



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA
ALDEA TRAPICHE ABAJO Y EDIFICACIÓN ESCOLAR PARA COLONIA LA
UNIÓN, MUNICIPIO DE ASUNCIÓN MITA, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA.**

José Manuel Juárez González

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, enero de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA
ALDEA TRAPICHE ABAJO Y EDIFICACIÓN ESCOLAR PARA COLONIA LA
UNIÓN, MUNICIPIO DE ASUNCIÓN MITA, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JOSÉ MANUEL JUÁREZ GONZÁLEZ

ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, ENERO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
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	Agr. José Alfredo Ortíz Herinex
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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 PARA LA ALDEA TRAPICHE ABAJO Y EDIFICACIÓN ESCOLAR PARA COLONIA LA UNIÓN, MUNICIPIO DE ASUNCIÓN MITA, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA.

tema asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil con fecha 30 de septiembre de 2009.

José Manuel Juárez González



Guatemala 28 de octubre de 2010.
Ref.EPS.DOC.1080.10.10.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **José Manuel Juárez González** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200212334**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA TRAPICHE ABAJO Y EDIFICACIÓN ESCOLAR PARA COLONIA LA UNIÓN, MUNICIPIO DE ASUNCIÓN MITA, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA"**.

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"~~
~~Universidad de San Carlos de Guatemala~~
~~COORDINADOR(A) EPS~~
~~AREA INFRAESTRUCTURA~~
~~Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS~~
~~Inga. Silke Rose Rodríguez Serrano~~
~~Asesor-Supervisor de EPS~~
~~Area de Ingeniería Civil~~

Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

c.c. Archivo
SJRS/ra



Guatemala, 28 de octubre de 2010.
Ref.EPS.D.782.10.10

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

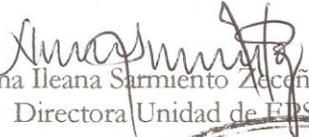
Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA TRAPICHE ABAJO Y EDIFICACIÓN ESCOLAR PARA COLONIA LA UNIÓN, MUNICIPIO DE ASUNCIÓN MITA, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **José Manuel Juárez González**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


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

NISZ/ra





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



Guatemala,
2 de noviembre de 2010

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 PARA LA ALDEA TRAPICHE ABAJO Y EDIFICACIÓN ESCOLAR PARA LA COLONIA LA UNIÓN, MUNICIPIO DE ASUNCIÓN MITA, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil José Manuel Juárez González, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



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



Guatemala,
17 de noviembre 2010

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 PARA LA ALDEA TRAPICHE ABAJO Y EDIFICACIÓN ESCOLAR PARA COLONIA LA UNIÓN, MUNICIPIO DE ASUNCIÓN MITA, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil José Manuel Juárez González, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.



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



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Silvio José Rodríguez Serrano y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante José Manuel Juárez González, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA TRAPICHE ABAJO Y EDIFICACIÓN ESCOLAR PARA LA COLONIA LA UNIÓN, MUNICIPIO DE ASUNCIÓN MITA, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, enero de 2011

/bbdeb.

Más de 130 Años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
De Guatemala

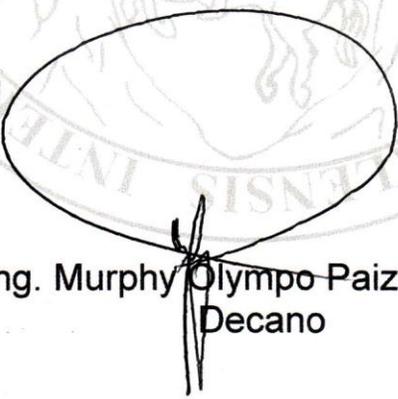


Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.011.2011

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 PARA LA ALDEA TRAPICHE ABAJO Y EDIFICACIÓN ESCOLAR PARA COLONIA LA UNIÓN, MUNICIPIO DE ASUNCIÓN MITA, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA**, presentado por el estudiante universitario **José Manuel Juárez González**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, enero de 2011



/cc

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS Por las bendiciones recibidas en el transcurso de mi vida y permitirme alcanzar este triunfo.

MIS PADRES Por brindarme su apoyo incondicional en todo momento y saber guiarme por el camino de la vida con sus sabios consejos.

MIS HERMANOS Por el cariño y apoyo que siempre recibí de ellos.

TODA MI FAMILIA Por su aprecio y por el apoyo que siempre me han manifestado.

MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS Por compartir momentos inolvidables, forjando nuestra vida hacia el éxito.

MI ASESOR Ing. Silvio Rodríguez, por brindarme su asesoría y apoyo incondicional.

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

Por los conocimientos adquiridos en sus instalaciones.

MUNICIPALIDAD DE ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA

Por la colaboración en la realización del Ejercicio Profesional Supervisado de Ingeniería.

ACTO QUE DEDICO A:

MIS PADRES

Silvia González Chavarría
Carlos Manuel Juárez Barrera

Con mucho amor y admiración por el esfuerzo, además del apoyo incondicional que siempre me brindaron para la obtención de este triunfo.

MIS HERMANOS

Cristhian Iván y Carlos Eduardo, para que logren alcanzar todas sus metas.

MIS ABUELOS

Eliseo Juárez Meléndez
Leandra Barrera de Juárez (Q.E.P.D.)
Ramiro González Méndez (Q.E.P.D.)
Elisa Chavarría de González (Q.E.P.D.)

Por sus consejos y cariño hacia mi persona.

MIS TÍOS

A todos, ya que cada uno es parte importante en mi vida.

AMIGOS

Por su sincera e invaluable amistad.

LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Con gratitud por la formación profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
SIMBOLOGÍA	IX
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XVII
JUSTIFICACIÓN	XIX
OBJETIVOS	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. MONOGRAFÍA, MUNICIPIO ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA	1
1.1. Generalidades	1
1.1.1. Ubicación	1
1.1.2. Colindancias	1
1.1.3. Extensión territorial	1
1.1.4. Datos históricos	2
1.1.5. Costumbres y tradiciones	3
1.1.6. Idiomas	3
1.1.7. Economía	3
1.1.8. Hidrografía	4
1.1.9. Servicios	5
1.1.10. Orografía	5
1.1.11. Vías de Comunicación	5
1.1.12. Población	6

2.	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	7
2.1.	Descripción general del proyecto	7
2.2.	Levantamiento topográfico	7
2.2.1.	Planimetría	7
2.2.2.	Altimetría	8
2.3.	Periodo de diseño	8
2.4.	Población futura	8
2.5.	Determinación de caudales	9
2.5.1.	Consideraciones generales	9
2.5.1.1.	Caudal	9
2.5.1.2.	Velocidad	10
2.5.1.3.	Tirante	10
2.5.2.	Caudal domiciliar	10
2.5.3.	Caudal industrial	11
2.5.4.	Caudal comercial	11
2.5.5.	Caudal por conexiones ilícitas	11
2.5.6.	Caudal por infiltración	12
2.5.7.	Caudal medio	13
2.5.8.	Factor de caudal medio	13
2.5.9.	Caudal máximo	13
2.5.10.	Factor de Harmond	14
2.5.11.	Caudal de diseño	14
2.5.12.	Pendientes máximas y mínimas	14
2.5.13.	Velocidad de diseño	15
2.5.13.1.	Máxima y mínima	15
2.5.13.2.	Fórmula de Manning para flujo en canales	16
2.5.13.3.	Velocidad de arrastre	17

2.5.14.	Cálculo de cotas invert	19
2.5.15.	Diámetro de tubería	19
2.5.16.	Pozos de visita	19
2.5.17.	Profundidad de tubería	21
2.5.18.	Ejemplo de diseño de un tramo	21
2.5.19.	Tabla de resultados	24
2.6.	Desfogue	24
2.7.	Propuesta de tratamiento	24
2.7.1.	Diseño de fosas sépticas	24
2.8.	Administración, operación y mantenimiento	26
2.9.	Elaboración de planos	27
2.10.	Elaboración de presupuesto	28
2.10.1.	Presupuesto de materiales	28
2.10.2.	Presupuesto de mano de obra	28
2.10.3.	Resumen del presupuesto final	29
3.	DISEÑO DE EDIFICACIÓN ESCOLAR	31
3.1.	Descripción del proyecto	31
3.1.1.	Infraestructura requerida para el centro educativo	31
3.1.2.	Descripción del espacio disponible	32
3.1.2.1.	Localización del terreno	32
3.1.2.2.	Topografía	32
3.1.3.	Normas para el diseño de edificios educativos	32
3.1.3.1.	Criterios generales	32
3.1.3.1.1.	Criterios de conjunto	33
3.1.3.1.2.	Criterios de iluminación	33
3.1.3.1.3.	Instalaciones	35
3.1.3.1.4.	Otros criterios	35

3.1.3.2.	Espacios educativos	36
3.1.3.2.1.	Aula teórica	37
3.2.	Diseño estructural	38
3.2.1.	Diseño arquitectónico	38
3.2.1.1.	Distribución de ambientes	38
3.2.1.2.	Altura de la edificación	39
3.2.2.	Análisis estructural	39
3.2.2.1.	Predimensionamiento estructural	39
3.2.2.2.	Modelos matemáticos de marcos dúctiles	43
3.2.2.3.	Análisis de cargas	43
3.2.2.4.	Integración de cargas	44
3.2.2.4.1.	Cargas verticales en marcos dúctiles	44
3.2.2.4.2.	Cargas horizontales en marcos dúctiles	49
3.2.2.4.2.1.	Método SEAOC aplicado a la edificación	50
3.2.2.4.2.2.	Fuerzas por nivel	52
3.2.2.4.2.3.	Fuerzas por marco	53
3.2.2.5.	Análisis de marcos dúctiles por paquete de software y comprobación por un método numérico (Kanni)	59
3.2.2.6.	Momentos últimos por envolventes de momentos	59
3.2.2.7.	Diagrama de cortes en marcos dúctiles	63
3.2.3.	Diseño de elementos estructurales	65
3.2.3.1.	Diseño de losas	65
3.2.3.1.1.	Losas del nivel 1	65

3.2.3.1.2.	Losas del nivel 2	75
3.2.3.2.	Diseño de vigas	75
3.2.3.3.	Diseño de columnas	81
3.2.3.3.1.	Magnificación de momentos	84
3.2.3.4.	Diseño de cimientos	90
3.2.3.4.1.	Zapata	90
3.2.3.4.2.	Cimiento corrido	96
3.2.3.5.	Diseño de escalera	97
3.2.4.	Instalaciones hidráulicas y sanitarias	100
3.2.5.	Planos constructivos	101
3.2.6.	Presupuesto	102
3.2.6.1.	Presupuesto de materiales	102
3.2.6.2.	Presupuesto de mano de obra	102
3.2.6.3.	Resumen del presupuesto final	102
4.	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	105
4.1.	Manejo adecuado de sólidos	106
4.2.	Medidas de mitigación	108
5.	ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO	111
5.1.	Valor actual neto (VAN)	111
5.2.	Tasa interna de retorno (TIR)	112
5.3.	Relación beneficio/costo	113
	CONCLUSIONES	115
	RECOMENDACIONES	117

REFERENCIAS	119
APÉNDICE A	121
APÉNDICE B	129

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Planta típica – Edificación escolar	42
2	Elevación marco típico, sentido Y	42
3	Elevación marco típico, sentido X	43
4	Planta típica áreas tributarias	45
5	Cargas aplicadas, marco dúctil típico sentido Y	48
6	Cargas aplicadas, marco dúctil típico sentido X	48
7	Simetría de la edificación escolar	54
8	Diagrama de momentos últimos en vigas (kg-m) eje Y	61
9	Diagrama de momentos últimos en columnas (kg-m) eje Y	62
10	Diagrama de momentos últimos en vigas (kg-m) eje X	62
11	Diagrama de momentos últimos en columnas (kg-m) eje X	63
12	Diagrama de cortes últimos en vigas (kg) eje Y	63
13	Diagrama de cortes últimos en columnas (kg) eje Y	64
14	Diagrama de cortes últimos en vigas (kg) eje X	64
15	Diagrama de cortes últimos en columnas (kg) eje X	65
16	Planta típica distribución de losas	66
17	Planta de momentos actuantes en losa típica – nivel1, (sentido Y)	68
18	Planta de momentos actuantes en losa típica – nivel1, (sentido X)	69
19	Planta de momentos balanceados en losas típicas – nivel 1, (sentido Y)	71
20	Planta de momentos balanceados en losas típicas – nivel 1, (sentido X)	71
21	Diagrama de momentos últimos en la viga tipo 1	76
22	Diagrama de cortes últimos en la viga tipo 1	77
23	Elevación longitudinal en viga	79

24	Sección de columna	86
25	Detalle de zapata	91
26	Corte simple	93
27	Corte punzante	94
28	Dimensiones de escalera	98
29	Ensayo de compresión triaxial, diagrama de Mohr	126
30	Diagrama de iteración para columna	127

TABLAS

I	Población	6
II	Velocidades de diseño	15
III	Presupuesto para el alcantarillado sanitario	29
IV	Integración de peso de cada nivel con su respectiva altura	53
V	Cálculo del centro de rigidez – Nivel 2	57
VI	Fuerza en marco por torsión – Nivel 2	57
VII	Cálculo del centro de rigidez – Nivel 1	58
VIII	Fuerza en marco por torsión – Nivel 1	59
IX	Áreas de acero requeridas en losas típicas - Nivel 1 (eje X-X)	74
X	Áreas de acero requeridas en losas típicas – Nivel 1(eje Y-Y)	75
XI	Cálculo de vigas – Edificación escolar	80
XII	Inercia relativa	82
XIII	Cálculo de columnas – Edificación escolar	89
XIV	Presupuesto para el edificación escolar	103
XV	Evaluación inicial de aspectos ambientales	108
XVI	Tabla de relaciones hidráulicas	123
XVII	Áreas de acero requeridas en losas típicas del nivel 2. Eje X-X	125
XVIII	Áreas de acero requeridas en losas típicas del nivel 2. Eje Y-Y	125

SIMBOLOGÍA

A	Área
Ag	Área gruesa, área total de la sección
A_l	Dimensión del lado corto considerado de la losa
A_N	Área del núcleo de la sección, tomada a ejes del refuerzo longitudinal exterior
Ap	Área de punzonamiento
As	Área de acero de refuerzo
As_{máx}	Área de acero máximo permitido
As_{mín}	Área de acero mínimo permitido
A_{temp}	Área de acero por temperatura
At	Área tributaria
B	Dimensión del lado largo considerado de la losa
B/C	Beneficio - costo
b	Ancho del elemento en sección
bo	Perímetro del área punzante
C	Coeficiente para el cálculo de momentos en losas, tomado del ACI
CG	Centro de gravedad
CM	Carga muerta
CM_u	Carga muerta última
CM	Centro de masa
CR	Centro de rigidez
CU	Carga última
CV	Carga viva
CV_u	Carga viva última
D	Diámetro

d	Peralte efectivo del elemento en sección, distancia medida desde la fibra extrema en compresión al centroide del refuerzo en tensión.
DH	Distancia horizontal
Di	Distancia de CR a marco considerado
Dot	Dotación
E	Esbeltez de la columna
e	Excentricidad
ex	Excentricidad en el sentido X
ey	Excentricidad en el sentido Y
F.H.	Factor de Harmond
Fn	Fuerza por nivel
Fm	Fuerza por marco
fqm	Factor de caudal medio
f'c	Resistencia a la compresión del concreto
Fy	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo
FCU	Factor de carga última
FR	Factor de retorno
Fni	Fuerza por nivel, en el nivel I
G	Módulo de rigidez
H o h	Altura del elemento analizado
Hi	Altura de cada nivel
I o Ig	Inercia de la sección total del concreto respecto al eje centroidal, sin tomar en cuenta el acero de refuerzo
K	Coeficiente determinado
K'x	Coeficiente tomado del diagrama de iteración, para el sentido X
K'y	Coeficiente tomado del diagrama de iteración, para el sentido Y

L	Longitud del elemento
Lo	Longitud de confinamiento de estribos
Lu	Longitud libre de pandeo de la columna
M	Momento
m	Relación entre los claros de la losa
Mb	Momento balanceado
Msop	Momento soportado
M(+)	Momento positivo
M(-)	Momento negativo
MCM	Momento inducido por la carga muerta
MCV	Momento inducido por la carga viva
Mx	Momento último actuando en el sentido X
My	Momento último actuando en el sentido Y
Md	Momento de diseño (magnificado)
Mdx	Momento de diseño (magnificado) actuando en el sentido X
Mdy	Momento de diseño (magnificado) actuando en el sentido Y
Num.hab	Número de habitantes
n	Período de diseño
P	Carga aplicada a la columna
Pc	Peso volumétrico del concreto
Pcr	Carga crítica de pandeo de Euler
Pf	Población futura
P't	Carga de trabajo actuando en la columna
Ptu	Valor de la curva en el diagrama de iteración
Pu	Carga última
P'u	Carga de resistencia de la columna
P'ux	Carga de resistencia de la columna a una excentricidad en el sentido X

P'uy	Carga de resistencia de la columna a una excentricidad en el sentido Y
Po	Población inicial (del año en curso)
P'o	Carga axial de resistencia de la columna
Ps	Peso volumétrico del suelo
Q	Caudal
Qs	Caudal sanitario
Qdis	Caudal de diseño
Qdom	Caudal domiciliar
Qinf	Caudal de infiltración
Qci	Caudal de conexiones ilícitas
qs	Presión sobre el suelo
qmáx	Presión máxima sobre el suelo
qmín	Presión mínima sobre el suelo
qu	Presión última sobre el suelo
R	Rigidez de un elemento
r	Tasa de crecimiento poblacional
Ri	Rigidez total del marco rígido I
S	Pendiente
Sdis	Pendiente de diseño
Se	Espaciamiento del acero de refuerzo
Sx	Módulo de sección en el sentido X
Sy	Módulo de sección en el sentido Y
t	Peralte
TIR	Tasa interna de retorno
V	Corte
VAN	Valor actual neto
Vel	Velocidad
Vact	Corte actuante

V_r	Corte máximo resistente
V_u	Corte último
V_s	Valor soporte del suelo
W	Peso
δ	Magnificador de momentos
β_d	Factor de flujo plástico del concreto
ρ_{bal}	Porcentaje de acero en la falla balanceada
ρ_{máx}	Porcentaje de acero máximo permitido en un elemento
ρ_{mín}	Porcentaje de acero mínimo permitido en un elemento
ρ_s	Relación volumétrica del volumen de espiral al volumen total del núcleo de la columna
Ψ_A	Coeficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación de una columna, en su extremo superior
Ψ_B	Coeficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación de una columna, en su extremo inferior
Ψ_P	Coeficiente promedio que mide el grado de empotramiento a la rotación
σ	Lado menor para columnas rectangulares (radio de giro)
Ø	Coeficiente de reducción de resistencia

GLOSARIO

Altura útil de la sección (d)	Distancia medida desde la fibra extrema en compresión hasta el centroíde del elemento sujeto a tensión.
Análisis estructural	Proceso que se realiza para determinar las respuestas de la estructura ante las acciones exteriores que puedan afectarla.
Carga mayorada	Carga multiplicada por los factores de mayoración apropiados y que se utiliza con el objeto de dimensionar los elementos.
Cota Invert	Distancia existente entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería.
Diseño estructural	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.
Dúctil	Admite grandes deformaciones sin llegar a romperse.
Estribo	Armadura empleada para resistir esfuerzos de corte y torsión en un elemento estructural.

Etabs

Software ideal para el análisis de diseño de edificios y naves industriales. Puede realizar análisis de estructuras complejas, pero tiene muchas opciones extras que simplifican el diseño de edificaciones.

Obras de arte

Son todos los elementos secundarios que contribuyen al sistema de alcantarillado para que éste funcione correctamente.

Resistencia de diseño

Resistencia nominal multiplicada por un factor de reducción.

RESUMEN

En este trabajo de graduación, se describen las necesidades de dos comunidades; siendo éstas la aldea Trapiche Abajo y la Cabecera Municipal del Municipio de Asunción Mita. La primera necesita un sistema de alcantarillado sanitario; la segunda, un edificio escolar de dos niveles para atender a la población escolar, así como también el manejo adecuado de los sólidos y las necesarias medidas de mitigación, para el estudio de impacto ambiental.

Para la aldea Trapiche Abajo, se diseñó el sistema de alcantarillado sanitario, utilizando tubería PVC norma ASTM D-3034, con diámetro de tubería de 8 pulgadas, pozos de visita de ladrillo tayuyo. Las conexiones domiciliarias consistirán en candela domiciliar de tubos de concreto de 16 pulgadas de diámetro, tubería secundaria de 4 pulgadas de diámetro PVC norma ASTM D-3034, “silleta y” para la unión entre el colector principal.

La edificación escolar se diseñó con seis aulas, laboratorio de computación, oficinas de administración, servicios sanitarios y módulo de gradas. El área total de construcción para la edificación escolar es de 531 34 metros cuadrados. La estructura propuesta estará conformada por marcos dúctiles y losas planas de concreto reforzado,

Al final de este trabajo se presentan los planos de cada proyecto.

JUSTIFICACIÓN

El municipio de Asunción Mita, está integrado por diferentes aldeas, entre ellas; Trapiche Abajo. Éstas se encuentran en vías de desarrollo, debido a que no cuentan con una red de alcantarillado sanitario. Otras comunidades también carecen total o parcial de infraestructura y de servicios básicos. En el casco urbano, la colonia La Unión no cuenta con un edificio escolar para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje. Independientemente de las causas que los originan, la realidad latente es que este municipio no ha podido mejorar sus condiciones de vida.

Es por esta razón, en el presente trabajo de graduación, se orientó a plantear soluciones factibles a problemas de servicios básicos e infraestructura del área rural y del casco urbano del municipio de Asunción Mita, Jutiapa. Para ello se diseñó el sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Trapiche Abajo y la edificación escolar de dos niveles para la colonia La Unión, proyectos que son de vital importancia para este municipio. Teniendo presente que para el sistema de alcantarillado sanitario es necesario considerar una planta de tratamiento para las aguas residuales, de manera que no se dañe o afecte al ambiente; para luego desfogar al afluente cercano.

OBJETIVOS

GENERAL

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Trapiche Abajo y la edificación escolar de la colonia La Unión.

ESPECÍFICOS

- Realizar una investigación monográfica y un diagnóstico de las necesidades en cuanto a servicios básicos e infraestructura para la aldea Trapiche Abajo y la colonia La Unión.
- Capacitar a los miembros del Comité de vecinos de la aldea Trapiche Abajo, sobre el mantenimiento del sistema de drenaje sanitario.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación, contiene información de las actividades desarrolladas durante la realización del Ejercicio Profesional Supervisado, en el municipio de Asunción Mita del departamento de Jutiapa. Se describen paso a paso, los criterios tomados en cuenta para el diseño de los proyectos: sistema de alcantarillado sanitario, de la aldea Trapiche Abajo y edificación escolar de dos niveles de la colonia La Unión, Asunción Mita, Jutiapa.

Cabe mencionar que en el diseño de la red de alcantarillado sanitario, se incluyen: obras de arte, conexiones domiciliarias, propuesta de ubicación de la planta de tratamiento y el punto del desfogue. En el caso de la edificación escolar, se diseñó la estructura física necesaria para el funcionamiento de ésta, haciendo énfasis en el diseño estructural, considerando una estructura de marcos dúctiles, con losas planas de concreto reforzado. Así también, se elaboraron los planos y presupuestos para cada uno de los proyectos.

1. MONOGRAFÍA, MUNICIPIO ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA.

1.1. Generalidades

1.1.1. Ubicación

La villa de Asunción Mita, se encuentra situada en la parte Este del departamento de Jutiapa, en la Región IV o Región Sur-Oriental. Se localiza en la latitud 14° 19' 58" y en la longitud 89° 42' 34" a una altura de 470 05 metros sobre el nivel del mar. Dista de la cabecera departamental de Jutiapa, 30 kilómetros.

1.1.2. Colindancias

Asunción Mita colinda al Norte con los municipios de Santa Catarina Mita y Agua Blanca (Jutiapa); al Sur con los municipios de Atescatempa y Yupiltepeque (Jutiapa) y con la República de El Salvador, al Este con la República de El Salvador; y Oeste con los municipios de Jutiapa y Yupiltepeque (Jutiapa).

1.1.3. Extensión Territorial

La villa de Asunción Mita se encuentra ubicada en una planicie al sur del río Ostúa o Grande de Mita y al norte del río Tamazulapa. Es atravesada por el riachuelo Ataicinco. Cuenta con una extensión territorial de 476 kilómetros cuadrados.

Cuenta con una villa que es la cabecera municipal; Asunción Mita, 36 aldeas, 73 caseríos y el paraje Estero San Juan.

1.1.4. Datos históricos

Conforme lo publicado por el filósofo mexicano don Antonio Peñafiel, la voz náhuatl Mictlán puede interpretarse como lugar de los muertos, o donde hay huesos humanos; su jeroglífico representa a la tierra (tlalli) así como tres fémures.

Fuentes y Guzmán, en su Recordación Florida anoto por la ultima década del siglo XVII, que el poblado de Asunción Mita era la cabecera del Cacicazgo de Mictlán. En su obra se refiere en detalle a la conquista y toma de Mictlán, de parte del ejército español, así como de la conquista posterior de Esquipulas.

Por el año de 1800 el presbítero bachiller Domingo Juarros, en su Compendio de la Historia de la Ciudad de Guatemala, escribió que Asunción Mita era cabecera del curato dentro del partido de Chiquimula. En otra parte de su obra indica que el poblado, cuando fue nombrado como Mita, tenía a su cargo dos iglesias; quince cofradías; 1 625 feligreses y 35 haciendas.

Asunción Mita, es llamada así por sus infinitos elementos de prosperidad y grandeza al ser el primero del departamento, siendo antes de la conquista, capital del reino de Mita. Después de la conquista, los españoles fundaron una hermosa población cerca de las ruinas de los indios, que continuó siendo capital de Provincia, tanto en lo civil como en lo eclesiástico, hasta la independencia; en el segundo sentido hasta hoy conserva la Vicaría el nombre de Mita.

La Asamblea Constituyente del Estado de Guatemala, por decreto del 4 de noviembre de 1825, dividió el territorio del Estado en siete departamentos y el de Chiquimula que era uno de ellos, se subdividió a su vez en 7 distintos, uno de los cuales era Mita, con su cabecera Asunción Mita.

Por decreto del gobierno, fechado 8 de mayo de 1852, se dividió el departamento de Mita en tres distritos; Asunción Mita y Santa Catarina Mita, pasaron a formar parte del distrito de Jutiapa, conforme lo prescrito en el artículo 2o. del citado decreto; al suprimirse este distrito, ambos poblados volvieron a incorporarse a Chiquimula. Con fecha 9 de noviembre de 1853 Asunción Mita se segregó de Chiquimula y se anexo al recién fundado departamento de Jutiapa.

El pueblo fue erigido en villa el 11 de febrero de 1915 por medio del acuerdo gubernativo respectivo y el 24 de abril de 1931 fue declarado Monumento Nacional Precolombino.

1.1.5. Costumbres y tradiciones

En Asunción Mita se celebran dos fiestas titulares: la primera del 12 al 15 de agosto, en honor a la Virgen de Asunción; y la segunda del 6 al 12 de diciembre, en honor a la Virgen de Concepción.

1.1.6. Idiomas

Antes de la conquista, los indígenas que habitaron la región, hablaban el Pocomán, en la actualidad, todos hablan y entienden el español.

1.1.7. Economía

Sus tierras son ricas en maderas, aguas y pastos. En ellas se cultivaban con los mejores resultados: añil, algodón, chile, caña de azúcar, granos básicos, café, arroz y otros, actualmente se cultivan granos básicos, hortalizas y pastos.

Asunción Mita se distingue especialmente por su grandes haciendas de ganado vacuno y caballar, así como por una planta procesadora de leche, que figura entre las principales del país.

En lo que se refiera a producción artesanal, se trabajan muebles de madera, instrumentos musicales, artículos de cuero, teja y ladrillo de barro.

1.1.8. Hidrografía

La villa es regada por:

- 14 ríos,
- 12 riachuelos,
- 5 zanjones,
- 75 quebradas,
- 1 estero,
- 1 lago (de Güija que sirve de línea divisoria con El Salvador) y
- 1 laguneta.

Son varios los ríos que bañan sus terrenos, siendo los más importantes: Ostúa, Mongoy, Tamazulapa, La Virgen y Tiucal. Así mismo, cuenta con varios riachuelos como: Ataicinco, Agua Caliente, El rito, Las Marías, Las Piletas y otros. También cuenta con 75 quebradas y los zanjones: de Aguilera, de Orozco, del Guacuco, el Aguacate y el Sabilar. Como parte importante de su hidrografía, está la laguna de Güija, la cual tiene una tercera parte de su extensión dentro de esta villa.

Zona de vida: bosque seco tropical.

Su clima es cálido.

1.1.9. Servicios

La villa de Asunción Mita es una comunidad progresista y cuenta con una diversidad de servicios como lo son municipalidad, centros de salud, escuelas nacionales, colegios, instituto nacional, iglesias, bancos, estación de bomberos, juzgados, policía nacional, IGSS, ONG'S, hospitales privados, farmacias, correos y telégrafos, cooperativas, empresas de telefonía celular, empresa eléctrica, mercado municipal, rastro municipal, centros recreativos, estadio de futbol, canchas de basquetbol, parque, kiosco, hoteles, salones para recepciones públicos y privados, gasolineras, agro servicios, ferreterías, alumbrado público y comercio en general.

1.1.10. Orografía

En una parte de su jurisdicción, se encuentra el volcán Ixtepeque; pero la mayor parte de su orografía la conforman 46 cerros que se encuentran distribuidos en todo su territorio, entre los cuales están: Campana, Colorado, Chileño, Mongoy, Ostúa y otros; así como las lomas: del Chichicaste y del Tablón.

1.1.11. Vías de comunicación

Por la carretera Interamericana CA-1 en dirección al oeste, desde Asunción Mita hay aproximadamente 30 kilómetros a la cabecera departamental y municipal de Jutiapa, mientras que en dirección sur son aproximadamente 20 kilómetros a San Cristóbal Frontera, en el límite con El Salvador. Así mismo cuenta con veredas y roderas que unen municipios entre sí y con poblados y propiedades rurales. También se puede comunicar por la vía férrea, que tiene las estaciones de ferrocarril Anguiatú y Estación Mita.

1.1.12. Población

Tabla I. Población

Población urbana	17 741
Población rural	31 935
Masculino	23 829
Femenino	25 847
Población indígena	1 040
Población no indígena	48 636
Densidad de población total	104 hab/km ²
No. De viviendas área urbana	3 548
No. De centros poblados	69
POBLACIÓN TOTAL	49 676

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

2.1. Descripción general del proyecto

El proyecto consistirá en diseñar la red de alcantarillado sanitario para la aldea Trapiche Abajo, la cual tiene una población actual a servir de 1 263 habitantes. Se diseñará la red principal y secundaria, pozos de visita, conexiones domiciliarias y proponiendo una solución al tratamiento de las aguas residuales.

2.2. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico para una red de alcantarillado sanitario, es la base fundamental para definir el diseño, ya que tiene por objeto medir extensiones de terreno, determinar posición y elevaciones de cotas del terreno.

2.2.1. Planimetría

Está definida como el conjunto de trabajos necesarios para representar gráficamente la superficie de la tierra, tomando como referencia el norte para su orientación. En este caso, se utiliza para localizar la red de drenajes dentro de las calles, ubicar los pozos de visita y todos aquellos puntos de importancia. Para el levantamiento planimétrico se utilizó el método de conservación del azimut y con el uso del siguiente equipo: un teodolito marca Wild T-16, estadia, cinta métrica, plomada, estacas.

2.2.2. Altimetría

Esta tiene por objeto determinar las diferencias de alturas entre los puntos del terreno. Las alturas de los puntos se toman sobre planos de comparación diversos, el más común de estos es el nivel del mar. A estas alturas, los puntos sobre esos planos de comparación se llaman cotas, elevaciones o alturas y, a veces, niveles. Para el levantamiento altimétrico se trabajó con el método compuesto y con el siguiente equipo: nivel de precisión marca Wild T-16, estadia, cinta métrica, estacas.

2.3. Período de diseño

El período de diseño de una red de alcantarillado, es el tiempo durante el cual el sistema dará un servicio con una eficiencia aceptable. Este período varía de acuerdo con el crecimiento de la población, capacidad de la administración, operación y mantenimiento, criterios de instituciones como el Instituto de Fomento Municipal INFOM y EMPAGUA, recomiendan que los drenajes se diseñen para un período de 30 a 40 años. El período de diseño adoptado para todos los componentes del sistema de este proyecto es de 30 años.

2.4. Población futura

Para calcular la población futura, o la cantidad de habitantes que utilizarán el servicio al final del período de diseño, se aplicó el incremento geométrico, por ser el método que más se adapta al crecimiento real de la población en el medio. Para el cálculo de la población futura se tomó una tasa del 2,5 %.

$$P_f = P_o \left(1 + \frac{r}{100} \right)^n$$

En donde:

Pf = Población futura para determinado período de diseño

Po = Población del último censo o actual

r = Tasa de crecimiento poblacional (r = 2,5%)

n = Período de diseño (n = 30 años)

$$P_f = P_o \left(1 + \frac{r}{100} \right)^n = 1\ 263 \left(1 + \frac{2,5}{100} \right)^{30} = 2\ 649 \text{ hab.}$$

2.5. Determinación de caudales

La determinación de los diferentes caudales que componen el flujo de aguas residuales, se efectúa mediante la aplicación de diferentes factores, los que influirán en la economía del proyecto. Los factores que se deben tomar en cuenta son los siguientes: dotación de agua en las viviendas, sector industrial y comercial, la intensidad de lluvia para el área en estudio, estimación del caudal por conexiones ilícitas, cantidad de agua que pueda infiltrarse en el drenaje y las condiciones socio-económicas de la población.

2.5.1. Consideraciones generales

2.5.1.1. Caudal

El caudal que puede transportar el drenaje está determinado por el diámetro, la pendiente y la velocidad que puede llegar a tener el flujo dentro de la tubería. El principio fundamental para el diseño de alcantarillados es: el drenaje funciona como un canal abierto, es decir que; la tubería no funciona a presión ó a sección llena.

2.5.1.2. Velocidad

La velocidad del flujo está determinada por la pendiente del terreno, diámetro y el tipo de tubería a utilizar (T.C. o PVC). La velocidad del flujo se determina por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas de v/V , en donde v es la velocidad real del flujo y V es la velocidad a sección llena.

2.5.1.3. Tirante

La altura del tirante del flujo, deberá ser mayor que el 10% del diámetro de la tubería y menor que el 80%; estos parámetros aseguran el funcionamiento del sistema como un canal abierto y la funcionalidad en el arrastre de los sedimentos. El tirante máximo del flujo a transportar, lo da la relación de tirantes d/D en donde d es la altura del flujo y D es el diámetro interior de la tubería.

2.5.2. Caudal domiciliar

Es la cantidad de agua que se evacua hacia el alcantarillado, luego de ser utilizada en las viviendas. Este desecho doméstico está relacionado íntimamente con la dotación y el suministro de agua potable. Para la aldea Trapiche Abajo, se tiene asignada una dotación promedio de 150 lt/hab/día; que también debe ser afectado por el factor de retorno al calcularlo.

$$Q_{dom} = \frac{Dot * num.hab * FR}{86\ 400} = \frac{150 * 2\ 649 * 0,80}{86\ 400} = 3,68 \text{ l/s}$$

En donde:

Dot = Dotación (l/h/d)

Num.hab = Número de habitantes futuros o población futura.

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

FR = Factor de retorno.

2.5.3. Caudal industrial

Es la cantidad de aguas negras que desecha la industria, como fábrica de textiles e industriales en general, entre otras. Si no se cuenta con un dato de dotación de agua suministrada se puede estimar entre 1 000 y 1 800 l/h/d, el cual dependerá del tipo de industria. En esta comunidad no existen industrias, por lo tanto este caudal es igual a cero.

$$Q_{ind} = \frac{\text{No. industrias} * \text{dotación}}{86\,400}$$

2.5.4. Caudal comercial

Es el agua que se desecha en los comercios, como por ejemplo: hoteles, restaurantes, entre otros. Para este caso el caudal comercial es cero por no existir comercios.

$$Q_{com} = \frac{\text{No. comercios} * \text{dotación}}{86\,400}$$

2.5.5. Caudal por conexiones ilícitas

Corresponde básicamente a la incorporación de las aguas pluviales (de los techos y patios) a la red sanitaria; se deben evaluar los caudales y adicionarlos al caudal de diseño. Para su estimación se recomienda calcularlo como un porcentaje del total de las conexiones domiciliarias y que puede variar entre 0,5% a 2,5% o tener en cuenta el criterio que algunas instituciones ya han establecido, siendo estas:

- El INFOM, toma la conexión ilícita como el 10% del caudal doméstico.
- La municipalidad de Guatemala calcula la conexión ilícita en 100 l/h/d.
- Otros autores, determinan la conexión ilícita en 150 l/h/d.

- El método racional (se utiliza cuando se tiene la información suficiente)

$$Q_{ci} = \left(\frac{C * I_n * A}{360} * 1\ 000 \right) * \% \text{ viviendas}$$

Donde:

Q_{ci} = caudal de conexión ilícita (m^3/s)

C = coeficiente de escorrentía, el que depende de la superficie

A = área (en hectáreas)

I_n = intensidad de lluvia en el área (mm/h)

$\%$ = porcentaje de viviendas con conexiones ilícitas

2.5.6. Caudal por infiltración

Es considerado como la cantidad de agua que se infiltra o penetra a través de las paredes de la tubería, depende de: la permeabilidad del suelo, longitud de la tubería y de la profundidad a la que se coloca. Como depende de muchos factores externos, se calcula en función de la longitud de la tubería y del tiempo. El material empleado en el diseño será de PVC norma ASTM D-3034 y por ende, el caudal de infiltración es igual a cero.

Generalmente la dotación de infiltración se expresa en litros por kilómetro por día, su valor puede variar entre 12 000 y 18 000 l/h/d.

$$Q_{inf} = \frac{F_{inf}(L_{tubería} + \text{No. casas} * 6m)}{86\ 400}$$

Donde:

F_{inf} = Factor de infiltración y que varía entre $12\ 000 < F_{inf} < 18\ 000$ l/km/d

$L_{tubería}$ = Longitud total de la tubería.

2.5.7. Caudal medio

Se considera como la suma de todos los caudales anteriormente descritos, dividido por el número de habitantes a servir, de acuerdo con las normas vigentes en el país.

$$Q_{\text{medio}} = \sum (Q_{\text{dom}} + Q_{\text{ind}} + Q_{\text{com}} + Q_{\text{ci}} + Q_{\text{inf}})$$

$$Q_{\text{medio}} = \sum (3,68 + 0 + 0 + 0,46 + 0) = 4,14 \text{ l/s}$$

2.5.8. Factor de caudal medio

Este factor debe ser mayor a 0,0020 y menor que 0,0050, si por alguna razón el valor calculado estuviera debajo de 0,0020 se adoptará éste; y si por el contrario el valor calculado estuviera arriba de 0,0050 se tomará como valor para el diseño 0,0050; considerando siempre que los valores no se alejen demasiado de los límites, ya que se podría caer en un sobrediseño o subdiseño, según sea el caso.

$$f_{\text{qm}} = \frac{Q_{\text{medio}}}{\text{Num.hab Futuro}}$$

$$f_{\text{qm}} = \frac{4,14}{2\ 649} = 0,00156$$

Para este caso como el caudal de factor medio es menor que 0,0020, se optó por tomar como constante este valor.

2.5.9. Caudal máximo

Para calcular el caudal máximo que fluye por las tuberías, en un momento dado, hay que afectar el caudal medio por un factor conocido como factor de flujo, el cual suele variar 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.

2.5.10. Factor de Harmond

El factor de Harmond o factor de flujo instantáneo, es un factor de seguridad que involucra al número de habitantes a servir en un tramo determinado. Este factor actúa principalmente en las horas pico, es decir, en las horas en que más se utiliza el sistema de drenaje. Se debe calcular para cada tramo de la red. Su fórmula es:

$$FH=1+\frac{14}{4+\sqrt{P}}; \text{ donde: } P=\frac{\text{Población}}{1\ 000}$$

2.5.11. Caudal de diseño

Es el caudal, para el cual se diseña un tramo de la red de alcantarillado o drenaje, cumpliendo con los requerimientos de velocidad y tirante hidráulico.

$$Q_{dis}=\text{Num.hab}*\text{fqm}*FH$$

2.5.12. Pendientes máximas y mínimas

Se recomienda que la pendiente utilizada en el diseño, sea la pendiente que tenga el terreno natural, de esta forma se evitará el sobre costo por excesiva excavación, siempre y cuando cumpla con las relaciones hidráulicas y las velocidades permisibles. Para tubería de PVC no existe pendiente mínima, ésta va a ser aquella que dé como resultado una velocidad mínima; dentro de las viviendas se recomienda una pendiente de 2%, lo que asegura un arrastre de excretas.

En las áreas donde la pendiente del terreno es muy poca, se recomienda en lo posible acumular la mayor cantidad de caudales, para poder así, generar una mayor velocidad. En cuanto a los tramos en que la pendiente natural del terreno sea tan pronunciada y que pueda ocasionar velocidades mayores a las establecidas, se utilizará un sistema de tramos cortos con pendientes aceptables, conectados por estructuras de caída debidamente dimensionadas.

2.5.13. Velocidad de diseño

2.5.13.1. Máxima y mínima

La norma ASTM D-3034 recomienda que la velocidad del flujo en líneas de alcantarillados no sea menor de 0,40 m/s para proporcionar una acción de auto limpieza, es decir, capacidad de arrastre de partículas; y la máxima recomendable es de 5,00 m/s.

Para velocidades mayores, se debe tomar en cuenta ciertas consideraciones especiales para la disipación de energía, evitando la erosión de los pozos de visita o de cualquier estructura de concreto, estos parámetros son válidos, sólo cuando se opte por utilizar tubería de PVC o TC.

Tabla II. Velocidades de diseño.

Caudal:	$Q_{\text{diseño}} < Q_{\text{lleno}}$
Velocidad de Diseño:	$0,6 \leq v \leq 3,00$ m/s Para alcantarillado sanitario (TC)
	$0,4 \leq v \leq 3,00$ m/s Para alcantarillado sanitario (PVC)
	$0,6 \leq v \leq 3,00$ m/s Para alcantarillado pluvial
	$0,6 \leq v \leq 3,00$ m/s Para alcantarillado combinado

2.5.13.2. Fórmula de Manning para flujo en canales

El análisis y la investigación de las características del flujo hidráulico, han permitido que los sistemas de alcantarillado, contruídos con tuberías plásticas, puedan ser diseñados conservadoramente, utilizando la ecuación de Manning.

La relativamente pequeña concentración de sólidos (600 ppm), usualmente presente en las aguas negras y de tormenta, no es suficiente para hacer que el comportamiento hidráulico difiera al del agua limpia, siempre que se mantengan velocidades mínimas de auto limpieza.

En general, para simplificar el diseño de sistemas de alcantarillado, es aceptable asumir condiciones constantes de flujo, aunque la mayoría de los sistemas de drenaje o alcantarillado funcionan con caudales sumamente variables. Cuando se diseña permitiendo que la altura del flujo en el conducto varíe, se considera como flujo a la superficie libre; si esa condición no se cumple se dice que la tubería trabaja a presión interna.

Los valores de velocidad y caudal que corren en un canal se han estimado por medio de fórmulas desarrolladas experimentalmente, en las cuales se involucran los factores que más afectan al flujo de las aguas en el canal; una de las fórmulas que es empleada para canales es la de Chezy para flujos uniformes y permanentes.

$$V=C\sqrt{R_h*S}$$

Donde:

V = velocidad (m/s)

R_h = radio hidráulico

S = pendiente (m/m)

C = coeficiente

En la fórmula de Chezy, la constante C varía de acuerdo con la siguiente expresión:

$$C = \frac{Rh^{1/6}}{n}$$

Donde n, es el coeficiente de rugosidad, el cual depende del material del que esté hecho el canal. Al sustituir C en la fórmula de Chezy, se obtiene:

$$V = \frac{1}{n} Rh^{1/6} * S^{1/2}$$

La que se conoce como la fórmula de Manning para canales abiertos y cerrados.

Y para conductos circulares y unidades mixtas se utiliza la fórmula siguiente:

$$V = \frac{0,03429}{n} * D^{2/3} * S^{1/2} \quad D=in$$

2.5.13.3. Velocidad de arrastre

La velocidad de arrastre, está compuesta por la tensión de arrastre (O) que no es más que el esfuerzo tangencial unitario, ejercido por el líquido sobre el colector y sobre el material en el depositado. También se le considera como la fuerza de arrastre dividida por el área sobre la cual actúa.

La fuerza de arrastre, es el componente tangencial del peso del líquido que se desplaza en un plano inclinado. Para considerar la porción del líquido contenido en un tramo de longitud L, se aplica la fórmula siguiente:

$$F=Y*Amoj*L \quad F_{tan}=Y*Amoj*L*sen(\theta)$$

$$F_{trac}=Y*Rh*sen(\theta) \quad F_{trac}=1\ 000*Rh*Ic$$

$$F_{trac}=\frac{Y*Amoj*L*sen(\theta)}{P*L}$$

Donde:

F= Peso del líquido (kg).

Ftang= Esfuerzo tangencial (kg).

Ftrac= Fuerza de tracción (kg/m²).

θ= Ángulo de inclinación.

L= Longitud de la sección (m).

Amoj= Área mojada de la sección (m²).

Y= Peso específico (kg/m³).

Rh= Radio hidráulico (m).

P= Perímetro mojado (m).

Ic= Pendiente del colector (m/m).

Es importante anotar, que este radio hidráulico debe ser el radio hidráulico real y no el que corresponde al flujo nominal o tubo lleno. Para que no se presente sedimentación en las tuberías el valor de la fuerza de tracción es de 0,15 kg/m² para la remoción de partículas hasta de 2,0 mm de diámetro.

Cuando no se desee diseñar con el criterio de fuerza de arrastre, puede evitarse la sedimentación, controlando la velocidad del flujo real y no la velocidad nominal o, a tubo lleno; esta velocidad puede fijarse en un valor mayor de 0,3 m/s.

2.5.14. Cálculo de cotas invert

Se denomina cota invert, a la distancia existente entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería, debe verificarse que la cota invert sea al menos igual a la que asegure el recubrimiento mínimo necesario de la tubería. Para calcularlas, se toma como base la pendiente del terreno y la distancia entre pozos, deben seguirse las siguientes reglas para el cálculo de las cotas Invert:

- La cota Invert de salida de un pozo, se coloca tres centímetros debajo de la cota invert de la tubería que entra al pozo.
- Cuando el diámetro de la tubería que entra a un pozo, es menor que el diámetro de la tubería que sale, la cota invert de salida estará al menos a una altura igual a la diferencia de los diámetros, más baja que la cota invert de entrada.

2.5.15. Diámetro de tubería

En el diseño de alcantarillados, es uno de los elementos que hay que calcular, para lo cual se deben seguir ciertas normas para evitar que la tubería se obstruya. Según las normas del Instituto Nacional de Fomento Municipal, se debe utilizar para sistemas de drenaje sanitario un diámetro mínimo de 8", cuando se utilice tubería de concreto, y de 6" cuando se utilice tubería de PVC, para las conexiones domiciliarias el diámetro mínimo con tubería de concreto es de 6" y de 4" para PVC.

2.5.16. Pozos de visita

Los pozos de visita son parte de las obras accesorias de un sistema de alcantarillado, y son empleados como medios de inspección y limpieza.

La forma constructiva de los pozos de visita se ha normalizado considerablemente y se han establecido diseños que se adoptan de un modo general. Están contruídos de ladrillos y concreto reforzado, de forma cilíndrica, que remata generalmente en su parte superior en forma de cono truncado y con tapa removible, la cual se construye con el objeto de permitir el acceso y mantenimiento de la estructura.

Las paredes del pozo deben estar impermeabilizadas con repello más un cernido liso, el fondo está conformado de concreto; para realizar la inspección o limpieza, los pozos profundos deben dejar escalones, los cuales serán de hierro y estarán empotrados a las paredes del pozo. La profundidad que poseen estos pozos es variable (ver apéndice B).

Las especificaciones para pozos de visita son las siguientes:

- Proporcionar un control de flujo hidráulico en cambios de dirección
- Proporcionar acceso a la tubería para mantenimiento e inspección
- Proporcionar ingreso de oxígeno al sistema

Y se colocarán en los siguientes puntos:

- Al inicio de cualquier ramal
- En intersecciones de dos o más tuberías
- Donde exista cambio de diámetro
- En distancias no mayores de 100 m
- En las curvas no más de 30 m
- Alivio o cambio de pendientes y dirección

Comúnmente los pozos de visita están en las intersecciones de las calles, entre 90 y 100 m. El intervalo puede ser mayor en materiales como PVC, que disminuyen substancialmente los problemas de limpieza y mantenimiento,

comparado con otros tipos de tubería que tienen pobres características de flujo y son propensos a penetración de raíces y daños. Para el presente, los pozos de visita se construirán con ladrillos de barro cocido con un acabado liso e impermeable, sus respectivos escalones, ver detalles en apéndice B.

2.5.17. Profundidad de tubería

La profundidad de la parte superior de la tubería, con respecto al nivel de la superficie, es normalmente de 1,20 m, salvo en climas extremadamente fríos, donde se dan temperaturas inferiores a 0°C y la penetración de heladas es profunda, es necesario disponer de la tubería a mayor profundidad.

2.5.18. Ejemplo de diseño de un tramo

A manera de ejemplo, se diseñará el tramo comprendido entre los pozos de visita 1 y 2.

Datos:

Tipo de sistema: Drenaje sanitario

Período de diseño: 30 años

Población actual: 12 habitantes

Población futura: 25 habitantes

Tasa de crecimiento: 2,5 % (Información obtenida INE)

Tipo de tubería: PVC

Cota terreno inicial: 100,46 m.

Cota terreno final: 100,00 m.

Distancia horizontal: 40,20 m.

Tramo (PV1 - PV2)

Fqm: 0,002

Factor de retorno: 0,80

Dotación: 150 l/h/d

Cálculo de pendiente de terreno S (%):

$$S(\%) = \left(\frac{100,46 - 100,00}{40,20} \right) * 100 = 1,14\%$$

Cálculo del factor de Harmond:

$$FH_{\text{actual}} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{24/1\ 000}} = 4,37$$

$$FH_{\text{futuro}} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{50/1\ 000}} = 4,31$$

Cálculo de caudal domiciliar:

$$Q_{\text{dom}_{\text{actual}}} = \frac{(150) * (24) * (0.8)}{86\ 400} = 0,0333\ \text{l/s}$$

$$Q_{\text{dom}_{\text{futuro}}} = \frac{(150) * (50) * (0.8)}{86\ 400} = 0,0699\ \text{l/s}$$

Cálculo de caudal de diseño:

$$q_{\text{diseño}_{\text{actual}}} = (4,37) * (0,002) * (24) = 0,2097\ \text{l/s}$$

$$q_{\text{diseño}_{\text{futuro}}} = (4,31) * (0,002) * (50) = 0,4344\ \text{l/s}$$

Diseño hidráulico:

Tubería PVC, $\Phi = 8''$

$$S_{\text{tubería}} = 5,10\%$$

Velocidad a sección llena:

$$V = \frac{0,03429}{0,01019} * (8'')^{2/3} * \left(\frac{5,10}{100}\right)^{1/2} = 3,0398 \text{ m/s}$$

Caudal a sección llena:

$$A = \frac{\pi * (8'' * 0,0254)^2}{4} = 0,03249 \text{ m}^2$$

$$Q_{\text{llena}} = 0,03243 * 3,0398 * 1\ 000 = 98,5772 \text{ l/s}$$

$$\text{Relación de caudales} = \left(\frac{q_{\text{diseño}}}{Q_{\text{llena}}}\right)$$

$$\left(\frac{0,2097}{98,5772}\right) = 0,0021 \text{ (actual)} \quad \left(\frac{0,4344}{98,5772}\right) = 0,0044 \text{ (futuro)}$$

De la tabla XVIII, se obtienen las siguientes relaciones:

$$\left(\frac{v}{V}\right)_{\text{actual}} = 0,199 \quad \left(\frac{v}{V}\right)_{\text{futuro}} = 0,250$$

$$\left(\frac{d}{D}\right)_{\text{actual}} = 0,034 \quad \left(\frac{d}{D}\right)_{\text{futuro}} = 0,048$$

En tramos iniciales, es difícil que la relación de tirantes (d/D) cumpla, debido al poco caudal existente en dichos tramos.

Cálculo de velocidad:

$$V_{\text{actual}} = (0,199) * (3,0398) = 0,6049 \text{ m/s}$$

$$V_{\text{futura}} = (0,250) * (3,0398) = 0,7599 \text{ m/s}$$

Los datos obtenidos de velocidad, están comprendidos en los rangos establecidos en la Tabla II.

2.5.19. Tabla de resultados

Los resultados obtenidos en el diseño hidráulico para todo el sistema de alcantarillado sanitario, se muestran en el apéndice B.

2.6. Desfogue

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

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

2.7. Propuesta de tratamiento

2.7.1. Diseño de fosas sépticas

Es una estructura de concreto reforzado o mampostería reforzada, la cual funciona como un depósito de las aguas provenientes del sistema de alcantarillado sanitario, en el que quedan retenidos los sólidos en suspensión orgánicos e inorgánicos sedimentables, mediante el proceso físico de sedimentación, al proporcionar un tiempo de permanencia adecuado (tiempo de retención).

Los sólidos suspendidos, que llegan a la fosa son decantados a través del proceso de sedimentación, separando la materia sedimentable, la cual entra en un proceso de digestión anaeróbica y se decanta en la fosa.

Para el diseño de la fosa séptica, se considera un período de retención mínimo de 12 horas, una relación largo-ancho de 2/1 a 4/1, la dotación de lodos hacia la fosa es de 30 a 60 l/h/año.

- Cálculo de volumen:

Parámetros de diseño.

Período de retención:	24 horas
Dotación:	150 l/h/d
Habitantes:	1 440 habitantes (240 viviendas)
Lodos:	30 l/h/año
Período de limpieza:	5 años

Caudal aportado:

$$Q=150*(0,80)*(1\ 440) \quad Q=172\ 800\ \text{l/d} \quad Q=172,8\ \text{m}^3/\text{d}$$

Volumen de Lodos:

$$V_L=1\ 440\ \text{hab}*30\ \text{l/h/año}$$

$$V_L=(43\ 200\ \text{l})/(1\ 000\ \text{l/m}^3)=43,20\ \text{m}^3$$

$$V_L=43,2\ \text{m}^3*5\ \text{años}=216\ \text{m}^3$$

$$\text{Volumen total:} \quad V=172,8\ \text{m}^3+216\ \text{m}^3=388,8\ \text{m}^3$$

$$\text{Volumen de fosa:} \quad V=A*L*H \quad \text{si } H=1,80\text{m con } L=2A$$

$$388,8\ \text{m}^3=2*A^2*(1,8\ \text{m}) \quad \text{por lo que } A=10,4\ \text{m y } L=20,8\ \text{m}$$

Se construirán cuatro fosas con dimensiones efectivas de (5,00 x 11,00 x 1,8) m con capacidad cada una de 99 m³.

- Diseño estructural

Carga muerta (CM)

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

Peso de losa = $(0,12\text{ m} \times 2\,400\text{ kg/m}^3) = 288\text{ kg/m}^2$

Peso de viga = $(0,20\text{ m} \times 0,30\text{ m} \times 2\,400\text{ kg/m}^3) = 144\text{ kg/m}$

Carga viva (CV)

En techos = 100 kg/m^2

Predimensionamiento de losa:

$t = P/180 = 2(5,00 + 5,40) / 180 = 0,12\text{ m}$

$m = 5,00 / 5,40 = 0,92$

Predimensionamiento de viga:

$t_{\text{viga}} = L / 18,5 = 5,00 / 18,5 = 0,27\text{ m}$; se opta por $0,30\text{ m}$

Base de viga = $t / 2 = 0,30 / 2 = 0,15$; se opta por $0,20\text{ m}$

Sección de viga = $0,20 \times 0,30\text{ m}$.

Con los datos anteriores y el procedimiento descrito en las secciones 3.4.1. y 3.4.2. se realizó el diseño de la losa y viga respectivamente, así como los diferentes elementos que componen cada fosa séptica, y los resultados obtenidos se muestran en el apéndice B (detalle de fosa séptica y derivador de caudal).

2.8. Administración, operación y mantenimiento

Es necesario que el comité de vecinos de la aldea Trapiche Abajo, seleccione personal adecuado para realizar la inspección del sistema de drenaje sanitario, ya que por el uso constante del mismo está en riesgo de deterioro, así como también de obstrucciones. El flujo normal de los desechos, puede ocasionar daños al sistema causando problemas en la circulación libre de los desechos.

La inspección será de tipo visual, se llevará a cabo a través de la colocación de una linterna dentro de la tubería en el pozo de visita, para luego ser observada al otro extremo, determinando si existe o no obstrucciones del sistema. Otra forma de realizar la inspección es verter una cierta cantidad de agua en la tubería, y observar la circulación del agua en la salida de la tubería, esperando que ésta sea normal.

Los pozos de visita serán revisados periódicamente, ya que son parte fundamental del sistema y su conservación garantiza el funcionamiento adecuado del mismo, por lo que deberán limpiarse de residuos y lodos acumulables que eviten la libre circulación de los desechos. También cada vecino será responsable por el mantenimiento de la candela correspondiente a su vivienda, ya que ésta deberá conservarse en buen estado para un funcionamiento correcto.

2.9. Elaboración de planos

Después de realizar los procedimientos descritos en las secciones anteriores, es necesario plasmar los resultados en planos. Estos son representaciones gráficas que detallan todas las partes y los trabajos a realizar en el proyecto, y que sirven para presupuestar, contratar y construir los diferentes trabajos del mismo. Los planos correspondientes al proyecto son: planta general con densidad de vivienda, planta perfil de línea central y ramales, detalles de pozo de visita y conexión domiciliar, detalles de fosa séptica. Ver apéndice, sección de planos constructivos, sistema de alcantarillado sanitario.

2.10. Elaboración de presupuesto

La integración del presupuesto, fue realizada con costos directos: materiales de construcción, mano de obra calificada, no calificada, y costos indirectos: utilidades, administración, supervisión e imprevistos, todos estos equivalentes al 25%.

Los precios de los materiales se cotizaron en la cabecera municipal de Asunción Mita. Los salarios de mano de obra se consideraron de acuerdo a los que asigna la municipalidad en casos similares.

2.10.1. Presupuesto de materiales

- La cantidad de arena de río y pedrín se calculó por metro cúbico de fundición, por pozo de visita.
- El concreto para la fundición de pozos se calculó por metro cúbico.
- La cantidad de refuerzo y alambre de amarre se calculó en varillas y libras respectivamente, por pozo.
- Los precios de los materiales se tomaron con base en los que se manejan en el municipio.

2.10.2. Presupuesto de mano de obra

- La cuantificación de la mano de obra calificada, se realizó en forma unitaria, metro lineal, metro cuadrado y metro cúbico.
- Los salarios de mano de obra, se tomaron con base en los precios que se manejan en la comunidad.

2.10.3. Resumen del presupuesto final

El presupuesto se realizó en base a los precios unitarios. A éste se le aplicó un factor de indirectos del 25%. El costo total del proyecto es de dos millones novecientos sesenta y siete mil seiscientos once quetzales con noventa y ocho centavos. (Q 2 967 611,98).

Tabla III. Presupuesto para el alcantarillado sanitario

No.	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO(Q)	TOTAL (Q)	TOTAL (\$)
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	ml	4 643,12	1,75	8 125,46	1 015,68
2	EXCAVACIÓN	m³	13 320,02	34,30	456 876,69	57 109,59
3	TUBERÍA 8"	ml	4 643,12	166,60	773 543,79	96 692,97
4	RELLENO Y COMPACTACIÓN	m³	13 320,02	26,60	354 312,53	44 289,07
5	CONEXIONES DOMICILIARES	UNIDAD	260,00	1 469,44	382 054,40	47 756,80
6	POZOS DE VISITA ≤ 3,00 m	UNIDAD	31,00	4 640,44	143 853,64	17 981,71
7	POZOS DE VISITA > 3,00 m	UNIDAD	45,00	9 241,68	415 875,60	51 984,45
8	FOSA SÉPTICA	UNIDAD	4,00	102 838,40	411 353,60	51 419,20
9	CAJA DERIVADORA DE CAUDAL	UNIDAD	1,00	14 679,27	14 679,27	1 834,91
10	DISIPADOR DE ENERGIA	UNIDAD	1,00	6 937,00	6 937,00	867,13
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					2 967 611,98	370 951,50

3. DISEÑO DE EDIFICACIÓN ESCOLAR

3.1. Descripción del proyecto

El diseño de la edificación escolar consta de dos niveles, la distribución de los ambientes será:

- El segundo nivel tendrá tres aulas, laboratorio de computación y servicios sanitarios (hombres y mujeres).
- El primer nivel está compuesto de tres aulas, dirección y servicios sanitarios (hombres y mujeres).

La edificación contará con los servicios de energía eléctrica, agua potable y drenajes. La estructura de la edificación estará compuesta de marcos dúctiles con losas planas de concreto reforzado, los muros serán de block pómez, piso de granito, ventanas y puertas de metal.

3.1.1. Infraestructura requerida para el centro educativo

Es el proceso más general del proyecto de una obra civil, en la cual se definen las características que debe tener la edificación para cumplir de manera adecuada las funciones que están destinadas a desempeñar.

Es necesario que se cuente con las siguientes áreas:

- 6 aulas de enseñanza-aprendizaje
- Dirección
- Laboratorio de computación
- Servicios sanitarios
- Módulo de gradas
- Área de recreación

3.1.2. Descripción del espacio disponible

3.1.2.1. Localización del terreno

El terreno que se va a utilizar, para la construcción de la edificación escolar, se localiza en la colonia La Unión, el cual fue donado por la municipalidad de Asunción Mita, Jutiapa.

3.1.2.2. Topografía

Por la forma del terreno no hubo necesidad de realizar un levantamiento topográfico, ya que la superficie del terreno es plana. La medición se realizó con cinta y tiene un área de 800 m².

3.1.3. Normas para el diseño de edificios educativos

Para la disposición y distribución de áreas, aspectos arquitectónicos y de funcionamiento, se aplicaron las normas contenidas en el Reglamento de Construcción de Edificios Escolares del Ministerio de Educación, así mismo criterios personales. Las normas que fueron aplicadas en este trabajo, se describen a continuación.

3.1.3.1. Criterios generales

Son todos los aspectos importantes que se toman para el diseño, se puede mencionar: ubicación del edificio, altura de ventanas, iluminación, entre otros.

3.1.3.1.1. Criterios de conjunto

- Conjunto arquitectónico: se toman como base, los requisitos que debe cumplir el centro educativo para atender a los alumnos que se espera recibir, y se debe diseñar con respecto a su funcionalidad, incluyendo todas las áreas a utilizar.
- Emplazamiento: un correcto emplazamiento del conjunto arquitectónico en el terreno, se logra cuando el área construida en la planta baja no exceda el 40% del área total del terreno.
- Orientación del edificio: la correcta orientación proporciona una óptima iluminación, ventilación y asoleamiento de todos los ambientes del edificio. La orientación ideal para las ventanas es de norte a sur, de preferencia abriéndolas hacia el norte; sin embargo, la orientación será definida en el terreno, tomando en cuenta que el sentido del viento dominante es el ideal para abrir las ventanas bajas.
- Superficie y altura del edificio: la superficie varía en función de las necesidades que se tengan que satisfacer, tanto en capacidad como en tipo de enseñanza; y la altura no debe exceder de tres niveles, tratando de ubicar los talleres y laboratorios en el primer nivel.

3.1.3.1.2. Criterios de iluminación

- a) Generalidades de la iluminación en el edificio: la iluminación debe ser abundante y uniformemente distribuída, evitando la proyección de sombras y contrastes muy marcados. Para lograr lo anterior, deben tomarse en cuenta los siguientes criterios:
- Es importante el número, tamaño y ubicación de las ventanas y/o lámparas.

- Un local pequeño recibe mejor iluminación que uno grande, pero sus dimensiones dependen de los requerimientos de espacio.
 - Los acabados más brillantes, permiten mayor reflexión de la luz y como resultado, una mejor iluminación.
- b) Tipos de Iluminación: la iluminación se divide en; natural y artificial. La iluminación natural, por la ubicación de las ventanas, se divide en unilateral, bilateral y cenital. Estos tipos de iluminación, aceptados para los centros educativos, se describen a continuación:
- Iluminación natural: el diseño de ventanas para iluminación debe proporcionar luz pareja y uniforme en todos los puntos del área, sin incidencia de rayos solares, conos de sombra o reflejos.
 - Iluminación natural unilateral: el área de ventanas debe ser del 25% a 30% del área de piso, el techo y los muros opuestos deben ser de color claro y no debe estar a una distancia de 2,5 veces la altura del muro donde están las ventanas.
 - Iluminación natural bilateral: Este caso se da cuando existen ventanas en las paredes laterales del aula; las ventanas deben de tener un área de iluminación entre 25% a 30%.
 - Iluminación natural cenital: en este caso, la iluminación es por medio de ventanas colocadas en el techo del aula. Para esta iluminación se toma como área de ventanas del 15% al 20% del área total de piso.
 - Iluminación artificial: debe usarse como apoyo a la iluminación natural. Como se requiere iluminación nocturna en algunas áreas, se debe considerar iluminar los ambientes en forma idéntica a la natural, con el fin de mantener condiciones generales y deberá ser difusa para que no moleste la vista.

Para la iluminación del edificio escolar, se tomó el concepto de iluminación natural bilateral, ya que el edificio está orientado de norte a sur, teniendo un área de iluminación del 25%.

3.1.3.1.3. Instalaciones

Las instalaciones que regularmente se colocan en los edificios educativos son las hidráulicas, sanitarias, eléctricas y de gas. En su diseño y colocación se debe garantizar lo siguiente:

- Seguridad de operación
- Capacidad adecuada para prestar el servicio.
- Servicio constante
- Protección contra agentes nocivos, principalmente ambientales.

Cuando no existan en el lugar las instalaciones sanitarias adecuadas, se debe prestar atención especial a estas instalaciones, para ver de qué forma se eliminan las aguas servidas o se opte por la construcción de una fosa séptica.

3.1.3.1.4. Otros criterios

- a) Ventilación: la ventilación debe ser alta, constante, cruzada y sin corrientes de aire. La cantidad disponible de aire en el ambiente, tiene gran importancia en el desarrollo de la educación.
- b) Criterios de color: el color es uno de los elementos que evitan la reverberación y sobre todo ayudan a la optimización de la iluminación natural. Se recomienda el uso de colores cálidos en ambientes donde la luz solar es poca. Los colores deben dar un efecto tranquilizante.

c) Confort acústico: es muy importante en un centro de esta categoría, pues los ambientes deben ser tranquilos para que influyan favorablemente en el estado anímico de los estudiantes. Para que exista un confort acústico es necesario que no existan interferencias sonoras entre los distintos ambientes. Los ruidos en un aula pueden provenir del exterior, del centro de ambientes vecinos o del interior; para prevenirlos y así lograr las condiciones acústicas óptimas, se pueden tomar las precauciones siguientes:

- Para que no interfiera el ruido proveniente del exterior, ubicar los establecimientos en zonas tranquilas, pero de no ser posible esto, se debe orientar el edificio de manera que el viento se lleve los ruidos.
- Para prevenir la interferencia entre ambientes, separar los ambientes ruidosos de los tranquilos, tomando en cuenta la dirección del viento.
- Para disminuir el ruido interno del ambiente, construir con materiales porosos, ya que éstos absorben el ruido, también las patas del mobiliario y equipo deben tener aislantes acústicos, para disminuir el ruido al moverlos.

3.1.3.2. Espacios educativos

Espacios educativos, se denominan a la totalidad de espacios destinados al ejercicio de la educación, el cual se desarrolla por medio de diferentes actividades. Por tal razón, las características de los espacios educativos varían de acuerdo a los requerimientos pedagógicos de las distintas asignaturas. En el reglamento se describen como espacios educativos característicos: aula teórica, aula unitaria, aula de proyecciones y la economía doméstica. Descripción que se detalla aquí, únicamente para el aula teórica, ya que ésta se utiliza en todos los espacios educativos de este proyecto, por ser la que mejor se adapta a los requerimientos del centro educativo.

3.1.3.2.1. Aula teórica

La función del aula teórica, es proveer a los maestros y alumnos de un espacio para desarrollar, en forma cómoda, las actividades del proceso enseñanza-aprendizaje, ya sea en la forma tradicional expositiva o modificando la ubicación del mobiliario para desarrollar otras técnicas didácticas. Debido a que el nivel de escolaridad, que se prestará en el centro educativo que se está diseñando será variado en cada jornada y esto probablemente cambiará con el tiempo, las recomendaciones para el diseño de un aula teórica aquí se generalizan, ya que en los niveles primario, básico y diversificado, son similares. Dichas recomendaciones generalizadas son las siguientes.

- La capacidad óptima en el nivel diversificado es de 30 alumnos, pero se permite un máximo de 40 alumnos.
- El área óptima por alumno es de $1,50 \text{ m}^2$, pero si el espacio no lo permite se acepta un mínimo de $1,30 \text{ m}^2$.
- Para la superficie total del aula, debe considerarse el caso crítico, es decir, cuando se da la capacidad máxima de 40 alumnos. Pero podrá ser diseñada de acuerdo a los requerimientos existentes.
- La forma del aula será cuadrada o rectangular, se recomienda que el lado mayor no exceda 1,5 veces el lado menor.
- La fuente principal de iluminación natural debe provenir del lado izquierdo del alumno sentado frente al pizarrón.
- La distancia máxima desde la última fila al pizarrón, será de 8 m; y el ángulo horizontal de visión de un alumno sentado, será como máximo 30° .
- Tendrá instalaciones de energía eléctrica, con luminarias adecuadas que proporcionen iluminación artificial abundante y constante; además,

tendrá dos tomacorrientes, uno al frente y otro en la parte posterior, colocados a 0,40 m sobre el nivel del piso.

3.2. Diseño estructural

3.2.1. Diseño arquitectónico

Las aulas se diseñaron con capacidad de 35 alumnos, necesitando un área mínima de 1,30 m², y un área interna de salón de 42,00 m² tiene forma rectangular de 5,75 x 7,35 m. El diseño arquitectónico se refiere a darle la forma adecuada y distribuir en conjunto los diferentes ambientes que componen el edificio. Esto se hace para tener un lugar cómodo y funcional para su uso. Para lograrlo, se deben tomar en cuenta los diferentes criterios tales como: número aproximado de personas que utilizarán la edificación, crecimiento poblacional, dimensiones del terreno y financiamiento para la construcción.

Las relaciones de la edificación con su entorno (contactos visuales y auditivos) las influencias del medio ambiente que repercuten alrededor de ella (sol, viento y ruido), tienen una importancia decisiva para la calidad de la edificación. Por lo que se le debe prestar atención a estos elementos externos en la planificación, para asegurar las relaciones positivas o bien suprimir las influencias negativas.

3.2.1.1. Distribución de ambientes

La forma de los ambientes y su distribución dentro del edificio se hacen del modo tradicional para edificios educativos, por ser esta la que más se ajusta a las necesidades existentes y al espacio disponible.

3.2.1.2. Altura de la edificación

Se elige un edificio de dos niveles por razón de espacio disponible. La altura será de 3,00 m de piso a cielo en todos los ambientes, se dejará con esas medidas para dar confort, tanto a los ambientes como a los espacios de circulación.

3.2.2. Análisis estructural

En la elección del sistema estructural influyen, en la toma de decisión, los factores de resistencia, economía, estética, los 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 ha elegido un sistema estructural del tipo de marcos dúctiles de concreto reforzado, con losas planas de concreto reforzado y muros de mampostería con block de pómez; además, todo el sistema se construirá en obra, usando los métodos tradicionales.

3.2.2.1. Predimensionamiento estructural

Predimensionar la estructura, es darle medidas preliminares a los elementos que la componen, es decir, los que serán utilizados para soportar las cargas aplicadas. Para esto se puede recurrir a la experiencia en obras similares y utilizar métodos analíticos cortos. En este caso se aplican los métodos siguientes:

a) Columnas:

El método que se utiliza para predimensionar las columnas, determina la sección y se basa en la carga aplicada a ésta. En este caso en particular se desea guardar simetría en las dimensiones de las columnas, por tal razón se

toma la columna crítica, es decir, la que soporta mayor carga. La medida resultante se aplica a todas las demás columnas.

$$P = 0,80 [0,85 \cdot f'c \cdot (Ag - As) + Fy \cdot As]$$

Donde As oscila entre:

$$1\%Ag < As < 6\%Ag \text{ (ACI 318S-05, CAP. 21.4.3.1)}$$

$$P = \text{Peso Esp. concreto} \cdot \text{Área Trib.} \cdot \text{No. niveles} = 2\,400 \cdot 15,00 \cdot 2 = 72\,000 \text{ kg}$$

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

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

$$Ag = \text{Área gruesa de columna. (cm}^2\text{)}$$

Usando un As de 0,01 Ag entonces queda:

$$72\,000 = 0,80 \cdot [0,85 \cdot (210) \cdot (Ag - 0,01Ag) + (2\,810 \cdot 0,01 \cdot Ag)]$$

Ag = 439,42 cm²; según ACI la sección mínima debe ser 30*30 cm = 900 cm², se propone trabajar con esta sección ya que es mayor al Ag calculado.

b) Vigas

Para predimensionar las vigas, el método utilizado, calcula el peralte de la viga, dependiendo ésta, de la luz que cubre la viga. La base de la viga queda a criterio del diseñador, usando aquí el ancho de las columnas. En este caso sólo se calcula la viga crítica, o sea la de mayor longitud, quedando las otras con igual sección. La forma en que se calcula el peralte es la siguiente:

$$t_{\text{viga}} = \text{luz libre de viga} \cdot 0,08 \text{ ó } t_{\text{viga}} = L/18,5 \text{ (según ACI 318-05S, cap. 9.5.2.1)}$$

Datos:

$$L = 5,90 \text{ m}$$

$$\text{Sección de columna} = 0,30 \times 0,30 \text{ m}$$

$$L_{\text{viga}} = 5,90 - 0,30 \text{ m} = 5,60 \text{ m}$$

$$t_{\text{viga}} = 0,08 \cdot 5,60 = 0,45 \text{ m} \text{ ó } t_{\text{viga}} = 5,60/18,5 = 0,30 \text{ m}$$

tviga promedio= $(0,30+0,45)/2= 0,375$ m; se opta por 0,40 m

Base de viga = 0,25 m.

Sección de viga = 0,25x0,40 m.

c) Losas

Las losas son elementos estructurales que pueden servir como cubiertas que protegen de la intemperie, como para transmitir cargas verticales y horizontales. Por su espesor, pueden dividirse en cascarones ($t < 0,09$ m), planas ($0,09 \leq t \leq 0,12$) y nervadas ($t > 0,12$ m).

Lo que se calcula, es el peralte o grosor de la losa. El método usa como variables las dimensiones de la superficie de la losa y el tipo de apoyos que tiene. En este caso, todas las losas están apoyadas en cuatro lados, pero se tienen dos medidas de losas, por tanto, se toma la crítica y el peralte resultante se usa en ambas. Para losas en dos direcciones el ACI recomienda:

$$t_{losa} = \text{Perímetro losa} / 180$$

$$t_{losa} = 2(5,90 + 3,75) / 180$$

$$t_{losa} = 0,11 \text{ m.}$$

Por facilidad constructiva se utilizará $t_{losa} = 0,12$ m.

d) Cimientos

Para la cimentación, se usan zapatas aisladas. El método de predimensionamiento se incluye en el diseño de las zapatas.

Con los resultados obtenidos anteriormente, se muestra a continuación la figura 1, que muestra la distribución de las columnas y vigas con sus respectivas medidas.

Figura 1. Planta - Edificio escolar

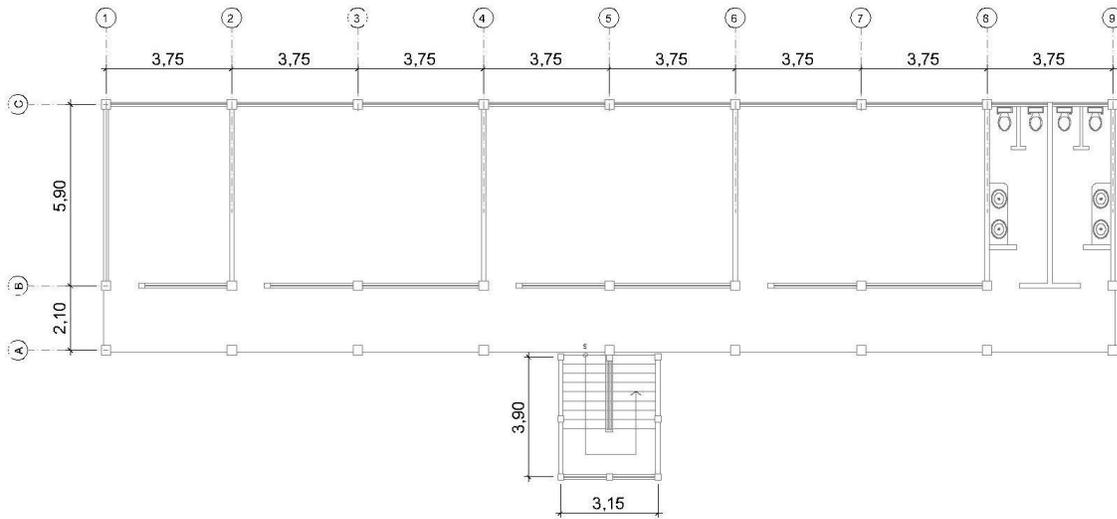


Figura 2. Elevación marco típico, sentido Y

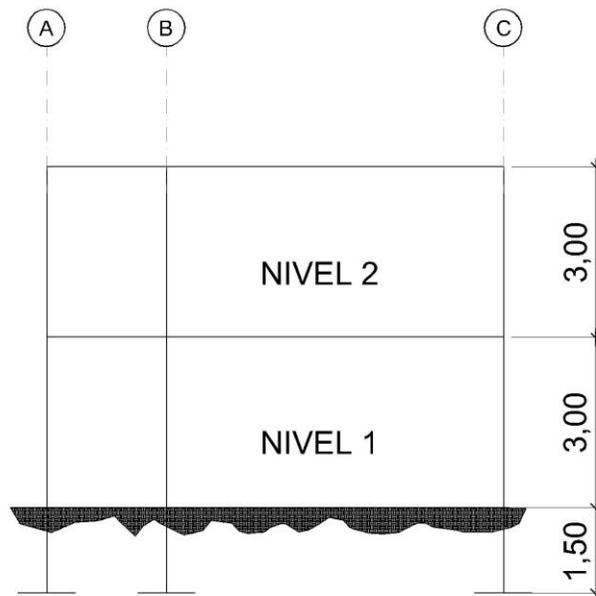
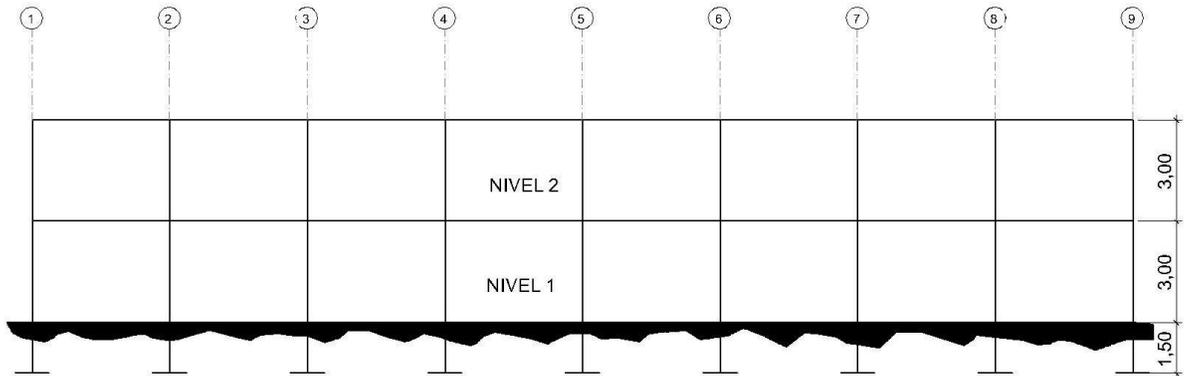


Figura 3. Elevación marco típico, sentido X



3.2.2.2. Modelos matemáticos de marcos dúctiles

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

En este caso, por la similitud de los marcos dúctiles, en geometría y en las cargas aplicadas, se analizan únicamente los críticos en los sentidos X y Y, ver figuras 2 y 3.

3.2.2.3. Análisis de cargas

Las cargas que actúan sobre las estructuras pueden dividirse en tres grandes categorías: cargas muertas, cargas vivas y cargas ambientales. Las cargas muertas, son aquellas que se mantienen constantes en magnitud y fijas en posición durante la vida de la estructura. Generalmente, la mayor parte de la carga muerta es el peso propio de la estructura. Ésta puede calcularse con buena aproximación, a partir de la configuración de diseño, de las dimensiones de la estructura y de la densidad del material.

Las cargas vivas, consisten principalmente en cargas de ocupación en edificios. Éstas pueden estar total o parcialmente en su sitio o no estar presentes, y pueden cambiar su ubicación. Su magnitud y distribución son inciertas en un momento dado.

Las cargas ambientales consisten principalmente en cargas de presión y succión de viento, cargas sísmicas (fuerzas inerciales causadas por movimientos sísmicos), presiones de suelo en las porciones subterráneas de estructuras. Al igual que las cargas vivas, las cargas ambientales son inciertas tanto en magnitud como en distribución.

3.2.2.4. Integración de cargas

3.2.2.4.1. Cargas verticales en marcos dúctiles

También son llamadas cargas por gravedad, se divide en carga viva y muerta, la carga viva; son cargas ocasionales, tales como el peso de personas, entre otras, la carga muerta es aquella que permanece constante, inamovible y permanente dentro de una estructura, generalmente está constituida por el peso propio de los elementos que integra la estructura.

Las cargas vivas para las cuales debe diseñarse la edificación escolar, son las siguientes.

Carga muerta (CM)

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

Peso de acabados = 60 kg/m^2

Peso de piso y mezclón = 144 kg/m^2

Peso de muros = 150 kg/m^2

Peso de viga = $(0,40\text{m} \times 0,25\text{m} \times 2\,400\text{ kg/m}^3) = 240\text{ kg/m}$

Peso de losa = $(0,12\text{m} \times 2\,400\text{ kg/m}^3) = 288\text{ kg/m}^2$

Carga viva (CV)

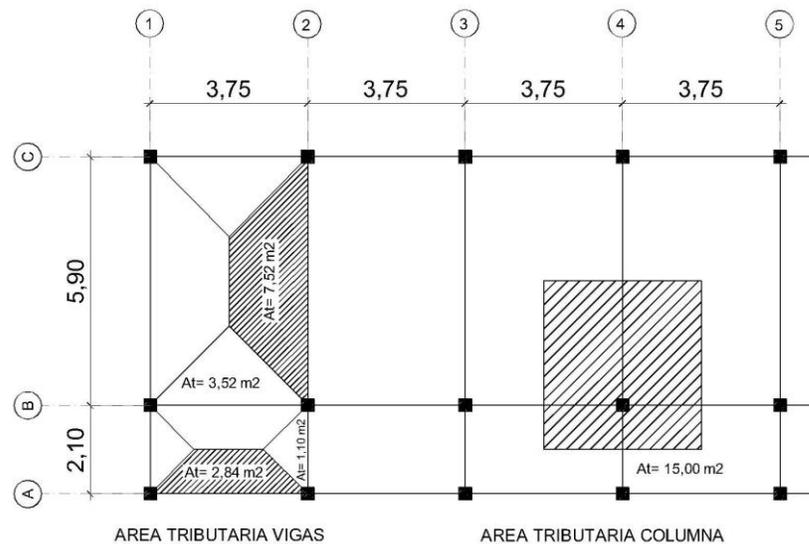
En techo = 100 kg/m^2

En aulas = 350 kg/m^2

En pasillos = 500 kg/m^2

Fuente: Normas AGIES NR-2: 2000

Figura 4. Planta típica áreas tributarias



Las cargas linealmente distribuidas para posteriormente realizar el análisis estructural, se calculan tomando en cuenta los valores anteriores, la geometría de la planta y siguiendo el procedimiento siguiente:

Cargas sobre el marco típico eje 2.

Marco típico nivel 2 (aquí no se incluye el peso de piso y muros)

Carga muerta:

$$CM_{x-x} = \frac{(Losa + Acabados) * (\text{Área tributaria})}{\text{Longitud viga}} + \text{viga}$$

$$CM_{C-B} = \frac{(288 \text{ kg/m}^2 + 60 \text{ kg/m}^2) * (7,52 \text{ m}^2 + 7,52 \text{ m}^2)}{5,90 \text{ m}} + 240 \text{ kg/m} = 1\ 127,11 \text{ kg/m}$$

$$CM_{B-A} = \frac{(288 \text{ kg/m}^2 + 60 \text{ kg/m}^2) * (1,10 \text{ m}^2 + 1,10 \text{ m}^2)}{2,10 \text{ m}} + 240 \text{ kg/m} = 604,57 \text{ kg/m}$$

Carga viva:

$$CV_{X-X} = \frac{(\text{Carga viva techo}) * (\text{Área tributaria})}{\text{Longitud viga}}$$

$$CV_{C-B} = \frac{(100 \text{ kg/m}^2) * (7,52 \text{ m}^2 + 7,52 \text{ m}^2)}{5,90 \text{ m}} = 254,92 \text{ kg/m}$$

$$CV_{B-A} = \frac{(100 \text{ kg/m}^2) * (1,10 \text{ m}^2 + 1,10 \text{ m}^2)}{2,10 \text{ m}} = 104,76 \text{ kg/m}$$

Marco típico nivel 1

Carga muerta:

$$CM_{X-X} = \frac{(\text{Losa} + \text{Acabados} + \text{Muro} + \text{Piso}) * (\text{Área tributaria})}{\text{Longitud viga}} + \text{viga}$$

$$CM_{C-B} = \frac{(288 \text{ kg/m}^2 + 60 \text{ kg/m}^2 + 150 \text{ kg/m}^2 + 144 \text{ kg/m}^2) * (15,04 \text{ m}^2)}{5,90 \text{ m}} + 240 \text{ kg/m}$$

$$CM_{C-B} = 1\ 876,56 \text{ kg/m}$$

$$CM_{B-A} = \frac{(288 \text{ kg/m}^2 + 60 \text{ kg/m}^2 + 150 \text{ kg/m}^2 + 144 \text{ kg/m}^2) * (2,20 \text{ m}^2)}{2,10 \text{ m}} + 240 \text{ kg/m}$$

$$CM_{B-A} = 912,57 \text{ kg/m}$$

Carga viva:

$$CV_{X-X} = \frac{(\text{Carga viva entrepiso}) * (\text{Área tributaria})}{\text{Longitud viga}}$$

$$CV_{C-B} = \frac{(350 \text{ kg/m}^2) * (7,52 \text{ m}^2 + 7,52 \text{ m}^2)}{5,90 \text{ m}} = 892,20 \text{ kg/m}$$

$$CV_{B-A} = \frac{(500 \text{ kg/m}^2) * (1,10 \text{ m}^2 + 1,10 \text{ m}^2)}{2,10 \text{ m}} = 523,81 \text{ kg/m}$$

Cargas sobre el marco típico eje B.

Marco típico nivel 2 (aquí no se incluye el peso de piso y muros)

Carga muerta:

$$CM_{x-x} = \frac{(\text{Losa} + \text{Acabados}) * (\text{Área tributaria})}{\text{Longitud viga}} + \text{viga}$$

$$CM_{1-2} = \frac{(288 \text{ kg/m}^2 + 60 \text{ kg/m}^2) * (3,52 \text{ m}^2 + 2,84 \text{ m}^2)}{3,75 \text{ m}} + 240 \text{ kg/m} = 830,21 \text{ kg/m}$$

Carga viva:

$$CV_{x-x} = \frac{(\text{Carga viva techo}) * (\text{Área tributaria})}{\text{Longitud viga}}$$

$$CV_{1-2} = \frac{(100 \text{ kg/m}^2) * (3,52 \text{ m}^2 + 2,84 \text{ m}^2)}{3,75 \text{ m}} = 169,60 \text{ kg/m}$$

Marco típico nivel 1

Carga muerta:

$$CM_{x-x} = \frac{(\text{Losa} + \text{Acabados} + \text{Muro} + \text{Piso}) * (\text{Área tributaria})}{\text{Longitud viga}} + \text{viga}$$

$$CM_{1-2} = \frac{(288 \text{ kg/m}^2 + 60 \text{ kg/m}^2 + 150 \text{ kg/m}^2 + 144 \text{ kg/m}^2) * (6,36 \text{ m}^2)}{3,75 \text{ m}} + 240 \text{ kg/m}$$

$$CM_{1-2} = 1\ 328,83 \text{ kg/m}$$

Carga viva:

$$CV_{x-x} = \frac{(\text{Carga viva entrepiso}) * (\text{Área tributaria})}{\text{Longitud viga}}$$

$$CV_{1-2} = \frac{(350 \text{ kg/m}^2) * (3,52 \text{ m}^2) + (500 \text{ kg/m}^2) * (2,84 \text{ m}^2)}{3,75 \text{ m}} = 707,20 \text{ kg/m}$$

Figura 5. Cargas aplicadas, marco dúctil típico, sentido Y

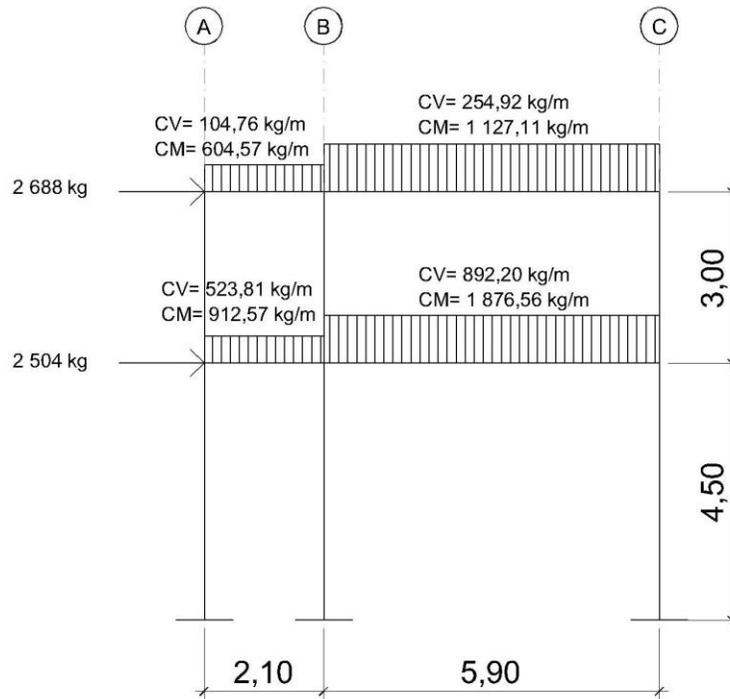
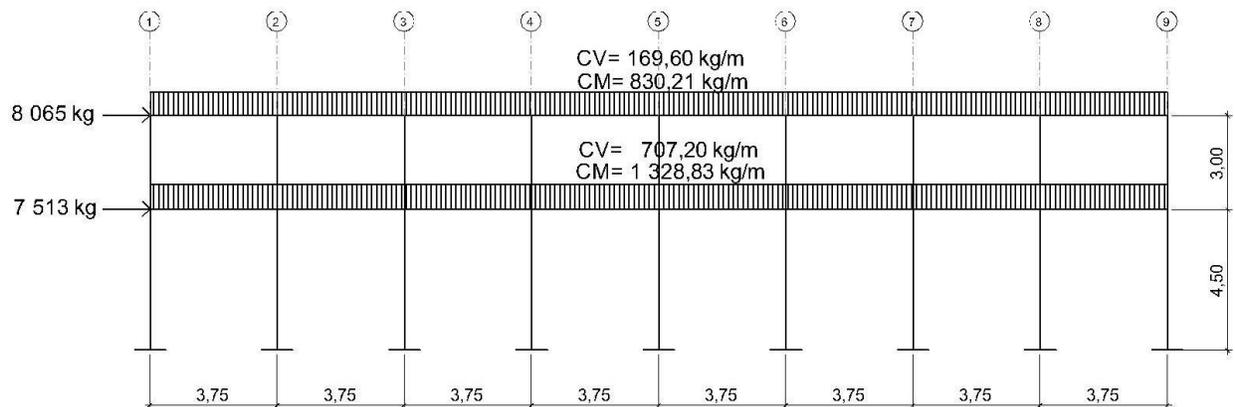


Figura 6. Cargas aplicadas, marco dúctil típico, sentido X



3.2.2.4.2. Cargas horizontales en marcos dúctiles

Existen dos fuerzas, de viento y de sismo, a las que está expuesto comúnmente un edificio. Desde el punto de vista de las estructuras, los sismos consisten en movimientos aleatorios horizontales y verticales en la superficie de la tierra. A medida que el terreno se mueve, la inercia tiende a mantener a la estructura en su sitio original, lo cual conlleva a la imposición de desplazamientos y de fuerzas que pueden tener resultados catastróficos. Por lo tanto, la respuesta sísmica depende fuertemente de las propiedades geométricas de la estructura, especialmente de su altura. Guatemala es un país con riesgo sísmico, por tal razón, se dimensionan las estructuras de manera que éstas puedan resistir los desplazamientos y las fuerzas inducidas por el movimiento del terreno.

Peso de la estructura del edificio

Segundo nivel

Carga muerta:

$$W_{\text{losa+acabados}} = (288 \text{ kg/m}^2 + 60 \text{ kg/m}^2) * (30,00 \text{ m} * 8,00 \text{ m}) = 83\,520 \text{ kg}$$

$$W_{\text{Viga}} = (240 \text{ kg/m}) * (30,00 \text{ m} * 3 + 8,00 \text{ m} * 9) = 38\,880 \text{ kg}$$

$$W_{\text{Columnas}} = (0,30 \text{ m} * 0,30 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg/m}^2) * (1,50 \text{ m} * 27 \text{ columnas}) = 8\,748 \text{ kg}$$

$$W_{\text{Muros}} = [(6 * (5,90 \text{ m} * 1,50 \text{ m})) + (21,4 \text{ m} * 1,50 \text{ m}) + (3,45 \text{ m} * 0,40 \text{ m})] * (150 \text{ kg/m}^2) = 12\,987 \text{ kg}$$

$$\text{Total } W_{\text{cm}} = 144\,135 \text{ kg}$$

Carga viva:

$$W_{\text{cv}} = (100 \text{ kg/m}^2) * (30,00 \text{ m} * 8,00 \text{ m}) = 24\,000 \text{ kg}$$

Peso del segundo nivel:

$$W_{\text{NIVEL2}} = W_{\text{cm}} + 0,25 W_{\text{cv}}$$

$$W_{\text{NIVEL2}}=144\,135\text{ kg}+0,25(24\,000\text{ kg})=150\,135\text{ kg}$$

Primer nivel

Carga muerta:

$$W_{\text{losa+acabados}}=(288\text{ kg/m}^2+60\text{ kg/m}^2+144\text{ kg/m}^2)*(30,00\text{ m}*8,00\text{ m})=118\,080\text{ kg}$$

$$W_{\text{Viga}}=(240\text{ kg/m})*(30,00\text{ m}*3+8,00\text{ m}*9)=38\,880\text{ kg}$$

$$W_{\text{Columnas}}=(0,30\text{ m}*0,30\text{ m}*2\,400\text{ kg/m}^2)*(4,50\text{ m})*27\text{columnas}=26\,244\text{ kg}$$

$$W_{\text{Muros}}=[(6*(5,90\text{ m}*3,00\text{ m}))+(21,4\text{ m}*3,00\text{ m})+(3,45\text{ m}*1,90\text{ m})]*(150\text{ kg/m}^2)=26\,543\text{ kg}$$

$$\text{Total } W_{\text{cm}}=209\,747\text{ kg}$$

Carga viva:

$$W_{\text{cvaulas}}=(350\text{ kg/m}^2)*(30,00\text{ m}*5,90\text{ m})=61\,950\text{ kg}$$

$$W_{\text{cvpasillos}}=(500\text{ kg/m}^2)*(30,00\text{ m}*2,10\text{ m})=31\,500\text{ kg}$$

$$\text{Total } W_{\text{cv}}=93\,450\text{ kg}$$

Peso del primer nivel:

$$W_{\text{NIVEL1}}=W_{\text{cm}}+0,25W_{\text{cv}}$$

$$W_{\text{NIVEL2}}=209\,747\text{ kg}+0,25(93\,450\text{ kg})=233\,110\text{ kg}$$

Peso total de la estructura

$$W_{\text{TOTAL}}=W_{\text{nivel1}}+W_{\text{nivel2}}$$

$$W_{\text{TOTAL}}=233\,110\text{ kg}+150\,135\text{ kg}=383\,245\text{ kg}$$

3.2.2.4.2.1. Método SEAOC aplicado a la edificación

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

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

Donde:

Z= Coeficiente de riesgo sísmico que depende de la zona

Z= 1 por ser zona sísmica

I= Coeficiente de importancia de la estructura, después que actúa el sismo

I=1,30 para edificios de de instituciones educativas

K= Coeficiente que depende del tipo de la estructura

K= 0,67 para marcos dúctiles

C= Coeficiente que depende del período natural de vibración

$$C = \frac{1}{15\sqrt{T}} \leq 0,12; \quad T = \frac{0,0906H}{\sqrt{B}}; \quad H = \text{Altura del edificio}; \quad B = \text{base del edificio}$$

S= Depende del tipo de suelo a cimentar, comprendida entre: $1,00 \leq S \leq 1,50$; teniendo la limitación de $C S \leq 0,14$.

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

El sismo, no actúa en una dirección determinada con respecto al edificio. Por tal razón se necesita evaluar el corte basal, tanto en el sentido longitudinal como transversal, con los valores resultantes se puede diseñar la estructura contra un sismo y en cualquier dirección.

Entonces:

$$T_x = \frac{0,0906 * 7,50}{\sqrt{30,00}} = 0,12 \text{ s}$$

$$T_y = \frac{0,0906 * 7,50}{\sqrt{8,00}} = 0,24 \text{ s}$$

$$C_x = \frac{1}{15\sqrt{0,12}} = 0,19 \leq 0,12$$

$$C_y = \frac{1}{15\sqrt{0,24}} = 0,14 \leq 0,12$$

$$C_x * S = C_y * S = 0,12 * 1,50 = 0,18 \leq 0,14; \text{ se tomará } 0,14.$$

Debido a que estos valores no varían respecto al sentido de X & Y, el corte basal es el mismo para ambas direcciones.

$$V_x = V_y = Z * I * K * C * S * W$$

$$V_x = V_y = 1 * 1,30 * 0,67 * 0,14 * 383\,245 = 46\,733 \text{ kg}$$

3.2.2.4.2.2. Fuerzas por nivel

La fuerza total lateral V puede ser distribuída en toda la altura de la estructura de acuerdo a la fórmula dada en la sección I(E) del código SEAOC:

Donde:

V = Corte basal

F_t = Fuerza en la cúspide

F_i = Fuerza por nivel

La fuerza concentrada en la cúspide, se determina como se verá a continuación y debe cumplir con las siguientes condiciones, dadas en la sección I(E) del código SEAOC:

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

Si $T > 0,25$ segundos; $F_t = 0,07TV$

Donde:

T = período fundamental de la estructura.

Por lo tanto, el valor de la fuerza, es decir, del corte basal V , puede ser distribuída en los niveles de la estructura, según la fórmula:

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

Donde:

W_i = peso de cada nivel.

H_i = altura de cada nivel.

Tabla IV. Integración de peso de cada nivel con su respectiva altura

<i>NIVEL</i>	<i>Wi</i>	<i>Hi</i>	<i>Wi*Hi</i>
1	233 110	4,5	1 048 995
2	150 135	7,5	1 126 013
			2 175 008

Como $T_x = T_y < 0,25$ s; entonces $F_t = 0$

Debido que el corte basal es el mismo en ambas direcciones las fuerzas en cada nivel, en los dos sentidos es igual.

$$F_{n1y} = F_{n1x} = \frac{46\,733 * (1\,048\,995)}{2\,175\,008} = 22\,539 \text{ kg}$$

$$F_{n2y} = F_{n2x} = \frac{46\,733 * (1\,126\,013)}{2\,175\,008} = 24\,194 \text{ kg}$$

Comprobando $V = F_1 + F_2 = 46\,733 \text{ kg}$

3.2.2.4.2.3. Fuerzas por marco

En las estructuras, se calculará dividiendo la fuerza por piso entre el número de marcos paralelos a esta fuerza, si los marcos espaciados están simétricamente colocados. Si los marcos son asimétricos, se tendrá que dividir la fuerza de piso F_i proporcional a la rigidez de los marcos.

- Fuerzas por marcos Y – Y

Como se observa en la figura 8, el edificio es simétrico en Y, por lo que la fuerza por marco será igual al producto de la división de la fuerza de piso entre el número de marcos en sentido Y.

Segundo nivel:

La fuerza del segundo nivel debe incluir Ft

$$F_m = \frac{F_2 + F_t}{\# \text{ Marcos}} = \frac{24\,194 + 0}{9} = 2\,688 \text{ kg}$$

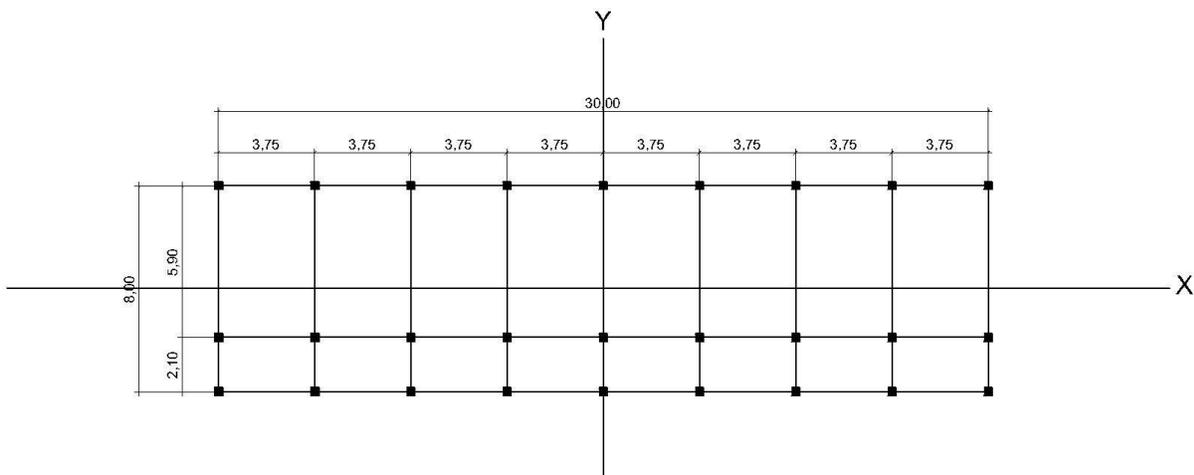
Primer nivel:

$$F_m = \frac{F_1}{\# \text{ Marcos}} = \frac{22\,539}{9} = 2\,504 \text{ kg}$$

- Fuerzas por marcos X – X

No existe simetría en X, porque el centro de masa tiene dos marcos abajo y un marco arriba, por lo que hay torsión, esto se puede observar en la figura 7. Un método simplificado de analizar la torsión en las estructuras consiste en considerar separadamente los desplazamientos relativos del edificio, ocasionados por la traslación y rotación en cada piso, tomando en cuenta la rigidez de cada nivel, estas fuerzas tendrán un desplazamiento unitario, distribuyendo los cortantes por torsión en proporción a su rigidez.

Figura 7. Simetría de la edificación escolar



Los momentos de entrepiso, se distribuyen en los diversos marcos y muros del sistema resistente a fuerzas laterales, de manera congruente con la distribución de los cortantes de entrepiso.

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

Voladizo: se refiere a edificios de un nivel o a los últimos niveles de edificios de varios niveles. La rigidez se calcula con la siguiente fórmula.

$$R = \frac{1}{\frac{Ph^3}{3EI} + \frac{1,2Ph}{AG}} ; \quad I = \frac{1}{12}bh^3; \quad E = 15\,000\sqrt{f_c}; \quad G = 0,40E$$

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

$$R = \frac{1}{\frac{Ph^3}{12EI} + \frac{1,2Ph}{AG}}$$

Donde:

P= carga asumida, generalmente 10 000 kg.

h= altura de muro o columna analizada.

E= módulo de elasticidad del concreto.

I= inercia del elemento.

A= sección transversal del muro o columna analizada.

G= módulo de rigidez.

Cuando el centro de rigidez CR no coincide con el centro de masa CM, se produce excentricidad en la estructura, esto debido a que existe una distribución desigual y asimétrica de las masas y las rigideces en la estructura.

La excentricidad se determina por medio de la diferencia que existe entre el valor del centro de masa CM y el valor del centro de rigidez CR.

- Fuerza del marco por torsión

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

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

Para esto se utilizan las siguientes fórmulas:

$$F_i' = \frac{(R_m * F_n)}{\sum R_i}; \quad F_i'' = \frac{(e * F_n)}{E_i}; \quad E_i = \frac{\sum (R_m * d_i)^2}{R_m * d_i}$$

Donde:

R_m = rigidez del marco

$\sum R_i$ = rigidez total del nivel. Es la sumatoria de las rigideces de los marcos paralelos a la carga.

d_i = distancia de CR a marco considerado.

F_n = fuerza por nivel.

E_i = relación entre rigideces y brazo de cada marco.

e = excentricidad.

Segundo nivel:

Rigidez de la columna en el eje X-X, se utiliza la fórmula de voladizo por ser el último nivel.

$$R = \frac{1}{\frac{10\,000(300)^3}{3 * 15\,100\sqrt{210} * \frac{1}{12} * (30)^4} + \frac{1.2(10\,000)(300)}{30 * 30 * 0.4 * 15\,100\sqrt{210}}} = 0,16$$

Como la sección de las columnas son las mismas en los marcos:

$$k_m = 9(0,16) = 1,44$$

Tabla V. Cálculo del centro de rigidez – Nivel 2

<i>Marco</i>	<i>R</i>	<i>L</i>	<i>RL</i>
A	1,44	0	0
B	1,44	2,10	3,024
C	1,44	8,00	11,52
Sumatoria	4,32		14,54

CR= Centro de rigidez

$$CR= KL/K = (14,54) / (4,32)= 3,37$$

$$CMx= 4,00$$

$$CMy= 15,00$$

$$e= Cmx - CR = 4,00 - 3,37 = 0,63 \text{ m.}$$

$$emin= 0,05*h \text{ (h=altura del edificio)}$$

$$emin= 0,05(7,50)= 0,375 \text{ m.}$$

Tabla VI. Fuerza en marco por torsión – Nivel 2

<i>Marco</i>	<i>Rm</i>	<i>Di</i>	<i>Rm*Di</i>	<i>(Rm*Di)²</i>	<i>Ei</i>	<i>Fi'</i>	<i>Fi''</i>	<i>Fm</i>
A	1,44	-3,37	-4,85	23,55	-14,70	8 065	-1 036,75	7 027,92
B	1,44	-1,27	-1,83	3,34	-39,01	8 065	-390,70	7 673,96
C	1,44	4,63	6,67	4,45	10,70	8 065	1 424,37	9 489,04
	4,32			71,35				

Si el valor $F_m < F_i''$, se debe tomar F_i' como la fuerza de marco. Si el valor $F_m > F_i''$, F_m será el valor del marco analizado. Es decir, se toman los valores críticos.

Primer nivel:

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

De la fórmula de doble empotramiento se obtiene:

$$R = \frac{1}{\frac{10\,000(450)^3}{12 \cdot 15 \cdot 100 \sqrt{210} \cdot \frac{1}{12} \cdot (30)^4} + \frac{1,2(10\,000)(450)}{30 \cdot 30 \cdot 0,4 \cdot 15 \cdot 100 \sqrt{210}}} = 0,19$$

$$R_m = 9(0,19) = 1,71$$

Tabla VII. Cálculo del centro de rigidez – Nivel 1

Marco	R	L	RL
A	1,71	0	0
B	1,71	2,10	3,59
C	1,71	8,00	1,68
Sumatoria	5,13		17,27

CR= Centro de rigidez

$$CR = KL/K = (17,27) / (5,13) = 3,37$$

$$C_{Mx} = 4,00$$

$$C_{My} = 15,00$$

$$e = C_{Mx} - CR = 4,00 - 3,37 = 0,63 \text{ m.}$$

$$e_{min} = 0,05 \cdot h \text{ (h=altura del edificio)}$$

$$e_{min} = 0,05(7,50) = 0,375 \text{ m.}$$

Tabla VIII. Fuerza en marco por torsión – Nivel 1

<i>Marco</i>	<i>Rm</i>	<i>Di</i>	<i>Rm*Di</i>	<i>(Rm*Di)²</i>	<i>Ei</i>	<i>Fi'</i>	<i>Fi''</i>	<i>Fm</i>
A	1,71	-3,37	-5,76	33,21	-17,46	7 513	-813,33	6 699,67
B	1,71	-1,27	-2,17	4,72	-46,33	7 513	-306,51	7 206,49
C	1,71	4,63	7,92	6,.68	12,71	7 513	1 117,42	8 630,42
	5,13			100,61				

3.2.2.5. Análisis de marcos dúctiles por paquete de software y comprobación por un método numérico (Kanni)

Para efecto de análisis estructural, se utilizó el software ETABS, para la obtención de los momentos en cada uno de los elementos estructurales, luego se realizó una comprobación; a través del método numérico de Kanni, concluyendo que los resultados variaron en un porcentaje mínimo del 4%.

El análisis se realizó para cada una de las cargas, siendo estas: carga muerta, carga viva y sismo. Los datos se ingresaron al software, de acuerdo a los modelos resultantes de las cargas en el edificio, los cuales se presentan a continuación; para diseño estructural se utilizan los resultados obtenidos del método numérico de Kanni.

3.2.2.6. Momentos últimos por envolventes de momentos

La envolvente de momentos es la representación de los esfuerzos máximos, que pueden ocurrir al superponer los efectos de carga muerta, carga viva y fuerza sísmica, tanto en vigas como en columnas.

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

- Para los momentos últimos negativos en vigas y columnas:

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

- Para los momentos últimos de inversión en vigas:

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

- Para los momentos últimos positivos en vigas:

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

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

- Corte en vigas:

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

- Corte en columnas:

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

Ejemplo de cálculo de la envolvente

Eje B tramo de 1-2 segundo nivel:

$$M_{1(-)} = 0,75 * (1,4(-530,43) + 1,7(-157,07) \pm 1,87(1\ 094,26)) = -2\ 292,92 \text{ kg-m}$$

$$M_{1(+)} = 1,4(627,46) + 1,7(109,47) = 1\ 064,54 \text{ kg-m}$$

$$M_{2(-)} = 0,75 * (1,4(1\ 133,35) + 1,7(220,25) \pm 1,87(942,52)) = 2\ 792,72 \text{ kg-m}$$

$$M_{1(-)} = 0,90(-530,43) \pm 1,43(1\ 094,26) = -2\ 042,18 \text{ kg-m menor que el anterior } M_{1(-)}$$

$$M_{2(-)} = 0,90(1\ 133,35) \pm 1,43(942,52) = 2\ 367,82 \text{ kg-m menor que el anterior } M_{2(-)}$$

$$M_{1Col} = 0,75 * (1,4(602,40) + 1,7(275,02) \pm 1,87(-425,38)) = -1\,579,77 \text{ kg-m}$$

$$M_{1Col} = 0,75 * (1,4(530,44) + 1,7(157,08) \pm 1,87(-1\,094,51)) = 2\,292,29 \text{ kg-m}$$

$$M_{2Col} = 0,75 * (1,4(-95,69) + 1,7(-43,89) \pm 1,87(-1\,442,10)) = -2\,178,98 \text{ kg-m}$$

$$M_{2Col} = 0,75 * (1,4(-86,31) + 1,7(-21,53) \pm 1,87(-1\,746,90)) = -2\,568,11 \text{ kg-m}$$

$$V_{V1} = 0,75 * \left[\frac{1,4(830,21 * 3,75)}{2} + \frac{1,7(169,60 * 3,75)}{2} + \frac{1,87(1\,094,26 + 942,52)}{3,75} \right] = 2\,801,68 \text{ kg}$$

$$V_{CEJE1} = \frac{1\,579,77 + 2\,292,29}{3} = 1\,290,69 \text{ kg}$$

$$V_{CEJE2} = \frac{-2\,178,98 + (-2\,568,11)}{3} = 1\,582,36 \text{ kg}$$

Figura 8. Diagrama de momentos últimos en vigas (kg-m) Eje Y

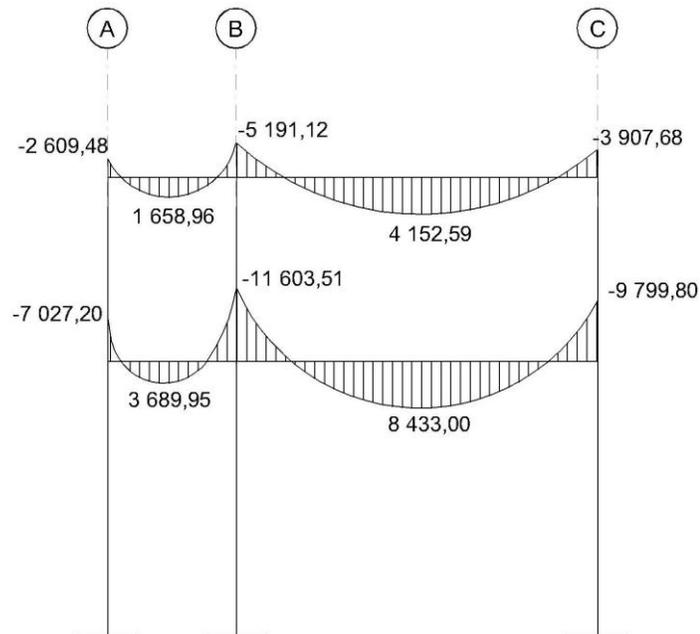


Figura 9. Diagrama de momentos últimos en columnas (kg-m) Eje Y

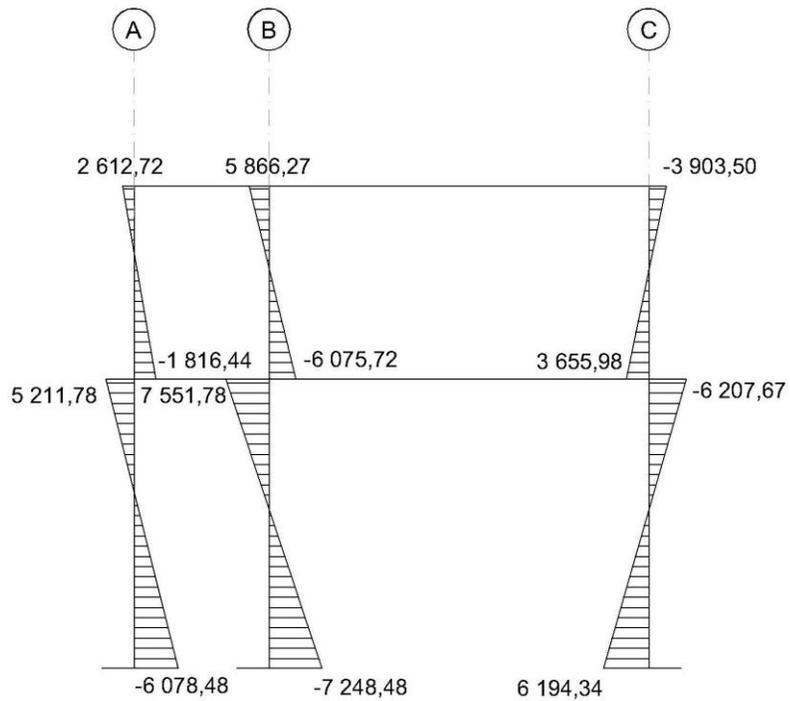


Figura 10. Diagrama de momentos últimos en vigas (kg-m) Eje X

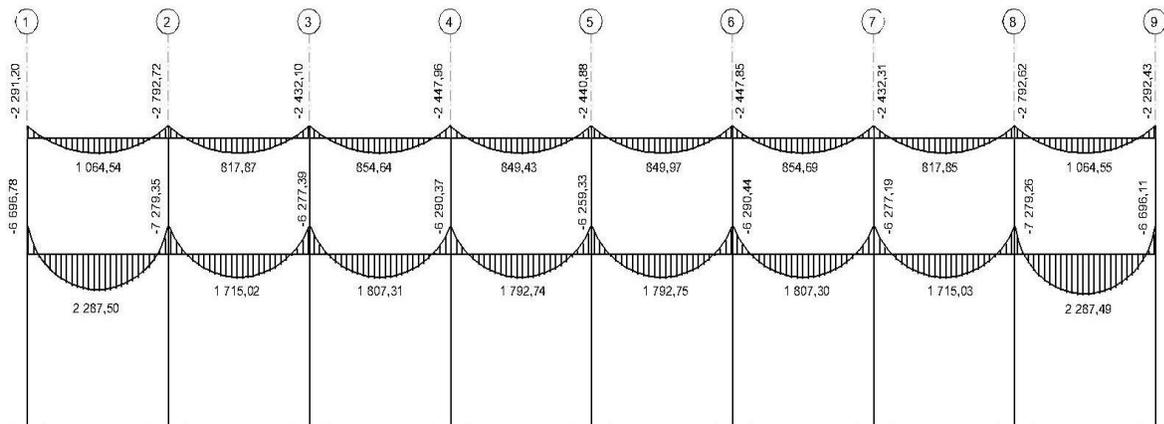
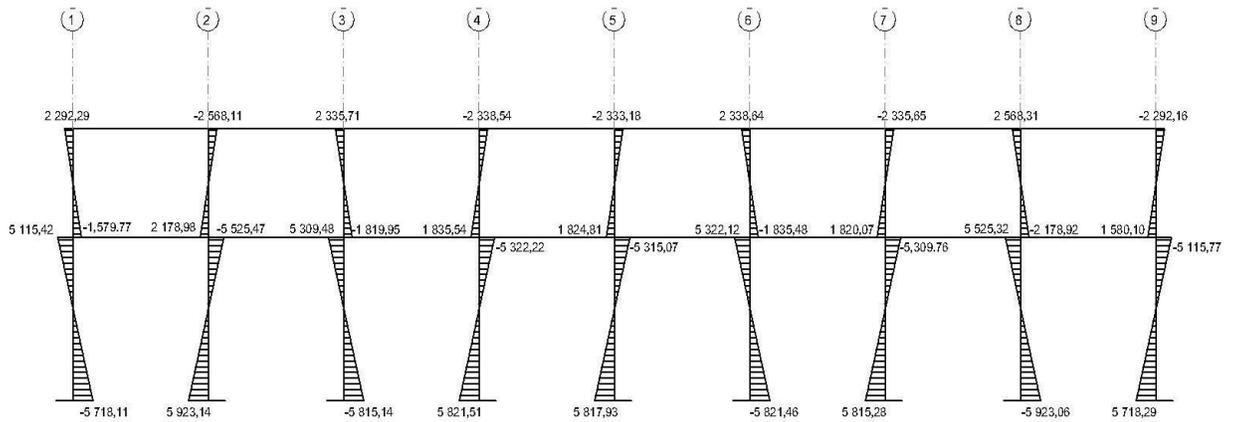


Figura 11. Diagrama de momentos últimos en columnas (kg-m) Eje X



3.2.2.7. Diagramas de cortes en marcos dúctiles

Figura 12. Diagrama de cortes últimos en vigas (kg-m) Eje Y

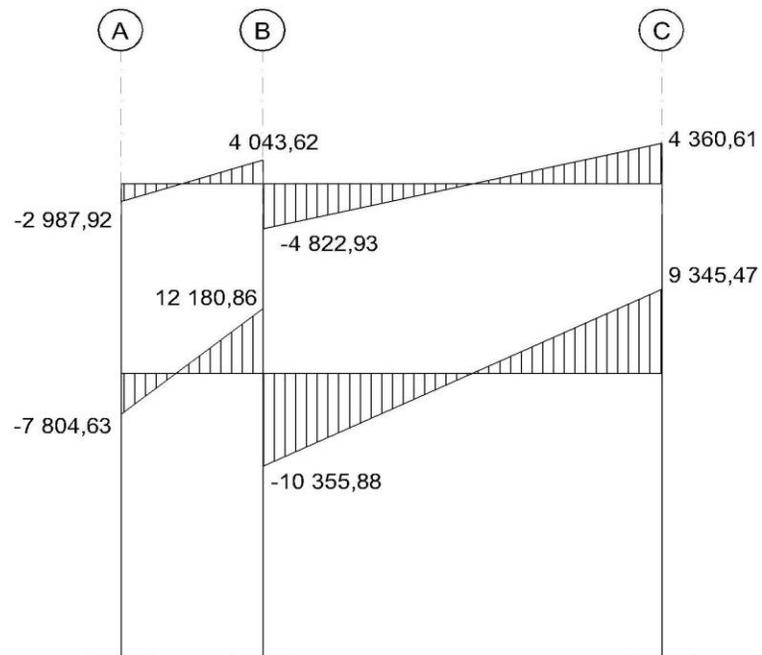


Figura 13. Diagrama de cortes últimos en columnas (kg-m) Eje Y

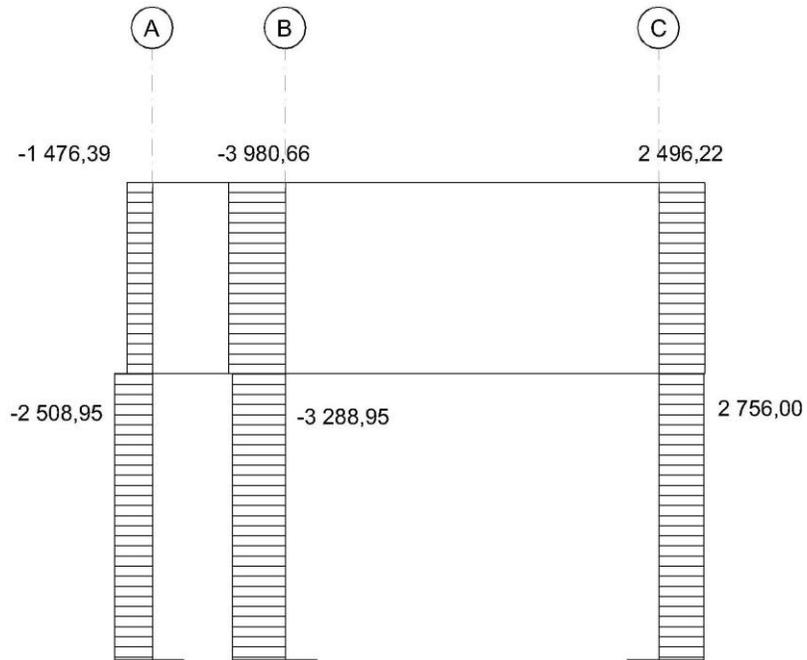


Figura 14. Diagrama de cortes últimos en vigas (kg-m) Eje X

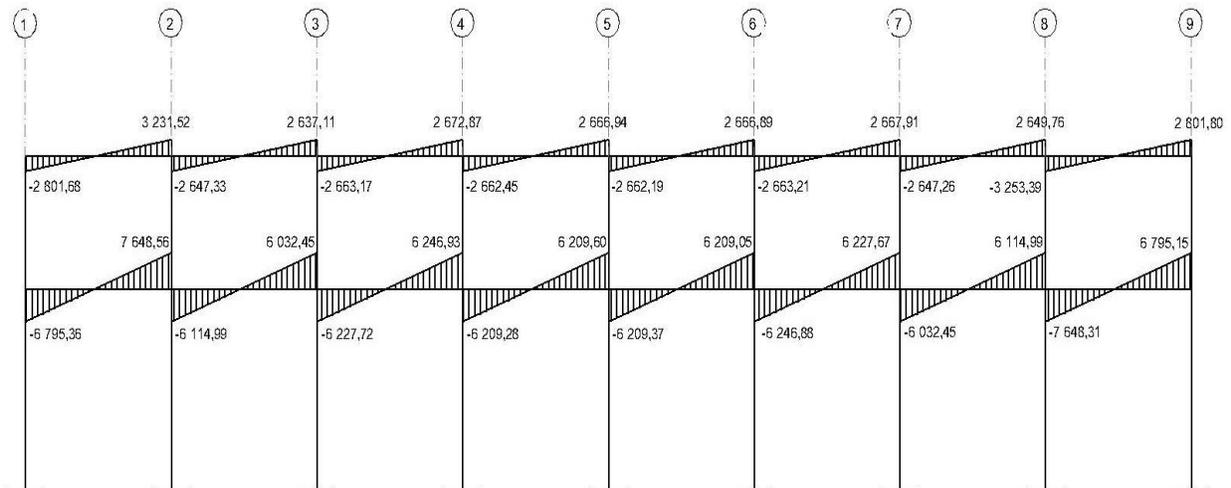
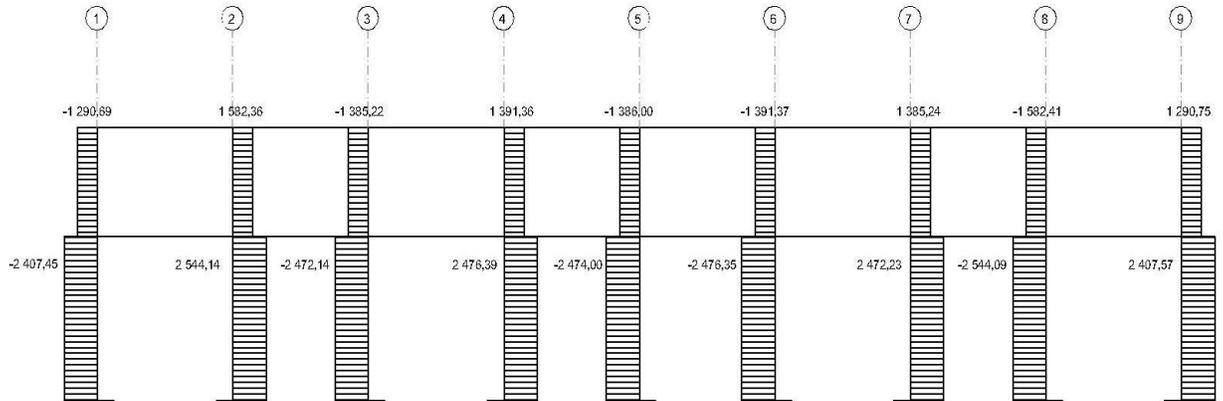


Figura 15. Diagrama de cortes últimos en columnas (kg-m) Eje X



3.2.2. Diseño de elementos estructurales

3.2.2.1. Diseño de losas

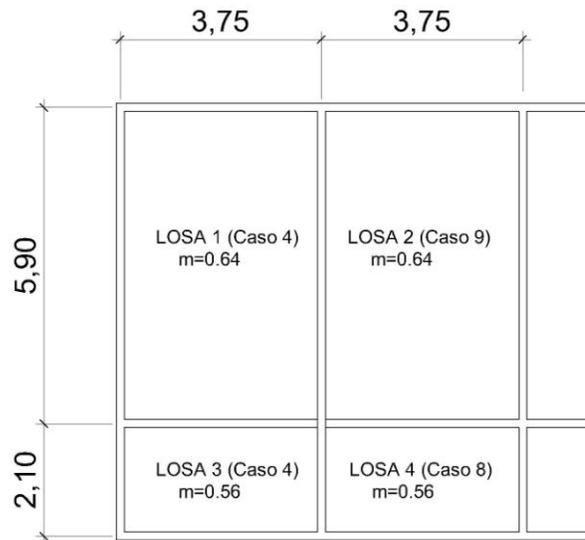
Las losas, son elementos estructurales que pueden servir como cubiertas que protegen de la intemperie, como entrepisos para transmitir cargas verticales ó como diafragmas para transmitir cargas horizontales.

Para conocer, si trabajan en uno o dos sentidos, se divide al lado corto entre el lado largo, si este valor es mayor o igual a 0,50 trabaja en dos sentidos, de lo contrario trabajará en uno. Para diseñarla existen varios métodos, en éste caso se utiliza el método 3 del ACI.

3.2.2.1.1. Losas del nivel 1

Espesor de la losa: el espesor de la losa se encuentra en la sección 3.2.1.4 en el inciso C y se determinó un $t_{losa} = 0,12$ m.

Figura. 16. Planta típica distribución de losas



Cálculo de cargas:

Espesor de losa: 0,12 m

Plosa= 288 kg/m²

Mezclon+piso= 144 kg/m²

Pmuros: 150 kg/m²

CM.total= 582 kg/m²

CV.pasillos= 500 kg/m²

CV.aulas= 350 kg/m²

Carga última o carga de diseño:

$$CU= 1,4*(Carga muerta) + 1,7*(Carga viva)$$

Losas 1 y 2

$$CU=1,4(582)+1,7(350)=1\ 410\ \text{kg/m}^2*(1\ \text{m})$$

$$CUu=1\ 410\ \text{kg/m}$$

Losas 3 y 4

$$CU=1,4(582)+1,7(500)=1\ 665\text{ kg/m}^2*(1\text{ m})$$

$$CUu=1\ 665\text{ kg/m}$$

Momentos actuantes:

Las fórmulas para calcular los momentos, son las siguientes:

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

$$M_{A(+)}=C*CMUu*A^2+C*CVUu*A^2$$

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

$$M_{B(+)}=C*CMUu*B^2+C*CVUu*B^2$$

Donde: C= Coeficiente de tablas ACI

A= Dimensión del lado corto considerado de la losa

B= Dimensión del lado largo considerado de la losa

Relación m:

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

$$m = \frac{3,75}{5,90} = 0,64 \quad (\text{Losas 1 y 2})$$

$$m = \frac{2,10}{3,75} = 0,56 \quad (\text{Losas 3 y 4})$$

Todas las losas actúan en dos sentidos.

Cargas últimas aplicadas con una franja unitaria de un metro:

$$CVUu=1,7(350)=595\text{ kg/m} \quad (\text{Aulas})$$

$$CMUu=1,4(582)=815\text{ kg/m} \quad (\text{Pasillos y Aulas})$$

$$CVUu=1,7(500)=850\text{ kg/m} \quad (\text{Pasillos})$$

Utilizando las fórmulas y cálculos anteriores se procede a calcular los momentos respectivos:

Losa 1 (Caso 4)

$$M_{A(-)} = 0,085(1\,410)(3,75)^2 = 1\,685,39 \text{ kg-m}$$

$$M_{A(+)} = 0,050(815)(3,75)^2 + 0,062(595)(3,75)^2 = 1\,091,81 \text{ kg-m}$$

$$M_{B(-)} = 0,015(1\,410)(5,90)^2 = 736,23 \text{ kg-m}$$

$$M_{B(+)} = 0,009(815)(5,90)^2 + 0,011(595)(5,90)^2 = 483,16 \text{ kg-m}$$

Losa 2 (Caso 9)

$$M_{A(-)} = 0,083(1\,410)(3,75)^2 = 1\,645,73 \text{ kg-m}$$

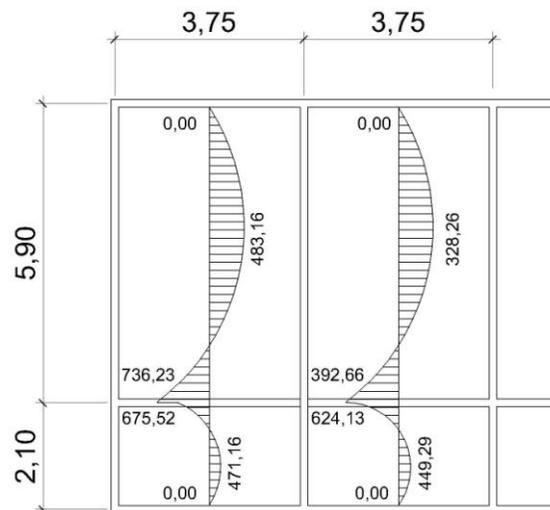
$$M_{A(+)} = 0,034(815)(3,75)^2 + 0,054(595)(3,75)^2 = 841,50 \text{ kg-m}$$

$$M_{B(-)} = 0,008(1\,410)(5,90)^2 = 392,66 \text{ kg-m}$$

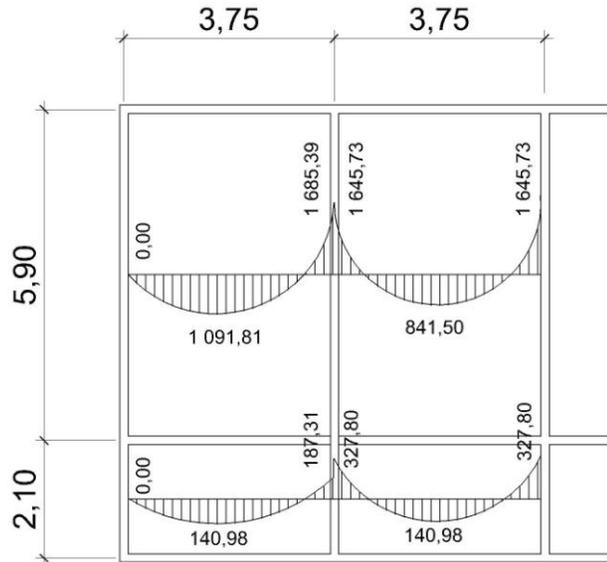
$$M_{B(+)} = 0,005(815)(5,90)^2 + 0,009(595)(5,90)^2 = 328,26 \text{ kg-m}$$

Con el procedimiento anterior, se calcularon los momentos en todas las losas, presentando únicamente los resultados, en la figura 17.

Figura. 17. Planta de momentos actuantes en losas típicas – nivel 1, (sentido Y)



**Figura. 18. Planta de momentos actuantes en losas típicas – nivel 1,
(sentido X)**



Balance de momentos:

Cuando las losas tienen un lado en común, y tienen momentos diferentes, se deben balancear dichos momentos antes de proceder a diseñar los refuerzos que requiere. Se puede balancear los momentos de la siguiente manera:

Si $0,80 \cdot M_2(\text{mayor}) \leq M_1(\text{menor}) \dots \dots M_b = (M_2\text{mayor} + M_1\text{menor})/2$

Si $0,80 \cdot M_2(\text{mayor}) > M_1(\text{menor}) \dots \dots$ Se balancean proporcionalmente a su rigidez y se procede de la siguiente manera:

$$K_1 = \frac{1}{L_1}$$

$$K_2 = \frac{1}{L_2}$$

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

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

$$dM = M_2 - M_1$$

L_1 y L_2 = Longitud de losa considerada

D ₂	D ₁
M ₂	M ₁
(-)D ₂ *(dM)	(+)D ₁ *(dM)
Mb	Mb

Balance de momentos entre losas 1 y 3:

$$M_2 = 736,23 \text{ kg-m}$$

$$M_1 = 675,52 \text{ kg-m}$$

$0,80(736,23) = 588,98 < 675,52$ Si cumple, por lo tanto:

$$M_b = \frac{736,23 + 675,52}{2} = 705,88 \text{ kg-m}$$

Balance de momentos entre losas 2 y 4:

$$M_2 = 624,13 \text{ kg-m}$$

$$M_1 = 392,66 \text{ kg-m}$$

$0,80(624,13) = 499,30 < 392,66$ No cumple, se balancean por su rigidez

$$K_2 = \frac{1}{2,10} = 0,48$$

$$K_1 = \frac{1}{5,90} = 0,17$$

$$D_2 = \frac{0,48}{0,48 + 0,17} = 0,74$$

$$D_1 = \frac{0,17}{0,17 + 0,48} = 0,26$$

$$dM = 624,13 - 392,66 = 231,47 \text{ kg-m}$$

0,74	0,26
624,13	392,66
-171,29	60,18
452,84	452,84

Los resultados del balance de momentos, en todos los puntos necesarios, pueden observarse en las figuras 19 y 20.

Figura 19. Plantas de momentos balanceados en losas típicas – nivel 1, (Sentido Y)

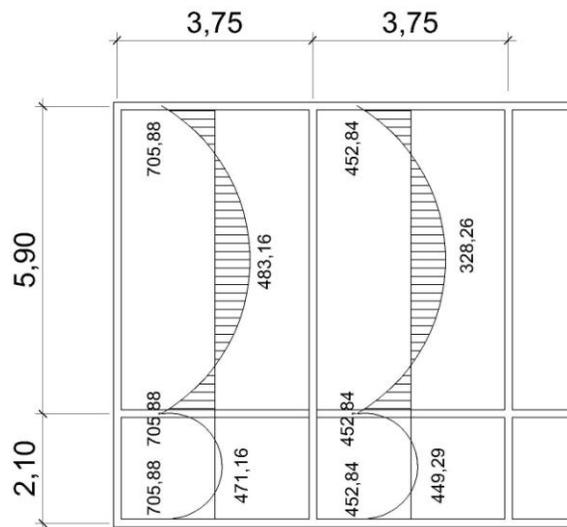
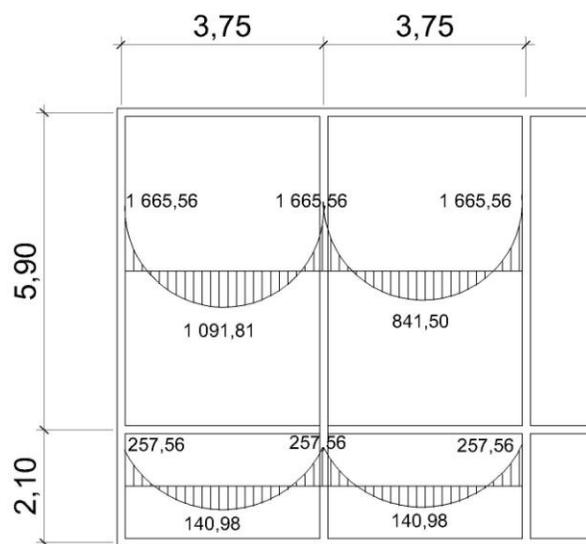


Figura 20. Plantas de momentos balanceados en losas típicas – nivel 1, (Sentido X)



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 seguido es el siguiente:

- Cálculo del peralte efectivo:

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

$$d = 12 - 2,54 - \frac{0,953}{2} = 8,98 \text{ cm}$$

- Cálculo de límites de acero:

Área de acero mínimo: El área de acero mínimo ($A_{s_{\min}}$) en una losa, se calcula como el 40% del área de acero de una viga, usando un ancho unitario de 1,00 m.

$$A_{s_{\min}} = 0,40 \left(\frac{14,1}{F_y} \right) * b * d = 0,40 \left(\frac{14,1}{2\ 810} \right) * 100 * 8,98$$

$$A_{s_{\min}} = 1,80 \text{ cm}^2$$

Con el área de acero mínimo, se calcula un espaciamiento (S), considerando una varilla No. 3 que tiene un área de $0,71 \text{ cm}^2$. El espaciamiento está dado por $S_e = A_v / A_s$

$$S_e = \frac{0,71}{1,80} = 0,40 \text{ m} = 40 \text{ cm}$$

Tomando en cuenta el espaciamiento de la armadura en las secciones críticas, no debe exceder de 2 veces el espesor de la losa según el ACI 318-05 capítulo 13, sección 13.3.2

Chequear el espaciamiento máximo $S_{e_{\max}} = 2t$

$$S_{e_{\max}} = 2(0,12) = 0,24 \text{ m} = 24 \text{ cm}$$

Por lo tanto, por facilidad en el proceso constructivo se colocará a cada 20cm. Entonces $S_{e_{\max}} = 20 \text{ cm}$.

El espaciamiento encontrado, es mayor que el espaciamiento máximo, por lo que se procede a encontrar un área de acero mínimo para el espaciamiento máximo por medio de una regla de 3.

$$A_{s\text{mín}} \dots\dots\dots 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \dots\dots\dots 20 \text{ cm}$$

Entonces el $A_{s\text{mín}} = 3,55 \text{ cm}^2$

Con el área de acero mínimo encontrado, se procede a encontrar el momento que resiste el área de acero ($3,55 \text{ cm}^2$).

- Cálculo de momento soportado usando $A_{s\text{mín}}$ encontrado:

$$M_{sop} = 0,90 \left[A_{s\text{mín}} * F_y \left(d - \frac{A_{s\text{mín}} * F_y}{1,7 f_c * B} \right) \right] = 0,90 \left[3,55 * 2810 \left(8,98 - \frac{3,55 * 2810}{1,7 * 210 * 100} \right) \right]$$

$$M_{sop} = 781,13 \text{ kg-m}$$

- Cálculo de áreas de acero:

Para los momentos menores que el M_{sop} se usa $A_{s\text{mín}}$ y para los momentos mayores que el M_{sop} se calcula el área de acero y la separación con las siguientes fórmulas:

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

$$S(\text{cm}) = \frac{A_v * b}{A_s}$$

- Revisión por corte:

Todas las losas están sometidas a esfuerzos de corte, los cuales deben ser resistidos por los materiales que lo conforman. En este caso, por el tipo de losa que se utiliza, dichos esfuerzos deben resistirse únicamente por el concreto; por tal razón, se debe chequear si el espesor de la losa es el adecuado. El procedimiento es el siguiente:

Cálculo del corte máximo actuante:

$$V_{\text{máx}} = \frac{C U u * L}{2} \quad L = \text{lado corto de la losa que se está analizando.}$$

$$V_{\text{máx}} = \frac{1\,410 * 3,75}{2} = 2\,643,75 \text{ kg}$$

Cálculo del corte máximo resistente:

$$V_r = 45 * \sqrt{f_c} * T$$

$$V_r = 45 * \sqrt{210} * 12 = 7\,825,34 \text{ kg}$$

- Comparación V_r con $V_{\text{máx}}$:

Esta comparación sirve para chequear si el espesor (t) de la losa, es el adecuado, caso contrario se procede a aumentar (t).

Para la losa que se está analizando $V_r > V_{\text{máx}}$, (7 825,34 kg > 2 643,75 kg) por lo que se concluye que el espesor es el adecuado.

Tabla IX. Áreas de acero requeridas en losas típicas del nivel 1. Eje X-X

Momento (M)	Área de acero (cm ²)	No. Varilla	Espaciamiento (S) (cm)
1 665,56	7,88	4	16
1 091,81	5,03	3	14
841,50	3,83	3	18
257,56	Asmín	3	20
327,80	Asmín	3	20
140,98	Asmín	3	20

Tabla X. Áreas de acero requeridas en losas típicas del nivel 1. Eje Y-Y

Momento (M)	Área de acero (cm ²)	No. Varilla	Espaciamiento (S) (cm)
705,88	Asmín	3	20
471,16	Asmín	3	20
483,16	Asmín	3	20
452,84	Asmín	3	20
449,29	Asmín	3	20
328,26	Asmín	3	20

3.2.3.1.2. Losas del nivel 2

Para el diseño de las losas del nivel 2, se siguió el mismo procedimiento anterior, usado para las losas del nivel 1. Los resultados para ambos niveles se presentan en el apéndice A.

3.2.3.2. Diseño de vigas

Las vigas son elementos estructurales sometidos a esfuerzos de compresión, tensión y corte. Las vigas de concreto simple son ineficientes como elementos sometidos a flexión, debido a que la resistencia a la tensión en flexión es una pequeña fracción de la resistencia a la compresión. En consecuencia, estas vigas fallan en el lado sometido a tensión a cargas bajas mucho antes que se desarrolle la resistencia completa del concreto en el lado de la compresión. Por esta razón se colocan barras de acero de refuerzo en el lado sometido a tensión, tan cerca como sea posible del extremo de la fibra

sometida a tensión, conservando en todo caso una protección adecuada del acero contra el fuego y la corrosión.

En una viga de concreto así reforzada, el acero de refuerzo resiste la tensión causada por los momentos flectores, mientras que el concreto usualmente es capaz de resistir sólo la compresión correspondiente. Esta acción conjunta de los dos materiales, se garantiza si se impide su deslizamiento relativo, lo que se logra mediante la utilización de barras corrugadas con su alta resistencia por adherencia de la interfase acero-concreto y, si es necesario, mediante anclajes especiales en los extremos de las barras.

Los datos necesarios para su diseño son los momentos y cortes actuantes últimos, que se toman del análisis estructural.

Datos: El procedimiento seguido para diseñar las vigas, se describe a continuación, aplicado a la viga tipo 1. Los datos se muestran en la figura 21 y figura 22, esta viga se ubica en marco típico sentido Y, nivel 2. Los datos son tomados del análisis estructural.

Figura 21. Diagrama de momentos últimos en la viga tipo 1

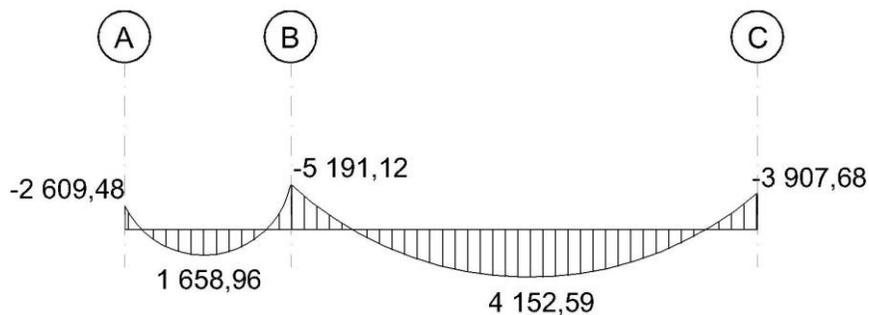
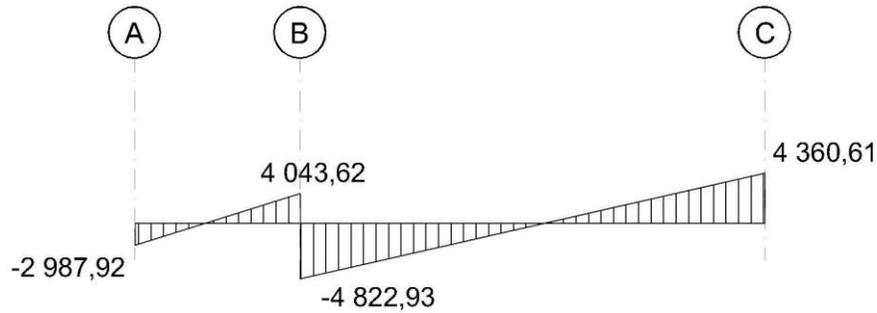


Figura 22. Diagrama de momentos últimos en la viga tipo 1



Límites de acero: antes de diseñar, el refuerzo longitudinal en la viga, se calculan los límites dentro de los cuales debe estar éste; esto se realiza usando los siguientes criterios:

Sección = 0,25 m*0,40 m; peralte efectivo 0,36 m.

Fórmulas:

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{F_y} * (b*d) \quad A_{s_{\max}} = 0,50 * 0,036946 * b*d$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{2\ 810} * (25*36) = 4,52 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\max}} = 0,50 * 0,036946 * 25 * 36 = 16,63 \text{ cm}^2$$

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

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

En este caso se calculará el tramo A-B, tomando el mayor de los dos momentos negativos, entonces

$$A_s = \left[25*36 - \sqrt{(25*36)^2 - \frac{5\ 191,12*25}{0,003825*210}} \right] * \left[\frac{0,85*210}{2\ 810} \right] = 6,02 \text{ cm}^2$$

El área obtenida se encuentra dentro de los límites indicados, por lo tanto se diseña como una viga simplemente reforzada.

$$A_{s_{\min}}=4,52 \text{ cm}^2 \leq A_s=6,02 \text{ cm}^2 \leq A_{s_{\max}}=16,63 \text{ cm}^2$$

Usando la fórmula anterior, se calcula el área de acero para cubrir el momento positivo, que es igual $A_{s(+)}= 1,85 \text{ cm}^2$ y el del otro momento negativo igual a $A_{s(-)}=2,94 \text{ cm}^2$.

Después de calcular el área de acero para los momentos positivos y negativos debe considerarse los siguientes requisitos sísmicos:

Cama superior: se debe colocar, como mínimo, dos varillas de acero corrido, tomando el mayor de los siguientes valores: $A_{s_{\min}}$ ó 33% del A_s calculada para el $M(-)$.

$$A_{s_{\min}}=4,52 \text{ cm}^2$$

$$33\%(A_{s(-)})=0,33*6,02=1,99 \text{ cm}^2$$

Se necesitan 2 varillas No.6 corridas ($A_s=5,70 \text{ cm}^2$), necesitando bastones para satisfacer los momentos no cubiertos por el área de acero longitudinal.

$$A_{s(\text{BASTÓN IZQ})} = 1,99 - 5,70 = -3,71 \text{ (no necesita bastón)}$$

$$A_{s(\text{BASTÓN DER})} = 6,02 - 5,70 = 0,32 \text{ (1 No. 3 = } 0,71 \text{ cm}^2\text{)}$$

Cama inferior: se debe colocar como mínimo, dos varillas de acero corrido, tomando el mayor de los siguientes valores: $A_{s_{\min}}$; 50% del A_s calculado para el $M(+)$; 50% del A_s calculado para el $M(-)$.

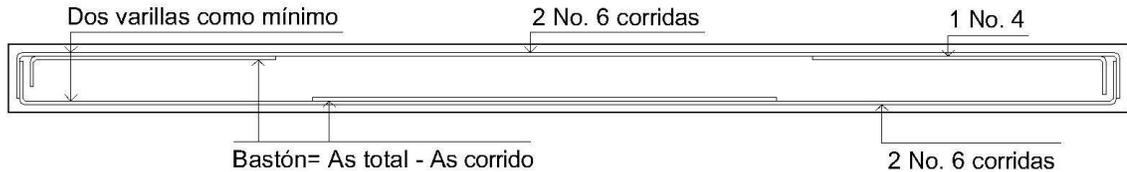
$$A_{s_{\min}}=4,52 \text{ cm}^2$$

$$50\%(A_{s(+)})=0,50*1,85=0,93 \text{ cm}^2$$

$$50\%(A_{s(-)})=0,50*6,02=3,01 \text{ cm}^2$$

Usar el $A_{s_{\min}}$, se necesitan 2 varillas No. 6 $=5,70 \text{ cm}^2$, corridas.

Figura 23. Elevación longitudinal: distribución de aceros, cama superior e inferior



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; en este 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:

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{f_c} * b * d$$

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 25 * 36 = 5\ 875,53 \text{ kg}$$

- Comparar corte resistente con corte último:

Si $V_r \geq V_u$ la viga necesita estribos solo por armado

Si $V_r < V_u$ se diseñan estribos por corte, usando la expresión siguiente:

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

$$S_{\text{máx}} = d/2, \text{ como mínimo usar acero No. 3}$$

En este caso $V_u = 3\ 785,19 \text{ kg}$ y $V_r = 5\ 875,53 \text{ kg}$; como $V_r > V_u$ usar estribos No. 3 a $S_{\text{máx}} = d/2 = 36/2 = 18 \text{ cm}$.

Puede observarse que $V_r > V_u$, por ende, se usan estribos No. 3 solo por requisito de armado.

Además de lo anterior, existen requisitos sísmicos que sugieren confinar los estribos de las vigas en sus extremos, con el objetivo de darle mayor

ductilidad en los nudos. La zona de confinamiento para este caso, se hace de la forma siguiente:

$Lo = \text{Longitud de confinamiento} = Lo = 2d = 2 \cdot 36 = 72 \text{ cm.}$

Colocando estribos No. 3 a cada $d/4 = 36/4 = 9 \text{ cm.}$

Vigas tipo 2, 3 y 4: Para el diseño de las viga tipo 2, 3 y 4 se sigue el procedimiento descrito anteriormente, para la viga tipo 1, los resultados se observan en la tabla XI. Para las vigas en el sentido Y (vigas tipo 3 y 4) se calcula que el área de acero se encuentre entre los límites de mínimo y máximo por lo que su predimensionamiento cumple, verificando respectivamente que el refuerzo esté dentro de los parámetros correspondientes.

Tabla XI. Cálculo de vigas – Edificio escolar

Viga	Refuerzo longitudinal			Refuerzo transversal	
	Momento (kg-m)	As (cm ²)	Refuerzo	Corte (kg)	Refuerzo
Sentido Y-Y 2do. NIVEL Sección 0,25x0,40 m	2 609,48	2,94	2 No. 6	Vu= 4 822,93 Vr= 5 875,53	Extremos: 9 No. 3 @ 0,09 m. Resto @ 0,18 m
	1 658,96	1,85	2 No. 6		
	5 191,12	6,02	2 No. 6 + 1 No. 4		
	4 152,59	4,76	2 No. 6		
1er. NIVEL Sección 0,25x0,40 m	3 907,68	4,47	2 No. 6	Vu= 12 180,86 Vr= 5 875,53	Extremos: 13 No. 3 @ 0,06 m. Resto @ 0,12 m
	7 027,20	8,32	2 No. 6 + 1 No. 8		
	3 689,95	4,21	2 No. 6		
	11 603,51	14,61	2 No. 6 + 2 No. 8		
Sentido X-X 2do. NIVEL Sección 0,25x0,40 m	8 433,00	10,17	2 No. 6 + 1 No. 8	Vu= 3 253,39 Vr= 5 875,53	Extremos: 9 No. 3 @ 0,09 m. Resto @ 0,18 m
	9 799,80	12,03	2 No. 8 + 1 No. 6		
	2 291,20	2,57	2 No. 6		
	1 064,54	1,18	2 No. 6		
1er. NIVEL Sección 0,25x0,40 m	2 792,72	3,15	2 No. 6	Vu= 7 648,56 Vr= 5 875,53	Extremos: 9 No. 3 @ 0,09 m. Resto @ 0,18 m
	817,87	0,91	2 No. 6		
	2 432,10	2,74	2 No. 6		
	6 696,78	7,90	3. No. 6		
	2 287,50	2,57	2 No. 6		
	7 279,35	8,65	2 No. 6 + 1 No. 8		
	1 715,02	1,92	2 No. 6		
	6 277,39	7,37	3. No. 6		

3.2.3.3. 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 elementos 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, es decir, las que están sometidas a mayores esfuerzos. El diseño resultante para cada columna es aplicado a todas las columnas del nivel respectivo. En esta sección se describe el procedimiento que se sigue para diseñar las columnas típicas del edificio de aulas, aplicándole en la columna del nivel 2.

Columna típica nivel 2.

Dimensiones:

Sección de columna 30*30 cm.

Longitud de columna 3,00 m.

Sección de viga 25*40 cm.

Longitud de viga 1= 8,08 m.

Espesor de losa 0,12 m.

$M_x = 2\,568,31$ kg-m

Área tributaria= 15,00 m²

$M_y = 6\,075,72$ kg-m

Determinación de carga axial: $CU = 1,4CM + 1,7CV$.

$$CU = 1,4((0,12 * 2400) + 60) + 1,7(100)$$

$$CU = 487,20 + 170 = 657,20 \text{ kg-m}^2$$

Cálculo de factor de carga última:

$$F_{cu} = \frac{CU}{CM + CV} = \frac{657,20}{(348 + 100)} = 1,47$$

Cálculo de la carga axial: $P_u = (\text{Área losas} \cdot C_U) + (P_{\text{vigas}} \cdot F_{cu})$.

$$P_u = (15,00 \cdot 657,20) + (0,25 \cdot 0,40 \cdot 2\,400 \cdot 8,08) \cdot 1,47$$

$$P_u = 12\,708,62 \text{ kg}$$

Clasificar las columnas por su esbeltez (E): Por su relación de esbeltez, las columnas se clasifican en cortas ($E < 22$), intermedias ($22 > E > 100$) y largas ($E > 100$). El objetivo de clasificar las columnas es ubicarlas en un rango; si son cortas se diseñan con los datos originales del diseño estructural, si son intermedias se deben de magnificar los momentos actuantes, y son largas no se construyen.

La esbeltez de la columna en el sentido X, se calcula con el procedimiento siguiente:

Tabla XII. Inercia relativa

EJE X				EJE Y			
	Inercia	Long.	K=I/L		Inercia	Long.	K=I/L
Columna	67 500,00	300	225,00	Columna	67 500,00	300	225,00
Viga X	133 333,33	375	355,56	Viga Y1	133 333,33	590	225,99
Columna inf.	67 500,00	450	150,00	Viga Y2	133 333,33	210	634,92

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

SENTIDO X:

Extremo superior:

$$\Psi_A = \frac{(\sum K_{\text{columnas}})}{(\sum K_{\text{vigas}})}$$

$$\Psi_A = \frac{225}{355,56 + 355,56} = 0,32$$

Extremo inferior:

$$\Psi_B = \frac{225+225}{355,56+355,56} = 0,64$$

Promedio:

$$\Psi_P = \frac{\Psi_A + \Psi_B}{2}$$

$$\Psi_P = \frac{0,32+0,64}{2} = 0,48$$

Cálculo del coeficiente K:

$$K = \frac{20 - \Psi_P}{20} \left(\sqrt{1 + \Psi_P} \right); \quad \text{Para } \Psi_P < 2$$

$$K = \frac{20 - 0,48}{20} \left(\sqrt{1 + 0,48} \right) = 1,19$$

Cálculo de la esbeltez de la columna:

$$E = \frac{KL_U}{\sigma}$$

Donde $\sigma = 0.30$ m. *(lado menor para columnas rectangulares).

$$E = \frac{1,19 * (3,00)}{(0,30 * 0,30)} = 40,22$$

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

$$\Psi_A = 0,26 \quad \Psi_B = 0,52 \quad \Psi_P = 0,39 \quad K = 1,16$$

$$E = 39,22$$

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

3.2.3.3.1. Magnificación de momentos

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

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

Sentido X.

Cálculo del factor flujo plástico del concreto:

$$\beta_d = \frac{CM_u}{CU} = \frac{487,20}{657,20} = 0,74$$

Cálculo del "EI" total del material:

$$E_c = 15\ 100 \sqrt{f_c} \qquad I_g = \frac{1}{12} * b h^3$$

$$EI = \frac{E_c * I_g}{2,50} / (1 + \beta_d)$$

$$EI = \frac{15\ 100 \sqrt{210} * 30^4}{12 * 2,50 * (1 + 0,74)} = 3,40 * 10^9 \text{ kg-cm}^2 = 340 \text{ t-m}^2$$

Cálculo de la carga crítica de pandeo de Euler.

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL_u)^2} = \frac{\pi^2 (340)}{(1,19 * 3,00)^2} = 263,29 \text{ t}$$

Cálculo del magnificador de momentos

$\delta > 1$ y $\phi = 0,70$ sí se usan estribos

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{\phi P_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{12,71}{(0,70 * 263,29)}} = 1,07$$

Cálculo de momentos de diseño:

$$M_{dx} = \delta * M_u = 1,07(2\ 568,31)$$

$$M_{dx} = 2\ 748,09 \text{ kg-m}$$

Sentido Y.

$$\beta d = 0,74$$

$$EI = 340 \text{ t-m}^2$$

$$P_{cr} = 277,09 \text{ t}$$

$$\delta = 1,07$$

$$M_{dy} = 6\ 501,02 \text{ kg-m}$$

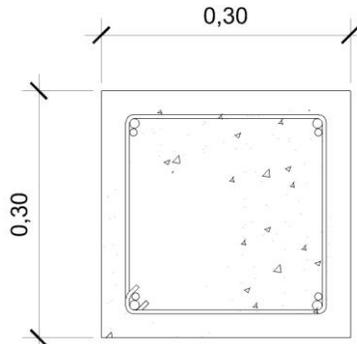
Cálculo del acero longitudinal por el método de BRESLER.

Este método, 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 fundamental del método de Bresler, es aproximar el valor $1/P'u$ este valor 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 ($P'ox$) y la carga de falla para una excentricidad e_y ($P'oy$).

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

Figura 24. Sección de columna



Datos:

$$P_u = 12\,708,62 \text{ kg}$$

$$M_{dx} = 2\,748,09 \text{ kg-m.}$$

$$M_{dy} = 6\,501,02 \text{ kg-m.}$$

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

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

$$\text{Recubrimiento} = 0,03 \text{ m}$$

Cálculo de límites de acero: según ACI, el área de acero en una columna debe estar dentro de los siguientes límites $1\%A_g < A_s < 6\%A_g$

$$A_{s_{\min}} = 0,01(30 \times 30) = 9 \text{ cm}^2 \quad A_{s_{\max}} = 0,06(30 \times 30) = 54 \text{ cm}^2$$

Se propone un armado, con un valor intermedio a los límites permitidos de A_s . Armado propuesto 4 No.8 + 4 No.6 = $4(5,07) + 4(2,85) = 31,68 \text{ cm}^2$.

Si $P^u > P_u$, entonces el armado propuesto es correcto, de lo contrario, se debe aumentar el área de acero.

Para este método, se usan los diagramas de interacción para diseño de columnas (ver apéndice A). Los valores a utilizar en los diagramas son:

$$\text{Valor de la gráfica: } Y = \frac{H_{\text{nucleo}}}{H_{\text{columna}}} = \frac{(0,30 - (2 \times 0,03))}{0,30} = 0,80$$

$$\text{Valor de la curva: } P_{tu} = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 f'_c \cdot A_g} = \frac{31,68(2\,810)}{0,85(210)(30 \times 30)} = 0,55$$

Excentricidades:

$$e_x = \frac{M_{dx}}{P_u} = \frac{2\,748,09}{12\,708,62} = 0,22$$

$$e_y = \frac{M_{dy}}{P_u} = \frac{6\,501,02}{12\,708,62} = 0,51$$

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

$$e_x/h_x = 0,22/0,30 = 0,73$$

$$e_y/h_y = 0,51/0,30 = 1,70$$

Con los valores obtenidos en los últimos cuatro pasos, se buscan los valores de los coeficientes K_x y K_y , siendo éstos: $K_x = 0,40$ y $K_y = 0,15$.

Cálculo de cargas.

Carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_x :

$$P'_{ux} = K_x \cdot f_c \cdot b \cdot h = 0,40 \cdot 210 \cdot 30 \cdot 30 = 75\,600 \text{ kg}$$

Carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_y :

$$P'_{uy} = K_y \cdot f_c \cdot b \cdot h = 0,15 \cdot 210 \cdot 30 \cdot 30 = 28\,350 \text{ kg}$$

Carga axial de resistencia de la columna:

$$P'_o = \phi(0,85 \cdot f_c(A_g - A_s) + A_s \cdot f_y)$$

$$P'_o = 0,70(0,85 \cdot 210(900 - 31,68) + 31,68 \cdot 2810) = 170\,811,14 \text{ kg}$$

Carga de la resistencia de la columna:

$$P'_u = \frac{1}{\frac{1}{P'_{ux}} + \frac{1}{P'_{uy}} - \frac{1}{P'_o}} = \frac{1}{\frac{1}{75\,600} + \frac{1}{28\,350} - \frac{1}{170\,811,14}} = 23\,448,60 \text{ kg}$$

Como $P'_u > P_u$ el armado propuesto si resiste las fuerzas aplicadas, si esto no fuera así, se debe aumentar el área de acero hasta que cumpla.

Acero transversal (estribos): el objetivo del refuerzo transversal es para resistir los esfuerzos de corte, y en algunos casos solo por armado. Por requisitos sísmicos las columnas deben confinarse para aumentar la capacidad de carga axial, de corte y ductilidad, debe ser en forma de anillo (estribos) o refuerzo espiral continuo (zunchos).

El procedimiento para proveer refuerzo transversal a las columnas se describe a continuación:

- Refuerzo por corte:

Se calcula el corte resistente.

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{f_c} * b * d$$

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 30 * 27 = 5\ 287,98 \text{ kg}$$

Comparar V_r con V_u con los siguientes criterios:

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

Si $V_r \leq V_u$ se diseñan los estribos por corte.

Para ambas opciones debe considerarse que la varilla mínima permitida es la No. 3, en este caso $V_r > V_u$ ($5\ 287,98 > 3\ 980,66$), entonces se colocan estribos con un espaciamiento $S = d/2 = 27/2 = 13,5 \text{ cm}$; por métodos constructivos se usara $S = 13 \text{ cm}$.

- Refuerzo por confinamiento: para la longitud de confinamiento (L_o), debe tomarse el mayor de estos criterios:

$L_o =$	$L_u/6 = 3,00/6 = 0,50 \text{ m}.$ Lado mayor de la columna = $0,30 \text{ m}$ $0,45 \text{ m}$
---------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------

El espaciamiento de los estribos (S1) en zonas confinadas de las columnas debe encontrarse entre $3 \text{ cm} < S1 < 10 \text{ cm}$.

- Relación volumétrica:

$$\rho_s = 0,45 \left(\left(\frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right) * \left(0,85 * \frac{f_c}{f_y} \right); \quad \rho_s > 0,12 \left(\frac{f_c}{f_y} \right)$$

$$\rho_s = 0,45 \left(\left(\frac{30^2}{24^2} \right) - 1 \right) * \left(0,85 * \frac{210}{2810} \right) = 0,016 \quad 0,016 > 0,12 \left(\frac{210}{2810} \right) = 0,009$$

Y por último el espaciamiento entre estribos en la zona confinada es:

$$S1 = \frac{2A_v}{\rho_s * L_n} = \frac{(2 * 0,71)}{(0,016 * 24)} = 3,70 \text{ cm}$$

Los resultados del diseño de la columna típica, ubicada en el nivel 2, se encuentra en la tabla XIII. El procedimiento que se debe seguir es el descrito anteriormente, teniendo en cuenta que la carga axial utilizada se calcula de la siguiente manera:

Carga axial = (área tributaria)(CU) + (Carga de la columna del nivel superior) + (Peso de vigas)(FCU) + (Peso de la columna del nivel superior)(FCU).

Tabla XIII. Cálculo de columnas- Edificación escolar

Columna	Refuerzo longitudinal		Refuerzo transversal		
	Carga	Refuerzo	Corte (kg)	Confinar	Refuerzo
Nivel 2 Sección 0,30x0,30m . Lu=3,00m	Mx= 2 568,31	4 No. 8 + 4 No. 6	Vux= 1 582,31 Vuy= 3 980,66 Vr= 5 287,98	Lo= 0,50 m S1= 0,03 m	Extremos No. 3 @ 0,03 m hasta 0,50 m. Resto @ 0,13 m
	My= 6 075,72				
	Pu= 12 708,62				
	Mdx= 2 748,09				
	Mdy= 6 501,02				
P'u= 23 448,60					
Nivel 1 Sección 0,30x0,30m . Lu=3,00m	Mx= 5 923,14	4 No. 8 + 4 No. 6	Vux= 2 544,14 Vuy= 3 288,95 Vr= 5 287,98	Lo= 0,50 m S1= 0,03 m	Extremos No. 3 @ 0,03 m hasta 0,50 m. Resto @ 0,13 m
	My= 7 551,78				
	Pu= 39 565,08				
	Mdx= 7 062,80				
	Mdy= 8 942,08				
P'u= 62 425,88					

3.2.3.4. Diseño de cimientos

Cimiento, es aquella parte de la estructura que se coloca generalmente por debajo de la superficie del terreno, y que transmite las cargas al suelo o rocas subyacentes. Los dos requisitos esenciales en el diseño de cimentaciones son: que el asentamiento total de la estructura, esté limitado a una cantidad tolerablemente pequeña y que en lo posible, el asentamiento diferencial de las distintas partes de la estructura se elimine. Para limitar los asentamientos de la manera indicada es necesario:

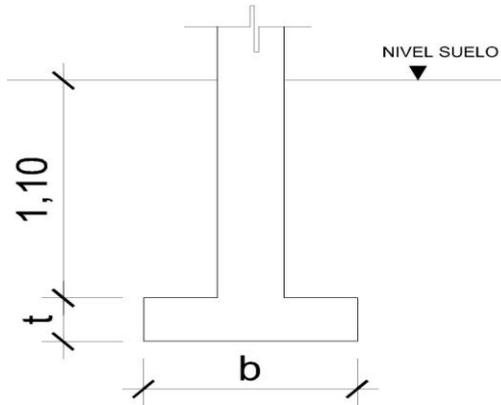
- Transmitir la carga de la estructura hasta un estrato de suelo que tenga la resistencia suficiente
- Distribuir la carga sobre un área suficientemente grande de este estrato para minimizar las presiones de contacto.

3.2.3.4.1. Zapata

Las zapatas para columnas individuales, son por lo general cuadradas, algunas veces rectangulares y representan el tipo de cimentación más sencillo y económico. Su utilización para columnas exteriores tiene algunas dificultades si los derechos de propiedad impiden la utilización de zapatas que se extiendan más allá de los muros exteriores. En este caso, se utilizan zapatas combinadas ó zapatas amarradas para permitir el diseño de una zapata que no se extienda más allá del muro o columna.

Datos: los datos necesarios para el diseño de las zapatas, se toman del análisis estructural y de los estudios de suelo realizados en el lugar. Los datos a utilizarse para el diseño de la zapata, son los siguientes:

Figura 25. Detalle de zapata



Datos:

$$M_x = 5,92 \text{ t-m}$$

$$M_y = 7,55 \text{ t-m}$$

$$P_u = 39,57 \text{ t}$$

$$F_{cu} = 1,55$$

$$P_s = 1,51 \text{ t/m}^3$$

$$P_c = 2,40 \text{ t/m}^3$$

$$V_s = 26,00 \text{ t/m}^2$$

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

$$F_y = 210 \text{ kg/cm}^2$$

La determinación del valor soporte del suelo (V_s), se encuentra en el apéndice A.

Área de zapata: la losa de la zapata debe dimensionarse para soportar las cargas aplicadas y las reacciones inducidas.

Cálculo de las cargas de trabajo:

$$P'_t = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{39,57}{1,55} = 25,53 \text{ t}$$

$$M_{tx} = \frac{M_x}{F_{cu}} = \frac{5,92}{1,55} = 3,82 \text{ t-m}$$

$$M_{ty} = \frac{M_y}{F_{cu}} = \frac{7,55}{1,55} = 4,87 \text{ t-m}$$

Predimensionamiento del área de la zapata:

$$A_z = \frac{1,5P_t}{V_s} = \frac{1,5(25,53)}{26} = 1,47 \text{ m}^2$$

Se propone usar dimensiones aproximadas.

$$A_z = 1,75 \times 1,75 = 3,06 \text{ m}^2$$

Chequeo de presión sobre el suelo: la zapata transmite verticalmente al suelo cargas aplicadas a ella, por medio de la superficie en contacto con éste, ejerciendo una presión cuyo valor se define por la fórmula siguiente:

$$q = \frac{P}{A_z} \pm \frac{M'_x}{S_x} \pm \frac{M'_y}{S_y}; \quad \text{donde } S = \frac{1}{6} * b h^2$$

Además, se debe tomar en cuenta que, **q** no debe ser negativa, ni mayor que el valor soporte del suelo (V_s), para la zapata se tiene:

$$S_x = S_y = \frac{1}{6} * (1,75)(1,75)^2 = 0,89 \text{ m}^3$$

$$P = P_t + P_{col} + P_{suelo} + P_{cimiento}$$

$$P = 25,53 + (0,30 * 0,30 * 7,5 * 2,4) + (3,06 * 1,1 * 1,51) + (3,06 * 0,40 * 2,40)$$

$$P = 35,17 \text{ t}$$

$$q = \frac{35,17}{3,06} \pm \frac{3,82}{0,90} \pm \frac{4,87}{0,90}$$

$$q_{\text{máx}} = 11,49 + 4,24 + 5,41 = 21,14 \text{ t/m}^2 < V_s$$

$$q_{\text{mín}} = 11,49 - 4,24 - 5,41 = 1,84 \text{ t/m}^2 > 0$$

Presión última: como se observa en los cálculos anteriores, la presión está distribuída de forma variable, pero para efectos de diseño estructural se toma una presión última usando el criterio:

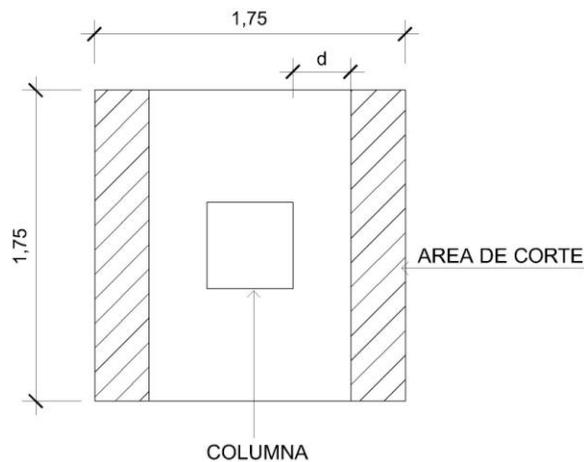
$$q_{\text{disu}} = q_{\text{máx}} * F_{cu} = 21,14 * 1,55 = 32,77 \text{ t/m}^2$$

Espesor de zapata: dimensionada el área, se procede a dimensionar el espesor de la zapata, basados en que el recubrimiento del refuerzo no sea menor 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 $t=0,40$ m. Luego se realizan los siguientes chequeos:

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

Figura 26. Corte simple



$$d = t - \text{rec} - \phi / 2$$

$$d = 40 - 7,5 - \frac{1,27}{2} = 31,87 \text{ cm}$$

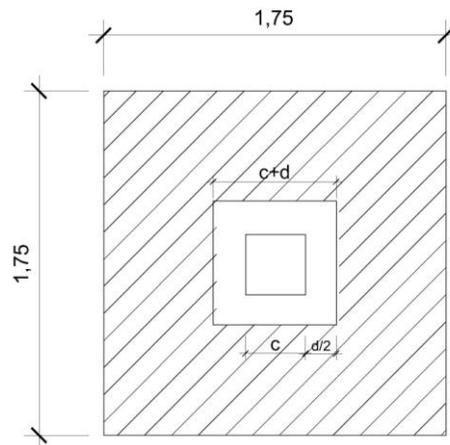
$$V_{\text{act}} = q_{\text{disu}} \left(\frac{B_{\text{zap}} - B_{\text{col}}}{2} - d \right) H_{\text{zap}} = 32,77 \left(\frac{1,75 - 0,30}{2} - 0,3187 \right) * 1,75 = 23,30 \text{ t}$$

$$V_r = 0,85(0,53) \sqrt{f_c} * b * d = (0,85(0,53) \sqrt{210} * 175 * 31,87) / 1000 = 36,41 \text{ t}$$

Resiste debido a que el corte actuante, es menor al que puede soportar la estructura, el peralte seleccionado es correcto.

Revisión de corte punzonante: la columna tiende a punzonar la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en el perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a $d/2$ del perímetro de la columna. La revisión que se realiza es la siguiente:

Figura 27. Corte punzante



$$b_o = 4(c+d) = 4(30+31,87) = 247,48 \text{ cm}$$

$$V_{act} = q_{disu} (A_{Zap} - (c+d)^2) = 32,77 (1,75^2 - (0,6187)^2) = 87,81 \text{ t}$$

$$V_r = \phi * 1,06 \sqrt{f_c} * b d = 0,85 * 1,06 \sqrt{210} * (247,48) (31,87) = 102,98 \text{ t}$$

El corte que resiste la zapata, es mayor que el actuante, no hay problema con el corte punzonante.

Diseño de refuerzo: el empuje hacia arriba del suelo, produce un momento flector en la zapata, por tal razón, es necesario reforzarla con acero para soportar los esfuerzos inducidos.

- Momento último: éste se define tomando la losa como en voladizo con la fórmula:

$$M_U = \frac{q_{\text{disu}} * L^2}{2} = \frac{32,77 * (1,75/2 - 0,3/2)^2}{2} = 8,61 \text{ t}$$

Donde L es la distancia medida del rostro de la columna al borde de la zapata.

- Área de acero: el área de acero se define por la fórmula:

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

$$A_s = \left[100 * 31,87 - \sqrt{(100 * 31,87)^2 - \frac{8\,612 * 100}{0,003825 * 210}} \right] * \left[\frac{0,85(210)}{2810} \right] = 10,98 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\text{mín}}} = \frac{14,1}{f_y} b * d = \frac{14,1}{2\,810} (100)(31,87) = 15,99 \text{ cm}^2$$

Debido a que el $A_{s_{\text{mín}}}$ es mayor que A_s , se colocara el $A_{s_{\text{mín}}} = 15,99 \text{ cm}^2$ en ambos sentidos.

El espaciamiento entre varilla de refuerzo está definido por:

$$S = \frac{A_v b}{A_s} = \frac{2,85 * 100}{15,99} = 17,82 \text{ cm}$$

Por lo tanto, las zapatas quedarán armadas con varilla No. 6 @ 0,15 m en ambos sentidos, con dimensiones de 1,75m por cada lado.

Para cama superior, colocar

$$A_{s_{\text{Temp}}} = 0,002 b t = 0,002 (175)(40) = 14 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{A_v b}{A_{s_{\text{Temp}}}} = \frac{2,85 * 175}{14} = 35,62 \text{ cm}; \text{ se utilizará No.6 @ 0,35 m.}$$

3.2.3.4.2. Cimiento corrido

Es un tipo de cimiento de hormigón o de hormigón armado, que se desarrolla linealmente a una profundidad y con una anchura que depende del tipo de suelo. Se utiliza primordialmente para transmitir adecuadamente cargas proporcionadas por estructuras de muros portantes. Se usa también para cimentar muros de cerca, muros de contención por gravedad, para cerramientos de elevado peso, etc. Las cimentaciones corridas no son recomendables cuando el suelo es muy blando.

Esfuerzos de terreno (q_s)

- Para esfuerzos de terreno menores a 1 kg/cm^2 : se estimara un peso propio del cimiento corrido en el orden de 10% de la descarga.
- Para esfuerzos de terreno mayores a 1 kg/cm^2 pero menor a 2 kg/cm^2 ; se estimara un peso propio de cimiento corrido en el orden del 8% de la descarga.
- Para esfuerzos de terreno mayores a 2 kg/cm^2 : se estimara un peso propio de cimiento corrido en el orden de un 6% de la descarga.

Es importante que los cimientos sean concéntricos con los muros que soportan, con esto se evita sobrecargar uno de los bordes, como resultado de la excentricidad producida.

Está formada por concreto ciclópeo, el cual es 40% piedra bola y el 60% de concreto. Este tipo de cimentación es cuando la profundidad de la cimentación corrida es mas de 1 m, se recomienda utilizar otro tipo de cimentación. El ancho mínimo de esta cimentación suele ser de 40 cm, ya que es muy difícil para el trabajador excavar un ancho menor, y se recomienda que a mayor profundidad este sea más ancho.

3.2.3.5. Diseño de escalera

El ritmo general de vida, exige que las escaleras puedan ser recorridas de modo rápido y seguro con el menor gasto de energía posible. Para su ubicación se debe tomar en cuenta que la circulación en los diferentes niveles, no sea problemática, además debe tener iluminación y ventilación aceptable.

La forma y disposición, que se le da a una escalera depende principalmente de las dimensiones e importancia de la edificación, del espacio que el proyecto les otorgue y finalmente del material y tipo de construcción escogida.

El que una escalera sea cómoda y segura, depende de su relación de pendiente o relación de dimensiones de los peldaños, es decir, la relación de huella y contrahuella. Las siguientes relaciones nos pueden garantizar la comodidad de una escalera:

Donde:

c= contrahuella y H= huella

- $c \leq 20 \text{ cm}$
- $H > c$
- $2c + H \leq 64 \text{ cm}$ (valor cercano)
- $c + H = 45 \text{ a } 48 \text{ cm}$
- $c \cdot H = 480 \text{ a } 500 \text{ cm}^2$

Procedimiento para el diseño de la escalera:

- Número de escalones mínimo = $h/c = 3,06/0,17 = 18$ escalones. Se tomaran 9 contrahuellas antes del descanso.
- Número de huellas = Núm. contrahuellas – 1 = 9 – 1 = 8 huellas

Relaciones de comodidad:

- $c = 17 \text{ cm} \leq 20 \text{ cm}$
- $H = 29 \text{ cm} > 20 \text{ cm}$
- $2c + H = 2 \cdot 17 + 29 = 63 \leq 64 \text{ cm}$

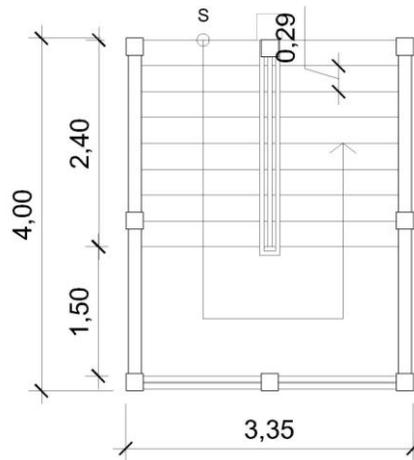
- $c + H = 0,17 + 29 = 46 \text{ cm}$
- $c \cdot H = 17 \cdot 29 = 493 \text{ cm}^2$

Por lo tanto se obtienen 9 contrahuellas de 17 cm y 8 huellas de 29 cm.

Espesor de la losa:

$$t = \frac{\text{perímetro}}{180} = \frac{3,00 \cdot 2 + 1,50 \cdot 2 + 2,32 \cdot 4}{180} = 0,10 \text{ m}$$

Figura 28. Dimensiones de escalera



Carga muerta:

- Peso propio de la escalera

$$1,4P_c \left(t + \frac{c}{2} \right) = 1,4 \cdot 2400 \left(0,10 + \frac{0,17}{2} \right) = 444 \text{ kg/m}^2$$

- Acabados. = 100 kg/m^2

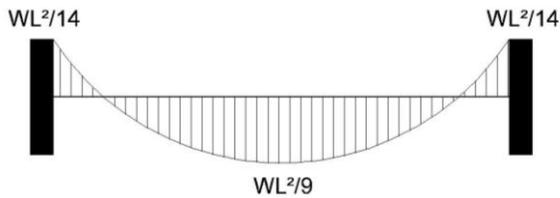
Total = 544 kg/m^2

Carga viva

- Edificación escolar. = 500 kg/m^2

$$C_u = 1,4C_M + 1,7C_V = 1,4(544) + 1,7(500) = 1612 \text{ kg/m}^2$$

Cálculo de momentos:



$$M(+)=\frac{Cu*L^2}{9}=\frac{1\,612(3.28)^2}{9}=1\,926,95\text{ kg-m}$$

$$M(-)=\frac{Cu*L^2}{14}=\frac{1\,612(3.28)^2}{14}=1\,238,75\text{ kg-m}$$

Límites para el acero:

$$b= 100\text{ cm} \quad F'c= 210\text{ kg/cm}^2$$

$$d= 7,5\text{ cm} \quad Fy= 2\,810\text{ kg/cm}^2$$

$$As_{\min}=\left(\frac{14,1}{Fy}\right)(b*d)=\left(\frac{14,1}{2810}\right)(100*7,5)=3,76\text{ cm}^2$$

$$As_{\max}=0,50\rho_b bd=0,50*0,03695*100*7,5=13,86\text{ cm}^2$$

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

- $M(+)= 1\,926,95\text{ kg-m} = As = 11,56\text{ cm}^2$; usar varilla No. 5 @ 0,15m.
- $M(-)= 1\,238,75\text{ kg-m} = As = 7,05\text{ cm}^2$; usar varilla No. 5 @ 0,25m.
- Acero por temperatura= $Ast = 0,002b*t = 0,002*100*10= 2\text{ cm}^2$.
- $Sm_{\max} = 3t = 3(10) = 30\text{ cm}$, por lo tanto se refuerza con varilla No. 3 @ 0,30 m.

El acero por temperatura debe colocarse en el otro sentido, tomando en consideración lo siguiente:

- Se debe alternar cuando exista cama doble de refuerzo principal

- Se coloca en el espacio formado por la cama superior e inferior del refuerzo principal.

3.2.4. Instalaciones hidráulicas y sanitarias

Todo el sistema de agua potable, será por medio de circuito cerrado para que la presión sea la misma en cada punto, con tubería PVC $\Phi \frac{3}{4}$ ", y los abastos por medio de tubería PVC $\Phi \frac{1}{2}$ ".

Las instalaciones de aguas negras y aguas pluviales, se trabajaron en sistemas separativos, será por medio de tubería PVC de $\Phi 2"$, $3"$ y $4"$.

- Cálculo de diámetro de tubería para bajadas de agua pluvial.

Para determinar el caudal de diseño, es necesario conocer la intensidad de lluvia en la zona y el área de techo cubierta por cada tubo por donde bajarán las aguas de lluvia, para esto utilizamos la siguiente fórmula:

$$q_{\text{diseño}} = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$$

Donde:

$q_{\text{diseño}}$ = Caudal de diseño (l/s)

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de lluvia en la región (mm/h)

A = Área de techo (hectáreas)

Datos:

C = 0,90 (para techos)

I = 225 mm/h

$$A=(5,05*7,50)=37,88 \text{ m}^2 * \frac{1 \text{ hectárea}}{10\,000 \text{ m}^2} = 0,003788 \text{ hectáreas}$$

$$q_{\text{diseño}} = \frac{0,90*225*0,003788}{360} = 0,0021 \text{ l/s}$$

Después de calcular el caudal de diseño por cada bajada de agua pluvial, se propone una tubería PVC de 3" de diámetro con una pendiente del 1% y luego se hace el chequeo para comprobar si es adecuada para transportar dicho caudal:

$$V = \frac{0,03429}{0,01019} * (3'')^{2/3} * \left(\frac{1,00}{100}\right)^{1/2} = 0,70 \text{ m/s} \quad A = \frac{\pi * (3'' * 0,0254)^2}{4} = 0,00456 \text{ m}^2$$

$$Q = 0,00456 * 0,70 * 1\,000 = 3,19 \text{ l/s}$$

Como el caudal de diseño es menor al caudal que puede transportar la tubería, se concluye que la tubería utilizada es adecuada.

3.2.5. Planos constructivos

Después de realizar los procedimientos descritos en las secciones anteriores, es necesario plasmar los resultados en planos. Estos son representaciones gráficas que detallan todas las partes y los trabajos a realizar en el proyecto, y que sirven para presupuestar, contratar y construir los diferentes trabajos del mismo. Los planos que se elaboraron para la edificación escolar son: planta amueblada y fachada, planta acotada, cortes típicos de muros, planta de cimentación y columnas, planta de losas y vigas, detalles y secciones de vigas, planta de instalaciones hidráulicas, planta de iluminación y fuerza.

3.2.6. Presupuesto

Para realizarlo, se tomaron los mismos criterios utilizados para el presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario, presentando únicamente el resultado de éste. Ver tabla XIV.

3.2.6.1. Presupuesto de materiales

- La cantidad de arena de río y piedrín se calculó por metro cúbico.
- El concreto para la fundición de los elementos estructurales se calculó por metro cúbico.
- La cantidad de refuerzo y alambre de amarre se calculó en varillas y libras respectivamente para cada elemento estructural.
- Los precios de los materiales se tomaron con base en los que se manejan en el municipio.

3.2.6.2. Presupuesto de mano de obra

- La cuantificación de la mano de obra calificada, se realizó en forma unitaria, metro lineal, metro cuadrado y metro cúbico.
- Los salarios de la mano de obra, se tomaron con base en los precios que se manejan en la comunidad.

3.2.6.3. Resumen del presupuesto final

El presupuesto se realizó a base de precios unitarios. A éste se le aplicó un factor de indirectos del 30%. El costo total del proyecto es de un millón seiscientos noventa y cinco mil setecientos treinta y cuatro quetzales con noventa y dos centavos. (Q 1 695 734,92).

Tabla XIV. Presupuesto para la edificación escolar

No.	RENGLONES	UNIDAD	CANT.	P. UNIT. (Q)	SUBTOTAL (Q)	TOTAL (Q)	TOTAL (\$)
	EDIFICACIÓN ESCOLAR DOS NIVELES						
1	TRABAJOS PRELIMINARES						
1,1	PREPARACION DE TERRENO	m ²	300,00	7,91	2 373,00		
1,2	CONSTRUCCION GUARDIANIA Y BODEGA	GLOBAL	1,00	5 697,56	5 697,56		
1,3	TRAZO Y PUNTEADO	ml	213,30	9,82	2 094,61	10 165,17	1 270,65
2	CIMENTACIÓN						
2,1	ZAPATA TIPO Z-1	UNIDAD	27,00	2 909,86	78 566,22		
2,2	CIMIENTO CORRIDO	ml	101,30	234,21	23 725,47	102 291,69	12 786,46
3	COLUMNAS						
3,1	COLUMNA TIPO C-1	ml	202,50	653,18	132 268,95		
3,2	COLUMNA TIPO C-2	ml	30,80	243,37	7 495,80	139 764,75	17 470,59
4	VIGAS						
4,1	VIGAS SENTIDO Y NIVEL 1	UNIDAD	9,00	3 961,22	25 650,98		
4,2	VIGAS SENTIDO X NIVEL 1	UNIDAD	3,00	13 775,31	41 325,93		
4,3	VIGAS SENTIDO Y NIVEL 2	UNIDAD	9,00	3 795,16	34 156,44		
4,4	VIGAS SENTIDO X NIVEL 2	UNIDAD	3,00	13 464,91	40 394,73	151 528,08	18 941,01
5	SOLERAS						
5,1	SOLERA DE HUMEDAD	ml	101,30	151,89	15 386,46		
5,2	SOLERA INTERMEDIA	ml	178,40	141,31	25 209,70	40 596,16	5 074,72
6	MUROS						
6,1	LEVANTADO DE MURO(BLOCK VISTO CISADO)	m ²	341,83	228,80	78 210,70	78 210,70	9 776,34
7	LOSAS						
7,1	LOSA ENTREPISO	m ²	264,10	509,03	134 434,82		
7,2	LOSA TECHO	m ²	264,10	477,71	126 163,21	260 598,03	32 574,75
8	ACABADOS						
8,1	PISO DE GRANITO	m ²	476,62	216,52	103 197,76		
8,2	REPELLO + CERNIDO (NO INCLUYE MUROS)	m ²	598,60	135,28	80 978,61	184 176,37	23 022,05
9	ACCESORIOS						
9,1	PUERTAS TIPO P-1	UNIDAD	12,00	3 975,00	47 700,00		
9,2	VENTANAS TIPO V-1	UNIDAD	48,00	550,00	26 400,00		
9,3	VENTANAS TIPO V-2	UNIDAD	12,00	500,00	6 000,00	80 100,00	10 012,50
10	INSTALACIONES HIDRÁULICAS						
10,1	INSTALACIONES HIDRÁULICAS	GLOBAL	1,00	4 092,44	4 092,44		
10,2	ARTEFACTOS SANITARIOS	GLOBAL	1,00	11 376,40	11 376,40	15 468,84	1 933,61
11	DRENAJES						
11,1	DRENAJE PLUVIAL	GLOBAL	1,00	14 338,15	14 338,15		
11,2	DRENAJE SANITARIO	GLOBAL	1,00	9 133,83	9 133,83	23 471,98	2 934,00
12	INSTALACIONES ELECTRICAS						
12,1	ILUMINACIÓN	GLOBAL	1,00	16 061,80	16 061,80		
12,2	FUERZA	GLOBAL	1,00	4 498,10	4 498,10	20 559,90	2 569,99
13	MODULO DE GRADAS						
13,1	CIMIENTO CORRIDO	ml	14,84	234,21	3 475,68		
13,2	SOLERA DE HUMEDAD E INTERMEDIAS	ml	45,40	151,89	6 895,81		
13,3	LEVANTADO DE MURO(BLOCK VISTO CISADO)	ml	26,00	228,80	5 948,80		
13,4	COLUMNA TIPO C-3	ml	54,80	337,37	18 487,88		
13,5	ESCALERAS	GLOBAL	1,00	11 471,07	11 471,07		
13,6	SOLERA CORONA	ml	14,70	254,20	3 736,74		
13,7	LOSA	m ²	16,13	477,71	7 705,46	57 721,43	7 215,18
			SUBTOTAL		1 164 653,11		
				TOTAL		1 164 653,11	145 581,64
				INDIRECTOS	30,00%	349 395,93	43 674,49
				IVA	12,00%	181 685,88	13 102,35

4. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

DECRETO NÚMERO 68-86

Artículo 8.- (Reformado por el Decreto del Congreso Número 1-93). Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo, un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión de Medio Ambiente.

Impacto Ambiental

- Componente social.

Los beneficiados de los proyectos, recibirán directamente el impacto de acarreo de materiales de construcción y molestias del proceso de zanqueo y construcción durante el tiempo que dure la misma.

- Estética.

Ruido, movimiento de tierras, paisaje dañado y degradación visual.

- Impacto de las aguas servidas.

El término aguas residuales comprende numerosos tipos de desechos líquidos, desde las aguas de drenaje doméstico y de servicios, hasta los subproductos industriales y las aguas pluviales colectadas en la red municipal.

Cuando estas aguas no reciben tratamiento alguno, y son conducidas y arrojadas fuera del área urbana, como ocurre en la mayoría de las poblaciones de Latinoamérica, representa un problema a las áreas silvestres y a la calidad de vida de las comunidades.

Los contaminantes de las aguas residuales regularmente están constituidos de materia orgánica (a manera de sólidos disueltos y suspendidos), nutrientes, grasas o aceites, sustancias tóxicas y microorganismos patógenos.

Los indicadores de calidad de aguas servidas mas monitoreados son:

- a) Demanda bioquímica de oxígeno o DBO (mg/l): Mide el potencial de contaminación biológica.
- b) Demanda química de oxígeno o DQO (mg/l): Mide el consumo de oxígeno del agua debido a reacciones químicas en ese medio.
- c) Oxígeno disuelto (OD).
- d) Sólidos: suspendidos totales (mg/l), sedimentables (ml/l).
- e) pH (unidades de pH)
- f) Grasas y aceites (mg/l)
- g) Coliformes totales
- h) Fósforo total
- i) Nitrógeno total.

4.1. Manejo adecuado de sólidos

El Código de Salud, Decreto 90-97 del Congreso de la República de Guatemala, en el Artículo 103. Disposición de los desechos sólidos. Se prohíbe arrojar o acumular desechos sólidos de cualquier tipo en lugares no autorizados, alrededor de zonas habitadas y en lugares que puedan producir daños a la salud a la población, al ornato o al paisaje, utilizar medios inadecuados para su transporte y almacenamiento o proceder a su utilización, tratamiento y disposición final, sin la autorización municipal correspondiente, la que deberá tener en cuenta el cumplimiento de las medidas sanitarias establecidas para evitar la contaminación del ambiente, específicamente de los derivados de la contaminación de los afluentes provenientes de los botaderos de basura legales o clandestinos.

Ciertas normativas que pueden ser de gran utilidad para el manejo de desechos sólidos para el sistema de alcantarillado de la aldea Trapiche Abajo. La Municipalidad de Asunción Mita será el ente principal, para regular y controlar dicho manejo.

- Regular y controlar el almacenamiento temporal de los desechos sólidos en: industrias, mercados, comercios, plazas, calles y demás lugares públicos o privados, así como en las edificaciones nuevas que se autoricen, deberá preverse el depósito adecuado y accesible al recolectar.
- Establecer, regular, autorizar, controlar y supervisar el sistema de almacenamiento, recolección y transporte de los desechos sólidos de industrias, mercados, comercios, parques, plazas, calles y demás lugares públicos o privados, con cobertura en todo el municipio, en el cual se puede establecer áreas de trabajo y procedimientos específicos en cada caso.
- Controlar técnicamente, la disposición final de los desechos sólidos en los lugares autorizados.
- Establecer y promover programas de concientización, sensibilización y educación ambiental para la población, incluyendo el conocimiento de la normativa ambiental existente; y promover e incentivar programas de investigación y estudios específicos para el mejor conocimiento de los desechos sólidos que se generan, sus características y como reducir los efectos contaminantes y las formas para un manejo adecuado.
- Coordinar con instituciones públicas o privadas, las actividades que permitan eliminar y prevenir los focos de contaminación y mantener la limpieza del municipio.
- Promover la clasificación, selección, recuperación, reutilización y reciclado de los desechos sólidos que así lo permitan.

4.2. Medidas de mitigación

Las medidas de mitigación, promueven una mejor organización y percepción de los peligros naturales por la comunidad. Se basa en la idea que el impacto de un desastre puede ser evitado o reducido cuando su ocurrencia ha sido prevista. Cada lugar requiere de un análisis específico de los potenciales peligros y capacidades para proponer medidas de mitigación.

Tabla XV. Evaluación inicial de aspectos ambientales

ASPECTOS AMBIENTALES	IMPACTOS AMBIENTALES
AIRE	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.)
	Ruido
	Vibraciones
	Olores
AGUA	Abastecimiento de agua
	Aguas residuales ordinarias (aguas generadas por las actividades domesticas)
	Aguas residuales especiales (aguas generadasa por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)
	Mezcla de las aguas residuales anteriores
	Aguas de lluvia
SUELO	Desechos solidos
	Desechos peligrosos (con una o mas de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)
	Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)
	Modificación del relieve o la topografía del área
BIODIVERSIDAD	Flora
	Fauna
	Ecosistema
VISUAL	Modificación del paisaje
SOCIAL	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos historicos

Se debe considerar el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesta.

- Inundación
- Derrame o fuga de combustible
- Explosión
- Deslizamientos
- Incendio

Formas de mitigación:

1. En construcción

- Reforestación de laderas para evitar deslizamientos de tierras y avalanchas.
- Removiendo sedimentos de la cuenca del río.
- Ubicación de personas y bienes fuera de las áreas de peligro.
- Diseñar tratando de adecuarse al entorno existente.
- Restringir el uso de maquinaria pesada a horas diurnas.
- Utilizar rutas alternas al centro de la población.
- Inclusión de estándar de diseño y materialidad para estructuras nuevas.
- Después de cada jornada de trabajo, limpiar el área (recoger: estacas de madera, tablas con clavos, resto de mezcla, pedazos de acero, etc.)
- Compactar la tierra removida.
- Fundir y trasladar materiales de construcción en días no festivos o días de plaza.
- Establecer letrinas temporales para la cuadrilla de trabajadores.
- Incluir botiquín de primeros auxilios
- Garantizar el uso de equipo adecuado de trabajo (guantes, botas, mascarillas, cascos).

2. En operación

- Aumentar la capacidad a través de códigos y estándares de construcción.
- Establecer plan de monitoreo ambiental.
- Aumentar la capacidad a través de planificación comunal (planes de desarrollo, zonificación, incentivos tributarios, etc.)
- Mantenimiento preventivo.
- Capacitación permanente y continua a operadores del sistema.

5. ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO

5.1. Valor actual neto (VAN)

Esta es una alternativa para la toma de decisiones de la inversión, lo cual permite determinar de antemano si una inversión vale la pena o no poder realizarla, y no hacer así malas inversiones que provoquen en un futuro pérdidas.

El valor actual neto puede desplegar tres posibles repuestas, las cuales pueden ser:

- $VAN < 0$
- $VAN = 0$
- $VAN > 0$

Cuando el $VAN < 0$, y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, está alertando o previniendo que el proyecto no es rentable.

Cuando el $VAN = 0$ está indicando que exactamente se está generando el porcentaje de utilidad que se desea, y cuando el $VAN > 0$, está indicando que la opción es rentable y que inclusive podrían incrementarse el % de utilidad.

$$P = F \left(\frac{1}{(1+i)^n - 1} \right) \qquad P = A \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right)$$

P= Valor de pago único en el valor inicial a la operación, o valor presente.

F= Valor de pago único al final de período de la operación, o valor de pago futuro.

A= Valor de pago uniforme en un período determinado o valor de pago constante o renta, de ingreso.

i= Tasa de interés de cobro por la operación, o tasa de unidad por la inversión a una solución.

n= Período de tiempo que se pretende dure la operación.

Datos del proyecto:

Costo total del proyecto= Q 2 967 611,98

Costo de mantenimiento= Q 40 000,00/anual

Como es usual un proyecto de inversión social la municipalidad absorberá el 90% del costo total del proyecto y la comunidad pagara el otro 10% en un periodo de 8 años en cuotas anuales de Q 560,00/anuales por derecho de conexiones domiciliarias.

Cuota de mantenimiento de Q 10,00/mensuales.

A1= Q 69 120,00 + Q 40 000,00 = Q 109 120,00

A2= Q 40 000,00

n= 8 años

$$VAN = -296\,761,20 + 109\,120,00 \left(\frac{(1+0,10)^8 - 1}{0,10(1+0,10)^8} \right) - 40\,000 \left(\frac{(1+0,10)^8 - 1}{0,10(1+0,10)^8} \right)$$

VAN=45 837 para un interés del 10% anual en un período de 8 años.

$$VAN = -296\,761,20 + 97\,120,00 \left(\frac{(1+0,18)^8 - 1}{0,10(1+0,18)^8} \right) - 28\,000 \left(\frac{(1+0,18)^8 - 1}{0,10(1+0,18)^8} \right)$$

VAN=-41 254.41 para un interés del 18% anual en un período de 8 años, el proyecto no es rentable.

5.2. Tasa interna de retorno (TIR)

Conceptualmente podemos decir que la tasa interna de retorno es la tasa máxima de utilidad que puede pagarse u obtenerse en la evaluación de una alternativa.

TIR= VAB Beneficios – VAN Gastos = 0

Lo que se busca es un dato que sea menor al dato buscado y otro que sea mayor y así poder interpolar de la manera siguiente:

Tasa 1	VAN +
TIR	VAN= 0
Tasa 2	Van –

$$TIR=I1+\left(\frac{VAN1}{VAN1+VAN2}\right)(i2-i1)$$

$$TIR=0,1+\left(\frac{45\ 837}{45\ 837+41\ 254}\right)(0,18-0,1)=0,14$$

$$TIR=14\%$$

5.3. Relación beneficio/costo

La relación beneficio / costo es un indicador que mide el grado de desarrollo y bienestar que un proyecto puede generar a una comunidad.

La relación beneficio/costo está representada por la relación:

$$\frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}}$$

En donde los ingresos y los egresos deben ser calculados utilizando el VAN ó el CAUE. El análisis de la relación B/C, toma valores mayores, menores o iguales a 1, lo que implica que:

- **B/C > 1** implica que los ingresos son mayores que los egresos, entonces el proyecto es aconsejable.
- **B/C = 1** implica que los ingresos son iguales que los egresos, entonces el proyecto es indiferente.
- **B/C < 1** implica que los ingresos son menores que los egresos, entonces el proyecto no es aconsejable.

Al aplicar la relación Beneficio/Costo, es importante determinar las cantidades que constituyen los Ingresos llamados "Beneficios" y qué cantidades constituyen los Egresos llamados "Costos".

Por lo general, las grandes obras producen un beneficio al público, pero a su vez, produce también una pérdida denominada "Desventaja". Estos proyectos en mención, son un ejemplo; los cuales solo producen un beneficio a las personas interesadas; que es, la recolección de aguas servidas y la habitabilidad de estudiantes. Se les otorgan a las familias o habitantes beneficiados tasas económicas pequeñas para hacer uso del servicio, las cuales a su vez hacen que la $B/C < 1$.

CONCLUSIONES

1. La utilización de un sistema de alcantarillado sanitario, evita la transmisión de enfermedades gastrointestinales, causadas por las escorrentillas de aguas residuales que fluyen superficialmente sobre el suelo. Mejora también el ornato y evita la proliferación de insectos y la contaminación del medio ambiente.
2. El presupuesto de la red de alcantarillado sanitario para la aldea Trapiche Abajo, Asunción Mita, Jutiapa; asciende a Q 2 967 611,98. Se estimó una longitud de 4 643 metros, a un precio por metro lineal de Q 639,15. Según casos análogos de proyectos de alcantarillado sanitario anteriores recientes, el precio obtenido en este proyecto se encuentra dentro del rango de precios en esta zona de Asunción Mita exclusivamente.
3. El resultado de la relación beneficio/costo de la red de alcantarillado sanitario es menor a 1; lo que indica que el proyecto genera más costos que beneficios; esto hace que el mismo no sea rentable para el inversionista. Este tipo de proyecto es de carácter social, por lo que el Estado asumirá los costos del mismo para la construcción. La construcción de este proyecto es una necesidad básica e importante para las habitantes de la aldea Trapiche Abajo, que carece de este servicio; al mismo tiempo mejorará la calidad de vida de los beneficiados.

4. La edificación escolar para la colonia La Unión, fue presupuestada con un costo directo más IVA de Q 1 346 338,99; con un área a construir de 531,34 m². Este sistema constructivo de dos niveles es primera vez que se utiliza en el municipio, por lo tanto no se encuentran casos análogos del mismo; por lo que el costo directo por metro cuadrado de dicha edificación es de Q 2 533,86 considerando para ello la mano de obra del lugar.
5. La utilización del sistema estructural de marcos dúctiles con losas planas de concreto reforzado, en el diseño de la edificación escolar, la hace una estructura sismo resistente, ya que se utilizó el método SEAOC, que considera los efectos laterales que el sismo causa.
6. La relación beneficio/costo de la edificación escolar de dos niveles, hace que el mismo no sea rentable para el inversionista, ya que generan más costos que beneficios. Por ser un proyecto de carácter social, el Estado asumirá los costos de construcción del mismo.

RECOMENDACIONES

A la municipalidad de Asunción Mita, Jutiapa.

1. Una vez construido el sistema de alcantarillado sanitario, se debe implementar un plan de mantenimiento, principalmente después de la época de lluvia; puesto que conforme el tiempo transcurra, se acumularán sólidos o basura en el fondo de las tuberías, colectores y pozos de visita.
2. Crear un fondo para el mantenimiento del edificio escolar, para el debido mantenimiento para garantizar a largo plazo las condiciones necesarias para el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje.
3. Educar a los habitantes de la comunidad, (a través de folletos, posters, carteles y charlas, entre otros), a fin de crear conciencia de la necesidad de conocer, valorar y conservar el medio ambiente. Ésto debe realizarse durante las fases de construcción y ejecución de las actividades del proyecto.
4. Los presupuestos son una referencia, ya que están sujetos a cambios, principalmente por las circunstancias económicas que existan al momento de construir. Por lo que se consideró presupuestar los proyectos respecto a la moneda del dólar para atenuar de una forma más exacta los precios de los mismos al momento de realizar la contratación. Considerando para éstos a Q 8,00 respecto a US\$ 1,00.

REFERENCIAS

1. American Concrete Institute. *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318s-05) y Comentario*. (Versión en español y en sistema métrico). Comité ACI 318, México D.F. 2004.
2. ASOCIACIÓN GUATEMALTECA DE INGENIERÍA ESTRUCTURAL Y SÍSMICA AGIES. *Normas estructurales de diseño y construcción recomendados para la República de Guatemala*. 2002.
3. Nilson, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12ª edición, Colombia; Mcgraw-Hill, 2001. 722 p.
4. *NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADOS* INFOM, Guatemala; noviembre 2001.

APÉNDICE A

Tabla XV. Tabla de relaciones hidráulicas

Tubería PVC				Tubería PVC			
q/Q	v/V	d/D	a/A	q/Q	v/V	d/D	a/A
0.000151	0.088980	0.010000	0.001693	0.321691	0.890908	0.390000	0.361082
0.000672	0.140803	0.020000	0.004773	0.336988	0.902170	0.400000	0.373530
0.001608	0.183921	0.030000	0.008741	0.352505	0.913154	0.410000	0.386030
0.002980	0.222095	0.040000	0.013417	0.368230	0.923862	0.420000	0.398577
0.004802	0.256893	0.050000	0.018693	0.384151	0.934299	0.430000	0.411165
0.007083	0.289158	0.060000	0.024496	0.400255	0.944467	0.440000	0.423789
0.009829	0.319412	0.070000	0.030772	0.416530	0.954371	0.450000	0.436444
0.012043	0.348007	0.080000	0.037478	0.432962	0.964012	0.460000	0.449125
0.016726	0.375193	0.090000	0.044578	0.449538	0.973393	0.470000	0.461826
0.020878	0.401157	0.100000	0.052044	0.466246	0.982517	0.480000	0.474542
0.025498	0.426042	0.110000	0.059849	0.483071	0.991385	0.490000	0.487268
0.030585	0.449964	0.120000	0.067972	0.500000	1.000000	0.500000	0.500000
0.036135	0.473014	0.130000	0.076393	0.517019	1.008362	0.510000	0.512732
0.042145	0.495268	0.140000	0.085095	0.534114	1.016474	0.520000	0.525458
0.048609	0.516790	0.150000	0.094060	0.551271	1.024336	0.530000	0.538174
0.055524	0.537633	0.160000	0.103275	0.568475	1.031949	0.540000	0.550875
0.062884	0.557845	0.170000	0.112727	0.585711	1.039313	0.550000	0.563556
0.070683	0.577464	0.180000	0.122402	0.602964	1.046430	0.560000	0.576211
0.078914	0.596526	0.190000	0.132290	0.620219	1.053300	0.570000	0.588835
0.087571	0.615060	0.200000	0.142378	0.637461	1.059922	0.580000	0.601423
0.096647	0.633094	0.210000	0.152658	0.654673	1.066296	0.590000	0.613970
0.106134	0.650652	0.220000	0.163119	0.671840	1.072422	0.600000	0.626470
0.116024	0.667755	0.230000	0.173753	0.688945	1.078300	0.610000	0.638918
0.126310	0.684422	0.240000	0.184549	0.705972	1.083927	0.620000	0.651309
0.136982	0.700670	0.250000	0.195501	0.722903	1.089305	0.630000	0.663637
0.148032	0.716516	0.260000	0.206600	0.739721	1.094430	0.640000	0.675896
0.159452	0.731973	0.270000	0.217838	0.756408	1.099301	0.650000	0.688081
0.171231	0.747054	0.280000	0.229208	0.772947	1.103917	0.660000	0.700186
0.183361	0.761771	0.290000	0.240703	0.789319	1.108275	0.670000	0.712205
0.195831	0.776135	0.300000	0.252316	0.805504	1.112372	0.680000	0.724132
0.208633	0.790156	0.310000	0.264040	0.821484	1.116207	0.690000	0.735960
0.221755	0.803842	0.320000	0.275868	0.837238	1.119774	0.700000	0.747684
0.235187	0.817203	0.330000	0.287795	0.852745	1.123072	0.710000	0.759297
0.248919	0.830244	0.340000	0.299814	0.867985	1.126096	0.720000	0.770792
0.262940	0.842975	0.350000	0.311919	0.882936	1.128840	0.730000	0.782162
0.277239	0.855401	0.360000	0.324104	0.897575	1.131301	0.740000	0.793400
0.291805	0.867528	0.370000	0.336363	0.911878	1.133473	0.750000	0.804499
0.306626	0.879362	0.380000	0.348691				

Tabla IX. Áreas de acero requeridas en losas típicas del nivel 1. Eje X-X

Momento (M)	Área de acero (cm ²)	No. Varilla	Espaciamiento (S) (cm)
1 665,56	7,88	4	16
1 091,81	5,03	3	14
841,50	3,83	3	18
257,56	Asmín	3	20
327,80	Asmín	3	20
140,98	Asmín	3	20

Tabla X. Áreas de acero requeridas en losas típicas del nivel 1. Eje Y-Y

Momento (M)	Área de acero (cm ²)	No. Varilla	Espaciamiento (S) (cm)
705,88	Asmín	3	20
471,16	Asmín	3	20
483,16	Asmín	3	20
452,84	Asmín	3	20
449,29	Asmín	3	20
328,26	Asmín	3	20

Tabla XVII. Áreas de acero requeridas en losas típicas del nivel 2. Eje X-X

Momento (M)	Área de acero (cm ²)	No. Varilla	Espaciamiento (S) (cm)
776,08	Asmín	3	20
490,64	Asmín	3	20
361,94	Asmín	3	20
101,63	Asmín	3	20
129,35	Asmín	3	20
50,98	Asmín	3	20

Tabla XVIII. Áreas de acero requeridas en losas típicas del nivel 2. Eje Y-Y

Momento (M)	Área de acero (cm ²)	No. Varilla	Espaciamiento (S) (cm)
304,81	Asmín	3	20
174,25	Asmín	3	20
217,67	Asmín	3	20
199,58	Asmín	3	20
164,16	Asmín	3	20
138,02	Asmín	3	20

Figura 29. Ensayo de compresión triaxial, diagrama de Mohr



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

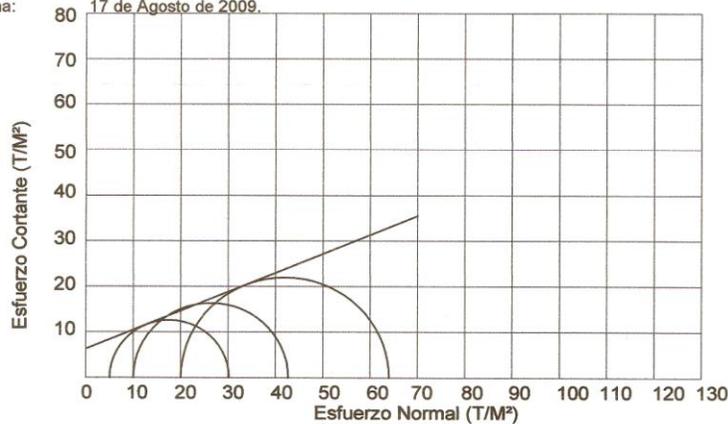


Nº 008706

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 332 S.S. O.T.No.: 25,686
INTERESADO: Jose Manuel Juarez Gonzalez, carne 2002-12334.
PROYECTO: EPS, Diseño de edificación Escolar, para colonia La Union.
UBICACIÓN: La Union, Asuncion Mita, Jutiapa.

pozo: 1 Profundidad: 2.50 Muestra: 1
Fecha: 17 de Agosto de 2009.



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 22.60^\circ$ COHESIÓN: $C_u = 8.00 \text{ T/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
DESCRIPCION DEL SUELO: Limo Arenoso, color café claro.
DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q (T/m ²)	30.18	37.69	48.91
PRESION INTERSTICIAL u (T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA E_r (%)	3.5	6.0	9.5
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.51	1.51	1.51
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.87	1.87	1.87
HUMEDAD (%H)	21.3	21.3	21.3

Vo. Bo.

Ing. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Atentamente,

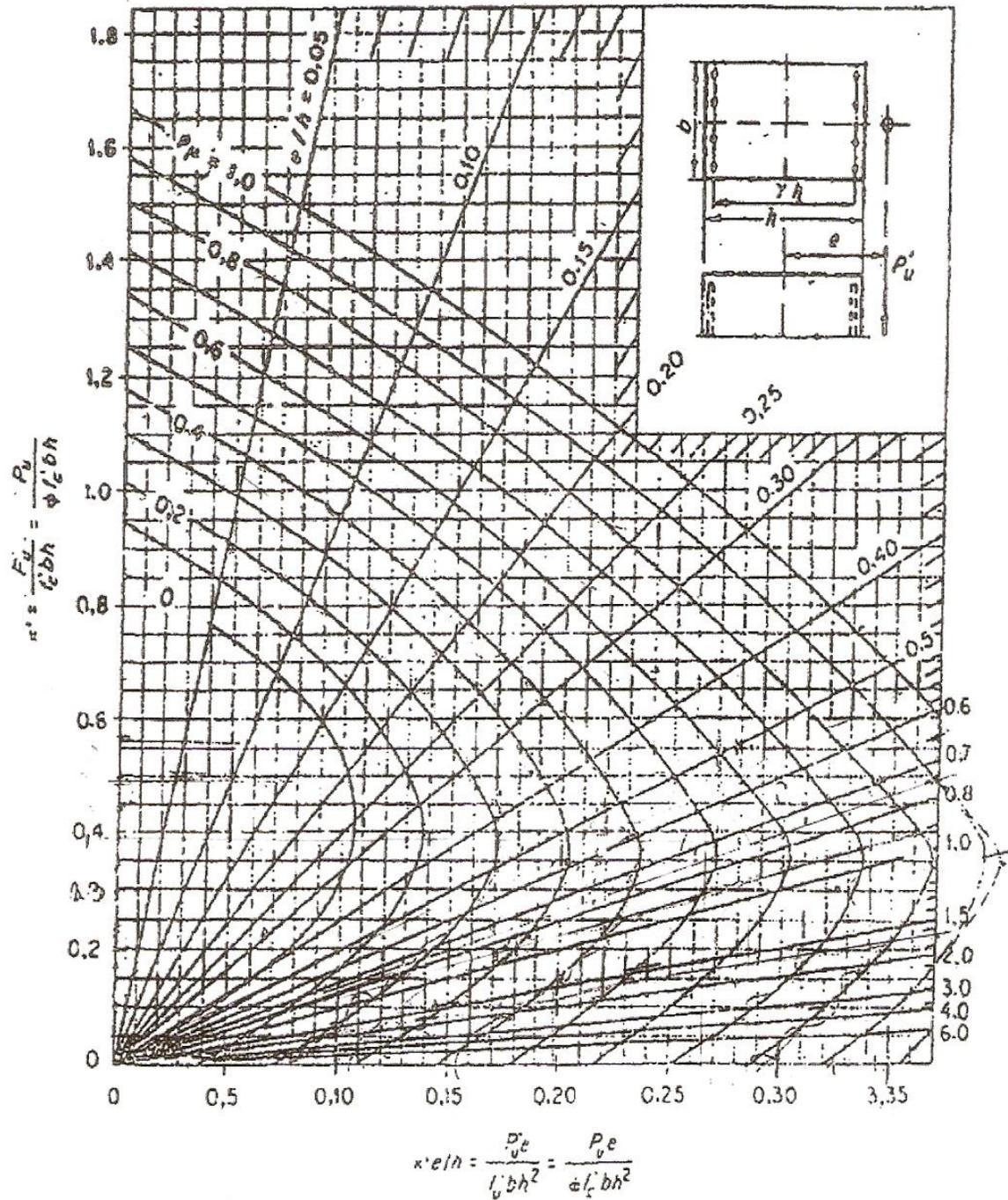
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992, Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Figura 30. Diagrama iteración para columna



Fuente: Gonzales, Robles, Casillas y Díaz de Cossio. Aspectos fundamentales del concreto reforzado. p. 396

Cálculo del valor soporte (V_s):

El cálculo del valor soporte del suelo, se realizó por el método de Terzaghi, con los datos obtenidos en el ensayo de compresión triaxial.

El suelo tiene una descripción de limo arenoso color café claro.

Coefficiente de cohesión (C_o)= 8,00 t/m²

Ángulo de fricción interna (Φ)= 22,60°

Base de la cimentación (B_c)= 1,00 m

Desplante (D_f)= 1,50 m

Peso volumétrico del suelo (P_{suelo})= 1,51 t/m³

Factor de seguridad (F_s)= 4,00

$$\phi_{rad} = \frac{\phi * \pi}{180} = \frac{22,60 * \pi}{180} = 0,3944 \text{ rad}$$

- Factores de flujo:

$$Nq = \frac{e^{\left(\frac{3}{2}\pi - 0,3944\right)\tan(0,3944)}}{2 \cos^2\left(45 + \frac{0,3944}{2}\right)} = 4,68$$

$$Nc = \cot(0,3944)(4,68 - 1) = 8,84$$

$$N\gamma = 2(4,68 + 1) \tan(0,3944) = 4,73$$

- Capacidad portante última:

$$q_o = 0,4\gamma_{suelo}(B_c)(N\gamma) + 1,3C_o(Nc) + \gamma_{suelo}(D_f)(Nq)$$

$$q_o = 0,4(1,51)(1,00)(4,73) + 1,3(8,00)(8,84) + (1,51)(1,50)(4,68) = 105,39 \text{ t/m}^2$$

- Capacidad soporte del suelo:

$$V_s = \frac{q_o}{F_s} = \frac{105,39}{4} = 26,35 \text{ t/m}^2 \cong 26,00 \text{ t/m}^2$$

APÉNDICE B

1. Diseño hidráulico: Sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Trapiche Abajo, Asunción Mita, Jutiapa.
2. Planos constructivos: Sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Trapiche Abajo, Asunción Mita, Jutiapa.
3. Planos constructivos: Diseño de edificación escolar para colonia La Unión, municipio de Asunción Mita, Jutiapa.

- 1. Diseño hidráulico: Sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Trapiche Abajo, Asunción Mita, Jutiapa.**

Densidad población (hab/viv): 6
 Dotación (lt/hab/día): 150
 Factor de retorno: 0.8
 Factor de caudal medio (fqm): 0.002
 Período de diseño (años): 30
 Tasa de crecimiento población (%): 2.5

Tram	De	A	Cota Terreno	Dist. H	No.	Casas	Hab. a servir	ACTUAL				FUTURO				qdís acumulado		Tub. Asumida		Sección Llena		Relaciones actuales		Vel. actual		Relaciones futuras		Vel. futura		Cotas Invert		Profundidad Pozo		Ancho		Vol. Exc.		Vol. Relf	
Inicial	PV	PV	Inicio	Final	(m)	S (%)	Casas	Acum.	Actual	Futuro	F.H.	Qdom	fqm	qdís	F.H.	Qdom	fqm	qdís	actual	futuro	Sdís %	φ"	V(m/s)	Q(l/s)	qdís/Q	d/D	v/V	v (m/s)	qdís/Q	d/D	v/V	v (m/s)	Inicio	Final	PV Ini	PV Final	Zanja(m)	(m3)	(m3)
SI	1	2	100.46	100.00	40.20	1.14	4	4	24	50	4.37	0.0333	0.002	0.2097	4.31	0.0699	0.002	0.4344	0.2097	0.4344	5.10	8	3.0398	98.5772	0.0021	0.034	0.199	0.6049	0.0044	0.048	0.250	0.7599	99.11	97.06	1.35	2.94	0.75	64.67	64.64
	2	3	100.00	100.62	74.00	-0.84	6	10	36	76	4.34	0.0500	0.002	0.3126	4.28	0.1049	0.002	0.6456	0.5223	1.0800	2.20	8	1.9965	64.7445	0.0081	0.064	0.302	0.6029	0.0167	0.090	0.375	0.7487	97.03	95.40	2.97	5.22	0.75	227.23	227.20
	3	4	100.62	99.11	22.40	6.74	4	14	24	50	4.37	0.0333	0.002	0.2097	4.31	0.0699	0.002	0.4344	0.7321	1.5143	1.65	8	1.7290	56.0704	0.0131	0.081	0.349	0.6034	0.0270	0.114	0.433	0.7487	95.37	95.00	5.25	4.11	0.75	78.59	78.56
	4	5	99.11	97.90	68.05	1.78	9	23	54	113	4.31	0.0750	0.002	0.4652	4.23	0.1573	0.002	0.9579	1.1973	2.4722	1.10	8	1.4117	45.7813	0.0262	0.111	0.430	0.6070	0.0540	0.159	0.533	0.7539	94.97	94.22	4.14	3.68	0.75	199.41	199.38
SI	5.1	5	104.79	97.90	53.44	12.89	5	5	30	63	4.35	0.0417	0.002	0.2613	4.29	0.0874	0.002	0.5403	0.2613	0.5403	12.89	8	4.8326	156.7177	0.0017	0.031	0.187	0.9037	0.0034	0.043	0.231	1.1163	103.44	96.55	1.35	3.68	0.75	100.73	100.70
	5	6	97.90	96.54	57.01	2.39	5	33	30	63	4.35	0.0417	0.002	0.2613	4.29	0.0874	0.002	0.5403	1.7199	3.5529	0.80	8	1.2039	39.0424	0.0441	0.144	0.504	0.6068	0.0910	0.205	0.624	0.7512	94.19	93.74	3.71	2.80	0.75	139.15	139.12
	6	7	96.54	95.18	57.02	2.39	5	38	30	63	4.35	0.0417	0.002	0.2613	4.29	0.0874	0.002	0.5403	1.9812	4.0933	0.70	8	1.1262	36.5208	0.0542	0.158	0.534	0.6014	0.1121	0.226	0.661	0.7444	93.71	93.31	2.83	1.87	0.75	100.58	100.55
	7	8	95.18	93.96	40.42	3.02	3	41	18	38	4.39	0.0250	0.002	0.1579	4.34	0.0524	0.002	0.3276	2.1391	4.4208	1.70	8	1.7550	56.9136	0.0376	0.133	0.479	0.8406	0.0777	0.189	0.594	1.0425	93.28	92.59	1.90	1.37	0.75	49.57	49.54
	8	9	93.96	91.68	76.00	3.00	8	49	48	101	4.32	0.0667	0.002	0.4146	4.24	0.1398	0.002	0.8544	2.5536	5.2752	3.00	8	2.3314	75.6053	0.0338	0.126	0.464	1.0818	0.0698	0.179	0.576	1.3429	92.56	90.28	1.40	1.40	0.75	79.73	79.70
	9	10	91.68	90.75	56.40	1.65	7	56	42	88	4.33	0.0583	0.002	0.3637	4.26	0.1224	0.002	0.7503	2.9173	6.0255	1.60	8	1.7026	55.2143	0.0528	0.156	0.530	0.9024	0.1091	0.223	0.656	1.1169	90.25	89.35	1.43	6.72	0.75	172.35	172.32
SI	10.2	10.1	89.81	90.28	80.00	-0.59	6	6	36	76	4.34	0.0500	0.002	0.3126	4.28	0.1049	0.002	0.6456	0.3126	0.6456	3.50	8	2.5182	81.6631	0.0038	0.045	0.239	0.6018	0.0079	0.063	0.299	0.7529	88.46	85.66	1.35	4.62	0.75	179.10	179.07
	10.1	10	90.28	90.75	80.00	-0.59	5	11	30	63	4.35	0.0417	0.002	0.2613	4.29	0.0874	0.002	0.5403	0.5739	1.1860	2.00	8	1.9036	61.7315	0.0093	0.068	0.316	0.6015	0.0192	0.098	0.393	0.7481	85.63	84.03	4.65	6.72	0.75	341.10	341.07
SI	20	21	91.12	91.08	38.85	0.10	3	3	18	38	4.39	0.0250	0.002	0.1579	4.34	0.0524	0.002	0.3276	0.1579	0.3276	6.00	8	3.2971	106.9220	0.0015	0.029	0.182	0.6001	0.0031	0.041	0.225	0.7418	89.77	87.44	1.35	3.64	0.75	72.71	72.68
	21	10	91.08	90.75	25.40	1.30	2	5	12	25	4.41	0.0167	0.002	0.1058	4.37	0.0350	0.002	0.2198	0.2637	0.5474	4.10	8	2.7255	88.3860	0.0030	0.040	0.222	0.6051	0.0062	0.056	0.277	0.7550	87.41	86.37	3.67	6.72	0.75	98.97	98.94
SI	20	18	91.12	90.55	50.00	1.14	7	7	42	88	4.33	0.0583	0.002	0.3637	4.26	0.1224	0.002	0.7503	0.3637	0.7503	3.00	8	2.3314	75.6053	0.0048	0.051	0.258	0.6015	0.0099	0.071	0.323	0.7530	89.77	88.27	1.35	4.86	0.75	116.36	116.33
SI	16.1	16	91.26	91.20	26.00	0.23	3	3	18	38	4.39	0.0250	0.002	0.1579	4.34	0.0524	0.002	0.3276	0.1579	0.3276	6.00	8	3.2971	106.9220	0.0015	0.029	0.182	0.6001	0.0031	0.041	0.224	0.7385	89.91	88.35	1.35	2.85	0.75	40.95	40.92
	16	17	91.20	91.11	42.80	0.21	6	6	36	76	4.34	0.0500	0.002	0.3126	4.28	0.1049	0.002	0.6456	0.3126	0.6456	3.50	8	2.5182	81.6631	0.0038	0.045	0.239	0.6018	0.0079	0.063	0.299	0.7529	88.32	86.82	2.88	4.29	0.75	115.05	115.02
	17	18	91.11	90.55	61.00	0.92	7	13	42	88	4.33	0.0583	0.002	0.3637	4.26	0.1224	0.002	0.7503	0.6763	1.3959	1.80	8	1.8059	58.5636	0.0115	0.075	0.335	0.6050	0.0238	0.106	0.416	0.7512	86.79	85.69	4.32	4.86	0.75	209.86	209.83
	18	19	90.55	90.19	21.40	1.68	3	23	18	38	4.39	0.0250	0.002	0.1579	4.34	0.0524	0.002	0.3276	1.1978	2.4738	1.10	8	1.4117	45.7813	0.0262	0.111	0.431	0.6085	0.0540	0.158	0.533	0.7524	85.66	85.43	4.89	4.76	0.75	77.42	77.39
	19	12	90.19	89.8	37.20	1.05	3	26	18	38	4.39	0.0250	0.002	0.1579	4.34	0.0524	0.002	0.3276	1.3558	2.8013	1.00	8	1.3460	43.6507	0.0311	0.121	0.454	0.6111	0.0642	0.172	0.562	0.7565	85.40	85.03	4.79	4.77	0.75	133.43	133.40
	16	15	91.20	90.23	54.60	1.78	7	10	42	88	4.33	0.0583	0.002	0.3637	4.26	0.1224	0.002	0.7503	0.5216	1.0778	2.20	8	1.9965	64.7445	0.0081	0.063	0.301	0.6009	0.0166	0.090	0.375	0.7487	88.32	87.12	2.88	3.11	0.75	122.67	122.64
	15	14	90.23	89.84	46.00	0.85	4	14	24	50	4.37	0.0333	0.002	0.2097	4.31	0.0699	0.002	0.4344	0.7313	1.5122	1.70	8	1.7550	56.9136	0.0128	0.079	0.347	0.6090	0.0266	0.112	0.432	0.7582	87.09	86.31	3.14	3.53	0.75	115.13	115.10
	14	13	89.84	89.24	42.85	1.40	3	17	18	38	4.39	0.0250	0.002	0.1579	4.34	0.0524	0.002	0.3276	0.8892	1.8398	1.40	8	1.5926	51.6483	0.0172	0.091	0.379	0.6036	0.0356	0.129	0.471	0.7501	86.28	85.68	3.56	3.17	0.75	108.12	108.09
SI	13.1	13	89.14	89.24	35.37	-0.28	4	4	24	50	4.37	0.0333	0.002	0.2097	4.31	0.0699	0.002	0.4344	0.2097	0.4344	4.85	8	2.9643	96.1308	0.0022	0.035	0.203	0.6018	0.0045	0.048	0.251	0.7440	87.79	86.07	1.35	3.17	0.75	59.89	59.86
	10	11	90.75	90.27	56.00	0.86	5	77	30	63	4.35	0.0417	0.002	0.2613	4.29	0.0874	0.002	0.5403	0.4016	8.2992	0.40	8	0.8513	27.6072	0.1455	0.259	0.713	0.6070	0.3006	0.378	0.877	0.7466	84.03	83.81	6.72	6.46	0.75	276.86	276.83
	11	12	90.27	89.80	56.00	0.84	6	83	36	76	4.34	0.0500	0.002	0.3126	4.28	0.1049	0.002	0.6456	4.3287	8.9448	0.40	8	0.8513	27.6072	0.1568	0.268	0.728	0.6197	0.3240	0.392	0.893	0.7602	83.78	83.55	6.49	6.25	0.75	267.58	267.55
	12	23	89.80	89.37	63.40	0.68	4	113	24	50	4.37	0.0333	0.002	0.2097	4.31	0.0699	0.002	0.4344	5.8942	12.1805	0.40	8	0.8513	27.6072	0.2135	0.314	0.795	0.6768	0.4412	0.466	0.970	0.8258	83.52	83.27	6.28	6.10	0.75	294.32	294.29
	12	13	89.80	89.24	43.63	1.28	3	18	38	38	4.39	0.0250	0.002	0.1579	4.34	0.0																							

2. Planos constructivos: Sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Trapiche Abajo, Asunción Mita, Jutiapa.

LIBRETA TOPOGRÁFICA

EST	P.O.	AZMUT			DISTANCIA (m)	COTA TERR. COTA TERR.	
		GRADOS	MIN	SEG		INICIAL (m)	FINAL (m)
1	2	132	22	00	40.20	100.46	100.00
2	3	175	35	00	74.00	100.00	100.62
3	4	182	06	00	22.40	100.62	99.11
4	5	182	06	00	68.05	99.11	97.90
5	5.1	262	48	00	53.44	104.79	97.90
5	6	183	46	00	57.01	97.90	96.54
6	7	183	46	00	57.02	96.54	95.18
7	8	184	54	00	40.42	95.18	93.96
8	9	179	24	00	76.00	93.96	91.68
9	10	183	40	00	56.40	91.68	90.75
9	9.1	95	08	00	83.00	91.68	91.10
91	9.2	95	08	00	83.00	91.10	90.52
10	10.1	97	14	00	80.00	90.75	90.28
10.1	10.2	97	14	00	80.00	90.28	89.81
10	21	248	20	00	25.40	90.75	91.08
21	20	220	43	00	38.85	91.08	91.12
20	18	190	40	00	50.00	91.12	90.55
10	11	182	57	00	56.00	90.75	90.27
11	12	182	57	00	56.00	90.27	89.80
12	19	286	35	00	37.20	89.80	90.19
19	18	308	20	00	21.40	90.19	90.55
18	17	264	31	00	61.00	90.55	91.11
17	16	247	38	00	42.80	91.11	91.20
16	16.1	276	00	00	26.00	91.20	91.26
12	13	202	18	00	43.63	89.80	89.24
13	14	295	31	00	42.85	89.24	89.84
14	15	279	13	00	46.00	89.84	90.23
15	16	287	23	00	54.60	90.23	91.20
13	13.1	202	18	00	35.37	89.24	89.14
13	22	106	14	00	22.60	89.24	89.73
22	22.1	187	26	00	50.00	89.73	89.00
22	23	112	38	00	25.56	89.73	89.37
23	23.1	185	41	00	36.00	89.37	89.29
12	23	153	03	00	63.40	89.80	89.37
23	24	119	40	00	71.00	89.37	88.83
24	25	92	32	00	41.40	88.83	88.40
25	26	92	30	00	32.00	88.40	87.43
26	27	92	30	00	60.00	87.43	86.70
27	28	92	30	00	60.00	86.70	85.97
28	29	90	39	00	85.50	85.97	85.71
29	30	90	39	00	85.50	85.71	85.46
1	36	145	06	00	48.00	100.46	99.88
36	37	157	33	00	52.51	99.88	98.55
37	38	157	33	00	52.52	98.55	97.25
38	39	165	23	00	51.36	97.25	95.83
39	40	165	23	00	51.36	95.83	94.41
40	41	161	39	00	89.02	94.41	92.38
41	42	153	10	00	67.11	92.38	90.77
42	9.2	265	47	00	24.00	90.52	90.77
42	43	140	26	00	65.00	90.77	89.45
43	44	134	58	00	67.09	89.45	88.22
44	45	134	58	00	67.10	88.22	86.79
45	46	133	09	00	82.00	86.79	86.12
46	30	133	09	00	82.00	86.12	85.46
30	31	132	27	00	61.50	85.46	84.89
31	32	132	27	00	61.50	84.89	84.32
32	33	132	27	00	70.00	84.32	84.05
33	34	132	27	00	70.00	84.05	83.77
34	35	132	27	00	67.00	83.77	81.52
35	35.1	42	48	00	12.32	81.52	81.33
35.1	64	312	48	00	25.69	81.33	82.06
47	48	135	44	00	54.71	100.24	100.62
48	49	142	42	00	44.09	100.62	100.84
49	49.1	20	2	00	95.38	100.68	100.84
49	50	153	32	00	48.38	100.84	99.50
50	51	153	32	00	46.87	99.50	98.21
51	52	166	01	00	61.79	98.21	96.47
52	53	166	01	00	61.79	96.47	94.72
53	53.1	68	37	00	91.66	98.25	94.72
53	54	161	35	00	90.13	94.72	92.27
54	55	152	47	00	67.11	92.27	90.43
55	56	139	55	00	60.80	90.43	89.39
56	57	135	25	00	63.95	89.39	87.76
57	58	135	25	00	67.23	87.76	86.13
58	59	133	09	00	82.00	86.13	85.91
59	60	133	09	00	82.00	85.91	85.68
60	61	132	48	00	85.00	85.68	85.35
61	62	132	48	00	85.00	85.35	85.03
62	63	132	48	00	85.00	85.03	84.71
63	64	132	48	00	51.95	84.71	82.06
64	PT	42	47	00	10.20	82.06	81.10

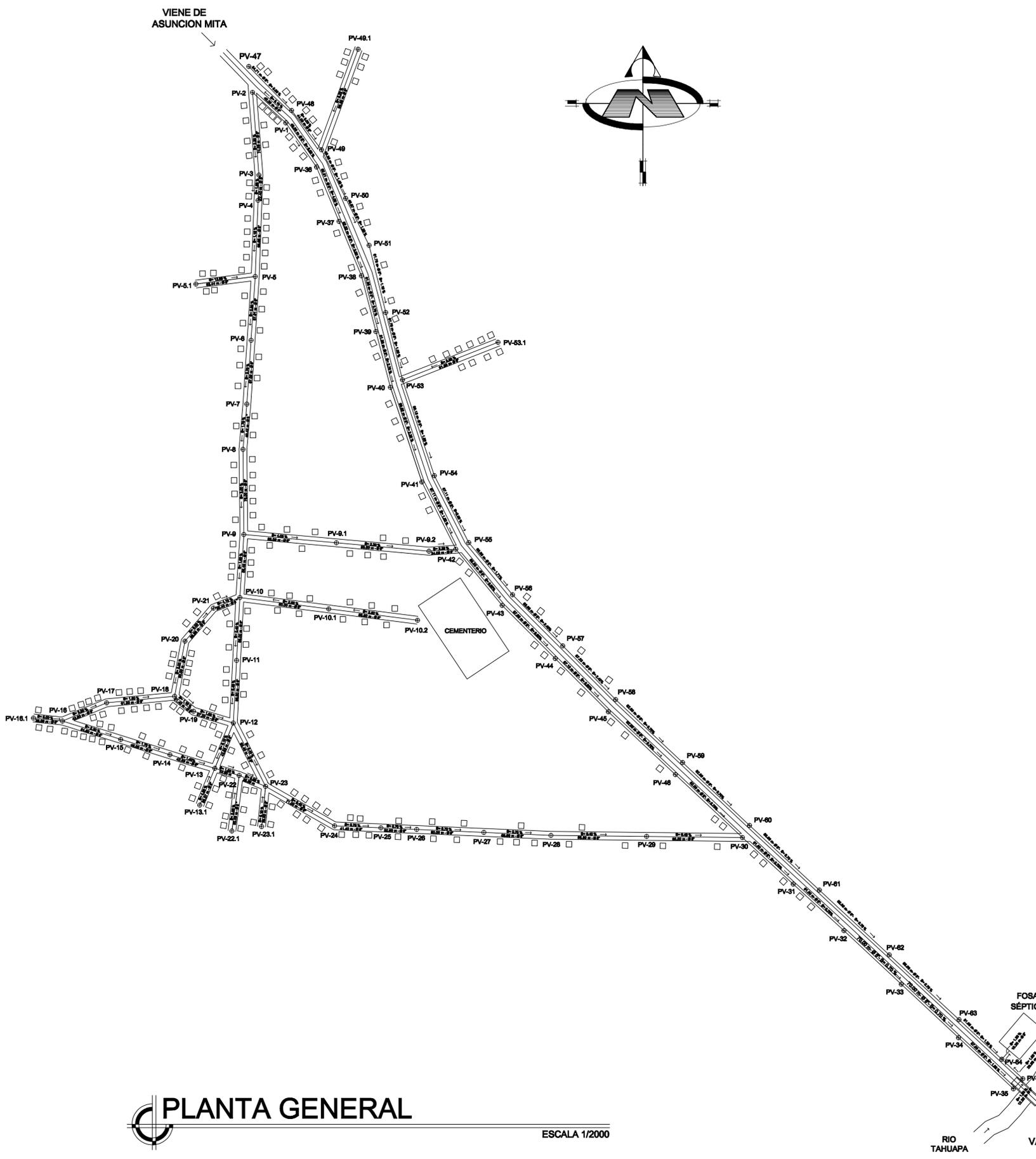
NOMENCLATURA

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Ubicación de Vivienda
	Pozo de Visita - Número
	Línea de Conducción de Drenaje
PVC	Tubería de PVC
%	Pendiente de Tubería
\emptyset	Diámetro de Tubo (plg)
	Dirección de Flujo de Caudal

Long. Horizontal (m) - \emptyset Tubo(") - Pendiente Tubería(%)

PARÁMETROS DE DISEÑO

Densidad población (hab/viv):	6
Dotación (l/hab/día):	150
Factor de retorno:	0.8
Factor de caudal medio (fqm):	0.002
Período de diseño (años):	30
Tasa de crecimiento población (%):	2.5



PLANTA GENERAL
 ESCALA 1/2000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: **SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**
 LUGAR: **ALDEA TRAPICHE ABAJO, ASUNCION MITA, JUTIAPA.**

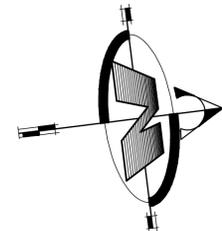
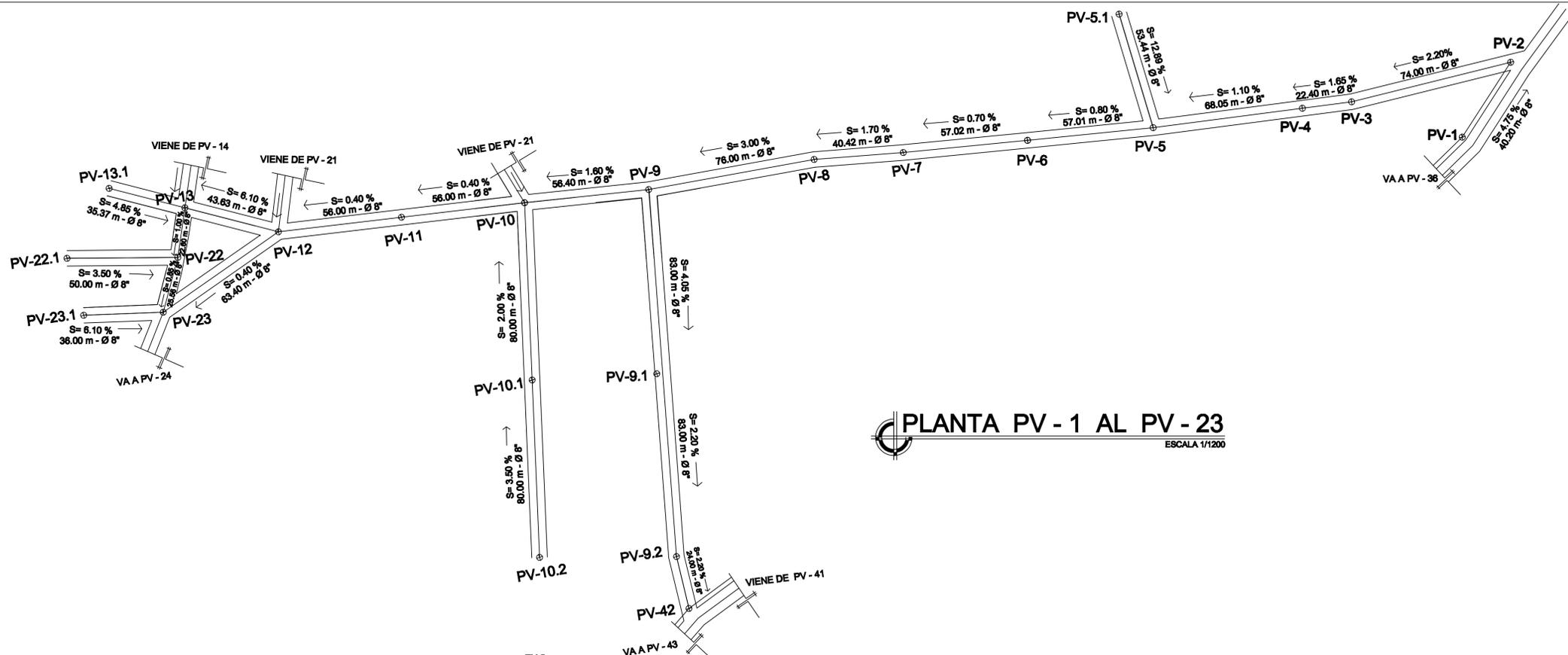
CONTENIDO: **PLANTA GENERAL**

MUNICIPALIDAD: A. MITA
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: JULIO 2010

ING. JOSE MANUEL JUAREZ
 EPESISTA

ING. SILVIO RODRIGUEZ
 ASESOR DE E.P.S.

HOJA No. **1/7**

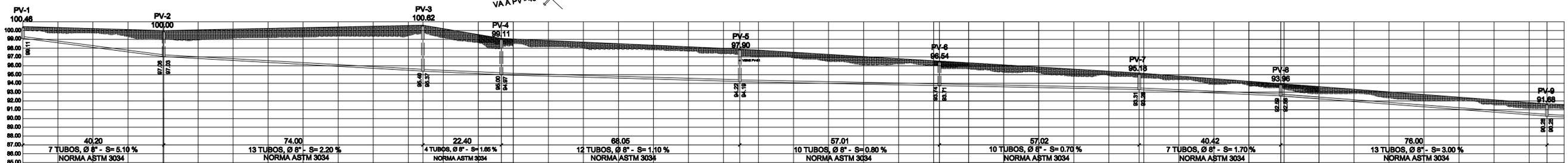


PLANTA PV - 1 AL PV - 23
ESCALA 1/1200

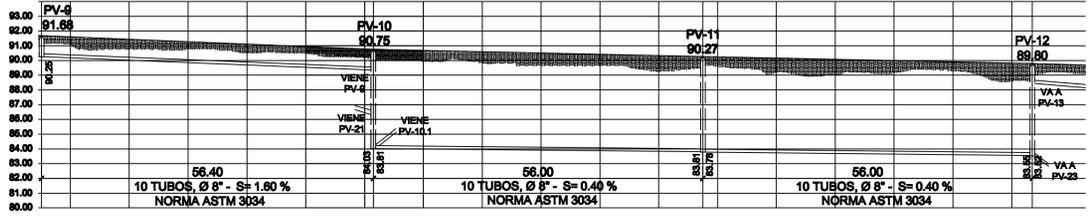
NOMENCLATURA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	Ubicación de Vivienda
PV-#	Pazo de Visita - Número
	Línea de Conducción de Drenaje
PVC	Tubería de PVC
%	Pendiente de Tubería
Ø	Diámetro de Tubo (pulg)
	Dirección de Flujo de Caudal

PV-#	Cota Terreno Inicial	PV-#	Cota Terreno Final
	98.00		97.00
			96.00

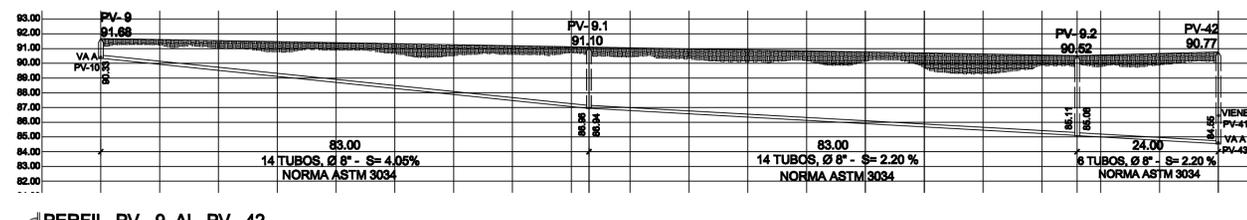
Long. Horizontal (m) - Ø Tubo (") - Pendiente Tubería (%)



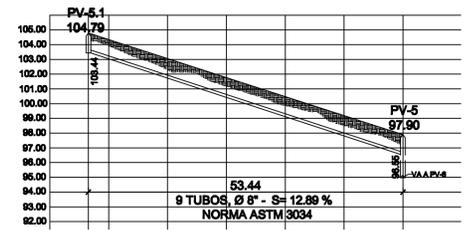
PERFIL PV - 1 AL PV - 9
ESCALA VERTICAL: 1/500
ESCALA HORIZONTAL: 1/500



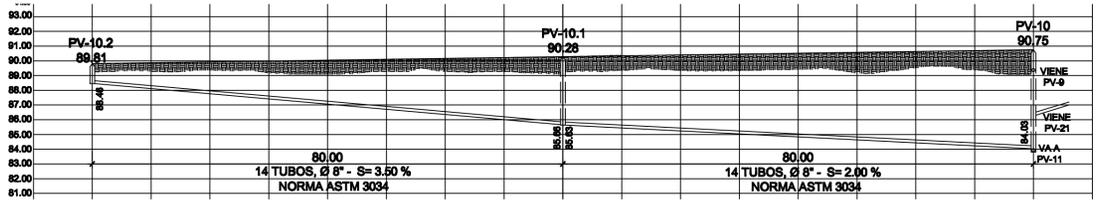
PERFIL PV - 9 AL PV - 12
ESCALA VERTICAL: 1/500
ESCALA HORIZONTAL: 1/500



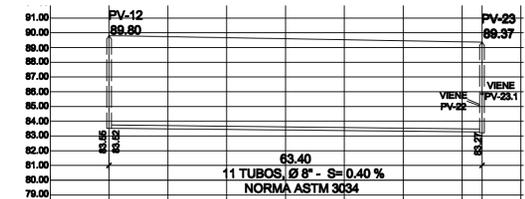
PERFIL PV - 9 AL PV - 42
ESCALA VERTICAL: 1/500
ESCALA HORIZONTAL: 1/500



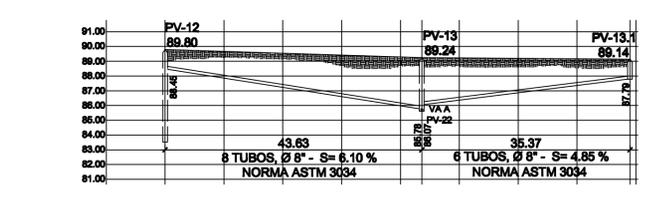
PERFIL PV - 5.1 AL PV - 5
ESCALA VERTICAL: 1/500
ESCALA HORIZONTAL: 1/500



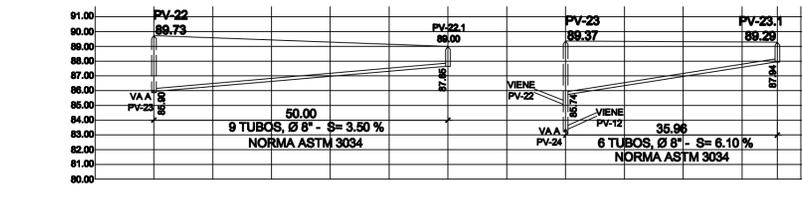
PERFIL PV - 10.2 AL PV - 10
ESCALA VERTICAL: 1/500
ESCALA HORIZONTAL: 1/500



PERFIL PV - 12 AL PV - 23
ESCALA VERTICAL: 1/500
ESCALA HORIZONTAL: 1/500



PERFIL PV - 12 AL PV - 13.1
ESCALA VERTICAL: 1/500
ESCALA HORIZONTAL: 1/500



PERFIL PV - 22.1 AL PV - 22
ESCALA VERTICAL: 1/500
ESCALA HORIZONTAL: 1/500



PERFIL PV - 23.1 AL PV - 23
ESCALA VERTICAL: 1/500
ESCALA HORIZONTAL: 1/500

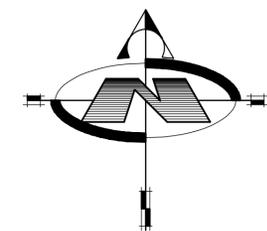


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: **SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**
LUGAR: **ALDEA TRAPICHE ABAJO, ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA.**

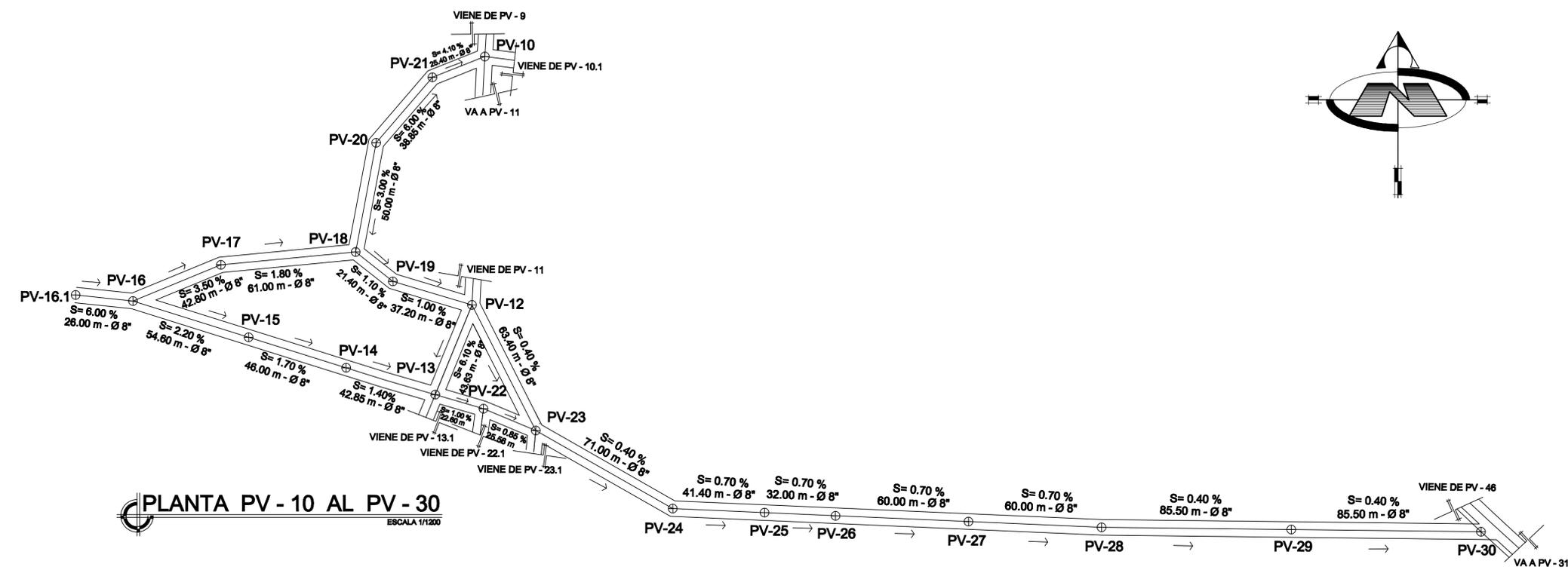
CONTENIDO: **PLANTA Y PERFIL**
DISEÑO: JOSÉ JUÁREZ
CÁLCULO: JOSÉ JUÁREZ
DIBUJO: JOSÉ JUÁREZ

MUNICIPALIDAD: A. MITA
ESCALA: INDICADA
FECHA: JULIO 2010
ING. SILVIO RODRÍGUEZ
ASESOR DE E.P.S.

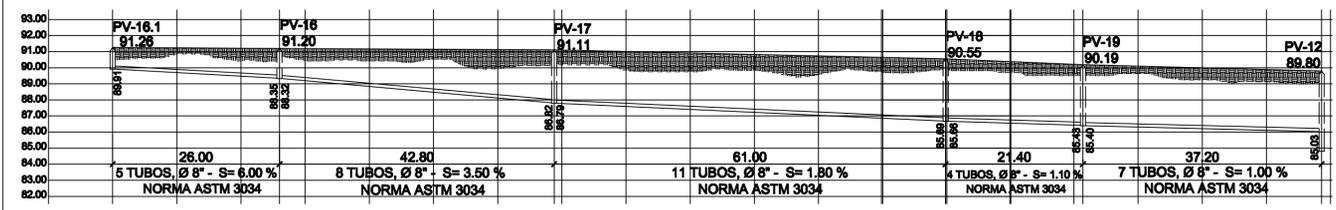


NOMENCLATURA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
□	Ubicación de Vivienda
PV-# ⊕	Pozo de Visita - Número
⊕—⊕	Línea de Conducción de Drenaje
PVC	Tubería de PVC
%	Pendiente de Tubería
∅	Diámetro de Tubo (plg)
→	Dirección de Flujo de Caudal

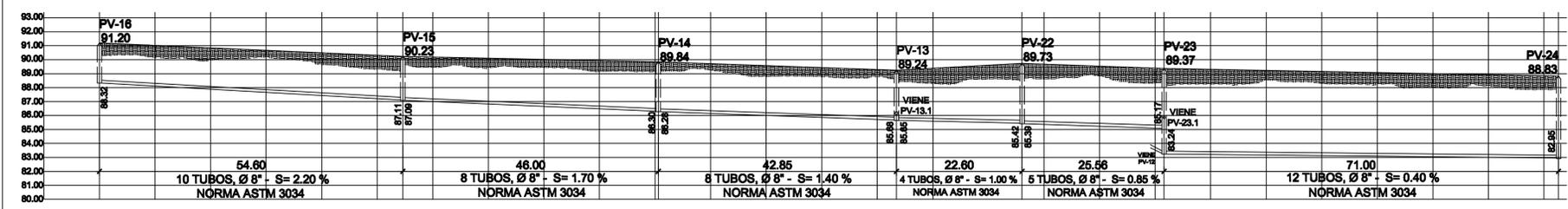
PV-#	Cota Terreno Inicial	PV-#	Cota Terreno Final
Nivel de Terreno			
98.00			
97.00			
96.00			
CIE-Cota Invert de Estación		CIE-Cota Invert de Estación	
CIS-Cota Invert de Salida		CIS-Cota Invert de Salida	
Long. Horizontal (m) - ∅ Tubo(*) - Pendiente Tubería(%)			



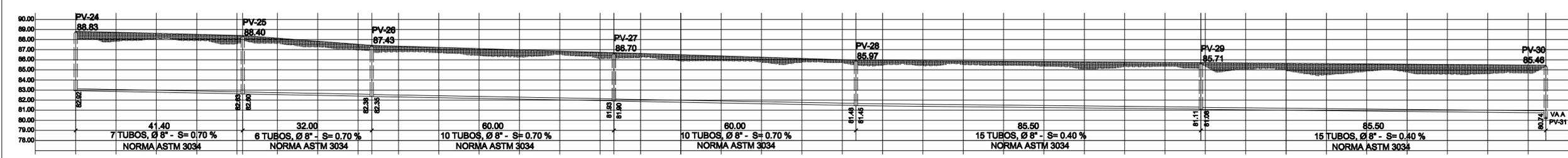
PLANTA PV - 10 AL PV - 30
ESCALA 1/1200



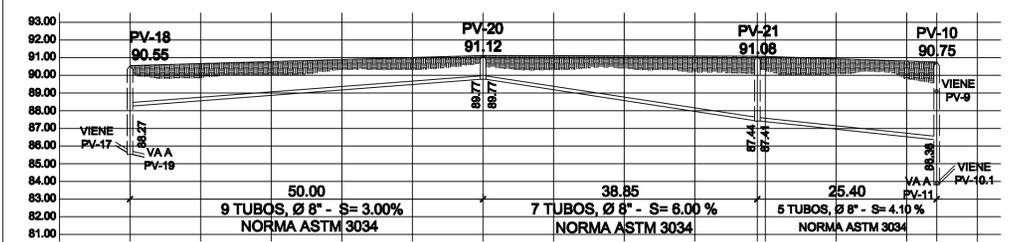
PERFIL PV - 16.1 AL PV - 12
ESCALA VERTICAL: 1/500
ESCALA HORIZONTAL: 1/500



PERFIL PV - 16 AL PV - 24
ESCALA VERTICAL: 1/500
ESCALA HORIZONTAL: 1/500



PERFIL PV - 24 AL PV - 30
ESCALA VERTICAL: 1/500
ESCALA HORIZONTAL: 1/500



PERFIL PV - 18 AL PV - 10
ESCALA VERTICAL: 1/500
ESCALA HORIZONTAL: 1/500

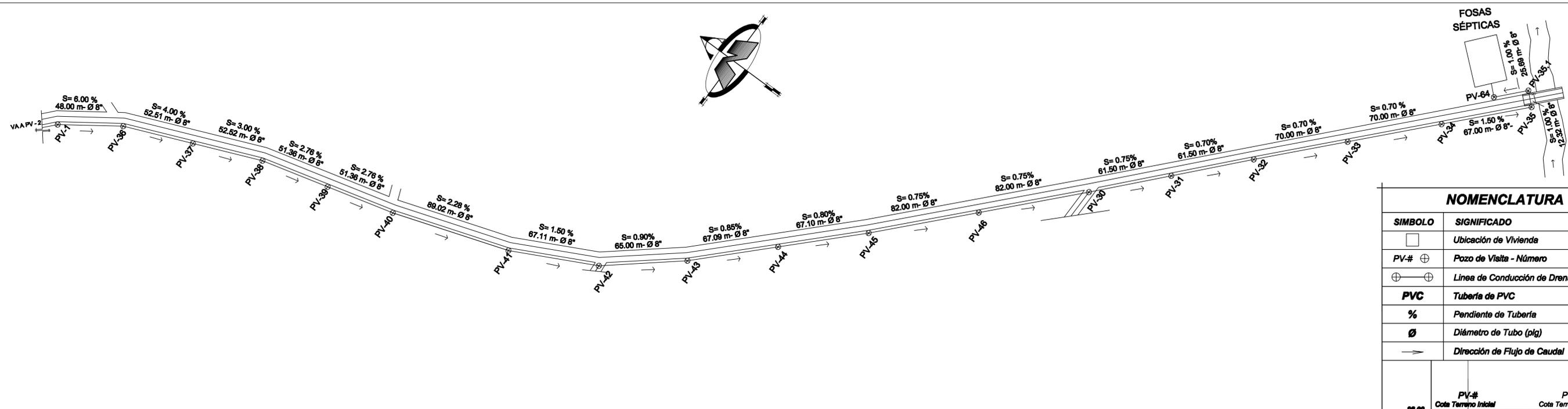
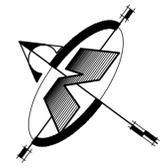


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: **SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**
LUGAR: **ALDEA TRAPICHE ABAJO, ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA.**

CONTENIDO: **PLANTA Y PERFIL**
DISEÑO: JOSÉ JUÁREZ
CÁLCULO: JOSÉ JUÁREZ
DIBUJO: JOSÉ JUÁREZ

MUNICIPALIDAD: A. MITA
ESCALA: INDICADA
FECHA: JULIO 2010
HOJA No. **3/7**
ING. JOSE MANUEL JUAREZ
ING. SILVIO RODRIGUEZ
EPESISTA
ASESOR DE E.P.S.



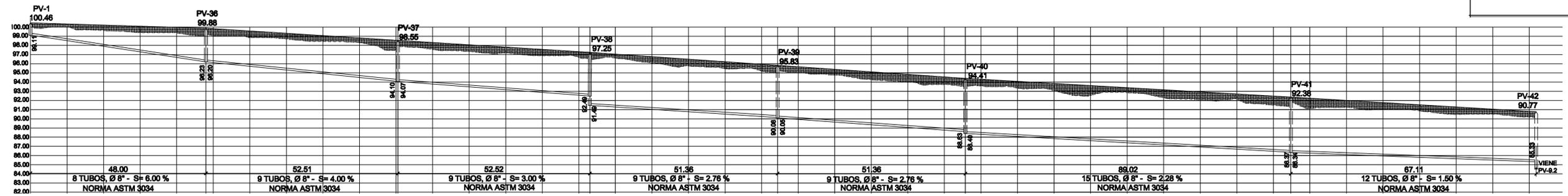
NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
□	Ubicación de Vivienda
PV-# ⊕	Pozo de Visita - Número
⊕—⊕	Línea de Conductión de Drenaje
PVC	Tubería de PVC
%	Pendiente de Tubería
Ø	Diámetro de Tubo (plg)
→	Dirección de Flujo de Caudal

PV-#	Cota Terreno Inicial	Cota Terreno Final
	98.00	97.00
	97.00	96.00
	96.00	

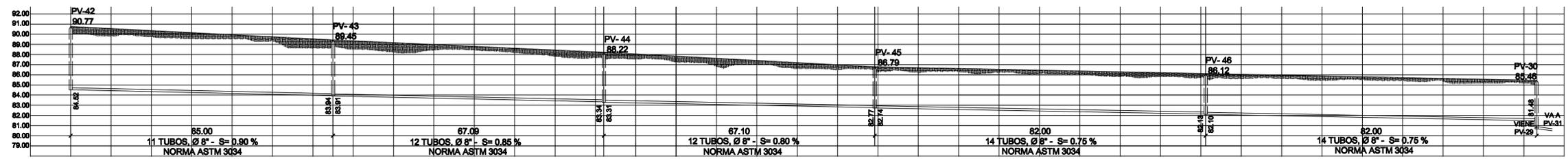
Long. Horizontal (m) - Ø Tubo (") - Pendiente Tubería (%)

PLANTA PV - 1 AL PV - 64

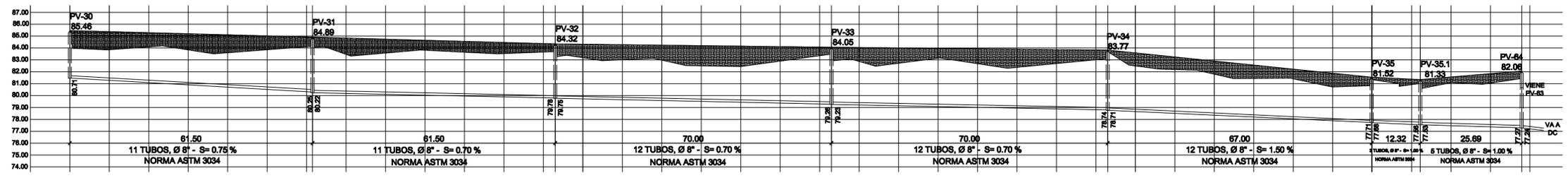
ESCALA 1/1200



PERFIL PV - 1 AL PV - 42



PERFIL PV - 42 AL PV - 30



PERFIL PV - 30 AL PV - 64



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: **SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**
 LUGAR: **ALDEA TRAPICHE ABAJO, ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA.**

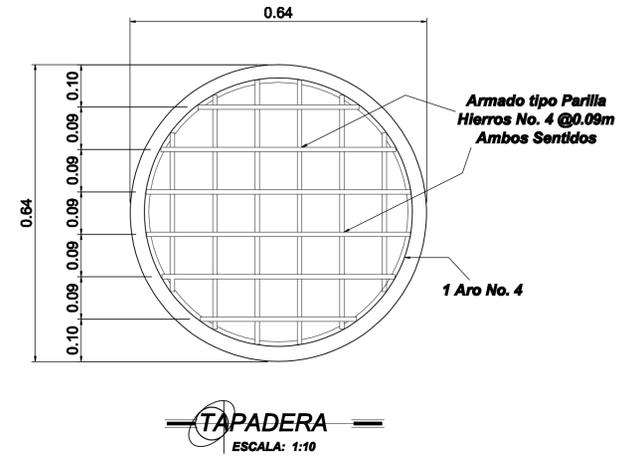
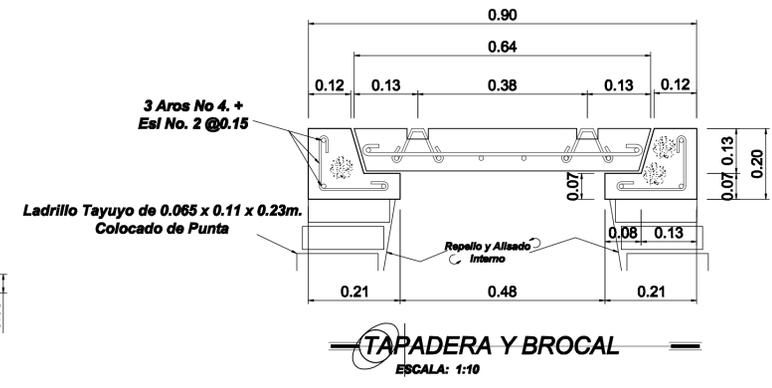
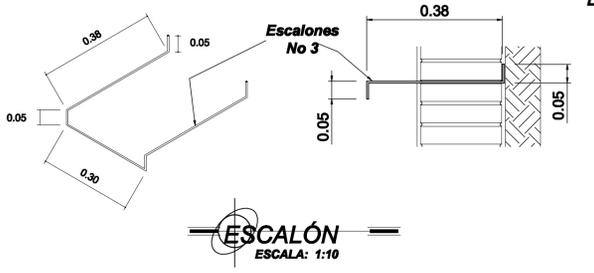
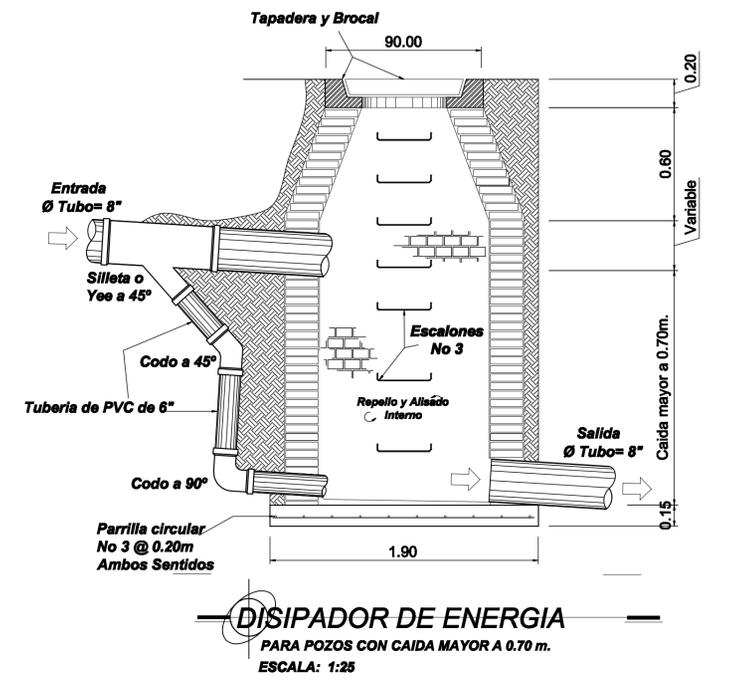
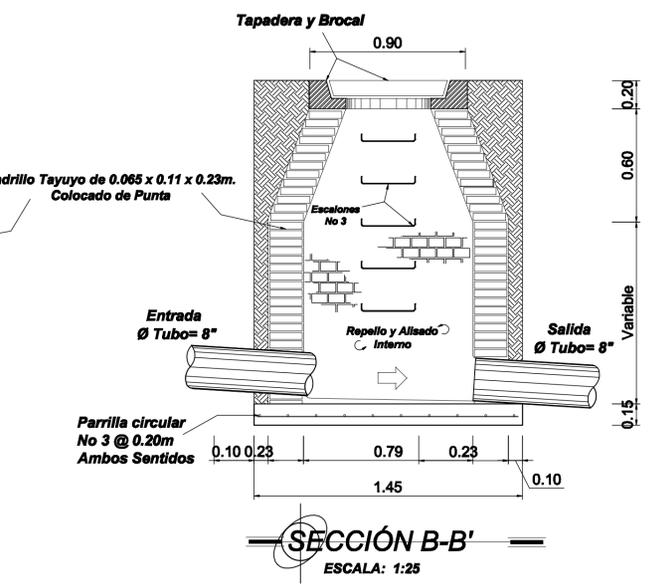
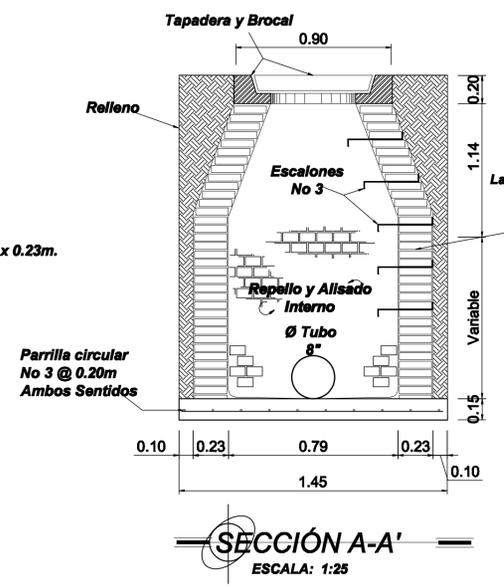
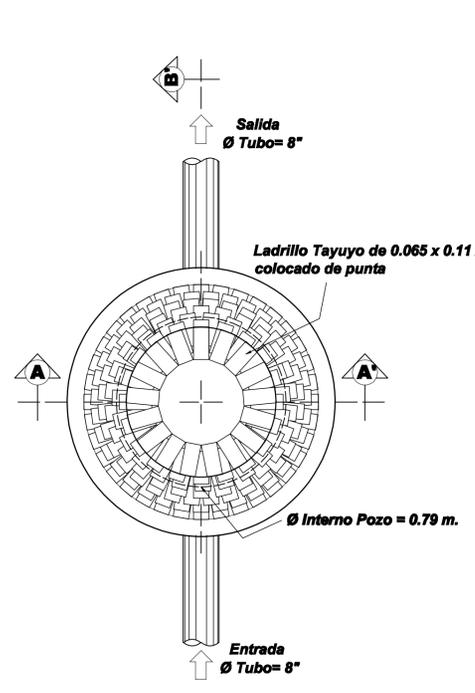
CONTENIDO: **PLANTA Y PERFIL**

MUNICIPALIDAD: A. MITA
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: JULIO 2010

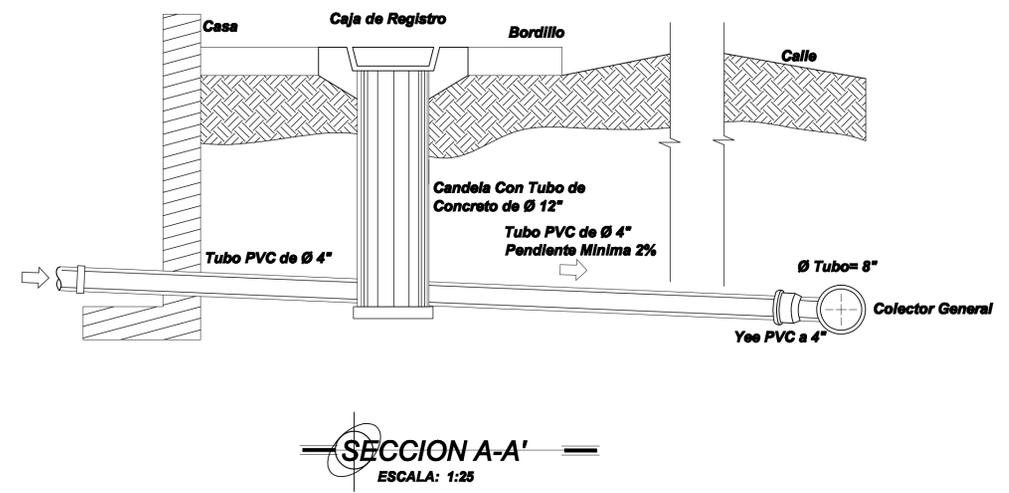
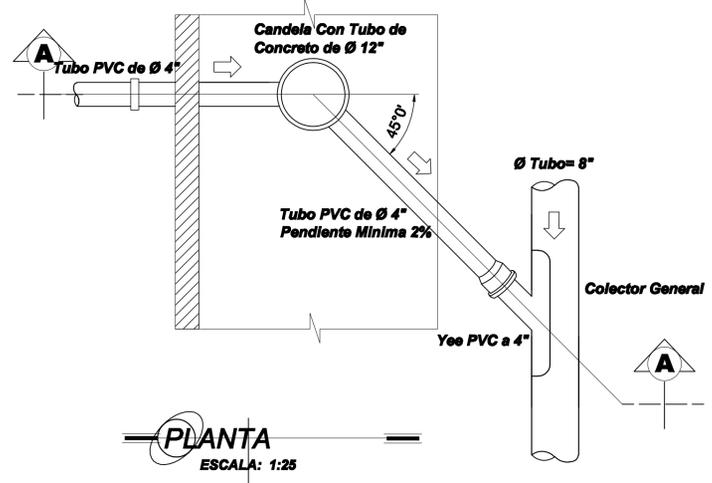
DESEÑO: JOSÉ JUÁREZ
 CÁLCULO: JOSÉ JUÁREZ
 DIBUJO: JOSÉ JUÁREZ

HOJA No. **4/7**

(E) JOSE MANUEL JUAREZ EPERISTA (E) ING. SILVIO RODRIGUEZ ASESOR DE E.P.S.



POZOS DE VISITA



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

- CONCRETO:**
- El Concreto debe tener una resistencia a la compresión de 210 Kg/cm².
 - El agregado grueso debe tener un diámetro de 1/2".
 - El recubrimiento mínimo para la base será de 7 cm y de 3 a 5 cm para la tapadera.
- ACERO:**
- El acero debe tener un $f_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$.
- MAMPOSTERIA:**
- Se utilizará ladrillo tayuyo de 0.065 x 0.11 x 0.23 m.
 - La mampostería será conforme a la norma ASTM C-62.
 - El ladrillo tayuyo tendrá una resistencia a la compresión mínima de 84 kg/cm².
- MORTERO:**
- Proporción 1:3, una de cemento por tres de arena.
 - El agua a utilizar debe ser limpia y libre de cualquier sustancia dañina.
 - El cemento a utilizar es Portland tipo 1, ASTM C-150.
 - Se utilizará arena de río seca, ASTM C-144c.
- TUBERÍA:**
- Toda la tubería será deberá cumplir con la norma ASTM F 949, no debe utilizarse tubería de diámetro menor a lo especificado en planos.
 - Las uniones realizadas entre tramos de tubería, así como entre tubos y conexiones, cumplen con los requerimientos establecidos en la norma ASTM D 3212.
 - Toda la tubería se colocará alineada y con la pendiente especificada en planos.
- NOTAS:**
- Las tapaderas y brocales deberán curarse según las especificaciones del ACI 318, antes de su colocación.
 - Los pozos deberán identificarse de acuerdo al plano de red general.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
LUGAR: ALDEA TRAPICHE ABAJO, ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA

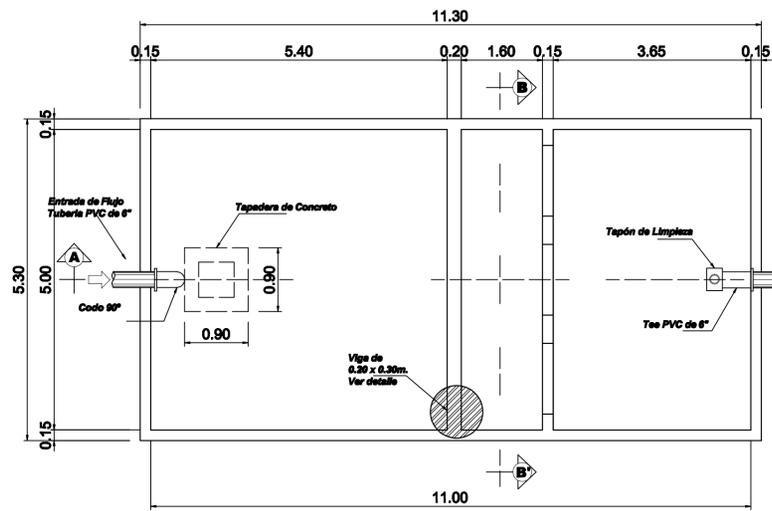
CONTENIDO: DETALLE DE POZO DE VISITA Y ACOMETIDA DOMICILIAR
DISEÑO: JOSÉ JUÁREZ
CÁLCULO: JOSÉ JUÁREZ
DIBUJO: JOSÉ JUÁREZ

MUNICIPALIDAD: A. MITA
ESCALA: INDICADA
FECHA: JULIO 2010

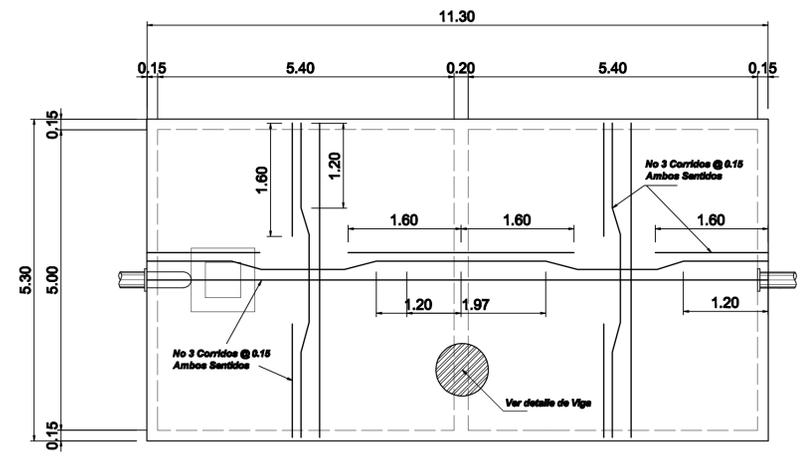
(1) JOSÉ MANUEL JUÁREZ
EPERBITA

(2) ING. SILVIO RODRÍGUEZ
ASESOR DE E.P.A.

HOJA No 6/7



PLANTA FOSA SÉPTICA
ESCALA: 1:50



ARMADO DE LOSA
ESCALA: 1:50

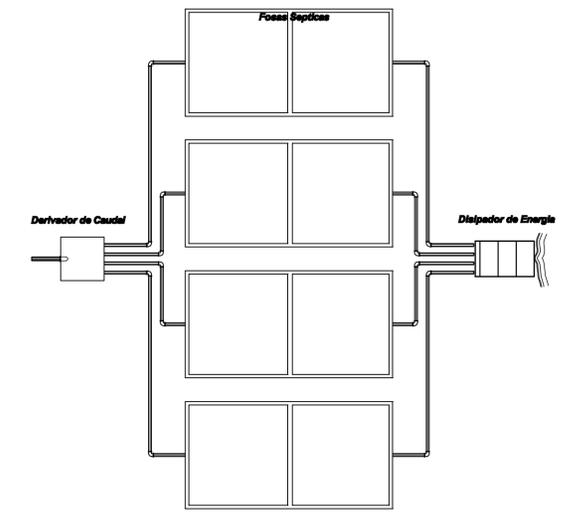
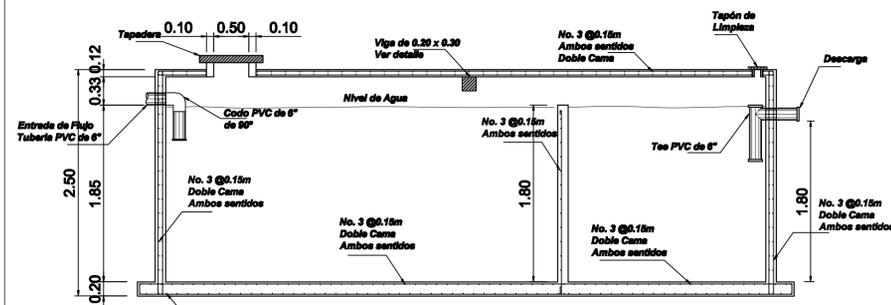
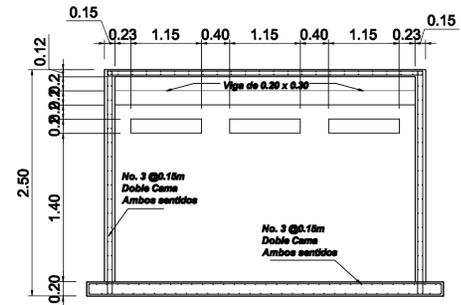


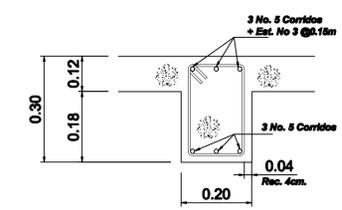
DIAGRAMA GENERAL
ESCALA: 1:150



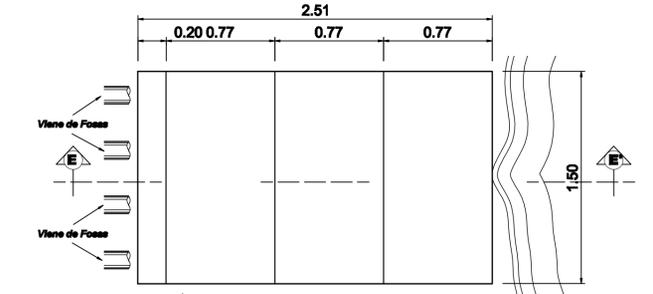
SECCION A-A'
ESCALA: 1:50



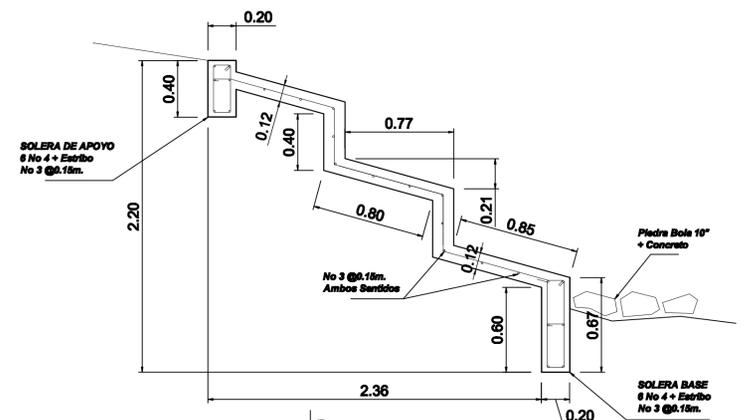
SECCION B-B'
ESCALA: 1:50



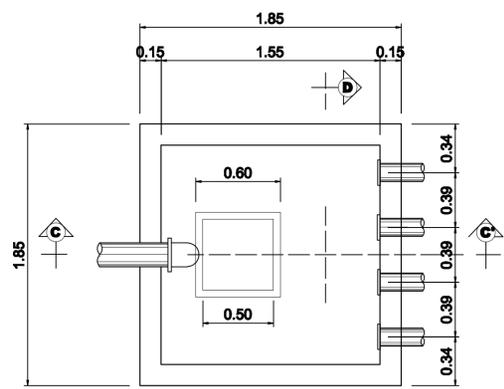
DETALLE VIGA
ESCALA: 1:50



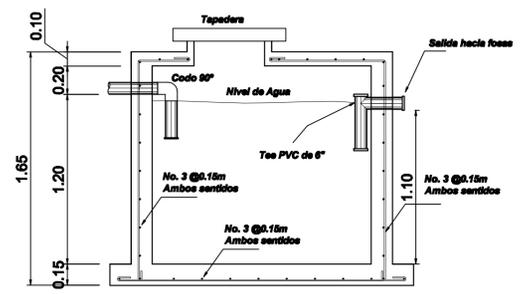
DISIPADOR DE ENERGIA
ESCALA: 1:25



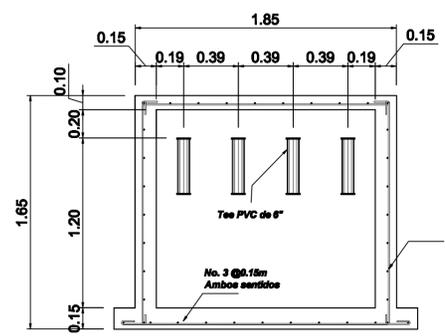
SECCION E-E'
ESCALA: 1:25



DERIVADOR DE CAUDAL
ESCALA: 1:25



SECCION C-C'
ESCALA: 1:25



SECCION D-D'
ESCALA: 1:25

DERIVADOR DE CAUDAL

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

CONCRETO:

- El Concreto debe tener una resistencia a la compresión de 210 Kg/cm².
- El agregado grueso debe tener un diametro de 1/2".

ACERO:

- El acero debe tener un fy = 2,810 kg/cm².

MORTERO:

- Proporción 1:3, una de cemento por tres de arena.
- El cemento a utilizar es Portland tipo 1, ASTM C-150.
- Se utilizará arena de río seca, ASTM C-144c.

TUBERIA:

- Toda la tubería deberá cumplir con la norma ASTM F 949.
- Toda la tubería será PVC de 6", y los accesorios respectivos.

NOTAS:

- Se construirán cuatro fosas sépticas idénticas.
- Las dimensiones efectivas de las fosas son:
 - Ancho: 5.00 m.
 - Largo: 11.00 m.
 - Alto: 1.80m.



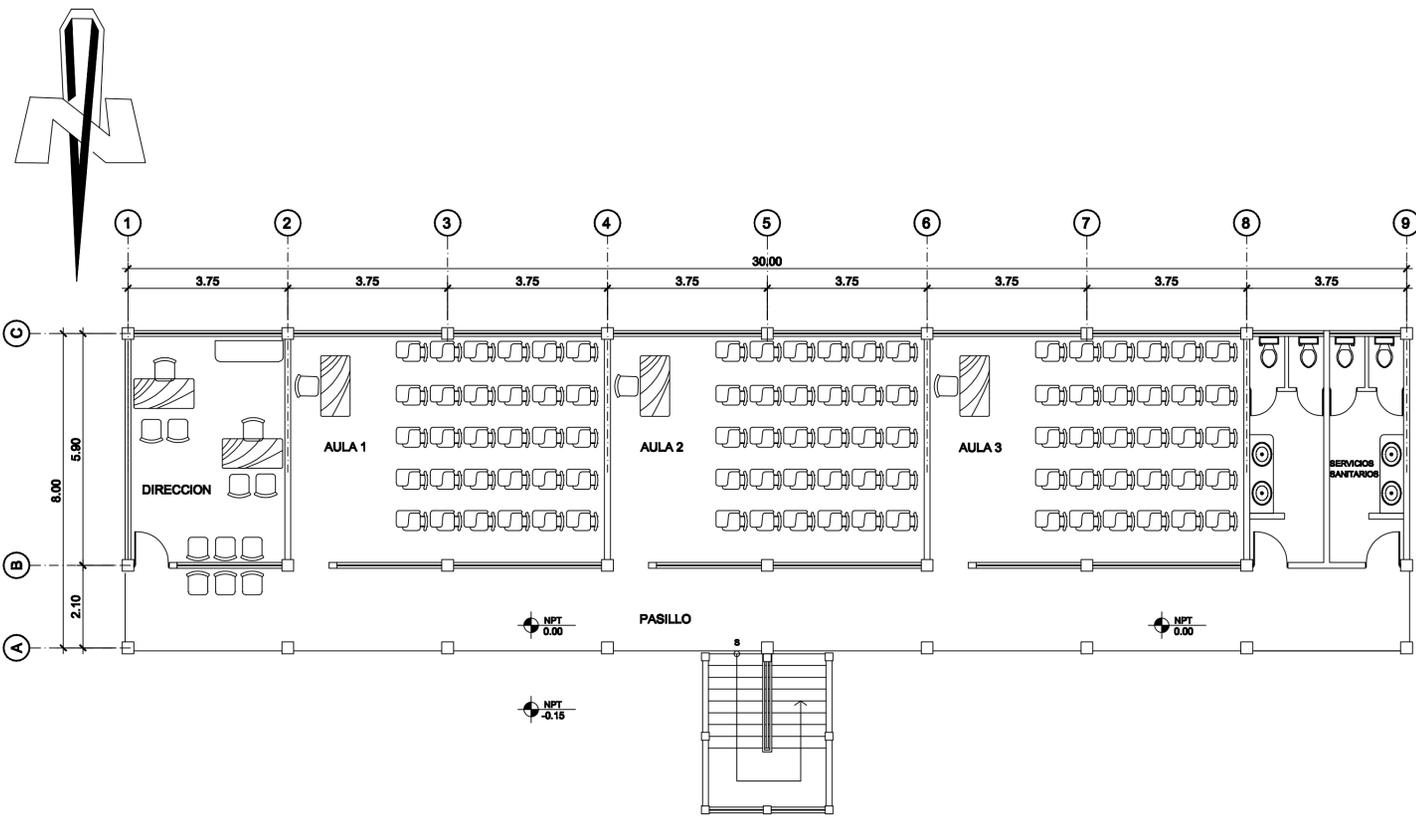
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
LUGAR: ALDEA TRAPICHE ABAJO, ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA

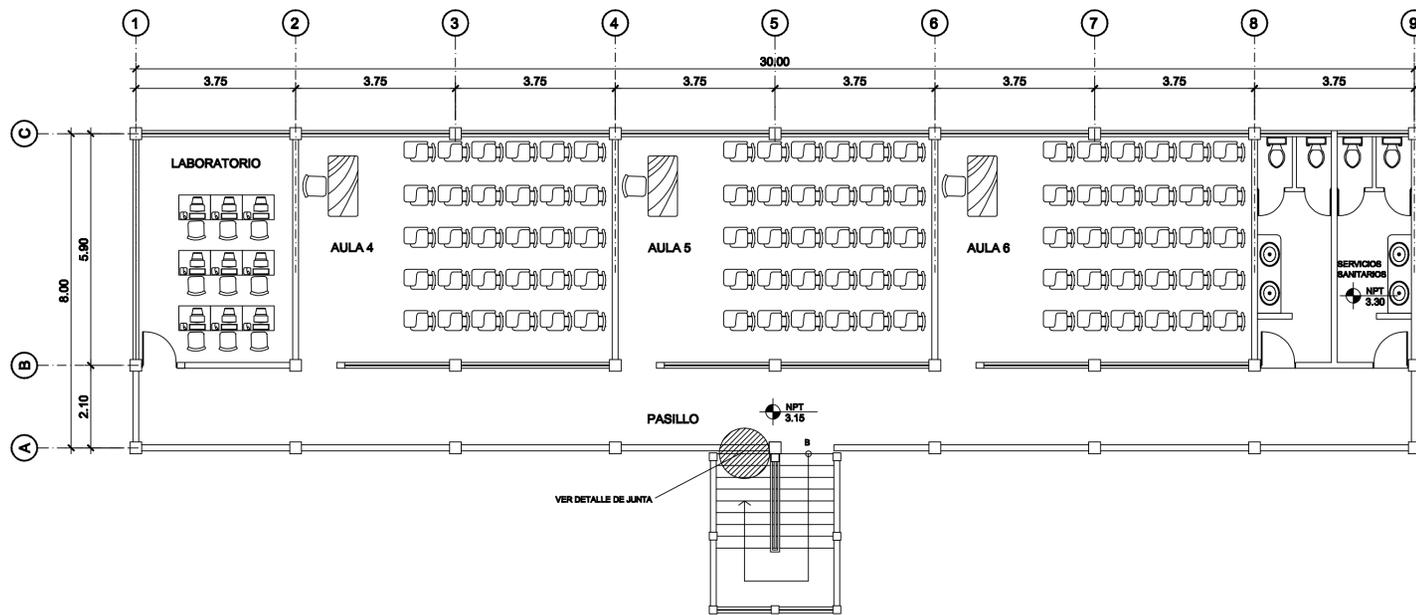
CONTENIDO: DETALLE DE FOSA SÉPTICA Y DERIVADOR DE CAUDAL
DISEÑO: JOSÉ JUÁREZ
CÁLCULO: JOSÉ JUÁREZ
DIBUJO: JOSÉ JUÁREZ

MUNICIPALIDAD: A. MITA
ESCALA: INDICADA
FECHA: JULIO 2010
ING. JOSÉ MANUEL JUÁREZ EPERIETA
ING. SILVIO RODRÍGUEZ ABEJÓN DE E.P.A.

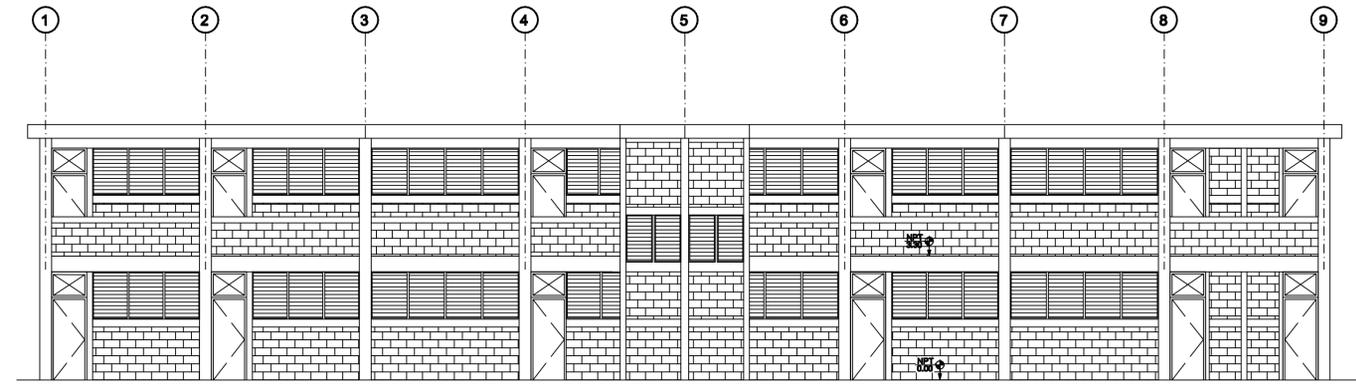
**3. Planos constructivos: Diseño de edificación escolar para colonia
La Unión, municipio de Asunción Mita, Jutiapa.**



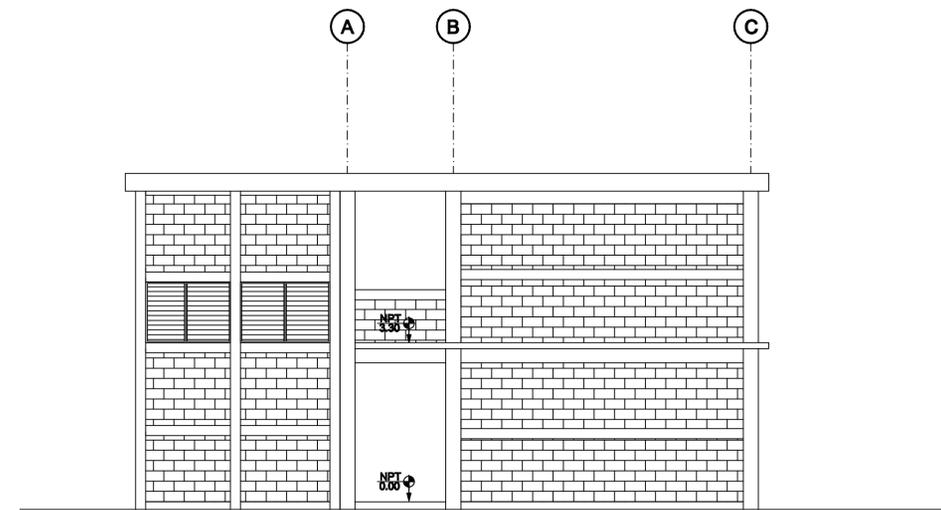
PLANTA BAJA AMUEBLADA
ESCALA 1/100



PLANTA ALTA AMUEBLADA
ESCALA 1/100



FACHADA FRONTAL
ESCALA 1/100



FACHADA LATERAL
ESCALA 1/100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

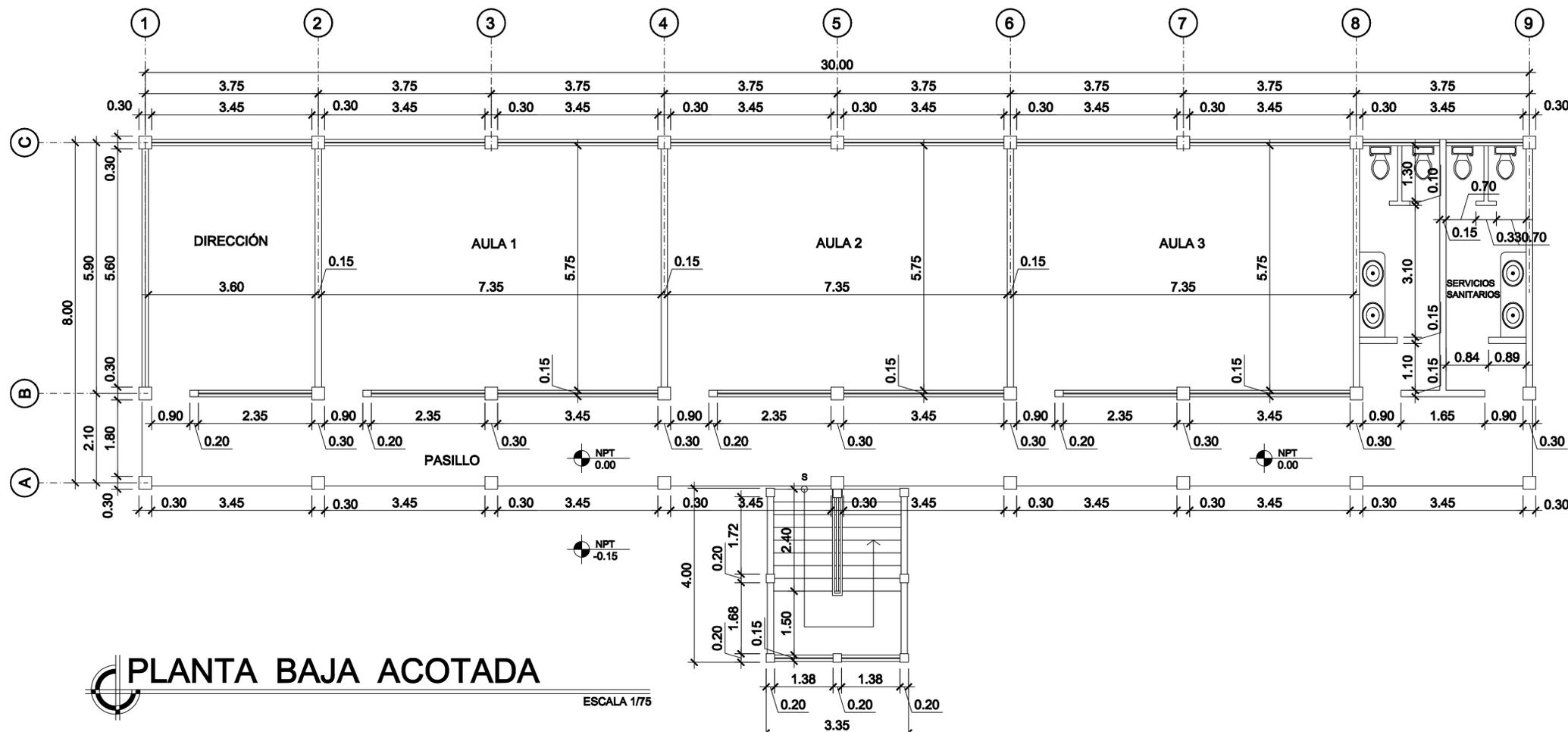
PROYECTO: **DISEÑO DE EDIFICACIÓN ESCOLAR**
LUGAR: **COLONIA LA UNIÓN, ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA.**

CONTENIDO: **PLANTA AMUEBLADA Y FACHADAS**
DISEÑO: JOSÉ JUÁREZ
CÁLCULO: JOSÉ JUÁREZ
DIBUJO: JOSÉ JUÁREZ

MUNICIPALIDAD: A. MITA
ESCALA: INDICADA
FECHA: JULIO 2010

(1) JOSÉ MANUEL JUÁREZ
EPEBIRTA
(2) ING. SILVIO RODRÍGUEZ
ASESOR DE E.P.A.

HOJA No.
1
8



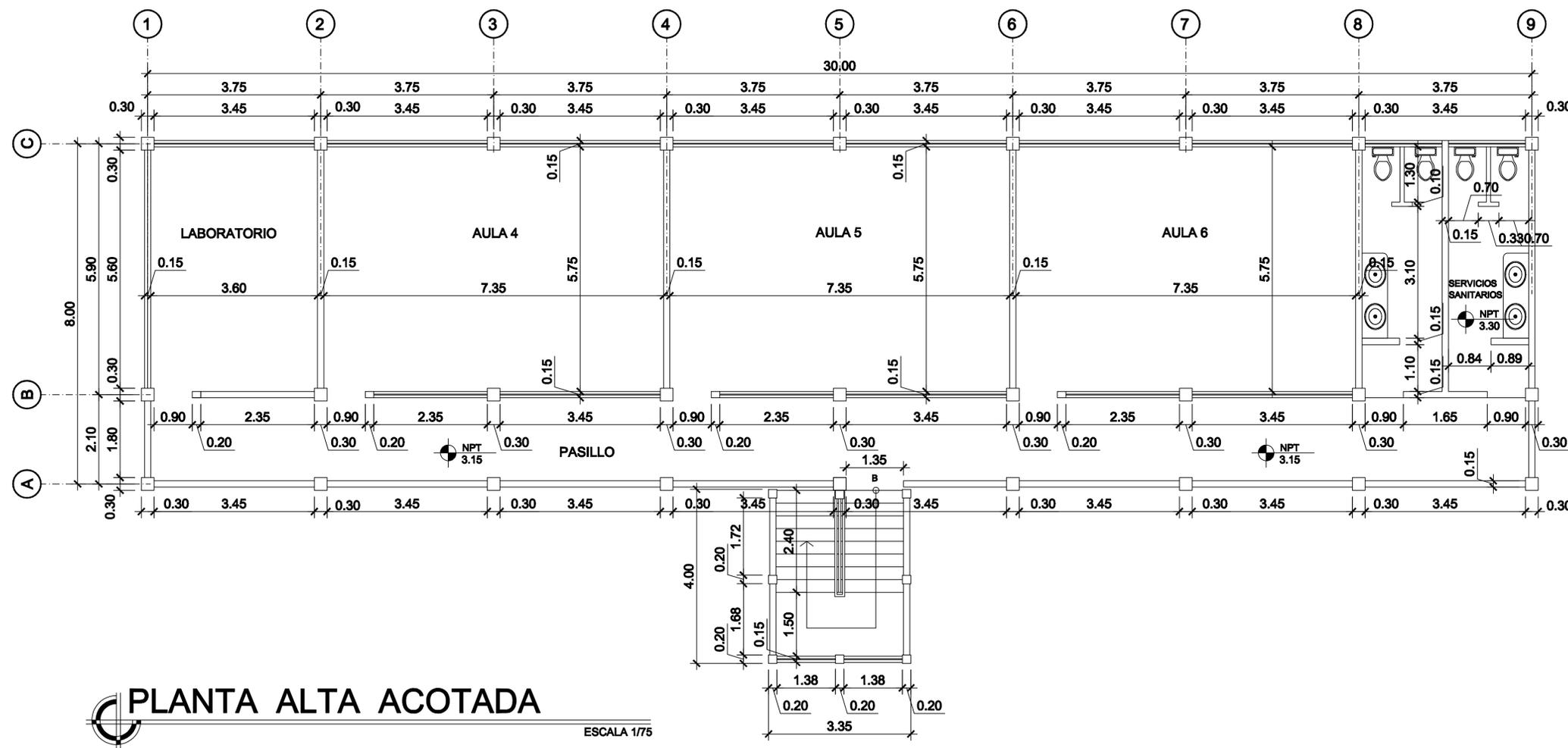
PLANTA BAJA ACOTADA
ESCALA 1/75

GANCHOS DE REFUERZO

No.	Dg	L1	L2	L3
2	0.04	0.10	0.10	0.10
3	0.06	0.10	0.15	0.10
4	0.08	0.15	0.20	0.10
5	0.10	0.16	0.20	0.10
6	0.12	—	0.25	0.10
7	0.14	—	0.30	0.10
8	0.16	—	0.35	0.10
9	0.23	—	0.35	0.10
10	0.28	—	0.40	0.10
11	0.29	—	0.45	0.10

CALIDAD DE LOS MATERIALES:

- CEMENTO : TIPO I MEJORADO CON PUZOLANAS EN SACOS DE 42.5Kg. DEBERA DE SER FRESCO Y DE RECIENTE PRODUCCION, SE DESECHARA EL CEMENTO QUE HAYA ENDURECIDO O QUE HAYA FORMADO GRANULOS . POR HIDRATACION
- ARENA DE RIO : LAVADA Y LIBRE DE MATERIA ORGANICA, RAICES ARCILLAS ETC. SU GRANULOMETRIA DEBERA SER UNIFORME.
- PIEDRIN O GRAVA: GRAVA BASALTICA O ANDESITICA LAVADA O PIEDRIN DE PIEDRA CALIZA TRITURADA. AMBAS DE GRANULOMETRIA UNIFORME. TAMAÑO MAXIMO PARA EL AGREGADO: PARA CIMENTACION MUROS, Y PISO, DE 1/2".
- AGUA: LIBRE DE SALES, ACIDOS Y OTRAS IMPUREZAS QUE PUEDAN REACCIONAR O DEBILITAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO.
- ACERO DE 40,000PSI (GRADO 40)
CONCRETO DE 3,000PSI: 0.65(27.6 LITROS DE AGUA/SACOS DE CEMENTO)
- EL CONCRETO PARA CIMENTACION PODRA SER MEZCLADOS POR MEDIOS MECANICOS YA SEA POR MEZCLADORES DE 1 O 2 SACOS DE CAPACIDAD O CONCRETO PREMEZCLADO EN CAMIONES.
- PARA LA COLOCACION DE EL CONCRETO PARA LOSA Y MURO DEBERAN UTILIZARSE VIBRADORES PARA LOGRAR UN ADECUADO ACONDICIONAMIENTO.
- RELACION AGUA/CEMENTO MAXIMA PERMISIBLE : DEL CONCRETO PRINCIPALMENTE PARA EVITAR RATONERAS.
- EL CURADO DE CIMENTACION SE HARA POR ROCIADO CONTINUO CON AGUA POR UN MINIMO DE 3 DIAS, O BIEN CON MEMBRADA CURADORA QUE NO PROVOQUE PROBLEMAS DE ADHERENCIA.



PLANTA ALTA ACOTADA
ESCALA 1/75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: **DISEÑO DE EDIFICACIÓN ESCOLAR**
LUGAR: **COLONIA LA UNIÓN, ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA.**

CONTENIDO: **PLANTA ACOTADA**

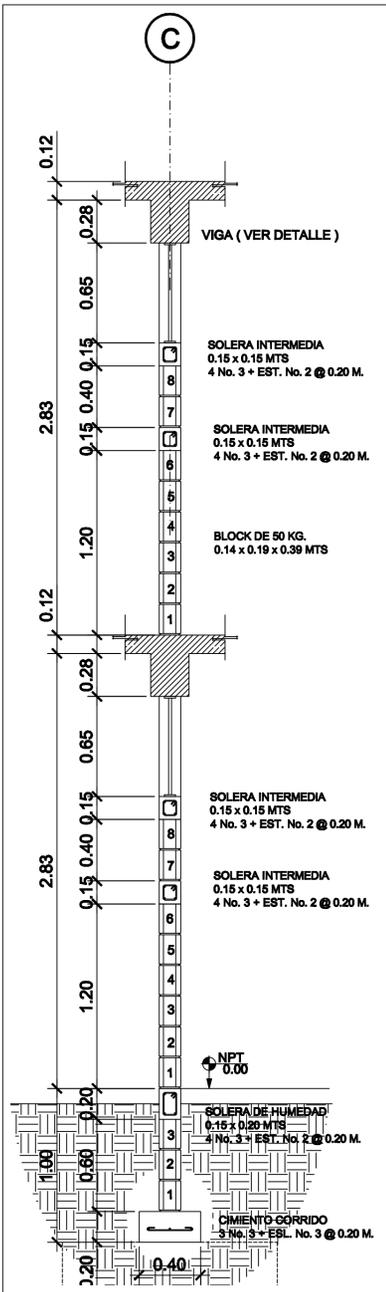
DESIGNO: JOSÉ JUÁREZ
CÁLCULO: JOSÉ JUÁREZ
DIBUJO: JOSÉ JUÁREZ

MUNICIPALIDAD: A. MITA
ESCALA: INDICADA
FECHA: JULIO 2010

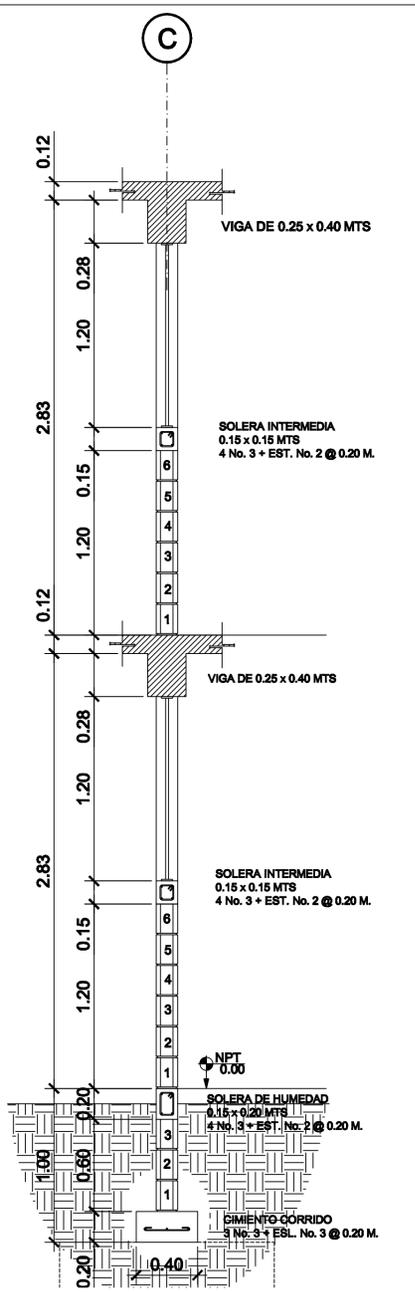
(F) JOSÉ MANUEL JUÁREZ
EPESISTA

(F) ING. SILVIO RODRÍGUEZ
ASESOR DE E.P.S.

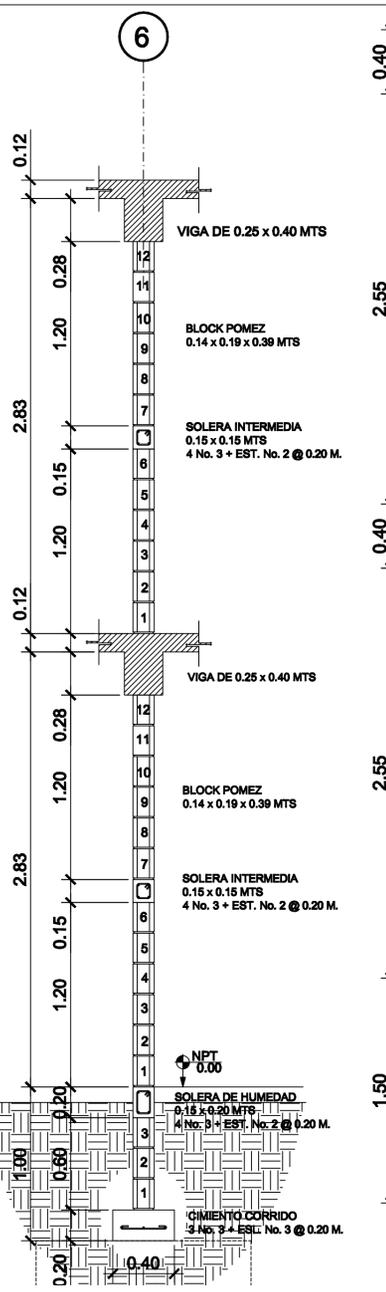
HOJA No.
2 / 8



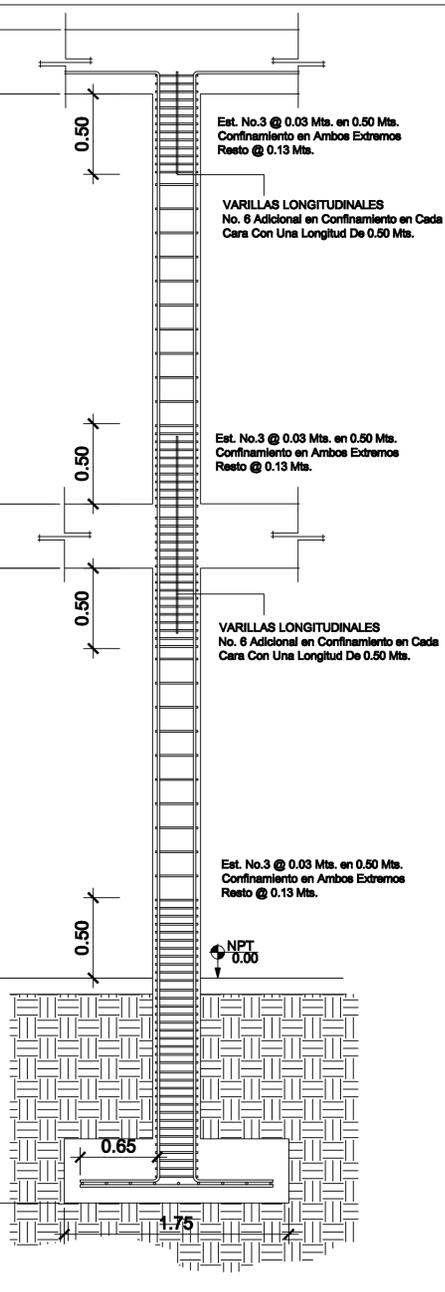
CORTE A - A'
ESCALA 1/20



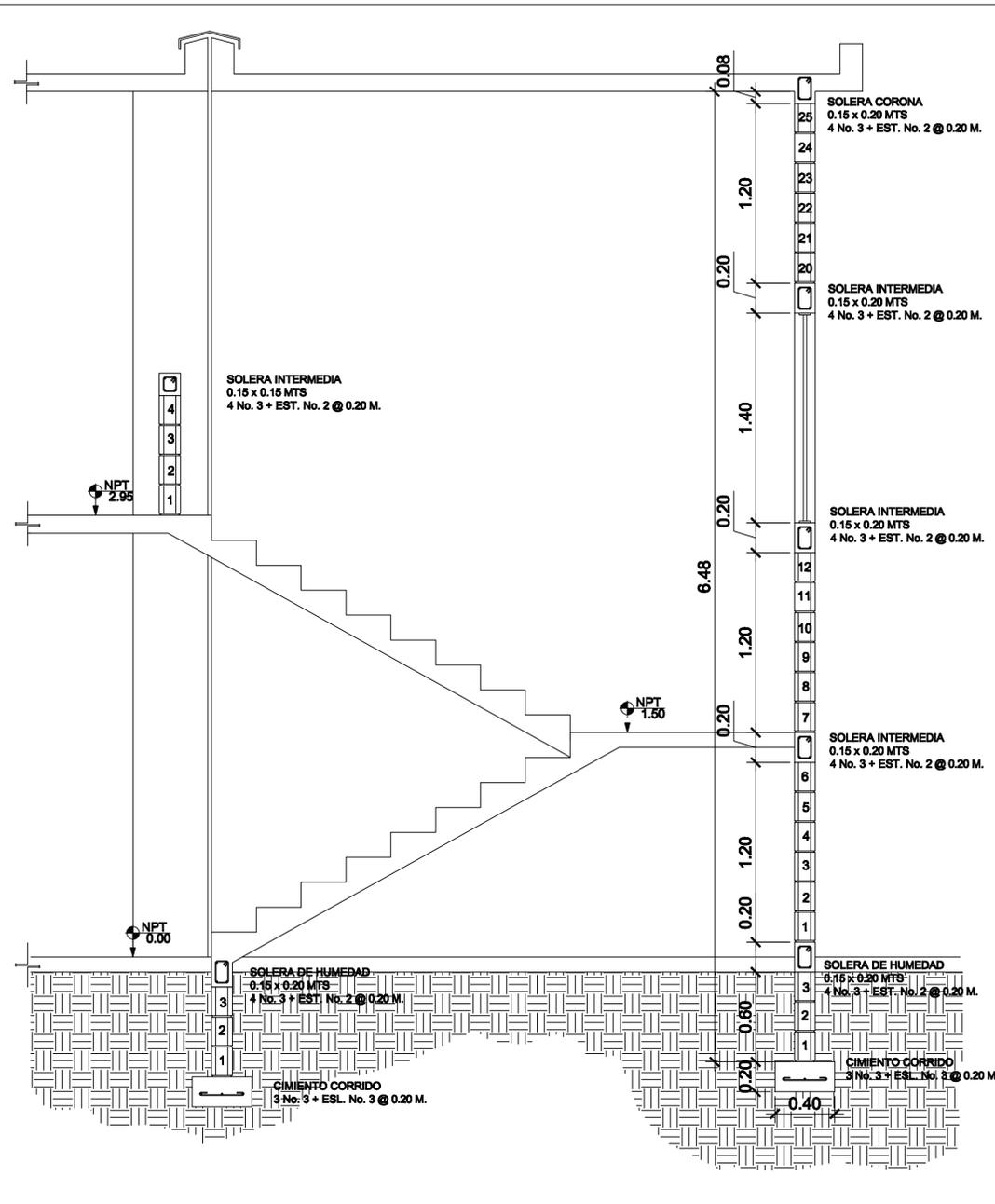
CORTE B - B'
ESCALA 1/20



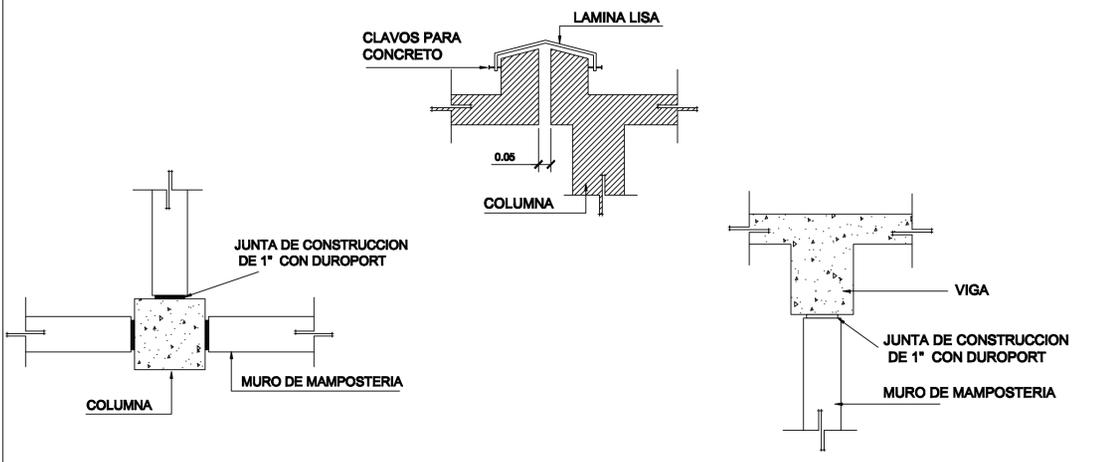
CORTE C - C'
ESCALA 1/20



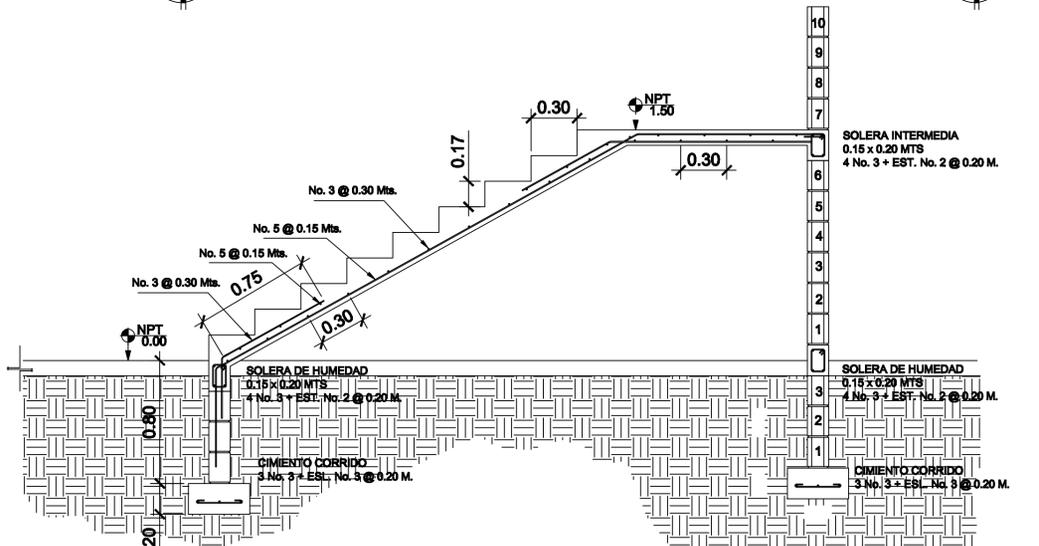
DETALLE COLUMNA
ESCALA 1/20



CORTE GRADAS
ESCALA 1/20



DETALLE JUNTAS DE CONSTRUCCION
ESCALA 1/20



DETALLE DE GRADAS
ESCALA 1/25



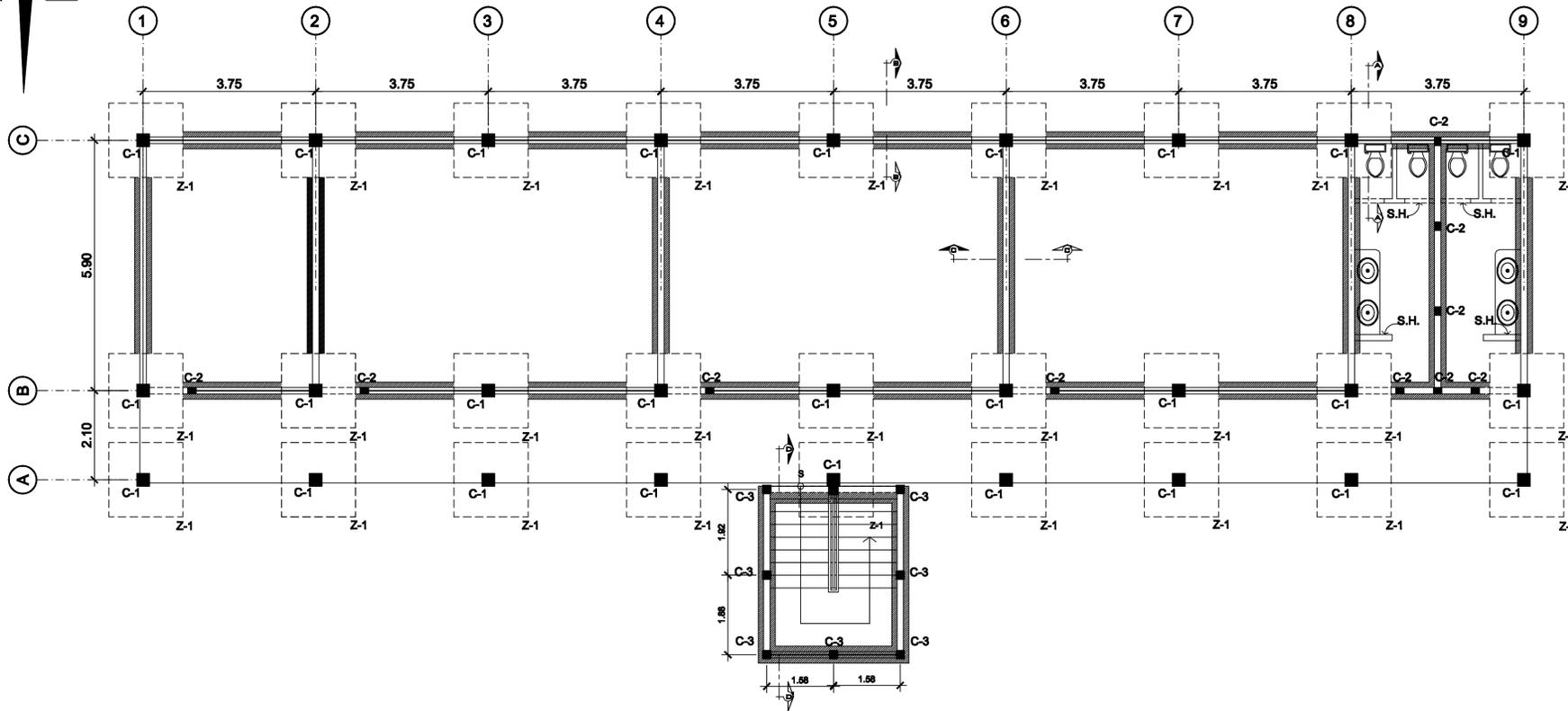
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: **DISEÑO DE EDIFICACIÓN ESCOLAR**
LUGAR: **COLONIA LA UNIÓN, ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA.**

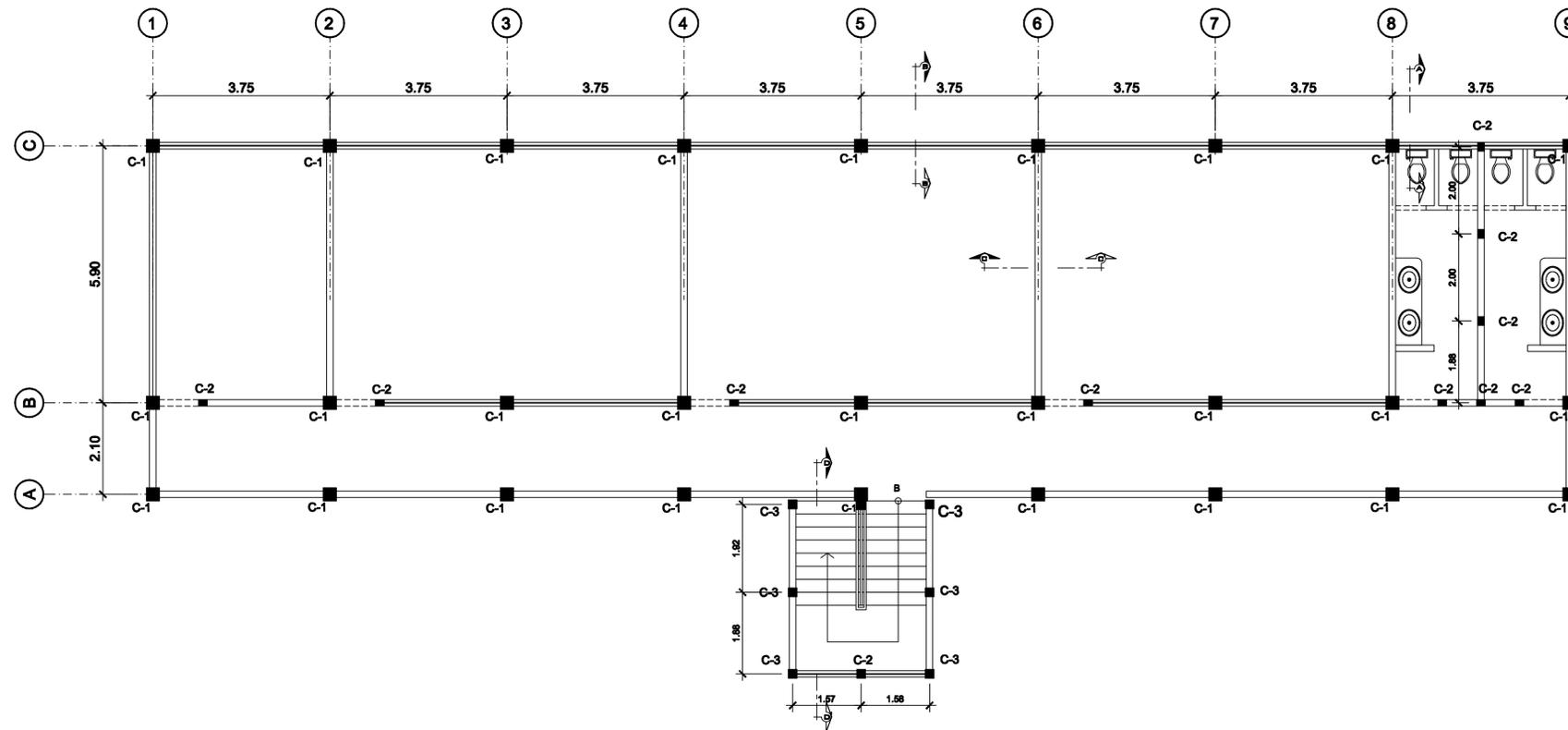
CONTENIDO: **CORTES TÍPICOS DE MUROS Y COLUMNAS**
DISEÑO: JOSÉ JUÁREZ
CÁLCULO: JOSÉ JUÁREZ
DIBUJO: JOSÉ JUÁREZ

MUNICIPALIDAD: A. MITA
ESCALA: INDICADA
FECHA: JULIO 2010

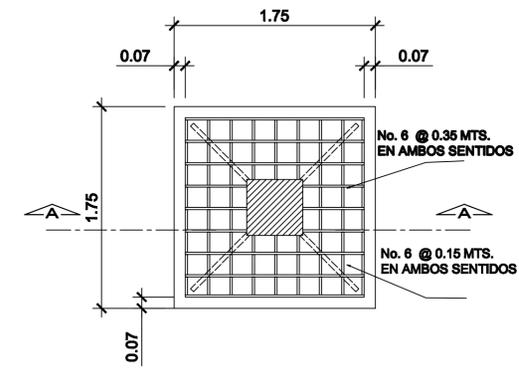
(1) JOSÉ MANUEL JUÁREZ
INGENIERO DE P.P.A.
(1) ING. SILVIO RODRÍGUEZ
ASESOR DE P.P.A.
HOJA No. **3** / 8



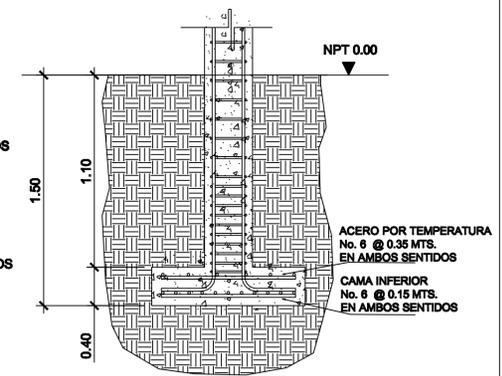
PLANTA BAJA
ESCALA 1/75



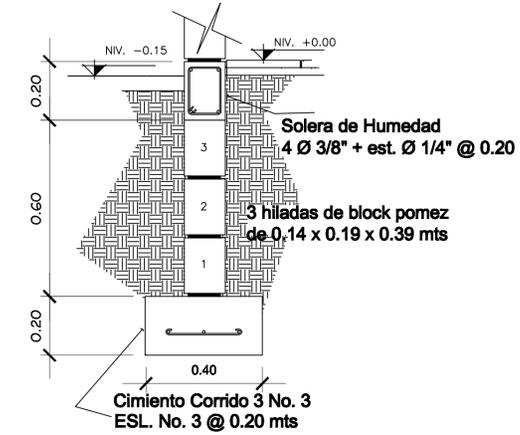
PLANTA ALTA
ESCALA 1/75



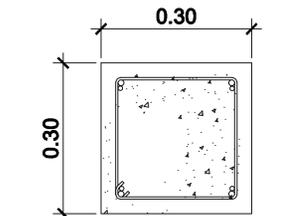
PLANTA ZAPATA
ESCALA 1/10



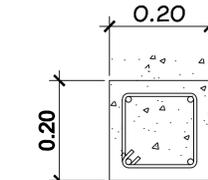
SECCIÓN ZAPATA
ESCALA 1/10



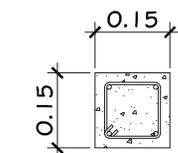
CIMIENTO CORRIDO
ESCALA 1/10



COLUMNNA C - 1
ESCALA 1/10



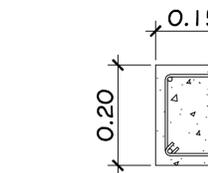
COLUMNNA C - 3
ESCALA 1/10



COLUMNNA C - 2
ESCALA 1/10

COLUMNNA C - 3
ESCALA 1/10

COLUMNNA C - 2
ESCALA 1/10



SOLERA DE HUMEDAD
ESCALA 1/10

NOMENCLATURA	
Z-1	ZAPATA TIPO
C-1	COLUMNNA TIPO
S.H.	SOLERA DE HUMEDAD
(Symbol)	INDICA CORTE DE MURO
(Symbol)	CIMIENTO CORRIDO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

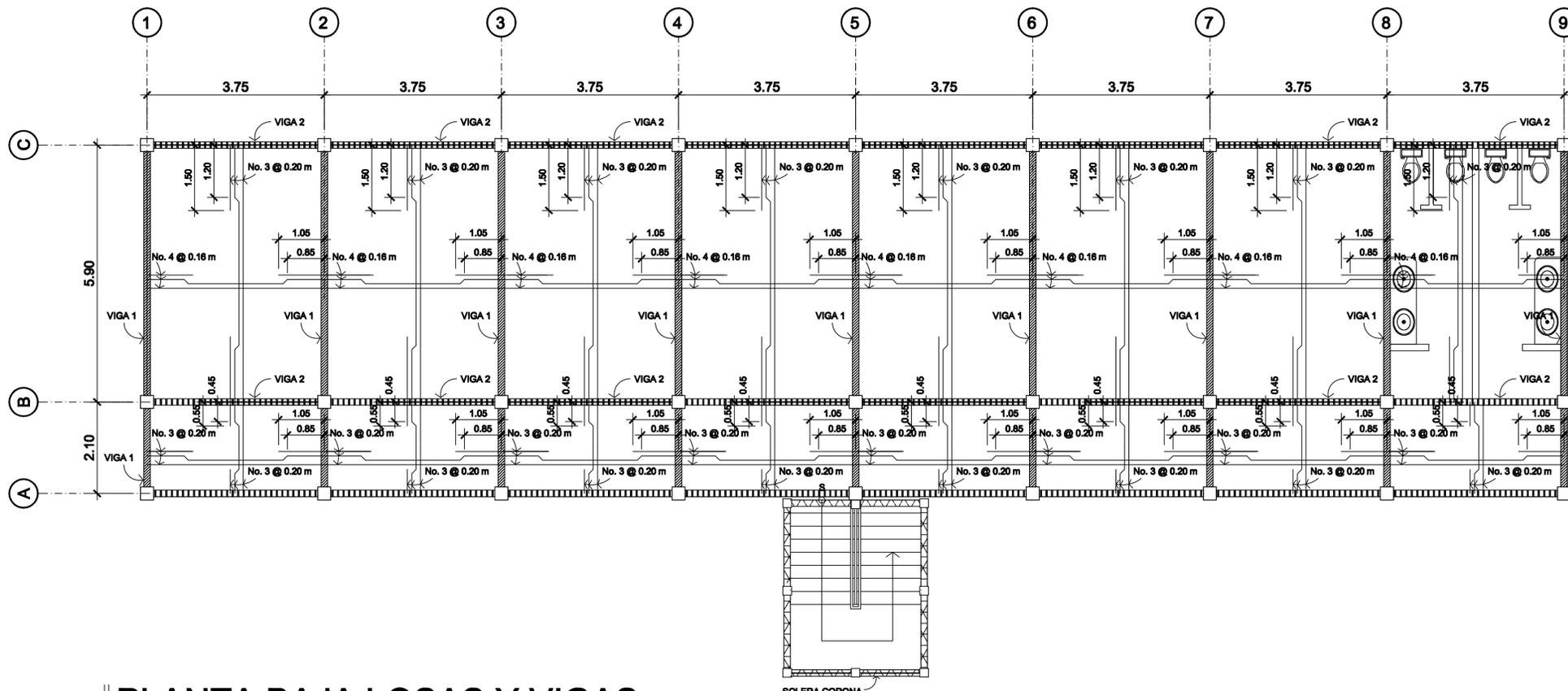
PROYECTO: **DISEÑO DE EDIFICACIÓN ESCOLAR**
LUGAR: **COLONIA LA UNIÓN, ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA.**

CONTENIDO: **PLANTAS DE CIMENTACIÓN Y DETALLE ESTRUCTURAL.**
DISEÑO: JOSÉ JUÁREZ
CÁLCULO: JOSÉ JUÁREZ
DIBUJO: JOSÉ JUÁREZ

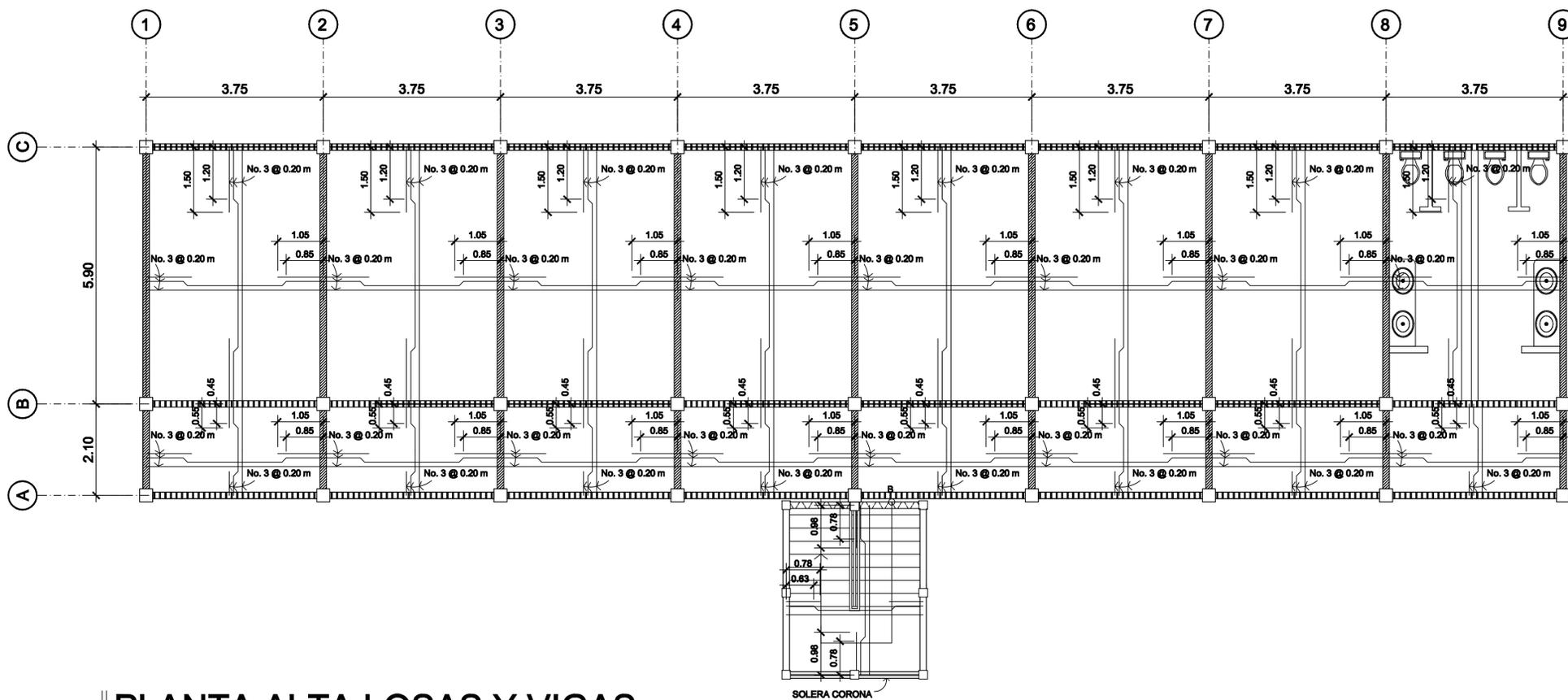
MUNICIPALIDAD: A. MITA
ESCALA: INDICADA
FECHA: JULIO 2010

(E) JOSE MANUEL JUAREZ
ABSORBENTE DE E.P.A.
(E) ING. SILVIO RODRIGUEZ
ABSORBENTE DE E.P.A.

HOJA No.
4
8



PLANTA BAJA LOSAS Y VIGAS
ESCALA 1/75



PLANTA ALTA LOSAS Y VIGAS
ESCALA 1/75



NOMENCLATURA	
	VIGA SENTIDO X
	VIGA SENTIDO Y
	SOLERA CORONA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ o $3,000 \text{ psi}$.
 $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$ o $40,000 \text{ psi}$.
 Block Pomez de $f_m = 35 \text{ kg/cm}^2$.
 Agregado Grueso = $1/2"$.
 Valor Soporte Considerado = 26 Ton/m^2 (Ensayo Triaxial).

CARGAS VIVAS UTILIZADAS

AULAS = 300 kg/m^2 .
 PASILLOS = 500 kg/m^2 .
 TECHOS = 100 kg/m^2 .

NOTAS:

Previo a la construcción, realizar ensayo dinámico para verificar valor soporte del suelo.

RECUBRIMIENTO EN ACERO
 - Lateral 0.03 m . para columnas.
 - Inferior 0.075 m . para cimentación.

GANCHO STANDAR A 135°.
 El doblaje del gancho será 4 veces el diámetro de la varilla, no menor de 6.5 cm , ni mayor de 10 cm .
TRASLAPES MINIMOS
 No 3 = 0.35 m .
 No 4 = 0.50 m .
 No 5 = 0.60 m .
 No 6 = 0.75 m .

Especificaciones de acuerdo al Código ACI - 318-05s y las normas Guatemaltecas AGIES.

Longitud de Desarrollo Mínima en cm.			
Varilla No.	Ldh **1	2.5 x Ldh **2	3.5 x Ldh **3
3	11	27	38
4	14	36	50
5	18	45	63
6	22	54	75

- Cap. 21-318-05s.
 1. Cimientos, Vigas, Losas y Columnas.
 2. Barras rectas si el espesor del concreto es $> 0.30 \text{ m}$. Cimientos, Vigas, Losas y Columnas.
 3. Barras rectas si el espesor del concreto es $< 0.30 \text{ m}$. Columnas.



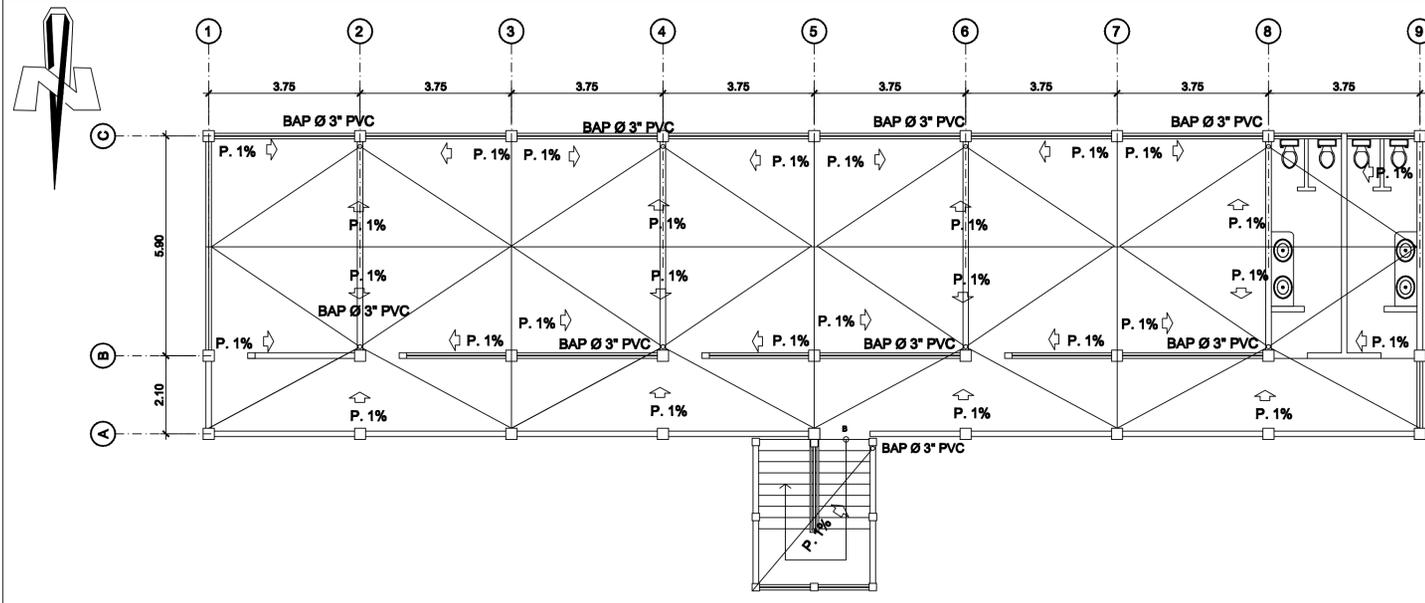
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: **DISEÑO DE EDIFICACIÓN ESCOLAR**
 LUGAR: **COLONIA LA UNIÓN, ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA.**

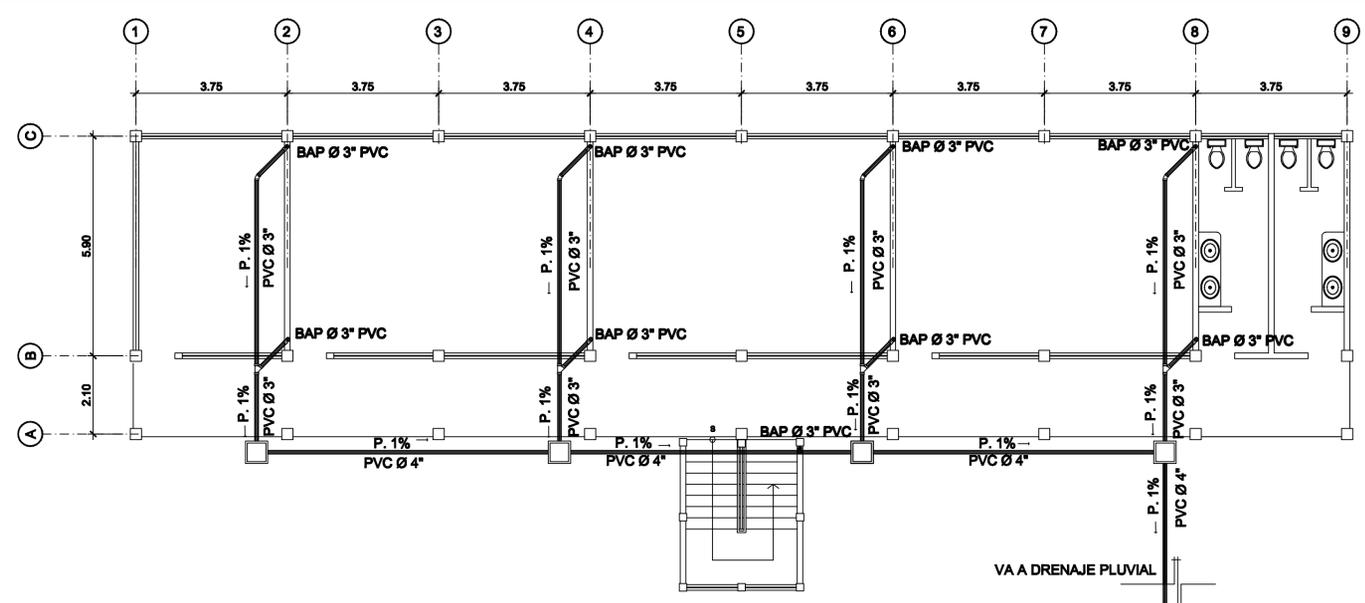
CONTENIDO: **PLANTA DE LOSAS Y VIGAS**
 DISEÑO: JOSÉ JUÁREZ
 CÁLCULO: JOSÉ JUÁREZ
 DIBUJO: JOSÉ JUÁREZ

MUNICIPALIDAD: A. MITA
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: JULIO 2010

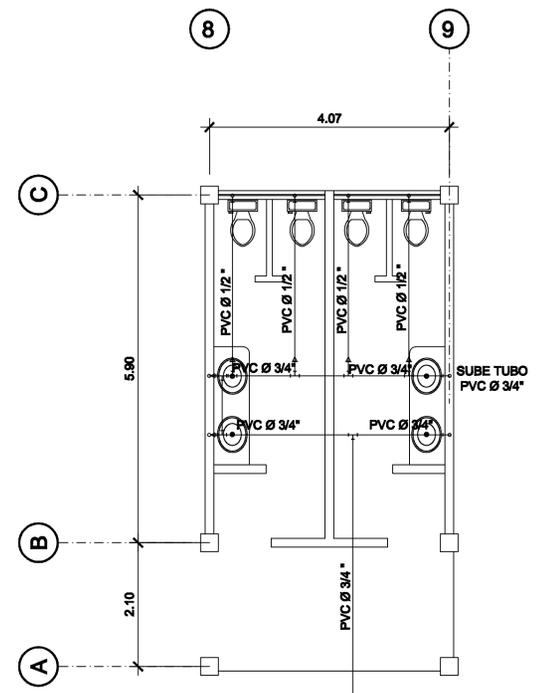
(1) JOSÉ MANUEL JUÁREZ
 ABESOR DE E.P.A.
 (2) ING. SILVIO RODRÍGUEZ
 ABESOR DE E.P.A.



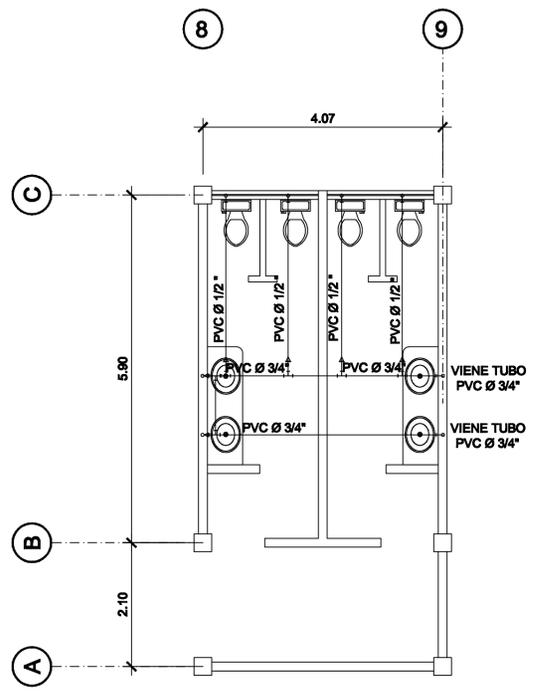
PLANTA ALTA DE DRENAJE PLUVIAL
ESCALA 1/100



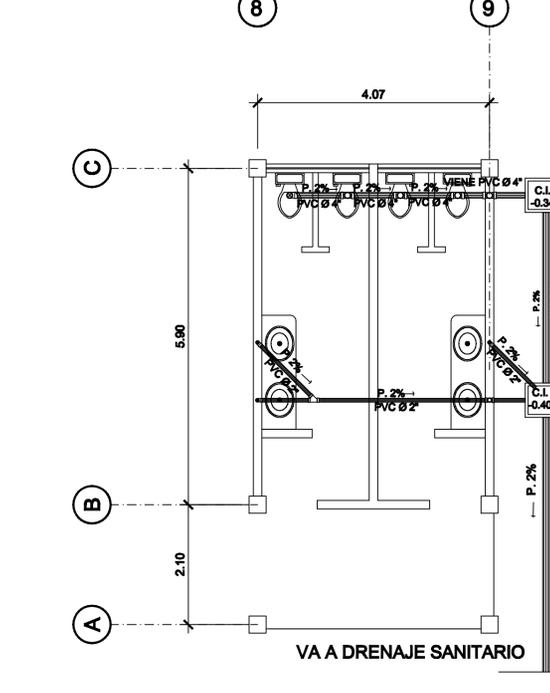
PLANTA BAJA DE DRENAJE PLUVIAL
ESCALA 1/100



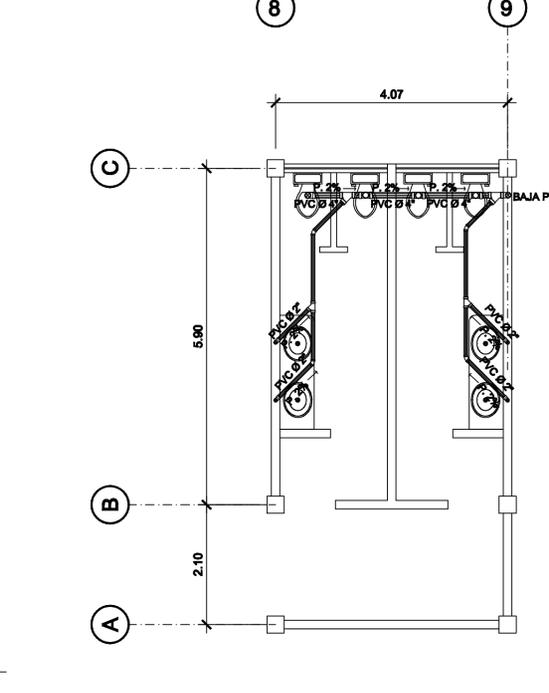
PLANTA BAJA AGUA POTABLE
ESCALA 1/75



PLANTA ALTA AGUA POTABLE
ESCALA 1/75

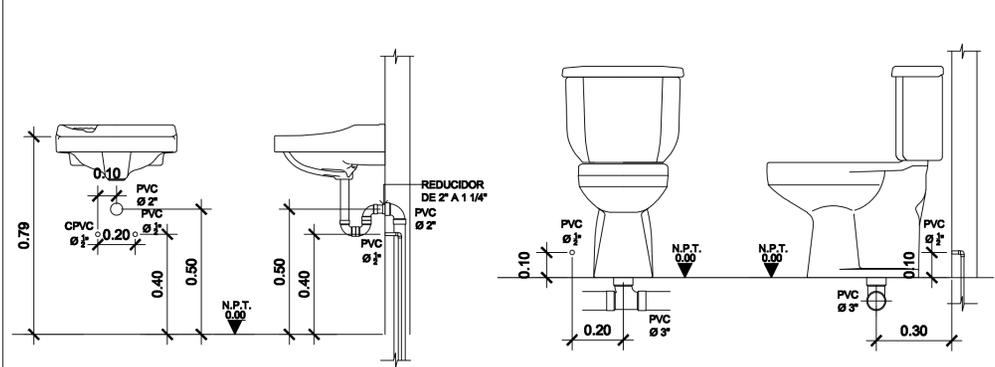


PLANTA BAJA DRENAJE SANITARIO
ESCALA 1/75

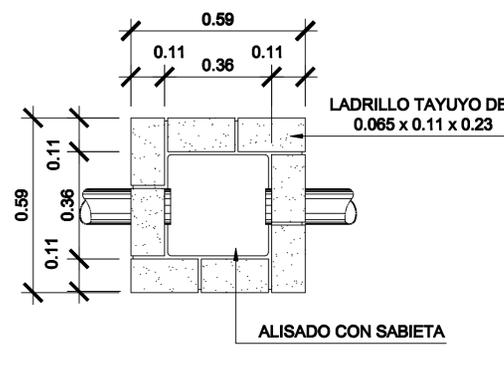


PLANTA ALTA DRENAJE SANITARIO
ESCALA 1/75

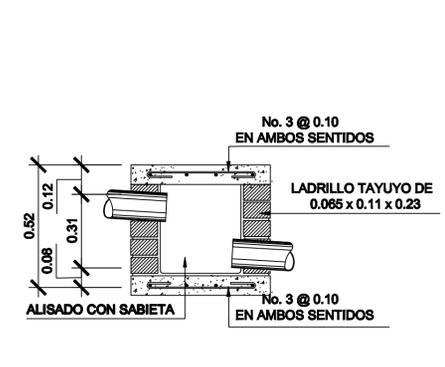
SIMBOLOGIA	
	TUBO PVC DE DRENAJE AGUAS NEGRAS
	YEE HORIZONTAL
	CODO 90° ELEVACION
	CODO 90° PERFIL
	CODO 45° PERFIL
	REDUCIDOR DE 4\"/>
	TEE SANITARIA
	BAJADA AGUA PLUVIAL PVC Ø 3\"/>
	PENDIENTE RECOMENDADA Y DIRECCION
	COTA INVERT
	INDICA TIPO Y UBICACION DE CAJA



DETALLE DE ARTEFACTOS SANITARIOS
ESCALA 1/20



PLANTA CAJA UNIÓN
ESCALA 1/20



SECCIÓN CAJA UNIÓN
ESCALA 1/20

SIMBOLOGIA AGUA POTABLE	
	CODO DE PVC A 90° INDICADO -VERTICAL-
	TEE DE PVC Ø INDICADO -HORIZONTAL-
	CODO DE PVC A 90° INDICADO -HORIZONTAL-
	REDUCIDOR PVC DE 2\"/>
	GRUPO DE BRONCE CON NARIZ DE ROCA Ø1/2\"/>
	TUBERIA DE PVC PARA AGUA POTABLE Ø INDICADO



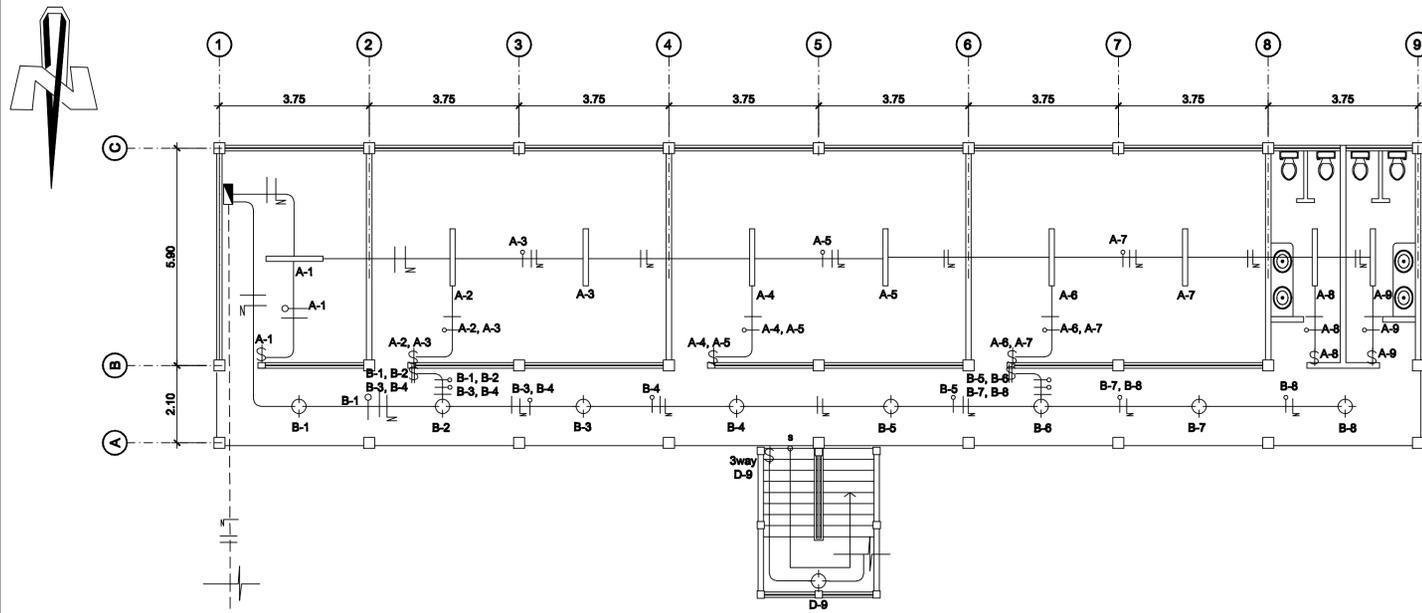
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: **DISÑO DE EDIFICACIÓN ESCOLAR**
LUGAR: **COLONIA LA UNIÓN, ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA.**

CONTENIDO: **PLANTA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS**
DISEÑO: JOSÉ JUÁREZ
CÁLCULO: JOSÉ JUÁREZ
DIBUJO: JOSÉ JUÁREZ

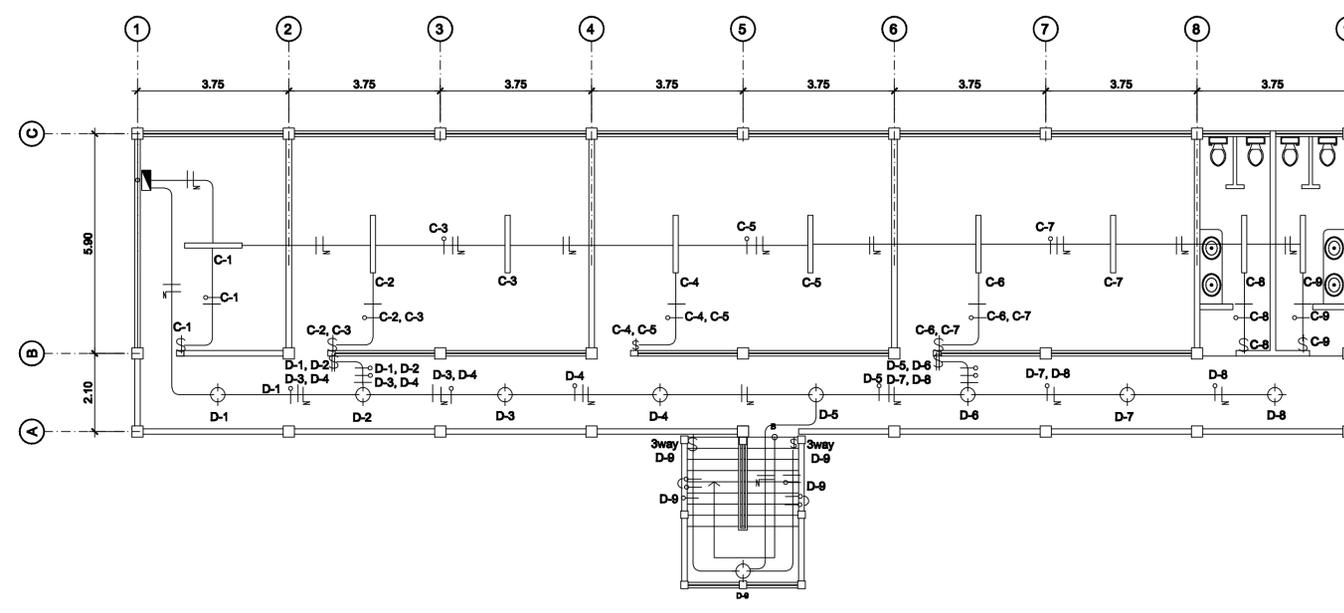
MUNICIPALIDAD: A. MITA
ESCALA: INDICADA
FECHA: JULIO 2010

(1) JOSÉ MANUEL JUÁREZ
INGENIERO EN P.L.P.A.
(1) ING. SILVIO RODRIGUEZ
ASESOR DE P.L.P.A.



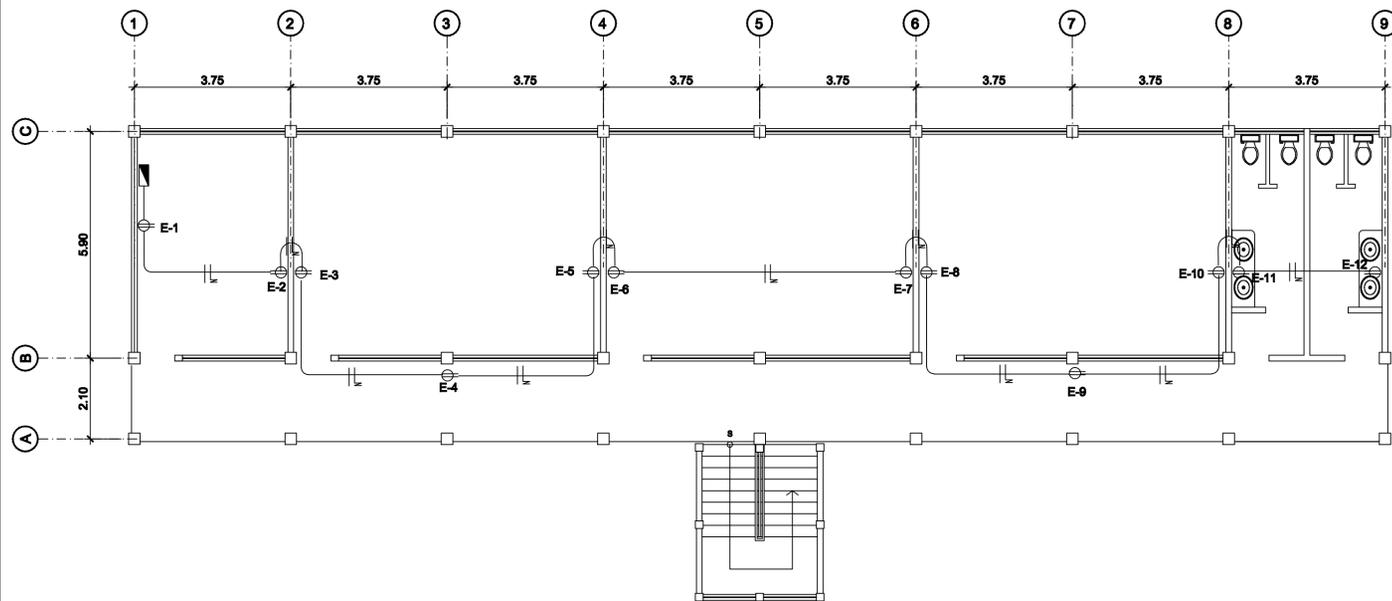
PLANTA BAJA ILUMINACION

ESCALA 1/100



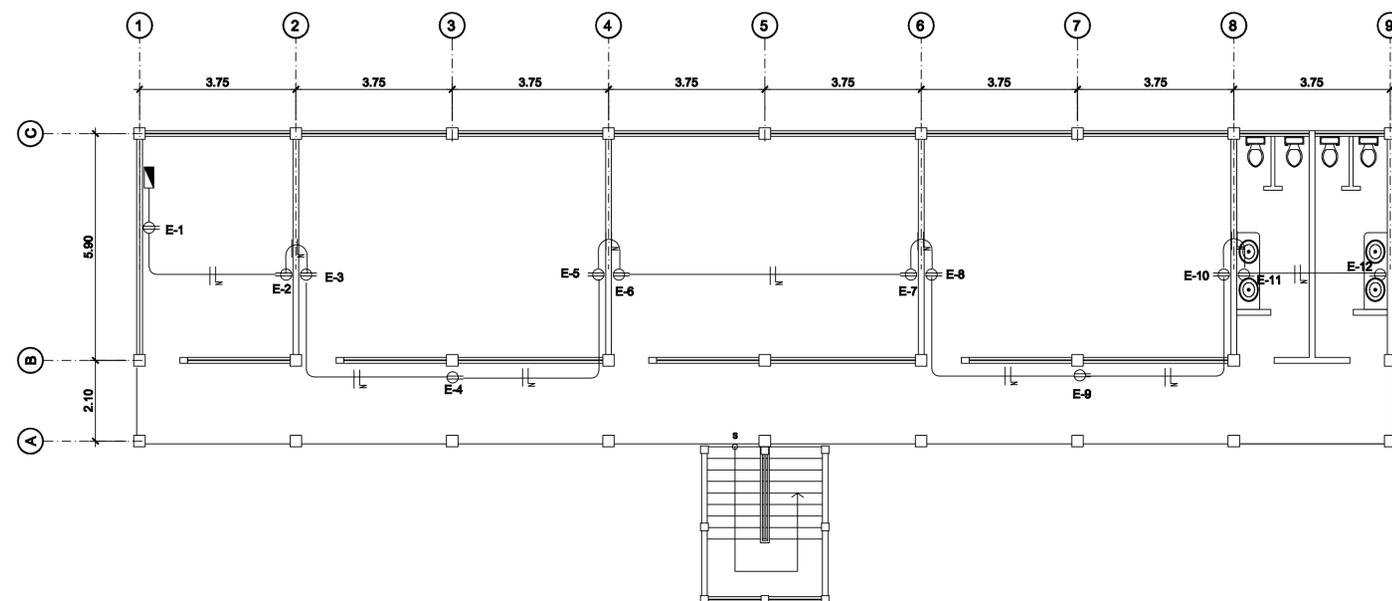
PLANTA ALTA ILUMINACION

ESCALA 1/100



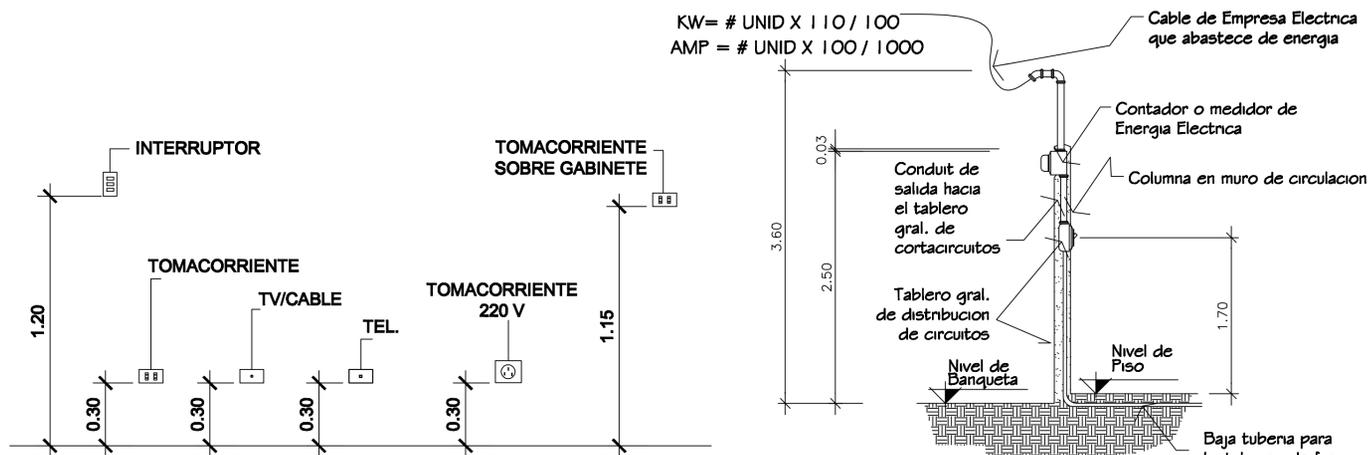
PLANTA BAJA TOMACORRIENTES

ESCALA 1/100



PLANTA ALTA TOMACORRIENTES

ESCALA 1/100



ALTURA DE TOMACORRIENTE

ESCALA 1/20

DETALLE ACOMETIDA ELECTRICA TIPO DOMICILIAR

SIN ESCALA

SIMBOLOGIA ILUMINACION

☐	TABLERO DE DISTRIBUCION
⊕	LAMPARA EN CIELO
—	TUBO PVC ELÉCTRICO 63/4" O INDICADO EMPOTRADO EN LOSA
+	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 THHN O INDICADO
N+	LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW O INDICADO
⊖	LÍNEA DE RETORNO CALIBRE 14 TW O INDICADO
⊞	INTERRUPTOR SIMPLE H=1.20 S.N.P.T.
⊞⊞	INTERRUPTOR DOBLE H=1.20 S.N.P.T.
⊞⊞⊞	INTERRUPTOR TRIPLE H=1.20 S.N.P.T.

SIMBOLOGIA FUERZA

☐	TABLERO DE DISTRIBUCION
⊕	TOMACORRIENTES 110 DOBLE H = 0.30
⊖	TOMACORRIENTES 110 DOBLE H = 1.20
⊞	TOMACORRIENTES 220
—	TUBO PVC ELÉCTRICO 63/4" O INDICADO EN PISO
N+	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 THHN O INDICADO
+	LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW O INDICADO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: **DISEÑO DE EDIFICACIÓN ESCOLAR**
LUGAR: **COLONIA LA UNIÓN, ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA.**

CONTENIDO: **PLANTAS DE ILUMINACIÓN Y FUERZA**

DISEÑO: JOSÉ JUÁREZ
CÁLCULO: JOSÉ JUÁREZ
DIBUJO: JOSÉ JUÁREZ

MUNICIPALIDAD: A. MITA
ESCALA: INDICADA
FECHA: JULIO 2010

(1) JOSÉ MANUEL JUÁREZ
INGENIERO
ABEJOR DE E.P.A.

(1) ING. SILVIO RODRÍGUEZ
ABEJOR DE E.P.A.

HOJA No. **8** / 8