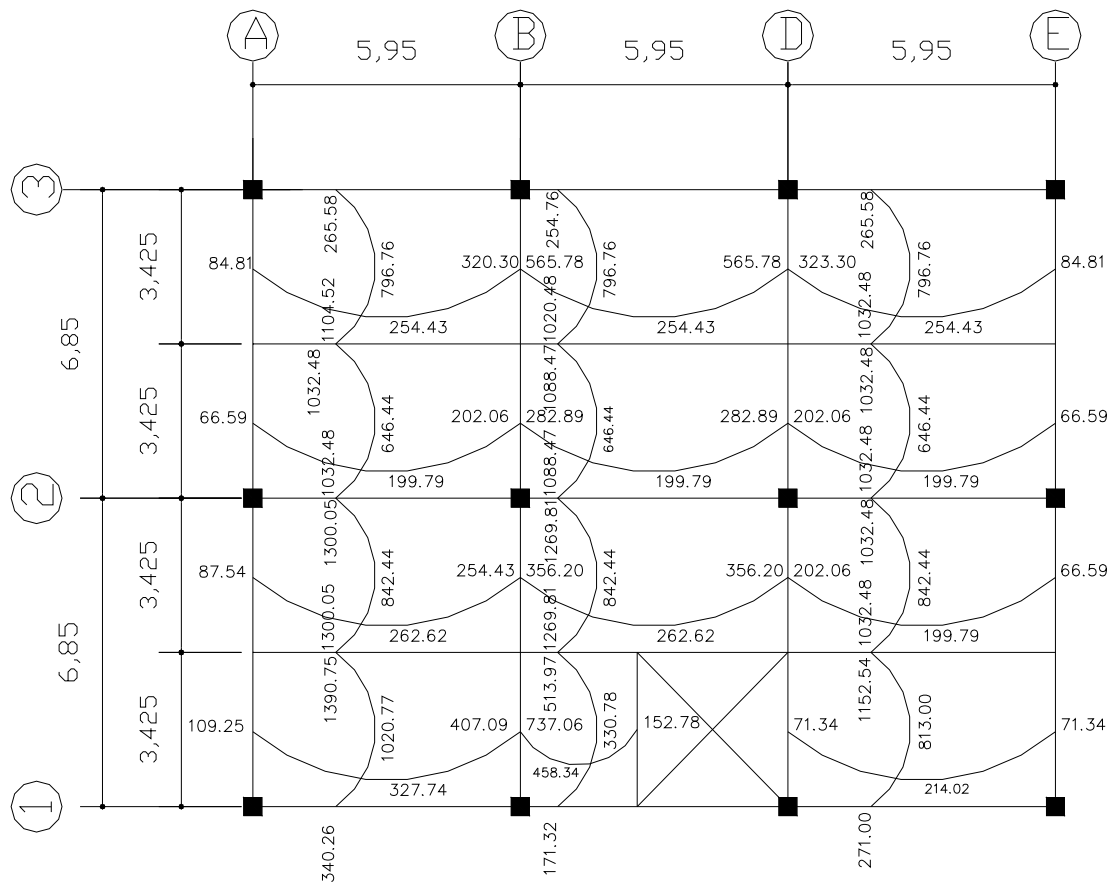
Se realizó el balance de momentos en todos los puntos necesarios, los resultados se muestran en la figura 21. Para las losas del primer nivel el procedimiento es similar al anterior, variando la dimensión de carga viva y carga muerta, Con estos datos se calcula el acero de refuerzo necesario.

Figura 21 Planta de momentos balanceados en losas techo (Kg-m)



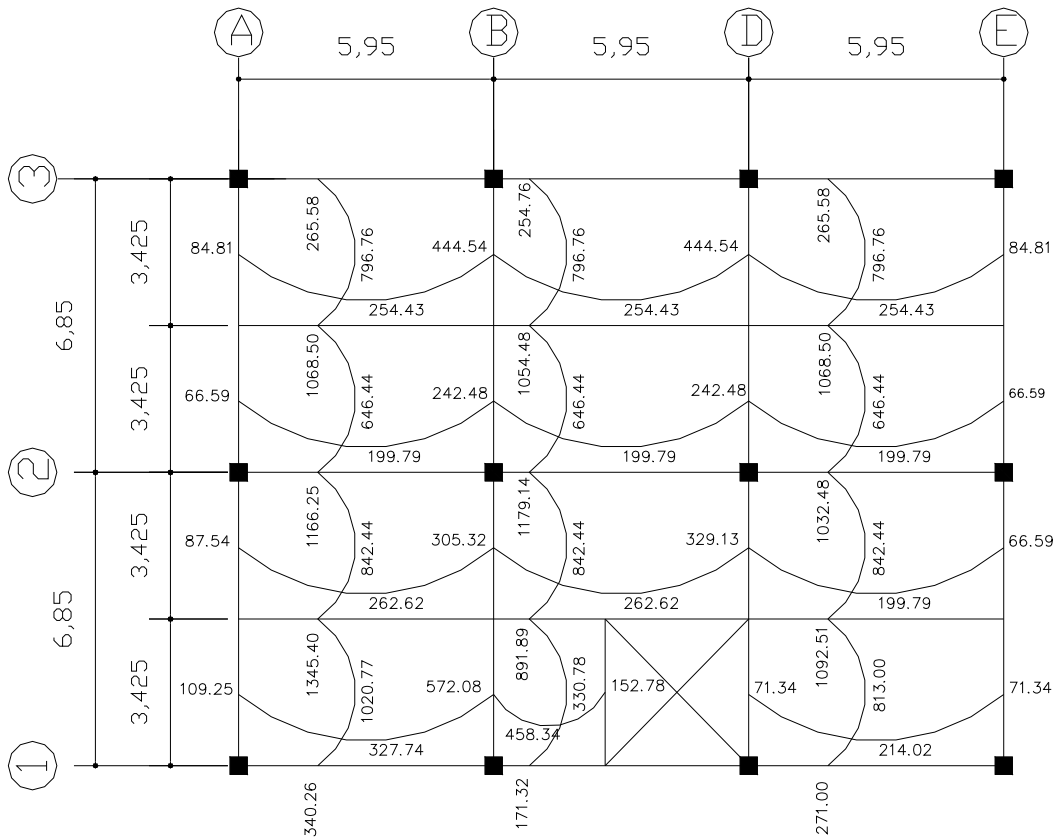
Para el cálculo de los momentos actuantes en losas para el primer nivel, el procedimiento es el mismo, por lo cual únicamente se adjunta el resultados de los momentos actuantes en la figura .22

Figura 22 Planta de momentos actuantes losa primer nivel (Kg.m)



En la figura 23, se muestran los resultados del balanceo de momentos de acuerdo al procedimiento de balanceo de rigidez, recomendado por ACI.

Figura 23 Planta losas primer nivel, resultado de balanceo de momentos actuantes (Kg.m)



3.4.1.2 Diseño del acero de refuerzo

El refuerzo en las losas se calcula como si fuera una viga, usando el ancho unitario de 1.00 m. El procedimiento es el siguiente:

- Cálculo del peralte efectivo

d = espesor de losa – recubrimiento

$d = 10 - 2.50 = 7.50$ cm

- Cálculo del acero mínimo

$$A_{smin} = \frac{14.1}{F_y} * b * d = \frac{14.1}{2,810} (100)(7.50) = 3.76 \text{ cm}^2.$$

- Cálculo del momento soportado por el A_{smin} (M_{sop})

$$M_{sop} = 0.90(A_s * F_y) \left(d - \left(\frac{A_s * F_y}{1.7 * F'_c * b} \right) \right)$$

$$M_{sop} = 0.90(3.76 * 2,810) \left(7.50 - \left(\frac{3.76 * 2,810}{1.7 * 210 * 100} \right) \right) = 68,503.55 \text{ Kg-cm}$$

$$M_{sop} = \frac{68,503.55 \text{ Kg-cm}}{100} = 685.04 \text{ Kg-m}$$

Como el M_{sop} es mayor a todos los momentos actuantes en las losas, se procede a calcular el espaciamiento del acero, para este caso se proponen utilizar varillas 3. El espaciamiento es el siguiente:

$$S = \frac{A_v}{A_s}$$

Donde:

S = espaciamiento en metros

A_v = área de la varilla propuesta

A_s = área de acero necesaria para cubrir momentos máximos

Se sustituye:

$$S = \frac{0.71}{3.76} = 0.19 \text{ m}, \text{ entonces colocar varillas No. 3 @ 0.18 metros}$$

- Revisión por corte

Todas las losas están sometidas a esfuerzos de corte, los cuales deben ser resistidos por los materiales de las mismas. Dicho 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:

$$V_{\max} = \frac{CU * L}{2}$$

Donde:

V_{\max} = corte máximo en Kg

CU = carga última en Kg / m

L = lado corto, de los lados cortos de las losas se toma el mayor

Se sustituye:

$$V_{\max} = \frac{632 * 3.025}{2} = 955.90 \text{ Kg}$$

- Corte máximo que resiste el concreto

$V_r = \phi(\sqrt{F'c})b * d$, donde t es el espesor de la losa

$$V_r = 0.85(\sqrt{210})(100)(7.50) = 9,238.25 \text{ Kg}$$

Como $V_r > V_{\max}$, por lo tanto el espesor de la losa es el adecuado.

En el cálculo del acero de refuerzo, se concluye que el acero de refuerzo mínimo, es suficiente para soportar los momentos actuantes en la losa del techo. Para el cálculo del acero de refuerzo de la losa del primer nivel, se presenta el siguiente cuadro. En el cual se incluyen los momentos actuantes mayores al soportado por el refuerzo de acero mínimo. Ver plano 7/16, armado losa, apéndice 2.

Tabla III Resumen del Cálculo de acero refuerzo losa primer nivel.

LOSA	Momento Actuante	As(cm ²)	Refuerzo
I	(+)1,068.50	6.01	No.3 @ 0.10 m.
I	(-) 796.76	4.40	No.3 @ 0.15 m.
II	(+)1,054.48	5.93	No.3 @ 0.10 m.
II	(-) 764.20	4.22	No.3 @ 0.15 m.
III	(+)1,068.50	6.01	No.3 @ 0.10 m.
III	(-) 796.76	4.40	No.3 @ 0.15 m.
IV	(+)1,166.25	6.61	No.3 @ 0.10 m.
IV	(-) 842.44	4.67	No.3 @ 0.15 m.
V	(+)1,179.14	6.69	No.3 @ 0.10 m.
V	(-) 630.20	3.45	No.3 @ 0.18 m.
VI	(+)1,032.48	5.80	No3 @ 0.10 m.
VI	(-) 646.44	3.54	No.3 @0.18 m.
VII	(+)1,345.40	7.72	No.3 @ 0.10 m.
VII	(-) 842.44	4.67	No.3 @ 0.15 m.
VIII	(+) 891.89	4.96	No.3 @ 0.14 m.
IX	(+)1,092.51	6.16	No.3 @ 0.10 m.
IX	(-) 646.44	3.54	No.3 @ 0.18 m.
X	(+)1,345.40	7.72	No.3 @ 0.10 m.
X	(-) 1,020.77	5.73	No.3 @ 0.10 m.
XI	(+) 891.89	4.96	No.3 @ 0.14 m.
XI	(-) 330.78	1.78	No.3 @ 0.18 m.
XII	(+)1,092.51	6.16	No.3 @ 0.10 m.
XII	(-) 813.00	4.50	No.3 @ 0.15 m.

3.4.2 Diseño de vigas

Las vigas son elementos estructurales sometidos a esfuerzos de compresión y corte. Los datos necesarios para su diseño son los momentos últimos y cortes últimos actuantes, los que se toman del análisis estructural.

3.4.2.1 Diseño del refuerzo

Límites de acero: Antes de diseñar el acero longitudinal en la viga, se calculan los límites dentro de los cuales debe estar éste, según los siguientes criterios:

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

$$F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Sección} = 0.40 * 0.55 \text{ m ; peralte efectivo} = 0.52 \text{ m}$$

NOTA: El grado de acero que se utilizó fue 60 , de acuerdo a los resultados de un primer diseño, se determinó que las secciones de viga del primer nivel el acero calculado fue mayor que el acero máximo, por lo que se tomó la decisión de incrementar la altura de viga en 5 cms, que donde esta en 55 cms. quedando así:

$$A_{smin} = \frac{14.1}{F_y} * b * d = \frac{14.1}{4200} * 40 * 0.52 = 6.98 \text{ cm}^2$$

$$A_{smax} = 0.50 * \rho_b * b * d$$

$$\rho_b = (\beta * 0.85) \left(\frac{6120}{F_y + 6120} \right) * \left(\frac{f'c}{F_y} \right) = (0.85 * 0.85) \left(\frac{6120}{4200 + 6120} \right) * \left(\frac{210}{4200} \right)$$

$$\rho_b = 0.021$$

Se sustituye:

$$A_{smin} = \frac{14.1}{4200} * 40 * 52 = 6.98 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ max} = 0.50 * 0.021 * 40 * 52 = 21.84 \text{ cm}^2$$

Acero longitudinal: Por medio de los momentos, se procede a calcular las áreas de acero por la fórmula:

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

$$A_s = \left((40 * 52) - \sqrt{(40 * 52)^2 - \frac{21387.04 * 40}{0.003825 * 210}} \right) * \frac{0.85 * 210}{4200} = 11.64 \text{ cm}^2$$

Tabla IV Resumen del cálculo del área de acero para viga nudo E – H sentido X.

Momento (kg-m)	As (cm ²)	No. Varillas (diámetros)	Área cubierta (cm ²)
21,387.04	11.65	2 No. 6 +1No 4 corridos Baston 1No.6+1 No. 5	11.80
7,152.57	3.72	2 Corrido No. 6 +1 Baston No.4	6.99
20,921.06	11.38	2 Corrido No.6 2 Baston No.6	11.80

Luego de calcular el As, se propone el armado, tomando en cuenta los siguientes requisitos sísmicos:

Cama superior al centro

Se deben colocar, como mínimo, dos varillas de acero corridas, tomando el mayor de los siguientes valores:

$$A_{smin} = 6.98 \text{ cm}^2$$

$$33\% A_s(-) = 0.33 * 11.65 = 3.84 \text{ cm}^2$$

Se realizará un armado 2 No.6 + 1 No. 4 corridos

Cama inferior en apoyos

Se deben colocar, como mínimo, dos varillas o más de acero corridas, tomando el mayor de los siguientes valores:

$$A_{smin} = 6.98 \text{ cm}^2$$

$$50\% * A_s(+) = 0.50 * 6.99 = 3.49 \text{ cm}^2$$

$$50\% * A_s(-) = 0.50 * 11.65 = 5.82 \text{ cm}^2$$

Se realizará un armado 2 No. 6 + 1 No. 4 Corrido

Acero transversal (estribos), el objetivo de colocar acero transversal es: por armado, para mantener el refuerzo longitudinal en la posición deseada, y para contrarrestar los esfuerzos de corte; esto último en caso de que la sección de concreto no fuera suficiente para cumplir esta función: el procedimiento a seguir es el siguiente:

Cálculo del corte resistente:

$$V_u = 14793.20$$

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 40 * 52 = 13,579.00 \text{ Kg}$$

Comparar corte resistente con corte último:

Si $V_r > V_u$ la viga necesita estribos solo para armado = $d/2$

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

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

En este caso, $V_r = 13,579.00 \text{ Kg} < 14,793.20 \text{ Kg}$

Se calculará estribo con varilla No.3 Grado 40.

$$S = \frac{2 * 0.71 * 2810 * 0.52}{14793} = 0.14 \text{ m.} \quad S_{\text{max}} = d/2 = 52/2 = 26 \text{ cm.}$$

Según el código ACI, deben colocarse estribos en una longitud igual a $2d$, medida desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos del elemento a flexión. En este caso la longitud de estribos confinados será de $2 * (52) = 1.04 \text{ m}$.

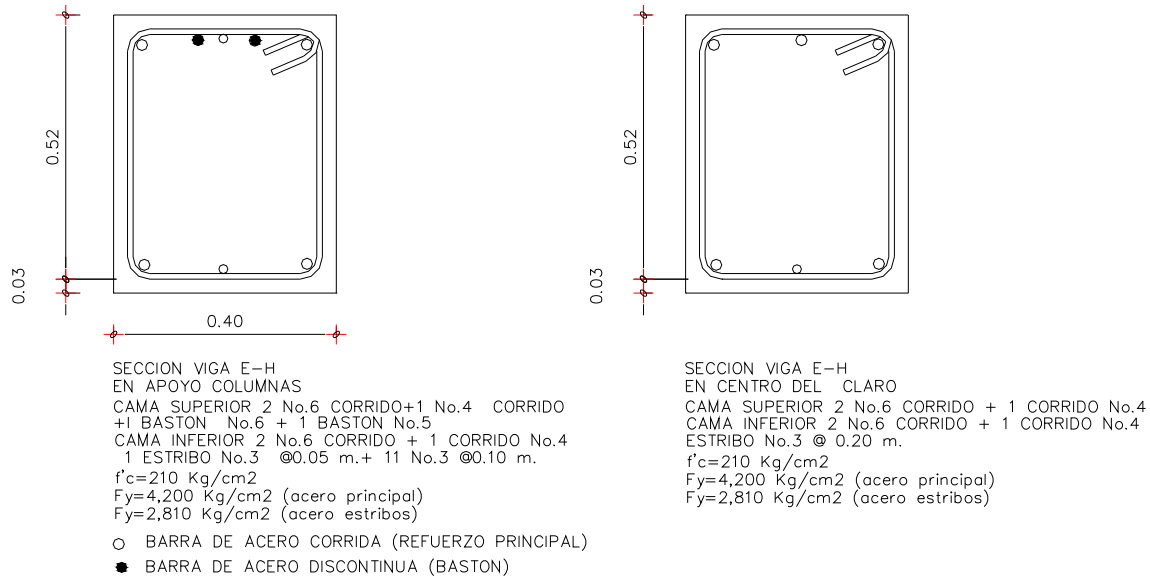
- El primer estribo debe estar situado a no más de 5 cm, de la cara del elemento de apoyo

El espaciamiento máximo de los estribos no debe exceder de:

1. $d/4 = 52/4 = 13 \text{ cm}$.
2. $8 \text{ } \emptyset$ varilla longitudinal menor $8 * 1.27 = 10.16 \text{ cm}$.
3. $24 \emptyset$ varilla transversal $24 * 0.95 = 22.8 \text{ cm}$.
4. 30 cm.

Distribución final de estribo en viga: primer estribo a 0.05m + 10 estribo a 0.10m, en zona confinada en ambos extremos resto a cada 0.20 m. Ver sección longitud de viga figura 24.

Figura 24 Detalle de Viga tipo E – H sentido X.



3.4.2.2 Diseño de vigas con refuerzo a compresión

En algunas ocasiones, se encuentran diseños arquitectónicos en los cuales, el acero de refuerzo, por el tipo de cargas que se aplica a las vigas, exceda al recomendado como máximo, una de las primeras propuestas consistirá en el aumento de peralte de la viga, con lo cual se superará la cuantía de acero máxima recomendada. Cuando se tenga la limitación de mantener el peralte, tendremos la necesidad de diseñar una **Viga rectangular doblemente reforzada**. Este diseño consiste en proporcionar refuerzo en ambas secciones (tensión y compresión) del elemento, de tal forma que sean capaces de soportar las fuerzas, provocado por la diferencia entre el momento resistido por el área de acero máxima recomendada y el área de acero demanda por el momento actuante. A continuación se ejemplifica el proceso.

Diseño Viga nudo B-E, sentido Y

Datos diseño:

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

$$F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Sección} = 0.40 * 0.55 \text{ m ; peralte efectivo} = 0.52 \text{ m}$$

$$\text{Momento Actante (+)} = 48,179.11 \text{ Kg.m}$$

$$\text{Área de acero demandada} = 29.39 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{\text{sección}} = \frac{\text{Assección}}{b * d} = \frac{29.39}{40 * 52} = 0.014$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.50 * 0.021_b = 0.11$$

$$\rho_{\text{sección}} > \rho_{\text{max}} = 0.014 > 0.11 \quad \text{Diseñar doblemente reforzada}$$

Proceso de diseño de vigas doblemente reforzadas

- Se calcula el área de acero máxima, permitida para la sección rectangular de viga.

$$A_{s\text{max}} = 0.50 * \rho_b * b * d$$

$$A_{s\text{max}} = 0.50 * 0.021 * 40 * 52 = 21.84 \text{ cm}^2$$

- Se propone el armado para el área de acero máxima, esta debe ser $A_{s\text{propuesta}} < A_{s\text{max}}$.

- $19.95 < 21.84$

$$A_{s\text{sección}} = 7 \text{ No.6} = 19.95 \text{ cm}^2$$

- Se calcula el M_u soportado por el área de acero propuesta.

$$M_{u\text{sop}} = 0.90(A_s * F_y) \left(d - \left(\frac{A_s * F_y}{1.7 * F'c * b} \right) \right)$$

$$M_{u\text{sop}} = 0.90(19.95 * 4200) \left(52 - \left(\frac{19.95 * 4200}{1.7 * 210 * 40} \right) \right) = 3,478.886.86 \text{ Kg - cm}$$

$$M_{u\text{sop}} = \frac{3478886.86 \text{ Kg - cm}}{100} = 34788.86 \text{ Kg - m}$$

- Se calcula el momento faltante por reforzar Mr

$$Mr = M_{actuante} - M_{u\ sop} = 48,179.11 - 34,788.86 \text{ Kg} \cdot \text{m} = 13,390.30 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

- Se calcula el área de acero a compresión As'

$$As' = \frac{Mr}{\phi * fy * (d - d')} = \frac{13,390.30 * 100}{0.90 * 4,200 * (52 - 3)} = 7.22 \text{ cm}^2$$

- Se calcula el acero a colocar en la sección a compresión de la viga As''

$$As'' = 1.33 * As' = 1.33 * 7.22 = 9.60 \text{ cm}^2$$

- Se propone el armado para el As'', este debe ser mayor o igual al calculado

$$As'' = 3 \text{ No.6} + 1 \text{ No.4} = 9.84$$

- Se propone armado para As', este se sumara al Asmax, este será el área de acero a colocar en la cara a compresión.

$$\text{El } As' \text{ calculado es } As' = 7.22 \text{ cm}^2$$

$$\text{Se propone } As' = 3 \text{ No.6} = 8.55 \text{ cm}^2$$

Tabla IV. a Resumen del cálculo del área de acero para viga nudo B – E sentido Y.

Momento (kg-m)	As (cm ²)	No. Varillas (diámetros)	Área cubierta (cm ²)
48,179.11	As=19.95 As'=7.22 cm ²	2 No. 8 corridos +Baston 3 No.8+1 Corrido No. 6	28.20
14,223.04	7.68	2 Corrido No. 6 +2 Baston No.4	8.28
30,521.98	17.20	2 Corrido No.8+Baston 3 No. 6	18.69

Cálculo de estribos

En este caso, $V_r = 13,579.00 \text{ Kg} < V_{ac} 16,857.22 \text{ Kg}$

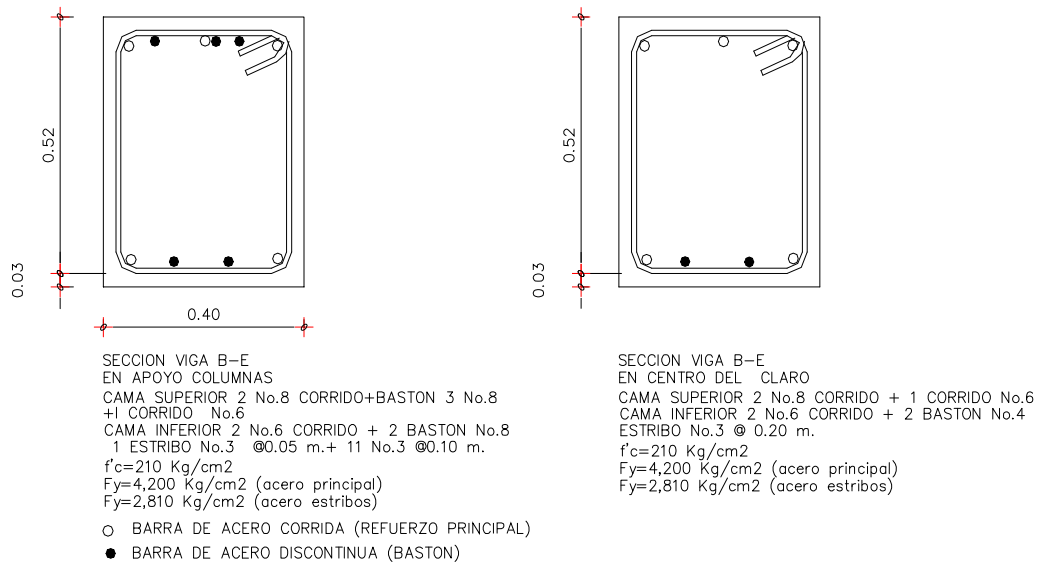
Se calculara estribo con varilla No.3 Grado 40.

$$S = \frac{2 * 0.71 * 2810 * 0.52}{16857.22} = 0.12 \text{ m.}$$

$$S_{max} = d/2 = 52/2 = 26 \text{ cm.}$$

El armado sera de acuerdo a la figura 24.a

Figura 24.a Detalle de Viga tipo B – E sentido Y.



3.4.3 Diseño de columnas

Las columnas son elementos estructurales que están sometidas a carga axial y momentos flexionantes. Para el diseño, la carga axial es el valor de todas las cargas últimas verticales que soporta la columna, esta carga se determina por áreas tributarias. Los momentos flexionantes son tomados del análisis estructural, y se toma, para diseñar la columna, el mayor de los dos momentos actuantes en los extremos de la columna.

Para este caso, se diseña por cada nivel únicamente las columnas críticas, o sea las que están sometidas a mayores esfuerzos. El diseño resultante para cada columna es aplicado a todas las columnas del nivel respectivo. En esta sección se describe el procedimiento que se siguió para diseñar las columnas típicas del edificio de aulas, aplicándolo en la columna del nivel 2.

Columna típica segundo nivel

- **Determinación de la carga axial (Pu)**

El procedimiento a seguir para el diseño es el siguiente.

Datos:

Sección viga x = 0.40 * 0.40 m

Longitud viga en x = 5.95 m

Sección viga y = 0.40*0.40 m

Longitud de viga en y = 6.85 m

Mx = 8,231.58 Kg – m

Área tributaria = 40.79m²

My = 9,325.96 Kg – m

Recubrimiento = 3.00 cm

Vx = 4.360 Kg

Vy = 5,142.10 Kg

Lu = 3.40 m

Fy = 4,200 Kg / cm²

F'c = 210 Kg / cm²

- **Determinación de la carga última (CU):**

CM = carga muerta = 330 Kg/m²

CV = Carga viva = 100 Kg/m²

CU = 1.4 * CM + 1.7 * CV

CU = 1.4 * (330) + 1.7 * (100)

CU = 632 kg /m²

- **Cálculo del factor de carga última (Fcu):**

$$F_{cu} = \frac{CU}{(CM + CV)} = \frac{632}{(330 + 100)} = 1.47$$

- **Cálculo de la carga axial (Pu):**

$$P_u = (A_{\text{losas}} * CU) + (P_{\text{vigas}} * F_{cu})$$

$$P_u = (40.79 * 632) + (((0.50 * 0.40 * 5.95) + (0.50 * 0.40 * 6.85)) * 2,400 * 1.47)$$

$$P_u = 34,811 \text{ Kg}$$

- **Clasificar la columna por su esbeltez (E):**

Una columna es esbelta cuando las dimensiones de su sección transversal son pequeñas en relación con su longitud. Por el valor de su esbeltez (E), las columnas se clasifican en cortas ($E < 22$), intermedias ($22 \leq E \leq 100$) y largas ($E > 100$). El objetivo de clasificar las columnas es para ubicarlas en un rango; si son cortas se diseñan con los datos originales del análisis estructural; si son intermedias se deben magnificar los momentos actuantes, y si son largas no se construyen.

La esbeltez de las columnas en el sentido X se calcula con el procedimiento siguiente:

- **Cálculo de coeficientes que miden el grado de empotramiento:**

Extremo superior:

$$\Psi_A = \frac{\sum K_{\text{columnas}}}{\sum K_{\text{vigas X}}}, \text{ donde } K = \text{rigideces de los elementos}$$

Extremo inferior:

$$\Psi_B = \frac{\sum K_{\text{columnas}}}{\sum K_{\text{vigas X}}}$$

Se sustituye:

$$\Psi_A = \frac{627.45}{700.28 + 700.28} = 0.45$$

$$\Psi_B = \frac{627.45 + 627.45}{700.28 + 700.28} = 0.90$$

$$\Psi_P = \frac{0.45 + 0.90}{2} = 0.67$$

▪ **Cálculo del coeficiente K:**

$$K = \left(\frac{20 - \Psi_P}{20} \right) * \sqrt{1 + \Psi_P}, \text{ para } \Psi_P < 2$$

$$K = 0.90 * \sqrt{1 + \Psi_P}, \text{ para } \Psi_P \geq 2$$

$$K = \left(\frac{20 - 0.67}{20} \right) * \sqrt{1 + 0.67} = 1.25$$

▪ **Cálculo de la esbeltez de la columna (E):**

$$E = \frac{K * Lu}{\sigma}, \text{ donde } \sigma = 0.30 * \text{lado menor para columnas rectangulares}$$

$$E = \frac{1.25 * 3.40}{0.30 * 0.40} = 35.41 > 22, \text{ entonces magnificar momento}$$

El cálculo de la esbeltez de esta columna, en el sentido Y, se resume a continuación:

$$\Psi_A = \frac{627.45}{608.27 + 608.27} = 0.52$$

$$\Psi_B = \frac{627.45 + 627.45}{608.27 + 608.27} = 1.03$$

$$\Psi_P = \frac{0.52 + 1.03}{2} = 0.77$$

$$K = \left(\frac{20 - 0.77}{20} \right) * \sqrt{1 + 0.77} = 1.28$$

$$E = \frac{1.28 * 3.40}{0.30 * 0.40} = 36.27 > 22, \text{ entonces magnificar momento}$$

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

- **Magnificación de momentos**

Cuando se hace un análisis estructural de segundo orden, en el cual se toma en cuenta la rigidez real, los efectos de las deflexiones, los efectos de la duración de la carga, y el factor principal a incluir es el momento debido a las deflexiones laterales de los miembros, se pueden diseñar las columnas utilizando directamente los momentos calculados. Utilizando estos valores se realiza un diseño exacto de las columnas.

Por otro lado, si se hace un análisis estructural convencional de primer orden, como en este caso, en el cual se usa la rigidez relativa aproximada y se ignora el efecto de desplazamientos laterales de los miembros, es necesario modificar los valores calculados con el objetivo de obtener valores que tomen en cuenta los efectos de desplazamiento, para el efecto se aplica el método de magnificación de momentos según ACI.

- **Sentido X**

- **Cálculo del flujo plástico del concreto:**

$$\beta_d = \frac{CMU}{CU} = \frac{462}{632} = 0.73$$

- **Cálculo del EI total del material:**

$$EI = \frac{(E_c * I_g) / 2.5}{1 + \beta_d}$$

Donde:

$$E_c = 15,100 * \sqrt{F'c}$$

$$I_g = \frac{b * h^3}{12}$$

Se sustituye:

$$E_c = 15,100 * \sqrt{210} = 218,819.79$$

$$I_g = \frac{40 * 40^3}{12} = 213,333.33 \text{ cm}^4$$

$$EI = \frac{(218,819.79 * 213,333.33) / 2.5}{1 + 0.73} = 10,787,108,860.59 \text{ Kg} - \text{m}^2$$

$$EI = \frac{10,787,108,860.59}{1000} = 1,078.71 \text{ Ton} - \text{m}^2$$

- **Cálculo de la carga crítica de pandeo de Euler:**

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * (EI)}{(K * Lu)^2}$$

Se sustituye:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * (1,078.71)}{(1.25 * 3.40)^2} = 589.79 \text{ Ton}$$

- **Cálculo del magnificador de momento:**

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{P_u}{\phi * P_{cr}} \right)} \geq 1$$

Donde:

$\phi = 0.70$ si se usan estribos

$\phi = 0.75$ si se usan zunchos

Se sustituye:

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{34.81}{0.70 * 589.79} \right)} = 1.09$$

- **Cálculo del momento de diseño: $M_d = \delta * M_u$**

$$M_{dx} = 1.09 * (8,231.58) = 8972.42 \text{ Kg} - \text{m}$$

- **Sentido Y:**

$$\beta_d = \frac{CMU}{CU} = \frac{462}{632} = 0.73$$

$$EI = 1,078.71 \text{ Ton} - \text{m}^2$$

$$K = 1.28$$

$$P_{cr} = 581.88 \text{ Ton}$$

$$M_{dy} = 10200.60 \text{ Kg} - \text{m}$$

3.4.3.1 Diseño del refuerzo

- **Cálculo del acero longitudinal**

Para calcular el acero longitudinal de las columnas existen varios métodos, dependiendo del tipo de cargas a las que está sometida la columna. Existen columnas sometidas a carga axial, carga axial y momento uniaxial, carga axial y momento biaxial, y carga axial y momento triaxial.

El método a aplicar para calcular el acero longitudinal es el de Bresler, el cual consiste en una aproximación del perfil de la superficie de la falla, además, es uno de los métodos más utilizados porque su procedimiento es tan sencillo y produce resultados satisfactorios. La idea funcional del método es aproximar el valor $(1 / P'u)$, este valor se aproxima por un punto del plano determinado por los tres valores: carga axial pura ($P'o$), la carga de falla para una excentricidad e_x ($P'x_o$) y la carga de falla para una excentricidad e_y ($P'oy$).

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- **Cálculo de los límites de acero:**

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

Entonces:

$$A_{s\text{mín}} = 0.01 * (40 * 40) = 16 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{máx}} = 0.06 * (40 * 40) = 96 \text{ cm}^2$$

- **Proponiendo un armado:** se aconseja iniciar con un valor cerca del $A_{s\text{mín}}$.

$$A_s \text{ propuesto} = 2\% A_g = 2\% * 40 * 40 = 32 \text{ cm}^2$$

$$\text{Se propone armado } 4 \text{ No. } 8 + 4 \text{ No. } 6 = 31.68 \text{ cm}^2$$

- **Valor de la gráfica:**

$$\gamma = \frac{h_{\text{núcleo}}}{h_{\text{columna}}} = \frac{(0.40 - (2 * 0.03))}{0.40} = 0.85$$

De la gráfica de interacción JC Diseño Concreto

- **Valor de la curva:**

P= Carga producida por el area tributaria para la Columna Critica analizada
+ Niveles que soporta.

f'_c = Resistencia del concreto a los 28 dias en es analisis se considera 281kg/m²

A_g = Área gruesa de la Columna

F_y = Resistencia a la fluencia del acero 4200kg/m²

A_s = Área de acero de la columna; es un porcentaje del A_g que varia entre $1\% A_g \leq A_s \leq 6\% A_g$ Para areas sismicas, según ACI

$$\rho_{tu} = \frac{A_s * F_y}{A_g * 0.85 * F'_c} = \frac{31.68 * 4,200}{(40 * 40) * 0.85 * 210}$$

$$\rho_{tu} = 0.47$$

- **Excentricidades:**
- **ex=** ecentricidad en sentido x
- **ey=** ecentricidad en sentido y
- **Mdx =** Momento actuante en sentido X
- **Mdy =** Momento actuante en sentido y
- **Hx=** lado sentido x
- **Hy=** lado en sentido y

$$ex = \frac{Mdx}{Pu} = \frac{8972}{34811} = 0.26$$

$$ey = \frac{Mdy}{Pu} = \frac{10200}{34811} = 0.29$$

Conociendo las excentricidades se calcula el valor de las diagonales:

$$\frac{ex}{hx} = \frac{0.26}{0.40} = 0.65$$

$$\frac{ey}{hy} = \frac{0.29}{0.40} = 0.725$$

Con los datos obtenidos en los últimos cuatro pasos, se buscan los valores de los coeficientes K'_x y K'_y , siendo éstos: $K'_x = 0.42$ y $K'_y = 0.37$, por último se calculan las cargas, ver diagrama , anexo

- **Carga de resistencia de la columna a una excentricidad ex:**

$$P'_{ux} = K'_x * F'_c * b * h = 0.42 * 210 * 40 * 40 = 141120 \text{ Kg}$$

- **Carga de resistencia de la columna a una excentricidad ey:**

$$P'_{uy} = K'_y * F'_c * b * h = 0.37 * 210 * 40 * 40 = 124320 \text{ Kg}$$

- **Carga axial de resistencia de la columna:**

$$P' o = \phi * (0.85 * F' c(Ag - As) + As * Fy)$$

$$P' o = 0.70 * (0.85 * 210 * (40 * 40 - 31.68) + 31.68 * 4,200)$$

$$P' o = 289,101 \text{ Kg}$$

- **Carga última resistencia de columna:**

En una combinacion de las tres casgas descritas anteriormente. En las su posiciones de diseño se considera que seria la condicion mas oritica a la cual se veria expuesta.

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

$$P' u = \frac{I}{\frac{I}{141,120} + \frac{1}{124,320} - \frac{1}{289,101}} = 85,682.99 \text{ Kg} > 34811 \text{ Kg.}$$

Como $P' u > P_u$, entonces esto quiere decir que el armado propuesto si resiste las fuerzas aplicadas, si esto no fuera así, se debe aumentar el área de acero hasta que cumpla.

- **Cálculo del acero transversal (estribos)**

Después de calcular el acero longitudinal de las columnas, es necesario proveer refuerzo transversal por medio de estribos y/o zunchos para resistir los esfuerzos de corte y por armado. Por otro lado, en zonas sísmicas, como en Guatemala, se debe proporcionar suficiente ductibilidad a las columnas, esto se

logra por medio del confinamiento del refuerzo transversal en los extremos de la misma. El resultado del confinamiento, es un aumento en el esfuerzo de ruptura del concreto, además permite una deformación unitaria mayor del elemento.

El procedimiento para proveer refuerzo transversal a las columnas se describe a continuación:

- **Refuerzo por corte**

Se calcula el corte resistente

$$V_R = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 40 * 34$$

$$V_R = 8,878.58 \text{ Kg}$$

Corte actuante en la columna (Este dato es tomado de la Figura 17)

$$V_U = 9,842.31 \text{ Kg}$$

En zona no confinada colocar estribo ØNo.3

$$S = d/2$$

$$S = 37/2 = 0.185 = 0.18$$

- **Refuerzo por confinamiento**

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

$$L_o = \left\{ \begin{array}{l} L_u / 6 = 3.40 / 6 = 0.57 \text{ m} \\ \text{Lado mayor de la columna} = 0.40 \text{ m} \\ 45 \text{ cm} = 0.45 \text{ m} \end{array} \right\}, \text{ para este caso se toma } L_o = 0.60$$

Relación volumétrica:

$$\rho_s = 0.45 * \left(\left(\frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right) * \left(\frac{0.85 * F'_c}{F_y} \right), \quad \rho_s > 0.12 * \left(\frac{F'_c}{F_y} \right)$$

$$\rho_s = 0.45 * \left(\left(\frac{40 * 40}{34 * 34} \right) - 1 \right) * \left(\frac{0.85 * 210}{2810} \right) = 0.01098$$

Cálculo del espaciamiento entre estribos en la zona confinada:

$$S = \frac{2 * A_v}{\rho_s * L_n} = \frac{2 * 0.71}{0.01098 * 34} = 3.80 \text{ cm} , \text{ Usar No.3 @ } 0.06 \text{ m. ambos extremos}$$

Lo=0.60; Resto No.3 @ 0.18m.

Se considera espaciamiento en zona confinada a 0.06 m. Por el área de acero proporcionada por el estribo rotado a 45 grados. La función principal del estribo rotado es el anclaje del acero colocado en ambas caras de la columna. ACI 310. Inciso 7.10.5.3 Por tener doble estribo en zona confinada, el espaciamiento se adopta en el doble del calculado.

Los resultados del diseño de la columna típica del segundo nivel, se encuentran en la figura 25.

Resumen del diseño de columna típica primer nivel

El proceso para el cálculo de acero transversal es el mismo, que el descrito anteriormente, por lo cual únicamente se presentan los resultados.

Mdx=20,567.50 Kg.m

A_{losas}= 40.79 m²

Mdy=25,188.80 Kg.m

C.V.=700 Kg/m²

C.M.= 330 Kg/m²

C.U.=1,652.00 Kg.

Pu=34810.5 +77,215.50= 112,026 Kg.

ex=0.18 m

ey=0.22 m

Carga resistencia de la columna P'u=129.08 Ton

As=40.56cm²

Armado propuesto 8 No. 8 + Estribo No.3 @ 0.06 m. ambos extremos; centro @ 0.18m.

Ver anexo No. II

Tabla V Resumen de resultados calculo de columnas, edificio escolar

COLUMNA	Refuerzo Longitudinal		Refuerzo Transversal		
	Cargas	Refuerzo	Cortes	Confinar	Refuerzo
C-1 Nivel 2 $\delta = 1.09$	Mx=8,231.58 Kg.m My=9,358.37 Kg.m Pu=34811 Kg Mdx=8,972.42 Kg.m Mdy=10200.60Kg.m P'u= 85,682.99 Kg	4 No. 8+ 4 No.6	Vux=4,488.23 Vuy=9,842.37 VR= 8,878.58 Kg.	Lo=0.60 m. S1=0.036 m S2=0.185 m	Estribo No.3 @ 0.06m ambos extremos, + resto No.3 @ 0.18 m.
C-1 Nivel 1 $\delta = 1.25$	Mx=16,454.00 Kg.m My=20,151.02 Kg.m Pu=112.026 Kg Mdx=22547.00Kg.m Mdy=28,711.10 Kg.m P'u=129,080.00 Kg.	8 No. 8	Vux=11,664.46 Vuy=9,197.73 VR= 8,878.58 Kg.	Lo=0.60 m. S1=0.036m S2=0.185 m	Estribo No.3 @ 0.06m ambos extremos, resto No.3 @ 0.18 m.

Figura 25 Detalle típico columna segundo nivel edificio escolar

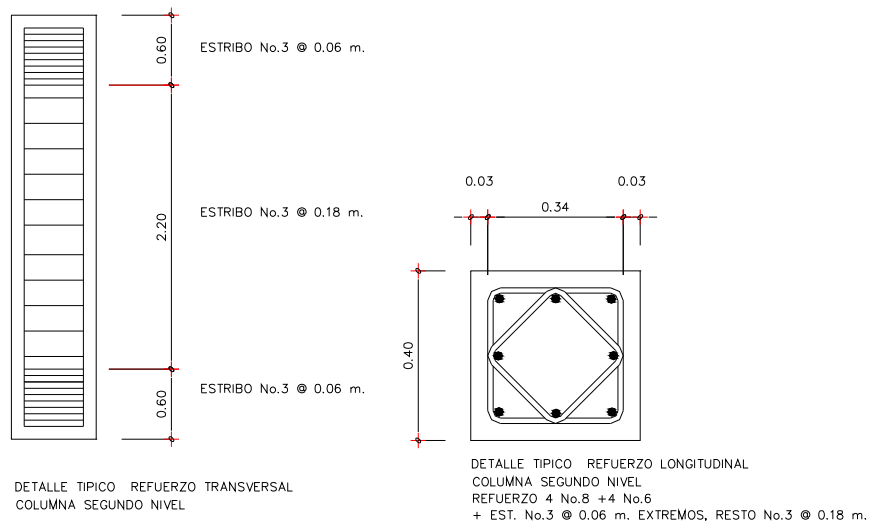
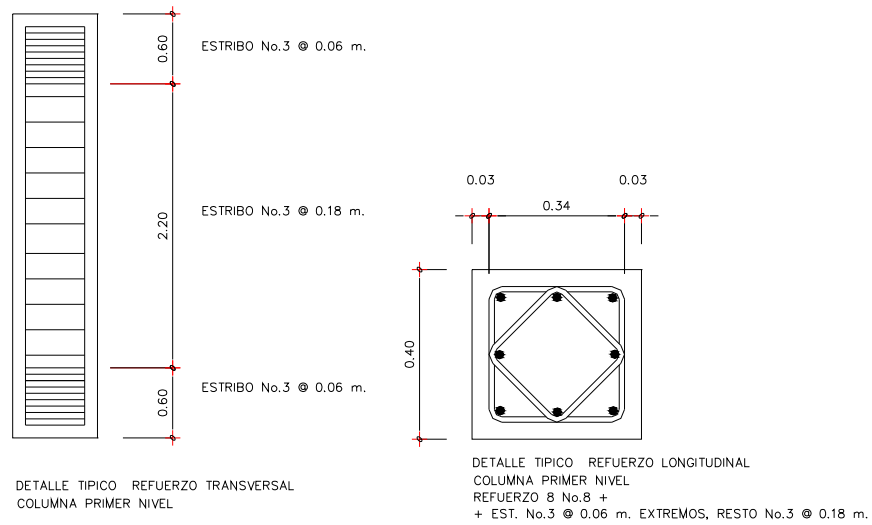


Figura 26 Detalle típico columna primer nivel edificio escolar



3.4.4 Diseño de zapatas

3.4.4.1 Diseño Estructural de Zapatas

Los datos para el diseño de las zapatas, se toman del análisis estructural y del estudio de suelos el cual proporciona el valor soporte del área donde se construirá el edificio, para este caso se analizará la zapata crítica. Los datos para diseño son los siguientes:

$$M_x = 16.45 \text{ ton} - \text{m}$$

$$F_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$M_y = 17.4 \text{ ton} - \text{m}$$

$$F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P_u = 112026 \text{ kg}$$

$$\gamma_c = 2.4 \text{ ton/m}^3$$

$$F_{cu} = 1.47$$

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

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1.51 \text{ ton/m}^3$$

3.4.4.2 Área de zapata

- Cálculo de las cargas de trabajo:

$$P' = P_u / F_{cu} = 112026 / 1.47 = 76.208 \text{ Ton.}$$

$$M'_x = M_x / F_{cu} = 16,450 / 1.47 = 11,190.47 \text{ Kg – m}$$

$$M'_y = M_y / F_{cu} = 17,400 / 1.47 = 11,836 \text{ Kg – m}$$

3.4.4.3 Predimensionamiento del área de la Zapata:

$A_z = 1.5 * P / V_s = 1.5 * 76208 / 30,000 = 3.81 \text{ m}^2$, dado las dimensiones dadas se propone usar: $A_z = 1.95 \text{ m} * 1.95 \text{ m} = 3.80 \text{ m}^2$.

3.4.4.3.1 Chequeo de la presión del suelo

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

$$q = P / A_z \pm M'_x / S_x \pm M'_y / S_y$$

Donde $S = (1/6) * b * h^2$, además se debe tomar en cuenta que no debe ser negativo, ni mayor que el valor soporte del suelo (V_s).

$$S = (1/6) * (1.95) * (1.95)^2 = 1.23$$

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

$$P = 72.21 + 3.19 + 9.98 + 6.35$$

$$P = 91.73 \text{ ton}$$

$$q = \left(\frac{91.73}{3.80} \right) \pm \left(\frac{10.28}{1.23} \right) \pm \left(\frac{10.87}{1.23} \right)$$

$q_{\min} = 6.94 \text{ ton / m}^2$, Cumple, no es mayor que cero.

$q_{\max} = 41.33 \text{ ton / m}^2$, No cumple, es mayor que el valor soporte del suelo. Por lo que se deberá de proponer otra dimensión para la zapata crítica. Se propone una sección de $Az = 2.40\text{m} \times 2.40\text{m} = 5.76\text{m}^2$.

$$S = (1/6) \times (2.40) \times (2.40)^2 = 2.30$$

$$P = 91.73 \text{ ton}$$

$$q = \left(\frac{91.73}{5.76} \right) \pm \left(\frac{10.28}{2.40} \right) \pm \left(\frac{10.87}{2.40} \right)$$

$q_{\min} = 7.11 \text{ ton / m}^2$, Cumple, mayor que cero.

$q_{\max} = 24.73 \text{ ton / m}^2$, Cumple, menor que el valor soporte del suelo.

La sección propuesta $Az = 2.40\text{m} \times 2.40\text{m}$.

- **Presión última:** para efectos de diseño estructural se toma una presión última, que está dada de la siguiente forma:

$$q_u = q_{\max} * F_{cu} = 24.73 * 1.47 = 36.35 \text{ ton / m}^2$$

3.4.4.3.2 Espesor de la zapata

Dimensionada el área se procede a dimensionar el espesor de la zapata, basados en que el recubrimiento no sea menor que 0.075 m, y que el peralte efectivo sea mayor que 0.15 m. Dicho espesor debe ser tal que resista los esfuerzos de corte. Considerando lo anterior, se asume un espesor (t) = 0.55 m. Luego se hacen los chequeos siguientes:

- **Chequeo por corte simple:** La falla de las zapatas por esfuerzo cortante, ocurre a una distancia “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, esto se hace de la siguiente forma:

$$d = t - \text{recubrimiento} - \frac{\phi_{No.6}}{2}$$

$$d = 55 - 7.5 - \frac{1.91}{2}$$

$$d = 46.54 \text{ cm}$$

Cálculo del corte actuante:

$$V_{act} = \text{Área de corte} * q_u$$

$$V_{act} = \left(\left(\frac{L-c}{2} - d \right) * b \right) * 37.10$$

$$V_{act} = \left(\left(\frac{2.40 - 0.40}{2} - 0.46 \right) * 2.40 \right) * 36.35$$

$$V_{act} = (0.54 * 2.40) * 36.35$$

$$V_{act} = 47.10 \text{ ton}$$

Cálculo del corte del concreto:

$$V_{cr} = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f_c} * b * d$$

$$V_{cr} = \frac{(0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 240 * 46.54)}{1000}$$

$$V_{cr} = 72.92 \text{ ton}$$

Como el $V_{cr} > V_{act}$, el espesor de la zapata resiste corte simple.

- **Chequeo por corte punzonante:** la columna tiende a punzonar la zapata, debido a los esfuerzos de corte que se produce en ella. El límite donde ocurre la falla, se encuentra a una distancia igual a $d/2$ del perímetro de la columna. El chequeo se realiza de la siguiente forma:

Cálculo del corte punzonante actuante:

$$V_{actp} = \text{Área de punzonamiento} * q_u$$

$$V_{actp} = (A_{TOTAL} - A_1) * q_u$$

$$V_{actp} = (L_{ZAPATA} * L_{ZAPATA} - (L_{COLUMNA} + d)) * q_u$$

$$V_{actp} = (2.40 * 2.40 - (0.40 + 0.46)) * 36.35$$

$$V_{actp} = 178.12 \text{ Ton}$$

Cálculo del corte del concreto:

$$V_{rc} = 0.85 * 1.06 * \sqrt{f'_c} * b_o * d$$

donde:

b_o = perímetro de la sección crítica

Se sustituye:

$$V_{rc} = \frac{(0.85 * 1.06 * \sqrt{210} * (86.5 * 4) * 46.5)}{1000}$$

$$V_{rc} = 210.07 \text{ ton}$$

Como el $V_{rc} > V_{actp}$, entonces el espesor de la zapata resiste corte punzonante.

3.4.4.3.3

Diseño del refuerzo

Cálculo del momento último: éste se define tomando la losa como en voladizo con la fórmula:

$$M_u = \frac{q_u * L^2}{2}$$

donde:

q_u = presión última de diseño

L = longitud medida del rostro de la columna al final de la zapata

Se sustituye:

$$M_u = \frac{36.35 * 1.00^2}{2}$$

$$M_u = 18.17 \text{ T - m}$$

Área de acero: El área de acero se define la siguiente fórmula:

Acero por temperatura.

$$A_{st} = 0.002 * B * d$$

$$A_{st} = 0.002(100)*(46.2) = 9.24 \text{ cm}^2$$

El acero por temperatura, será utilizado en la cama superior, el objetivo, considerando la importancia del elemento estructural es reducir la posibilidad de grietas, las cuales ocasionarían corrosión en el acero, además de reducir el peralte efectivo de la sección.

El acero propuesto sera No.6, grado 60. El espaciamiento para la cama superior será:

No. 6 @0.30m. ambos sentidos.

Para la cama inferior se procede a calcular el área de acero demandada de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$A_s = \left[B * d - \sqrt{(B * d)^2 - \frac{Mu * B}{0.003825 * f'c}} \right] * \left(\frac{0.85 * f'c}{f_y} \right)$$

$$A_s = \left[100 * 46.54 - \sqrt{(100 * 46.54)^2 - \frac{18,170 * 100}{0.003825 * 210}} \right] * \left(\frac{0.85 * 210}{4200} \right)$$

$$A_s = 10.61 \text{ cm}^2$$

El espaciamiento entre las varillas del refuerzo se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$S = \frac{A_v}{A_s}$$

Donde:

$A_v = \text{área de la varilla propuesta No. 6} = 2.85 \text{ cm}^2$

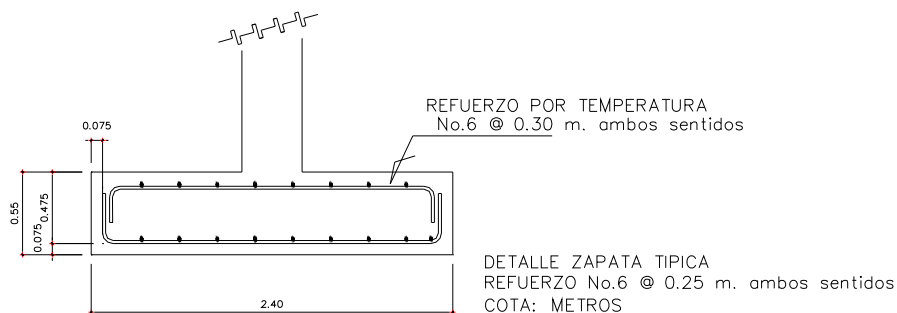
$A_s = \text{área de acero}$

Se sustituye:

$$S = \frac{2.85}{10.84} = 0.262$$

$S = 0.25 \text{ m}$, por tanto se propone colocar varillas No 6 Grado 60 a cada 25 cm, en ambos sentidos.

Figura 27 Detalle refuerzo zapata típica



3.5 Diseño de escaleras

Una escalera debe ser cómoda y segura, dependiendo de la relación de los peldaños, es decir, la relación de huella y contrahuella.

$C < 20 \text{ cm}$ $H > C$; $2 * C + H < 64 \text{ cm}$ (valor cercano)

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

Donde:

C = Contra huella

H = huella

- **Cargas de diseño para una escalera:**

$C_m = PP(\text{escaleras}) + PP(\text{acabados}) + PP(\text{pasamanos})$

$PP(\text{escaleras}) = W_c * (t + C/2)$

Número de escalones mínimo:

$H/c_{\max} = 3.4 / 0.17 = 20$ escalones

Se tomarán 10 contra huellas antes del descanso

Número de huellas = $10 - 1 = 9$ huellas.

Chequeo:

$C = 17 \text{ cm} < 20 \text{ cm}$; $H = 30 \text{ cm}$; $C + H = 17 + 30 = 47 \text{ cm} < 48 \text{ cm}$

$2 * C + H = 2(17) + 30 = 64 \text{ cm}$;

Por lo tanto se tienen 10 contra huellas de 17 cms y 9 huellas de 30 cm antes del descanso.

3.5.1 Determinando el espesor de losa

La tabla 9.5 (a) del código ACI 318 establece un espesor mínimo para losas macizas, en una dirección.

$$t = \frac{L}{24} = \frac{2.87}{24} = 0.12 \text{ m}$$

3.5.2 Diseño del refuerzo

Integración de cargas:

$$\text{Peso propio de las escaleras} = 2400 * (0.12 + 0.17 / 2) = 492 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

$$\text{Peso de los acabados} = 60 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

$$\text{Peso de los pasamanos} = 50 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

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

- **Carga última de diseño:**

$$C_u = 1.4 * C_M + 1.7 * C_V$$

$$C_u = 1.4 * (602) + 1.7 * (500) = 1,692.8 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

- **Determinación de los momentos flectores:**

$$M(+)=\frac{W * L^2}{9}; \quad M(-)=\frac{W * L^2}{14}$$

$$M(+)=\frac{1,692.8 * 3.5^2}{9} = 2,304.09 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$M(-)=\frac{1,692.8 * 3.5^2}{14} = 1,481.20 \text{ Kg} - \text{m}$$

- **Cálculo del acero mínimo:**

$$A_{smin} = \frac{14.1}{F_y} * b * d$$

$$A_{smin} = \frac{14.1}{2810} * 100 * 9 = 4.52 \text{ cm}^2$$

- **Cálculo del acero máximo:**

$$A_{smax} = 0.50 * \rho_b * b * d$$

$$\rho_b = \frac{0.85^2 * F'_c}{F_y} * \frac{6090}{6090 + F_y} = \frac{0.85^2 * 210}{2810} * \frac{6090}{6090 + 2810} = 0.03694$$

$$A_{smax} = 0.50 * 0.03694 * 100 * 9 = 16.62 \text{ cm}^2$$

- **Cálculo del acero requerido momento positivo:**

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

$$A_s = \left((100 * 9) - \sqrt{(100 * 9)^2 - \frac{(2,304.09 * 100)}{0.003825 * 210}} \right) * \left(\frac{0.85 * 210}{2810} \right)$$

$$A_s = 11.22 \text{ cm}^2$$

- **Cálculo del acero requerido momento negativo:**

$$A_s = \left((100 * 9) - \sqrt{(100 * 9)^2 - \frac{(1,481.2 * 100)}{0.003825 * 210}} \right) * \left(\frac{0.85 * 210}{2810} \right)$$

$$A_s = 6.93 \text{ cm}^2$$

Proponiendo armado:

$$A_s(+) = 11.22 \text{ cm}^2; \text{ Colocar varilla No. 4 @ 0.10 m}$$

$$A_s(-) = 6.93 \text{ cm}^2; \text{ Colocar varilla No. 4 @ 0.18 m}$$

Acero por temperatura:

$$A_t = 0.002 * b * t = 0.002 * 100 * 12 = 2.40 \text{ cm}^2$$

$$S_{max} = 3 * t = 3 * 0.12 = 0.36; \text{ Colocar varilla No. 4 @ 0.30 m}$$

3.6 Presupuesto

En este presupuesto se aplicaron los criterios utilizados en el presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario.

4. Tabla VI Presupuesto edificio escolar de dos niveles

PRESUPUESTO PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES INSTITUTO NACIONAL MIXTO LIC. MARIO MÉNDEZ MONTENEGRO					
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	MONTO
1	Limpieza y chapeo	249	m2	Q 6.25	Q 1,556.25
2	Trazo	110	ml	Q 12.50	Q 1,375.00
3	Excavación (zapatas, viga conectora)	157	m3	Q 75.00	Q 11,775.00
4	Zapata Z-1; sección 2.40mx2.40m, espesor 0.55m. Refuerzo No.6 @0.25m. Ambos sentidos	12	u	Q 3,250.00	Q 39,000.00
5	Cimiento corrido CC-1. sección 0.20mx0.40m. refuerzo 3 No.3+estribo No.3@0.15m.	97	ml	Q 141.00	Q 13,677.00
6	Viga conectora; sección 0.25x0.25, refuerzo 4 No.4 + estribo No.3 @ 0.15 m.	12.8	ml	Q 206.00	Q 2,636.80
7	Columna C-1, primer nivel sección 0.40mx0.40m, refuerzo 10 No.8 + estribo No.5 @ 0.06 m.	60	ml	Q 2,609.80	Q 156,588.00
8	Columna C-1, segundo nivel sección 0.40mx0.40m, refuerzo 12 No.6+ estribo No.4 @ 0.10m.	38.4	ml	Q 1,165.00	Q 44,736.00
9	Columna C-2, primer nivel, sección 0.15x0.15, refuerzo 4 No.3+estribo No.2@0.15 m.	84	ml	Q 112.00	Q 9,408.00
10	Columna C-3 sección 0.15x0.10, refuerzo 2 No.3+eslabón No.2 @0.15m.	180	ml	Q 65.00	Q 11,700.00
11	Solera humedad, sección 0.15mx0.15m. refuerzo 4 No.3+ estribo No.2 @0.20 m	97	ml	Q 108.00	Q 10,476.00
12	Muro de cimentación, block 25 Kg/cm2, dimensión 0.14x0.19x0.39	58.2	m2	Q 96.00	Q 5,587.20

Continuación de la tabla IV

13	Levantado de muros primer nivel; block resistencia 25 Kg/cm ² , dimensiones 0.14x0.19x0.39	232	m ²	Q 106.00	Q 24,592.00
14	Solera intermedia; sección 0.15x0.15, refuerzo 4 No.3+estribo No.2@ 0.15m.	196	ml	Q 106.00	Q 20,776.00
15	Solera de corona; sección 0.15x0.15, refuerzo 4 No.3+estribo No.2 @0.10m.	196	ml	Q 112.00	Q 21,952.00
16	Viga V-1, Primer nivel sección 0.40x0.50, (ver detalle en planos)	29.75	ml	Q 765.00	Q 22,758.75
17	Viga V-2, primer nivel, sección 0.40x0.50, (ver detalle en planos)	29.75	ml	Q 775.00	Q 23,056.25
18	Viga V-3, primer nivel, sección 0.40x0.50, (ver detalle en planos)	29.75	ml	Q 785.00	Q 23,353.75
19	Viga V-7, primer nivel, sección 0.40x0.50, (ver detalle en planos)	27.4	ml	Q 735.00	Q 20,139.00
20	Viga V-8, primer nivel, sección 0.40x0.50, (ver detalle en planos)	27.4	ml	Q 740.00	Q 20,276.00
21	Viga V-4, segundo nivel sección 0.40x0.50, (ver detalle en planos)	29.75	ml	Q 565.00	Q 16,808.75
22	Viga V-5, segundo nivel, sección 0.40x0.50, (ver detalle en planos)	29.75	ml	Q 570.00	Q 16,957.50
23	Viga V-6,segundo nivel, sección 0.40x0.50, (ver detalle en planos)	29.75	ml	Q 565.00	Q 16,808.75
24	Viga V-9, segundo nivel, sección 0.40x0.50, (ver detalle en planos)	27.4	ml	Q 530.00	Q 14,522.00
25	Viga V-10, segundo nivel, sección 0.40x0.50, (ver detalle en planos)	27.4	ml	Q 535.00	Q 14,659.00
26	Losa tradicional, primer nivel espesor 0.10 m. refuerzo No.3@0.10 m.	247.7	m ²	Q 365.00	Q 90,410.50
27	Levantado de muros segundo nivel; block resistencia 25 Kg/cm ² , dimensiones 0.14x0.19x0.39	253	m ²	Q 112.00	Q 28,336.00

Continuación de la tabla IV

28	Losa tradicional, segundo nivel espesor 0.10 m. refuerzo No.3@0.18 m.	257.3	m2	Q 385.00	Q 99,060.50
29	Repellos muros	970	m2	Q 22.00	Q 21,340.00
30	Cernido alisado muros	970	m2	Q 28.00	Q 27,160.00
31	Repellos cielos	505	m2	Q 24.00	Q 12,120.00
32	Cernidos cielos	505	m2	Q 32.00	Q 16,160.00
33	Piso de granito en salón cómputo, bodega y cuarto de proyección; dimensión 0.25x0.25, fondo blanco	59	m2	Q 110.00	Q 6,490.00
34	Piso de granito en área de exposiciones, área de estar y servicios sanitarios; dimensión 0.30x0.30, fondo blanco	83	m2	Q 108.00	Q 8,964.00
35	Piso fundido área bodega herramienta práctica de agropecuaria, espesor 0.10m. Fundido por planchas, acabado alisado	41	m2	Q 145.00	Q 5,945.00
36	Graderío salón de retroproyecciones, espesor 0.10m. refuerzo electromalla 9/9. Acabado alisado	64	m2	Q 225.00	Q 14,400.00
37	Piso de granito en segundo nivel, dimensión 0.30x0.30, fondo blanco	236	m2	Q 120.00	Q 28,320.00
38	Piso en módulo de gradas, antideslizante 0.30x0.30, calidad nacional	16	m2	Q 135.00	Q 2,160.00
39	Servicios sanitario color blanco, calidad nacional	4	u	Q 475.00	Q 1,900.00
40	Urinal color blanco, calidad nacional	1	u	Q 675.00	Q 675.00
41	Lavamanos color blanco, calidad nacional	3	u	Q 450.00	Q 1,350.00
42	Puerta tipo P-1, 2.00x2.10 metal (ver detalle en planos)	2	u	Q 1,850.00	Q 3,700.00
43	Puerta tipo P-2, 1.50x2.10 metal, (ver detalle en planos)	2	u	Q 1,450.00	Q 2,900.00
44	Puerta tipo P-3, 1.00x2.10 metal, (ver detalle en planos)	2	u	Q 1,100.00	Q 2,200.00
45	Puerta tipo P-4, 0.90x2.10 metal,(ver detalle en planos)	2	u	Q 1,025.00	Q 2,050.00
46	Puerta tipo P-5, 0.60x2.10, madera, (ver detalle en planos)	5	u	Q 850.00	Q 4,250.00
47	Baranda de metal módulo de gradas	1	global	Q 2,750.00	Q 2,750.00
48	Ventana tipo V-1 aluminio mill finish, 4.05x2.10 (ver detalle en planos)	2	u	Q 3,600.00	Q 7,200.00

Continuación de la tabla IV

49	Ventana tipo V-2 aluminio mill finish, 2.00x1.00 (ver detalle en planos)	12	u	Q 850.00	Q 10,200.00
50	Ventana tipo V-3 aluminio mill finish, 2.00x1.10 (ver detalle en planos)	3	u	Q 875.00	Q 2,625.00
51	Ventana tipo V-4 aluminio mill finish, 2.00x0.80 (ver detalle en planos)	1	u	Q 680.00	Q 680.00
52	Ventana tipo V-5 aluminio mill finish, 1.00x0.70 (ver detalle en planos)	2	u	Q 425.00	Q 850.00
53	Ventana tipo V-6 aluminio mill finish, 2.00x0.55 (ver detalle en planos)	4	u	Q 525.00	Q 2,100.00
54	Ventana tipo V-7 aluminio mill finish, 0.75x0.50 (ver detalle en planos)	1	u	Q 435.00	Q 435.00
55	Ventana tipo V-8 aluminio mill finish, 0.70x0.40 (ver detalle en planos)	4	u	Q 430.00	Q 1,720.00
56	Ventana tipo V-9 aluminio mill finish, 0.60x0.40 (ver detalle en planos)	1	u	Q 400.00	Q 400.00
57	Ventana tipo V-10 aluminio mill finish, 0.95x0.60 (ver detalle en planos)	1	u	Q 428.00	Q 428.00
58	Ventana tipo V-11 aluminio mill finish, 2.00x0.30 (ver detalle en planos)	3	u	Q 425.00	Q 1,275.00
59	Ventana tipo V-12 aluminio mill finish, 2.80x1.10 (ver detalle en planos)	1	u	Q 1,320.00	Q 1,320.00
60	Ventana tipo V-13 aluminio mill finish, 1.00x0.95 (ver detalle en planos)	1	u	Q 435.00	Q 435.00
61	Instalación de agua potable	1	global	Q 3,250.00	Q 3,250.00
62	Instalación drenaje pluvial	1	global	Q 4,875.00	Q 4,875.00
63	Cajas registro drenaje pluvial	6	u	Q 285.00	Q 1,710.00
64	Instalación drenaje sanitario	1	global	Q 3,670.00	Q 3,670.00
65	Cajas registro drenaje sanitario	2	u	Q 285.00	Q 570.00
66	Instalación eléctrica (Fuerza)	42	u	Q 240.00	Q 10,080.00
67	Instalación eléctrica (Iluminación) Lampara tipo industrial 4x40	25	u	Q 250.00	Q 6,250.00
68	Instalación eléctrica (Iluminación) Lámpara tipo industrial 2x40	17	u	Q 175.00	Q 2,975.00
69	Instalación eléctrica (Iluminación) Interruptores	22	u	Q 155.00	Q 3,410.00
70	Módulo de gradas	12	m2	Q 1,600.00	Q 19,200.00

Continuación de la tabla VI

71	Jardines	3	m3	Q 1,450.00	Q 4,350.00
72	Pintura (color a definir)	1475	m2	Q 12.00	Q 17,700.00
COSTO DIRECTO					Q1,055,524.00
IMPREVISTOS				5%	Q 52,776.20
ADMINISTRACIÓN + UTILIDAD				30%	Q 332,490.06
TOTAL					Q1,440,790.26

El monto total del proyecto construcción de edificio escolar Instituto Nacional Mixto Mario Méndez Montenegro, asciende a: UN MILLÓN CUATROCIENTOS CUARENTA MIL SETECIENTOS NOVENTA CON 26/100

Área a construir		505.00
Costo total de la edificación		Q1,440,790.26
Costo unidad de construcción	Q/m2	Q 2,853.05

CONCLUSIONES

1. El proyecto de alcantarillado sanitario de la aldea Sinacantán, Chiquimulilla, S.R. contribuirá a mejorar la salud de los habitantes de la aldea Sinacantán, en especial la de la población infantil, que de acuerdo a los registros de salud, ha sido la más expuesta a enfermedades de la piel y gastrointestinales. Pues este evitará que las aguas servidas corran a flor de tierra, lo cual contribuirá con el ornato, además evitara la proliferación de insectos y el contacto directo con las aguas servidas. El impacto ambiental a mediano plazo sera positivo, al contar con un sistema adecuado para el tratamiento de las aguas servidas.
2. La investigación realizada en la aldea Sinacantán, muestra que es una población en crecimiento, cuyo desarrollo se debe a la cercanía que tiene a la cabecera municipal, por lo cual debe ser importante de considerar al momento de priorizar las necesidades a cubrir, para que los proyectos solicitados, realmente contribuyan al desarrollo de la aldea Sinacantán.
3. Actualmente, la infraestructura destinada a educación pública en el municipio de Chiquimulilla S.R. incluyendo el casco urbano, es de un nivel, algunas son construcciones antiguas y otras recientes. El proyecto de edificio escolar de dos niveles en la cabecera municipal de Chiquimulilla, S.R. será el primero que reuna las características sismo resistentes requeridas para un edificio de este tipo. La utilización del sistema estructural de marcos dúctiles con losas planas de concreto reforzado, en el diseño de la edificación escolar en el casco urbano, la hacen una estructura sismo resistente, ya que se utilizo el método SEAOC, que considera los efectos laterales que el SISMO causa.

4. Actualmente, a pesar de los esfuerzos por las distintas entidades gubernamentales de nuestro país, no se ha logrado proporcionar servicios básicos, infraestructura, educación y salud a las comunidades existentes, en especial las del área rural. Esto retrasa el desarrollo productivo de las mismas. Por lo cual, debe existir más inversión en proyectos por parte de la municipalidad; los consejos comunitarios de desarrollo de cada comunidad, deben realizar una acertada gestión para priorizar los proyectos y las empresas ejecutoras deben de cumplir con el objetivo principal una obra, que sea funcional y de buena calidad.

RECOMENDACIONES

A la municipalidad de Chiquimulilla departamento de Santa Rosa.

1. Una vez construido el sistema de alcantarillado sanitario, implementar un plan de mantenimiento al mismo, puesto que conforme el tiempo transcurra, se irán acumulando sólidos o basura en el fondo de las tuberías, colectores y pozos de visita.
2. Crear un programa de educación sanitaria a la población de la aldea Sinacantán, a fin de reducir los problemas que se tienen actualmente, y así poder preservar los sistemas de alcantarillados durante el tiempo que se tomó como periodo de diseño
3. Al construir la edificación escolar, seguir estrictamente todos los detalles y especificaciones que se encuentran en los planos,debiendo tomar como bibliografía de apoyo, tanto para la construcción como para la supervisión el reglamento del ACI
4. Involucrar a los usuarios dentro del proceso constructivo para ambos proyectos, para que valoren y le den buen uso, tanto al sistema de alcantarillado sanitario como la edificación escolar.
5. Actualizar los presupuestos de los proyectos al momento de realizar las contrataciones correspondientes, ya que estos están sujetos a cambios por las variaciones que existen en el mercado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Comité ACI 318. Reglamento de las construcciones de concreto (ACI 318 – 99) y comentarios. México, Editorial Liumsa 1999. 525 pp.
2. Barrios de León, José Daniel. Diseño de un centro educativo en aldea Chiul, municipio de Cunén, departamento de El Quiché. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 2001.134pp.
3. Castro Calderón Israel. Diseño de red de alcantarillado sanitario para la aldea Pino Zapatón y pavimentación de la calle hacia el río Molino de la cabecera municipal de San Carlos Alzatate, Jalapa. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemlala, Guatemala 2003.112pp.
4. Código de diseño de Hormigón Armnado ACI 318-99
5. Merritt, Frederick S. Manual del ingeniero Civil. 3ª. edición, México: Editorial McGraw-Hill, 1992. 426 pp.
6. Nilson, Arthur H. Diseño de estructuras de concreto. 12ª edición, Colombia; McGraw-Hill, 2001. 722 pp.

ANEXO I

RESULTADO DE SUELOS

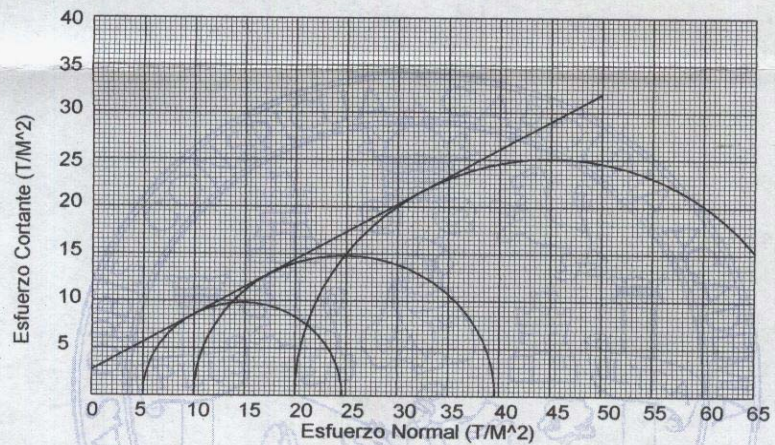


CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 179 S.S. O.T.No.: 19,860
 INTERESADO: Walter Omar Guerrero Martínez
 PROYECTO: Trabajo de Graduación EPS
 UBICACION: Municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa FECHA: 19 de abril de 2006
 Pozo No.: x Profundidad: x



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 30,3^\circ$ COHESIÓN: $C_u = 2,7 \text{ T/M}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
 DESCRIPCION DEL SUELO: Limo areno arcilloso color café
 DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
 OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL σ_3 (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q (T/m ²)	19,62	29,59	50,17
PRESION INTERSTICIAL u (T/m ²)			
DEFORMACION EN ROTURA E_r (%)	2,5	5,5	9,5
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1,51	1,51	1,51
HUMEDAD (%H)	22,2	22,2	22,2

Vo. Bo.

Ing. César Alfonso García Guerra
DIRECTOR CII/USAC

Atentamente,



Ing. Omar Enrique Médrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

ANEXO II

Resumen de comprobación de diseño columna típica primer nivel
Instituto Nacional Mixto Mario Méndez Montenegro
Programa utilizado JC Diseño Concreto

JC-Diseño Concreto Diseño de Columnas

Magnificar Axial + 1 Momento **Axial + 2 Momentos** Confinamiento

Datos de Columna

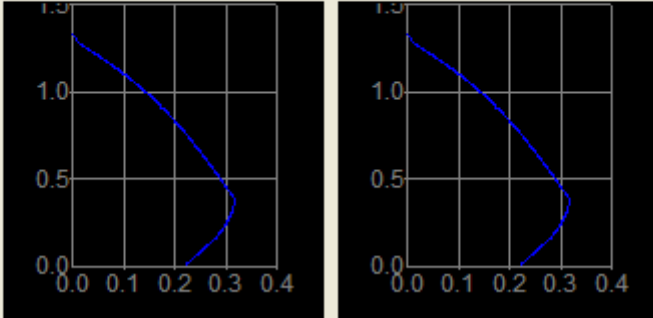
b: 40 cm h: 40 cm
rb: 3 cm rh: 3 cm

Pu: 12.026 Ton
 δM_{ux} : 20.567 T-m
 δM_{uy} : 25.188 T-m

As: 40.56 cm²

f_c: 210 f_y: 4200

Comprobación de Diseño



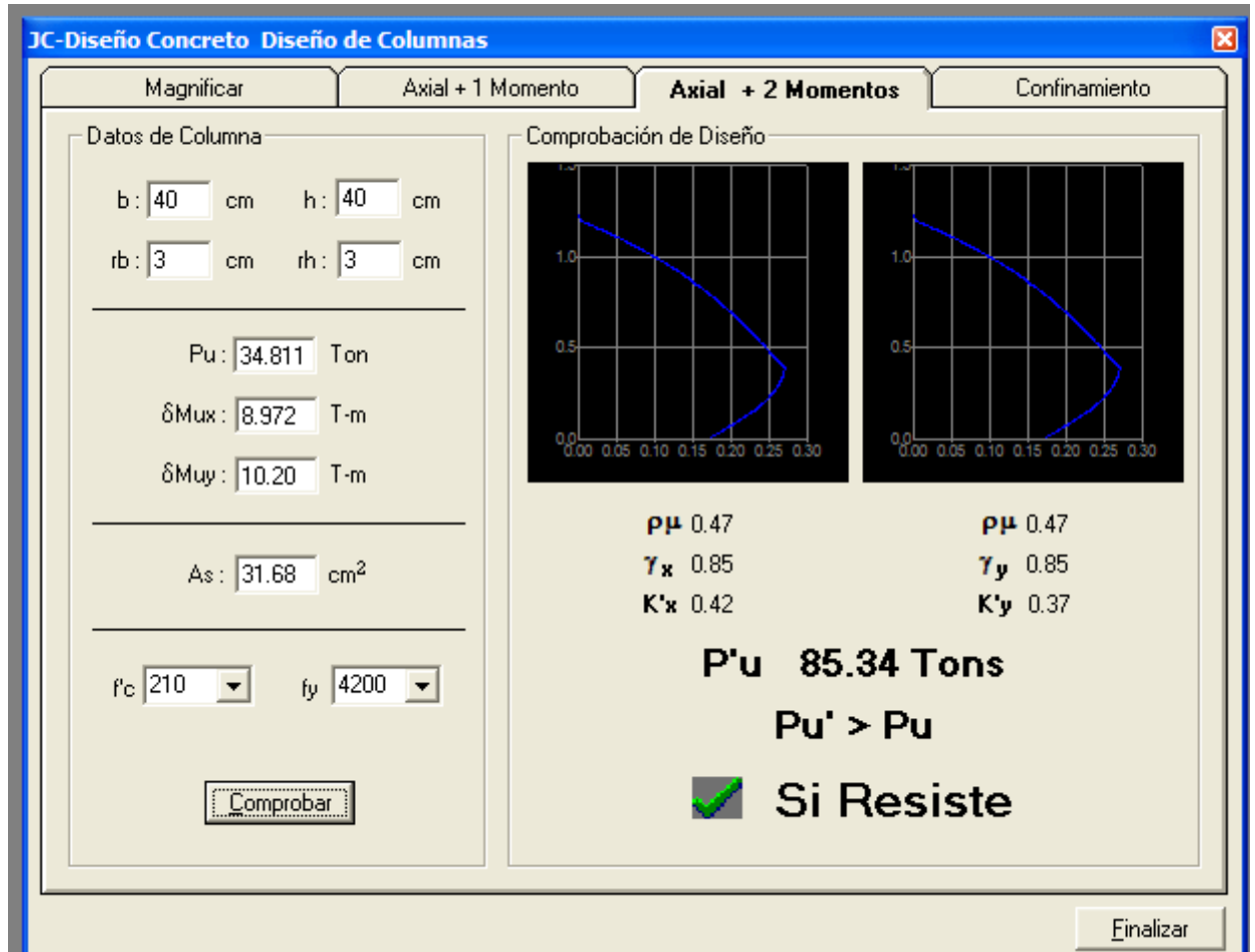
$\rho\mu$ 0.60 $\rho\mu$ 0.60
 γ_x 0.85 γ_y 0.85
 K'_x 0.59 K'_y 0.51

P'u 129.08 Tons
Pu' > Pu

Si Resiste

ANEXO III

Resumen de comprobación de diseño columna típica segundo nivel
Instituto Nacional Mixto Mario Méndez Montenegro
Programa utilizado JC Diseño Concreto



ANEXO IV

Resumen de diseño de viga secundaria primer nivel

Esta viga fue colocada al centro del claro con la finalidad de obtener claros pequeños, los cuales cumplieran con el requisito de diseño para una losa plana. La sección considerada es propuesta de tal forma, que el efecto de torsión pueda ser despreciable. Debiendo tener especial cuidado en los refuerzos por cortante que se coloque en la intersección con las vigas principales. En el análisis estructural de los marcos, el efecto producido por esta viga secundaria, ha sido considerado como una carga puntual, que es aplicada en el claro. Al ser considerado en el análisis como una carga puntual, en el diseño de esta viga, se asume que es una viga empotrada, sin continuidad, para lo cual se utilizan los factores que recomienda ACI.

Datos de diseño

Área tributaria $A_t=14.52 \text{ m}^2$

Carga última C.U. = $1,652 \text{ Kg/m}^2$

Longitud a ejes= 5.95 m .

Longitud entre claros 5.55 m .

$W_u=5,061.19 \text{ Kg/m}$

$M(-)=(W_u \cdot L_n^2)/12$

$M(-)=12,991.40 \text{ Kg.m}$

$M(+)=(W_u \cdot L_n^2)/14$

$M(+)=11,135.50 \text{ Kg.m}$

Cortante $V=(W_u \cdot L_n)/2$

$V=5,061.19 \cdot 5.55/2=14,044.80$

Diseño de Vigas

Datos:
Base: 40 cm Longitud: 5.95 m
Altura: 55 cm r: 3 cm
Varilla Estribo No. 3 Paralelos 2
f'c 210 fy 4200

Apoyos
Base Izq.: 40 cm Base Der.: 40 cm
 Momento y Corte Areas Tributarias

Area de Acero

Momento y Corte
Momento Izquierdo M_i : 2991.4 kg-m
Momento Centro M_c : 1135.5 kg-m
Momento Derecho M_d : 2991.4 kg-m
Cortante Izquierdo V_i : 4044.8 kg
Cortante Derecho V_d : 4044.8 kg

Diseño a Flexión

Cara Izquierda: 6.88, 6.98 [cm²]
Cara Central: 6.98, 5.86 [cm²]
Cara Derecha: 6.88, 6.98 [cm²]

Diseño a Corte

Diagrama de refuerzo: 24 No. 3 @ 26.0 cm - 5.95 m

Calcular

Finalizar

ANEXO V

Resumen de diseño de viga secundaria segundo nivel

Esta viga fue colocada al centro del claro con la finalidad de obtener claros pequeños, los cuales cumplieran con el requisito de diseño para una losa plana. La sección considerada es propuesta de tal forma, que el efecto de torsión pueda ser despreciable. Debiendo tener especial cuidado en los refuerzos por cortante que se coloque en la intersección con las vigas principales. En el análisis estructural de los marcos, el efecto producido por esta viga secundaria, ha sido considerado como una carga puntual, que es aplicada en el claro. Al ser considerado en el análisis como una carga puntual, en el diseño de esta viga, se asume que es una viga empotrada, sin continuidad, para lo cual se utilizan los factores que recomienda ACI.

Datos de diseño

Área tributaria $A_t=14.52 \text{ m}^2$

Carga ultima C.U. = 632 Kg/m^2

Longitud a ejes= 5.95 m .

Longitud entre claros 5.55 m .

$W_u=1,653.45 \text{ Kg/m}$

$M(-)=(W_u \cdot L_n^2)/12$

$M(-)=4,244.20 \text{ Kg.m}$

$M(+)=(W_u \cdot L_n^2)/14$

$M(+)=3,637.89 \text{ Kg.m}$

Cortante $V=(W_u \cdot L_n)/2$

$V=1,653.45 \cdot 5.55/2=4,588.32$

JC-Diseño Concreto Diseño de Vigas

Diseño de Vigas

Datos

Base: 40 cm Longitud: 5.95 m

Altura: 50 cm r: 3 cm

Varilla Estribo No. 3 Paralelos 2

f'c 210 fy 2810

Apoyos

Base Izq.: 40 cm Base Der.: 40 cm

Momento y Corte Areas Tributarias

Area de Acero

Momento y Corte

Momento Izquierdo Mi: 244.20 kg-m

Momento Centro Mc: 637.89 kg-m

Momento Derecho Md: 244.20 kg-m

Cortante Izquierdo Vi: 588.32 kg

Cortante Derecho Vd: 588.32 kg

Diseño a Flexión

Cara Izquierda 3.63 9.43 [cm²]

Cara Central 9.43 3.10 [cm²]

Cara Derecha 3.63 9.43

Diseño a Corte

Diagrama de la viga con refuerzo: 26 No. 3 @ 23.5 cm - 5.95 m

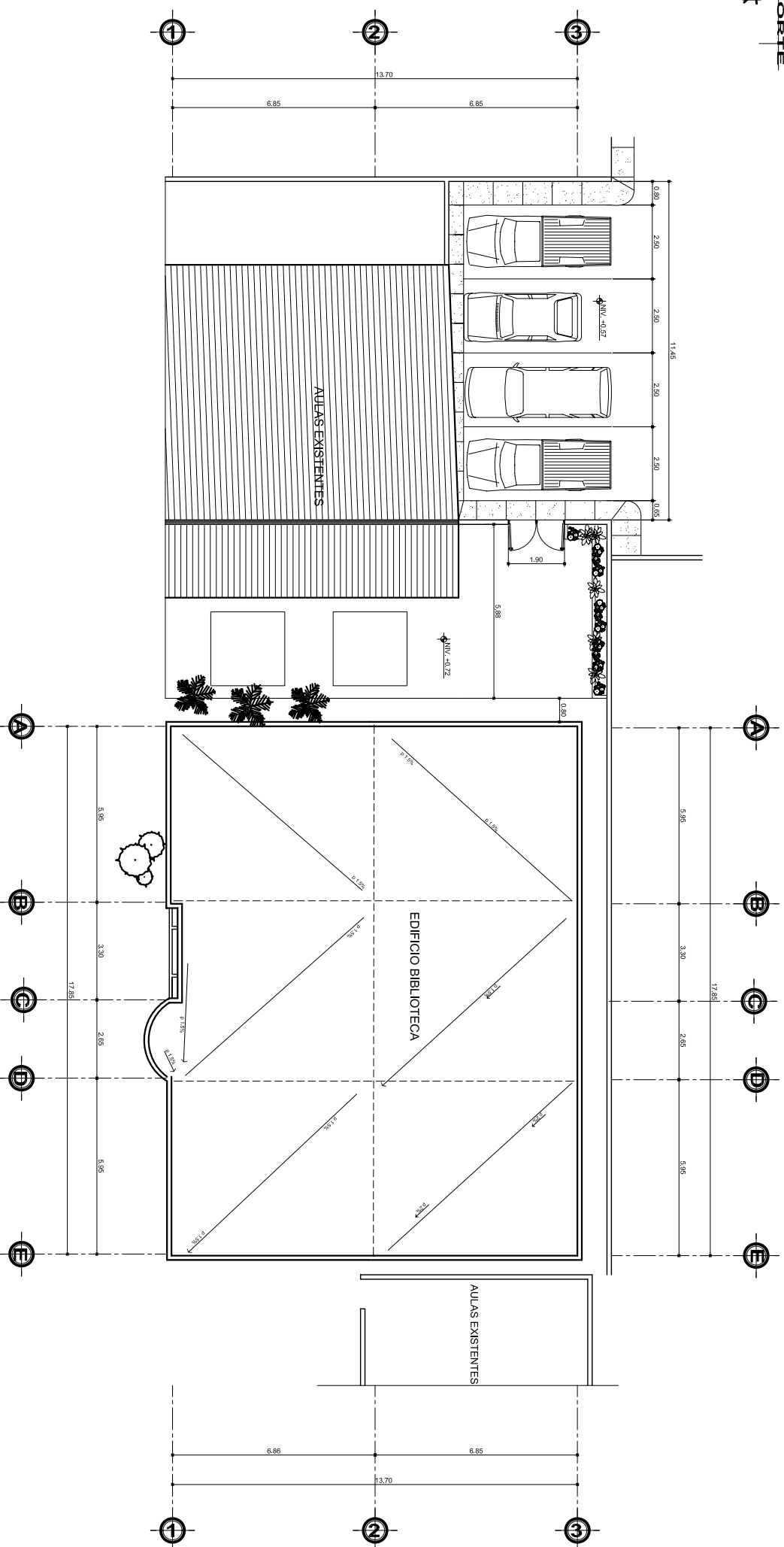
Calcular

Finalizar

APÉNDICE

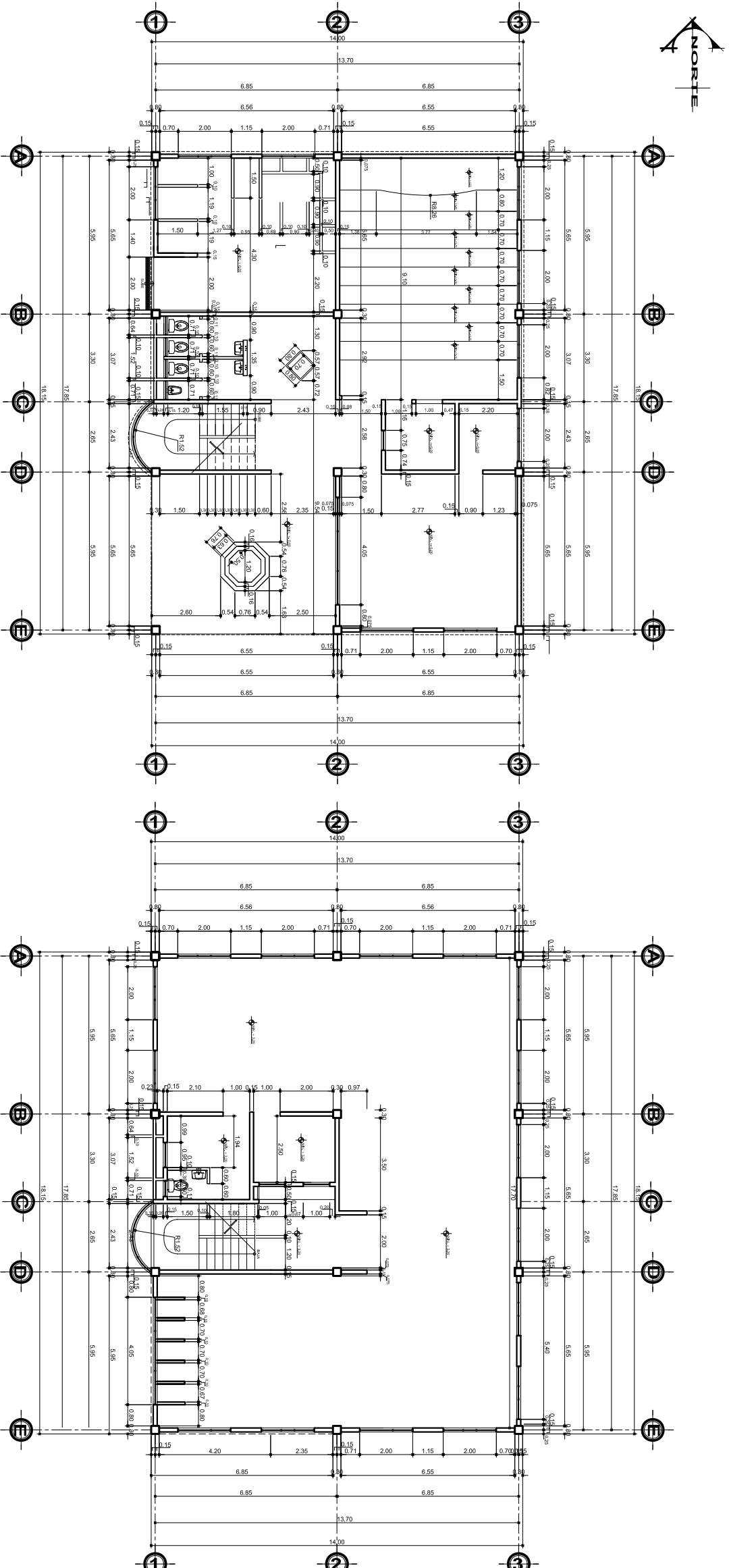
Planos del proyecto:

- DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA SINACANTA
- EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES EN LA CABECERA MUNICIPAL DE CHIQUIMULILLA, SANTA ROSA



PLANTA DE CONJUNTO
BIBLIOTECA INSTITUTO MARIO MENDEZ
ESC: 1/125

PROYECTOR:	BIBLIOTECA INSTITUTO MARIO MENDEZ	ESCALA:	INDICADA		
DIRECCION:	0 AVENIDA 5-24 ZONA 4 CHIQUIMULILLA SANTA ROSA	FECHA:	MAYO DE 2008		
CONTENIDO:	DESARROLLO:	DIBU:	WALTER GUERRERO		
PLANTA DE CONJUNTO	WALTER GUERRERO M CANET : 1998-11525	U	A	E	I
		A	1	1	16
ING. JUANHERCK COS.	VA. BA. AUTORIDAD ASesor	VA. BA. AUTORIDAD DIRECTOR	VA. BA. WALTER GUERRERO EFESISTA	HOLA No.	HOLA No.



PLANTA ACOTADA PRIMER NIVEL
BIBLIOTECA INSTITUTO MARIO MENDEZ
ESC: 1/125

PLANTA ACOTADA SEGUNDO NIVEL
BIBLIOTECA INSTITUTO MARIO MENDEZ
ESC: 1/125

SIMBOLOGIA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	INDICA LA ORIENTACION DEL NORTE
	INDICA SECCION
	INDICA POSICION Y NUMERO DE LA ELEVACION
	INDICA LAS DIFERENCIAS DE ALTURA DE LOS AMBIENTES
	INDICA LAS DIMENSIONES EN NUMEROS

PROYECTO: **BIBLIOTECA INSTITUTO MARIO MENDEZ** ESCALA: **INDICADA**
 DIRECCION: **0 AVENIDA 5-24 ZONA 4 CHIQUIMULLA SANTA ROSA** FECHA: **MAYO DE 2008**
 DIBU: **WALTER GUERRERO**

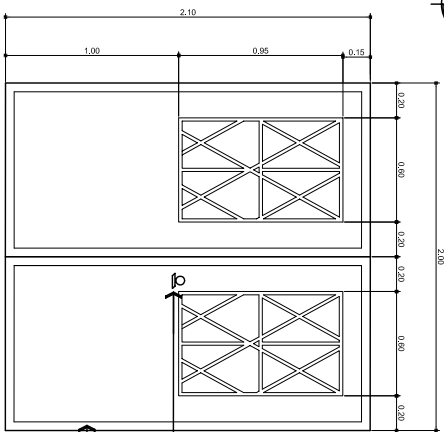
DESARROLLADO: **Va. Ba. AUTORIDAD**

CONTENIDO:

PLANTA ACOTADA

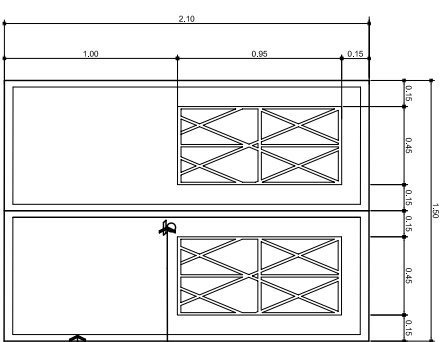
WALTER GUERRERO M CANET : 1998-11525	U	A	E	I
---	---	---	---	---

ING. JUAN MERCK COS. ASesor	Va. Ba. AUTORIDAD DIRECTOR	Va. Ba. WALTER GUERRERO EPSISTIA	HOLA No. A	HOLA No. 3	HOLA No. 3	HOLA No. 16
-----------------------------	----------------------------	----------------------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------



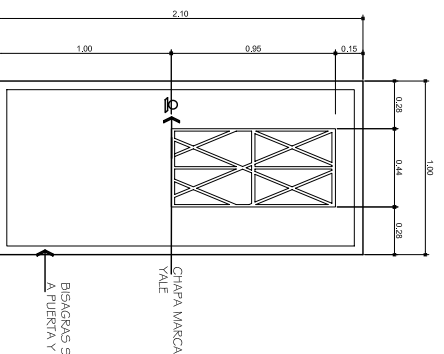
ESPESOR DE LAMINA SERA DE 1/32"
SE PROTEGERA CON DOS CAPAS DE PINTURA
ANTICORROSIVA COMO O GILDEN
EL MARCO DE LA PUERTA SERA DE TUBO CUADRADO
DE 1 1/4" x 1 1/4" x 1/16"

PUERTA TIPO 1
2 UNIDADES ESCALA: 1/20



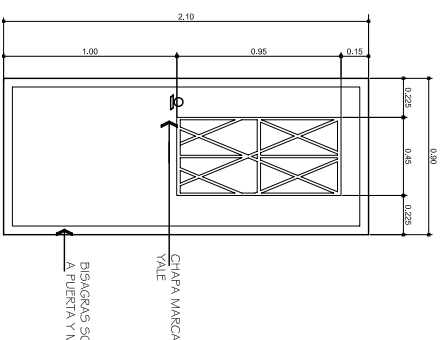
ESPESOR DE LAMINA SERA DE 1/32"
SE PROTEGERA CON DOS CAPAS DE PINTURA
ANTICORROSIVA COMO O GILDEN
EL MARCO DE LA PUERTA SERA DE TUBO CUADRADO
DE 1 1/4" x 1 1/4" x 1/16"

PUERTA TIPO 1
2 UNIDADES ESCALA: 1/20



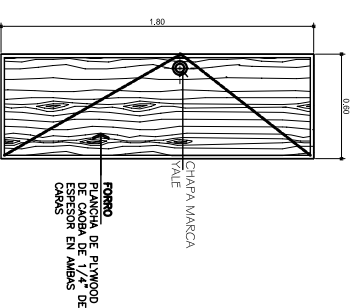
ESPESOR DE LAMINA SERA DE 1/32"
SE PROTEGERA CON DOS CAPAS DE PINTURA
ANTICORROSIVA COMO O GILDEN
EL MARCO DE LA PUERTA SERA DE TUBO CUADRADO
DE 1 1/4" x 1 1/4" x 1/16"

PUERTA TIPO 3
2 UNIDADES ESCALA: 1/20



ESPESOR DE LAMINA SERA DE 1/32"
SE PROTEGERA CON DOS CAPAS DE PINTURA
ANTICORROSIVA COMO O GILDEN
EL MARCO DE LA PUERTA SERA DE TUBO CUADRADO
DE 1 1/4" x 1 1/4" x 1/16"

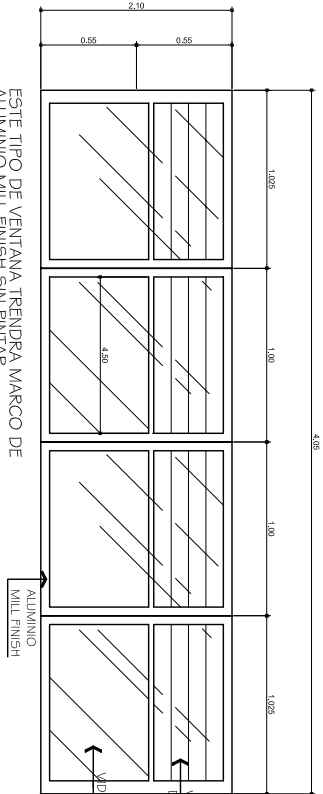
PUERTA TIPO 4
2 UNIDADES ESCALA: 1/20



TODA LA MADERA LICITARA 2 MANOS DE
PINTURA ANTICORROSIVA
EL CANTO DEL MARCO QUE VA HACIA LA PARED
Y LOS CUATRO CANTOS DE LA HOJA DE LA PUERTA
ALUMINIO DE PISO RINOVITRA, MARCA STANLEY

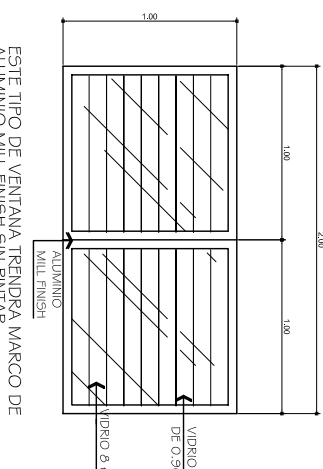
PUERTA TIPO 5
5 UNIDADES ESCALA: 1/20

PLANILLA DE VENTANAS
BIBLIOTECA INSTITUTO MARIO MENDEZ



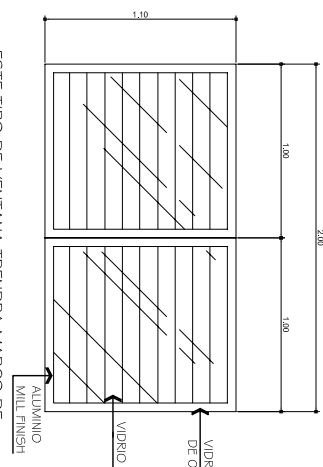
ESTE TIPO DE VENTANA TENDRA MARCO DE ALUMINIO MILL FINISH SIN PINTAR
VIDRIO DE 8 mm TRANSPARENTE

VENTANA TIPO V-1
2 UNIDAD ESCALA: 1:20



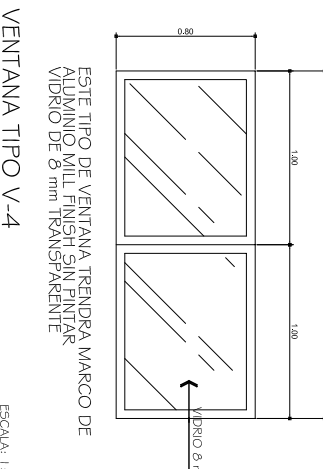
ESTE TIPO DE VENTANA TENDRA MARCO DE ALUMINIO MILL FINISH SIN PINTAR
VIDRIO DE 8 mm TRANSPARENTE

VENTANA TIPO V-2
12 UNIDADES ESCALA: 1:20



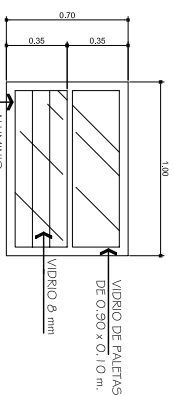
ESTE TIPO DE VENTANA TENDRA MARCO DE ALUMINIO MILL FINISH SIN PINTAR
VIDRIO DE 8 mm TRANSPARENTE

VENTANA TIPO V-3
4 UNIDADES ESCALA: 1:20



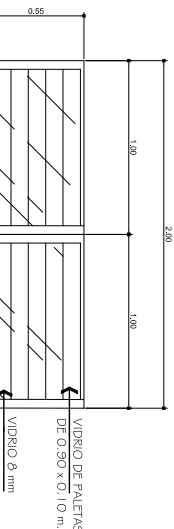
ESTE TIPO DE VENTANA TENDRA MARCO DE ALUMINIO MILL FINISH SIN PINTAR
VIDRIO DE 8 mm TRANSPARENTE

VENTANA TIPO V-4
1 UNIDAD ESCALA: 1:20



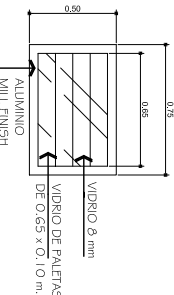
ESTE TIPO DE VENTANA TENDRA MARCO DE ALUMINIO MILL FINISH SIN PINTAR
VIDRIO DE 8 mm TRANSPARENTE

VENTANA TIPO V-5
2 UNIDADES ESCALA: 1:20



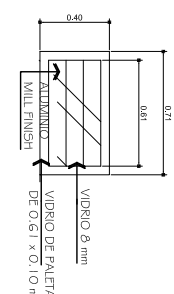
ESTE TIPO DE VENTANA TENDRA MARCO DE ALUMINIO MILL FINISH SIN PINTAR
VIDRIO DE 8 mm TRANSPARENTE

VENTANA TIPO V-6
4 UNIDADES ESCALA: 1:20



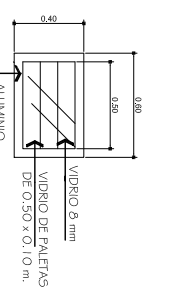
ESTE TIPO DE VENTANA TENDRA MARCO DE ALUMINIO MILL FINISH SIN PINTAR
VIDRIO DE 8 mm TRANSPARENTE

VENTANA TIPO V-7
1 UNIDADES ESCALA: 1:20



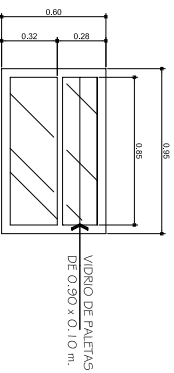
ESTE TIPO DE VENTANA TENDRA MARCO DE ALUMINIO MILL FINISH SIN PINTAR
VIDRIO DE 8 mm TRANSPARENTE

VENTANA TIPO V-8
4 UNIDADES ESCALA: 1:20



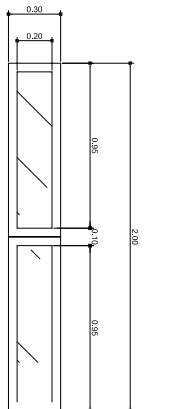
ESTE TIPO DE VENTANA TENDRA MARCO DE ALUMINIO MILL FINISH SIN PINTAR
VIDRIO DE 8 mm TRANSPARENTE

VENTANA TIPO V-9
1 UNIDAD ESCALA: 1:20



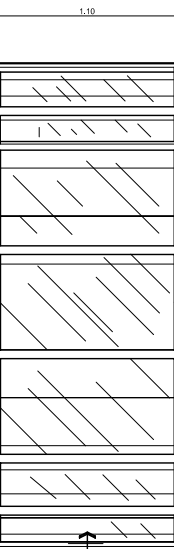
ESTE TIPO DE VENTANA TENDRA MARCO DE ALUMINIO MILL FINISH SIN PINTAR
VIDRIO DE 8 mm TRANSPARENTE

VENTANA TIPO V-10
1 UNIDAD ESCALA: 1:20



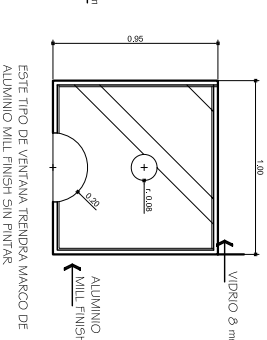
ESTE TIPO DE VENTANA TENDRA MARCO DE ALUMINIO MILL FINISH SIN PINTAR
VIDRIO DE 8 mm TRANSPARENTE

VENTANA TIPO V-11
3 UNIDADES ESCALA: 1:20



ESTE TIPO DE VENTANA TENDRA MARCO DE ALUMINIO MILL FINISH SIN PINTAR
VIDRIO DE 8 mm TRANSPARENTE

VENTANA TIPO V-12
1 UNIDADES ESCALA: 1:20



ESTE TIPO DE VENTANA TENDRA MARCO DE ALUMINIO MILL FINISH SIN PINTAR
VIDRIO DE 8 mm TRANSPARENTE

VENTANA TIPO V-13
1 UNIDAD ESCALA: 1:20

PROYECTO: BIBLIOTECA INSTITUTO MARIO MENDEZ		ESCALA: INDICADA
DIRECCION: 0 AVENIDA 5-24 ZONA 4 CHIOJIMULLA LA SANTA ROSA		FECHA: MAYO DE 2008
CONTENIDO: PLANILLA DE PUERTAS Y VENTANAS		DIBJ: WALTER GUERRERO
DESARROLLADO: WALTER GUERRERO M.	VA. BO. AUTORIDAD:	
CANET: 1996-11257	U	A
	E	I
HOLA MR.	5	17

ING. GUERRERO COS	VA. BO. AUTORIZADO	VA. BO. AUTORIZADO
ASESOR	DIRECTOR	DIR.

CIELO FALSO		AZULEJOS		PIZARRON SALON DE COMPUTO		JARDINERAS	
TIPO:	PUERTAS EXPRESOS, PUERTAS DE METAL	TIPO:	SERV. SANTIAGO	TIPO:	F-1	TIPO:	CONCRETO ACABADO USO + PIEDRA LANA
DIMENSIONES:		DIMENSIONES:	0.10 x 0.10	DIMENSIONES:	F-1 3.00 mts. x 1.50 mts.	DIMENSIONES:	VARIABLE
CALIDAD:		CALIDAD:	PAWESA	CALIDAD:	FORMICA PARA PIZARRON DE TINTA	CALIDAD:	3.000 TSI.
COLOR:		COLOR:	149- ORFEO CAFE	COLOR:	BLANCO ESPECIAL PARA PIZARRON	ACABADO:	RECUBRIMIENTO CON PIEDRA LANA
PERFILERIA:		PROVEEDOR:	SAMBORO	PROVEEDOR:	CONTRATISTA		
PROVEEDOR:		INSTALACION:	CONTRATISTA	MUROS DEL EDIFICIO		VENTANAS	
INSTALACION:		MADERA		INTERIOR	EXTERIOR		
PINTURA PARA METALES		TIPO:	PUERTAS, TORNO PLYWOOD COABA DE 1/4" MARCO COABA	TIPO:	INTERIOR EDIFICIO MUNICIPAL BLOCK FORJIZ + REFLEJO Y CERRIDO TABOJUELA BLOCK FORJIZ + REFLEJO Y CERRIDO +PINTURA	TIPO:	ALUMINONITIL FINISH + VIDRIO DE 5mm. VIDRIO 6mm (PACHADO)
INCLUYE:		CALIDAD:	2 MANOS DE SELADOR + 3 MANOS DE BRANZ POLURETANO	CALIDAD:	BLOK DE 0.14x0.19x0.39 BLOK DE 0.10x0.19x0.39 VER ESPECIFICACIONES	DIMENSIONES:	VARIABLE
APLICACION:		COLOR:	NATURAL, CAFE OSCURO	COLOR:	VER TABLA PARA PINTAR EDIFICIO	CALIDAD:	ALUMINIO MILL FINSH
NOTA:		PROVEEDOR:	CONTRATISTA	PROVEEDOR:	CONTRATISTA	TIPO:	ASBTABLE, FLUS
				PRUEBA:	INSITU	COLOR:	ALUMINIO SIN PINTAR.
						PROVEEDOR:	CONTRATISTA
COLUMNAS		PISOS INTERIORES		PISOS AREA DE EXPOSICION		LOSA FINAL	
INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	LAMINA	ASLANTE
TIPO:	CONCRETO DE ACABADO USO + PINTURA	TIPO:	GRANITO	TIPO:	GRANITO	TIPO:	MOULTIX CON VIGUERAS 14-15 TUNIDIO DE 0.15 MTS.
DIMENSIONES:	0.30 x 0.30	DIMENSIONES:	0.25 X 0.25	DIMENSIONES:	0.25 X 0.25 515A DE 5mm.	DIMENSIONES:	VER PLANO DE ESTRUCTURAS Y PLANTA DE TECHOS
ACABADO:	ALIZADO	CALIDAD:	SAMBORO PEI 4	CALIDAD:	SAMBORO PEI 4	CALIDAD:	CALIBRE 24/24 ACERO
CAUIDAD:	PINTURA MARCA SUR O COMEX	COLOR:	GRIS CON FONDO BLANCO	COLOR:	GRIS CON FONDO BLANCO	COLOR:	REFLEJO + CERRIDO
COLOR:	VER TABLA PARA PINTAR EDIFICIO	PROVEEDOR:	SAMBORO	PROVEEDOR:	SAMBORO	PROVEEDOR:	PRECION O CONSTRUCTORA A CARGO
PROVEEDOR:		INSTALACION:	CONTRATISTA	INSTALACION:	CONTRATISTA	INSTALACION:	CONTRATISTA

NOTA:

- SE DEBERA UTILIZAR SOLO UNA MARCA DE PINTURA
- LAS PINTURAS LATEX LLEVARAN UNA BASE O PRIMER RECOMENDADA POR EL FABRICANTE
- PREVIA APLICACION FINAL DE PINTURA PARA METALES, DEBERAN APLICARSE 2 MANOS DE ANTI-CORROSIVO DE DIFERENTE COLOR

CERRADURAS
LOS TORNOS DE COLOCACION DE LAS CERRADURAS EN GENERAL ESTAN INDICADOS EN LA HOJA ANTERIOR

SEÑALAS
EL COLOR DE LAS MISMAS SERA DE ACERO INOXIDABLE.

TOPES
SE USARAN, EL TIPO REDONDO QUE SE FUA A LA PARED, EN TODAS LAS PUERTAS INTERIORES A PLOMO CON LA CERRADURA. LAS PUERTAS DE LOS CUBICULOS DE LOS INODOROS LLEVARAN TOPE REDONDO FIJADO A LA PUERTA.

INSTALACION
EL CONTRATISTA USARA EQUIPO ADECUADO Y MANO DE OBRA ESPECIALIZADA PARA LA CORRECTA INSTALACION DE TODAS LAS PUERTAS

LLAVES AMOSTRADAS
EL CONTRATISTA ENTREGARA UNO DE CADA TIPO DE LLAVE PARA SER USADO EN LA DIRECCION DE LA PUERTA. EL CONTRATISTA ENTREGARA UNO DE CADA TIPO DE LLAVE PARA SER USADO EN LA DIRECCION DE LA PUERTA. EL CONTRATISTA ENTREGARA UNO DE CADA TIPO DE LLAVE PARA SER USADO EN LA DIRECCION DE LA PUERTA. EL CONTRATISTA ENTREGARA UNO DE CADA TIPO DE LLAVE PARA SER USADO EN LA DIRECCION DE LA PUERTA.

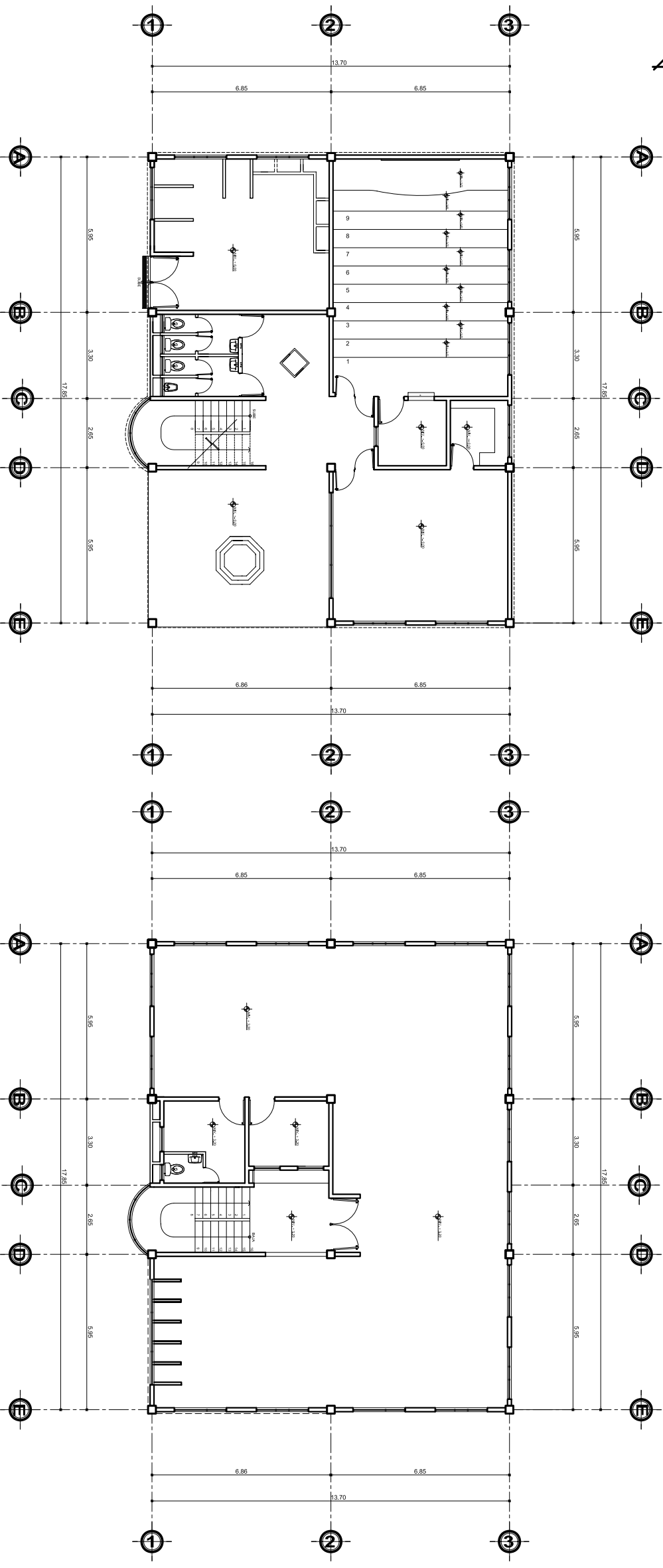
TODAS LAS MEDIDAS DE LOS VANDOS Y DIENTES SERAN RECTIFICADAS EN OBRA, PREVIA CONSTRUCCION E INSTALACION DE LAS PUERTAS, QUEDA EN RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA CUALQUIER DESAJUSTE. EL TRABAJO DE MADERA, DEBE ACABARSE CON BARNIZ POLIURETANO COLOR NATURAL, DEBERA USARSE HASTA QUE ESTE MUY LISO Y LIMPIAR PERFECTAMENTE LA SUPERFICIE ANTES DE APLICAR LA PRIMERA MANO. SE DEBERA LUAR ENTRE MANOS SUCESIVAS USANDO UNA FINA PARA OBTENER UN ACABADO USO Y PAREJO. SE RELLENARAN LOS AGUEROS Y MARCAS DE CLAVOS CON MASILLA. ARTICAR LA PRIMERA MANO UTILIZANDO SELADOR POLIURETANO QUE PERMITA EL ACABADO DESPADO. DEBERAN ACABARSE IGUALMENTE TODOS LOS CANTOS DE LAS PUERTAS. EL LLAVO DEBERA HACERSE EN LA DIRECCION DE LA PUERTA DE LA MADERA, NO ACEPTANDE NINGUN TRABAJO AL QUE LE APAREZCAN NINGUNOS FOR LINKS EN CONTRA DEL TITULO. SE ESTA DESCONTANDO EN LAS ALTURAS DE FUERTAS 1CM. DE LUZ

PUERTAS
EL CONTRATISTA PROVEERA LAS PUERTAS Y SUMINISTRARA EQUIPO, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA LA COLOCACION SATISFACITORIA DE LAS MISMAS. EL SUBCONTRATISTA DE ESTE TRABAJO DEBERA TENER UNA REPUTACION SATISFACITORIA DE HABER INSTALADO CORRECTAMENTE TRABAJOS SIMILARES A ESTE. EL SUPERVISOR MANTIENE EL DERECHO DE APROBAR AL FABRICANTE LOS TRABAJOS DE MADERA LA MADERA SOLIDA VISIBLE SERA COABA DE PRIMERA CALIDAD, SIN GRETES, NUDOS Y PANDEOS. NO SE ACEPTARA MADERA JOVEN NI CON EXCESO DE HUMEDAD. PRESENTEMENTE NO MAYOR DEL 15%. DIFEREN EN MAS DE 6.35 MILIMETROS (1/4") ENTRE EL PLANO DE LA PUERTA Y EL PLANO DE LA PUERTA PERFECTAMENTE A PLOMO Y A ESCUADRA. NO ACEPTANDE NINGUNA QUE NO LLENE ESTE REQUISITO. ANTES DE COLOCARSE EL MARCO DE LA PUERTA DEBERAN, CALAFATEARSE LAS MOCHETAS Y DIENTE.

ESPECIFICACIONES DE VENTANA

TODOS LOS VIDRIOS EXTERIORES SERAN NEVADOS Y CLAROS CLASE 7A DE 55 mm DE ESPESOR NO SERAN ACEFRADOS VIDRIOS ROTOS O CON ARISTAS QUEBRADAS, LA CARA LISA DERA IR AL EXTERIOR EL CONTRATISTA USARA EQUIPO ADECUADO Y MANO DE OBRA ESPECIALIZADA PARA LA CORRECTA INSTALACION DE TODOS LOS VIDRIOS. LOS VIDRIOS SERAN INSTALADOS CON EL CUIDADO NECESARIO PAR EVITAR RAYONES, RAYADURAS O DESPONTILLADURAS VIDRIOS MAL COLOCADOS O VIDRIOS ROTOS A GUUSA DE INSTALACION O TRABAJO DEFECTUOSO DEBERAN SER SUSTITUIDOS, SIN QUE ELLO REPRESENTE COSTO ADICIONAL PARA EL PROPIETARIO O REPRESENTANTE LEGAL. EL CONTRATISTA AL HACER ENTREGA DEL EDIFICIO DECLARA TODA LA VIDRIERIA PERFECTAMENTE LIMPIA Y LIBRE DE REYONES O MANCHAS DE CUALQUIER PROCEDENCIA. EL CONTRATISTA TOMARA LAS PRECAUCIONES NECESARIAS DE PROTECCION PARA QUE NO SUFRAN DESPERFECTOS DE NINGUN ORDEN DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCION DE LA OBRA.

PROYECTO:	BIBLIOTECA INSTITUTO MARIO MENDEZ	ESCALA:	INDICADA
DIRECCION:	0 AVENIDA 5-24 ZONA 4 CHIQUIMULILLA SANTA ROSA	FECHA:	MAYO DE 2008
CONTENIDO:	DESARROLLO:	DIRI:	WALTER GUERRERO
ESPECIFICACIONES	WALTER GUERRERO M CANET 1898-11528	VA. BA. AUTORIDAD	U A E I
ING. LUANNIECK COS ASSOR	VA. BA. AUTORIZADO DIRECTOR	VA. BA. WALTER GUERRERO EFERSITA	HOJA No. 6 / 6
			HOJA No. 6 / 17



PLANTA MACHOTE PRIMER NIVEL
BIBLIOTECA INSTITUTO MARIO MENDEZ ESC: 1/125

PLANTA MACHOTE SEGUNDO NIVEL
BIBLIOTECA INSTITUTO MARIO MENDEZ ESC: 1/125

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	INDICA LA ORIENTACION DEL NORTE
	INDICA SECCION
	INDICA POSICION Y NUMERO DE LA ELEVACION
	INDICA LAS DIFERENCIAS DE ALTURAS DE LOS AMBIENTES
	INDICA LAS DIMENSIONES EN NUMEROS

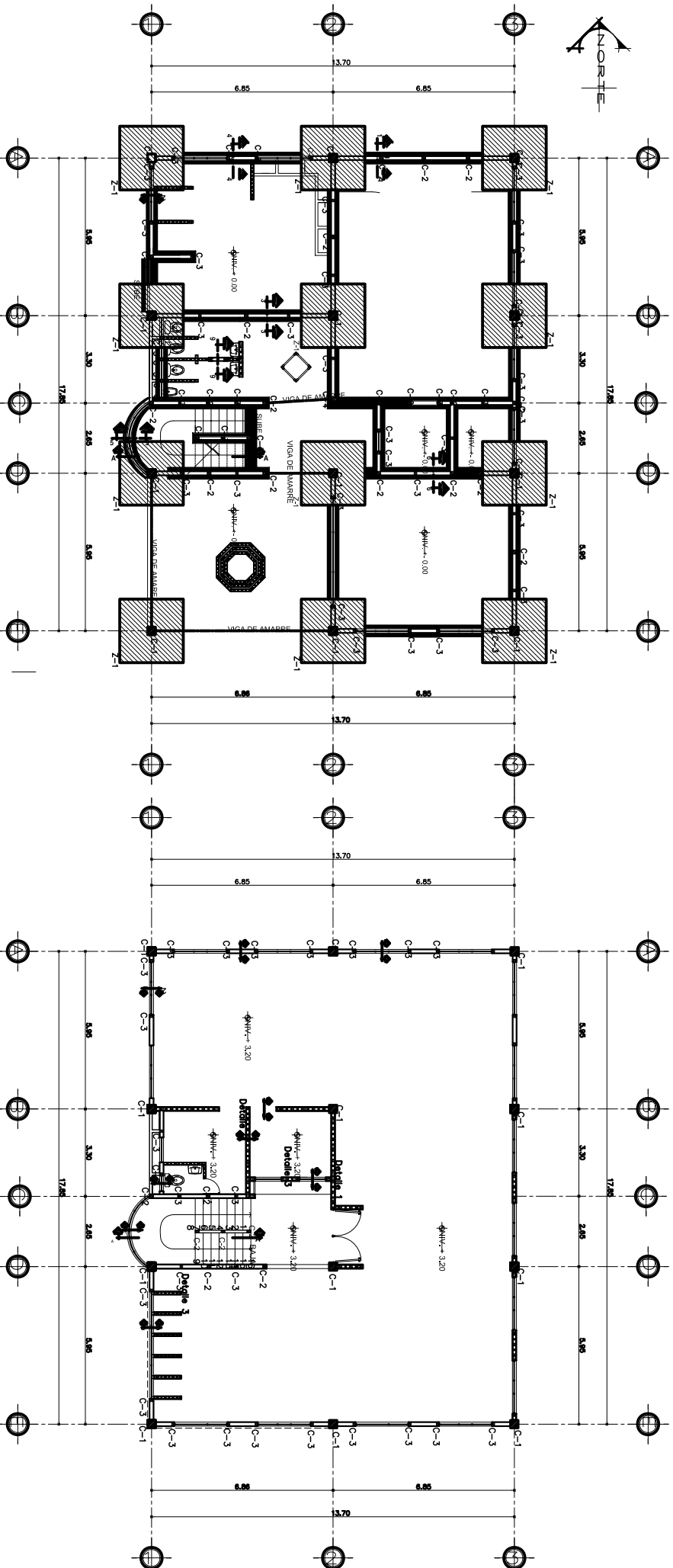
PROYECTOR: **BIBLIOTECA INSTITUTO MARIO MENDEZ** ESCALA: INDICADA
 DIRECCION: 0 AVENIDA 5-24 ZONA 4 CHIQUIMULILLA SANTA ROSA FECHA: MAYO DE 2008
 DIBUJ: WALTER GUERRERO

DESARROLLADO: VA. BA. AUTORIDAD

MACHOTE

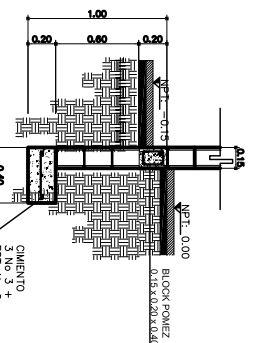
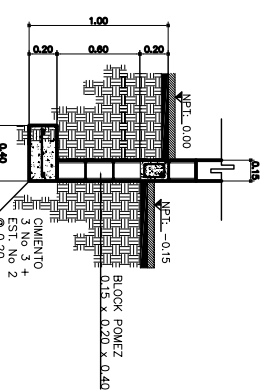
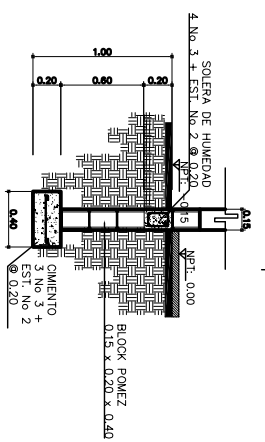
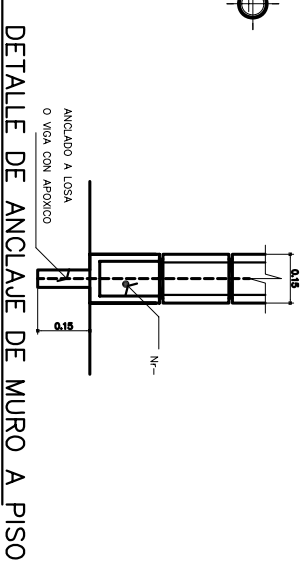
WALTER GUERRERO M CANET : 1998-11525	U	A	E	I
---	---	---	---	---

ING. JUAN MERCE COS. ASesor	VA. BA. AUTORIDAD DIRECTOR	VA. BA. WALTER GUERRERO EPSISTIA	HOLA No. 7	HOLA No. 4	HOLA No. 18
-----------------------------	----------------------------	----------------------------------	------------	------------	-------------

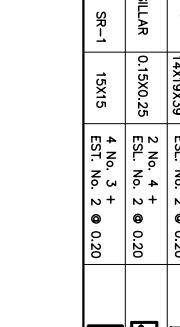
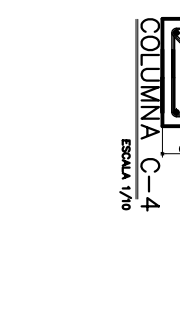
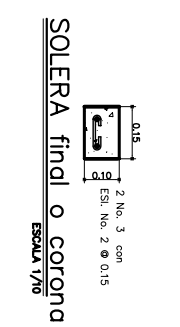
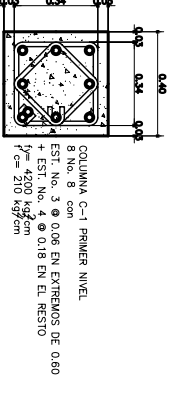
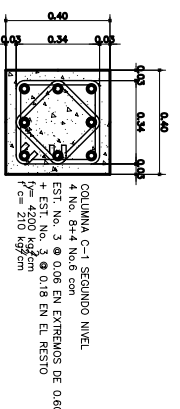


PLANTA DE CIMENTACION
BIBLIOTECA INSTITUTO MARIO MENDEZ
PRIMER NIVEL
ESG: 1/100

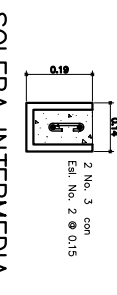
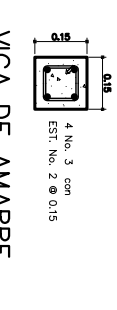
PLANTA DE CIMENTACION
BIBLIOTECA INSTITUTO MARIO MENDEZ
SEGUNDO NIVEL
ESG: 1/100



DETALLES DE CIMENTOS
ESCALA 1/25



TIPO	SECCION	RELUZADO	COLUMNAS
SH	15X15	4 No. 3 + EST. No. 2 @ 0.15	
SI	14X19X39	2 No. 3 + EST. No. 2 @ 0.20	
SILAR	0.15X0.25	2 No. 4 + EST. No. 2 @ 0.20	
SR-1	15X15	4 No. 3 + EST. No. 2 @ 0.20	



TIPO	SECCION	RELUZADO	COLUMNAS
C-1	ANSADA ASADO PRIMER NIV.	16 No. 8 + EST. No. 4 @ 0.04 EXTREMOS Y EST. No. 4 @ 0.08 EN EL RESTO	
C-2	15X15	4 No. 3 + EST. No. 2 @ 0.15	
C-3	10X15	3 No. 3 + EST. No. 2 @ 0.15	

PLANILLA DE COLUMNAS

PROYECTO: BIBLIOTECA INSTITUTO MARIO MENDEZ
DIRECCION: 0 AVENIDA 5-24 ZONA 4 CHIMULULA SANTA ROSA

CONTENIDO: PLANTA DE CIMENTACION

DESARROLLO: Vo. Bo. AUTORIDAD

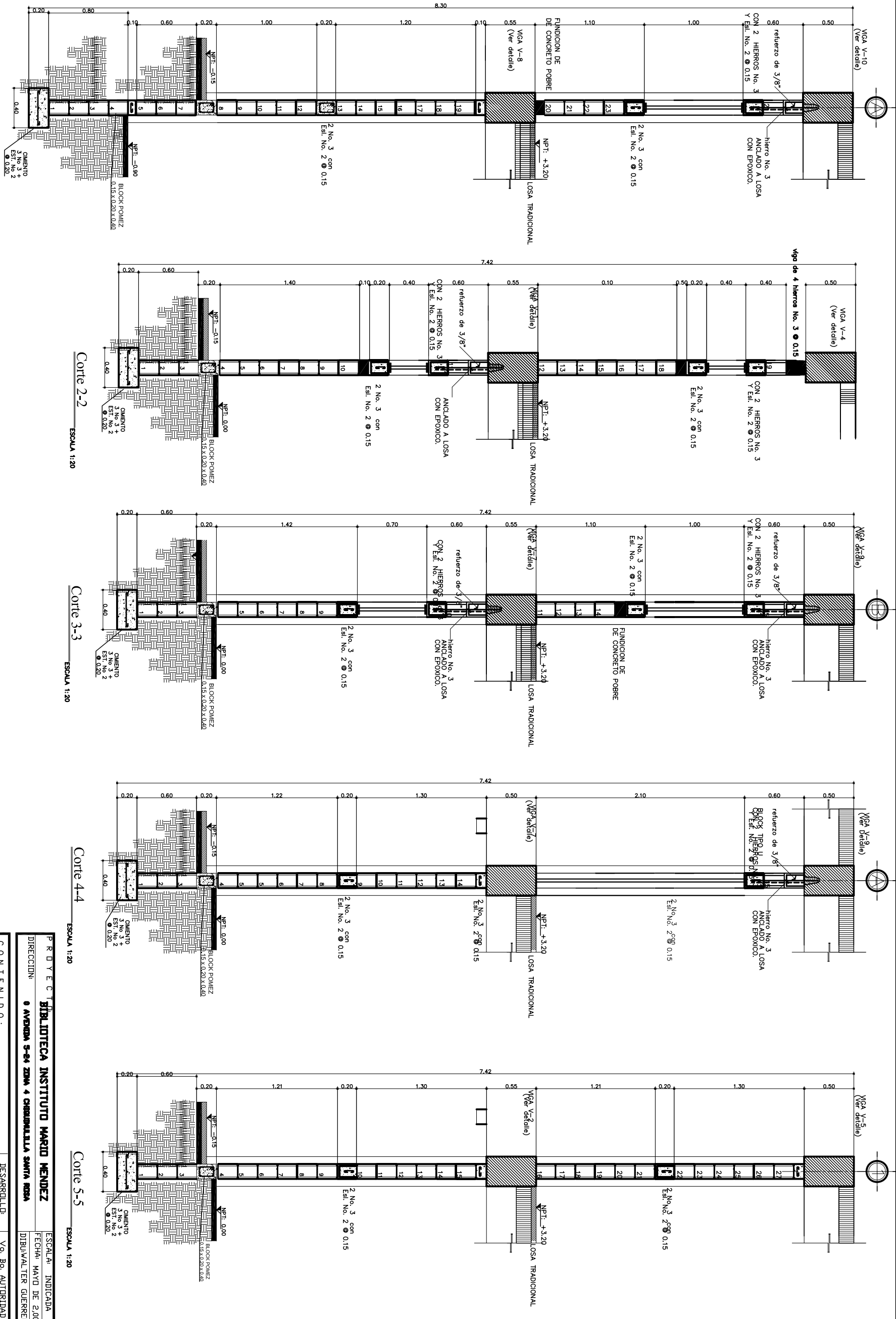
WALTER GUERRERO M. CANETTI: 1998-11525 U A E I

ESCALA: INDICADA
FECHA: MAYO DE 2008
DEBU: WALTER GUERRERO

ING. JUANN MERCK COS. ASESOR Vo.Bo. AUTORIDAD DIRECTOR

Vo.Bo. WALTER GUERRERO EPRESISTA

HOJA No. 1 **HOJA No. 7** **HOJA No. 16**



Corte 1-1
ESCALA 1:20

Corte 2-2
ESCALA 1:20

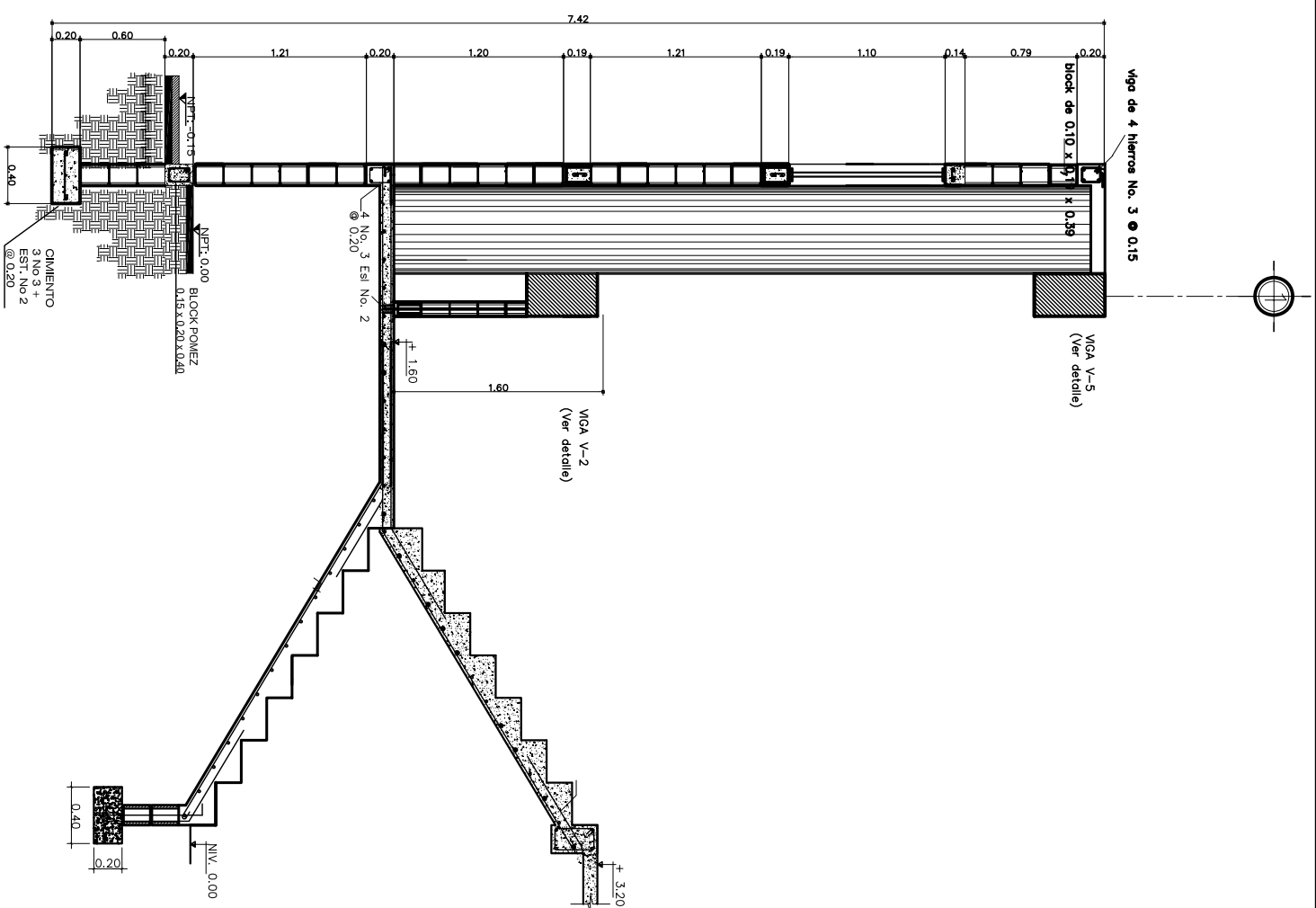
Corte 3-3
ESCALA 1:20

Corte 4-4
ESCALA 1:20

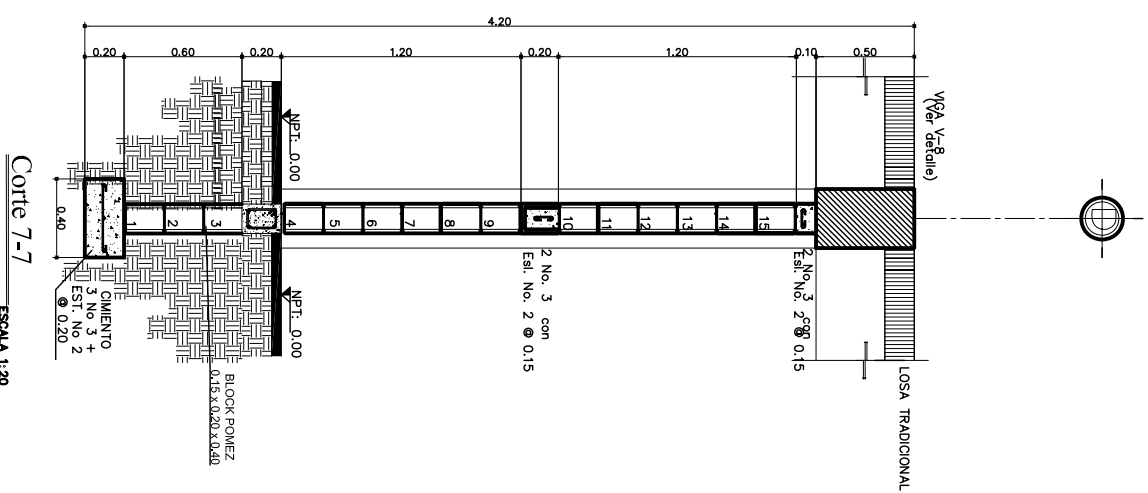
Corte 5-5
ESCALA 1:20

DETALLES DE CORTES DE MUROS
BIBLIOTECA INSTITUTO MARIO MENDEZ

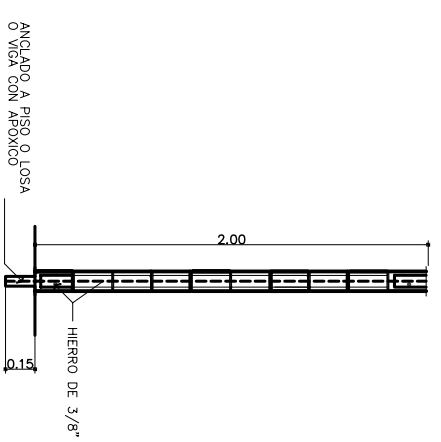
PROYECTO: BIBLIOTECA INSTITUTO MARIO MENDEZ		ESCALA: INDICADA	
DIRECCION: 8 AVENIDA S-84 ZONA 4 CERRITOS SANTA ROSA		FECHA: MAYO DE 2,008	
CONTENIDO: CORTES DE MURD		DIBUJANTE: WALTER GUERRERO	
DESARROLLADO:		VO. BO. AUTORIDAD:	
WALTER GUERRERO CANETTI 1998-11529		WALTER GUERRERO EFESISTA	
ING. JUAN MERCK CIS ASesor		VO. BO. AUTORIDAD DIRECTOR	
Hoja No. 2		Hoja No. 8	
16		16	



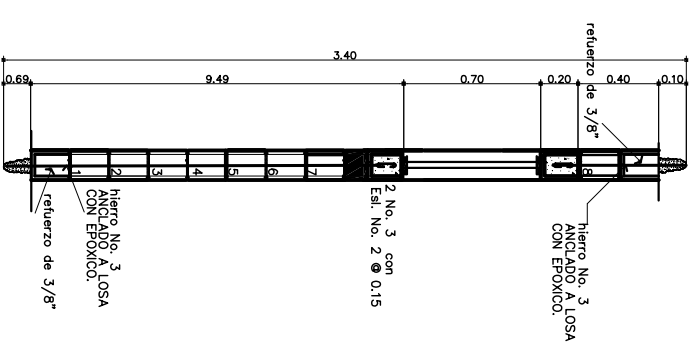
Corte 6-6 ESCALA 1:25



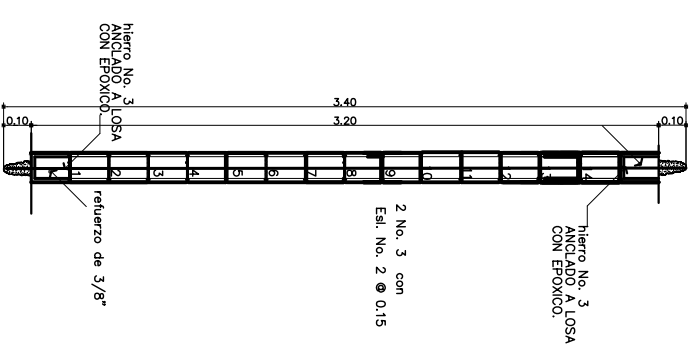
Corte 7-7 ESCALA 1:20



Corte 10-10 ESCALA 1:20



Corte 8-8 ESCALA 1:20



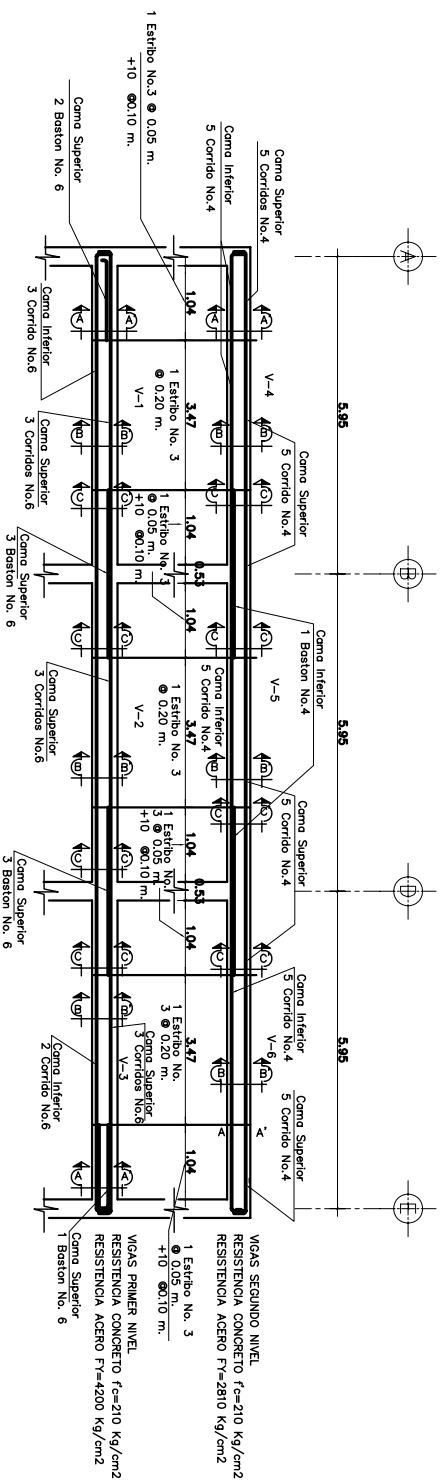
Corte 9-9 ESCALA 1:20

PROYECTO: BIBLIOTECA INSTITUTO MARIO MENDEZ		ESCALA: INDICADA
DIRECCION: 0 AVENIDA S-84 ZONA 4 CERRITOS SANTA ROSA		FECHA: MAYO DE 2,008
DESARROLLADO: V. B. AUTORIDAD		DIBUJANTE: VALTER GUERRERO

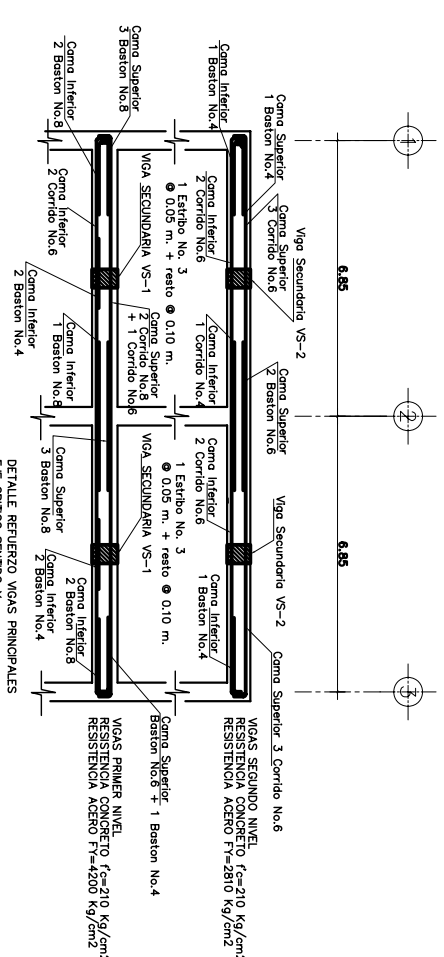
CONTENIDO DE MURD

VALTER GUERRERO	M	A	E	I
CANETTI 1998-1525	U			

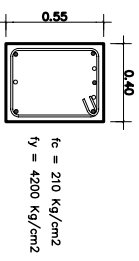
ING. JUAN MERCK CAS	Vo. Bo. AUTORIDAD	Vo. Bo. VALTER GUERRERO	Hoja No. 3	Hoja No. 16
ASESOR	DIRECTOR	EFESISTA		



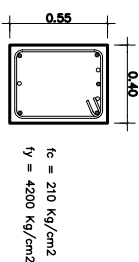
MARCO EJE NUMERO



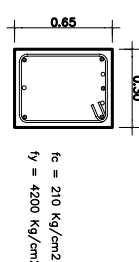
MARCO EJE LETRA



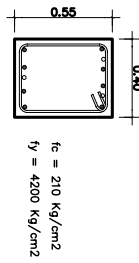
V-2 SECCION C-C'



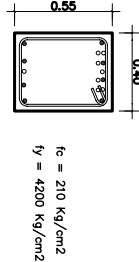
V-3 SECCION C-C'



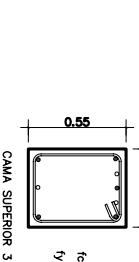
V-3 SECCION C-C'



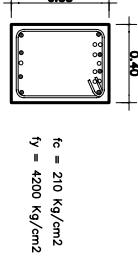
V-4 SECCION A-A'



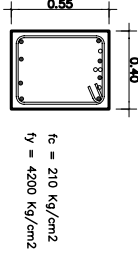
V-4 SECCION C-C'



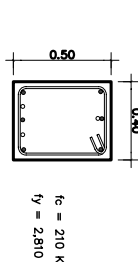
V-1 SECCION A-A'



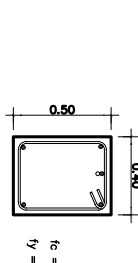
V-5 SECCION C-C'



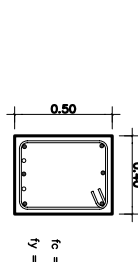
V-5 SECCION D-D'



V-6 CORTE A-A'



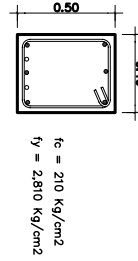
V-6 CORTE B-B'



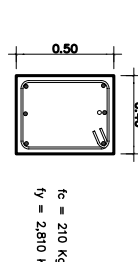
V-7 CORTE C-C'



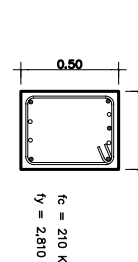
V-1 SECCION B-B'



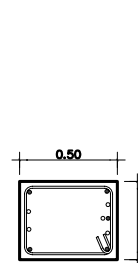
V-8 SECCION C-C'



V-8 SECCION A-A'



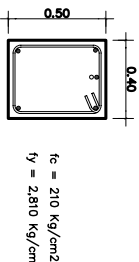
V-9 SECCION A-A'



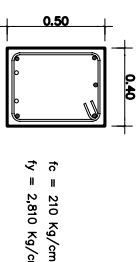
V-9 SECCION C-C'



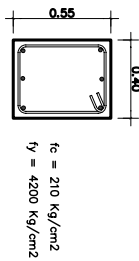
V-1 SECCION C-C'



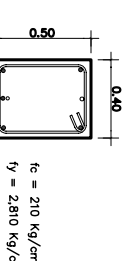
V-10 SECCION B-B'



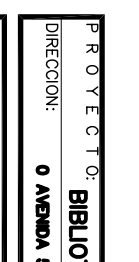
V-10 SECCION D-D'



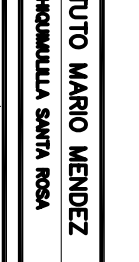
V-9 SECCION A-A'



V-9 SECCION C-C'



V-1 SECCION A-A'



V-1 SECCION C-C'

VIGA SECUNDARIA VS-1 PRIMER NIVEL

VIGA SECUNDARIA VS-2 SEGUNDO NIVEL

PROYECTO: **BIBLIOTECA INSTITUTO MARIO MENDEZ**
 DIRECCION: **0 AVENIDA 5-24 ZONA 4 CHIMULULA SANTA ROSA**

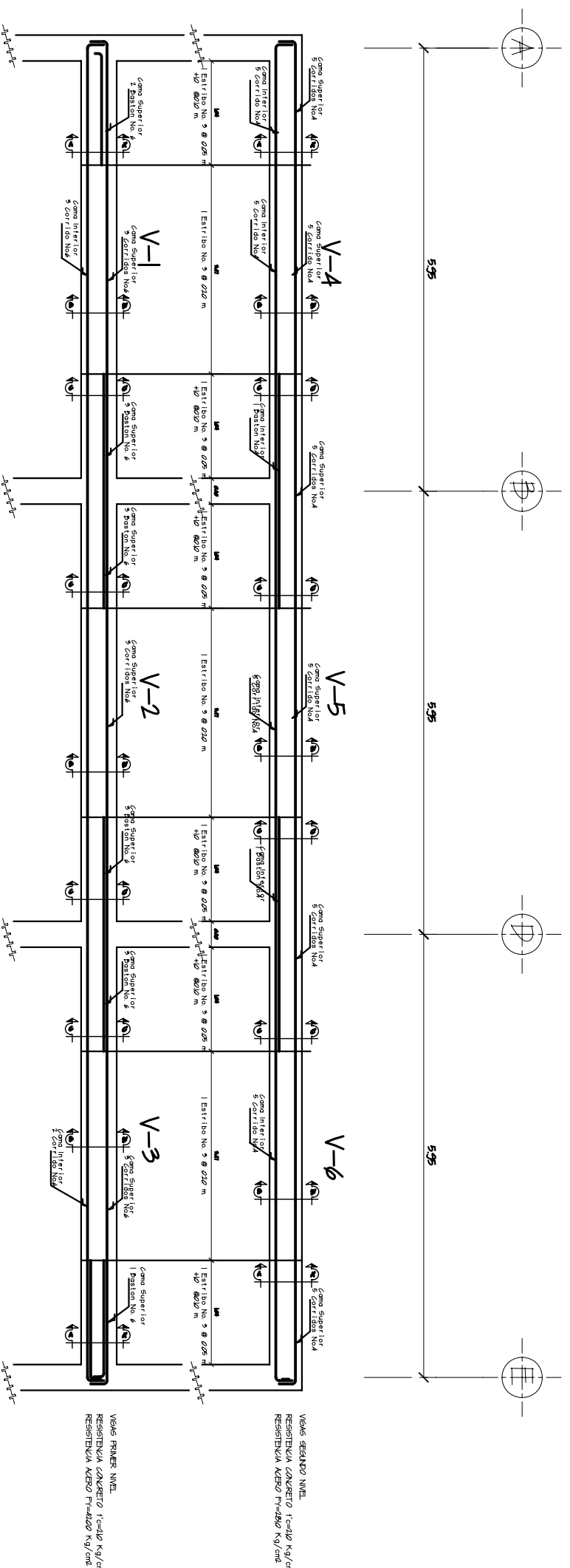
ESCALA: INDICADA
 FECHA: MAYO DE 2008
 DIBU: WALTER GUERRERO

CONTENIDO:
DETALLES ESTRUCTURALES

DESARROLLO: Vo. Bo. AUTORIDAD
 WALTER GUERRERO M.
 CANETI: 1998-11525 U A E I

ING. JUAN MERCK COS. Vo.Bo. AUTORIDAD DIRECTOR
 Vo.Bo. WALTER GUERRERO EPESISTA

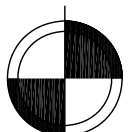
HOJA No. 4
 HOJA No. 16



$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

SECCION VIGA: 0.55 mX 0.40 m.

3 No. 3 @ 0.10 m+
 3 No. 3 @ 0.25 m.



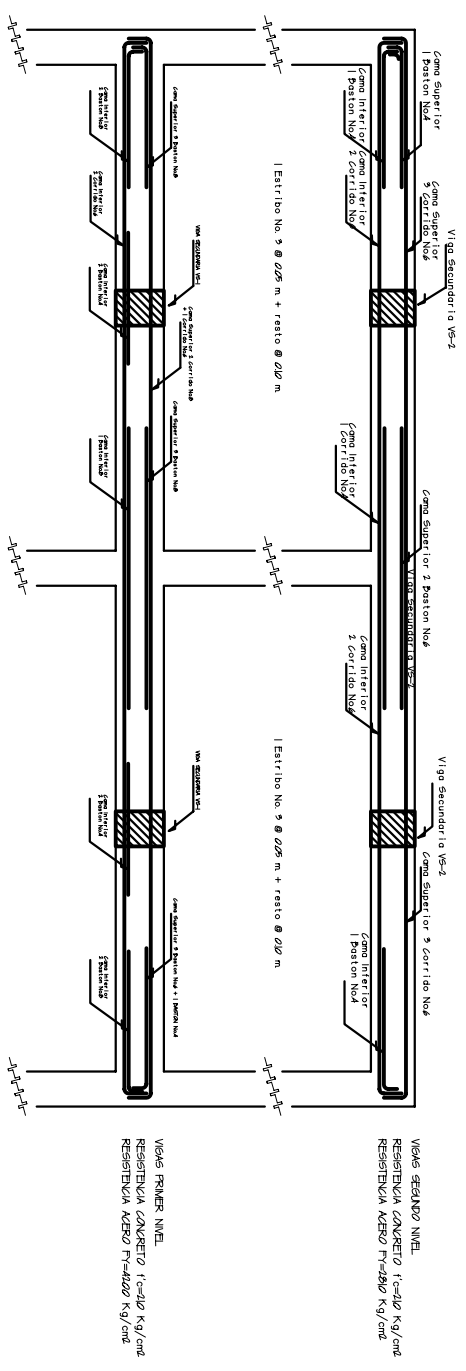
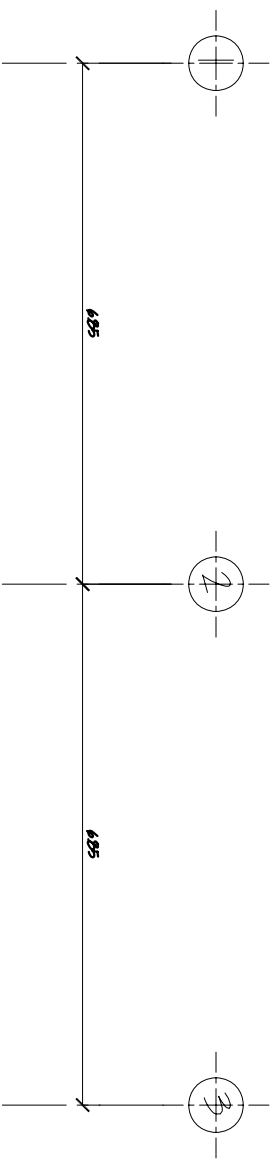
VIGA VS-1

VIGA SECUNDARIA 1

S/E

NOTA: EL ACERO DE REFUERZO POR CORTANTE
 (ESTRIBOS) HA SIDO CONSIDERADO $f_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$

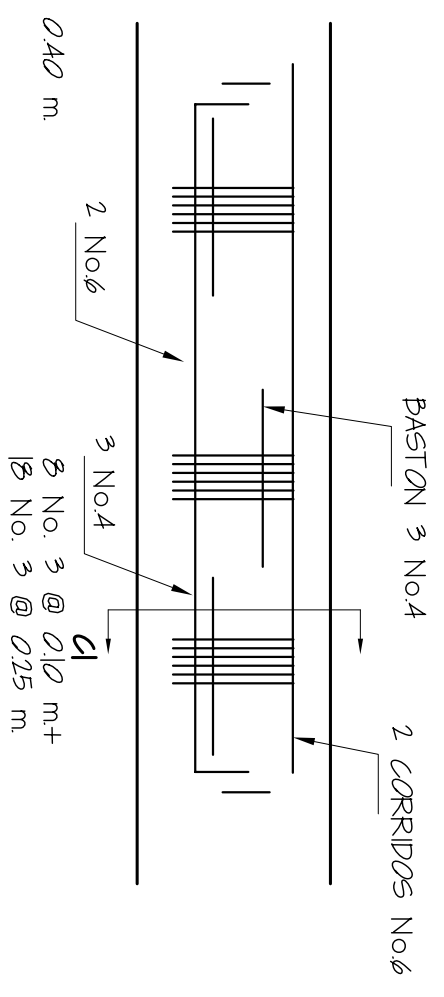
P R O Y E C T O		BIBLIOTECA INSTITUTO MARI0 MENDEZ		ESCALA: INDICADA	
DIRECCION:		0 AVENIDA 5-24 ZONA 4 CHIGUILLULLA SANTA ROSA		FECHA: MAYO DE 2.008	
CONTENIDO:		DESARROLLADO:		DIBUJ: WALTER GUERRERO	
ARMADO DE LOSA		Vo. Bo. AUTORIDAD			
VALTER GUERRERO M. CANETTI 1998-11525		U		A	
		E		I	
ING. JUANN MERCK COS. ASESOR		Vo.Bo. AUTORIDAD DIRECTOR		HoJA No. 4	
		Vo.Bo. WALTER GUERRERO EPESISTA		HoJA No. 10	
				16	



DETALLE REINFORZO VIGAS PRINCIPALES
EN LOS SENTIDOS Y

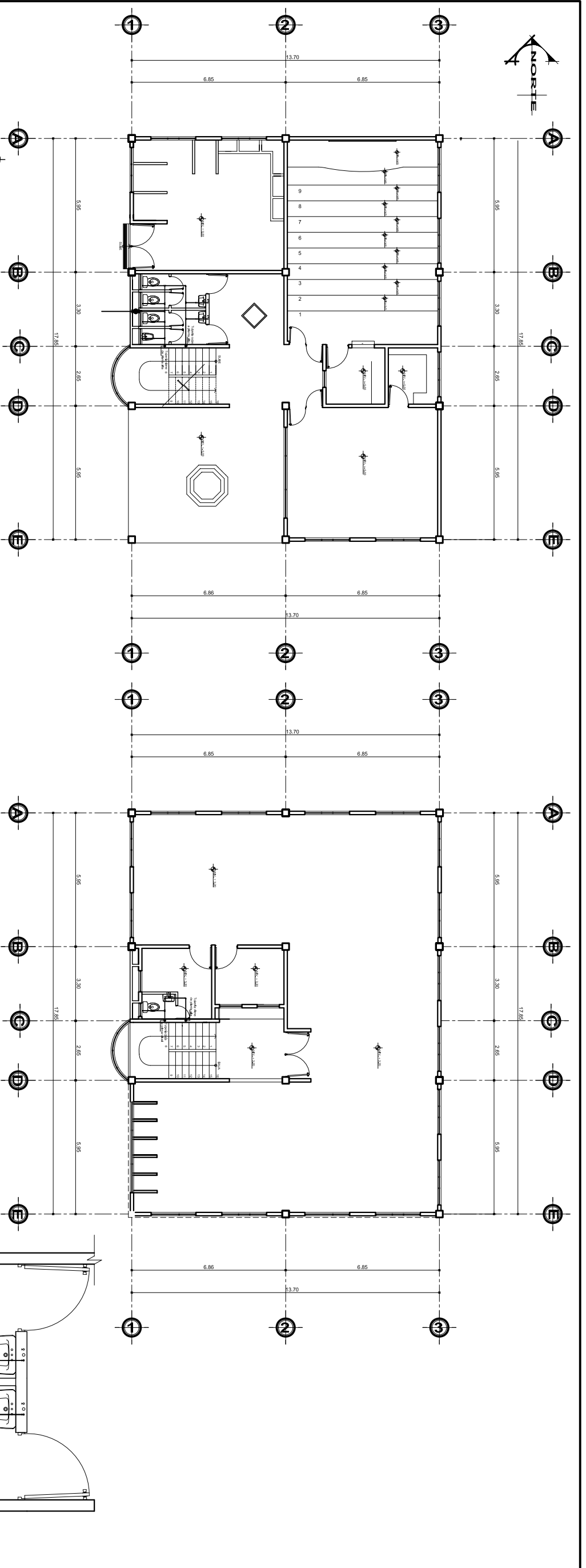
$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 $f_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$

SECCION VIGA: 0.50 m x 0.40 m

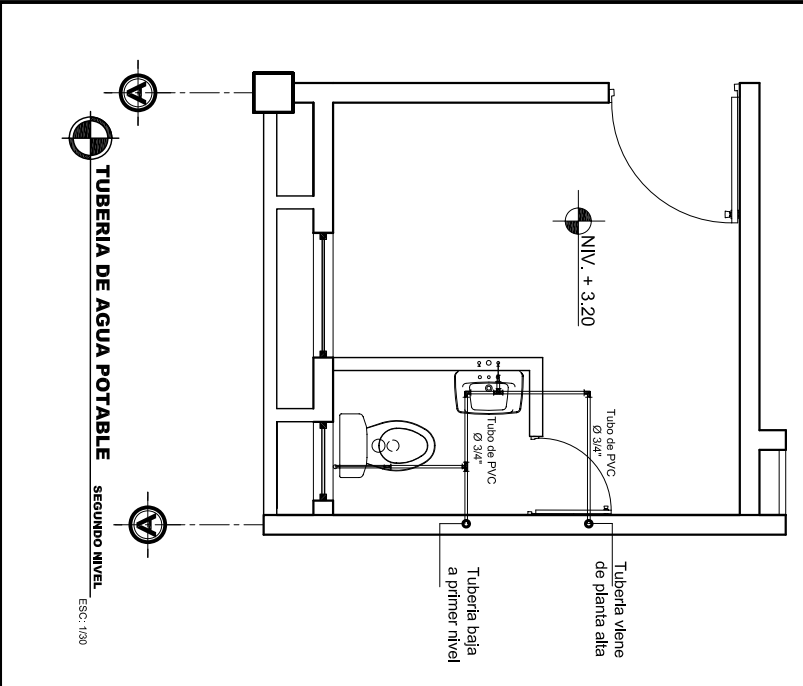


VIGA VS-2
VIGA SECUNDARIA 2

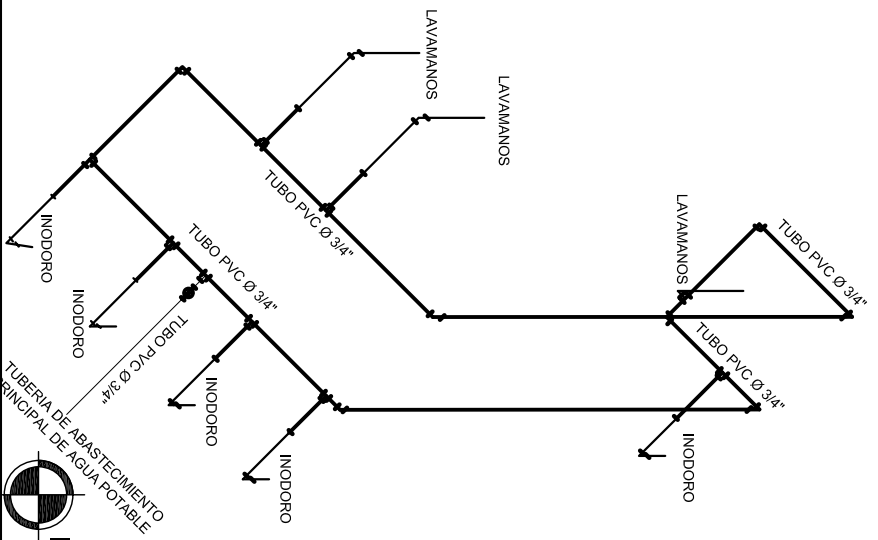
P R O Y E C T O		BIBLIOTECA INSTITUTO MARIO MENDEZ		ESCALA:	INDICADA
DIRECCION:		0 AVENIDA 5-24 ZONA 4 CHOLONULLA SANTA ROSA		FECHA:	MAYO DE 2,008
CONTENIDO:		DESARROLLADO:		DIBUJADO:	
ARMADO DE LOSA		VALTER GUERRERO M. CANETTI 1998-11525		WALTER GUERRERO EPESISTA	
ING. JUANN MERCK COS. ASESOR		VO. BO. AUTORIDAD DIRECTOR		VO. BO. AUTORIDAD	
HOJA No.	4	HOJA No.	10		
			16		



PLANTA DE AGUA POTABLE PRIMER NIVEL
BIBLIOTECA INSTITUTO MARIO MENDEZ
ESC: 1/125



TUBERIA DE AGUA POTABLE SEGUNDO NIVEL
ESC: 1/50



ISOMETRICO DE AGUA POTABLE
BIBLIOTECA INSTITUTO MARIO MENDEZ
ESC: 1/30

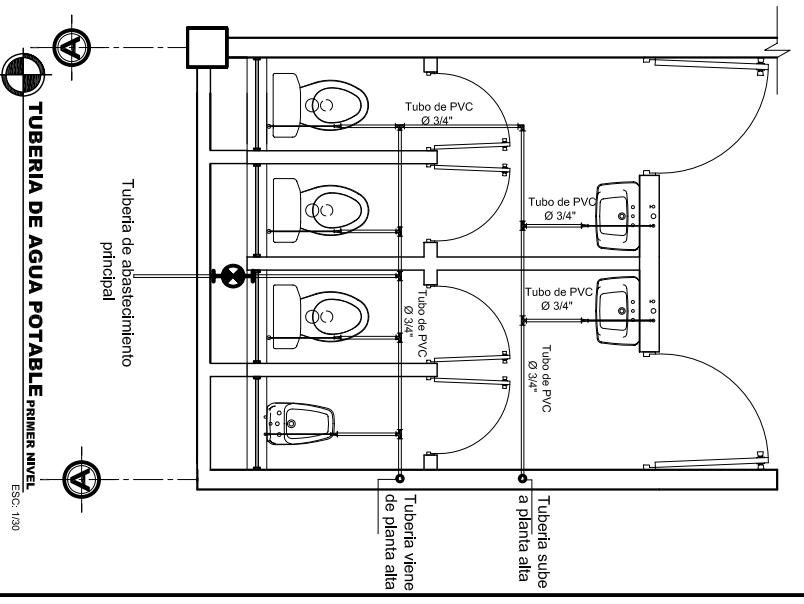
ESPECIFICACIONES

- Se utilizaran tuberías de pvc con ϕ de 3/4" para todo el circuito con resistencia de 100 PSI.
- Todo los artefactos sanitarios llevaran contrallave.
- La excavación tendra una profundidad de 30 cms. a partir del nivel $+0.00$ del nivel del piso.
- Antes de colocar el piso se debena efectuar las respectivas pruebas del agua para evitar cualquier fuga de agua y con la capacidad de la presión calculada. (ver memoria de calculo).

NOTA:

-Para los ramales de agua se emplearan tubos de 1/2" con sus respectivos reductores de 3/4" a 1/2".

NOMENCLATURA DE PLOMERIA	
simbolo	descripcion
	TUBERIA P.V.C. PARA AGUA FRIA ϕ 3/4" Y 1/2"
	CODO VERTICAL A 90° P.V.C. 3/4" Y 1/2"
	CODO HORIZONTAL A 90° P.V.C. DE 3/4" Y 1/2"
	TEE HORIZONTAL P.V.C. DE 3/4"
	INDICA REDUCTOR P.V.C. DE 3/4" A 1/2"
	INDICA LIME DE PISO
	INDICA BAJA O SUBE TUBERIA



TUBERIA DE AGUA POTABLE PRIMER NIVEL
ESC: 1/50

PROYECTOR: **BIBLIOTECA INSTITUTO MARIO MENDEZ**
DIRECCION: 0 AVENIDA 5-24 ZONA 4 CHIQUILUILLA SANTA ROSA

ESCALA: INDICADA
FECHA: MAYO DE 2008
DIBU: WALTER GUERRERO

DESARROLLADO: VA. BA. AUTORIDAD

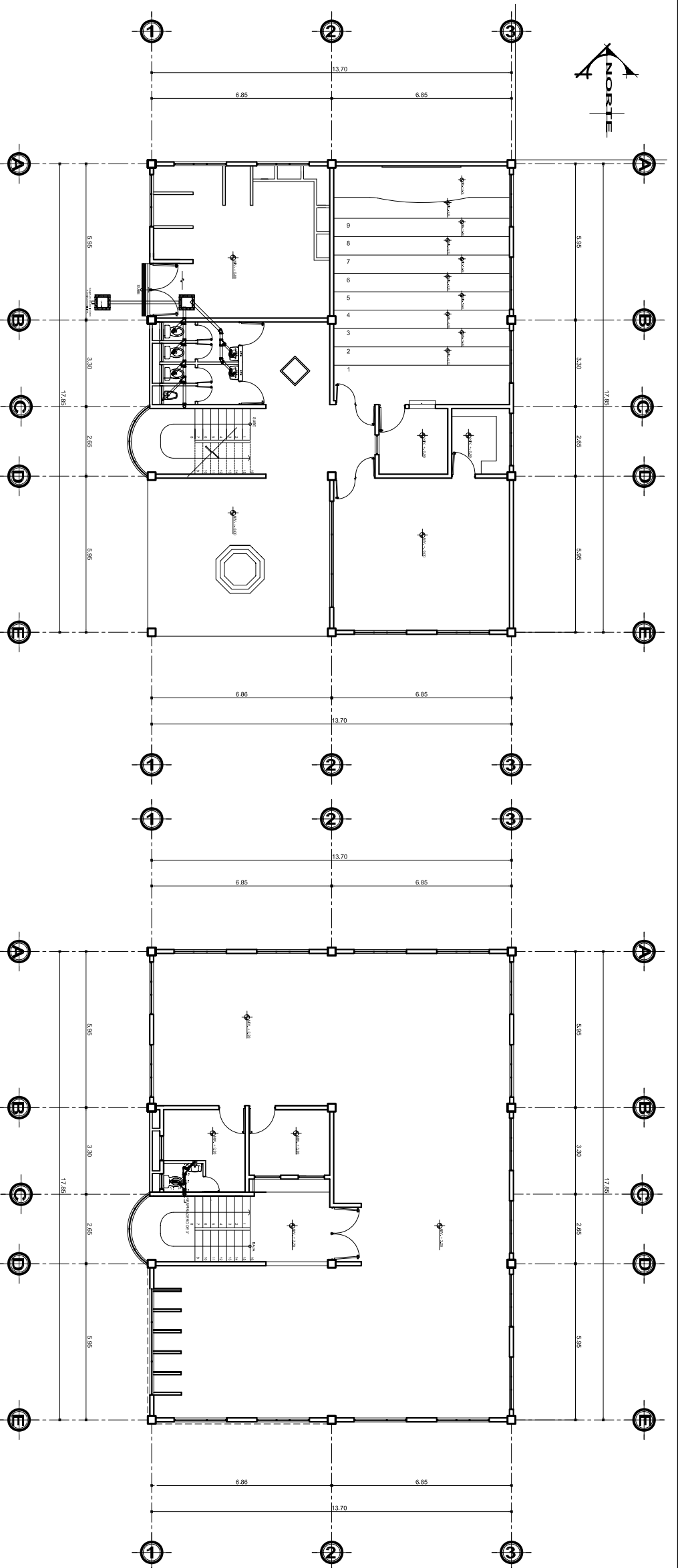
INST. AGUA POTABLE

WALTER GUERRERO M
CANET: 1898-11525

U	A	E	I

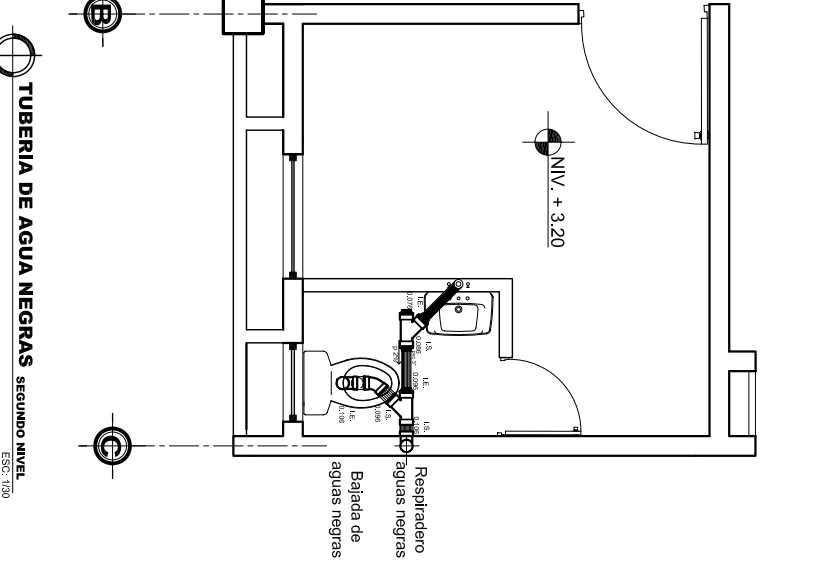
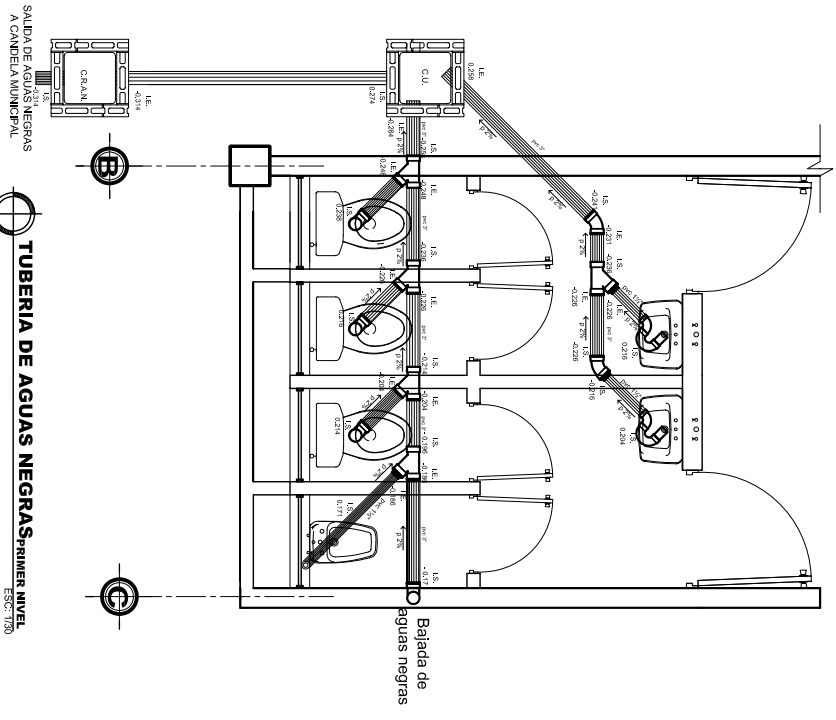
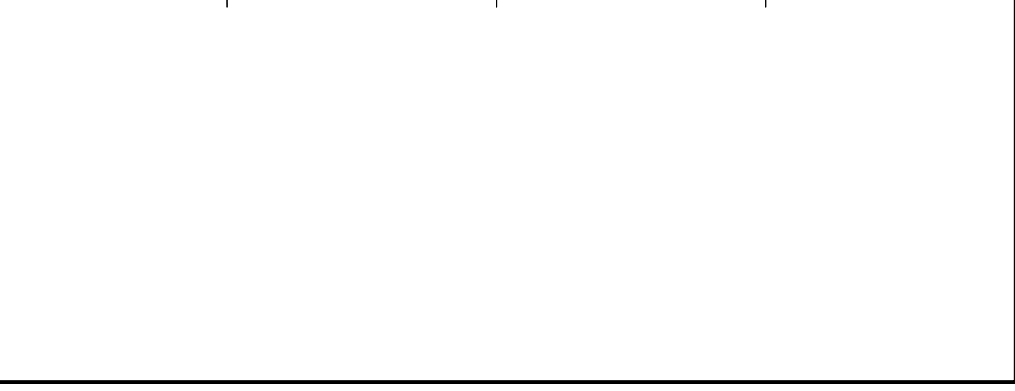
HOLA No. 1 / 12 / 16

ING. LUJANNECK COS. VA. BA. AUTORIDAD DIRECTOR
VA. BA. WALTER GUERRERO EFESISTA



PLANTA DE AGUA POTABLE PRIMER NIVEL
 BIBLIOTECA INSTITUTO MARIO MENDEZ
 ESC: 1/125

PLANTA DE AGUA NEGRAS SEGUNDO NIVEL
 BIBLIOTECA INSTITUTO MARIO MENDEZ
 ESC: 1/125



SIMBOLOGIA DE DRENAJES

SIMBOLO	SIGNIFICADO	SIMBOLO	SIGNIFICADO
	CAJA DE REGISTRO DE DRENAJE DE AGUAS NEGRAS		SIFON TERMINAL PERFIL
	CAJA DE REGISTRO DE AGUA PLUVIAL		TEE PLANTA
	CAJA DE UNION DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIAL		TEE ELEVACION
	PENDIENTE DE TECHOS AGUA PLUVIAL		YEE
	TUBO DE DRENAJE AGUA PLUVIAL		CORDO 90° PERFIL
	TUBO DE DRENAJE AGUAS NEGRAS		CORDO 90° ELEVACION
	INDICACION DE CONTINUIDAD DE LA TUBERIA		CORDO 45° PERFIL
	REDUCTOR DE 3" A 1 1/2"		BAJADA DE AGUA PLUVIAL
			RESPIRADERO DE aguas negras
			TAPA DE 3"

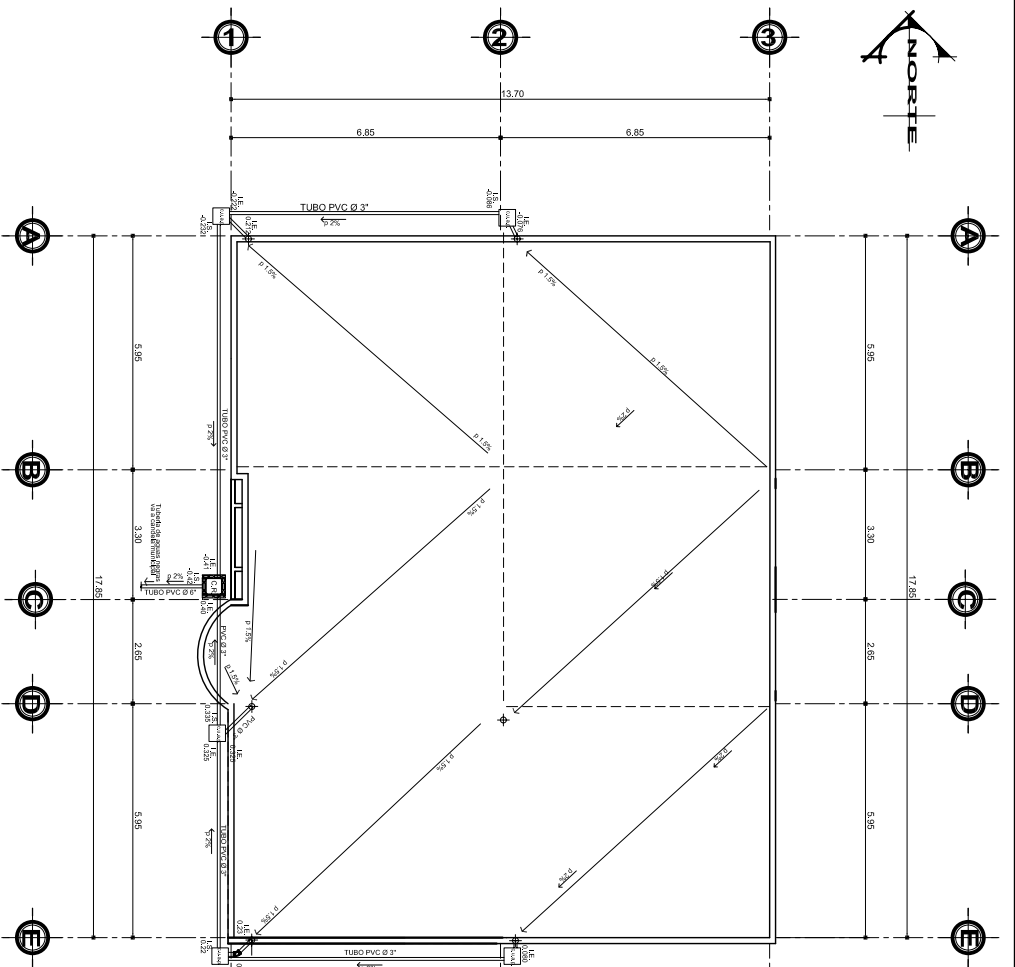
PROYECTOR: **BIBLIOTECA INSTITUTO MARIO MENDEZ** ESCALA: INDICADA
 DIRECCION: 0 AVENIDA 5-24 ZONA 4 CHIQUIMULILLA SANTA ROSA FECHA: MAYO DE 2008
 DIBU: WALTER GUERRERO

CONTENIDO:
INST. AGUAS NEGRAS

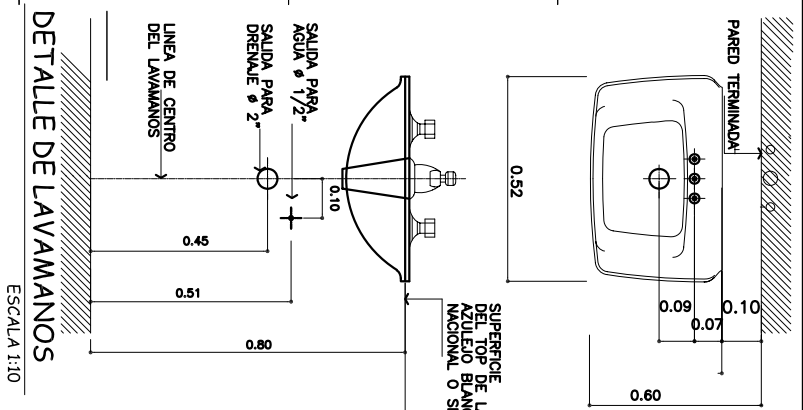
DESARROLLADO:	VA. BA. AUTORIDAD
WALTER GUERRERO M CANET: 1998-11525	
U	A
E	I

HOLA No. 1	HOLA No. 13
2	16

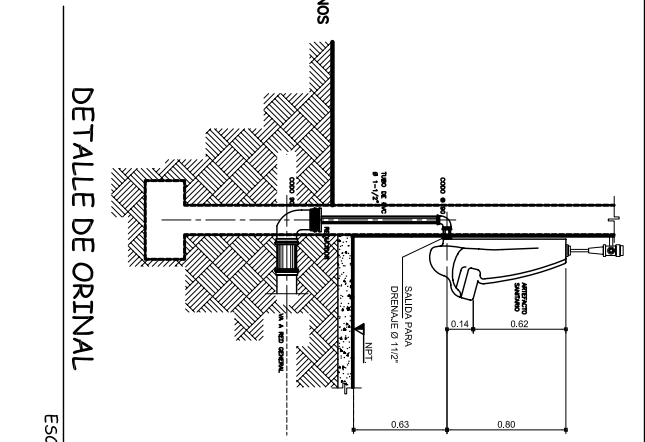
ING. LUIS MATEOS ASSOR VA. BA. AUTORIDAD DIRECTOR
 VA. BA. WALTER GUERRERO EFESISTA



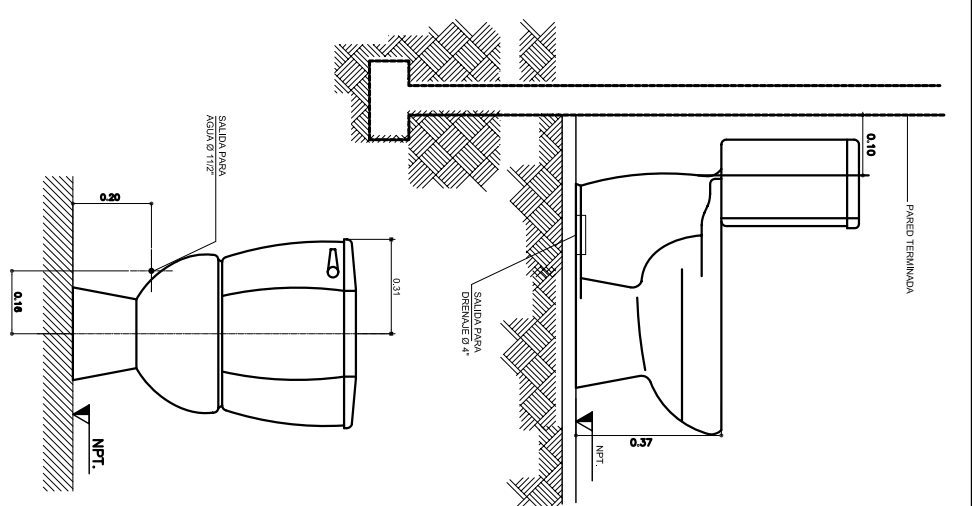
PLANTA DE TECHO, AGUA PLUVIAL
BIBLIOTECA INSTITUTO MARIO MENDEZ
ESC.: 1/125



DETALLE DE LAVAMANOS
ESCALA 1:10

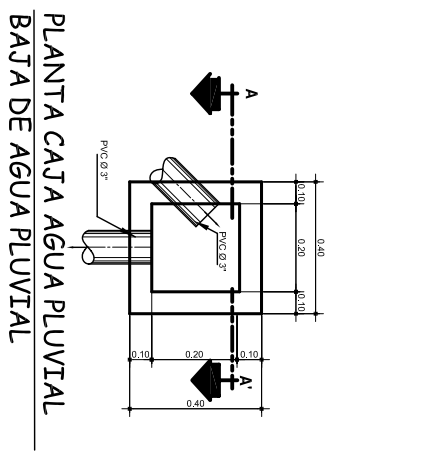


DETALLE DE ORINAL
ESCALA 1:25

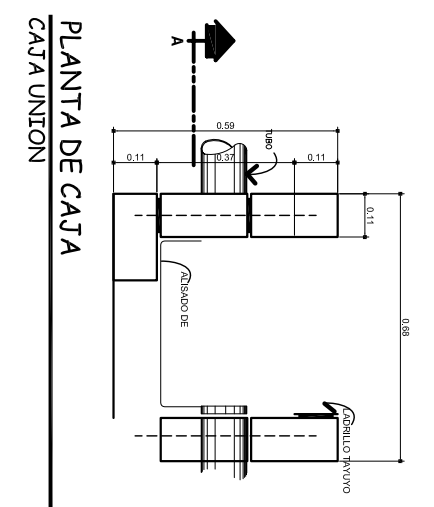


DETALLE DE INODORO
MODELO: RENAISSANCE
ESCALA 1:10

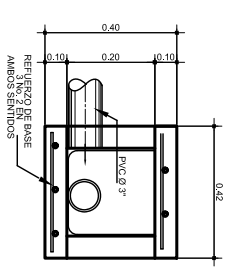
NOTA: ESTOS DETALLES DE TOMAS DE ESPERAS FUERON COPIADAS DEL FOLLETO DEL INDERD STANDARD QUE SE PROPORCIONO POR PARTE DE LAS EMPRESA INSTALACIONES MODERNAS DE GUATEMALA



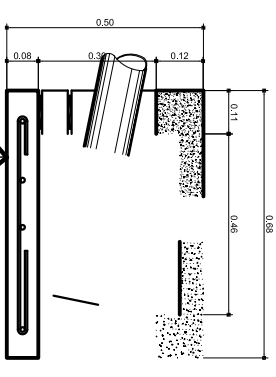
PLANTA CAJA AGUA PLUVIAL
BAJA DE AGUA PLUVIAL



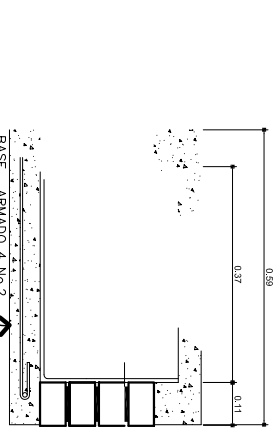
PLANTA DE CAJA CAJA UNION



SECCION DE CAJA
BAJA DE AGUA PLUVIAL
ESCALA 1:10



SECCION DE CAJA
CAJA DE UNION
ESCALA 1/10



SECCION DE CAJA
CAJA TIPO C-2
ESCALA 1/10

SIMBOLOGIA DE DRENAJES	
	CAJA DE REGISTRO DE DRENAJE DE AGUAS NEGRAS
	CAJA DE REGISTRO DE AGUA PLUVIAL
	CAJA DE UNION DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIAL
	PENDIENTE DE TECHOS AGUA PLUVIAL
	TUBO DE DRENAJE AGUA PLUVIAL
	TUBO DE DRENAJE AGUAS NEGRAS
	INDICACION DE CONTINUIDAD DE LÍNEA TUBERÍA
	REPLICADOR DE 3\"/>

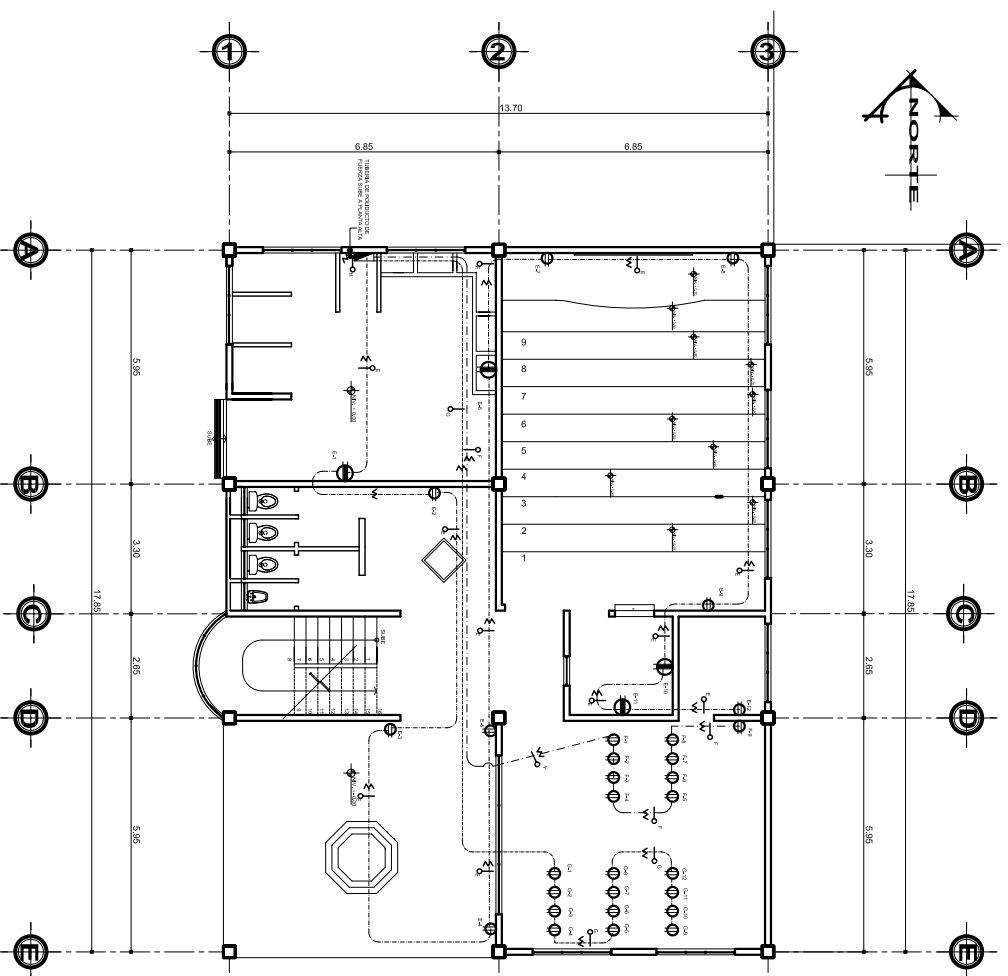
SIMBOLOGIA DE DRENAJES	
	SIFON TERMINAL PERFIL
	TEE PLANTA
	TEE ELEVACION
	YEE
	CORDO 90° PERFIL
	CORDO 90° ELEVACION
	CORDO 45° PERFIL
	BAJADA DE DRENAJE
	BAJADA DE AGUA PLUVIAL
	RESPIRADERO DE aguas negras
	TAPA DE 3\"/>

MEMORIA DE CALCULO AGUA PLUVIAL- TECHO	
PENDIENTE DE PAÑUELOS COLECTOR = 15%	
INTENSIDAD DE LLUVIA EN mm/hora	150
DIAMETRO DEL COLECTOR en PVC	100
AREA MAXIMA A DRENAJE en m ²	200
Tubo PVC Ø 3\"/>	

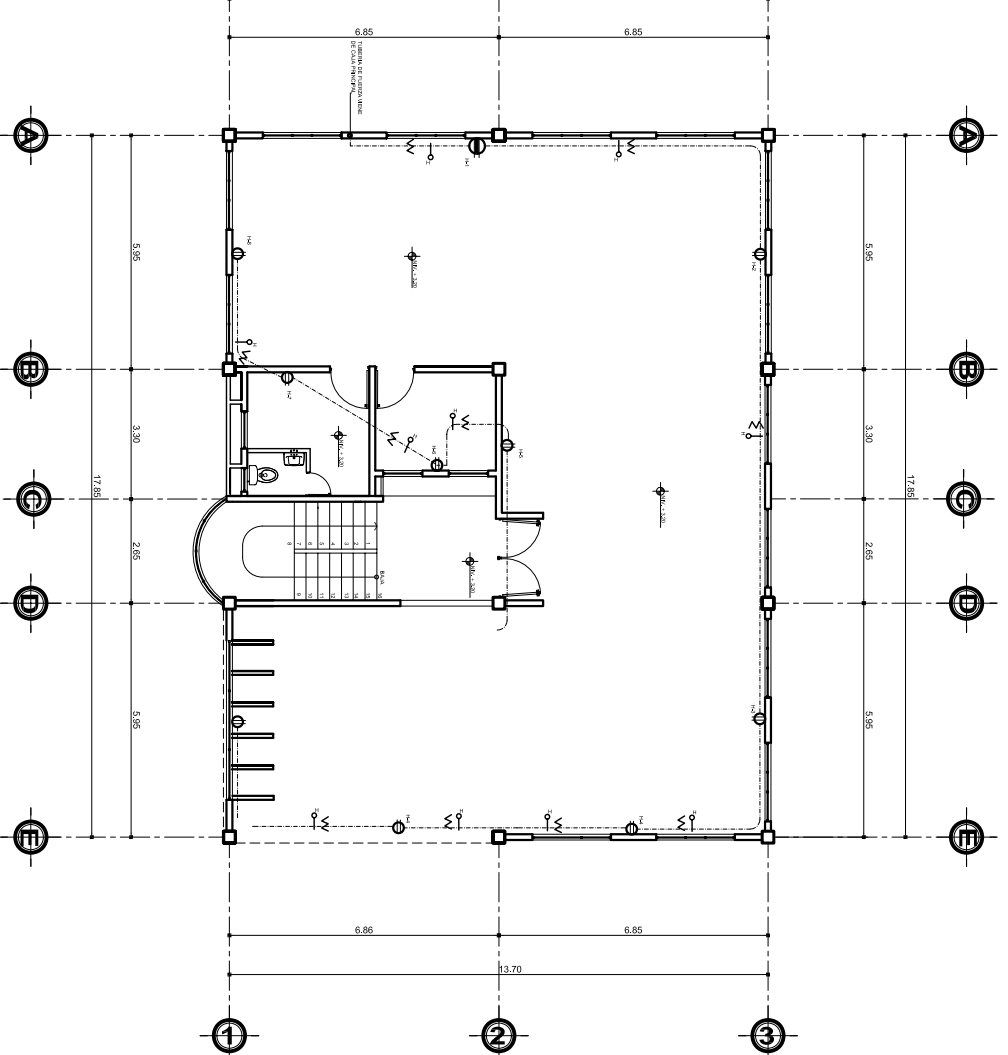
MEMORIA DE CALCULO COLECTOR = 2%	
PENDIENTE HORIZONTAL COLECTOR UNION = 2%	
INTENSIDAD DE LLUVIA EN mm/hora	150
DIAMETRO DEL COLECTOR en PVC	100
AREA MAXIMA A DRENAJE en m ²	200
Tubo PVC Ø 3\"/>	

NOTA: Se considerará la intensidad de lluvia para esta zona de 150 mm/hora. Se considerará un coeficiente de escorrentía de 0.85 para el tipo de suelo que se indica. Se considerará un coeficiente de pérdida de 0.15 para la tubería y un coeficiente de pérdida de 0.15 para la tubería de 3\"/>

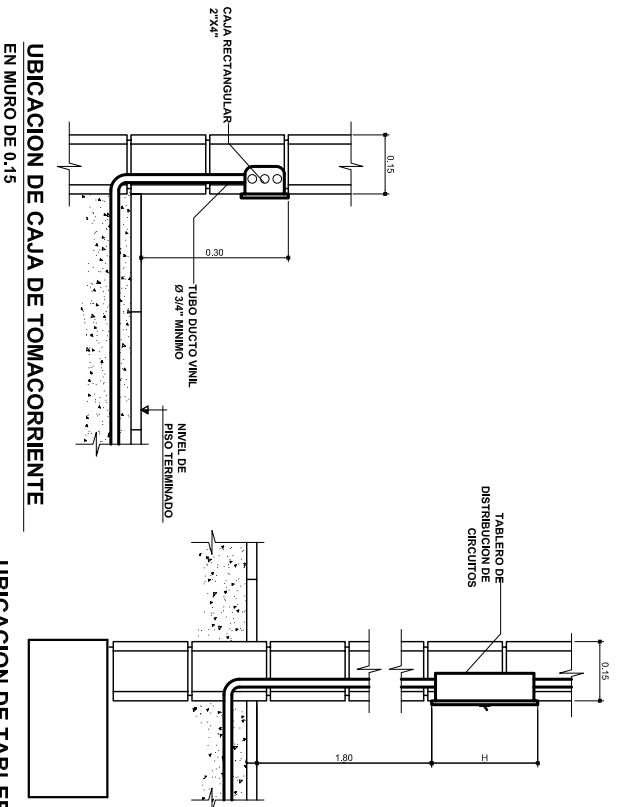
BIBLIOTECA INSTITUTO MARIO MENDEZ
DIRECCION: 0 AVENIDA 5-24 ZONA 4 CHIQUIMULILLA SANTA ROSA
FECHA: MAYO DE 2008
DIBU: WALTER GUERRERODESCARROLLO: VA. BA. AUTORIDAD**INST. AGUA PLUVIAL**
WALTER GUERRERO M
CANET: 1998-11525
DETALLES DE CAJAS
HOLA No. 1 / 3
HOLA No. 14 / 16
ING. LUANNIECK COS. VA. BA. AUTORIZADO DIRECTOR
VA. BA. WALTER GUERRERO EFERSITA



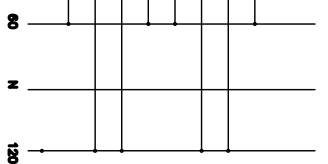
PLANTA DE FUERZA
BIBLIOTECA INSTITUTO MARIO MENDEZ
SEGUNDO NIVEL
ESC.: 1/125



PLANTA DE FUERZA
BIBLIOTECA INSTITUTO MARIO MENDEZ
SEGUNDO NIVEL
ESC.: 1/125



MEMORIA DE CALCULO DE ILUMINACION Y FUERZA										
DIST.	COLOR	CIRC.	USO	No. UNL.	W/V	AWG	KW	VOLT.	AMP.	PROTECCION
52	smarillo	A	ILUMINA.	12	100	12	1.2	115	11.50	15
41	blanco	B	ILUMINA.	8	100	12	0.8	115	7.72	15
50	rojo	C	ILUMINA.	9	100	12	0.9	115	8.69	15
37	verde	D	ILUMINA.	9	100	12	0.9	115	8.69	15
68	negro	E	FUERZA	12	200	10	1.2	230	11.50	30
25	azul	F	FUERZA	8	200	12	0.8	230	7.72	30
27	rosado	G	FUERZA	12	200	12	1.2	230	11.50	30
55	cafe	H	FUERZA	8	200	12	0.8	230	7.72	30
							7.8	1380	75.31	180



NOMENCLATURA

SIMBOLO	DESCRIPCION
---	TUBERIA EN PISO Ø INDICADO
— —	ALAMBRE CALIENTE
— —	ALAMBRE NEUTRO
⊖	TOMACORRIENTE 110 V. DOBLE @ INDICADA
⊖	TOMACORRIENTE 110 V. DOBLE @ 1.10 S.N.P.T.
⊖	TABLERO DE FILIPONES @ 1.80 S.N.P.T.

PROYECTOR: BIBLIOTECA INSTITUTO MARIO MENDEZ
 DIRECCION: 0 AVENIDA 5-24 ZONA 4 CHIQUIMULILLA SANTA ROSA
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: MAYO DE 2008
 DIBU: WALTER GUERRERO

CONTENIDO:
 PLANTA DE FUERZA + DETALLES
 MEMORIA DE CALCULO
 DESARROLLO: VA. BA. AUTORIDAD

ING. LUANNARECK COS. VA. BA. AUTORIZADO DIRECTOR
 VA. BA. WALTER GUERRERO EFESISTA
 HOJA No. 1 / 5 HOJA No. 16 / 16