



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

**DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE  
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO  
LORENA Y DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES  
PARA EL PARCELAMIENTO LA DEMOCRACIA MUNICIPIO DE  
MALACATÁN DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**

**OTTO FRANCISCO CASTILLO BAUTISTA**

**Asesorado por: Ing. Ángel Roberto Sic García**

**Guatemala, julio de 2005**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE  
AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LORENA Y DE LA EDIFICACIÓN  
ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL PARCELAMIENTO LA  
DEMOCRACIA MUNICIPIO DE MALACATÁN DEPARTAMENTO DE SAN  
MARCOS**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**OTTO FRANCISCO CASTILLO BAUTISTA**

**ASESORADO POR: ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA**

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

Guatemala, julio de 2005

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



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuel Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Velíz
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Gordillo García
EXAMINADOR	Ing. Ángel Roberto Sic García
SECRETARIO	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LORENA Y DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL PARCELAMIENTO LA DEMOCRACIA MUNICIPIO DE MALACATÁN DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil con fecha 1 de junio del 2004.

**OTTO FRANCISCO CASTILLO BAUTISTA**

## **ACTO QUE DEDICO**

### **A:**

- Dios: por darme su bendición en todo momento.
- Mis padres: Otto Marcial Castillo Samayoa y Violeta Esperanza Bautista de Castillo por el apoyo, comprensión y cariño.
- Mis hermanos: Claudia, José Luis, Arturo, Luis Manuel, Shanny Catherine, por la hermandad que siempre me han brindado.
- Mis tíos: Aurora Castillo, Ilsadora Bautista y Maria Elena, Luis Emilio, Manfredo Leonel, ofrenda sobre su tumba por su cariño.
- Mis abuelos: Hilario Bautista, Julia de Bautista y Luis de Jesús Castillo, Isabel Samayoa de Castillo, flores sobre su tumba por los pocos e inolvidables momentos de felicidad compartidos.
- A mis amigos: con afecto por haber compartido conmigo los sin sabores de la vida y la comprensión que siempre me brindaron.
- A la Facultad de Ingeniería: con gratitud por la formación profesional.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VI
LISTA DE SÍMBOLOS.....	IX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XIV
INTRODUCCIÓN	XV

### 1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Aspectos monográficos del caserío Lorena y del parcelamiento la Democracia.	
1.1.1. Descripción del lugar	1
1.1.2. Ubicación	1
1.1.3. Localización	1
1.1.4. Clima	2
1.1.5. Población e idioma	2
1.1.6. Actividad económica	2
1.1.7. Suelo y topografía	2
1.1.8. Ecología	3
1.1.9. Vías de acceso	3
1.1.10. Servicios públicos	3
1.2 Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos y de infraestructura de los lugares de estudio.	4
1.2.1. Descripción de las necesidades	4

1.2.2.	Priorización de las necesidades	4
1.2.3.	Solución a las necesidades priorizadas	5
<b>2.</b>	<b>FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL</b>	
2.1	Diseño de la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Lorena.	5
2.1.1.	Descripción del proyecto	6
2.1.1.1.	Descripción y evaluación del sistema actual	6
2.1.1.2.	Descripción del sistema a utilizar	6
2.1.1.3	Aforo	6
2.1.1.4	Ensayos de calidad de agua	7
2.1.1.5	Tipo de servicio	8
2.1.2.	Topografía	8
2.1.3.	Período de diseño	9
2.1.4.	Dotación	9
2.1.5.	Estimación de la población	10
2.1.6.	Factores de variación	11
2.1.1.3.	Factor de día máximo (FDM)	11
2.1.1.4.	Factor de hora máximo (FHM)	11
2.1.7.	Determinación de caudales	12
2.1.7.1.	Caudal medio diario	12
2.1.7.2.	Caudal máximo diario	12
2.1.7.3.	Caudal máximo horario	13
2.1.7.4.	Caudal para industrias y comercios	13
2.1.7.5.	Caudal por vivienda	13
2.1.8.	Red de distribución	14
2.1.8.1.	Presiones y velocidades	14
2.1.8.2.	Tipo de tuberías	15
2.1.8.3.	Cálculo de la red de distribución	15
2.1.9.	Obras hidráulicas	20



2.1.10.	Descripción del mantenimiento del sistema de agua.	20
2.1.10.1.	Red de distribución	20
2.1.10.2.	Obras hidráulicas	20
2.1.11	Impacto ambiental del proyecto	22
2.1.13	Planos	27
2.1.13	Presupuesto	27
2.2.	Diseño de la edificación escolar de dos niveles	30
2.2.1.	Investigación preliminar	30
2.2.1.1.	Antecedentes	30
2.2.1.2.	Reconocimiento del terreno	31
2.2.1.3.	Normas para diseño de edificios educativos	31
2.2.1.3.1.	Iluminación	31
2.2.1.3.2.	Criterios de color	30
2.2.1.3.3.	Criterios de ventilación	32
2.2.1.3.4.	Instalaciones de agua potable	33
2.2.1.3.5.	Instalación sanitaria	34
2.2.1.3.6.	Instalación eléctrica	35
2.2.1.3.7.	Mobiliario y equipo	36
2.2.1.3.8.	Zonificación	37
2.2.1.3.9.	Tamaño del edificio	37
2.2.1.3.10.	Accesos	38
2.2.1.3.11.	Espacios	38
2.2.1.3.12.	Confort acústico	39
2.2.1.3.13.	Aula unitaria	39
2.2.1.3.14.	Aula de proyecciones	39
2.2.1.3.15.	Economía doméstica	40
2.2.1.4.	Capacidad de alumnos	41
2.2.1.4.1.	Aula teórica	41

2.2.1.4.	Sistema estructural	42
2.2.2.	Distribución arquitectónica	42
2.2.2.1.	Prediseño del edificio	42
2.2.2.2.	Predimensionamiento de los elementos	43
2.2.2.2.1	Columnas	48
2.2.2.2.2	Vigas	48
2.2.3.	Cargas aplicadas a los marcos rígidos	49
2.2.3.1.	Cálculo del peso por nivel	49
2.2.3.2.	Cálculo del corte basal	50
2.2.3.2.1.	Fuerzas por nivel	52
2.2.3.2.2.	Fuerzas por marco	54
2.2.3.2.3.	Fuerza del marco por torsión	57
2.2.3.3.	Integración de cargas	61
2.2.4.	Análisis estructural de los marcos rígidos	64
2.2.4.1.	Resultados del análisis estructural	64
2.2.5.	Envolvente de momentos	70
2.2.6.	Diseño estructural	72
2.2.6.1.	Losa del primer nivel	72
2.2.6.2.	Diseño de la losa del segundo nivel	77
2.2.6.3.	Diseño de las vigas	77
2.2.6.4.	Diseño de las columnas	83
2.2.6.5.	Diseño de zapatas	91
2.2.6.6.	Diseño de escalera	96
2.2.7.	Fosa séptica y pozo de absorción	99
2.2.8.	Elaboración de planos	100
2.2.9.	Presupuesto por renglones del edificio educativo.	101
	CONCLUSIONES	102
	RECOMENDACIONES	103
	BIBLIOGRAFÍA	104

ANEXO  
APÉNDICE

105  
106

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### Figuras

1. Plantas del edificio escolar	43
2. Fuerza por nivel	53
3. Marco eje y-y	54
4. Marco eje x-x	55
5. Simetría del edificio escolar	56
6. Cargas actuantes en el marco y	64
7. Momentos producidos para la carga muerta del eje y	65
8. Momentos producidos por la carga viva del eje y	66
9. Momentos producidos por la carga sísmica del eje y	67
10. Envolventes de momentos en el eje y	68,69
11. Cortes en el eje y	69,70
12. Envolvente de momentos en el eje x	70,71
13. Cortes en el eje x	71
14. Losas del edificio educativo	72
15. Momentos y cortes de la viga tipo 1	78
16. Momentos y cortes de una viga tipo 2	81
17. Dimensiones de las gradas	97
18. Modelo matemático y diagrama de momentos de las gradas	98
19. Gráfica de interacción para columna rectangular	105
20. Examen bacteriológico	106
21. Examen físico químico sanitario	107
22. Ensayo triaxial para el suelo del edificio escolar	108
23. Ensayo de limites de Atterberg del edificio escolar	109
24. Planta general de la red de distribución	111

25. Red de distribución	112
26. Perfil de la red de distribución	113
27. Detalles generales de la red	114
28. Distribución arquitectónica – edificio escolar	115
29. Planta acotada – edificio escolar	116
30. Detalles de cimentaciones y columnas - edificio escolar	117
31. Vigas y losas – edificio escolar	118
32. Drenajes y agua potable – edificio escolar	119
33. Fuerza – edificio escolar	120
34. Iluminación – edificio escolar	121
35. Detalles estructurales – edificio escolar	122
36. Secciones y elevaciones – edificio escolar	123

## Tablas

I. Cálculo hidráulico	19
II. Presupuesto de la ampliación del sistema de abastecimiento agua potable.	27
III. Capacidad de alumnos por aula por nivel	38
IV. Superficie por alumno	38
V. Capacidad de alumnos por aula	41
VI. Cálculo del centro de rigidez en el segundo nivel	59
VII. Fuerza por marco por torsión del segundo nivel	59
VIII. Cálculo del centro de rigidez del primer nivel	60
IX. Fuerza por marcos por torsión del primer nivel	61
X. Cálculo de las áreas de acero para la losa del primer nivel	77
XI. Cálculo del área de acero para una viga tipo 1	79
XII. Cálculo del área de acero para una viga tipo 2	82
XIII. Esbeltez de las columnas en x	83
XIV. Esbeltez de las columnas en y	86
XV. Cálculo del área de acero para las gradas	99
XVI. Cálculo del caudal para la fosa séptica	100
XVII. Presupuesto del edificio educativo	101
XVIII. Topografía del sistema de abastecimiento de agua potable	110

## LISTA DE SÍMBOLOS

A.C.I.	Instituto Americano del Concreto
Ag	área gruesa de columna
As	área de acero
As <sub>mín</sub>	área de acero mínima
As <sub>máx</sub>	área de acero máxima
As (t)	área de acero por temperatura
Az	área de zapata
b	base del elemento
C	constante de la tubería
CM	carga muerta
CV	carga viva
d	peralte efectivo
d	magnificador de momentos
e	excentricidad
f'c	resistencia del concreto a los 28 días
FCU	factor de carga última
FDM	factor de día máximo
FHM	factor de hora máxima
Fi'	fuerza traslacional
Fi''	fuerza rotacional
Fy	esfuerzo de fluencia del acero
Hf	pérdida de carga en las tuberías
Hg	hierro galvanizado
Hi	altura de cada nivel i
Kg-m	kilogramo metro
L	longitud

l/h/d	litros habitante día
l/s	litros por segundo
$\mu$	coeficiente de reparto
m.c.a.	metro columna de agua
MF	momento fijo
Mn	momento de piso
Ms	momentos de sujeción
m/s	metros por segundo
Q	caudal
Qc	caudal de conducción
Qd	caudal de distribución
Qi	caudal instantáneo
Qv	caudal por vivienda
UNEPAR	Unidad ejecutora de programas de acueductos rurales
$\emptyset$	diámetro
v	factor de corrimiento
Vs	valor soporte del suelo
W	carga distribuida
Wi	peso de cada nivel i
y	grado de empotramiento



## GLOSARIO

Aforo:	es la acción de medir un caudal en una fuente determinada.
Cal:	óxido de Calcio. Sustancia alcalina de color blanco o blanco grisáceo que al contacto del agua, se hidrata o se apaga, con desprendimiento de calor y mezclada con arena forma un mortero.
Cota de terreno:	número en los planos topográficos, indica la altura de un punto sobre un plano de referencia.
Dotación:	volumen de agua que se asigna en el diseño al consumo de un habitante durante un día.
Estación:	cada uno de los puntos en el que se coloca el instrumento topográfico en cualquier operación de levantamiento planimétrico o de nivelación.
Estribos:	varillas transversales de hierro que resisten los esfuerzos de corte en el alma de la viga.
Formaleta:	armazón provisional que sostiene un elemento de construcción mientras se esta ejecutando, hasta que alcanza resistencia propia suficiente.

- Fosa séptica:** es un recipiente cerrado, diseñado y construido para recibir la descarga de aguas negras del alcantarillado del edificio, separar los sólidos de los líquidos, digerir la materia orgánica y almacenar los sólidos digeridos durante un periodo de retención y permitir a los líquidos clasificados ser descargados para su eliminación,
- Mortero:** mezcla plástica obtenida con un aglomerante, arena y agua, que sirve para unir las piedras y /o ladrillos que integran obras de mampostería y/o para revestirlas con los acabados de la tubería.
- Perdida de Carga:** es la caída de presión ocasionada por la fricción entre el agua y las paredes de la tubería.
- Solera:** elemento estructural horizontal de concreto, que tiene como función conectar monolíticamente los elementos estructurales, para dar mayor estabilidad a las estructuras y refuerzo de muros de mampostería.

## **RESUMEN**

A través del Ejercicio profesional supervisado, se atendieron las necesidades de dos comunidades, siendo éstas el caserío Lorena y el parcelamiento La Democracia. La primera comunidad necesita la ampliación de la red de distribución para 64 viviendas que no están conectadas a la red que funciona actualmente y, la segunda, requiere un edificio escolar, para poder atender a secundaria.

En el Caserío Lorena se diseñó la nueva red y las obras hidráulicas necesarias para su correcto funcionamiento. Para este proyecto se propone la utilización de una conexión predial; por razones económica este servicio es el aconsejable en área rural y es el utilizado por la red de distribución existente. Se propusieron dos cajas de válvulas para el buen funcionamiento del proyecto.

El sistema estructural propuesto es de marcos dúctiles, que localizará seis aulas, dirección, cocina, salón de reunión y una batería de baños, ubicados en un terreno perteneciente a la comunidad. Las cargas consideradas son: viva, muerta y sísmica; la primera depende del uso de la estructura, la segunda del material y método constructivo; y, la tercera de las dos anteriores. En el análisis estructural se realizaron las diferentes combinaciones de carga y con las mas criticas se diseñaron los elementos estructurales.

## **OBJETIVOS**

1. Diseñar la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío Lorena y una edificación escolar de dos niveles en el Parcelamiento la Democracia, Municipio de Malacatán, Departamento de San Marcos.
2. Capacitar al personal de la oficina municipal de planificación en la elaboración del perfil de proyectos.

## INTRODUCCIÓN

Guatemala posee un alto índice de crecimiento poblacional, pero los servicios que requiere esta población no crecen a la misma velocidad de la población, por lo que hay insuficiente infraestructura en servicio, especialmente en el área rural. Este es el caso de la falta de un centro educativo en el parcelamiento La Democracia y del servicio de abastecimiento de agua potable del caserío Lorena.

La educación es uno de los servicios primordiales que deben contar las comunidades del país para mejorar su nivel de vida, y, asimismo, contribuir con el mejor desarrollo de su comunidad, en general, del país. El abastecimiento de agua potable, también, es uno de los servicios básicos que deben tener las comunidades, ya que, sin este vital líquido no existe vida.

En el presente informe se desarrolla la solución a los problemas planteados en el Caserío Lorena y en el Parcelamiento la Democracia como son el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y un edificio escolar respectivamente.



# 1. FASE DE INVESTIGACIÓN

## 1.1. Aspectos monográficos del Caserío Lorena y del Parcelamiento de la Democracia.

### 1.1.1. Descripción del lugar

El caserío Lorena y el parcelamiento la Democracia ubicados en el municipio de Malacatan, San Marcos, son comunidades de aspectos físicos similares, tanto en vegetación como en el tipo de suelo, pues se encuentran dentro de la misma zona.

### 1.1.2. Ubicación

El caserío Lorena es una de las 25 aldeas que forman parte del municipio, dista a 100 metros del municipio de Malacatan. El parcelamiento la Democracia es uno de los 4 parcelamientos que se encuentran en el municipio, localizado sobre la planicie costera, a 6.5 kilómetros del municipio de Malacatan.

### 1.1.3. Localización

Coordenadas del caserío Lorena:	Latitud	13°38'40''
	Longitud	90°34'32''
Coordenadas del parcelamiento la Democracia:	Latitud	13°41'35''
	Longitud	90°51'21''

#### **1.1.4. Clima**

El clima del área del caserío Lorena y del parcelamiento la Democracia, localizado según la clasificación de suelos de la república, en el declive del pacífico, su clima es calido y húmedo, denominado zona calida muy húmeda con vegetación, las temperaturas absolutas oscilan entre 36°C a 22°C , con temperatura media de 29°C.

#### **1.1.5. Población e idioma**

Según los datos proporcionados por el INE (Instituto Nacional de Estadística) el caserío Lorena cuenta con 448 pobladores, de los cuales 199 son hombres y 249 mujeres; mientras que el parcelamiento la Democracia tiene 3,129 pobladores, de los cuales 1,459 son hombres y 1,670 mujeres.

En ambas comunidades la población habla el idioma Español.

#### **1.1.6. Actividad económica**

La economía de las comunidades se encuentra formada fundamentalmente por la agricultura (maíz, plátano, banano) y ganadería.

#### **1.1.7. Suelo y topografía**

La topografía el terreno del caserío Lorena generalmente es accidentada, encontrándose barrancos y planicies, mientras que el parcelamiento la Democracia se encuentra en una planicie extensa, encontrándose en ambas



comunidades gran cantidad de limo arcilloso, con considerable cantidad de materia orgánica en la superficie.

#### **1.1.8. Ecología**

Dentro de la flora se encuentran las siguientes especies: cedro, ceiba, palma.

#### **1.1.9. Vías de acceso**

El acceso al caserío Lorena se encuentra por la sexta avenida y final de la tercera calle de la zona 1 del municipio de Malacatan. Para llegar al parcelamiento la Democracia se toma la ruta que conduce al Municipio de Ayutla.

#### **1.1.10. Servicios públicos**

La población del caserío Lorena cuenta con servicio de energía eléctrica y teléfono comunitario. El parcelamiento la Democracia cuenta con servicio de agua potable, energía eléctrica, teléfono comunitario y una escuela. Ambas comunidades deben de dirigirse hacia el municipio para realizar sus compras o si necesitan servicios de salud.

Además, el municipio cuenta con la representación de las siguientes instituciones: Ministerio de Educación, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Municipalidad de Malacatan, Ministerio de Gobernación, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Tribunal Supremo Electoral y el Organismo Judicial.

## **1.2. Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos y de infraestructura de los lugares en estudio.**

### **1.2.1. Descripción de las necesidades**

Las necesidades que se presentan en el municipio de Malacatan son distintas dependiendo de cada comunidad, así que para la elección de los proyectos se buscó lo que principalmente se orientaran a resolver problemas de servicios básicos.

En el caso del caserío Lorena los pobladores han planteado ante la corporación municipal sus necesidades, las cuales se presentan en la ampliación de la red de distribución de agua potable y la pavimentación de la carretera que conduce de Malacatan al caserío.

En el parcelamiento la Democracia, los habitantes a través del consejo comunitario de desarrollo han solicitado la construcción de un edificio escolar, para que funcione el nivel secundario, ya que con la edificación con que cuentan solo se imparte la educación a nivel primario y el empedrado de sus principales calles.

### **1.2.2. Priorización de las necesidades**

Tomando en cuenta las necesidades expuestas por los vecinos del lugar, como de lo expuesto por los funcionarios de la administración municipal y de los recursos disponibles, la priorización se hace de la siguiente manera: para el caserío Lorena se hará el diseño de la ampliación de la red de distribución, mientras que para el parcelamiento la Democracia se le diseñara la edificación escolar.

La ampliación de la red de distribución de agua potable es un servicio básico porque apoya que el desarrollo del municipio sea uniforme, colabora con la gestión responsable de los recursos naturales, mejora la calidad de vida de sus habitantes y colabora a que sus habitantes no padezcan enfermedades y se deba invertir en servicios médicos.

La educación posee un papel predominante en el desarrollo de una comunidad siendo importante contar con un edificio educativo como lugar de reunión y realizar el proceso enseñanza aprendizaje con satisfacción.

### **1.2.3. Solución a las necesidades priorizadas**

Al caserío Lorena se le dará solución a su necesidad priorizada diseñándole la ampliación de la red de distribución, para que los pobladores gestionen los recursos económicos en instituciones, para la realización del proyecto.

Al Parcelamiento la Democracia se le dará solución a su necesidad priorizada diseñándole la edificación escolar, para que los pobladores gestionen los recursos económicos en instituciones, para la realización del proyecto.

## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Diseño de la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Lorena.**

#### **2.1.1. Descripción del proyecto**

El proyecto consiste en diseñar la ampliación de la red de distribución para el caserío Lorena, cuenta con 583 metros lineales de distribución, con un sistema de distribución por gravedad beneficiando a 64 viviendas, con conexiones prediales.

##### **2.1.1.1. Descripción y evaluación del sistema actual**

El caserío Lorena cuenta con un sistema de agua potable que abastece a 10 familias, pero con el crecimiento de la población existen 64 viviendas sin este servicio, por lo cual se hace necesario la ampliación de la red de distribución.

El proyecto consiste en diseñar la ampliación de la red de distribución para las viviendas que no están conectadas al servicio, y diseñar las obras hidráulicas necesarias para que el sistema funcione de manera adecuada. El sistema de distribución actual cuenta con una tubería de un diámetro de 3 pulgadas en perfectas condiciones.

##### **2.1.1.2. Descripción del sistema a utilizar**

El sistema a utilizar en la ampliación de la red de distribución es el de gravedad.

### **2.1.1.3. Aforo**

Se define como la cantidad de agua que produce una fuente, se debe de realizar en época de estiaje de la cuenca .

El Municipio de Malacatan cuenta con nacimientos que son el resultado de la percolación del agua superficial a través de diferentes estratos del terreno y por su recorrido dentro del acuífero, experimenta una filtración que generalmente la hace de buena calidad para el consumo humano. El aforo que llega al actual tanque de distribución es de 4 l/s para la parte existente de la red y la ampliación de la misma.

### **2.1.1.4. Ensayos de calidad de agua**

El análisis químico y físico nos indicara si el agua esta contaminada, como también nos proporciona información que resultan muy útiles para su estudio, pero no es suficientemente preciso para detectar pequeños grados de contaminación con aguas negras, las pruebas bacteriológicas se han diseñado de manera que sean muy sensibles y especificas para revelar cualquier contaminación.

En la prueba física, los sentidos organolépticos ayudan a analizar el agua relacionando parámetros que pueden ser medidos de esta forma y compararlos con estándares que disponen los laboratorios. Mientras tanto las pruebas por medio del análisis químico pueden determinar el contenido de sales minerales y materia orgánica, esto para poder compararlo con los estándares y poder determinar su calidad, usos y cualquier tipo de proceso al cual debe ser sometida. El examen bacteriológico se ha diseñado de modo que este sea muy sensible y específicos para que pueda revelar la presencia de cualquier

contaminación, el propósito de estos análisis rutinarios es determinar la presencia o existencia de contaminación de origen fecal o presencia de los gérmenes del grupo coniforme.

Los resultados de este análisis se encuentran en la figura 1 y 2 de este trabajo donde se muestra que desde el punto de vista físico químico sanitario el agua se encuentra dentro de los límites máximos aceptables de normalidad según norma COGUANOR NGO 29001, mientras que bacteriológicamente el agua es potable, según norma COGUANOR NGO 29001.

#### **2.1.1.5. Tipo de servicio**

El sistema de servicio podrá ser por conexiones prediales, conexiones intradomiciliares, llenacantaras y mixtos. Para este proyecto se propone la utilización de una conexión predial; por razones económicas este servicio es el aconsejable en el área rural, y es el utilizado por la red de distribución existente.

#### **2.1.2. Topografía**

Se realizó un levantamiento de segundo orden, debido a las diferencias de alturas, para representar la proyección del terreno de las comunidades de un plano horizontal imaginario, se adoptó el método de conservación del azimut, para ello se consideró un norte arbitrario como referencia.

La nivelación se realizó a través de un método indirecto, como lo es el taquimétrico; el cual permite definir las cotas del terreno a trabajar, tanto en las irregularidades como en los cambios de dirección más importantes.

El equipo que se utilizó comprende teodolito, estadal, estacas y cinta métrica, los resultados se muestran en los anexos.

### **2.1.3. Período de diseño**

Se define período de diseño de un acueducto como el número de años para el cual el sistema va a proporcionar agua potable, en la cantidad adecuada a la población existente al final de dicho periodo.

El período de diseño de un abastecimiento de agua rural está determinado por razones económicas. Un período de diseño de pocos años implicaría que las poblaciones se encontrarían con la necesidad de hacer ampliaciones al sistema de abastecimiento en un plazo muy corto de tiempo. Un período de diseño de muchos años haría contribuir a la población actual para cubrir los costos que efectivamente deberían ser cubiertos por la población futura.

Con las anteriores consideraciones, para el proyecto de agua potable del caserío Lorena, el período de diseño será de 20 años.

### **2.1.4. Dotación**

Se define la dotación como la cantidad de agua que se le asigna a cada habitante de una población en un día. Se le representa con la letra D y se expresa en litros por habitante por día (l/h/d).

La dotación para una comunidad rural depende de las costumbres de la población, el clima, del tipo y magnitud de la fuente, de la calidad del agua, de la actividad productiva y de la medición del consumo.

Los estudios de demanda llevados a cabo para poblaciones de características semejantes pueden servir de base para fijar la dotación de una población. En función de lo anterior se establece que la dotación para el caserío Lorena será de 90l/h/d.

### **2.1.5. Estimación de la población**

En este caso se recurre para la estimación de la población al número de viviendas y al número promedio de habitantes por vivienda. En estudios recientes se llegó a determinar que el número de habitantes por vivienda para el área rural variaba entre 6.5 y 6.9. De acuerdo a condiciones propias de cada localidad, el número de habitantes por vivienda puede tomarse de 6 ó 7.

Para determinar la población a servir para el final del periodo de diseño bastaría multiplicar el número total de casas estimado para entonces para el número adoptado de habitantes por vivienda.

Al igual que la población, el crecimiento del número de casas responde al 3.05% para el Municipio de Malacatan según datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística.

Se usa la ecuación de crecimiento,

$$N = n(1+r)^s$$

En la cual  $n$  es el número habitantes al año cero,  $r$  la tasa de crecimiento poblacional y  $N$  es el número de habitantes al final del período de diseño.

Con  $s = 20$  años + 1 año de trámite del proyecto = 21 años

$$Pf = 384(1 + 0.03)^{21} = 715$$



### **2.1.6. Factores de variación**

En un sistema público de abastecimiento de agua, el consumo es afectado por una serie de factores que varían en función del tiempo, las costumbres de la región, las condiciones climáticas, y las condiciones económicas que son inherentes a una comunidad y que varían de una comunidad a otra. Estos factores de seguridad se utilizan para garantizar el buen funcionamiento del sistema en cualquier época del año, bajo cualquier condición.

#### **2.1.6.1. Factor de día máximo (FDM)**

Este incremento porcentual se utiliza cuando no se cuenta con datos de consumo máximo diario. En acueductos rurales el FDM puede variar de 1.20 a 1.50, en el área rural, de 1.80 a 2.00 en el área urbana, de 2.50 a 3.00 en el área metropolitana. Para el proyecto del caserío Lorena se utilizó un factor de día máximo de 1.50

#### **2.1.6.2. Factor de Hora Máxima (FHM)**

Este, como el anterior, depende de la población que se está estudiando y de sus respectivas costumbres. El FHM puede variar de 1.50 a 1.80 en el área rural, de 2.00 a 3.00 en el área urbana y de 3.00 a 4.00 en el área metropolitana. Para el proyecto del caserío Lorena se utilizó un factor de día máximo de 2.00

## 2.1.7. Determinación de caudales

### 2.1.7.1. Caudal medio diario

Es conocido también como caudal medio y es la cantidad de agua que consume una población en un día. Este caudal se puede obtener del promedio de consumos diarios durante un año, pero cuando no se cuenta con registros de consumos diarios se puede calcular en función de la población futura y a la dotación asignada en un día. Se calcula de la siguiente manera:

$$Q_m = \frac{(población.futura) * (dotación)}{86400segundos}$$

$$Q_m = \frac{715 * 120}{86400} = 0.99 \text{ l/s}$$

### 2. 1.7.2. Caudal máximo diario

El caudal máximo diario o consumo máximo diario es conocido también como caudal de conducción, ya que es el que se utiliza para diseñar el caudal de conducción y es el consumo máximo de agua que puede haber en 24 horas, observado durante un año, el cual no incluye gastos causados por incendios. Cuando no se cuenta con información de consumo diario, este se puede calcular multiplicando el factor de día máximo por el caudal medió diario.

$$Q_c = Q_m * FDM$$

$$Q_c = 0.99 * 1.50 = 1.48 \text{ l/seg}$$

### 2.1.7.3. Caudal máximo horario

Conocido también como caudal de distribución, debido a que es el que se utiliza para diseñar la línea de distribución y es el consumo máximo en una hora del día, el cual se obtiene de la observación del consumo equivalente a un año. Si no se tiene registros, se puede obtener multiplicando el caudal medio diario por el factor de hora máxima.

$$Q_d = Q_m * FHM$$
$$Q_d = 0.99 * 2.00 = 2.00 \text{ l/s}$$

### 2.1.7.3. Caudal para industrias y comercios.

Es el consumo que se le asigna a este tipo de consumidoras para este proyecto, se toma como 30 l/h/d por lo que la dotación es de 120 l/h/d.

### 2.1.7.4. Caudal por vivienda

Conocido también como caudal de gasto, esta definido como el consumo de agua que se da por vivienda. El caudal de hora máxima se puede distribuir en los tramos de tuberías que componen la línea de distribución, según el número de viviendas que comprenden la línea de distribución y los tramos del proyecto a diseñar.

$$Q_v = \frac{Q_d}{\text{Número de viviendas}}$$
$$Q_v = \frac{2}{64} = 0.031 \text{ l/s}$$

### **2.1.8. Red de distribución**

Es el sistema de tuberías, obras y accesorios que se encargan de distribuir el caudal instantáneo o de hora máxima, desde el tanque de distribución hacia las tuberías de tomas domiciliarias.

En este sistema la red de distribución estará constituida para ramales abiertos, debido a lo disperso de las casas y a lo quebrado de la topografía.

Para el diseño de la red será necesario considerar los siguientes criterios.

- a. El buen funcionamiento del acueducto se debe garantizar para el periodo de diseño, de acuerdo con el caudal máximo horario.
- b. La distribución debe hacerse mediante criterios que estén de acuerdo con el consumo real de la comunidad.
- c. La red de distribución se debe dotar de accesorios y de obras hidráulicas necesarias, para garantizar el funcionamiento correcto del sistema de acuerdo con las normas establecidas para facilitar así su mantenimiento.

#### **2.1.8.1. Presiones y velocidades**

Los límites aceptables para verificar la presión y velocidad del líquido dentro de las tuberías de distribución se tiene que la presión hidrostática no debe sobrepasar los 60 m.c.a. en algunas situaciones podrá permitirse una presión máxima de 70 m.c.a, ya que, después de alcanzarse una presión de 64 m.c.a. se corre el riesgo de que fallen los empaques de los chorros.

En cuanto a la presión hidrodinámica en la red de distribución, esta se debe mantener entre 60 y 10 m.c.a. aunque en muchas de las regiones donde se ubican las comunidades, la topografía es irregular y se hace difícil mantener este rango, por lo que se podría considerar en casos extremos una presión dinámica de 6 m.c.a. partiendo del criterio que en una población rural, es difícil que se construyan edificios de altura considerable.

En cuanto a las velocidades en la red, se recomiendan mantener como máximo 3 m/s y 0.3 m/s como mínimo.

#### **2.1.8.1. Tipo de tuberías**

En sistemas de acueductos se utilizara generalmente tubería de cloruro de polivinilo rígido (PVC) y de hierro Galvanizado (HG). La tubería de PVC, es una tubería plástica, económica, fácil de transportar y de trabajar, pero es necesario protegerla de la intemperie.

La tubería de HG, es de acero, recubierta tanto en su interior como en su exterior por zinc, es utilizada en lugares donde la tubería no se puede enterrar, donde se requiera una presión mayor de 175 m.c.a. en pasos de zanjón o aéreos. Para este proyecto se utiliza tubería de PVC con un coeficiente de fricción  $C=150$ .

### 2.1.8.2. Cálculo de la red de distribución

La explicación de la tabla I por columna es la siguiente.

Columnas 1 y 2 : en estas columnas se coloca el número de estación correspondiente al principio y al final del tramo.

Columna 3 : corresponde a la longitud existente entre las dos estaciones tomadas de los datos topográficos.

Columna 4 : longitud para los cálculos hidráulicos y para la cuantificación de materiales. Se calcula multiplicando el valor de la columna 3 por el factor 1.03.

Columna 5 : número de viviendas por tramo.

Columnas 6: corresponde al consumo del tramo.

Columna 7 : corresponde al caudal del nudo.

Columna 8 : caudal instantáneo, este se calcula  $Q_i = k \sqrt{n-1}$  donde: n corresponde al número de conexiones, k es el factor igual a 0.15 para tramos con menos de 55 casas y 0.20 para mas de estas. Este caudal explica que cuando se abre un chorro, normalmente se obtiene mayor caudal que el caudal por vivienda por lo que se debe aplicar este criterio para dejar capacidad de distribución.

Columna 9 : caudal de diseño de cada tramo, es el mayor de los dos columnas anteriores. Se considera 0.20 l/s como mínimo

Columna 10 : este es un valor correspondiente a perdidas, para determinarlos en el tramo 1 se toma la diferencia de las cotas del terreno, teniendo en cuenta que la ultima vivienda el flujo debe ingresar con una presión de 10 m.c.a. mínimo

Columna 11 : el diámetro teórico de la tubería este se obtiene con la fórmula de Hazen-Williams :

$$Dt = \left( \frac{1743.811141 * Lr * Q^{1.85}}{hf * c^{1.85}} \right)^{1/4.87}$$

Columna 12: corresponde al diámetro existente comercialmente que se ajusta al diámetro teórico.

Columna 13 : diámetro interno, respecto de esto se debe mencionar que comercialmente las tuberías se asignan por un diámetro nominal, que difiere del diámetro interno del conducto.

Columna 14 : con el diámetro de la columna anterior se calculan las pérdidas que ocurren en el tramo con la fórmula:

$$Hf = \left( \frac{1743.811141 * Lr * Q^{1.85}}{D^{1.87} * c^{1.85}} \right)$$

Columna 15: cota piezométrica, es la diferencia de alturas de un punto debido a la pérdida de carga en la tubería. La cota piezométrica en el punto B es igual a la cota piezométrica del punta A menos la pérdida de carga.

Columna 16: se anotan las cotas que corresponde a las cotas del terreno.

Columna 17: presión disponible, es la diferencia entre la cota piezométrica y la cota del terreno del punto.

Columna 18 : velocidad en el tramo, esta se calcula con la fórmula:

$$V = \frac{1.974 * Q}{D^2}$$



**Tabla I. Cálculo hidráulico**

Ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Lorena  
 Calculo: Otto F. Castillo Bautista.

TRAMO

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
DE	A	L Mt	Longitud Real	Casas	Con- sumo	Q. Nudo	Q. Inst.	Q. Diseño	hf	Diámetro
E-O	E-6	226.07	232.85	39	1.22	2	0.92	2	10	1.71
E-6	E-9	235.58	242.65	10	0.31	0.78	0.45	0.78	10	1.05
E-9	E-12	104.44	107.57	15	0.47	0.47	0.56	0.56	20	0.78

12	13	14	15	16	17	18			
	Diámetro		Cota Piez.		Cota Terreno		Presión Disp.		
Diámetro	Interno	hf real	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Vel.
2	2.193	3.01	110	96.99	100	72.34	10.00	24.65	0.99
1 ½	1.754	1.64	96.99	95.35	72.34	59.68	24.65	35.67	0.68
1	1.194	2.54	95.35	92.81	59.68	40.8	35.67	52.01	1.10

### **2.1.9. Obras hidráulicas**

Las obras hidráulicas son accesorios muy importantes en una línea de conducción y distribución de agua potable ya que por medio de las cuales podemos interrumpir el paso de un fluido o podemos liberar el aire que se queda atrapado en los puntos altos de la tubería como, también, en los puntos bajos o sólidos que llevan contenido el fluido se sedimenta creando taponamiento en las tuberías por eso existe una válvula que se encarga de evitar ese tipo de efecto que se da a al hora de transportar un fluido.

### **2.1.10. Descripción del mantenimiento del sistema de agua**

#### **2.1.10.1. Red de distribución**

En la red de distribución se debe de observar si hay fugas, deslizamientos o hundimientos de la tierra que puedan afectar la línea. Cualquier área humedad sobre la distribución debe ser explorada por posible fuga de agua.

Cuando se necesite cambiar un tramo de tubería por problemas de fugas o destrucción del tubo, o si se quiere colocar un accesorio, se deben seguir los siguientes pasos:

- a. cerrar la válvula de compuerta mas próxima al lugar de trabajo con el fin de trabajar sin molestias del agua;
- b. excavar una longitud de zanja necesaria para trabajar común ancho mínimo de 0.50 metros y una profundidad adecuada;

- c. cortar el tramo de tubería PVC que produce problemas con sierra de metal, tratando de que el corte sea lo mas recto posible, quitando la rebaba con lija;
- d. revisar la tubería o accesorios que van a ensamblar para verificar que no estén atrapados, perforados, o quebrados;
- e. limpiar con un trapo limpio o con lija el polvo o cualquier suciedad que tenga el tubo o accesorio. Verificar que el pegamento que se va a usar sea especial para PVC (Tangit);
- f. untar el pegamento sobre el extremo del tubo y en el accesorio o niple con campana, girando  $\frac{1}{4}$  de vuelta se ajusta en la posición deseada y se sostiene durante 30 segundos. Limpiando el exceso de pegamento;
- g. abrir la válvula de compuerta mas próxima al lugar de trabajo y verificar si se trabajó correctamente;
- h. rellenar la zanja terminados los trabajos, llenando primero la tierra mas fina, hasta 20 cm. por encima del tubo y compactar. Luego se continúa agregando capas de 20 cm. compactando hasta cubrir totalmente la zanja;

#### **2.1.10.2. Obras hidráulicas**

Limpiar de polvo la cajas de las válvulas, y revisar si estas están funcionando bien, haciéndolas girar lentamente, estas deben abrir y cerrar fácilmente, en caso contrario se deberá colocar aceite en los vástagos, cambiar

empaques o en último caso cambiar toda la válvula..Pintar con pintura anticorrosivo las válvulas y accesorios que estén vistos en la distribución.

### **2.1.11. Impacto ambiental**

En sentido estricto, la ecología ha definido al ambiente como el conjunto de factores externos que actúan sobre un organismo, una población o una comunidad. Estos factores son esenciales para la supervivencia, el crecimiento y la reproducción de los seres vivos e inciden directamente en la estructura y dinámica de las poblaciones y de las comunidades. Sin embargo, la naturaleza es la totalidad de lo que existe. Dentro de ella, también, entra lo que la sociedad construye a través de su accionar. Generalmente, esto es lo que se identifica como "ambiente".

Podría definirse el Impacto Ambiental (IA) como la alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de sus componentes de cierta magnitud y complejidad originado o producido por los efectos de la acción o actividad humana. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, o una disposición administrativo-jurídica con implicaciones ambientales. Debe quedar explícito, sin embargo, que el término impacto no implica negatividad, ya que éste puede ser tanto positivo como negativo. Se puede definir el Estudio de Impacto Ambiental como el estudio técnico, de carácter interdisciplinario, que incorporado en el procedimiento de la EIA, está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno. Es un documento técnico que debe presentar el titular del proyecto y sobre la base del cual se produce la Declaración o Estimación de Impacto Ambiental.

## **IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES QUE PUEDAN CAUSAR IMPACTO AL MEDIO AMBIENTE Y A QUE PARTE ESTA AFECTANDO.**

Al analizar el diseño del proyecto, se determinó que los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que serán impactados por el proyecto son.

**El agua:** debido a que existen fuentes superficiales pequeñas, quebrada Malacatillo, río Ama, que pueden contaminarse con el movimiento de tierra, al momento del zanjeo.

**El suelo:** si impactaran negativamente el mismo si no se verifica la etapa del zanjeo porque habrán movimientos de tierra por el mismo solamente se dará en la etapa de construcción y sus efectos son fácilmente prevenible.

**El aire:** si no se verifican las fugas de agua rápidamente hay peligro en el ambiente con malos olores.

**Salud:** hay un impacto relativamente pequeño en la salud en la etapa de construcción que debido al movimiento de tierras se producirá polvo en las sucesivas etapas del proyecto el impacto positivo.

### **Impactos negativos**

Los impactos negativos del proyecto se dan solo en las etapas de construcción y operación del proyecto y la mayoría se da en la fase de construcción los elementos mas impactado negativamente son:

- el suelo
- el agua
- las partículas en suspensión.

### **Medidas de mitigación:**

- Para evitar las polvaderas, será necesario programar adecuadamente el horario de las labores de zanjeo las que deberán llenarse en el tiempo mas corto posible, compactándose, adecuadamente, las mismas para evitar; el arrastre de partículas por el viento.
- Deberá de capacitarse al o las personas del mantenimiento del sistema, referente al manejo de las aguas servidas, revisión de válvulas y reparaciones menores.
- Capacitar a las amas de casa, sobre el adecuado uso del sistema para evitar que los mismos sean depositarios de basura producidas en el hogar.

### **Plan de contingencia**

En áreas planas, ríos y riachuelos cercanos, como en el caserío Lorena, es común que en épocas de lluvia ocurran inundaciones con el consecuente arrastre de fango y otros materiales o cuerpos extraños que en un dado caso pudieran dañar las obras hidráulicas del proyecto.

- En este caso las obras hidráulicas, al introducirle cuerpos extraños, metales, plásticos y maderables pudiera sufrir desperfectos. Por ello, es necesario que se genere un reglamento de uso adecuado del sistema y que el mismo se dé a conocer mediante sesiones de capacitación con los comunitarios, para que familiarmente se le dé el mantenimiento necesario tanto a las conexiones prediales y obras hidráulicas.

- Integrar un comité de emergencia contra inundaciones, asolvamiento en la comunidad beneficiada y además deben velar por que los lugares en donde se ubican las obras civiles se encuentran lo mas despejado posible.
- Elaborar un programa de capacitación para prevención de accidentes.
- Capacitar al (o a los) trabajadores que se encargara de darle mantenimiento al sistema especialmente sobre aspectos de limpieza de cajas de válvulas.
- Se debe velar porque los comunitarios no depositen su basura en las obras hidráulicas para evitar obstaculaciones al sistema.
- Para la disposición de desechos generados por las familias se debe contar con depósitos, distribuidos en lugares estratégicos y dispuestos además de asegurarlos para evitar su robo.
- Capacitar al personal que laborara en el proyecto en el momento de entrar en operación para su mantenimiento y limpieza, así evitarnos la creación de basureros clandestinos.

### **Programa de monitoreo ambiental**

- Supervisar periódicamente, si están siendo ejecutadas las medidas de supervisión y mantenimiento del sistema.
- Monitorear, si el personal utiliza el equipo necesario para la prevención de accidentes y de salud.
- Monitorear, si están organizada la comunidad de acuerdo en lo propuesto en las medidas o plan de contingencia.

### **Plan de seguridad humana.**

- El personal que trabajará en la ejecución del proyecto debe contar con el equipo adecuado, tal como mascarillas, guantes, overoles, botas, casco, etc., que minimicen los riesgos de accidentes de salud.
- Plan de capacitación al personal que laborara en la ejecución del proyecto sobre aspectos de salud y manejo del sistema, y del equipo a utilizar.
- Mantener un lugar de fácil acceso, un botiquín con medicamentos de primeros auxilios.

### **Plan de seguridad ambiental.**

- En el análisis de los impactos se observa que el proyecto tiene aspectos negativos al ambiente, solamente en la etapa de construcción, pero estos son fácilmente manejables mediante la implementación de las medidas de mitigación que se explicaron en el apartado de alternativas de ahí en adelante no se visualizan impactos que dañen el ambiente.

#### **2.1.12. Planos**

Los planos elaborados para la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable aparecen en el apéndice de este trabajo.

#### **2.1.13. Presupuesto**

El presupuesto presentado se trabajo con base en los precios unitarios, la mano de obra calculada se basó en los datos proporcionados por la



municipalidad, mientras que los materiales fueron cotizados en ventas de materiales de construcción de la cabecera municipal.

**Tabla II. Presupuesto por renglones**

<b>PRESUPUESTO POR RENGLONES DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LORENA</b>					
	<b>Renglón</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total Q</b>
<b>Materiales</b>					
1	Tubería PVC de 2 '' de 160 PSI	Tubos	39	586	22854
2	Tubería PVC de 1 1/2'' de 160 PSI	Tubos	41	555	22755
3	Tubería PVC de 1'' de 160 PSI	Tubos	18	505	9090
4	Codo de 90° de PVC de 2 1/2 "	U	2	5.5	11
5	Codo de 45° de PVC de 2 1/2 "	U	2	5.5	11
6	Reductor Bushing PVC DE 3" X 2"	U	1	40.5	40.5
7	Reductor Bushing PVC DE 2 X 1 1/2"	U	1	32.5	32.5
8	Reductor Bushing PVC DE 1 1/2" X 1"	U	1	60.5	60.5
9	Caja de válvula de compuerta PVC 2 1/2"	U	1	650	650
10	Caja de válvula de compuerta PVC 2	U	1	630	630
11	Conexiones domiciliarias	U	136	700.05	95206.8
12	Pegamento solvente para PVC	Gl	0.5	105	52.5
13	Selecto para relleno de tubería	m3	525	50	26250
Costo de Materiales				<b>177643.8</b>	
<b>Mano de Obra</b>					
1	Limpieza general	MI	583	1.65	961.95
2	Trazo y estaqueado	MI	583	10	5830
3	Movimiento de tierra	m2	583	18	10494
4	Colocación de tubería	MI	583	28	16324
5	Relleno compactado en capas de 15 mt	m3	525	25	13125
Costo de mano de obra				<b>46734.95</b>	
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>					<b>Q224,378.75</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>					
	Administrativos	7%		15706.51	
	Supervisión	10%		22437.88	
	Imprevistos	10%		22437.88	
<b>TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q60,582.27</b>
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>				<b>Q284,961.02</b>	

## **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

### **LIMPIA, CHAPEO Y DESTRONQUE**

Deberá limpiarse o remover el área de construcción todo el material que sea nocivo e interfiera la construcción, se debe de limpiar como mínimo 1mt. A cada lado del eje de la línea

### **EXCAVACIÓN DE ZANJA**

Se deberá remover y extraer cualquier clase de material dentro de los límites de trabajo de la zanja, en la que se instalara la tubería, se cortará con un ancho de 80 cm. y una profundidad de 1 mt.

### **RELLENO DE ZANJA**

El relleno se hará de la siguiente manera:

abajo y a los lados de la tubería, se deberá rellenar en capas de 7 cm perfectamente compactadas hasta media altura de la tubería. De aquí hasta 0.30 m sobre el tubo, se deberá rellenar con capas no mayor de 15 cm. El material para rellenar las zanjas, hasta este nivel, deberá ser cuidadosamente escogido para que esté libre de pedruscos o piedras y permita una buena compactación.

### **ANCLAJES DE TUBERÍA**

Estas estructuras deben diseñarse y construirse para absorber las reacciones que se producen en la tubería en los cambios de dirección, tanto

verticales como horizontales, así como en pendientes pronunciadas para mantener fija la tubería.

## **CAJA DE VÁLVULAS**

Esta estructura de la caja será de mampostería con u concreto que alcance una resistencia de 300 PSI, un grado estructural del acero de 2810 kg/cm<sup>2</sup>, la tapadera será asegurada con un candado. El cuerpo, la sección desmontable y la compuerta deben ser de bronce, que llene los requisitos de norma ASTM B-62, relativas a la sección UNSC 83600, designación antigua 85-5-5-5. Las roscas deben estar hechas a perfección, sin orillas irregulares de acuerdo a especificaciones de la ASTP.

## **TUBERÍAS**

Se colocara en la línea de distribución 240 mts de longitud (40 tubos) de tubería de 2" de diámetro, 246 mt.(41 tubos) de 1 ½ " y 102 mt. (17 tubos) de 1" de PVC con una presión de trabajo de 160 PSI. Igualmente estarán incluidos los accesorios (tees, codos, etc.), que especifiquen los planos con esta presión.

## **CONEXIÓN DOMICILIAR**

Incluye el suministro e instalación de la válvula de paso, medidor y su caja de protección y demás accesorios indicados en planos. La válvula del chorro será de bronce, boca lisa, de empaque asentado sobre una cuna del mismo material que el resto del cuerpo de la válvula, accionados por movimiento circular del volante.

## **2.2. Diseño de la edificación escolar de dos niveles**

### **2.1.1. Investigación preliminar**

El proyecto se encuentra en la ruta que conduce al Municipio de Ayutla a 6.5 kilómetros de la cabecera Municipal de Malacatan.

#### **2.1.1.1. Antecedentes**

La escuela Nacional de Educación Primaria que funciona actualmente en el parcelamiento la Democracia fue fundada en el año 1,989, con el objetivo de atender a la población estudiantil que cursa el nivel primario, pero por la afluencia de alumnos en el nivel básico se ha visto en la necesidad de impartir primero, segundo y tercero básico provenientes de este parcelamiento y de otras comunidades cercanas a este.

Esta escuela al pasar los años ha tenido la visión de formar jóvenes de provecho, a pesar de los inconvenientes que causa no contar con instalaciones apropiadas. Es así como la población estudiantil se ve en la necesidad de contar con nuevas instalaciones para continuar y mejorar la educación.

Dicha meta no se lograría con las instalaciones actuales del establecimiento, es por lo mismo que surge la idea de la construcción de un instituto que albergue, adecuadamente, a los estudiantes del nivel básico y diversificado.

### **2.2.1.2. Reconocimiento del terreno**

El terreno pertenece al parcelamiento la Democracia, con un área de 832.50 metros cuadrados, ubicado en la ruta que conduce al Municipio de Ayutla a 6.5 kilómetros de la cabecera municipal de Malacatan, el terreno, donde se proyecta construir el edificio, está libre de rellenos, es plano, el tipo de suelo es limo arcilloso, por esa razón la profundidad deberá ser por lo menos de 0.80 metros.

### **2.2.1.3. Normas de diseño de edificios educativos**

Las normas que se presentan a continuación son requisitos mínimos que se han de satisfacer y variar de acuerdo a la actividad y edad de los alumnos, que se establece por la relación de los niveles educativos que existan:

- a) preprimario
- b) primario
- c) medio
- d) superior

#### **2.2.1.3.1. Iluminación**

La iluminación natural o artificial, debe ser abundante y uniformemente distribuida, debiendo evitarse la proyección de sombras y contrastes muy marcados, estudiando la relación entre las fuentes de iluminación y las posiciones de los alumnos, sobre todo en razón de que éstas pueden variar por el carácter flexible de las actividades.

La iluminación que penetra a un local no solo depende de la cantidad de luz exterior, sino del número, tamaño y altura de las ventanas, así por ejemplo para una misma área de ventanas, el promedio de iluminación será mayor y la distribución de la luz será mejor, cuanto mas altas se encuentren localizadas las mismas.

Existen varios tipos de iluminación los cuales son:

a) iluminación natural : se divide en iluminación unilateral, bilateral, y cenital.

Unilateral: el área de ventanas debe ser del 25% al 30% del área del piso. El techo y el muro del fondo, opuesto a la ventana debe ser de color muy claro.

Bilateral: las ventanas en el muro del fondo ayudan a mejorar las condiciones de iluminación, siempre y cuando den al exterior. También en este caso el área total de ventanas debe ser del 25% al 30% del área del piso.

Cenital: requiere de un 15% a un 20% del área total del piso del local.

b) iluminación artificial : la iluminación artificial responderá al cálculo luminotécnico que permita alcanzar índices lumínicos adecuados al tipo de tareas a desarrollar, deberá en todo caso limitar los contrastes y valores absolutos de iluminación, sobre los diferentes puntos del campo visual, proveer una iluminación correcta sobre el plano de trabajo y crear un ambiente de confort.

#### **2.2.1.3.2. 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. Es así que en forma

general se recomienda el uso de los colores fríos (verde, azul, gris, etc.) en regiones donde la luz solar sea muy intensa, en tanto que en aquellas donde la luz sea poca, se utilizan los colores calidos (amarillo, naranja, ocre, etc.).

#### **2.2.1.3.3. Criterios de ventilación**

La ventilación debe ser constante, alta, cruzada y sin corrientes de aires.

El volumen del aire dentro del aula debe ser de 4 a 6 mts<sup>3</sup> por alumno, teniendo presente que para distinto niveles de escuelas y para distintas funciones de los locales hay una cantidad de metros cuadrados por alumno, al dividir el volumen de aire recomendado por dicha cantidad, obtenemos las alturas que deben tener los locales. Se recomienda aproximarse al coeficiente menor en las regiones de clima frío y el coeficiente mayor en las regiones de clima calido.

#### **2.2.1.3.4. Instalaciones de agua potable**

Para el diseño y desarrollo de las instalaciones hidráulicas se tendrá en cuenta que la fuente de abastecimiento de agua potable deberá proporcionar el total del consumo promedio diario del plantel, cumpliendo inicialmente los requisitos para abastecimientos establecidos por la municipalidad del lugar.

El abastecimiento puede ser directo a la red municipal o independiente de la misma, tanques elevados, cisternas, etc., según sea la capacidad y la ubicación de los planteles dentro o fuera de las áreas urbanizadas. Estos deberán alcanzar las capas no contaminadas y estarán encamisados en su totalidad.

En general la potabilidad del agua de consumo deberá ser verificada periódicamente mediante el análisis de muestras en los organismos oficiales competentes.

#### **2.2.1.3.5. Instalación sanitaria**

Las redes de drenaje tienen que cumplir con los siguiente requisitos:

- a) si van enterradas, en áreas no construídas, aceptable siempre que se dote de cajas de registro a distancias no mayores de 15 mt.
- b) Si van entrepistas, dentro del relleno superior, no en losa.
- c) Si van empotradas, siempre que no afecten los elementos estructurales, protegidas con mortero o concreto.

Drenaje Pluvial: se considerara un sistema independiente para las bajadas de aguas pluviales, el cual no podrá usarse como ventilación del sistema de drenaje sanitario, en su diseño deberá considerarse una pendiente mínima para techos y áreas impermeables del 1%.

Drenaje sanitario: las redes de drenaje sanitario tendrán un desarrollo máximo, tratando de conectar las diversas conexiones de los artefactos sanitarios sobre la misma línea, considerando una pendiente del 2% al 4% para tuberías enterradas y una pendiente del 2% para las redes desarrolladas en entrepisos.



### **2.2.1.3.6. Instalación eléctrica**

La instalación eléctrica en los establecimientos escolares cumple con dos funciones principales, la iluminación y la dotación de energía para el funcionamiento de diversos aparatos y equipos empleados como ayudas didácticas.

En el caso de iluminación, esta puede programarse como apoyo a la iluminación natural y para uso nocturno del edificio. Esta diseñada para proporcionar en los diversos ambientes los niveles de iluminación que se señalan en el punto correspondiente a confort visual.

El diseño de la distribución del sistema de iluminación artificial se identificarán las líneas tanto de alto como bajo voltaje; localizando en el terreno los puntos en donde se encuentran las acometidas, determinando si son aéreas o subterráneas, si las líneas de distribución son aéreas, las acometidas y los bancos de transformación se aceptaran a partir del poste mas cercano hasta el acceso principal de la escuela, en donde un muro construído ex profeso se localizaran los medidores y el tablero de baja tensión.

Se diseñará un sistema que provea a todos los ambientes de la iluminación necesaria para el desarrollo normal de sus actividades, empleando lámparas, desarrollando además un sistema de tomacorrientes suficientes para conectar cualquier carga monofásica de 120 voltios, los circuitos serán diseñados y dimensionados de tl forma que la caída de voltaje en las salidas de servicio no exceda de los porcentajes siguientes:

- a) Iluminación      2% en alimentadores  
                             2% en circuitos

- b) Fuerza motriz 4% en alimentadores  
1% en circuitos

Para iluminación directa con pantalla reflectora se usarán luminarias fluorescentes, solo en casos especiales se usarán difusores, las lámpara fluorescentes serán de 40 vatios y emplearán balastos de arranque rápido, alto factor de potencia y efecto estroboscópico corregido.

#### **2.2.1.3.7. Mobiliario y equipo**

Por mobiliario y equipo se denomina al conjunto de elementos complementarios del edificio escolar, fijos y/o móviles, que permiten el seguimiento de las actividades educativas, proporcionando espacios, superficies y servicios óptimos para el desarrollo de hábitos, actitudes de los educandos; así como para el desarrollo de las tareas administrativas y de conservación de la escuela, para que un edificio escolar se considera completo, debe estar provisto del mobiliario y equipo necesarios para que las actividades previstas en los planes y programas de estudio se puedan desarrollar eficientemente, en consecuencia, el mobiliario y equipo deberá participar de las características del edificio, especialmente en lo que concierne a funcionalidad, flexibilidad, simplicidad y economía.

Para la dotación de mobiliario y equipo de un edificio escolar se deberán atender todos los factores necesarios, se considera como usuarios a maestros, alumnos, personal administrativo y de servicio. En el diseño de mobiliario es de suma importancia establecer la relación usuario-mueble, en la que se deben de considerar tanto los aspectos físicos, como los aspectos psicológicos.

Entre los aspectos físicos se toman en cuenta el peso, estatura, forma, posturas humanas derivadas de actividades educativas y sus complementos de clase y el tiempo que el usuario permanece en determinada postura, mientras que en los psicológicos se debe de tomar en cuenta el confort, la higiene, la seguridad, la estética y los ambientales.

#### **2.2.1.3.8. Zonificación**

Las actividades que se desarrollan en el edificio escolar comprende campos o sectores bien definidos, enseñanza teórica, enseñanza practica, educación física, administración, etc., todos vinculados al núcleo directo y complementados por los correspondientes servicios generales, el diseño debe contemplar una nítida distinción entre los sectores de modo que la actividad que se desarrolla en cada uno de ellos no interfiera, ni sea interferida por la que se desarrolla en los demás. Pero al mismo tiempo debe existir una adecuada vinculación entre los distintos sectores, mediante los correspondientes elementos de articulación, tales como circulaciones horizontales y verticales, patios cubiertos, etc., de modo de asegurar la necesaria unidad de toda la tarea educativa que se desarrolla en el establecimiento.

#### **1.2.1.3.9. Tamaño del edificio**

El establecimiento escolar, además de cubrir las proporciones establecidas en cuanto a la relación del área construida y la superficie total del terreno, considerando que ha de tomarse en cuenta que el tamaño del edificio escolar en cuanto a capacidad, varia de acuerdo a las características de cada nivel educativos, a fin de mantener la convivencia disciplinaria de los educandos y los niveles de operación de la escuela.

### 2.2.1.3.11. Espacios

El numero de alumnos recomendables para desarrollar actividades en este tipo de locales educativos, teniendo los distintos niveles, se puede observar en la tabla:

Tabla III. Capacidad de alumnos por aula por nivel.

NIVEL	CAPACIDAD OPTIMA	CAPACIDAD MÁXIMA
Pre-primario	25	30
Primario	30	40
Medio básico	30	40
Medio diversificado	30	40

La superficie por alumno en aulas teóricas dependerá del nivel educativo, así tenemos que:

Tabla IV. Superficie por alumno

NIVEL	OPTIMO	MÍNIMO	AULA EXTERIOR
Pre-primario	2.40	2.00	2.00
Primario	1.50	1.25	-----
Medio básico	1.50	1.30	-----
Medio diversificado	1.50	1.30	-----

#### **2.2.1.3.12. Confort acústico**

Se consideran a las aulas teóricas como locales de generación de ruidos y su tolerancia, se da por el aislamiento acústico recomendable considerando un nivel de atención de ruido de 20 a 30 decibeles como mínimo para los elementos de cierre lateral.

#### **2.2.1.3.13. Aula unitaria**

Modalidad de escuela aplicable al área rural. Con el fin de atender una población escolar pequeña en las agrupaciones por grados son poco numerosas, lo que no justifica la construcción de aulas de baja capacidad y el nombramiento de maestro por grado.

La solución de escuela unitaria consiste en la asignación de un mismo maestro para atender varios grados, lo que trae como consecuencia la necesidad de diseño de espacio flexible en el que varios grupos puedan desarrollar simultáneamente diferentes actividades educativas conforme a distintos grados de enseñanza, dentro de un mismo nivel. El sistema es aplicado en el nivel primario donde existe una marcada similitud en el contenido de los programas de uno y otro grado.

#### **2.2.1.3.14. Aula de proyecciones**

La necesidad de un complemento demostrativos enunciado en los contenidos de los programas de estudio de algunas asignaturas debe ser satisfecha mediante espacios educativos flexibles que permitan el desarrollo de las actividades sugeridas en dichos programas, principalmente cuando se trate

de uso de recursos como: películas, diapositivas, filminas retroproyectors, etc., o de acciones de apoyo como conferencias o charlas.

en este tipo de locales los alumnos deben permanecer sentados en sitios fijos dispuestos en forma de auditorio, manteniendo su atención hacia la zona de proyección o de la actividad demostrativa propiamente dicha. Los sitios de los estudiantes deben permitir así mismo que estos puedan tomar notas, se recomienda que estos locales no sobrepasen la capacidad de un aula teórica, de modo que den cabida a un grupo correspondiente a un grado a una secciones.

#### **2.2.1.3.15. Economía doméstica**

En este tipo de locales se desarrollarán actividades teórico-prácticas con el objeto de orientar a los educandos en la selección, preparación, presentación y conservación de alimentos; proveerlos con principios básicos de sutura y cuidado de la ropa en general, estimulándolos para diseñar sus propias prendas, así como el de desarrollar su creatividad y destreza a través de la enseñanza practica de manualidades.

Tomando en consideración el nivel educativo y el tipo de escuela de que se trate, podrá determinar que actividades dada su diversidad, se realicen en distintos locales separados.

Entra las actividades que realizan los alumnos y profesores están; lavar, pelar, cortar los alimentos; medir t pesar ingredientes; hervir, freír, hornear; batir y licuar; lavar y guardar equipo; almacenar materiales y productos determinados; disponer el arreglo del comedor; servir los alimentos preparados.

### 2.2.1.3. Capacidad de alumnos

El numero de alumnos para desarrollar actividades en este tipo de locales educativos, esta dentro de los valores indicados en la siguiente tabla.

Tabla V. Capacidad de alumnos por aula

NIVELES	CAPACIDAD ÓPTIMA	CAPACIDAD MÁXIMA
Primario	30	40
Básicos	30	40
Diversificado	30	40

#### 2.2.1.3.1. Aula teórica

Según las normas de diseño, se sugiere 1.35 m<sup>2</sup> por alumno, en el área rural y 1.50 m<sup>2</sup> por alumno, en el área urbana. La zona de la escuela es área rural por lo que se tomara 1.35 m<sup>2</sup> por alumno.

Se denomina espacio educativo al conjunto de espacios destinados al ejercicio de la acción educativa, la cual se desarrolla en forma gradual e integral por medio de actividades tendientes al desarrollo psicomotor, socio emocional de la actividad creadora y de la sensibilidad estética, atendiendo a la naturaleza de las mencionadas actividades.

Lo anterior incide en la experiencia pedagógica que a demostrado que las aulas de dimensión cuadrada, son las que mejor se adaptan a la forma

educativa de los alumnos, por lo que presenta cualidades aceptables en cuanto a capacidad visual y auditiva.

Las dimensiones teóricas adecuadas, tomando siempre el criterio de 40 alumnos por aula, con  $1.35 \text{ m}^2/\text{alumno}$  son:

$$40 * 1.35 \text{ m}^2 = 54\text{m}^2$$

#### **2.2.1.4. Sistema estructural**

Teniendo en cuenta el área del terreno y las necesidades de espacios por aula, se hace necesaria la construcción de un edificio de dos niveles, y para el método constructivo se opta por un edificio de marcos rígidos.

#### **2.2.2. Distribución arquitectónica**

El proyecto consiste en la construcción de seis aulas, las cuales serán utilizadas para básico, además dirección, sala de reuniones cocina y una batería de baños.

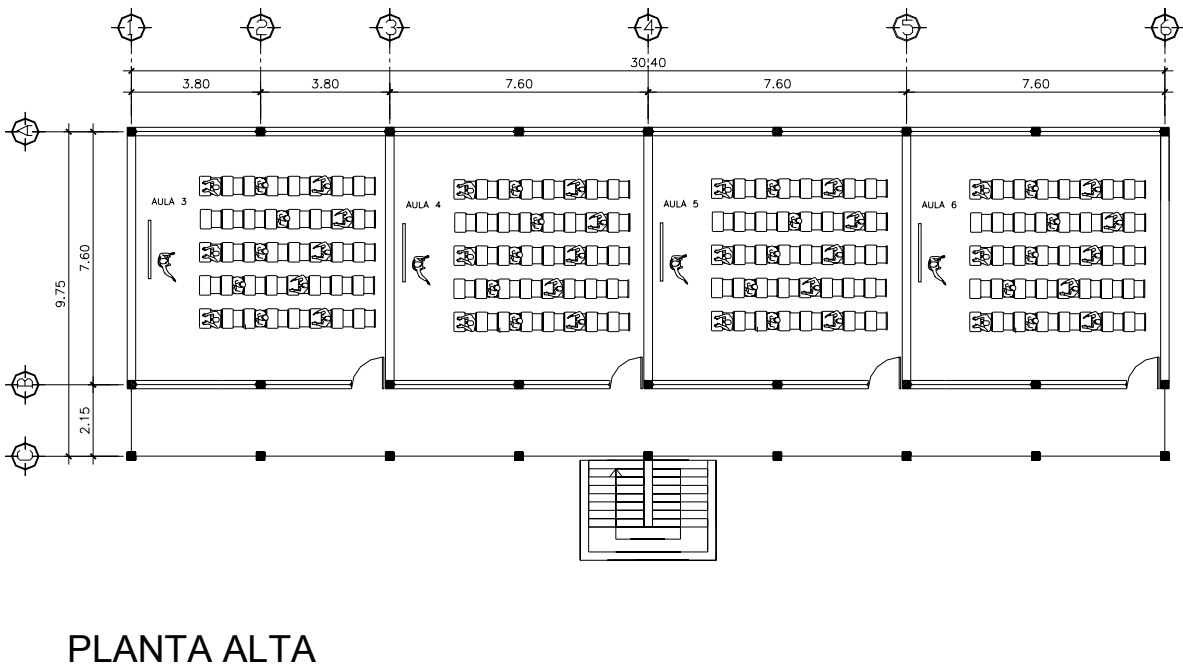
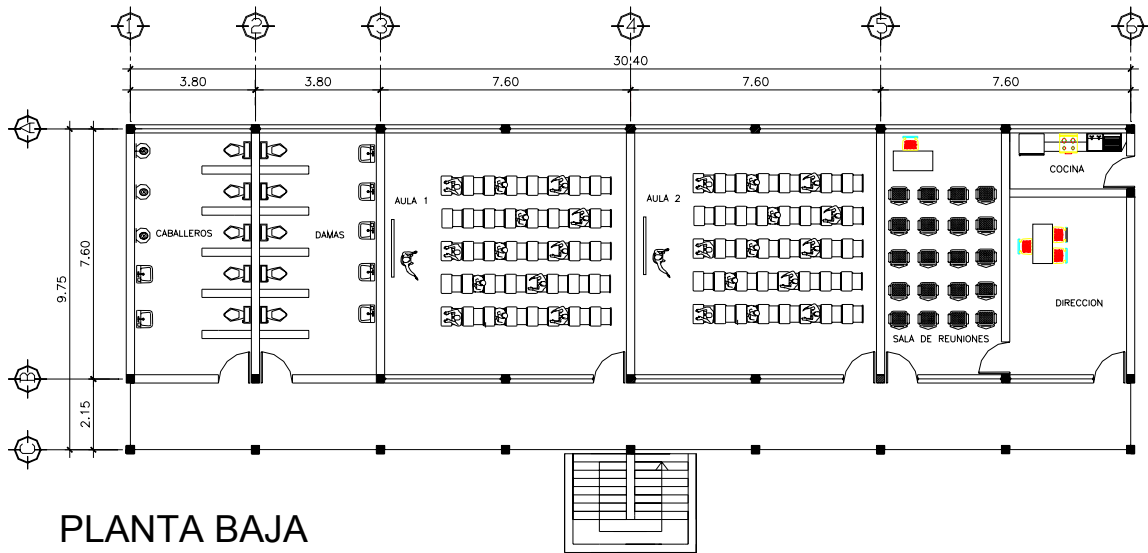
##### **2.2.2.1. Prediseño del edificio**

La longitud del edificio será de 30.65 metros y el ancho de 10 metros, la altura de los niveles será de 2.80 metros de piso a cielo. Las zapatas estarán a 1 metro por debajo del nivel del suelo, las paredes serán de mampostería y servirán como muros de tabique para división y no como muros de carga.



### 2.2.2.2. Predimensionamiento de los elementos

Figura 1. Plantas del edificio escolar



## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### DATOS GENERALES DEL DISEÑO

Carga muerta del segundo nivel	= 210,150 kg
Carga muerta del primer nivel	= 270,000 kg
Carga viva	= 350 kg/m <sup>2</sup>
Sección de viga principal	=0.25*0.60 mt
Sección de viga secundaria	=0.20*0.30 mt
Sección de columna	= 0.25*0.25 mt
Vs= 16 t/m <sup>2</sup>	Mux= 6.774 t-m
Pu= 43.5 t	Muy= 8.32 t-m
FCU = 1.55	f ' c= 210 kg/cm <sup>2</sup>
Gs= 1.4 t/m <sup>3</sup>	Fy= 2810 kg/cm <sup>2</sup>

### LIMPIEZA, NIVELACIÓN Y ZANJEO

Deberá de limpiarse el área de construcción todo el material que sea nocivo e interfiera la construcción. La nivelación que consiste en al trazo de ejes y colocación de las marcas para realizar la nivelación del terreno en el cual se indicaran y / o rellenos que se deban realizar según el caso, incluye todos los trabajos materiales y elementos necesarios para la demarcación.

### BODEGA

Se contará con una bodega para almacenar adecuadamente los materiales de construcción que no puedan permanecer en la intemperie. Se localizará en un lugar que no interfiera con la construcción, la construcción correrá a cargo del contratista.

## **ZAPATAS**

Serán de concreto reforzado de un  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  de  $2.10 * 0.50 \text{ mt.}$  de sección, el armado en ambos sentidos será con hierros de  $6/8"$  a cada  $20 \text{ cm.}$  Hierro grado 40. que incluye todo los materiales y trabajos necesarios para su realización.

## **CIMIENTO CORRIDO**

Será de concreto reforzado de un  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  de  $0.40 * .20 \text{ mt.}$  de sección, todo el largo con el siguiente armado : 3 hierros de  $1/2"$  y eslabones  $1/4 "$  a  $20 \text{ cm.}$  Hierro grado 40.

## **SOLERAS**

Estas incluyen todos los materiales, insumos necesarios para la realización de las soleras de humedad, intermedia y hidrófuga, que son de concreto reforzado de un  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ; tallada con una medida de  $0.20 * 0.15 \text{ mt,}$  y armadas con 4 hierros de  $1/2 "$  y estribos de  $3/8"$  a cada  $20\text{cm.}$  Hierro grado 40.

## **LEVANTADO DE MUROS**

Se utilizara block de concreto ligero de  $0.15 * 0.20 * 0.40 \text{ mt.}$

## **RELLENOS**

Se realizara hasta que el proceso depurado del concreto halla concluido y tenga la suficiente resistencia para soportar presión. Se efectuar con el mismo material excavado, salvo se indique lo contrario por el supervisor, el cual se compactara en capas no mayores de  $0.20 \text{ mt.}$

## **COLUMNAS**

Esta consiste en el levantado de columnas incluye todos los materiales e insumos y trabajos para su realización. Serán de concreto reforzado  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . tallas en ambas caras con sus dimensiones y esfuerzos correspondientes indicadas en los planos.

## **VIGAS**

Serán de concreto reforzado con un  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , hierro grado 40, dimensiones y esfuerzos correspondientes indicadas en los planos.

## **LOSAS DE CONCRETO**

Será una losa armada en ambos sentidos con un espesor de 13 cm., total de carga muerta de  $568 \text{ kg/m}^2$ , total de carga viva  $350 \text{ kg/m}^2$  y carga ultima de  $1390.2 \text{ kg/m}^2$  un  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , hierro grado 40.

## **FORMALETA**

La formaleta deberá adaptarse a la forma, dimensiones de los elementos a fundir, debe ser suficientemente sólida para resistir la presión de vida a la colocación del con concreto. Se apuntalarán y sujetaran de manera adecuada , para que conserven su forma y posición, las juntas no deberán permitir la fija de mortero, la remoción de la formaleta deberá hacerse de tal forma que no perjudique la seguridad y durabilidad de la estructura. La formaleta permanecerá en su lugar los siguientes tiempos mínimos:

- Columnas 2 días.
- Vigas y losas 18 días

● Voladizo

28 días

## **GRADAS**

Serán de concreto reforzado con un  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , hierro grado 40, dimensiones y esfuerzos correspondientes indicadas en los planos.

## **AGUA POTABLE**

La tubería será de cloruro polivinilo (PVC) con una presión de 160 PSI el diámetro y pendiente será como lo indique los planos, todos los accesorios podrán ser roscados o pegados debidamente.

## **INSTALACIÓN SANITARIAS**

Se utilizara tubería PVC. Con una presión de trabajo de 160 PSI, los diámetros , dimensiones y pendientes de la tubería de drenajes se indican en los planos y cualquier cambio será consultado con el supervisor.

## **INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

En el suministro, almacenaje, colocación y prueba de todos los elementos necesarios como: acometida, tableros, lámparas, conductos, conductores y accesorios, de manera que proporcionen un flujo continuo de energía eléctrica a todos los puntos de consumo.

## **PUERTAS Y VENTANAS**

Las ventanas serán de estructura metálica (marcos) + vidrio claro de 5 mm de espesor, las puertas también serán de estructura metálica

### 2.2.2.2.1. Columnas

Para esto se utilizará la siguiente fórmula:

$$P = .8(.225 f'c A_g + F_y A_s)$$

Donde  $A_s$  oscilará entre el 1 t el 8% del área gruesa de la columna y  $P$  se calculará según el área tributaria.

$$P = (\text{área tributaria de columna}) * (\text{peso del concreto}) = (18.525\text{m}^2) * (2400\text{kg/m}^3) = 4460 \text{ kg/m}$$

Entonces:

$$44460 = .8 (.225 * 210 * A_g + 2810(0.02) A_g)$$

$A_g = 472.97 \text{ cm}^2$  es decir una sección de  $21.75 \text{ cm} * 21.75 \text{ cm}$  por lo cual lo aproximado a una sección de  $25\text{cm} * 25\text{cm}$ .

### 2.2.2.2.2. Vigas

Para dimensionar vigas se tomará el criterio de ocho centímetros de peralte por cada metro de luz, es decir  $.08 * 7.60 = .60$  metros por lo que se proponen 60 centímetros. La base se toma igual a la dimensión de la sección de la columna es decir .25 m, por que la sección de viga queda de  $.25 * .60$  metros.

Sección de viga principal  $.25 * .60 \text{ mt}$ .

Sección de viga secundaria  $.25 * .30 \text{ mt}$ .

### **2.2.3. Cargas aplicadas a los marcos rígidos**

#### **2.2.3.1. Calculo del peso por nivel**

##### **Segundo nivel**

Carga muerta:

$$W_{\text{losa}} = (30.4 * 9.75 * .13) * 2400 + (144 * 296.4) = 13,537.6 \text{ kg}$$

$$W_{\text{vigas}} = 288 * 178.45 = 51537.6 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columnas}} = (.25 * .25 * 1.40 * 2400 * 27) = 5670 \text{ kg}$$

$$W_{\text{acabados}} = 296.4 * 60 = 17784 \text{ kg}$$

$$\text{Total de la carga muerta} = 210,150 \text{ kg}$$

##### **Carga viva:**

$$CV = (CV \text{ por alumnos})(\text{área})$$

$$CV = (350 \text{ kg/m}^2)(296.4 \text{ m}^2) = 103,740 \text{ kg}$$

Peso del segundo nivel

$$W = CM + .25CV$$

$$W = 210150 \text{ kg} + .25(103740 \text{ kg}) = 236,085 \text{ kg.}$$

##### **Primer nivel**

##### **Carga muerta:**

$$W_{\text{losa}} = (30.4 * 9.75 * .13) * 2400 = 92476.8 \text{ kg}$$

$$W_{\text{piso}} = 144 * 296.4 = 42681.6 \text{ kg}$$

$$W_{\text{vigas}} = 288 * 178.45 = 51537.6 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columnas}} = (.25 * .25) * (1 + 2.8 + 1.40) * 27 * 2400 = 21060 \text{ kg}$$

$$W_{\text{acabados}} = 296.4 * 60 = 17784 \text{ kg}$$

$$\text{Total de la carga muerta} = 270,000 \text{ kg}$$

**Carga viva:**

CV= (CV por alumnos) (área)

$$CV= (350\text{kg/m}^2)(296.4\text{m}^2)= 103,740 \text{ kg}$$

**Resumen**

**W del primer nivel = 295,935 kg**

**W del segundo nivel = 236,085 kg**

**Peso total = 532,020 kg**

**2.2.3.2. Calculo del corte basal**

$$V = ZIKCSW$$

Donde:

Z coeficiente que depende de la zona

I coeficiente de importancia de la obra

C coeficiente que depende del período natural de vibración

S coeficiente que depende del tipo de suelo

K coeficiente dependiente del sistema estructural usado

W peso propio de la estructura mas 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 en las direcciones X Y con los valores resultantes se puede diseñara el edificio contra un sismo en cualquier dirección.

**En el sentido x**

Z = 1 para la república de Guatemala

I = 1.30 para edificios de instituciones educativas

K = 0.67 para marcos dúctiles



$$C = \frac{1}{15 \times \sqrt{T}} \text{ donde } c \text{ no puede ser mayor a } 0.12 \text{ y de serlo se utilizara } 0.12$$

$$T = \frac{0.0906 \times H}{\sqrt{B}}$$

H = altura del edificio en metros

B = base del edificio en metros

Entonces

$$T = \frac{0.0906 * 6.60}{\sqrt{30.70}} = 0.10s.$$

$$C = \frac{1}{15 * \sqrt{0.10}} = 0.20 \text{ por lo que se utiliza } 0.12$$

S= 1.50 se utiliza el mayor valor permitido. El valor del producto de CS debe ser menor a 0.14, si el producto de ambos coeficientes excede este valor, se debe tomar 0.14 el valor conjunto de CS.

$$CS = (0.12 * 1.5) = 0.18 \text{ entonces se toma } 0.14$$

$$V = (1 * 1.30 * 0.67 * 0.14 * 53202) = 64874.51 \text{ kg}$$

En el otro sentido el valor de C es similar por lo que los valores en del corte basal no varían en ambas direcciones.

### 2.2.3.2.1. Fuerzas por nivel

La fuerza total lateral V puede ser distribuida en toda la altura de la estructura de acuerdo a la formula dada en la sección I€ del código SEAOC:

$$V = F_t + \sum F_i$$

Donde

V = corte basal

F<sub>t</sub> = fuerza en la cúspide

F<sub>i</sub> = 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 SEACC:

Si T < 0.25 segundos: F<sub>t</sub> = 0

Si T ≥ 0.25 segundos: F<sub>t</sub> = 0.07 TV

Donde:

T = periodo fundamental de la estructura.

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

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

Donde:

W<sub>i</sub> = peso de cada nivel i

H<sub>i</sub> = altura de cada nivel i

Para el peso de las columnas hay que tomar en cuenta lo siguiente:

- a. El peso de las columnas del primer nivel debe tomarse desde la cimentación hasta la mitad de las columnas del segundo nivel.

- b. El peso de las columnas intermedias se debe tomar de la mitad de la columna del nivel inferior a la mitad de la columna del nivel superior.

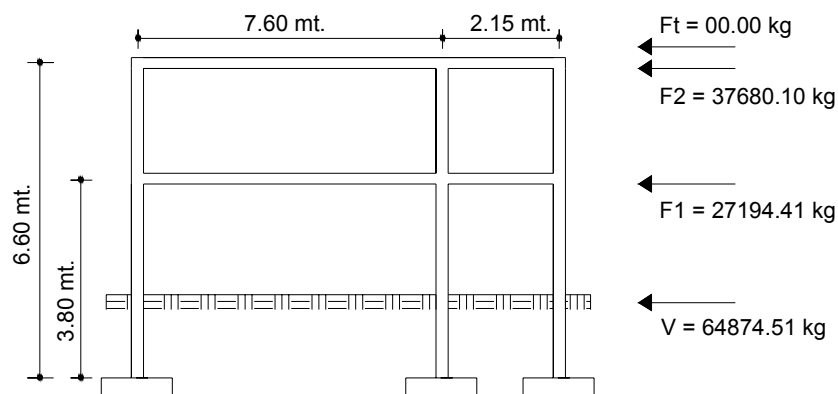
Fuerza en la cúspide  $F_t = 0$

$$F_2 = \frac{(64874.51 - 0)(236085)(6.60)}{(295935 * 3.8) + (236085 * 6.6)} = 37680.10 \text{ kg}$$

$$F_1 = \frac{(64874.51 - 0)(295935)(3.8)}{(295935 * 3.8) + (236085 * 6.6)} = 27194.41 \text{ kg}$$

A manera de comprobación:  $V = F_t + F_2 + F_1 = 64874.51 \text{ kg}$

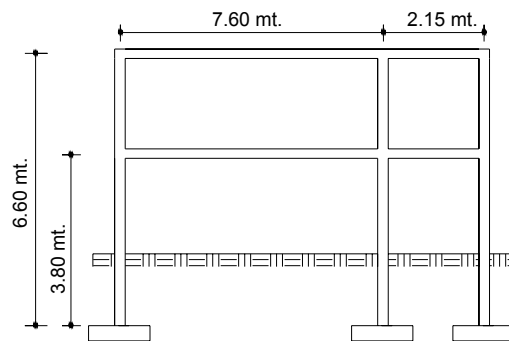
Figura 2. Fuerza por nivel



### 2.2.3.2.2. Fuerzas por marco

En la estructura 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 espaciados son asimétricos, se tendrá que dividir la fuerza de piso  $F_i$  proporcional a la rigidez de los marcos.

**Figura 3. Marco eje y-y**



### Fuerzas por marcos y-y

El edificio es simétrico en y, por lo que la fuerza por marcos será igual al producto de la división de la fuerza de piso entre el número de marcos en el sentido y.

### Segundo nivel

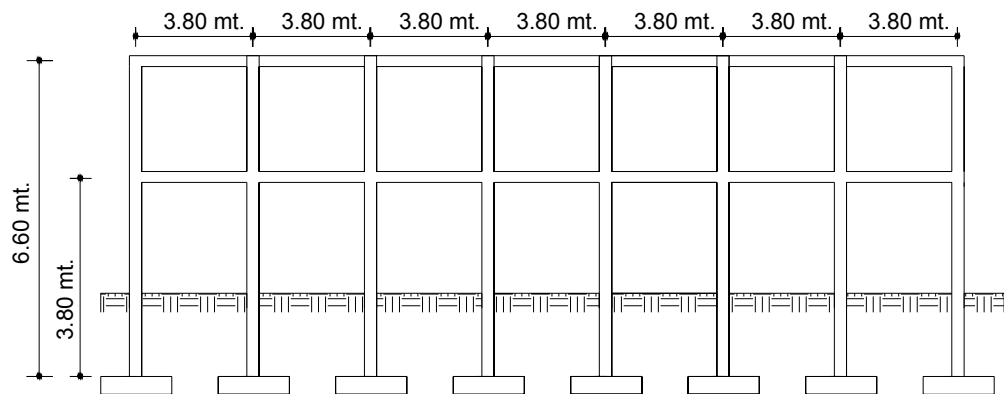
La fuerza del segundo nivel debe incluir  $F_t$

$$F_m = \frac{F_2 + F_t}{\text{número de marcos}} = \frac{(37680.10 + 0)}{9} = 4186.67 \text{ kg}$$

### Primer nivel

$$F_m = \frac{F_1}{\text{número de marcos}} = \frac{(27194.41)}{9} = 3021.60 \text{ kg}$$

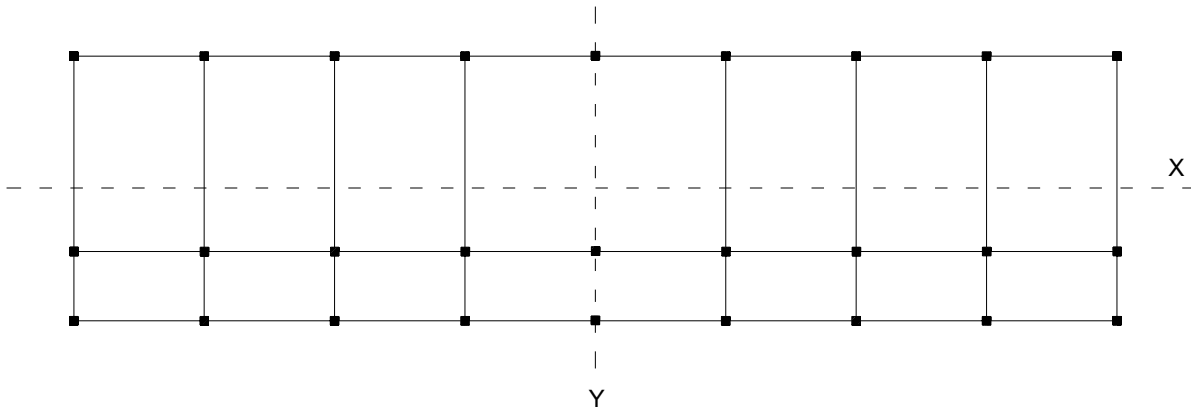
Figura 4. Marco eje x-x



### 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 2. Un método simplificado de analizar la torsión en la estructuras consiste en considerar separadamente los desplazamientos relativos del edificio, ocasionados por la traslación y los debidos a rotación en cada piso, tomando en cuenta la rigidez de cada nivel, con éstas, determinadas por las fuerzas correspondiente a un desplazamiento unitario, distribuyendo los cortantes por torsión en proporción a su rigidez.

**Figura 5. Simetría del edificio 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 este analizando, así será el tipo de apoyo, por lo tanto, la ecuación de rigidez a usar.

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

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

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

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

Donde:

P = carga asumida, generalmente 100000kg

h = altura del muro o columna analizada

E = módulo de elasticidad del concreto (  $15100 \sqrt{f'c}$  )

I = inercia del elemento

A = sección transversal del muro o columna analizada

G = módulo de rigidez (0.4 E)

Cuando el centro de rigidez CR no coinciden con el centro de masa CM, se produce excentricidad en la estructura, esto es 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 y el valor del centro de rigidez.

### 2.2.3.2.3. 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  $F''$  (fuerza rotacional) y la fuerza directamente proporcional a la rigidez de los marcos  $F_i'$  (fuerza traslacional).

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

Para esto se utilizan las siguientes fórmulas:

$$F_i' = \frac{K_m * F_n}{\sum K_i}$$

$$F'' = \frac{e * Fn}{Ei}$$

$$Ei = \frac{\sum (Kmdi)^2}{Km * di}$$

Donde:

Km = rigidez del marco

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

di = distancia de Cr a marcos considerado

Fn = Fuerza por nivel

Ei = relación entre rigideces y brazo de cada marco.

E = excentricidad

## Segundo nivel

Rigidez de columna x-x se utilizara la fórmula de voladizo por ser el último nivel.

$$K = \frac{1}{\frac{10000 * 280^3}{3 * 15100 * \sqrt{210} * \frac{1}{12} * 25^4} + \frac{1.2 * 10000 * 280}{25 * 25 * .4 * 15100 * \sqrt{210}}} = 0.967$$

Como la sección de las columnas son iguales en los marcos entonces:

$$Km = 9k \text{ y } k = 0.87$$



Tabla VI. Cálculo del centro de rigidez en el segundo nivel

Marco	K	L (mt)	KL (mt)
A	0.87	9.75	8.4825
B	0.87	2.15	1.8705
C	0.87	0.00	0.00
Sumatoria	2.61		10.353

CR = centro de rigidez

$$CR = \frac{KL}{K} = \frac{10.53}{2.61} = 3.97 \text{ mt}$$

$$CM_x = \frac{9.75}{2} = 4.875 \text{ mt}$$

$$CM_y = \frac{30.4}{2} = 15.20 \text{ mt}$$

$$e = CM - CR = 4.87 - 3.97 = 0.91 \text{ mt}$$

Tabla VII. Fuerza por marco por torsión del segundo nivel

	Km	Di	Kmdi	(Kmdi) <sup>2</sup>	Ei	Fi' (kg)	Fi'' (kg)	Fm (kg)
A	0.87	5.78	5.03	25.30	7.90	12560.03	4340.36	16900.39
B	0.87	-1.82	-1.58	2.50	-25.15	12560.03	-1363.37	11196.65
C	0.87	-3.97	-3.45	11.93	-11.52	12560.03	-29.7646	9583.56
	2.61			39.73				

Si el valor  $F_m < F_i'$  como la fuerza del marco. Si el valor  $F_m > F_i''$ ,  $f_m$  será el valor del marco analizado. Es decir que, 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.

$$K = \frac{1}{\frac{10000 * 380^3}{12 * 15100 * \sqrt{210} * \frac{1}{12} * 25^4} + \frac{1.2 * 10000 * 380}{25 * 25 * .4 * 15100 * \sqrt{210}}} = 0.1537$$

La rigidez del marco es

$$K_m = k_{c1} + k_{c2} + k_{c3} + k_{c4} + k_{c5} + k_{c6} + k_{c7} + k_{c8} + k_{c9} = 9k_c = 1.384$$

Tabla VIII. Cálculo del centro de rigidez del primer nivel

Marco	K	L (mt)	KL (mt)
A	1.384	9.75	13.49
B	1.384	2.15	2.945
C	1.384	0.00	0.00
Sumatoria	4.152		16.46

CR = centro de rigidez

$$CR = \frac{KL}{K} = \frac{10.53}{2.61} = 3.97 \text{ mt}$$

$$CM_x = \frac{9.75}{2} = 4.875 \text{ mt}$$

$$CM_y = \frac{30.4}{2} = 15.20 \text{ mt}$$

$$e = CM - CR = 4.87 - 3.97 = 0.91 \text{ mt}$$

Tabla IX. Fuerza por marcos por torsión del primer nivel

	Km	Di	Kmdi	(kmdi) <sup>2</sup>	Ei	Fi' (kg)	Fi'' (kg)	Fm (kg)
A	1.38	5.78	8.003	64.06	12.57	9069.17	1968.73	11037.90
B	1.38	-1.82	-2.52	6.34	-39.92	9069.17	-619.91	8449.26
C	1.38	-3.97	-5.49	30.19	-18.32	9069.17	-1350.81	7718.36
	4.152			100.59				

### 2.2.3.3 Integración de cargas

$$\text{Losa} = (2400 \text{ kg/m}^3) (0.13\text{m}) = 312\text{kg/m}^2$$

$$\text{Acabados} = 60 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Muro divisorios y tabiques} = 150 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Peso propio de la viga} = 288 \text{ kg/m}$$

$$\text{Carga viva} = 350 \text{ kg/m}^2$$

Áreas tributarias

$$A1 = \left( \frac{7.60 + 3.8}{2} \right) * 1.75 = 9.71 \text{ m}^2$$

$$A2 = (1.75 * 1.75) = 3.0625 \text{ m}^2$$

$$A3 = \left( \frac{3.5 + 1.65}{2} \right) * 0.925 = 2.38 \text{ m}^2$$

$$A4 = (0.925 * 0.925) = 0.8556 \text{ m}^2$$

**Cálculo de cargas sobre el marco x-x ( ver figura 4 )**

**Segundo nivel:** aquí no se incluye el peso de los muros y tabiques.

$$CM = \left( \frac{372 \text{ kg/m}^2 * 3.062 \text{ m}^2}{3.80 \text{ m}} \right) + \left( \frac{372 \text{ kg/m}^2 * 2.38 \text{ m}^2}{3.80 \text{ m}} \right) + 288 \text{ kg / m}$$

$$CM = 820.79 \text{ kg/m}^2$$

$$CV = \left( \frac{(350 \text{ kg/m}^2 * 3.062 \text{ m}^2)}{3.80 \text{ m}} \right) + \left( \frac{(350 \text{ kg/m}^2 * 2.38 \text{ m}^2)}{3.80 \text{ m}} \right)$$

$$CV = 501.28 \text{ kg/m}$$

$$CU = CM + CV = 1322.07 \text{ kg/m}$$

**Primer nivel:** tomando en cuenta los muros y tabiques

$$CM = \left( \frac{(522 \text{ kg/m}^2 * 3.062 \text{ m}^2)}{3.80 \text{ m}} \right) + \left( \frac{(522 \text{ kg/m}^2 * 2.38 \text{ m}^2)}{3.80 \text{ m}} \right) + 288 \text{ kg/m}$$

$$CM = 1035.63 \text{ kg/m}$$

$$CV = \left( \frac{(350 \text{ kg/m}^2 * 3.062 \text{ m}^2)}{3.80 \text{ m}} \right) + \left( \frac{(350 \text{ kg/m}^2 * 2.38 \text{ m}^2)}{3.80 \text{ m}} \right)$$

$$CV = 501.28 \text{ kg/m}$$

$$CU = CM + CV = 1536.91 \text{ kg/m}$$

**Cálculo de cargas sobre el marco y-y ( ver figura 3 )**

**Segundo nivel**

Tramo A-B

$$CM = \left( \frac{(372 \text{ kg/m}^2 * 9.71 \text{ m}^2)}{7.60 \text{ m}} \right) + \left( \frac{(372 \text{ kg/m}^2 * 9.71 \text{ m}^2)}{7.60 \text{ m}} \right) + 288 \text{ kg/m}$$

$$CM = 1238.56 \text{ kg/m}$$

$$CV = \left( \frac{(350 \text{ kg/m}^2 * 9.71 \text{ m}^2)}{7.60 \text{ m}} \right) + \left( \frac{350 \text{ kg/m}^2 * 9.71 \text{ m}^2}{7.60 \text{ m}} \right)$$

$$CV = 894.34 \text{ kg/m}$$

$$CU = CM + CV = 2132.9 \text{ kg/m}$$

Tramo B-C

$$CM = \left( \frac{(372 \text{ kg/m}^2 * 0.86 \text{ m}^2)}{2.15 \text{ m}} \right) + \left( \frac{372 \text{ kg/m}^2 * 0.86 \text{ m}^2}{2.15 \text{ m}} \right) + 288 \text{ kg / m}$$

$$CM = 584.08 \text{ Kg/m}$$

$$CV = \left( \frac{(350 \text{ kg/m}^2 * 0.86 \text{ m}^2)}{2.15 \text{ m}} \right) + \left( \frac{350 \text{ kg/m}^2 * 0.86 \text{ m}^2}{2.15 \text{ m}} \right)$$

$$CV = 278.57 \text{ kg/m}$$

$$CU = CM + CV = 862.64 \text{ kg/m}$$

### **Primer nivel**

Tramo A-B

$$CM = \left( \frac{(522 \text{ kg/m}^2 * 9.71 \text{ m}^2)}{7.60 \text{ m}} \right) + \left( \frac{522 \text{ kg/m}^2 * 9.71 \text{ m}^2}{7.60 \text{ m}} \right) + 288 \text{ kg / m}$$

$$CM = 1621.85 \text{ kg/m}$$

$$CV = \left( \frac{(350 \text{ kg/m}^2 * 9.71 \text{ m}^2)}{7.60 \text{ m}} \right) + \left( \frac{350 \text{ kg/m}^2 * 9.71 \text{ m}^2}{7.60 \text{ m}} \right)$$

$$CV = 894.34 \text{ kg/m}$$

$$CU = CM + CV = 2516.19 \text{ kg/m}$$

Tramo B-C

$$CM = \left( \frac{(522 \text{ kg/m}^2 * 0.86 \text{ m}^2)}{2.15 \text{ m}} \right) + \left( \frac{522 \text{ kg/m}^2 * 0.86 \text{ m}^2}{2.15 \text{ m}} \right) + 288 \text{ kg / m}$$

$$CM = 703.46 \text{ kg/m}$$

$$CV = \left( \frac{(350 \text{ kg/m}^2 * 0.86 \text{ m}^2)}{2.15 \text{ m}} \right) + \left( \frac{(350 \text{ kg/m}^2 * 0.86 \text{ m}^2)}{2.15 \text{ m}} \right)$$

$$CV = 278.57 \text{ kg/m}$$

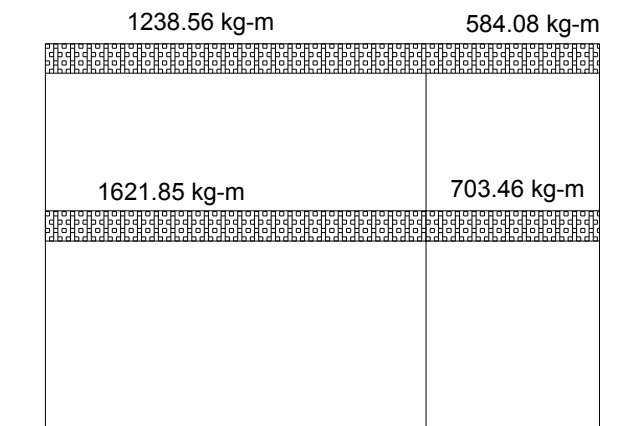
$$CU = CM + CV = 982.03 \text{ kg/m}$$

#### 2.2.4. Análisis estructural de los marcos

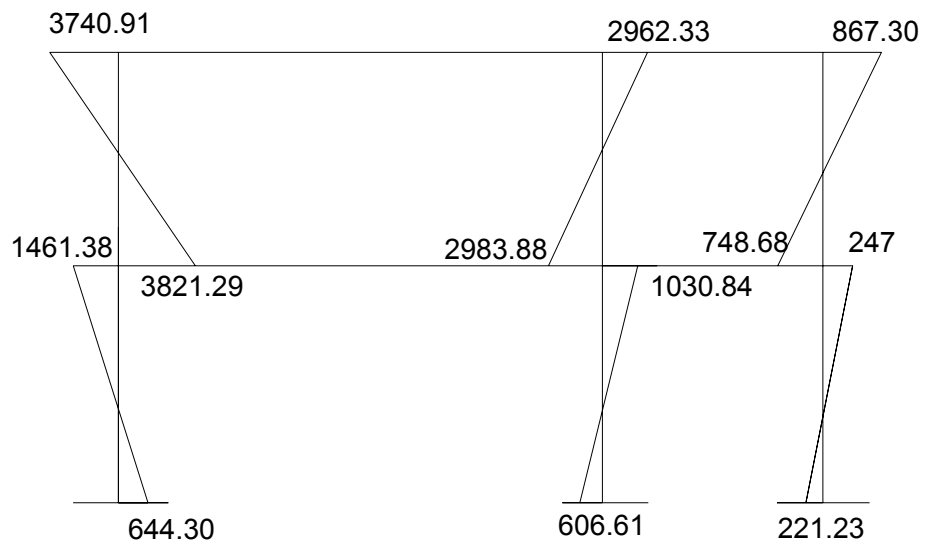
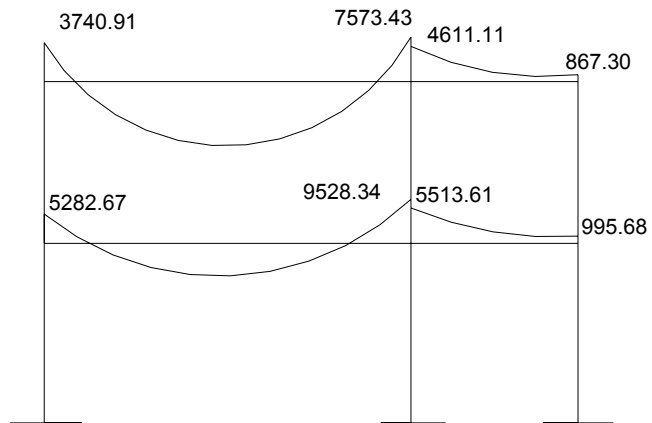
el análisis estructural se realizó por el medio del programa electrónico SAP 2000 educacional.

##### 2.2.4.1. Resultados del análisis estructural

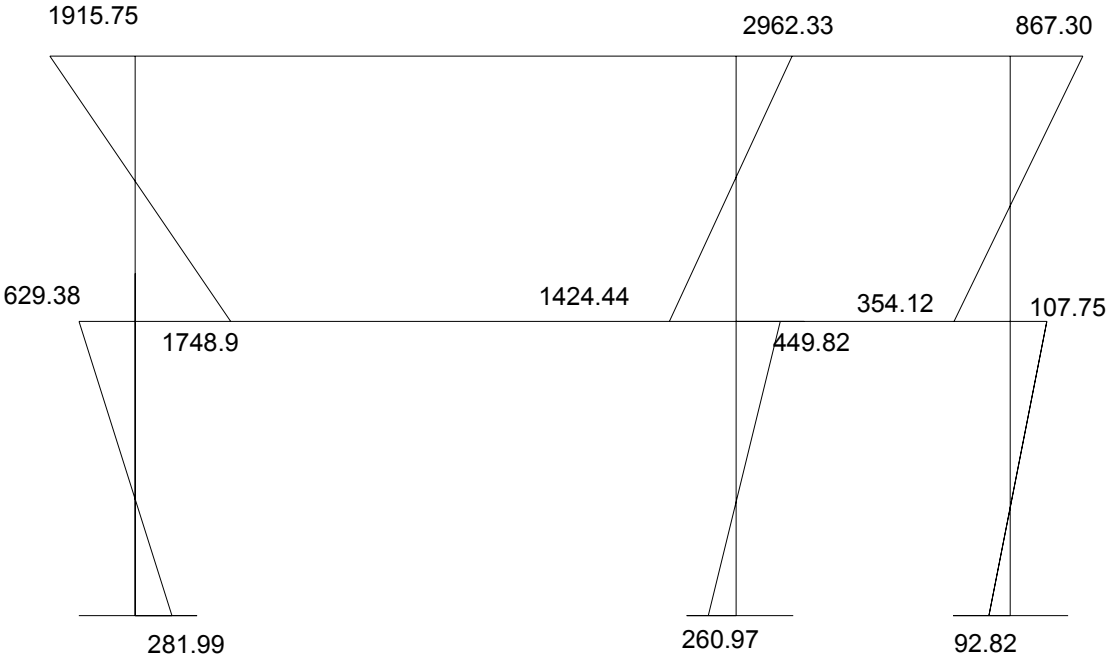
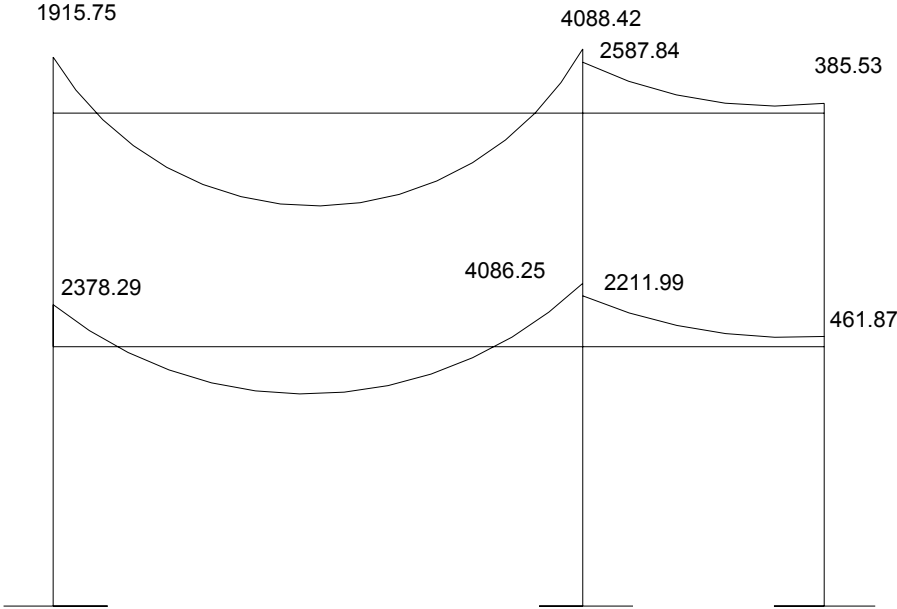
Figura 6. Cargas actuantes en el marco y



**Figura 7. Momentos producidos por la carga muerta**

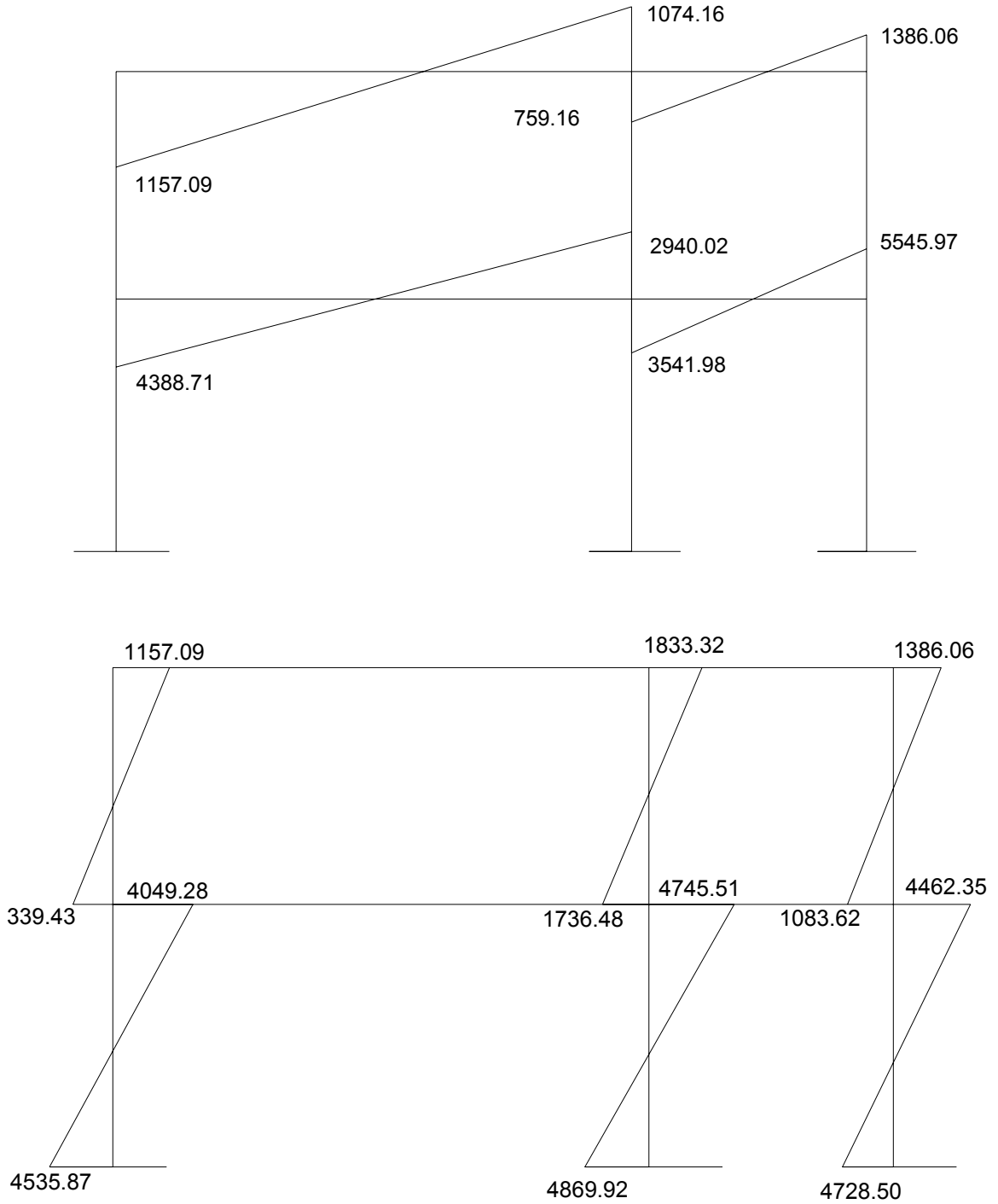


**Figura 8. Momentos producidos por la carga viva**





**Figura 9. Momentos producidos por carga sísmica**



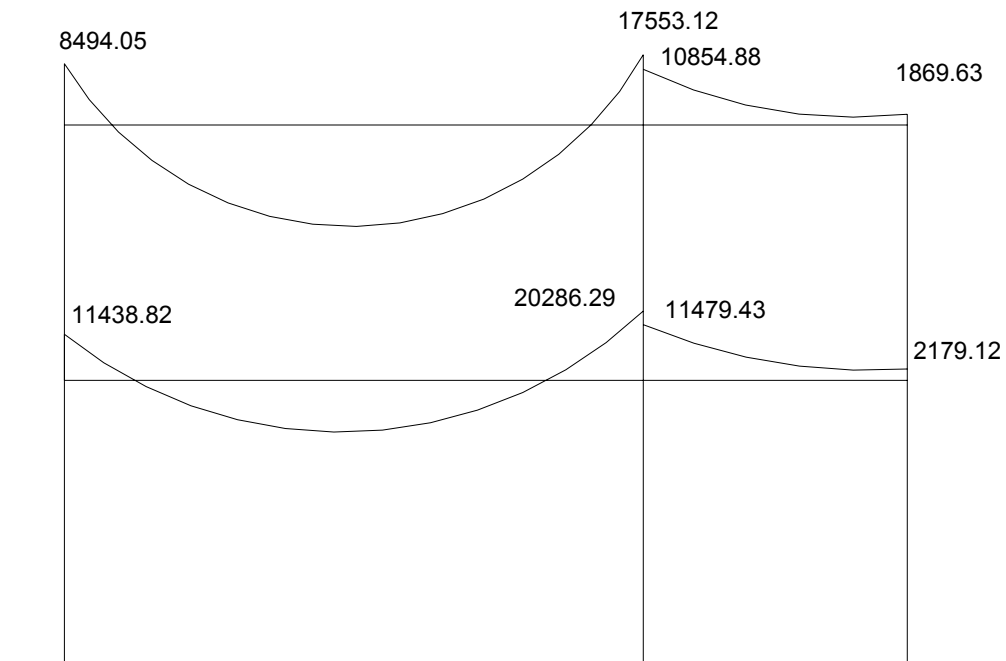
### 2.2.5. Envolvente de momentos

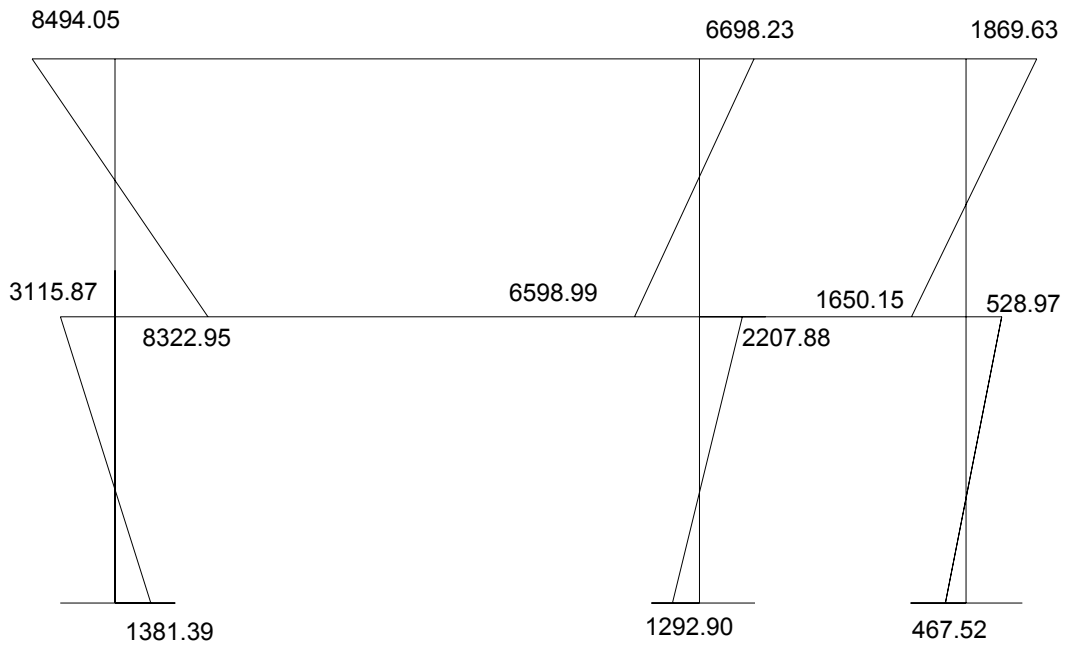
la envolvente de momentos es la representación de los esfuerzos mximos, que pueden ocurrir si suponer los efectos de la carga muerta, carga viva y la carga de SIMO, tanto en vigas como en columnas

para considerar la superposición de efectos, el código A.C.I. propone las siguientes combinaciones:

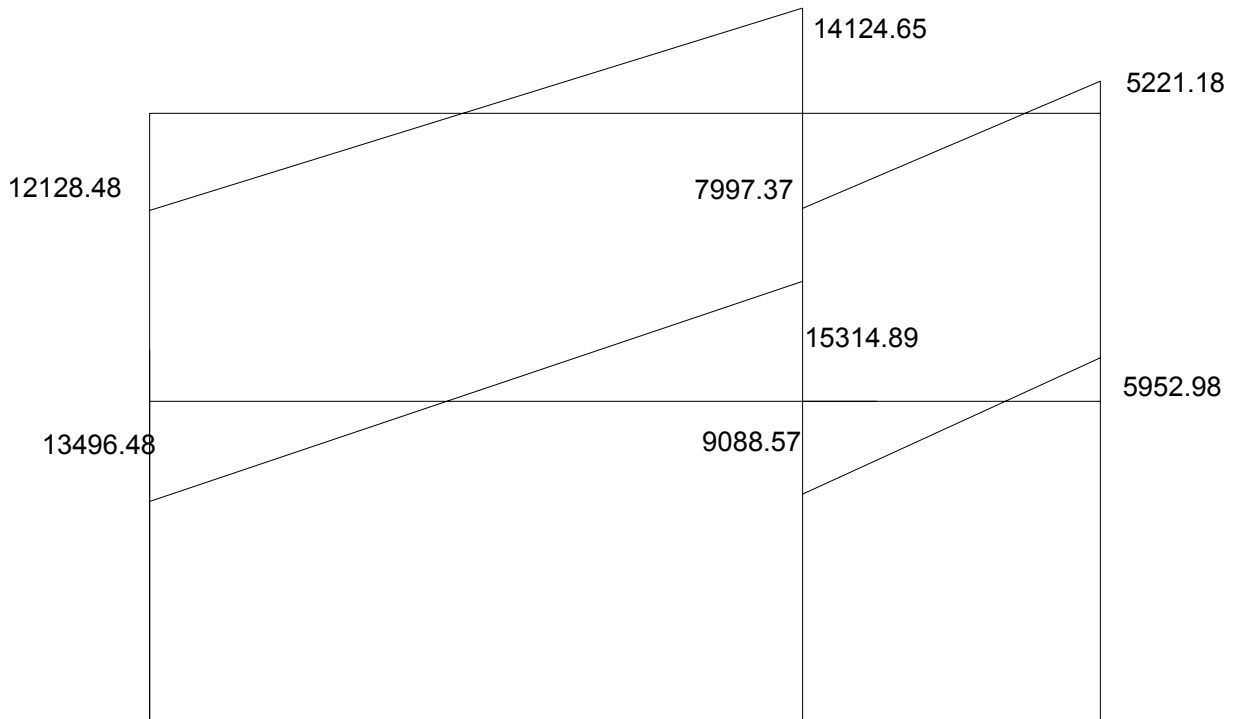
- 1.4CM + 1.7CV
- 1.05CM+1.28CV±1.40s
- 0.9CM±1.43s

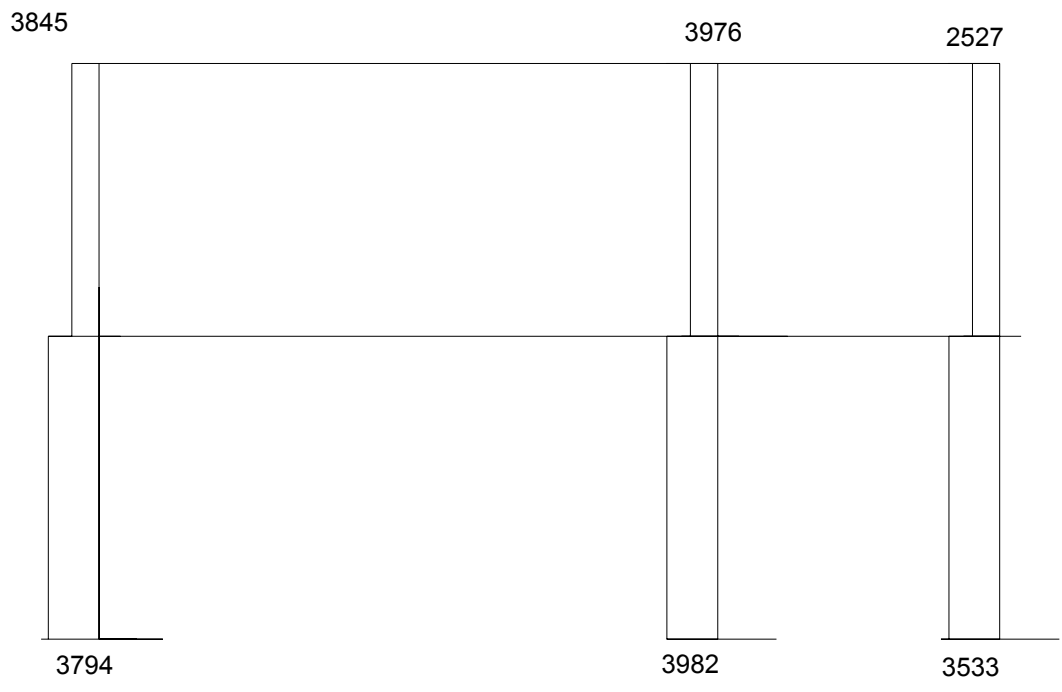
**Figura 10. Envolvente de momentos en el eje y**



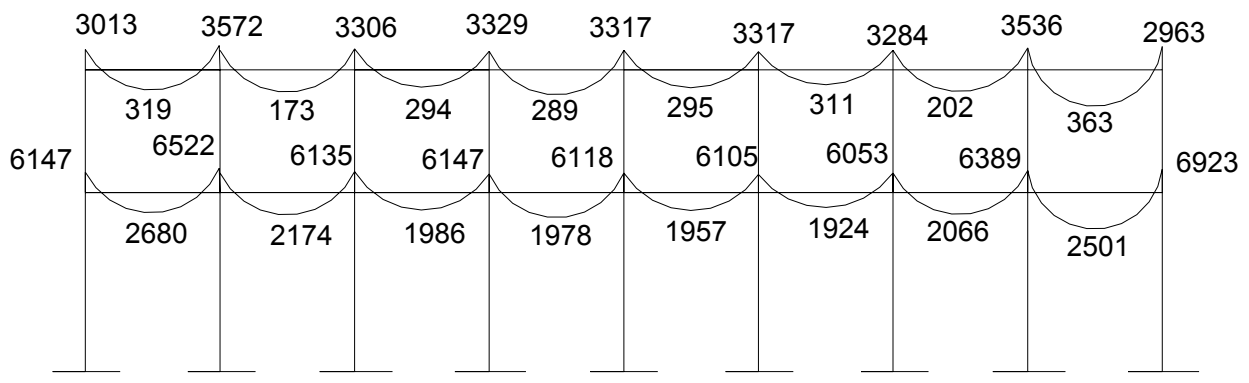


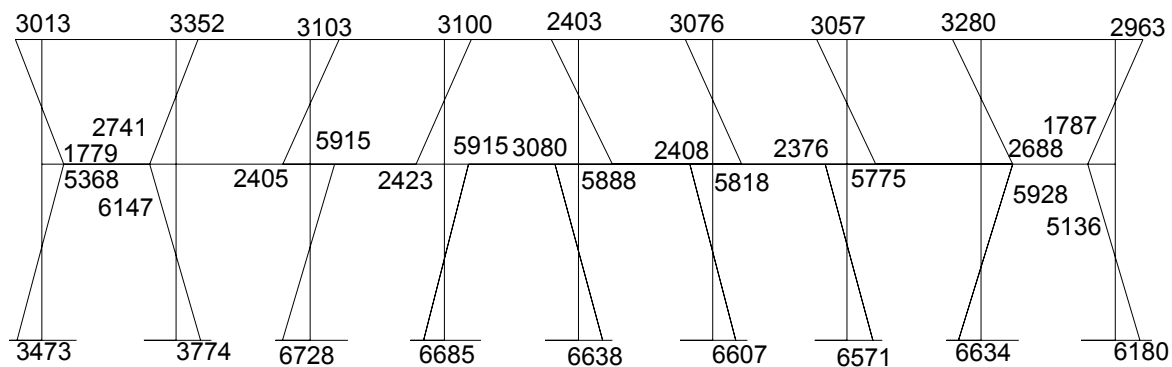
**Figura 11. Cortes en el eje y**



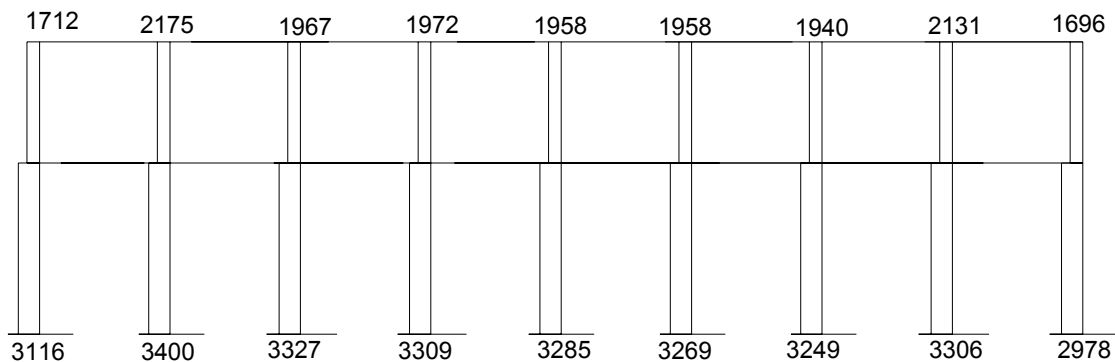
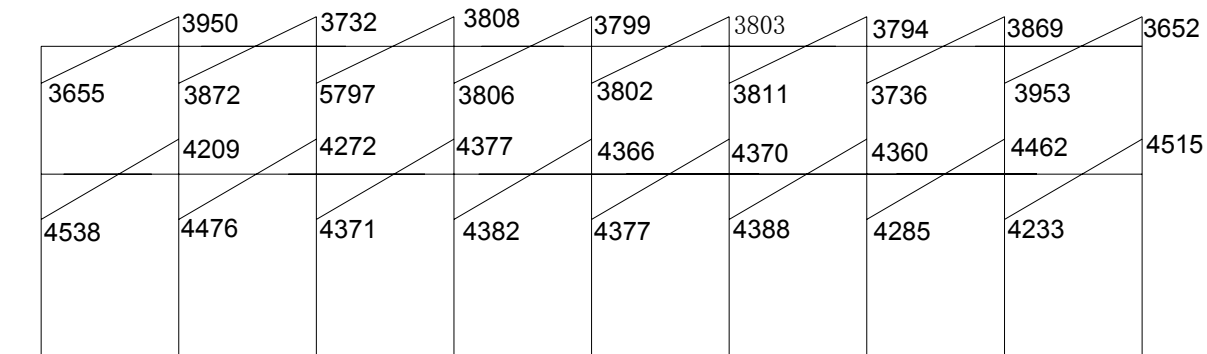


**Figura 12. Envolvente de momentos en el eje x**





**Figura 13. Cortes en el eje x**

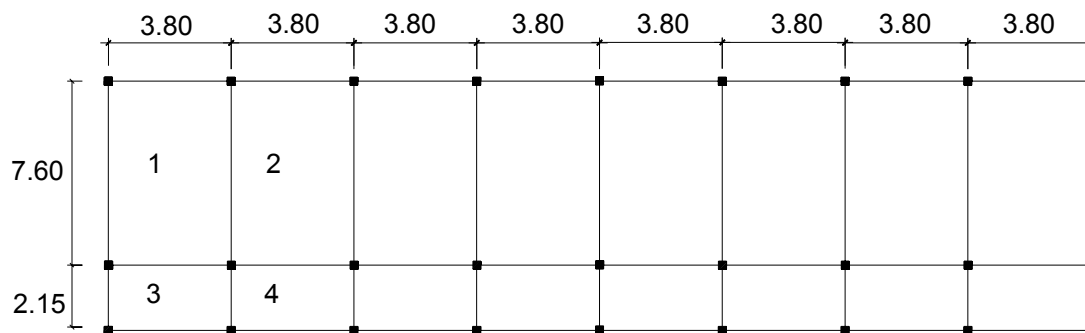


## 2.2.6. Diseño estructural

### 2.2.6.1. Losa del primer nivel

Para conocer si trabajan en uno o dos sentidos se divide el lado corto entre el lado largo, si este valor es mayor o igual a 0.5 trabajan en dos sentidos de lo contrario trabajará en uno.

**Figura 14. Losas del edificio educativo**



$$m_1 = m_2 = 3.8/7.6 = 0.5$$

$$m_3 = m_4 = 2.15/3.8 = 0.57$$

Para calcular el espesor de las losas se divide el perímetro entre 180 y se utilizara el mayor de estos resultados.

$$t_1 = t_2 = (7.60+7.60+3.8+3.8)/180 = 0.13 \text{ m}$$

$$t_3 = t_4 = (3.8+3.8+2.15+2.15)/180 = 0.07 \text{ m}$$

se usa 13 cm

El siguiente paso es el cálculo de cargas:

### **Carga muerta**

Peso de la losa	(0.13*2400)	312 kg/m <sup>2</sup>
Carga muerta adicional por losa		20 kg/m <sup>2</sup>
Mezclón		66 kg/m <sup>2</sup>
Carga muerta adicional por mezclón		20 kg/m <sup>2</sup>
Peso de muros		150 kg/m <sup>2</sup>
Total de carga muerta		568 kg/m <sup>2</sup>
Total de carga viva		350 kg/m <sup>2</sup>

Carga última = 1.4 (carga muerta) + 1.7 (carga viva)

$$C_u = 1.4(568) + 1.7(350) = 1390.2 \text{ kg/m}^2$$

Para el cálculo de momentos se utiliza el método tres del A.C.I. por lo que se utilizan las siguientes fórmulas:

$$M_a^- = C_a^- (\text{Cut})(a)^2$$

$$M_a^+ = C_a^+ (\text{CVu})(a)^2 + C_a^+ (\text{CMu})(a)^2$$

$$M_b^+ = C_b^+ (\text{CVu})(b)^2 + C_b^+ (\text{CMu})(b)^2$$

$$M_b^- = C_b^- (\text{Cut})(b)^2$$

Donde:

Cut = Carga última total

CVu = Carga viva última

CMu = Carga muerta última

C<sub>a</sub> = Coeficientes para los momentos

C<sub>b</sub> = Coeficientes para los momentos

Para las losas estudiadas los momentos son los siguientes:

Losa 1 (caso 4)

$$Ma^- = 0.094 (1390.2) (3.8)^2 = 1887 \text{ kg-m}$$

$$Ma^+ = 0.077(595)(3.8)^2 + (0.059) (795.2) (3.8)^2 = 1339 \text{ kg-m}$$

$$Mb^+ = 0.005(595)(7.6)^2 + (0.004)(795.2)(7.6)^2 = 355.56 \text{ kg-m}$$

$$Mb^- = 0.006(1390.2)(7.6)^2 = 481.79 \text{ kg-m}$$

Losa 2 (caso 9)

$$Ma^- = 0.089 (1390.2) (3.8)^2 = 1786.37 \text{ kg-m}$$

$$Ma^+ = 0.076(595)(3.8)^2 + (0.038) (795.2) (3.8)^2 = 1089.32 \text{ kg-m}$$

$$Mb^+ = 0.005(595)(7.6)^2 + (0.002)(795.2)(7.6)^2 = 263.7 \text{ kg-m}$$

$$Mb^- = 0.010(1390.2)(7.6)^2 = 802.86 \text{ kg-m}$$

Losa 3 (caso 4)

$$Ma^- = 0.092 (1390.2) (2.15)^2 = 591.13 \text{ kg-m}$$

$$Ma^+ = 0.072(595)(2.15)^2 + (0.056) (795.2) (2.15)^2 = 403.87 \text{ kg-m}$$

$$Mb^+ = 0.007(595)(3.8)^2 + (0.005)(795.2)(3.8)^2 = 117.55 \text{ kg-m}$$

$$Mb^- = 0.008(1390.2)(3.8)^2 = 160.57 \text{ kg-m}$$

Losa 4 (caso 8)

$$Ma^- = 0.085 (1390.2) (2.15)^2 = 546.15 \text{ kg-m}$$

$$Ma^+ = 0.07(595)(2.15)^2 + (0.052) (795.2) (2.15)^2 = 383.67 \text{ kg-m}$$

$$Mb^+ = 0.007(595)(3.8)^2 + (0.005)(795.2)(3.8)^2 = 117.55 \text{ kg-m}$$

$$Mb^- = 0.014(1390.2)(3.8)^2 = 281 \text{ kg-m}$$



Cuando dos losas están unidas en un lado y tienen momentos diferentes en ese lado, se deben balancear los momentos antes de diseñar el refuerzo, para esto se toma en cuenta lo siguiente :

Si  $0.8 * M_{\text{mayor}} < M_{\text{menor}}$ ; entonces  $M_b = (M_{\text{mayor}} + M_{\text{menor}}) * 0.50$   
 Si  $0.8 * M_{\text{mayor}} > M_{\text{menor}}$ ; se balancean proporcionalmente a su rigidez

$D_1$	$D_2$
$M_1$	$M_2$
$-dM * D_1$	$+dM * D_2$
$M_b$	$M_b$

$$D_1 = K_1 / (K_1 + K_2) \quad K_1 = 1/L_1$$

$L$  = Longitud de losa considerada

$$dM = M_1 - M_2$$

1 y 2 índices de  $M$  mayor y  $M$  menor

Balanceo de momentos entre la losa 1 y la losa 2

$$(1887)(0.8) = 1509.6 \text{ kg-m}$$

$1509.6 < 1786.37$  por lo que

$$M_b = (1509.6 + 1786.37) * 0.50 = 1836.69 \text{ kg-m}$$

Balanceo de momentos entre la losa 1 y la losa 3

$$(591)(0.8) = 472.8 \text{ kg-m}$$

$472.8 < 481.79$  por lo que  $M_b = 536.40 \text{ kg-m}$

Balanceo de momentos entre la losa 2 y la losa 4

$$802.86 (0.8) = 642.28 \text{ kg-m}$$

$642.28 > 546$  por lo que se deben balancear los momentos por su rigidez

0.78	0.22
546	802.86
200.35	-56.5
746.35	746.35

$$K_2 = 1/7.6 = 0.1315$$

$$K_4 = 1/2.15 = 0.4651$$

$$D_2 = (0.1315/0.135) + 0.4651 = 0.22$$

$$D_4 = (0.4651/0.1315) + 0.4651 = 0.78$$

Balanceo de momentos entre la losa 3 y losa 4

$$281(0.8) = 224.8 \text{ kg-m}$$

224.8 > 160.57 por lo que se deben balancear los momentos por su rigidez.

0.50	0.50	$K_3 = 1/3.8 = 0.2632$
160.57	281	$K_4 = 1/3.8 = 0.2632$
60.22	-60.22	$D_3 = 0.2632/0.2632 + 0.2632 = 0.50$
220.79	220.79	$D_4 = 0.2632/0.2632 + 0.2632 = 0.50$

Cálculo de peralte

$$d = t - \text{recubrimiento} = 13 - 2.5 = 10.5 \text{ cms.}$$

Cálculo del área de acero mínimo

$$A_{s_{\min}} = \left( \frac{0.40 * 14.1}{f_y} \right) * b * d = 2.11 \text{ cm}^2$$

Cálculo del espaciamiento

$$(\text{Área de la varilla}) (100) / A_{s_{\min}} = 33.64 \text{ cm se usa } 30 \text{ cm.}$$

Espaciamiento máximo

Acero propuesto para área de acero mínimo: No. 3 @ 30 cm.

$$S_{\max} = 3t = 39 \text{ cm}$$

Área de acero requerido

Con este acero mínimo el momento que se cubre es

$$M = 0.90 \left( \frac{(A_{s_{\min}} * f_y * d) - (A_{s_{\min}}^2 * f_y^2)}{1.7 * f'_c * b} \right) = 618.16 \text{ kg-m}$$

Se necesitan nuevos espaciamientos para cubrir los momentos mayores a 618.16 kg-m

Tabla X. Cálculo de las áreas de acero par la losa del primer nivel

M(kg-m)	As (cm <sup>2</sup> )	Número de varilla	S(cm)	Smax(cm)
746	2.87	4	44	39
1339	5.25	4	25	39
1089	4.24	4	30	39
1837	7.31	5	25	39

### **Cálculo del corte máximo actuante**

$$V_{max} = C_{ult} * L * 0.50 = (1390.2)(3.8) * 0.50 = 2641.38 \text{ kg}$$

L = lado mayor de las dimensiones cortas

### **Corte máximo resistente**

$$V_r = 45 (f'_c)^{1/2} t = 45(210)^{1/2}(13) = 8477.45 \text{ kg}$$

$V_r > V_{max}$  chequea

El armado de la losa se especifica en planos

### **2.2.6.2. Diseño de la losa del segundo nivel**

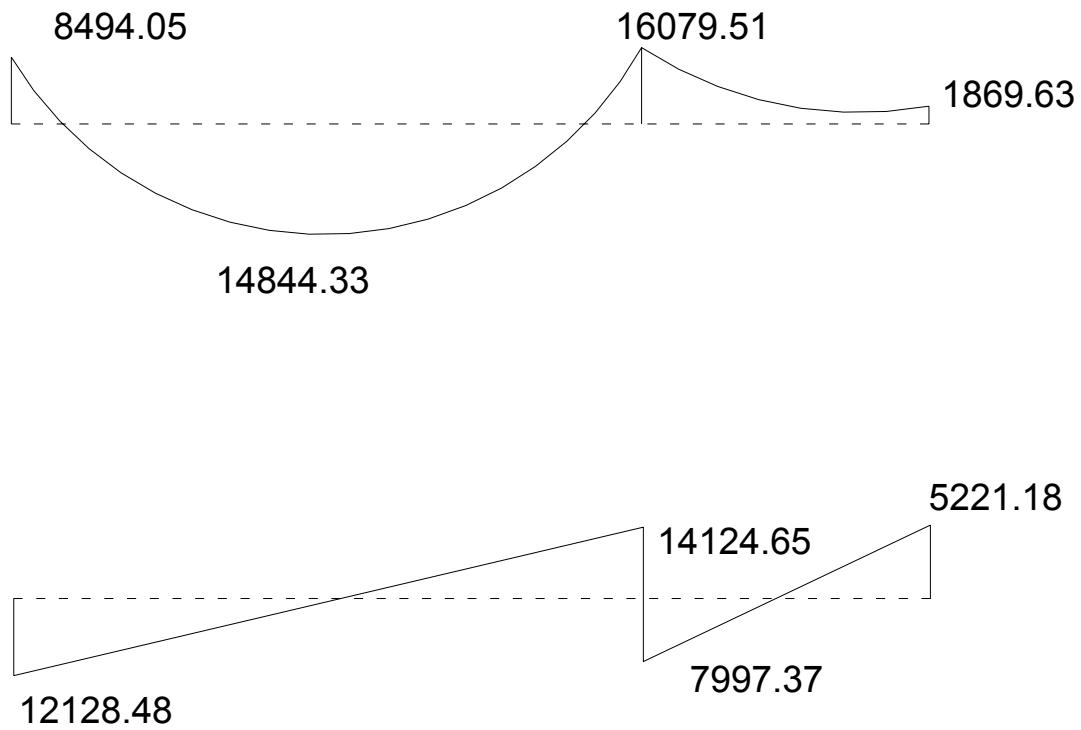
El procedimiento es similar al anterior, variando en el cálculo de la carga muerta porque no se incluye el peso provocado por los muros; siendo así, solo se muestran los resultados en planos.

### **2.2.6.3. Diseño de las vigas**

Una viga puede definirse como un miembro estructural que descansa sobre apoyos situados generalmente en sus extremos y que soporta cargas

trasversales. Las cargas que actúan sobre la viga, tienden a flexionarla mas que alargarla o acortarla.

**Figura 15. Momentos y cortes de la viga tipo 1 (segundo nivel) sentido y**



**Limites de acero**

**Área de acero mínima**

$$A_{s_{min}} = \left( \frac{0.40 * 14.1}{f_y} \right) * b * d = 7.02 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = (14.1/2810) (25) (56) = 7.02 \text{ cm}^2$$

### Área de acero máxima

$$A_{s_{\text{máx}}} = \phi_r b d$$

$$A_{s_{\text{máx}}} = 0.5 * 0.036946 * 25 * 56 = 25.86 \text{ cm}^2$$

### Acero longitudinal

$$A_s = \left[ b * d - \sqrt{(b d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 f'c}} \right] * \frac{0.85 * f'c}{f_y}$$

**Tabla XI. Cálculo del área de acero para una viga tipo 1**

Momento	As (cm <sup>2</sup> )	Varillas	Área cubierta
8494.05	6.2	2 núm. 7	7.76
14844.33	11.09	3 núm. 7	11.64
16079.51	12.07	3 núm. 7 + 1 núm. 3	12.35
1869.63	1.33	2 núm. 3	1.42

### Cama superior

Se deben colocar, como mínimo, dos varillas o más de acero corridas tomando el mayor de los siguientes valores:  $A_{s_{\text{min}}}$  o el 33%  $A_s$  calculada para el momento negativo.

### Cama inferior

Se deben colocar como mínimo, dos varillas o más de acero corridas, tomando el mayor de los valores:  $A_{s_{\text{min}}}$ , 55% del  $A_s$  del M+ ó el 50%  $A_s$  del M-. El resto del acero, en ambas camas, se coloca como bastones y rieles.

## Resistencia al corte

Para la resistencia al corte, en las vigas, se colocan estribos que ayudan a contrarrestar estos efectos, además de ser utilizados para el armado.

## Calculo del refuerzo de corte para la viga

### Corte que resiste el concreto

$$V_r = 0.85 * 0.53 (f'_c)^{1/2} b d = 0.53 * 0.85 (210)^{1/2} (25)(56) = 9139.71 \text{ kg}$$

Este valor se compara con el corte actuante

$$9139.71 < 14124.65$$

Para el corte de 14124.65 kg

Esfuerzo cortante actuante ( $n_a$ )

$$n_a = \frac{V_a}{b d} = \frac{14124.65}{25 * 56} = 10.09 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo de corte que resiste el concreto ( $n_{cu}$ )

$$n_{cu} = 0.85 * 0.53 * f'_c^{1/2} = 6.52 \text{ kg/cm}^2$$

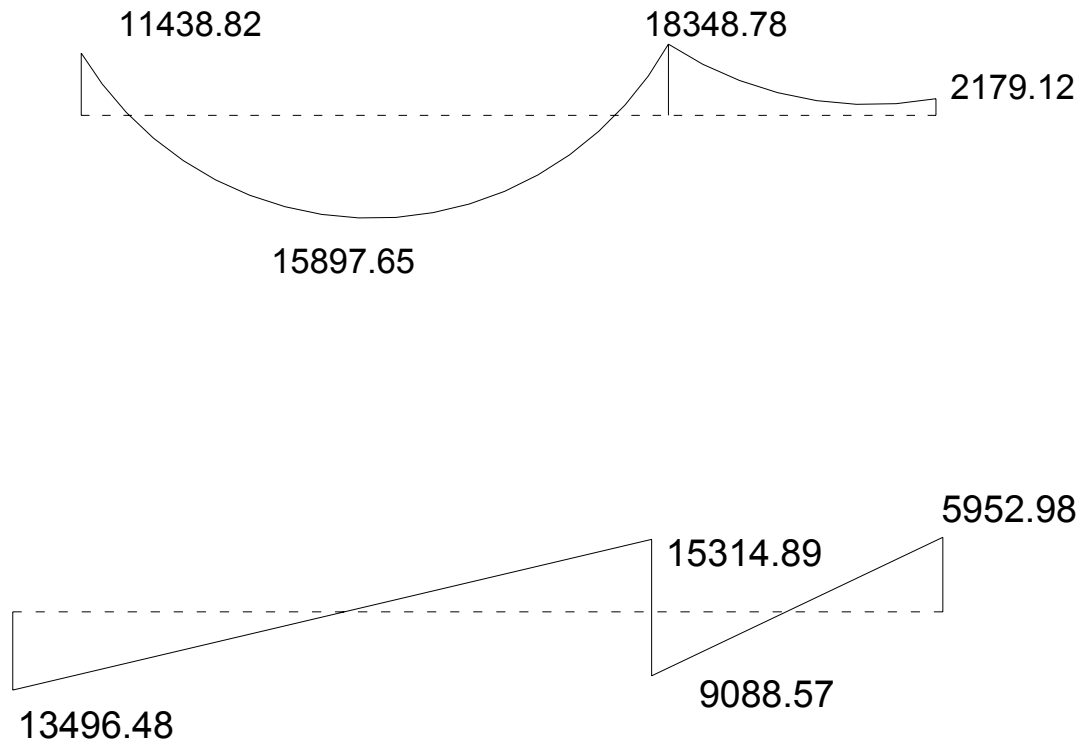
Espaciamiento de estribos, acero propuesto núm. 3

$$S = \frac{2 * A_v * f_y}{(n_a - n_{cu}) * b} = \frac{2 * 0.71 * 2810}{(10.09 - 6.52) * 25} = 44.71 \text{ cm}$$

$$S_{\text{max}} = \frac{d}{2} = \frac{56}{2} = 28 \text{ cm}$$

Se colocan estribos núm. 3 @ 25 cm

**Figura 16. Momentos de la viga tipo 2 (primer nivel) sentido y**



**Limites de acero**

**Área de acero mínima**

$$A_{s_{\min}} = \left( \frac{0.40 * 14.1}{f_y} \right) * b * d = 7.02 \text{ cm}^2$$

**Área de acero máxima**

$$A_{s_{\max}} = \phi_r b d$$

$$A_{s_{\max}} = 0.5 * 0.036946 * 25 * 56 = 25.86 \text{ cm}^2$$

## Acero longitudinal

$$A_s = \left[ b * d - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 f'c}} \right] * \frac{0.85 * f'c}{f_y}$$

Tabla XII. Cálculo del área de acero para una viga tipo 1

Momento	As (cm <sup>2</sup> )	Varillas	Área cubierta
11438.82	8.51	2 núm. 8	10.14
15879.65	11.92	3 núm. 7 + 1 núm. 3	12.35
18348.78	13.90	3 núm. 7 + 2 núm. 4	14.18
2179.12	1.56	1 núm. 5	2.00

## Resistencia al corte

Para la resistencia al corte, en las vigas, se colocan estribos que ayudan a contrarrestar estos efectos, además de ser utilizados para el armado.

## Corte que resiste el concreto

$$V_r = 0.85 * 0.53 (f'c)^{1/2} bd = 0.53 * 0.85 (210)^{1/2} (25)(56) = 9792.55 \text{ kg}$$

Este valor se compara con el corte actuante

$$9792.55 < 15314.89$$

Para el corte de 15314.89 kg



Esfuerzo cortante actuante ( $n_a$ )

$$n_a = \frac{V_a}{bd} = \frac{15314.89}{25 * 56} = 10.94 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo de corte que resiste el concreto ( $n_{cu}$ )

$$n_{cu} = 0.85 * 0.53 * f_c^{1/2} = 6.52$$

Espaciamiento de estribos, acero propuesto núm. 3

$$S = \frac{2 * A_v * f_y}{(n_a - n_{cu}) * b} = \frac{2 * 0.71 * 2810}{(10.94 - 6.52) * 25} = 36.11 \text{ cm}$$

$$S_{max} = \frac{d}{2} = \frac{56}{2} = 28 \text{ cm}$$

Se colocan estribos varillas núm. 3 @ 25 cm

Para las vigas en el sentido Y se calcula que el área de acero se encuentra entre los límites de mínimo y máximo por lo que su procedimiento está bien, mientras que el sentido X, se redujo su peralte para economía del proyecto, teniendo una sección de (0.20\*0.30) metros y áreas de acero como se verán en los planos.

#### **2.2.6.4. Diseño de las columnas**

##### **Columnas del nivel superior**

Las columnas son elementos estructurales utilizados primordialmente para soportar cargas de compresión. Una columna corta es aquella en la que la carga última para una excentricidad dada está solamente gobernada por la resistencia de los materiales y las dimensiones de la sección transversal.

Una columna esbelta, es aquella en que la carga última está influida por la esbeltez, lo que produce flexión adicional debido a las deformaciones transversales.

Si se utiliza el análisis estructural convencional de primer orden, siendo este el caso de la estructura estudiada, se deberán determinar los momentos y fuerzas encontradas para tomar en cuenta los efectos de segundo orden.

#### Dimensiones

Sección de columna = 25 \* 25      Longitud de columna = 2.8 mt

Sección de viga 1 = 25\*30      Longitud de viga 1 = 3.8 mt

Sección de viga 2 = 25\*60      Longitud de viga 2 = 7.6 mt

Espesor de losa = 0.13 mt

Área tributaria = 18.52 m<sup>2</sup>

#### Cargas

Carga muerta = 312 kg/m<sup>2</sup>

Carga viva = 350 kg/m<sup>2</sup>

Cu total = 1.4(312) + 1.7(350) = 436.8 + 595 = 1031.8 kg/m<sup>2</sup>

$$F_{cu} = \frac{C_u}{(CV + CM)} = 1.558610$$

Peso vigas 1561.5 kg

#### Momentos

Máximo momento en x 3352 kg-m

Máximo momento en y 8494.05 kg-m

#### Carga axial

Carga axial = (área tributaria)(Cu) + (peso vigas)Factor de carga última)

P = 21.54270594 t.

**Tabla XIII. Esbeltez de las columnas en x**

	Inercia (cm <sup>4</sup> )	L cm	K=I/L (cm <sup>3</sup> )
Columna	332552.08	280	116.257
Viga 1	28125	380	74.013
Viga 2	225000	760	296.052

y (grado de empotramiento): se calcula en cada extremo de la columna, dependiendo cuantas vigas y columnas llegan al punto

$$y = \frac{\sum EI * L(col)}{\sum EI * l(vigas)}$$

E= 1 porque todo el marco es del mismo material

Extremo superior ya = 0.7853833598

Extremo inferior yb = 1.570767196

Promedio yp = 1.178075397

Según el ACI 318-95 R10.12.1

$$k = \frac{(20 - yp)}{20 * (1 + yp)^{1/2}} \quad yp < 2$$

$$k = 1.39$$

Relación de esbeltez E

R = 0.3 h ACI 10.11.2      r= 0.075 cm

$$E = \frac{Klu}{r} = 40.74 > 22 \text{ magnificar}$$

Magnificación de momentos

Flujo plástico

$$b = \frac{CM_u}{cu} = b = 0.42$$

carga crítica de Euler

$$EI = \frac{Ec * I_g / 2.5}{(1 + b)} \quad EI = 200.18 \text{ t-m}^2$$

$$P_{cr} = \frac{p^2 EI}{(k * lu)^2} \quad P_{cr} = 211.61 \text{ t-m}^2$$

Magnificador

$$d = \frac{CM}{1 - \left(\frac{Pu}{fP_{cr}}\right)} = 1.17$$

Momento de diseño = M\*d = 3.92 t-m

Esbeltez de las columnas en y

**Tabla XIV. Esbeltez de las columnas en y**

	Inercia (cm <sup>4</sup> )	L cm	K=I/L (cm <sup>3</sup> )
Columna	332552.08	280	116.257
Viga 1	28125	380	74.013
Viga 2	225000	760	296.052

y = grado de empotramiento

$$y = \frac{\sum EI * L(col)}{\sum EI * l(vigas)}$$

E= 1 porque todo el marco es del mismo material

Extremo superior  $y_a = 0.196345899$

Extremo inferior  $y_b = 0.392691799$

Promedio  $y_p = 0.294518849$

Según el ACI 318-95 R10.12.1

$$k = \frac{(20 - y_p)}{20 * (1 + y_p)^{1/2}} \quad y_p < 2$$

$$k = 1.12$$

Relación de esbeltez E

$$R = 0.3 h \text{ ACI 10.11.2} \quad r = 0.075 \text{ cm}$$

$$E = \frac{Klu}{r} = 32.88 > 22 \text{ magnificar}$$

Magnificación de momentos

Flujo plástico

$$b = \frac{CMu}{cu} = 0.42$$

carga crítica de Euler

$$EI = \frac{Ec * I_g / 2.5}{(1 + b)} \quad EI = 200.18 \text{ t-m}^2$$

$$P_{cr} = \frac{p^2 EI}{(k * lu)^2} \quad P_{cr} = 324.82 \text{ t-m}^2$$

Magnificador

$$d = \frac{CM}{1 - \left(\frac{Pu}{fPcr}\right)} = 1.10$$

Momento de diseño = M\*d = 9.38 t-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 mas utilizados, porque su procedimiento es tan sencillo y produce resultados satisfactorios.

La idea fundamental del método de Bresler es aproximar el valor de  $1/P'u$ . Este valor se aproxima por un punto del plano determinado por los tres valores. Carga axial pura ( $P'o$ ), la carga de falla para una excentricidad  $ex$  ( $P'xo$ ) y la carga de falla para una excentricidad  $ey$  ( $P'oy$ ).

La forma conocida como ecuación de Bresler es:

$$\frac{1}{P'u} = \frac{1}{P'ox} + \frac{1}{P'oy} - \frac{1}{P'o}$$

Datos:

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

$$f'c = 0.21 \text{ t/cm}^2$$

$$fy = 2.81 \text{ t/cm}^2$$

$$Pu = 21.54 \text{ t}$$

### Área de acero

$$\text{As min (1\%)} = 6.25 \text{ cm}^2$$

$$\text{As max (6\%)} = 37.5 \text{ cm}^2 \text{ As propuesto } 4 \text{ núm. } 7 = 15.52 \text{ cm}^2$$

### Excentricidades

$$e_x = M_x/P_u \quad e_x = 0.18 \text{ mt}$$

$$e_y = \frac{M_x}{P_u} = 0.43 \text{ mt}$$

$$\left(\frac{e_y}{h}\right) = 0.73$$

$$\left(\frac{e_y}{h}\right) = 1.16$$

### Elección de gráfica (figura 13)

$$g = \frac{(h - 2d')}{h} = 0.76$$

Valor de la curva

$$r_{tm} = \frac{(A_s * f_y)}{(A_g * 0.85 * f'_c)} = 0.39$$

Leer el factor K

$$K_x = 0.34 \quad K_y = 0.24$$

Cargas

$$P_u = k * f'_c * A_g$$

$$P'_o = 0.7 * 0.85 * f'_c * A_g + A_{st} * f_y = 108.62159 \text{ t.}$$

$$\frac{1}{P'_u} = \frac{1}{P'_{ox}} + \frac{1}{P'_{oy}} - \frac{1}{P'_o} \quad P'_u = 22.25 \text{ t.}$$

$P'_u = > 21.54 \text{ t}$  el armado propuesto resiste las fuerzas aplicadas.

## Cálculo del acero transversal (estribos)

Además de diseñar las columnas para resistir flexocompresión, es necesario dotarlas con suficiente ductilidad, con el objeto de que absorban parte de la energía del sismo, esto se logra mediante un mayor confinamiento en los extremos. Se ha determinado que se las columnas se confinan, su capacidad de carga es mucho mayor y mejora notablemente la ductilidad de la columna.

### Datos

L col = 2.8 m

Lu 0 2.2 m

Ln 0 0.19 m

Los estribos en los extremos se denominan zona de confinamiento, equivalente al mayor de los siguientes tres valores :

$Lu/6 = 0.366666667$  mt

Lado mayor 0.25 mt

m El mayor de estos es 0.45 mt

0.45 mt

### Relación volumétrica

$$r_s = 0.45 \left( \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \left( \frac{0.85 * f'_c}{f_y} \right) \quad r_s > 0.12 (f'_c/f_y) \quad \text{ACI 10.9.3}$$

$r_s = 0.020$

$$\text{Espaciamiento entre estribos: } S = \frac{2 * A_v}{r_s * L_n} = 6.39 \text{ cm}$$

### Espaciamiento máximo

$$S_{\max} = \frac{d}{2} = 11 \text{ cm}$$



### **Confinamiento**

Varilla núm. 3 a 0.06mt hasta 0.45 mt arriba y abajo + núm. 3 a 0.11mt en el resto.

### **Diseño de las columnas del nivel inferior**

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 vigas)(FCU) +(peso propio de la columna del nivel superior)(FCU)

Los resultados obtenidos de este proceso se muestran en los planos

#### **2.2.6.5. Diseño de la zapata**

Datos

$P_u = 43.5 \text{ t}$	$M_{ux} = 6.774 \text{ t-m}$	$M_{uy} = 8.32 \text{ t-m}$
$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	$F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$	$V_s = 16 \text{ t/m}^2$
$g_s = 1.4 \text{ t/m}^3$	$FCU = 1.55$	$\text{Despante} = 1\text{m}$
$h_{\text{col}} = 3.8\text{m}$	$\text{Sección de columna} = 0.25 \times 0.25\text{m}$	

#### **Diseño del área de la zapata**

Para el cálculo del área de la zapata se utilizan cargas de servicio, por lo tanto se dividen las cargas últimas dentro del factor de carga última para obtenerlas, de la misma forma se obtienen los momentos de servicio.

Carga de trabajo o servicio  $P' = \frac{Pu}{FCU}$

$$P' = \frac{43.51}{1.56} = 27.90 \text{ t}$$

Momentos de trabajo  $Mt = \frac{Mu}{FCU}$

$$Mtx = 4.34 \text{ t-m} \quad Mty = 5.34 \text{ t-m}$$

Para la estimación del área de la zapata se utiliza:  $Az = \frac{1.5 * P}{Vs}$

$$Az = 2.62 \text{ m}^2$$

Área propuesta

$$Az = 1.70 * 1.70 = 2.89$$

### **Chequeo de presión sobre el suelo**

$$P = P' + Ps + Pcol + Pcim$$

Donde

P = Integración total de cargas actuantes

P' = Carga de trabajo

Ps = Peso del suelo del desplante = Az \* desplante \* gs

Pcol = Peso de la columna

Pcim = Peso del cimiento (zapata) = Az \* espesor asumido \* gc

De esto se obtiene:

$$Ps = 4.046\text{t}$$

$$Pcol = 0.57\text{t}$$

$$Pcim = 2.15\text{t}$$

$$P = 27.90 + 4.046 + 0.57 + 2.15 = 34.67\text{t}$$

Las presiones sobre el suelo por debajo de la zapata serán

$$q = \frac{P}{Az} \pm \frac{Mtx}{Sx} \pm \frac{Mty}{Sy} \quad \text{donde los casos críticos son } q_{\text{máx}} \text{ y } q_{\text{mín}}$$

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

$$q_{\text{max}} = 26.78 > 16 \text{ no cumple}$$

$$q_{\text{min}} = 2.8 \text{ t/m}^2$$

De esto se tiene:

$Q_{\text{max}} > V_s$  por lo cual excede el valor soporte del suelo, esto no debe suceder entonces de debe aumentar el área de la zapata para absorber estas presiones.

$q_{\text{min}} > 0$  indica que no existen presiones de tensión

Segundo predimensionamiento:

$$\text{Sección propuesta} = 2.10 \text{ mt} * 2.10 \text{ mt} \quad Az = 4.41 \text{ m}^2$$

Chequeo de presión sobre el suelo

$$P = P' + P_s + P_{\text{col}} + P_{\text{cim}}$$

$$P_s = 6.17 \text{ t}$$

$$P_{\text{col}} = 0.57 \text{ t}$$

$$P_{\text{cim}} = 3.71 \text{ t}$$

$$P = 27.90 + 6.17 + 0.57 + 3.71$$

$$P = 38.35 \text{ t}$$

Las presiones sobre el suelo por debajo de la zapata serán

$$q = \frac{P}{Az} \pm \frac{Mtx}{Sx} \pm \frac{Mty}{Sy}$$

$$q_{\text{max}} = 14.97 < 16 \text{ cumple}$$

$$q_{\min} = 2.43 \text{ t/m}^2$$

$q_{\max} < V_s$  por lo cual no excede el valor soporte del suelo

$q_{\min} > 0$  Indica que no existen presiones de tensión

Presión última de diseño

$$q_{\text{dis}} = q_{\max} * \text{FCU} = 23.35 \text{ t/m}^2$$

### Diseño del espesor de la zapata

Para este diseño se debe chequear el corte simple y el corte punzonante causado por la columna y las cargas actuantes.

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

donde

$$t = 40 \text{ cm asumido}$$

$$\phi = 1.91 \text{ varilla núm. 6}$$

$$d = 40 - 7.5 - 1.91/2 = 32 \text{ cm}$$

Chequeo por corte simple

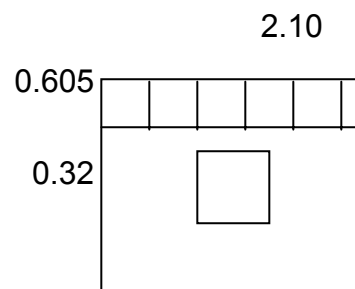
Calculo del corte actuante

$$V_{\text{act}} = \text{Area sombreada} * q_{\text{dis}}$$

$$V_{\text{act}} = 2.10 * 0.605 * 23.35 = 29.66 \text{ t.}$$

Cálculo del corte simple resistente

$$V_r = .85 * 0.55 * \sqrt{f'_c} * b * d / 100$$



$$V_r = .85 * 0.55 * \sqrt{210} * 2.1 * 32 / 100$$

$$V_r = 43.87 \text{ t}$$

$V_r > V_{act}$  chequea

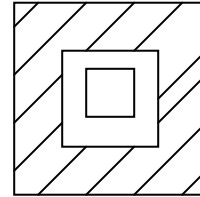
### Chequeo por corte punzonante

El límite donde ocurre la falla por corte punzonante se encuentra a una distancia igual a  $d/2$  del perímetro de la columna

$$V_{act} = \text{Área sombreada} * q_{dis}$$

$$V_{act} = (2.10 * 2.10) * (25 + 32) * 23.35$$

$$V_{act} = 95.39 \text{ t}$$



Cálculo del corte punzonante resistente

$$V_r = 0.85 * 1.06 * f'_c{}^{0.5} * b_o * d / 100$$

$$b_o = \text{Perímetro de la sección crítica de punzonamiento} = 57 * 4 = 228 \text{ cms}$$

$$V_r = 0.85 * 1.06 * 210^{.5} * 228 * 32 / 100$$

$$V_r = 95.26 \text{ t}$$

$V_r < V_{act}$  = no chequea aumentar d

$$d = 40 \text{ cms}$$

$$V_{act} = 2.10^2 * 0.65^2 * 23.35 = 93.997 \text{ t}$$

$$V_r = 0.85 * 1.06 * 210^{.5} * 260 * 40 = 135.78 \text{ t}$$

$V_r > V_{act}$  chequea

### Refuerzo por flexión

El momento último actuante será

$$M_u = \frac{q_{dis} * l^2}{2} = 9.98 \text{ t-m}$$

Donde l es la distancia entre el rostro de columna al fina  $l = 0.925 \text{ mt.}$

### Calcular el área de acero

$$A_s = \left[ b * d - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 f'c}} \right] * \frac{0.85 * f'c}{f_y}$$

$$A_s = 11.95 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = 0.002 * b * d = 8 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento

$$S = A_v / A_s \text{ con varilla núm. 6}$$

$$S = 2.85 / 11.95 = 24 \text{ cm.}$$

$$S = 20 \text{ cm.}$$

Armado = varilla No. 6 @ 20 cm ambos extremos

Espesor final de la zapata

$$t = (40 + (1.91/2) + 7.5) = 48.45 \text{ cm.}$$

$$t = 50 \text{ cm.}$$

### Diseño de la escalera

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 pueden garantizar la comodidad de una escalera

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

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

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

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

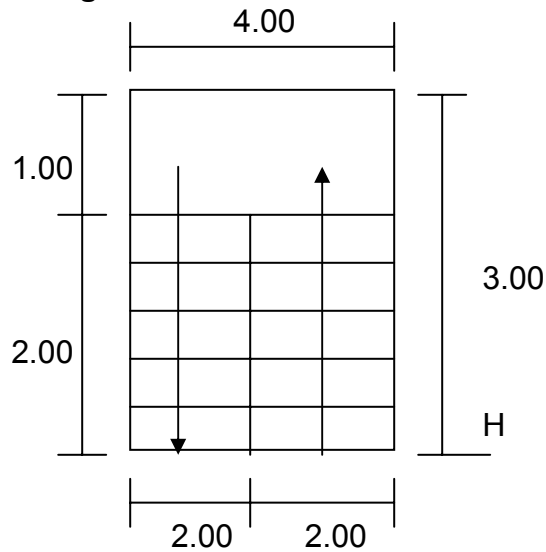
Donde:  $c$  = contrahuella  $H$  = huella

Cargas de diseño para escalera

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

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

**Figura 17. Dimensiones de las gradas**



Número de escalones mínimos =  $h/c_{\text{máx}} = 2.8/0. = 14$  escalones

Se tomarán 8 contrahuellas antes del descanso.

Número de huellas =  $8-1 = 7$  huellas

$H = 2/7 = 0.28$  mt

$C = \text{Altura} / \text{núm. Contrahuellas} = 2.8 / 16 = 0.175$  mt

Chequeos

$C = 17.5\text{cm} < 20 \text{ cm.}$  ok

$H = 28.57 \text{ cm}$  ok

$2c + H = 2(17.5) + 28.57 = 46.07 \text{ cm}$  ok

$c+H = 17.5 + 28.57 = 46.07 \text{ cm}$  ok

$c * H = 17.5 * 28.57 = 500 \text{ cm}^2$  ok

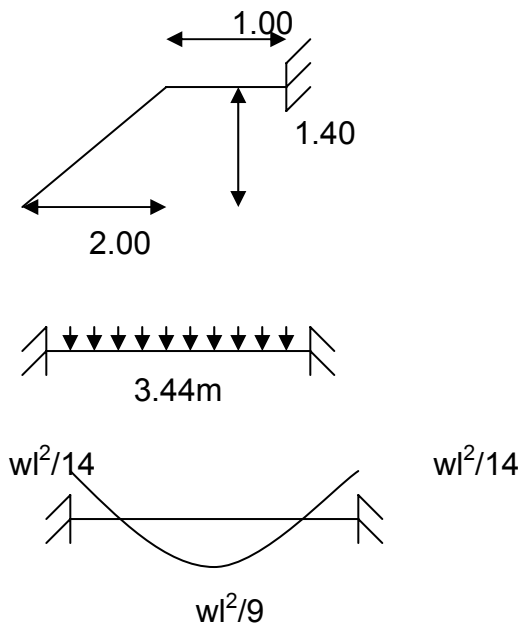
Por lo tanto se tiene 8 contrahuellas de 17 cm y 7 huellas de 28.57 cm.

### Integración de cargas

Peso propio de la escalera	=	$2400(0.10 + 0.175/2)$	=	$450 \text{ kg/m}^2$
Acabados	=		=	$100 \text{ kg/m}^2$
Total	=		=	$550 \text{ kg/m}^2$
Carga viva	=		=	$500 \text{ kg/m}^2$

$$C_u = 1.4(550) + (1.7(500)) = 770 + 850 = 1620 \text{ kg/m}^2$$

**Figura 18. Modelo matemático y diagrama de momentos de las gradas**



$$d = ((1.4)^2 + (2)^2)^{1/2}$$

$$M_+ = 1620 (3.44)^2 / 9 = 2130.048 \text{ kg-m}$$

$$M_- = 1620 (3.44)^2 / 14 = 1369.32 \text{ kg-m}$$



$$A_{s_{\min}} = (14.1/2810) (100)(7.5) = 3.76 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\max}} = 0.5\rho_b b d = 0.5(0.36)(100)(7.5) = 13.86 \text{ cm}^2$$

**Tabla XV. Cálculo del área de acero para las gradas**

Momento	As (cm <sup>2</sup> )	Núm. varilla	S (cm)	Smax
2130	13	5	15	30
1369	7.87	5	30	30

Acero por temperatura

$$A_s = 0.002 b t = 0.003 (100) (10) = 2 \text{ cm}^2$$

varilla núm. 3 @0.35m

$$S_{\max} = 3t = 30 \text{ cm}$$

entonces núm. 3 @0.30 m

### 2.2.7. Fosa séptica

Las fosas sépticas son generalmente de concreto reforzado, pero también pueden utilizarse las prefabricadas de asbesto cemento, pero en todo caso se debe ubicar la fosa séptica lo mas próxima posible a la calle de acceso al terreno, recomendándose las siguientes distancias mínimas.

Límite de la propiedad 2.00 mts.

Cimientos u otras estructuras 2.00 mts.

Tuberías de agua 1.00 mts.

Cálculo de caudal

Personal por aula = 40

Personal de servicio = 2

**Tabla XVI. Cálculo del caudal para la fosa séptica**

	Núm. de personas	Caudal por persona	Total (l/día)
Alumnos y maestros	240	55	13200
Personal de limpieza	2	200	400
Total			13600

Volumen de líquidos

$$\text{Volumen} = 4260 + 0.75Q = 4260 + 10200 = 14460 \text{ l/día} = 14.46 \text{ m}^3/\text{día}$$

Dimensiones

$$\text{Vol} = a \cdot L \cdot H = A \cdot H$$

$$H = 1.50 \text{ m por criterio}$$

Donde:

$$A = \text{Vol} / H = 14.46 / 1.50 = 9.64 \text{ m}^2$$

$$A = a \cdot L = a \cdot 2a = 2 \cdot a^2$$

$$a = (A/2)^{1/2} = (9.64/2)^{1/2} = 2.20 \text{ m.}$$

$$L = 2 \cdot a = 2 \cdot 2.20 = 4.40 \text{ m.}$$

$$\text{Vol} = \text{ancho} \cdot \text{largo} \cdot \text{alto} = 2.20 \cdot 4.40 \cdot 1.50 \text{ m}^3$$

### **2.2.8. Elaboración de planos**

Los planos para el edificio escolar aparecen en el anexo de este trabajo de tesis.

### **2.2.9. Presupuesto por renglones del edificio educativo**

El presupuesto se trabajó en base a los precios unitarios, la mano de obra calculada se basó en los datos proporcionados por la municipalidad,

mientras que los materiales fueron cotizados en ventas de materiales de construcción de la cabecera municipal.

**Tabla XVII. Presupuesto del edificio escolar**

<b>CUADRO DE INTEGRACIÓN DE COSTOS DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DEL PARCELAMIENTO LA DEMOCRACIA MALACATAN, SAN MARCOS</b>				
<b>Renglón</b>			<b>Unidad</b>	<b>Total Q</b>
Trabajos preliminares			Global	19974
zapatatas			Global	58710
Cimiento			Global	32847.5
Soleras			Global	119547.5
Levantado de block			Global	62199.5
Columnas			Global	67120
Vigas			Global	131363
Losas			Global	165960
Gradas			Global	19973.5
Drenajes y agua potable			Global	43715
Energía eléctrica			Global	27350
Repello y cernido			Global	100984
Fosa séptica			Global	15600
Puertas y Ventanas			Global	102450
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>			<b>Q967,707.00</b>	
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				
Administrativos	7%		Q67,739.49	
Supervisión	7%		Q67,739.49	
Imprevistos	13%		Q125,801.91	
<b>TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS</b>			<b>Q261,280.89</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>			<b>Q1,228,987.89</b>	
<b>COSTO POR M2 DE CONSTRUCCIÓN</b>			<b>Q2,073.19</b>	

## CONCLUSIONES

1. El área rural muestra otras características en comparación con el área urbana del municipio de Malacatán enmarcándose, principalmente, en los renglones de servicios básicos e infraestructura, tal es el caso del parcelamiento la Democracia y del Caserío Lorena que presentan problemas en la falta de una edificación escolar para atender a la población estudiantil y un servicio tan vital como lo es el agua potable.
2. En el Caserío Lorena se diseñó una red de ramales abiertos debido a que las viviendas se ubicaban en solo un ramal.
3. En el análisis y diseño estructural del edificio escolar se aplicaron diferentes criterios, dentro de los cuales a los que más importancia se les dió fueron los que están contenidos en el Reglamento A.C.I., esto, con el propósito de garantizar una estructura segura por estar ubicada en una zona sísmica.
4. El presupuesto de los proyectos se elaboró con base en precios unitarios, con el propósito de facilitar la calificación de las empresas que inviten a cotizar la ejecución de las obras, así, también, dentro de este presupuesto se consideró la aplicación de criterios como: precios de materiales que se manejan en la región y salarios propios del lugar.

## RECOMENDACIONES

1. A las autoridades municipales de Malacatán.
  - a) Actualizar los precios presentados en los presupuestos antes de su construcción porque están sujetos a cambios ocasionados por variaciones en la economía.
  - b) Tomar en cuenta en la construcción de los proyectos la mano de obra no calificada aportada por las comunidades, así como los materiales existentes en las mismas.
  
2. A los comités comunitarios de desarrollo de las comunidades.
  - a) Organizarse para la gestión de la ejecución del proyecto; esto les facilitara la adquisición de ayuda con instituciones nacionales e internacionales.
  - b) Efectuar una campaña informativa en las comunidades con el objeto de educar a la población respecto del uso adecuado del proyecto.
  - c) Prever un fondo para el mantenimiento preventivo y correctivo que sea necesario para que los proyectos se mantengan en buen estado.

## BIBLIOGRAFÍA

- Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales (UNEPAR).
- Baldemar Rivera, Juan Carlos. Normas de diseño de edificios escolares, aplicación en el diseño de la escuela para párvulos y diseño de muro en el municipio de San Miguel Tacurú, Alta Verapaz. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería.
- Comité ACI 318. Reglamento de las construcciones de concreto reforzado (ACI 318-95) y comentarios. México: editorial Limusa.
- Normas AGIES NR1:2000
- Libro diseño estructural Meli Piralla, 2da. edición
- Libro diseño de estructuras de concreto Arthur H. Nilson , duodécima edición.
- Paredes Ruiz, Paola Anaitee. Guía teórica y práctica del curso de diseño estructural. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1996.
- Sic García, Ángel Roberto. Guía Teórica y práctica del curso de concreto armado 2. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería.

# ANEXOS

FIGURA 19. Grafica de interacción para columna rectangular

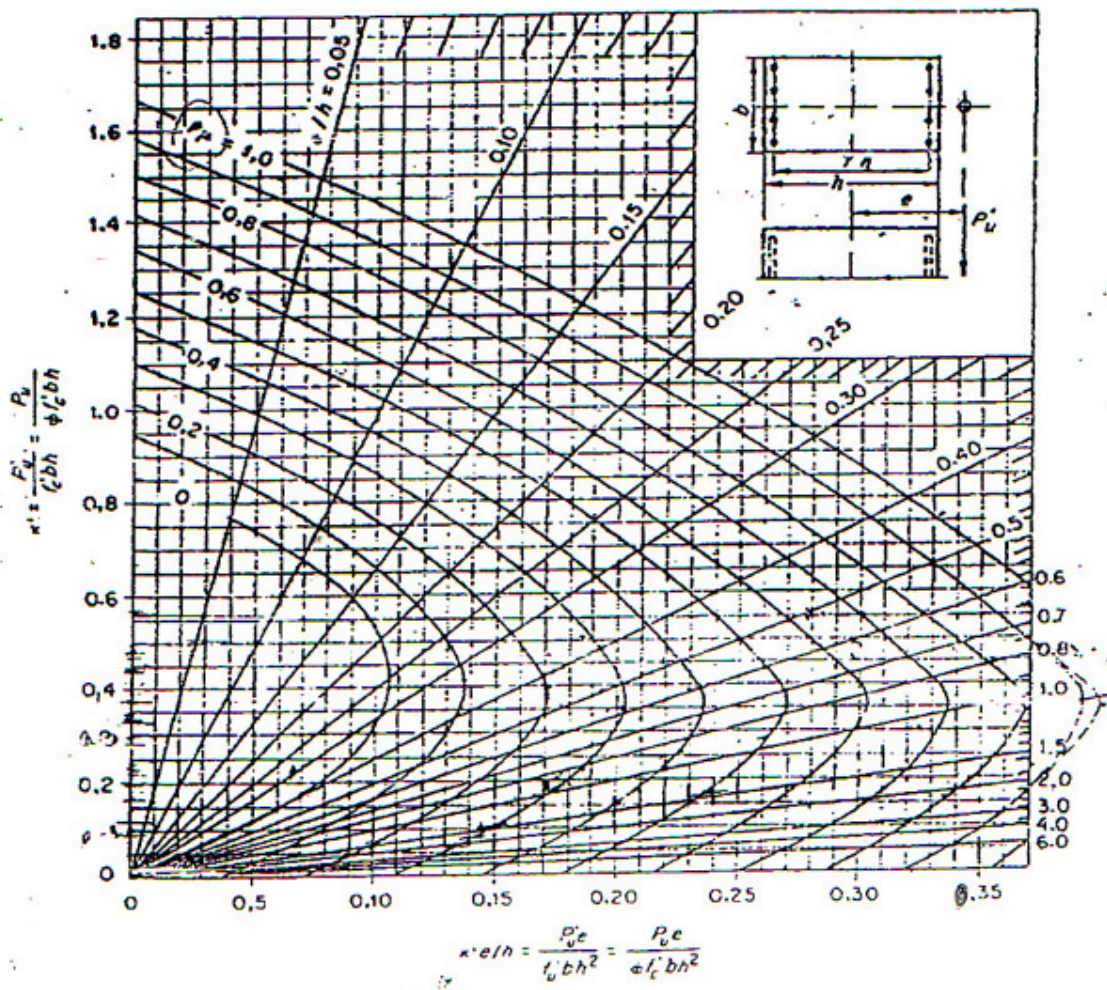


Figura 20. Examen bacteriológico



LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA  
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS  
 HIDRÁULICOS (ERIS) – CENTRO DE INVESTIGACIONES (CI)  
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

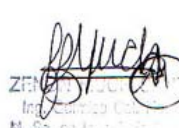


O.T. No. 18441		EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A-191717	
INTERESADO	<u>Facultad de Ingeniería EPS</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD DE AGUA</u>		
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Otto F. Castillo Bautista</u>	DEPENDENCIA:	<u>U S A C</u>		
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Caserío Lorena</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2005-02-27; 09 h 35 min.</u>		
FUENTE:	<u>Chorro de pila</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2005-02-27; 10 h 40 min.</u>		
MUNICIPIO:	<u>Malacatán</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Sin refrigeración</u>		
DEPARTAMENTO:	<u>San Marcos</u>	SABOR:	<u>----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>No hay</u>
ASPECTO:	<u>claro</u>	ASPECTO:	<u>claro</u>	COLORO RESIDUAL	<u>----</u>
OLOR:	<u>A cloro</u>	OLOR:	<u>A cloro</u>		
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)					
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA			
		FORMACION DE GAS			
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C		
10,00 cm <sup>3</sup>	----	innecesaria	innecesaria		
01,00 cm <sup>3</sup>	----	innecesaria	innecesaria		
00,10 cm <sup>3</sup>	----	innecesaria	innecesaria		
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm <sup>3</sup>		< 2	< 2		
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – W.E.F. 19 <sup>TH</sup> NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.					
CONCLUSION Bacteriológicamente el agua ES POTABLE, según NORMA COGUANOR NGO 29001.					
Guatemala, 2005-03-11					
Vo.Bo. Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz DIRECTOR CI/USAC		 ZR: [Signature] Int. [Signature] M. Sc. en Ingeniería			
					



Figura 21. Examen físico químico sanitario



LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA  
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) –CENTRO  
 DE INVESTIGACIONES (CII)  
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA  
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

O.T. No. 18441				ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO				INF. No. 21824			
INTERESADO:		FACULTAD DE INGENIERÍA		PROYECTO:		CONTROL DE CALIDAD					
RECOLECTADA POR:		Oto F. Castillo Bautista		DEPENDENCIA:		U S A C					
LUGAR DE RECOLECCIÓN:		Caserio Lorena		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:		2005-02-27; 09 h 35 min.					
FUENTE:		Chorro de pila		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO		2005-02-27; 10 h 40 min.					
MUNICIPIO:		Malacatán		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:		Sin refrigeración					
DEPARTAMENTO:		San Marcos									
RESULTADOS											
1. ASPECTO:		Claro		4. OLOR:		A cloro		7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)		-- ° C	
2. COLOR:		01,00 Unidades		5. SABOR:		-----		8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA		478,00 μmhos/cm	
3. TURBIEDAD:		00,60 UNT		6. pH :		06,50 unidades					
SUSTANCIAS		mg/L		SUSTANCIAS		mg/L		SUSTANCIAS		mg/L	
1. AMONIACO (NH <sub>3</sub> )		00,29		6. CLORUROS (Cl <sup>-</sup> )		15,00		11. SOLIDOS TOTALES		274,00	
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )		00,00		7. FLUORUROS ( F <sup>-</sup> )		00,27		12. SOLIDOS VOLÁTILES		13,00	
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )		01,10		8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )		61,00		13. SOLIDOS FIJOS		261,00	
4. CLORO RESIDUAL		----		9. HIERRO TOTAL (Fe)		00,04		14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN		02,00	
5. MANGANESO (Mn)		----		10. DUREZA TOTAL		224,00		15. SOLIDOS DISUELTOS		253,00	
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)											
HIDROXIDOS mg/L		CARBONATOS mg/L		BICARBONATOS mg/L		ALCALINIDAD TOTAL mg/L					
00,00		00,00		240,00		240,00					

OTRAS DETERMINACIONES \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista físico químico sanitario: DUREZA en Límites Máximos Permisibles. Las demás determinaciones se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de normalidad. Según Norma COGUANOR NGO 29001.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 19 TH EDITION 1995, NORMA COGUANOR NGO 4 010 ( SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 ( AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2005-03-11

Vo.Bo.

Ing. Francisco Javier Quiñones de la Cruz  
 DIRECTOR CII/ISAC



ZENOBIO QUIÑONES  
 Ing. Francisco Quiñones  
 M. Sc. en Ingeniería Civil



Figura 22. Ensayo triaxial

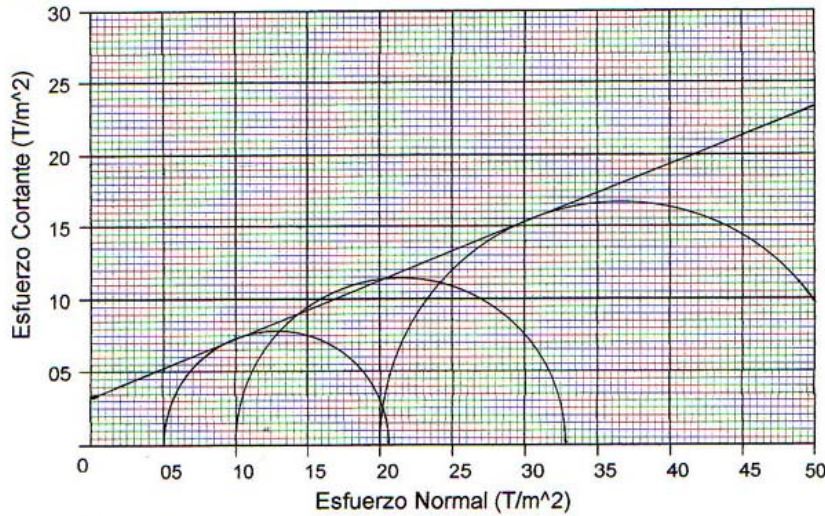


CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 001 S.S. O.T.No.: 18,252  
 INTERESADO: OTTO FRANCISCO CASTILLO BAUTISTA (Carné: 2000-30327)  
 PROYECTO: E.P.S. (Instituto de dos niveles)  
 UBICACION: Parcelamiento La Democracia, Municipio de Malacatán, San Marcos  
 Pozo No.: 1 Profundidad: 1.00 metro FECHA: 13 de enero de 2005



PARAMETROS DE CORTE:  $\phi = 22.1^\circ$ ,  $C_u = 3.2 \text{ T/m}^2 \approx C$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.  
 DESCRIPCION DEL SUELO: Limo arcilloso color café.  
 DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0" Remoldeada  
 OBSERVACIONES: Muestra tomada por personal de laboratorio.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL $\sigma_3$ (T/m <sup>2</sup> )	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA $q$ (T/m <sup>2</sup> )	15.64	22.85	33.23
PRESION INTERSTICIAL $u$ (T/m <sup>2</sup> )			
DEFORMACION EN ROTURA $E_r$ (%)	2.0	6.0	12.0
DENSIDAD SECA (T/m <sup>3</sup> )	1.11	1.11	1.11
HUMEDAD (%H)	42.6	42.6	42.6

Atentamente,

Vo. Bo.

Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz  
DIRECTOR CII/USAC



Inga. Flor de María González Culajay  
Jefe Sección Mecánica de Suelos

**Figura 23. Limites de Atterberg**



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



INFORME No. 002 S.S.

O.T. No. 18,252

Interesado: Otto Francisco Castillo Bautista (2000-30327 )  
 Proyecto: E.P.S. (Instituto de dos niveles)  
 Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG  
 Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Parcelamiento La Democracia, Municipio de Malacatán, San Marcos  
 Pozo No. 1 Profundidad: 1.00 metros

FECHA: 13 de enero de 2005

**RESULTADOS:**


ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	62.2	7.0	MH	Limo arcilloso color café.

(\*) C.S.U. = CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO


Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

  
 Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz  
 DIRECTOR CIIUSAC



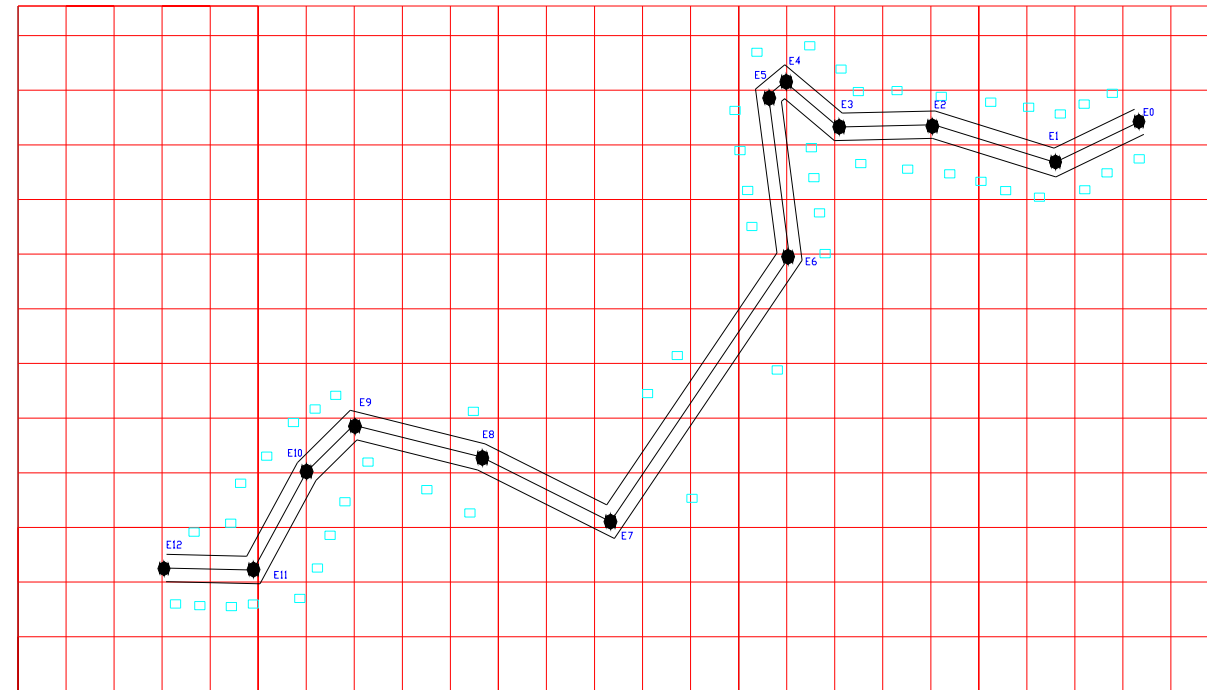
  
 Inga. Flor de María González Cujajay  
 Jefe Sección Mecánica de Suelos

## APÉNDICE TOPOGRAFÍA

**Tabla XVIII. Topografía del sistema de abastecimiento de agua potable**

E	P.O.	Azimut	Angulo zenital	H.S.	H.M.	H.I.	H.inst.	D.H.	Cota
E0	E1	157°01'12''	89°27'18''	1.63	1.44	1.25	1.44	38.1	100
E1	E2	195°20'27''	92°11'55''	1.62	1.37	1.1	1.37	52.32	98.35
E2	E3	178°49'50''	97°21'18''	1.56	1.36	1.16	1.36	39.74	93.22
E3	E4	216°34'52''	101°45'05''	1.52	1.37	1.23	1.37	27.8	87.44
E4	E5	143°34'52''	98°38'55''	1.41	1.37	1.33	1.37	8.41	86.16
E5	E6	81°34'52''	103°01'50''	1.72	1.41	1.1	1.41	59.7	72.34
E6	E7	127°30'48''	94°18'12''	1.98	1.37	0.75	1.37	122.3	63.14
E7	E8	203°46'15''	90°57'32''	1.67	1.38	1.09	1.38	58.78	62.16
E8	E9	192°19'42''	92°37'32''	1.67	1.4	1.13	1.4	54.49	59.68
E9	E10	138°57'20''	96°44'52''	1.53	1.4	1.27	1.4	25.84	56.6
E10	E11	121°39'25''	104°02'12''	1.63	1.4	1.18	1.4	42.35	46.02
E11	E12	181°05'32''	98°11'53''	1.6	1.41	1.23	1.41	36.25	40.8

Figura 24. Planta general de la red de distribución



PLANTA GENERAL DE LA RED DE DISTRIBUCION

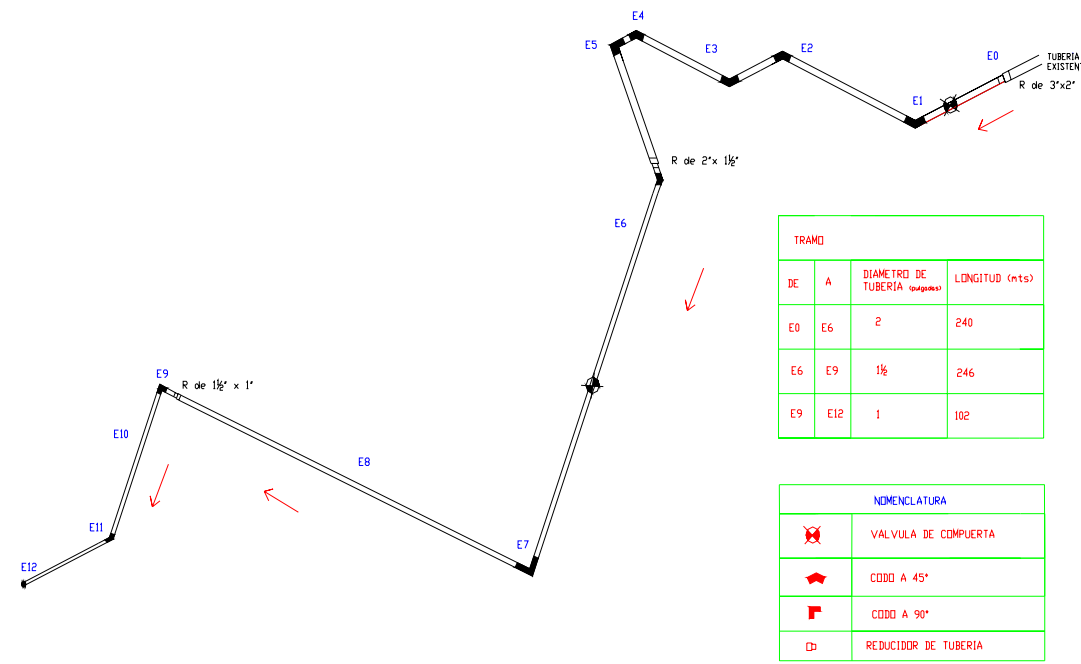
TOPOGRAFIA

E	P.D.	AZ.	D.H.
E0	E1	157°01'12"	38.10
E1	E2	195°20'27"	52.32
E2	E3	178°49'50"	39.74
E3	E4	216°34'52"	27.80
E4	E5	143°34'52"	8.41
E5	E6	81°34'52"	59.7
E6	E7	127°30'48"	122.30
E7	E8	203°46'15"	58.78
E8	E9	192°19'42"	54.49
E9	E10	138°57'20"	25.84
E10	E11	121°39'25"	42.35
E11	E12	181°05'32"	36.25

 E. P. S.	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado	
	Proyecto: <b>AMPLIACION DE LA RED DE DISTRIBUCION</b>	
	Plano de: <b>PLANTA GENERAL</b>	
	Propiedad de: Municipalidad de Malacatan, San Marcos	
Diseñó: Otto F. Castillo B. Cálculo: Otto F. Castillo B. Dibujo: Otto F. Castillo B. Escala: Indicada Fecha: Abril 2005	Autor: Otto F. Castillo Bautista	Comité: 2000-30327 Hoja No: 4

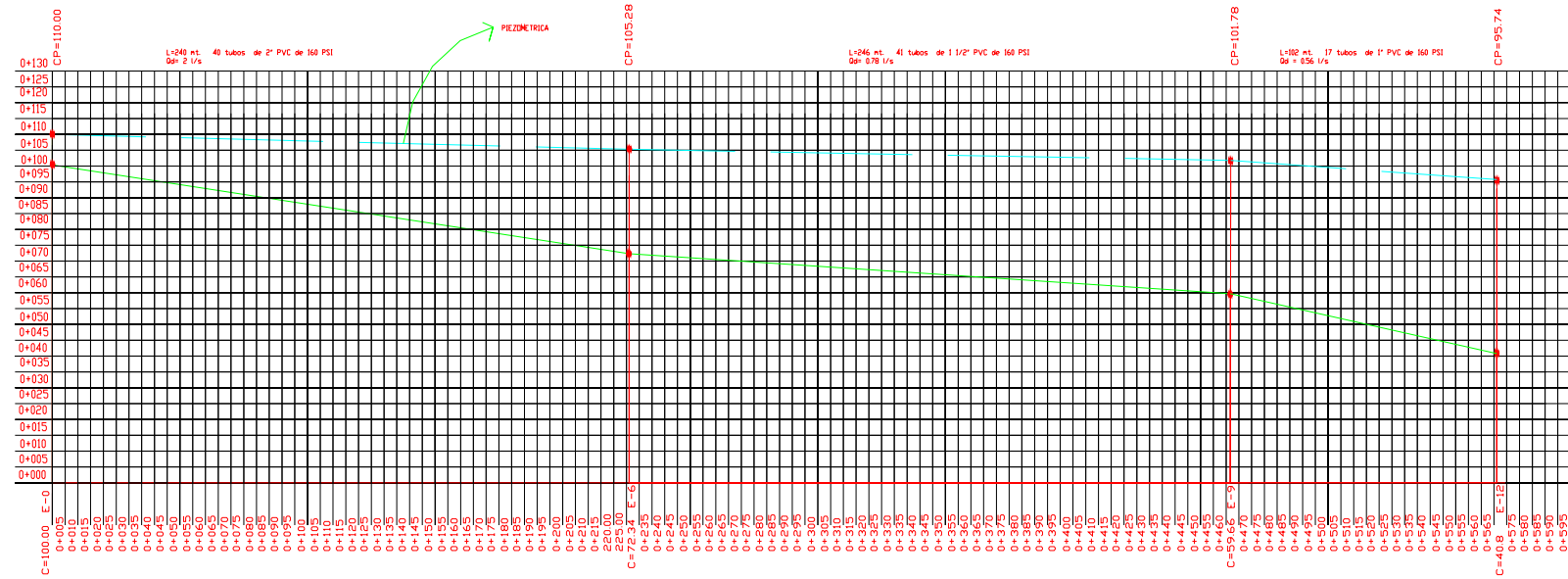


Figura 25. Red de distribución



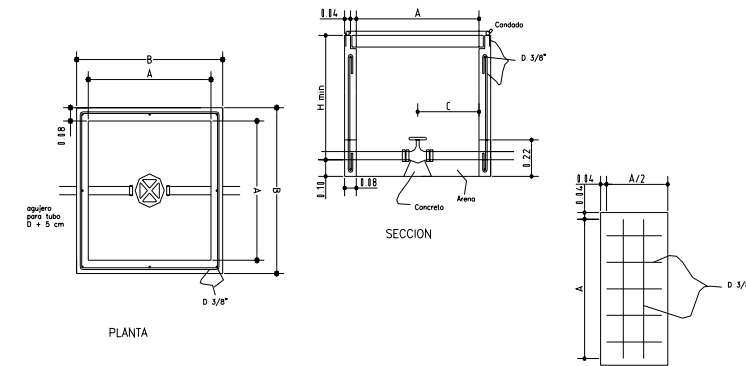
<p>E. P. S.</p>	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado	
	Proyecto: Edificación Escolar	
Diseño: Otto F. Castillo B.	Plano de: <b>AMPLIACION DE LA RED DE DISTRIBUCION</b>	
Cálculo: Otto F. Castillo B.	Propiedad de: <b>RED DE DISTRIBUCION</b>	
Diseño: Otto F. Castillo B.	Ejecuta: Otto F. Castillo Bautista	Código: 2000-30327
Escala: Indicado	Vó. Do: Ing. Aníbal Roberto Sáenz Asesor	Hoja No.: 2 Total Hojas: 4
Fecha: Abril 2005	Vó. Alcaide: Hector Rubén Ochoa	

Figura 26. Perfil de la red de distribución



 E. P. S.	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado	
	Proyecto: <b>AMPLIACION DE LA RED DE DISTRIBUCION</b> Plano de: <b>PERFIL DE LA RED DE DISTRIBUCION</b>	
Director: Otto F. Castillo B.	Propiedad de: Municipalidad de Malacatan, San Marcos	
Calculo: Otto F. Castillo B.	Representa: Otto F. Castillo Bautista	Cante: 2000-30327
Escala: Indicada	Vo. Bo.	Hoja No. 3 / 4
Fecha: Abril 2005	Ing. Angel Roberto Saiz Asesor	Nelson Ruben Chavez Asiste

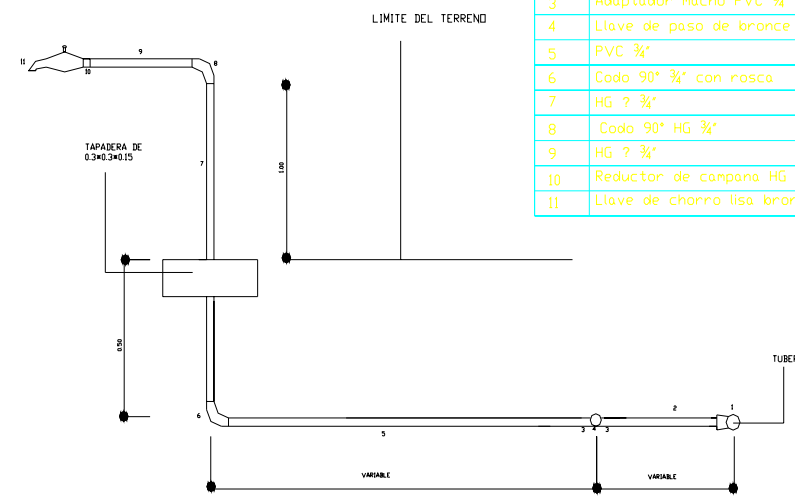
Figura 27. Detalles generales



DETALLE DE CAJAS DE VALVULAS

DIMENSIONES EN CENTIMETROS				
Diámetro	A	B	C	H min
2"	50	58	25	40
2 1/2"	60	68	30	50
3"	70	78	35	60

REFERENCIA	
1	Tee reductora ? principal * 3/4"
2	Niple PVC 3/4"
3	Adaptador macho PVC 3/4"
4	Llave de paso de bronce de 3/4"
5	PVC 3/4"
6	Codo 90° 3/4" con rosca
7	HG ? 3/4"
8	Codo 90° HG 3/4"
9	HG ? 3/4"
10	Reductor de campana HG 3/4" * 1/2"
11	Llave de chorro lisa bronce ? 1/2"

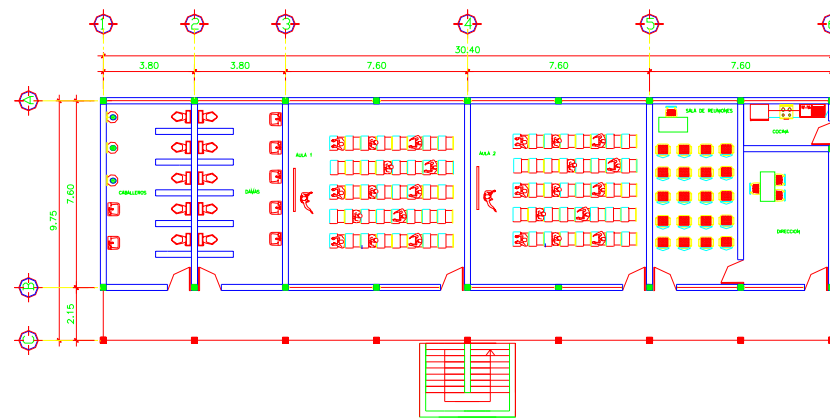


DETALLE DE ACOMETIDA DOMICILIAR

	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado	
	Proyecto: <b>AMPLIACION DE LA RED DE DISTRIBUCION</b> Plano de: <b>DETALLES GENERALES</b>	
Diseñó: Otto F. Castillo B.	Propiedad de: Municipalidad de Malacatan, San Marcos	
Calificó: Otto F. Castillo B.	Presidió: Otto F. Castillo Bautista	Cursó: 2000-30327
Dibujo: Otto F. Castillo B.	Vó. Do: Ing. Angel Roberto De Amor	Hoja No.: 4 / 4
Escala: Indicada	Fecha: Abril 2005	Vó. Do. (Supervisor): Victor Rabin Chavez Alcaraz

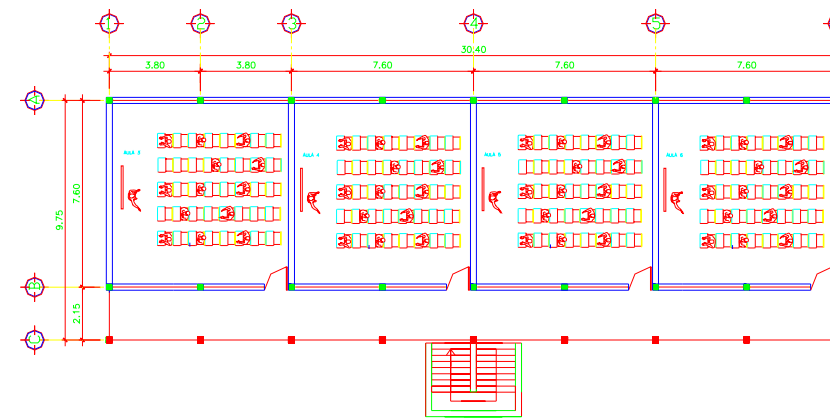


Figura 28. Distribución arquitectonica - edificio escolar



PLANTA BAJA

ESCALA 1:100

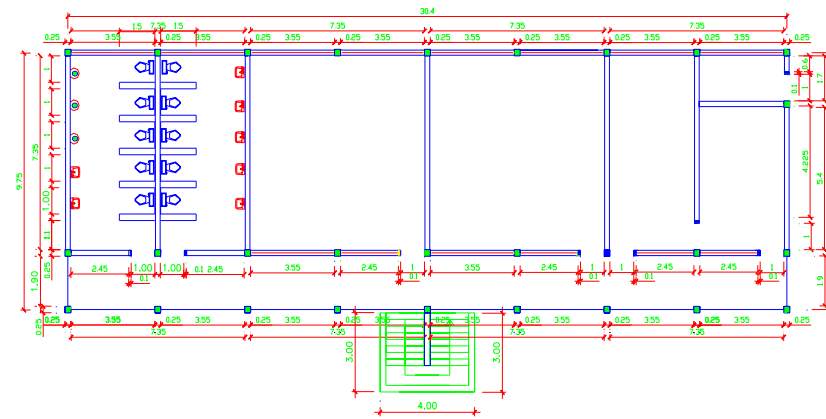


PLANTA ALTA

ESCALA 1:100

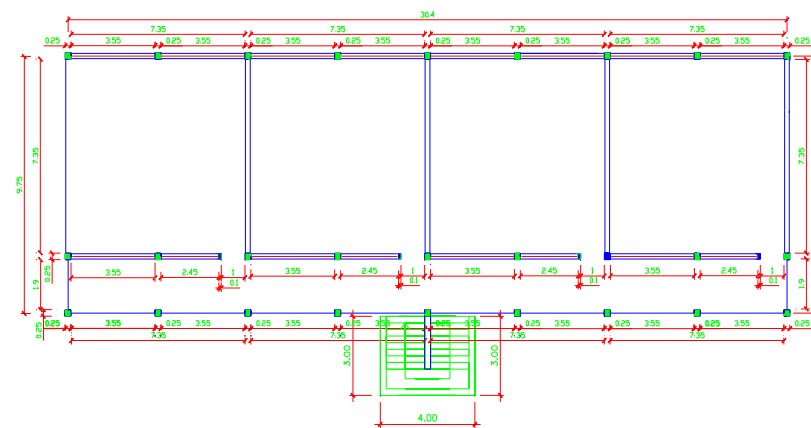
 <p>E. P. S.</p>	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado	
	Proyecto: Edificación Escolar	
Plano de: DISTRIBUCION ARQUITECTONICA		
Propiedad de: Municipalidad de Malacatan, San Marcos		
Cliente: Otto F. Castillo B.	Proyecto: Otto F. Castillo B.	Código: 2000-30327
Diseñó: Otto F. Castillo B.	Autor: Ing. Angel Roberto De...	Fecha: Abril 2005
Escala: Indicada	Director: Tector Ruben Ovar...	Hoja No: 9

Figura 29. Planta acotada - edificio escolar



PLANTA BAJA

ESCALA 1:100

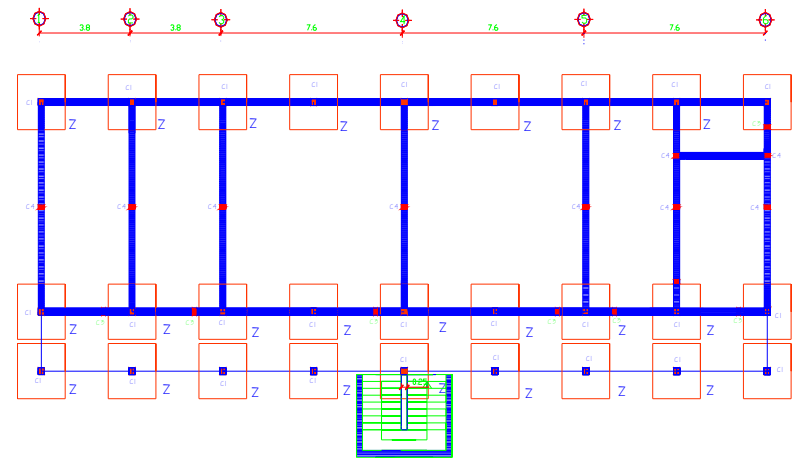


PLANTA ALTA

ESCALA 1:100

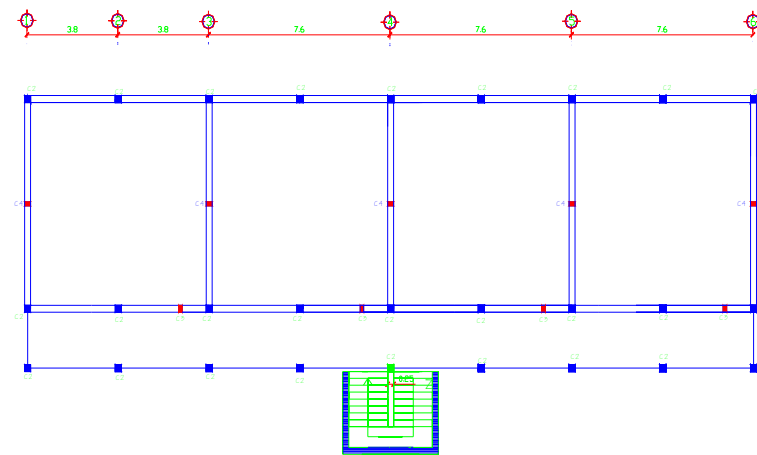
 E. P. S.	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado	
	Proyecto: Edificación Escolar Plano de: PLANTA ACOTADA	
Director: Otto F. Castillo B.	Propiedad de: Municipalidad de Malacatan, San Marcos	
Diseñador: Otto F. Castillo B.	Proyecto: Otto F. Castillo Bautista	Código: 2000-30327
Escala: Indefinida	Vía. Do.: Ing. Ángel Roberto Díaz Asesor	Hoja No. 2 Total 9 Ing. Néstor Rafael Ochoa Alcalde
Fecha: Abril 2005		

Figura 30. Detalle de cimentación y columnas - edificio escolar



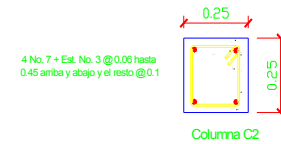
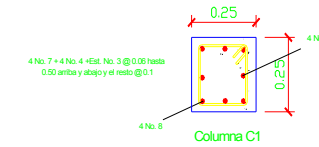
PLANTA BAJA

ESCALA 1:100



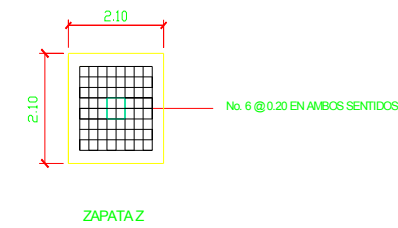
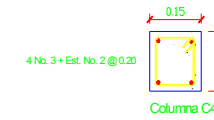
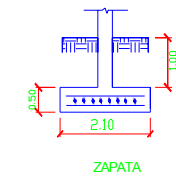
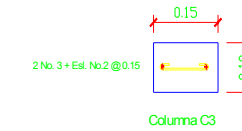
PLANTA ALTA

ESCALA 1:100



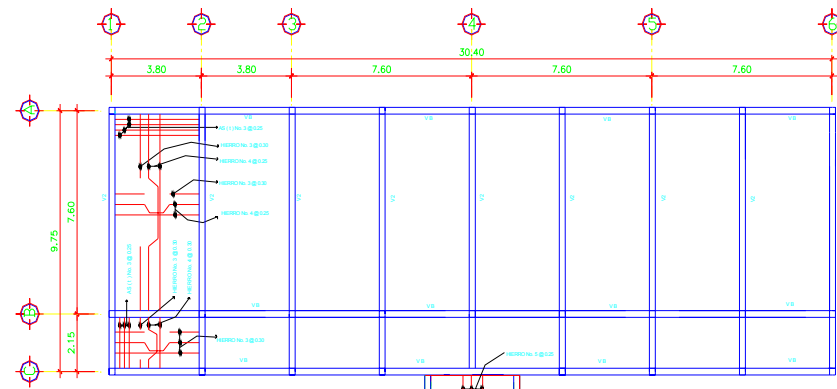
NOMENCLATURA	
C4	COLUMNA
C3	COLUMNA
C1	COLUMNA DEL NIVEL INFERIOR
C2	COLUMNA DEL NIVEL SUPERIOR
	CIMIENTO DEL EDIFICIO DETALLE EN HOJA No. 8
Z	ZAPATAS

NOTA: el recubrimiento de las zapatas será de 7.5 cms y el de las columnas 3.0 cms



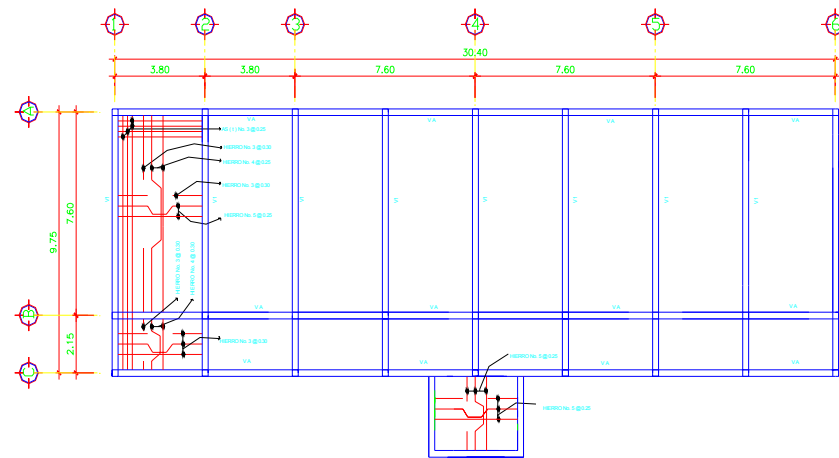
	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado	
	Proyecto: Edificación Escolar	Plano de: CIMENTACIÓN Y COLUMNAS
Director: Otto F. Castillo B.	Propiedad de: Municipalidad de Malacatan, San Marcos	
Cálculo: Otto F. Castillo B.	Estructa: Otto F. Castillo Bautista	Cante: 2000-30327
Dibujos: Otto F. Castillo B.	Vo. Do: Ing. Angel Roberto Sic Asesor	Hoja No.: 3 Total: 9
Escala: Indicada	Fecha: Abril 2005	Director: Hector Ramon Chavez Asesor

Figura 31. Vigas y losas - edificio escolar



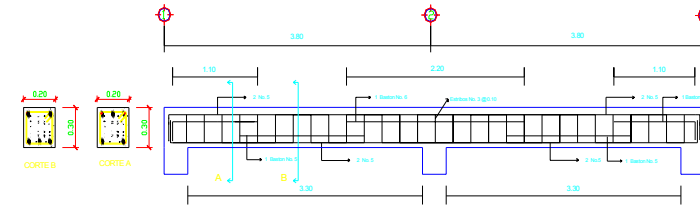
PLANTA ALTA

ESCALA: 1:100

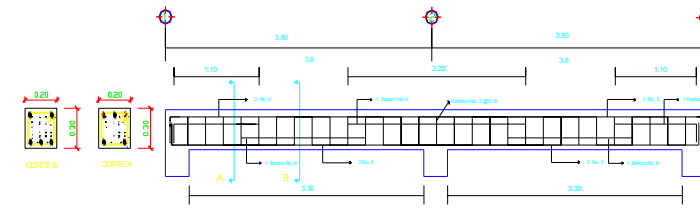


PLANTA BAJA

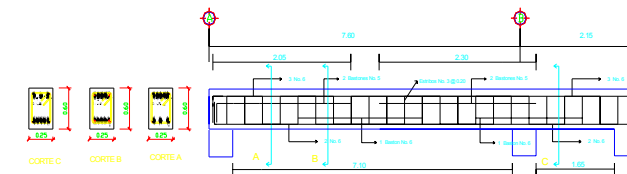
ESCALA: 1:100



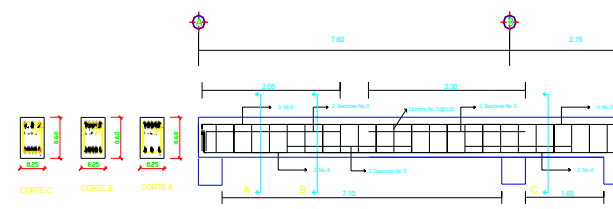
VIGA TIPO A



VIGA TIPO B



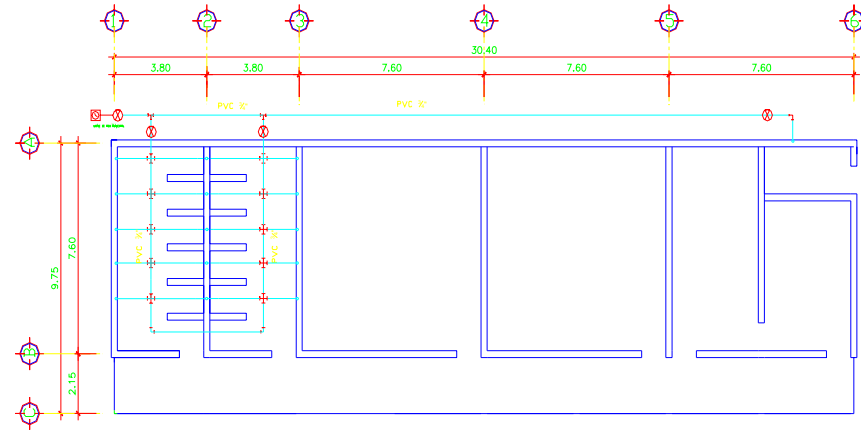
VIGA TIPO 2



VIGA TIPO 1

 <p>E. P. S.</p>	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado	
	Proyecto: Edificación Escolar	
Plano de: VIGAS Y LOSAS		
Propiedad de: Municipalidad de Malacatan, San Marcos		
Diseñó: Otto F. Castillo B. Cálculo: Otto F. Castillo B. Dibujó: Otto F. Castillo B.		Carátula: 2000-30327
Escala: Indicada		Vols. Do: 4
Fecha: Abril 2005		Autor: Ingt. Ángel Roberto Del Real Acalde: Hector Ruben Chavez

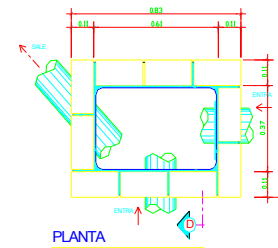
Figura 32. Drenajes y agua potable - edificio escolar



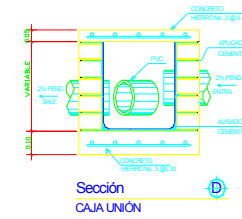
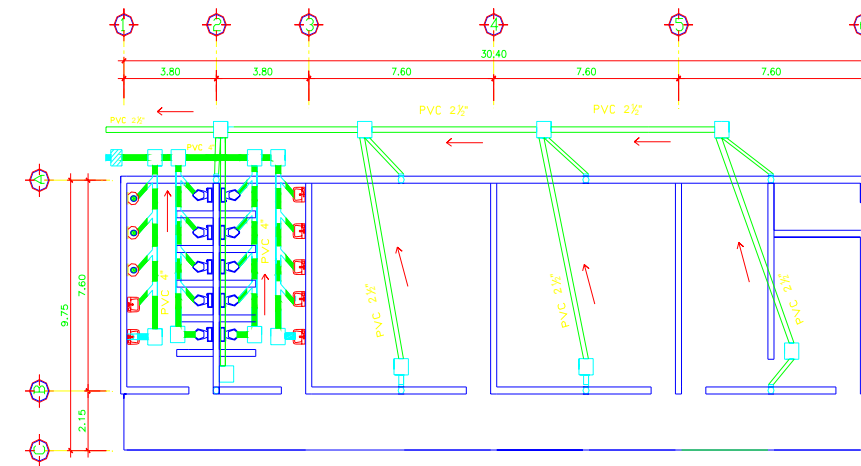
NOMENCLATURA DE AGUA POTABLE	
	TUBERIA PVC 3/4"
	CODO VERTICAL 90°
	TEE A 90° HORIZONTAL
	CONTADOR
	LLAVE DE PASO
	CODO HORIZONTAL 90°
	LLAVE DE GLOBO

PLANTA BAJA

ESCALA 1:100



NOMENCLATURA DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES	
	TUBERIA DE AGUAS NEGRAS PVC 4"
	TUBERIA DE AGUAS PLUVIALES PVC 2 1/2"
	TEE SANITARIA HORIZONTAL
	BAIADA DE AGUA PLUVIAL DE 2"
	CAJA DE UNION
	CODO DE TC A 90° VERTICAL
	CAJA SANITARIA

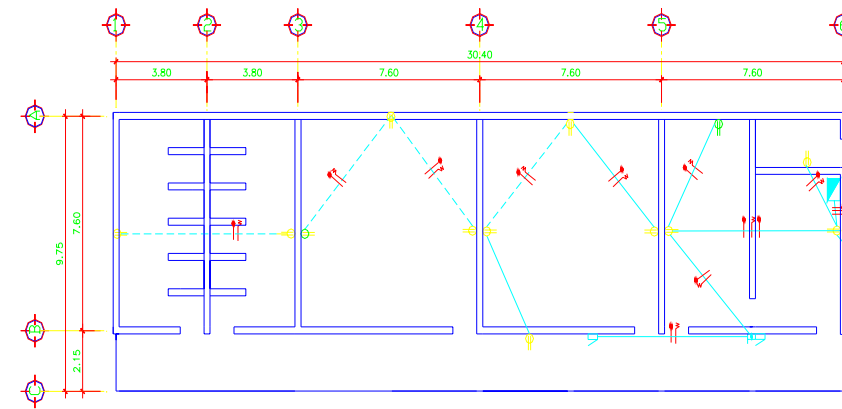


PLANTA BAJA

ESCALA 1:100

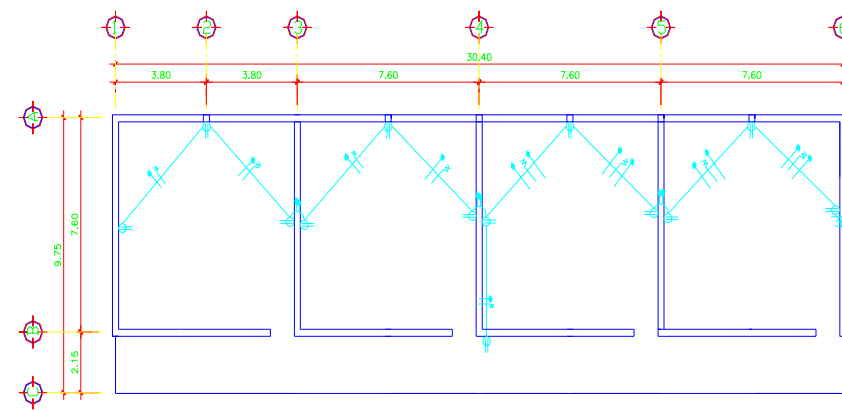
	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado	
	Proyecto: Edificación Escolar	
E. P. S.		Plano de: DRENAJES Y AGUA POTABLE
Proyecto de: Municipalidad de Malacatan, San Marcos		Propiedad de:
Diseñó: Otto F. Castillo B. Cálculos: Otto F. Castillo B. Dibujo: Otto F. Castillo B. Escala: Indicada Fecha: Abril 2005	Presentó: Otto F. Castillo Bautista Cédula: 2000-30327 V.O. Do:	Firma:
		Hoja No. 5 9

Figura 33. Fuerza - edificio escolar



PLANTA BAJA

ESCALA 1:100



PLANTA ALTA

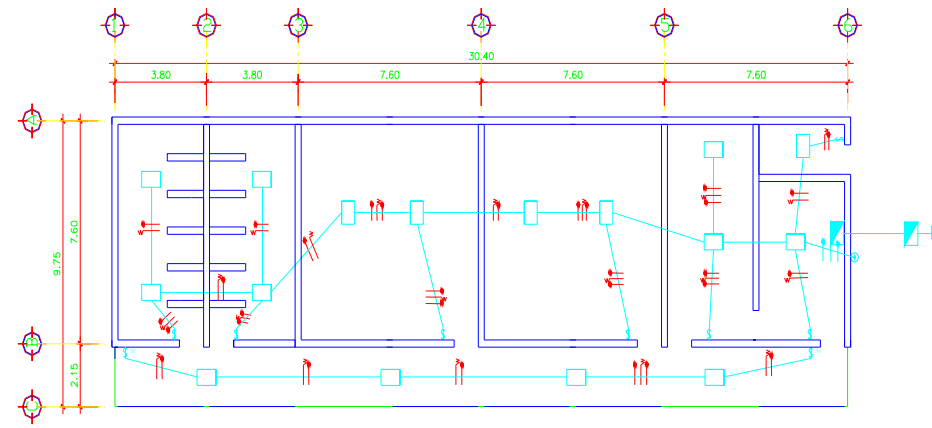
ESCALA 1:100

NOMENCLATURA DE FUERZA

	TOMACORRIENTE 110 V EN PARED
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	CIRCUITO C
	CONDUCTOR NEUTRO
	CAMPANA DE TIMBRE
	PULSADOR DE TIMBRE h=1.50

	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado	
	Proyecto: Edificación Escolar	
E. P. S.	Plano de: FUERZA	
Diseño: Otto F. Castilo B.	Propiedad de: Municipalidad de Malacatan, San Marcos	
Cálculo: Otto F. Castilo B.	Proyecto: Otto F. Castilo Bautista	Código: 2000-30327
Dibujó: Otto F. Castilo B.	Voz. Dto:	Hoja No. 6/9
Escala: Indicada	Ing. Angel Roberto De Amor	Hector Ruben Chavez Alcaraz
Fecha: Abril 2005		

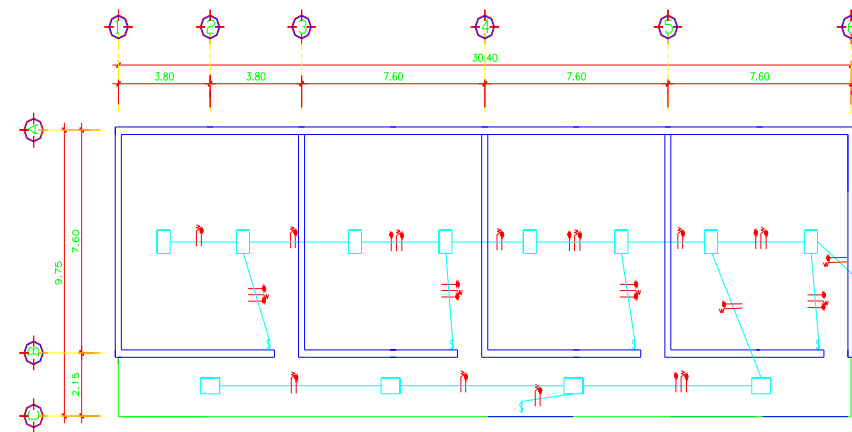
Figura 34. Iluminación - edificio escolar



PLANTA BAJA

ESCALA 1:100

NOMENCLATURA DE ILUMINACIÓN	
⊞	INTERRUPTOR SIMPLE
⊞	TABLERO DE FUSIONES
⊞	LAMPARAS FLUORESCENTES DE 2 X 40
→	CONDUCTOR NEUTRO
⊞	INTERRUPTOR THREE WAY
←	CIRCUITO A
⊞	CONTADOR

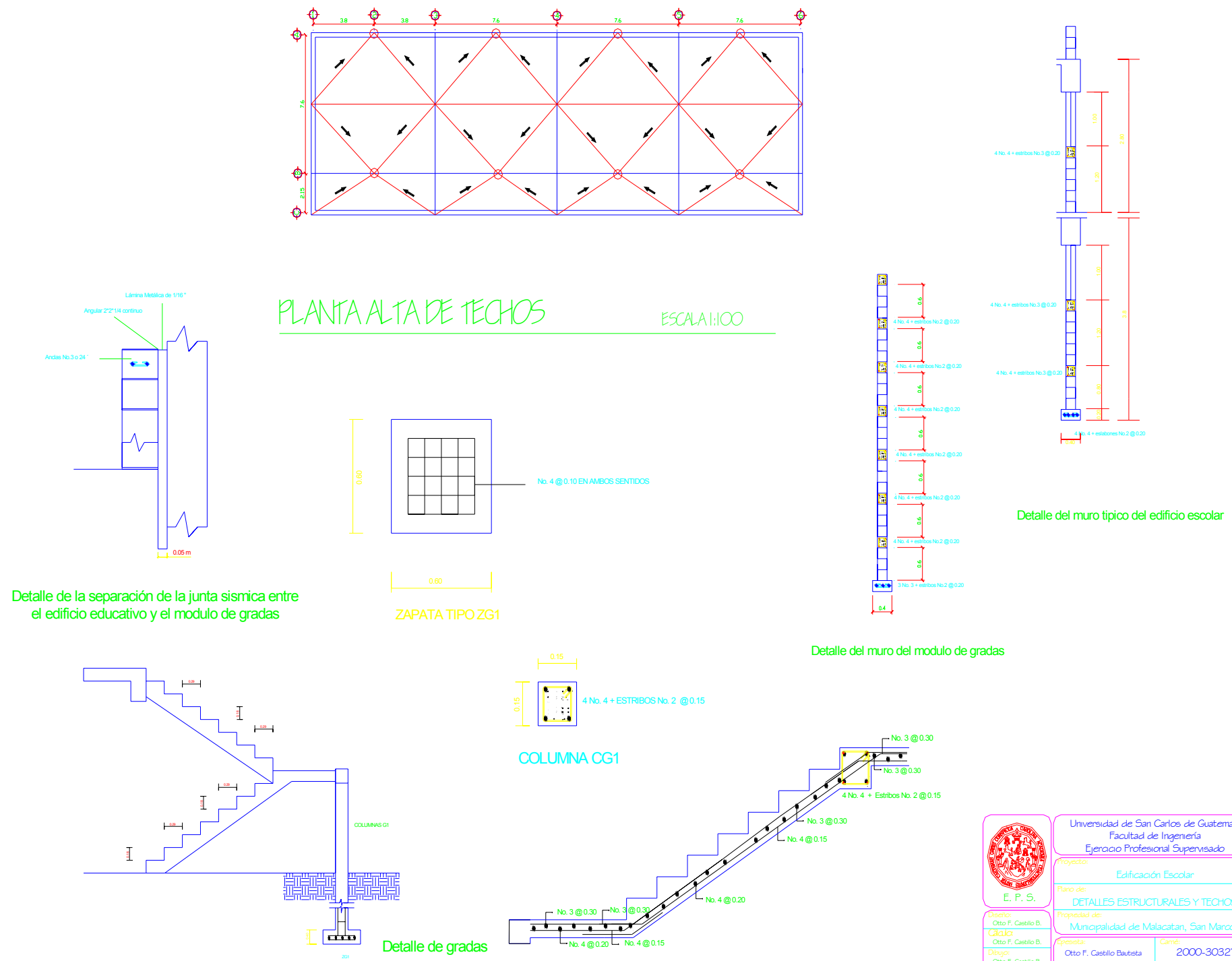


PLANTA ALTA

ESCALA 1:100

 E. P. S.	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado	
	Proyecto: Edificación Escolar	Plano de: ILUMINACIÓN
Cliente: Otto F. Castillo B.	Propiedad de: Municipalidad de Malacatan, San Marcos	
Cálculo: Otto F. Castillo B.	Diseñador: Otto F. Castillo Bautista	Carné: 2000-30327
Dibujo: Otto F. Castillo B.	Voz. Eo.: Ing. Angel Roberto De Amor	Firma No.: 7
Escala: Indicada	Fecha: Abril 2005	Firma O.S.: Hector Ruben Chavez Apolito

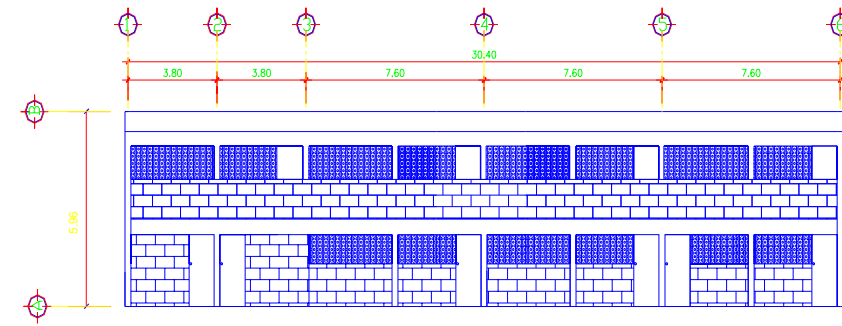
Figura 35. Detalles estructurales - edificio escolar



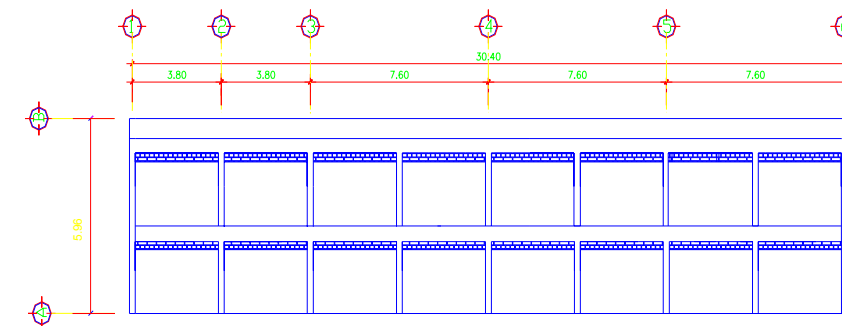
	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado	
	Proyecto: Edificación Escolar	Plano de: DETALLES ESTRUCTURALES Y TECHOS
Diseñó: Otto F. Castillo B. Cálculo: Otto F. Castillo B.	Propiedad de: Municipalidad de Malacatan, San Marcos	Caratula: 2000-30327
Director: Otto F. Castillo B.	No. Do: Indiciada	Hoja No.: 8
Fecha: Abril 2005	Ing. Angel Roberto Sic Acobar	Ing. Rainer Ovarín Aguilar



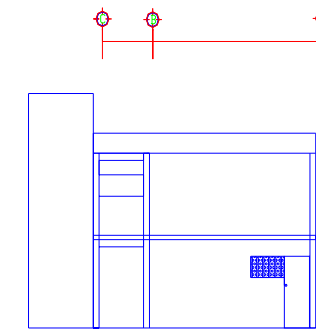
Figura 36 Secciones y elevaciones - edificio escolar



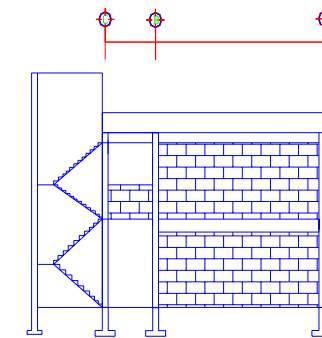
ELEVACION FRONTAL ESCALA 1:100



ELEVACION POSTERIOR ESCALA 1:100



ELEVACION LATERAL DERECHA ESCALA 1:100



SECCION TRANSVERSAL ESCALA 1:100

 E. P. S.	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado	
	Proyecto: Edificación Escolar Plano de: SECCIONES Y ELEVACIONES	
Usuario: Otto F. Castillo B. Cálculo: Otto F. Castillo B. Diseño: Otto F. Castillo B.	Propiedad de: Municipalidad de Malacatan, San Marcos Proyecto No.: 2000-30327 Voz. Do.	
Escala: Indicada Fecha: Abril 2005	Ing. Angel Roberto Sac Asesor	Ing. Hector Rivas Chavez Asesor
		Hoja No. 9 9