



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

**DISEÑO DEL EDIFICIO DE ESCUELA DE DOS NIVELES PARA EL BARRIO LOS  
LAURELES Y SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL SECTOR LOS TEO,  
MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA**

**Emanuel José Paiz López**

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, marzo de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL EDIFICIO DE ESCUELA DE DOS NIVELES PARA EL BARRIO LOS  
LAURELES Y SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL SECTOR LOS TEO,  
MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**EMANUEL JOSÉ PAIZ LÓPEZ**

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, MARZO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

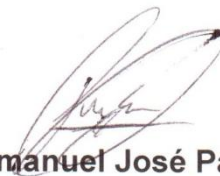
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DISEÑO DEL EDIFICIO DE ESCUELA DE DOS NIVELES PARA EL BARRIO LOS LAURELES Y SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL SECTOR LOS TEO, MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 10 de agosto de 2011.



**Emanuel José Paiz López**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 20 de septiembre de 2012  
Ref.EPS.DOC.1261.09.12

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

Estimada Ingeniera Calderón de León.

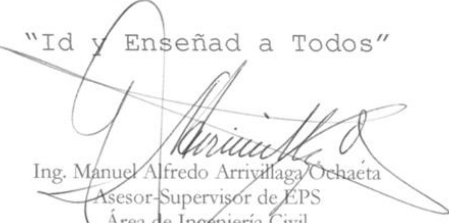
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Emanuel José Paiz López** con carné No. **200517770**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DEL EDIFICIO DE ESCUELA DE DOS NIVELES PARA EL BARRIO LOS LAURELES Y SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO EN EL SECTOR LOS TEO, MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA"**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
MAAO/ra



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



Guatemala,  
5 de octubre de 2012

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL EDIFICIO DE ESCUELA DE DOS NIVELES PARA EL BARRIO LOS LAURELES Y SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL SECTOR LOS TEO, MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Emanuel José Paiz López, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

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

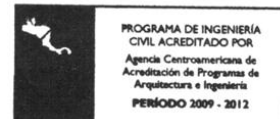
Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa  
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/bbdeb.

Más de 130 Años de Trabajo Académico y Mejora Continua





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



Guatemala,  
19 de noviembre de 2012

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL EDIFICIO DE ESCUELA DE DOS NIVELES PARA EL BARRIO LOS LAURELES Y SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL SECTOR LOS TEO, MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Emanuel José Paiz López, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

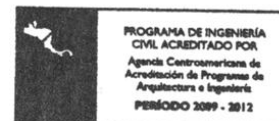
  
Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera  
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
ESTRUCTURAS  
USAC

/bbdeb.

Más de 130<sup>Años</sup> de Trabajo Académico y Mejora Continua



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 27 de noviembre de 2012  
Ref.EPS.D.1001.11.12

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL EDIFICIO DE ESCUELA DE DOS NIVELES PARA EL BARRIO LOS LAURELES Y SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO EN EL SECTOR LOS TEO, MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Emanuel José Paiz López**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Sigrid Ariza Calderón de León  
Directora Unidad de EPS



SACdL/ra





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
[www.ingenieria-usac.edu.gt](http://www.ingenieria-usac.edu.gt)



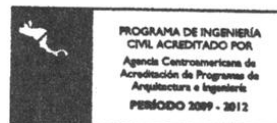
El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Sigríd Alitza Calderón de León De de León, al trabajo de graduación del estudiante Emanuel José Paiz López, titulado **DISEÑO DEL EDIFICIO DE ESCUELA DE DOS NIVELES PARA EL BARRIO LOS LAURELES Y SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO EN EL SECTOR LOS TEO, MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco 

Guatemala, marzo 2013

/bbdeb.

Más de 130<sup>Años</sup> de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos  
De Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.168-2013

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL EDIFICIO DE ESCUELA DE DOS NIVELES PARA EL BARRIO LOS LAURELES Y SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL SECTOR LOS TEO, MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA**, presentado por el estudiante universitario **Emanuel José Paiz López**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, marzo de 2013

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por darme la inteligencia, tiempo y salud para lograr terminar esta carrera.
- Mi papá** Fredy Arturo Paiz Soto, por ser un ejemplo de superación y un apoyo durante toda mi vida.
- Mi mamá** Vilma Yolanda López Cardona, por estar siempre apoyándome y guiándome por el camino correcto.
- Mis hermanos** Fredy, Cinthya y Christian Paiz López, por brindarme apoyo y consejos cuando más los necesitaba.
- Mi sobrina** Mitchel Cordon, por ser tan dulce, tranquila y mi sobrina preferida.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **Mis padres**

Por brindarme su cariño y confianza toda mi vida y ser un ejemplo para mi futuro.

### **Mi familia**

Por darme consejos que me ayudaron a alcanzar esta meta.

### **Mi novia**

Jéssica Vasquez, por esos buenos momentos que vivimos juntos, por sus consejos y ayuda que me ha brindado.

### **Mis mejores amigos**

Luis Asturias y Christian Navarro, por apoyarme en los peores momentos y vivir grandes experiencia juntos.

### **Mis amigos de la universidad**

Por los momentos inolvidables que pase a su lado en la universidad.

### **Ing. Mario Corzo**

Por guiar y ayudar a que todos los estudiantes salgan bien preparados.

### **Ing. Manuel Arrivillaga**

Por compartir sus conocimientos, supervisar y ser paciente en su labor.

## ÍNDICE GENERAL

INDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	XV
1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE EL PROGRESO, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA.....	1
1.1. Aspectos físicos.....	1
1.1.1. Ubicación y localización.....	1
1.2. Aspectos de Infraestructura.....	6
2. DISEÑO DE SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL SECTOR LOS TEO.....	11
2.1. Descripción del proyecto .....	11
2.2. Diseño de la red de colectores .....	12
2.2.1. Población futura.....	13
2.2.2. Caudal sanitario.....	15
2.2.2.1. Caudal domiciliar .....	16
2.2.2.2. Caudal conexiones ilícitas .....	16
2.2.3. Factor de caudal medio .....	17
2.2.4. Ejemplo de tramo.....	18
2.3. Evaluación ambiental inicial.....	30

3.	DISEÑO DEL EDIFICIO DE ESCUELA DE DOS NIVELES PARA EL BARRIO LOS LAURELES .....	31
3.1.	Descripción del proyecto .....	31
3.2.	Descripción del terreno disponible .....	31
3.2.1.	Localización del terreno.....	31
3.3.	Criterios de diseño .....	32
3.3.1.	Estudio del suelo .....	33
3.3.1.1.	Ensayo de compresión triaxial.....	33
3.3.2.	Códigos de diseño estructural .....	34
3.3.3.	Análisis estructural .....	35
3.3.3.1.	Predimensionamiento estructural .....	35
3.3.4.	Cargas de diseño .....	36
3.3.4.1.	Cargas vivas.....	36
3.3.4.2.	Cargas muertas .....	37
3.3.4.3.	Corte basal .....	37
3.3.5.	Análisis numérico por el Método de Kanni .....	51
3.3.5.1.	Diagramas de momentos .....	59
3.3.6.	Diseño estructural utilizando ETABS.....	62
3.4.	Diseño estructural. ....	64
3.4.1.	Diseño de losa.....	64
3.4.1.1.	Losas en dos direcciones .....	16
3.4.2.	Diseño de vigas .....	66
3.4.3.	Diseño de columnas .....	75
3.4.4.	Diseño de cimentaciones .....	79
3.4.5.	Diseño de techo de lámina .....	87
3.4.5.1.	Diseño de tendales.....	89
3.4.5.2.	Diseño de pernos .....	91
3.4.5.3.	Recomendaciones para las soldaduras. ....	92
3.4.6.	Diseño de gradas .....	93

3.4.7.	Diseño de instalaciones .....	96
3.4.7.1.	Diseño de instalaciones eléctricas .....	96
3.4.7.2.	Instalaciones hidráulicas.....	98
3.5.	Evaluación ambiental inicial.....	106
CONCLUSIONES .....		113
RECOMENDACIONES .....		115
BIBLIOGRAFÍA.....		117
ANEXOS .....		119





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ubicación de los proyectos en El Progreso, Jutiapa .....	2
2.	Ingresos a la ciudad de El Progreso .....	8
3.	Días del año de censo.....	14
4.	Localización de la obra, la flecha indica el lugar .....	32
5.	Momentos en viga por carga viva y muerta, marco 5.....	60
6.	Momentos en columnas por carga viva y muerta, marco 5.....	61
7.	Momentos en vigas por carga de sismo, marco 5.....	61
8.	Momentos en columnas por carga de sismo, marco 5.....	62
9.	Momentos debido a efectos de sismo en el marco 10 según el programa ETABS.....	63
10.	Gráfica de momentos por fuerzas horizontales.....	67
11.	Gráfica de momentos por fuerzas verticales .....	67
12.	Envolvente de momentos para la viga 2 B-C .....	68
13.	Armado de viga 2 B-C .....	74
14.	Armado de columna .....	78
15.	Área de corte en zapata .....	83
16.	Área de punzonamiento en zapata .....	84
17.	Dimensiones de zapata.....	86

### TABLAS

I.	Número de alumnos de preprimaria .....	4
II.	Número de alumnos de primaria .....	5

III.	Libreta de cálculos .....	24
IV.	Presupuesto drenaje en aldea Moran .....	28
V.	Cuadro de impactos ambientales.....	30
VI.	Cálculo corte basal .....	40
VII.	Cortante marco eje X .....	41
VIII.	Cortante marco eje Y .....	41
IX.	Centro de masa .....	43
X.	Centro de rigidez.....	46
XI.	Cortante eje x.....	50
XII.	Cortante eje y.....	51
XIII.	$\mu$ i Nodo A .....	52
XIV.	$\mu$ i Nodos.....	53
XV.	Kanni marco 5.....	55
XVI.	Momentos marco 5 .....	57
XVII.	Momentos marco 1 .....	58
XVIII.	Momentos marco 7 .....	59
XIX.	Momentos críticos Viga 2 B-C.....	69
XX.	Cantidad de acero en la viga 2 B-C .....	71
XXI.	Diámetro del subramal.....	101
XXII.	Equivalencias de gastos en tuberías de agua, tomando como unidad la tubería de 1/2" de diámetro, para las mismas condiciones de pérdida de presión y para una presión dada.....	102
XXIII.	Diámetro de las derivaciones en colector .....	103
XXIV.	Caudales base de los aparatos sanitarios .....	104
XXV.	Cuadro de Impactos ambientales .....	106
XXVI.	Presupuesto de construcción de escuela municipal .....	107

## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolos	Significado
A	Área
At	Área tributaria
P	Carga aplicada
CM	Carga muerta
Pu	Carga última
Cv	Carga viva
Q	Caudal
Qdis	Caudal de diseño
S	Espaciamiento del acero de refuerzo
E	Excentricidad
D	Peralte efectivo del elemento
$\rho$	Porcentaje de acero
$\rho_{\text{máx}}$	Porcentaje de acero máximo permitido
$\rho_{\text{min}}$	Porcentaje de acero mínimo permitido
Pv	Pozo de visita
$f'c$	Resistencia a la compresión del concreto
Fy	Resistencia a la fluencia del acero
K	Rigidez de un elemento
Vs	Valor soporte del suelo



## GLOSARIO

<b>Altura útil de la sección</b>	Es la distancia medida desde la fibra extrema en compresión, hasta el centroide del elemento sujeto a tensión.
<b>Análisis estructural</b>	Proceso que se realiza para determinar las respuestas de la estructura ante las acciones exteriores que pueden afectarla.
<b>Carga mayorada</b>	Carga multiplicada por los factores de mayoración apropiados, y que se utiliza con el objeto de dimensionar los elementos.
<b>Cota del terreno</b>	Es la altura de un punto del terreno referido a un nivel determinado.
<b>Cota Invert</b>	Distancia existente entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería.
<b>Dotación</b>	Término que se utiliza para designar la cantidad de agua que una persona necesita por día para satisfacer sus necesidades.

**Período de diseño**

Es el tiempo durante el cual un sistema (agua potable, drenaje, pavimentación, etc.) dará un servicio satisfactorio a la población, estableciendo su límite en el momento que su uso sobrepase las condiciones de diseño.

**Pozo de visita**

Es una obra de arte de un sistema de alcantarillado que permite el acceso al colector y cuya finalidad es facilitar el mantenimiento del sistema para que funcione eficientemente.

**Resistencia de diseño**

Resistencia nominal multiplicada por un factor de reducción.

**Tirante**

Altura de las aguas negras dentro de la alcantarilla.

## RESUMEN

El informe de EPS consta de tres capítulos, en los cuales se desarrolla dos proyectos para el municipio de El Progreso, Jutiapa; dichos proyectos consisten en: Diseño del edificio de escuela de dos niveles para el barrio Los Laureles y el Sistema de drenaje sanitario para el Sector Los Teo.

Este documento consta de tres capítulos:

El primer capítulo, consta de la fase de investigación donde se detalla la monografía del municipio, sus principales carreteras, su producción y comercio, así como el número de estudiantes por grados.

El segundo capítulo, contiene el diseño del drenaje sanitario para el sector Los Teo, se describe la situación actual del proyecto y los métodos de diseño.

El tercer capítulo presenta el diseño de la edificación para una escuela de dos niveles para el barrio Los Laureles, cuenta con la descripción del terreno actual, los datos obtenidos de la muestra de suelo del terreno y los métodos de diseño de la estructura.

Así mismo, se describen los aspectos técnicos, que intervienen en el diseño, los criterios utilizados y el presupuesto de cada uno de los proyectos.





## **OBJETIVOS**

### **General**

Contribuir con el desarrollo de las comunidades, diseñando los proyectos de infraestructura como son una escuela y un drenaje sanitario en el municipio de El Progreso, Jutiapa.

### **Específicos**

1. Realizar una investigación monográfica del municipio de El Progreso, sobre sus producciones, servicios básicos y nivel de las escuelas.
2. Realizar el diseño del drenaje sanitario del sector Los Teo, del municipio del El Progreso, Jutiapa.
3. Realizar el diseño de la escuela para el barrio Los Laureles, del municipio de El Progreso, Jutiapa.



## INTRODUCCIÓN

La educación es muy importante para el desarrollo de las comunidades, el nivel de alfabetismo en Guatemala es alto y esto se debe a que muchos niños no pueden optar a la educación por no contar con la infraestructura adecuada y cercana para tener acceso a la misma, y a la falta de sistemas de evacuación de desechos sólidos genera muchos focos de contaminación.

Tal es el caso del barrio Los Laureles el cual carece de infraestructura, en lo que respecta a edificios escolares, y el sector Los Teo que no cuentan con un sistema de drenaje sanitario, lo cual agrava las condiciones de salud para los pobladores del lugar.

El informe de EPS, está enfocado en el planteamiento de soluciones técnica y económicas, factibles para ambas situaciones, presentando los diseños de las escuela y el sistema de drenaje sanitario, el cual incluye diseños, cálculos, presupuestos y planos finales de cada uno de los proyectos.



# **1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE EL PROGRESO, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA**

## **1.1. Aspectos físicos**

El Progreso Achuapa (Achuapa: achiotl-achiote; pan – lugar de. Lugar o tierra de achiote) es un municipio ubicado en el departamento de Jutiapa en la región sur-oriente del país de Guatemala.

### **1.1.1. Ubicación y localización**

El municipio El Progreso dista 128 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala y 11 kilómetros de la cabecera departamental de Jutiapa. Su altura es de 969 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con el municipio de Monjas, departamento de Jalapa; al sur y oeste con el municipio de Jutiapa, al este con los municipios de Santa Catarina Mita y Asunción Mita del departamento de Jutiapa. Además, está ubicado en la parte oeste dentro de la cuenca del río Ostúa.

Figura 1. **Ubicación de los proyectos en El Progreso, Jutiapa**



Fuente: Google earth. Consulta: 08de octubre de 2012.

## Clima

El municipio de El Progreso tiene un clima agradable con una temperatura media anual de 19 a 24 grados Celsius. Es ligeramente baja en los meses de noviembre a febrero y cálida de marzo a junio, aspecto muy importante porque esta altura permite la adaptación de variados cultivos. La estación lluviosa abarca los meses de mayo a octubre.

## Hidrografía

El municipio se encuentra dentro de la subcuenca del Lago Guija, específicamente en la cuenca Ostúa-Guija. Dentro del municipio El Progreso, departamento de Jutiapa se localizan los siguientes ríos: Chiquito y Ovejero al norte, Colorado al este y Moran al oeste y sur. La vertiente hidrográfica que recorre el municipio está en el valle de drenaje del río Lempa, que desemboca en el océano Pacífico. Además se localizan en el municipio las quebradas, Las Uvas, de La Cueva, San Jerónimo, Honda y El Zope.

El caudal de los ríos ha disminuido debido al uso intensivo de los recursos forestales, en las partes altas de las cuencas hidrográficas, por los fenómenos climáticos y a la fuerte presión que se ejercen sobre ellos, para la utilización en los sistemas de riego de los diferentes cultivos existentes en el área. Otro recurso hidrográfico importante del municipio, lo constituye la laguna de Retana, que en la época lluviosa, acumula o capta grandes cantidades de agua que son utilizadas en la época seca para el riego de cultivos agrícolas.

### Orografía

En el municipio existen 13 cerros denominados: Calderas, Colorado, El Cubilete, El Tecolote, El Sombrerito, La Piedrona, La Lomita, Las Aradas, Las Crucitas, Loma Alta, San Cristóbal, San Juan y Santiago. Asimismo, cuenta con un volcán llamado Tuhual y un paraje denominado Cruce Cinco Calles.

### Producción agrícola

Actualmente el desarrollo de la agricultura en la región sur oriental de Guatemala ha evolucionado a pasos agigantados en los últimos 10 años, lo que ha significado el incremento en la producción agrícola, principalmente en los cultivos de tomate, chile pimiento, chile jalapeño y pepino los cuales han contribuido al desarrollo económico de la zona.

### Población

La densidad poblacional está definida por el número de personas que viven en una superficie determinada, que puede ser por terreno cultivable o kilómetro cuadrado.

Con base en lo anterior y conforme a la población estimada para el 2002, se puede establecer que en el municipio El Progreso existe una relación de 267 habitantes por kilómetro cuadrado.

## Educación

Conforme datos estadísticos proporcionados por la supervisión departamental del Ministerio de Educación, el municipio cuenta con varios centros educativos públicos y privados, que atienden a la población escolar desde el nivel preprimario hasta el nivel universitario, a continuación se detallan, los servicios que prestan, la cantidad de centros educativos y la cantidad de alumnos que atienden:

### Nivel preprimario

Existen en el municipio 13 establecimientos, de los cuales 10 son de carácter público y 3 de carácter privado, éstos atienden a una población de 618 educandos, 273 niños y 345 niñas; ubicándose en el área rural un total de 9 establecimientos que atienden el 49% del total de estudiantes inscritos en el año escolar 2002.

Tabla I. **Número de alumnos de preprimaria**

Área	Alumnos			Establecimientos		
	Niños	Niñas	Total	Públicos	Privados	Total
Urbana	170	147	317	1	3	4
Rural	103	198	301	9		9
Total	273	345	618	10	3	13

Fuente: Municipalidad de El Progreso.



## Nivel primario

En lo que respecta al nivel primario, el municipio cuenta con un total de 18 establecimientos educativos, de los cuales 15 son públicos y 3 privados; éstos atienden a una población de 3 298 alumnos, 1 693 niños y 1 605 niñas; se ubican en el área rural el mayor número de establecimientos, los cuales atienden el 60% del total de alumnos y alumnas inscritos en el ciclo escolar 2002.

Del análisis del cuadro anterior, se estableció que el 69% del total de la población inscrita, está concentrada en este nivel escolar, esto debido a la idiosincrasia que prevalece en el área rural, que considera que la educación primaria es suficiente, debido a que los padres de familia prefieren que su hijos se integren a la fuerza laboral familiar y no toman en cuenta los anteriores y posteriores niveles educativos pues no lo creen necesario.

Tabla II. **Número de alumnos de primaria**

Área	Alumnos			Establecimientos		
	Niños	Niñas	Total	Públicos	Privados	Total
Urbana	640	678	1,318	2	3	5
Rural	1,053	927	1,980	13		13
Total	1,693	1,605	3,298	15	3	18

Fuente: Municipalidad de El Progreso.

## Nivel básico

En lo que respecta a la atención al nivel básico, el municipio cuenta con un total de 5 establecimientos educativos, de los cuales 2 son por cooperativa, 1 público y 2 privados, los que tienen una cobertura de atender un total de 890 alumnos, 416 alumnos y 474 alumnas; se ubica el 78% en los establecimientos del área urbana. Esto implica que la educación en este nivel, está concentrada en la cabecera municipal, así como únicamente el 4% de la población total, recibe educación en este nivel.

## Nivel diversificado

Para la atención de la educación a nivel diversificado, el municipio cuenta con dos instituciones que atienden a la población escolar, uno de carácter público y el otro privado, ambos ubicados en el casco urbano de la cabecera municipal, éstos atienden un total de 318 alumnos, con el 39% de hombres y 61% de mujeres.

### **1.2. Aspectos de Infraestructura**

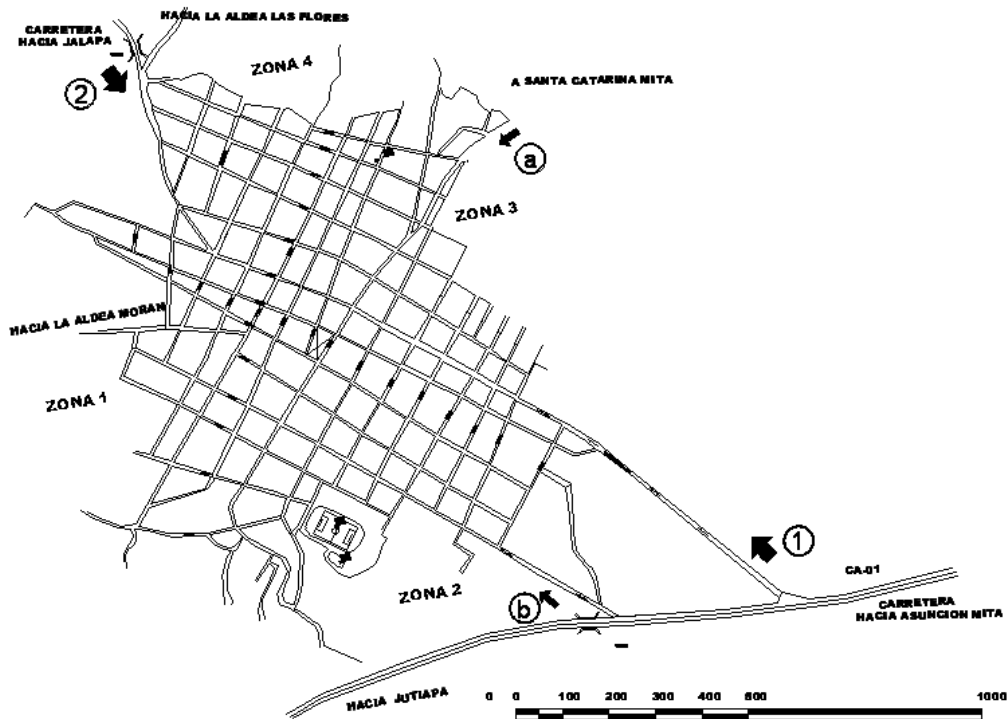
El Progreso cuenta con una variedad de transportes terrestres de camionetas y microbuses la cuales son distribuidos por horarios madrugadores y desveladores, especialmente para la ciudad de capital. Las camionetas generalmente vienen del departamento de Jalapa que son los transportes para la ciudad capital.

## Vías de acceso

Ingresos principales: a) Desde la carretera Internacional CA-01. Este es la principal vía de acceso hacia el casco urbano del municipio. Es aquí donde ingresa el transporte extra urbano proveniente de otros municipios como Jutiapa, Agua Blanca y Asunción Mita entre algunos, esta vía de acceso principal fue recientemente abierta, ya que anteriormente se accedía al casco urbano por una vía alterna (la que se denomina “b”), pero debido a su complejidad para llegar al centro del casco urbano, ha sido fácilmente desplazada como una vía alterna. Cabe destacar que este acceso une directamente con la carretera CA-01, la cual comunica a la frontera con El Salvador. b) La otra vía importante de acceso, es la que proviene de Jalapa, ya que es una importante conexión comercial.

Ingresos secundarios: a) Esta vía de penetración es de importancia comercial para el intercambio con el municipio de Santa Catarina Mita. Es además, una vía de acceso desde varias aldeas que se ubican a los costados de esta carretera. Otro dato importante es el desarrollo de campos de cultivo de diferentes especies, lo que la hace una vía comercial importante. b) Era antiguamente la carretera de ingreso y egreso hacia el casco urbano de El Progreso, Jutiapa, actualmente ha sido reemplazada por una nueva calzada que consta de 4 carriles.

Figura 2. Ingresos a la ciudad de El Progreso



Fuente: Municipalidad de El Progreso, Jutiapa.

### Servicios públicos

Los servicios de drenajes, y agua potable se encuentran habilitados ya en la mayor parte de la ciudad. La tendencia topográfica es hacia los ríos que la limitan. La ciudad cuenta con drenajes en un 85% agua entubada en un 90%. En esta actualmente se busca habilitar un nuevo pozo, debido a que la presión existente en algunas partes del casco urbano ya no es suficiente, y la demanda es cada vez mayor.

En lo que a electricidad y alumbrado público se refiere, el servicio es prestado por DEORSA, y la ciudad tiene una cobertura del 100%, aunque el suministro presenta problemas de caídas de tensión eventualmente.

El servicio de telefonía se ha visto ampliado aceleradamente en los últimos años, existiendo capacidad del servicio para casi todo el casco urbano, este servicio se ha visto equilibrado de igual forma por la introducción de telefonía celular al área.

Los desechos sólidos no tienen ningún tratamiento específico y depositado en barrancos de los límites entre El Progreso y Jutiapa. Los desechos de drenajes son conducidos por el sistema hacia los ríos. La recreación pública se limita a las instalaciones del parque recreativo municipal, el cual es el único lugar para este fin. Por aparte están áreas en el interior de escuelas o institutos, pequeñas canchas polideportivas. Existe también el estadio municipal Manuel Ariza, para eventos deportivos pagados en su mayoría.



## **2. DISEÑO DE SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL SECTOR LOS TEO**

### **2.1. Descripción del proyecto**

El diseño de drenaje en la aldea Moran, en el sector Los Teo, esta comunidad cuenta con los servicios de agua potable y energía eléctrica, pero no cuenta con el sistema de drenaje, razón por la cual se desarrollará el diseño del mismo.

Las calles de terracería que presenta el lugar, definen el sistema de drenaje que ha de utilizarse para la evacuación de aguas residuales. Un sistema combinado implicaría el uso de tragantes para agua de lluvia, ocasionando que la arena, tierra y otros materiales que son arrastrados por el agua superficial entren a la tubería, ocasionándole obstrucciones a la misma. El mantenimiento sería caro, por la limpieza frecuente que debería realizarse. Dadas las circunstancias mencionadas, el sistema que mejor se adapta a la situación, es el drenaje sanitario, con el cual, se eliminarían las aguas negras a flor de tierra, que causan problemas a los habitantes de la aldea, por el mal olor, proliferación de insectos y transmisión de enfermedades gastrointestinales.

El sistema de alcantarillado sanitario tendrá una longitud de 2061 metros, que se conectara a un colector principal, el cual lleva hacia El Progreso.

La población actual a beneficiar es de 1086 habitantes, mientras que al final del período de diseño será de 1545 habitantes.

## 2.2. Diseño de la red de colectores

Para el diseño de los colectores se toman en cuenta varios aspectos como lo son: el período de diseño, población de diseño, dotación de agua potable, factor de retorno y otros más.

- Período de diseño

Se tomo un período de diseño de 31 años, tomando en cuenta un año para la ejecución del proyecto.

- Población de diseño

6 habitantes /vivienda

- Dotación de agua potable

150 litro /habitante /día

- Factor de retorno

Se considero un factor de retorno de 85%.

- Otras bases de diseño

Población actual:

1086 habitantes



Tipo de tubería:

PVC para alcantarillado sanitario, Norma ASTM F-949

Relación de velocidades:

$0,6 \leq v \leq 2,5$  m/seg Norma INFOM

Diámetro mínimo:

6 pulgadas Norma INFOM

En tramos iniciales se utilizara un diámetro de 4 pulgadas.

Diámetro máximo:

15 pulgadas Norma INFOM

Para la pendiente se utilizara la que permita la velocidad adecuada del fluido.

### 2.2.1. Población futura

Para la estimación de la población futura se usó el método geométrico, tomando como base los datos siguientes:

Población El Progreso (abril 1994)	16499 habitantes
Población El Progreso (15 diciembre 2002)	18194 habitantes
Población sector Los Teo (2011)	1086 habitantes

Para iniciar se debe calcular la tasa de crecimiento poblacional, basándose en los datos del INE con los censos de 1994 y 2002, con la fórmula siguiente:

$$r = \frac{P_0^{1/n_1} - 1}{P_1}$$

En donde:

$n_1$  se define como el tiempo transcurrido entre los censos y su fórmula es la siguiente:

$$n_1 = t_2 - t_1$$

Para calcular  $t_1$  y  $t_2$ , se necesita el cálculo de los días del año transcurridos al momento de cada uno de los censos; los datos se tabulan a continuación:

Figura 3. **Días del año de censo**

<b>Días en el censo de 1994:</b>	
Enero	31
Febrero	28
Marzo	31
Abril	<u>30 +</u>
120 días	
<b>Días en el censo de 2002:</b>	
Enero	31
Febrero	28
Marzo	31
Abril	30
Mayo	31
Junio	<u>30 +</u>
181	
Julio	31
Agosto	31
Septiembre	30
Octubre	31
Noviembre	<u>30 +</u>
153	
Sumando: $181 + 153 = 334$	

Fuente: elaboración propia.

El tiempo transcurrido entre los censos es:

$$t1 = 1994 + \frac{120}{365}$$

$$t2 = 2002 + \frac{334}{365}$$

$$t1 = 1994,32$$

$$t2 = 2002,93$$

$$n1 = 2002,93 - 1994,32$$

$$n1 = 8,60$$

Con el dato anterior se puede calcular la tasa de crecimiento poblacional del municipio de El Progreso, Jutiapa.

$$r = \frac{18194}{16499}^{1/8,60} - 1$$

$$r = 0,01143 = 1,14\%$$

Si se conoce la tasa de crecimiento poblacional, se puede establecer la población futura del sector Los Teo, en este caso, considerando un período de diseño de 31 años, tomando en cuenta un año para la ejecución del proyecto.

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

$$Pf = 1086(1 + 0,01143)^{31}$$

$$Pf = 1545 \text{ habitantes}$$

### 2.2.2. Caudal sanitario

El caudal sanitario se calcula mediante la fórmula:

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

El caudal industrial y comercial no se toma en cuenta en este caso en particular, ya que en el sector Los Teo no existe ningún tipo de industria ni comercio; mientras que el caudal de infiltración se desprecia, ya que la tubería a utilizar en el proyecto es de PVC Norma ASTM F-949, cuyas juntas son herméticas, sin permitir el ingreso de agua del subsuelo.

### **2.2.2.1. Caudal domiciliar**

El caudal domiciliar es aquel que viene de las viviendas, este es el regreso o retorno del agua potable hacia los drenajes, pero no todo el agua regresa, por lo que se toma en cuenta un factor de retorno siendo este inferior a 1.

$$Q_{dom} = \frac{\#Hab * dotación * F.R.}{86400} \text{ , } \frac{Lts}{seg}$$

$$Q_{dom} = \frac{1545hab * 150 lts/hab/dia * 0,85}{86400 \text{ seg}}$$

$$Q_{dom} = 2,27 \text{ lts / seg}$$

### **2.2.2.2. Caudal conexiones ilícitas**

En el área de Los Teo no existe estación hidrométrica, por tal razón, no se cuenta con datos precisos de la intensidad de lluvia, por lo tanto no se puede utilizar el método racional para calcular el caudal de conexiones ilícitas.

Según el INFOM (Instituto de Fomento Municipal), se puede estimar el valor de este caudal tomando un 10 por ciento del caudal domiciliar, sin embargo, en áreas donde no existe alcantarillado pluvial, como en este caso, se

puede usar un valor mayor si se adopta otro criterio de la misma institución, el cual indica que se puede tomar una dotación de 150 litros por habitante por día.

$$Q_{ci} = \frac{\#hab * dotación\ diaria}{86400}, \text{ lts/seg}$$

$$Q_{ci} = \frac{1545\ hab * 150\ lts/hab/dia}{86400\ seg}$$

$$Q_{ci} = 2,68$$

Ahora se calcula el caudal sanitario:

$$Q_{sanitario} = 2,27 \frac{lts}{seg} + 2,68 \frac{lts}{seg}$$

$$Q_{sanitario} = 4,96 \frac{lts}{seg}$$

### 2.2.3. Factor de caudal medio

El factor de caudal medio se calcula al dividir el caudal sanitario entre el número de habitantes.

$$f_{qm} = \frac{Q_{sanitario}}{\#habitantes}$$

$$f_{qm} = \frac{4,9622\ lts/seg}{1545\ habitantes}$$

$$f_{qm} = 0,0032$$

#### 2.2.4. Ejemplo de tramo

El tramo a utilizar para el ejemplo, es del pozo 9 al pozo 10, el cual tiene los datos siguientes:

No. de viviendas acumuladas: 54  
Población actual acumulada: 324 habitantes  
Población futura acumulada: 461 habitantes

Caudal medio actual acumulado:

$$\begin{aligned}q_{\text{medio actual}} &= f_{qm} \times \# \text{habitantes actuales} \\q_{\text{medio actual}} &= 0,0032 \times 324 \text{ habitantes} \\q_{\text{medio actual}} &= 1,03 \text{ lts/seg}\end{aligned}$$

Caudal medio futuro acumulado:

$$\begin{aligned}q_{\text{medio futuro}} &= f_{qm} \times \# \text{habitantes actuales} \\q_{\text{medio futuro}} &= 0,0032 \times 461 \text{ habitantes} \\q_{\text{medio futuro}} &= 1,47 \text{ lts/seg}\end{aligned}$$

Factor de Harmond actual:

$$\begin{aligned}FH_{\text{actual}} &= \frac{18 + \frac{P}{1000}}{4 + \frac{P}{1000}} \\FH_{\text{actual}} &= \frac{18 + \frac{324}{1000}}{4 + \frac{324}{1000}}\end{aligned}$$

$$FH_{\text{actual}} = 4,06$$

Factor de Harmond futuro:

$$FH_{\text{futuro}} = \frac{18 + \frac{P}{1000}}{4 + \frac{P}{1000}}$$

$$FH_{\text{futuro}} = \frac{18 + \frac{461}{1000}}{4 + \frac{461}{1000}}$$

$$FH_{\text{futuro}} = 3,99$$

Caudal de diseño sanitario actual:

$$Q_{\text{diseño actual}} = q_{\text{medio actual}} \times FH_{\text{actual}}$$

$$Q_{\text{diseño actual}} = 1,03 * 4,06$$

$$Q_{\text{diseño actual}} = 4,21 \text{ lts/seg}$$

Caudal de diseño sanitario futuro:

$$Q_{\text{diseño futuro}} = q_{\text{medio futuro}} \times FH_{\text{futuro}}$$

$$Q_{\text{diseño futuro}} = 1,47 * 3,99$$

$$Q_{\text{diseño futuro}} = 5,88 \text{ lts/seg}$$

Ahora se calcula el caudal a sección llena para el tramo en estudio, para chequear si cumple con los requisitos de tirante y velocidad. Es necesario utilizar la fórmula de Manning para flujo en canales, para el cálculo de de caudal y velocidad a sección llena, tomando los siguientes datos:

Diámetro de tubería: 6 pulgadas  
Pendiente del terreno: 2,5%  
Pendiente de tubería: 0,34%

Con la fórmula de Manning:

$$V = \frac{1}{n} * R^{2/3} * S^{1/2} \text{ en m/seg.}$$

En donde:

$$R = \frac{D}{4}, \text{ para secciones circulares}$$

n = coeficiente de rugosidad de P.V.C., el cual tiene un valor de 0,010

$$V = \frac{1}{0,01} * \frac{6 * 0,02^{2/3}}{4} * 0,003^{1/2}$$

$$V = 0,65 \text{ m/seg}$$

Luego se calcula el caudal:

$$Q = A * V \text{ en lts/seg}$$



En donde:

$$A = \frac{\pi D^2}{4}, \text{ en metros cuadrados}$$

$$Q = \frac{\pi \cdot 6 \cdot 0,02^2}{4} \cdot (0,65)$$

$$Q = 0,012 \text{ m}^3/\text{seg} \approx 12,03 \text{ lts/seg}$$

Con el caudal y la velocidad de flujo a sección llena, se puede chequear que el caudal de diseño cumpla con las especificaciones de diseño. Se comprueba lo siguiente:

$$q_{\text{diseño}} < Q_{\text{lleno}}$$

$$5,8891 < 12,03 \text{ lts/seg} \text{ Si cumple}$$

Ahora se realiza la relación de caudales.

$$\frac{q_{\text{diseño actual}}}{Q_{\text{lleno}}} = \frac{4,21}{12,03} = 0,35$$

$$\frac{q_{\text{diseño futuro}}}{Q_{\text{lleno}}} = \frac{5,88}{12,03} = 0,48$$

Con los valores de las relaciones  $q/Q$ , se busca en la tabla de relaciones hidráulicas, la relación  $v/V$  correspondiente a la relación de caudales para cada tramo.

$$\frac{v_{\text{actual}}}{V} = 0,91$$

$$\frac{v_{\text{futuro}}}{V} = 0,99$$

Con las relaciones de velocidad encontradas y la velocidad a sección llena, se procede a calcular la velocidad a sección parcialmente llena:

$$v = \frac{v}{V} * V$$

$$V_{\text{actual}} = 0,91 * 0,65$$

$$V_{\text{actual}} = 0,60$$

$$V_{\text{futuro}} = 0,99 * 0,65$$

$$V_{\text{actual}} = 0,65$$

La relación  $d/D$  también se busca en la tabla de relaciones hidráulicas y es la que expresa la relación entre el tirante de flujo en la alcantarilla y el diámetro de la tubería.

$$\frac{d_{\text{actual}}}{D} = 0,40$$

$$\frac{d_{\text{futuro}}}{D} = 0,49$$

Se hace el chequeo de velocidades correspondiente:

$$0,6 \leq \text{velocidad de diseño} \leq 2,5 \quad \frac{m}{s}$$

$$0,6 \leq 0,60 \leq 2,5 \quad \frac{m}{s} \quad \text{actualmente}$$

$$0,6 \leq 0,65 \leq 2,5 \quad \frac{m}{s} \quad \text{en el futuro}$$

Ambas velocidades están en el rango permisible.

Es necesario hacer también el chequeo de las relaciones de diámetros para cumplir con las especificaciones.

$$0,1 \leq d/D \leq 0,74$$

$$0,1 \leq 0,41 \leq 0,74 \text{ actualmente}$$

$$0,1 \leq 0,5 \leq 0,74 \text{ en el futuro}$$

Ambas relaciones están dentro del rango permisible.

Por lo tanto, se cumplen las especificaciones de velocidades y tirantes máximos y mínimos.

Tabla III. Libreta de cálculos

Estaciones	Distancia		Cota terreno		Cota de pozo		Pendiente terreno	Pendiente tubería (%)	Numero de casas		Numero de habitantes	
	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final			Actual	Acumulado	Actual	Acumulado
1	2	70.00	19.35	19.20	19.35	19.00	0.21	0.50	8.00	8.00	48.00	48.00
2	3	85.00	19.20	19.15	19.00	18.60	0.06	0.47	6.00	14.00	36.00	84.00
3	4	75.00	19.15	19.02	18.60	18.00	0.17	0.80	4.00	18.00	24.00	108.00
4	5	86.00	19.02	18.73	18.00	17.50	0.34	0.58	6.00	24.00	36.00	144.00
16	5	54.00	24.83	18.73	24.83	17.50	11.30	13.57	4.00	4.00	24.00	24.00
5	6	97.00	18.73	18.54	17.50	17.00	0.20	0.52	4.00	32.00	24.00	192.00
6	7	80.00	18.54	18.66	17.00	16.63	-0.15	0.46	4.00	36.00	24.00	216.00
7	8	81.00	18.66	18.65	16.63	16.30	0.01	0.41	6.00	42.00	36.00	252.00
8	9	67.00	18.65	18.15	16.30	16.04	0.75	0.39	8.00	50.00	48.00	300.00
9	10	56.00	18.15	16.75	16.04	15.85	2.50	0.34	4.00	54.00	24.00	324.00
10	11	64.00	16.75	16.20	15.85	15.62	0.86	0.36	4.00	58.00	24.00	348.00
11	12	41.00	16.20	11.58	15.62	11.58	11.27	9.85	4.00	62.00	24.00	372.00
12	13	41.00	11.58	9.89	11.58	9.89	4.12	4.12	5.00	67.00	30.00	402.00
13	14	39.00	9.89	5.11	9.89	5.11	12.26	12.26	6.00	73.00	36.00	438.00
14	15	30.00	5.11	1.98	5.11	1.98	10.43	10.43	4.00	77.00	24.00	462.00
32	17	60.97	24.86	24.88	24.85	24.80	-0.03	0.08	5.00	5.00	30.00	30.00
17	18	66.00	24.88	24.82	24.80	24.50	0.09	0.45	4.00	9.00	24.00	54.00
18	19	83.00	24.82	24.48	24.50	23.69	0.41	0.98	5.00	14.00	30.00	84.00
19	20	70.00	24.48	24.30	23.69	23.22	0.26	0.67	8.00	22.00	48.00	132.00
20	21	84.00	24.30	24.15	23.22	22.75	0.18	0.56	6.00	28.00	36.00	168.00
21	22	56.00	24.15	22.80	22.75	22.40	2.41	0.63	4.00	32.00	24.00	192.00
22	23	78.00	22.80	22.30	22.40	22.00	0.64	0.51	7.00	39.00	42.00	234.00
33	28	45.63	27.53	27.62	27.60	26.80	-0.20	1.75	9.00	9.00	54.00	54.00
28	29	45.00	27.62	27.15	26.80	26.10	1.04	1.56	10.00	19.00	60.00	114.00
29	30	43.00	27.15	26.68	26.10	25.50	1.09	1.40	9.00	28.00	54.00	168.00
30	31	79.00	26.68	26.20	25.50	24.50	0.61	1.27	8.00	36.00	48.00	216.00
31	23	65.00	26.20	22.30	24.50	22.00	6.00	3.85	4.00	40.00	24.00	240.00
23	24	40.00	22.30	22.15	22.00	21.50	0.38	1.25	4.00	83.00	24.00	498.00
24	25	44.00	22.15	21.13	21.50	19.50	2.32	4.55	3.00	86.00	18.00	516.00
25	26	81.00	21.13	19.40	19.50	18.00	2.14	1.85	7.00	93.00	42.00	558.00
26	27	54.00	19.40	13.95	18.00	13.00	10.09	9.26	4.00	97.00	24.00	582.00
27	15	101.00	13.95	1.98	13.00	1.98	11.85	10.91	7.00	104.00	42.00	624.00

Continuación de la tabla III.

Futuro	Caudal Domiciliar		Caudal conexiones ilícitas		Caudal Medio		FQM		F.H.		Caudal de diseño (q)	
	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro
68.27	0.07	0.10	0.08	0.12	0.15	0.22	0.00	0.00	4.32	4.29	0.67	0.94
119.48	0.12	0.18	0.15	0.21	0.27	0.38	0.00	0.00	4.26	4.22	1.15	1.62
153.62	0.16	0.23	0.19	0.27	0.35	0.49	0.00	0.00	4.23	4.19	1.47	2.07
204.82	0.21	0.30	0.25	0.36	0.46	0.66	0.00	0.00	4.20	4.14	1.94	2.73
34.14	0.04	0.05	0.04	0.06	0.08	0.11	0.00	0.00	4.37	4.35	0.34	0.48
273.09	0.28	0.40	0.33	0.47	0.62	0.88	0.00	0.00	4.15	4.10	2.56	3.59
307.23	0.32	0.45	0.38	0.53	0.69	0.99	0.00	0.00	4.14	4.07	2.87	4.02
358.44	0.37	0.53	0.44	0.62	0.81	1.15	0.00	0.00	4.11	4.04	3.33	4.66
426.71	0.44	0.63	0.52	0.74	0.96	1.37	0.00	0.00	4.08	4.01	3.93	5.49
460.85	0.48	0.68	0.56	0.80	1.04	1.48	0.00	0.00	4.06	3.99	4.23	5.91
494.98	0.51	0.73	0.60	0.86	1.12	1.59	0.00	0.00	4.05	3.98	4.53	6.32
529.12	0.55	0.78	0.65	0.92	1.19	1.70	0.00	0.00	4.04	3.96	4.82	6.73
571.79	0.59	0.84	0.70	0.99	1.29	1.84	0.00	0.00	4.02	3.94	5.19	7.24
623.00	0.65	0.92	0.76	1.08	1.41	2.00	0.00	0.00	4.00	3.92	5.63	7.85
657.13	0.68	0.97	0.80	1.14	1.48	2.11	0.00	0.00	3.99	3.91	5.92	8.25
42.67	0.04	0.06	0.05	0.07	0.10	0.14	0.00	0.00	4.35	4.33	0.42	0.59
76.81	0.08	0.11	0.09	0.13	0.17	0.25	0.00	0.00	4.31	4.27	0.75	1.05
119.48	0.12	0.18	0.15	0.21	0.27	0.38	0.00	0.00	4.26	4.22	1.15	1.62
187.75	0.19	0.28	0.23	0.33	0.42	0.60	0.00	0.00	4.21	4.16	1.78	2.51
238.96	0.25	0.35	0.29	0.41	0.54	0.77	0.00	0.00	4.17	4.12	2.25	3.16
273.09	0.28	0.40	0.33	0.47	0.62	0.88	0.00	0.00	4.15	4.10	2.56	3.59
332.83	0.35	0.49	0.41	0.58	0.75	1.07	0.00	0.00	4.12	4.06	3.10	4.34
76.81	0.08	0.11	0.09	0.13	0.17	0.25	0.00	0.00	4.31	4.27	0.75	1.05
162.15	0.17	0.24	0.20	0.28	0.37	0.52	0.00	0.00	4.23	4.18	1.55	2.18
238.96	0.25	0.35	0.29	0.41	0.54	0.77	0.00	0.00	4.17	4.12	2.25	3.16
307.23	0.32	0.45	0.38	0.53	0.69	0.99	0.00	0.00	4.14	4.07	2.87	4.02
341.37	0.35	0.50	0.42	0.59	0.77	1.10	0.00	0.00	4.12	4.05	3.17	4.44
708.34	0.73	1.05	0.86	1.23	1.60	2.28	0.00	0.00	3.98	3.89	6.36	8.85
733.94	0.76	1.08	0.90	1.27	1.66	2.36	0.00	0.00	3.97	3.88	6.57	9.15
793.68	0.82	1.17	0.97	1.38	1.79	2.55	0.00	0.00	3.95	3.86	7.08	9.85
827.82	0.86	1.22	1.01	1.44	1.87	2.66	0.00	0.00	3.94	3.85	7.36	10.24
887.56	0.92	1.31	1.08	1.54	2.00	2.85	0.00	0.00	3.92	3.83	7.86	10.93

Continuación de la tabla III.

Area	Actual												
	Q	D	V	q/Q	v/V	d/D	v	d	Area	Q	D	V	
0.01	4.95	4.00	0.61	0.13	0.70	0.25	0.43	0.99	0.01	4.95	4.00	0.61	
0.02	14.17	6.00	0.78	0.08	0.60	0.19	0.47	1.15	0.02	14.17	6.00	0.78	
0.02	18.47	6.00	1.01	0.08	0.60	0.19	0.60	1.14	0.02	18.47	6.00	1.01	
0.02	15.75	6.00	0.86	0.12	0.68	0.24	0.59	1.42	0.02	15.75	6.00	0.86	
0.01	25.81	4.00	3.18	0.01	0.35	0.08	1.11	0.32	0.01	25.81	4.00	3.18	
0.02	14.83	6.00	0.81	0.17	0.75	0.28	0.61	1.69	0.02	14.83	6.00	0.81	
0.02	14.05	6.00	0.77	0.20	0.78	0.31	0.60	1.84	0.02	14.05	6.00	0.77	
0.02	13.18	6.00	0.72	0.25	0.83	0.34	0.60	2.05	0.02	13.18	6.00	0.72	
0.02	12.87	6.00	0.71	0.31	0.88	0.38	0.62	2.27	0.02	12.87	6.00	0.71	
0.02	12.03	6.00	0.66	0.35	0.91	0.41	0.60	2.45	0.02	12.03	6.00	0.66	
0.02	12.38	6.00	0.68	0.37	0.92	0.42	0.63	2.51	0.02	12.38	6.00	0.68	
0.02	64.83	6.00	3.55	0.07	0.59	0.18	2.08	1.10	0.02	64.83	6.00	3.55	
0.02	41.93	6.00	2.30	0.12	0.68	0.24	1.56	1.42	0.02	41.93	6.00	2.30	
0.02	72.31	6.00	3.96	0.08	0.59	0.19	2.35	1.13	0.02	72.31	6.00	3.96	
0.02	66.71	6.00	3.66	0.09	0.62	0.20	2.26	1.21	0.02	66.71	6.00	3.66	
0.01	2.01	4.00	0.25	0.21	0.79	0.31	0.20	1.24	0.01	2.01	4.00	0.25	
0.02	13.93	6.00	0.76	0.05	0.53	0.16	0.41	0.94	0.02	13.93	6.00	0.76	
0.02	20.40	6.00	1.12	0.06	0.54	0.16	0.60	0.97	0.02	20.40	6.00	1.12	
0.02	16.92	6.00	0.93	0.11	0.65	0.22	0.60	1.31	0.02	16.92	6.00	0.93	
0.02	15.45	6.00	0.85	0.15	0.71	0.26	0.60	1.55	0.02	15.45	6.00	0.85	
0.02	16.33	6.00	0.90	0.16	0.73	0.27	0.65	1.60	0.02	16.33	6.00	0.90	
0.02	14.79	6.00	0.81	0.21	0.79	0.31	0.64	1.86	0.02	14.79	6.00	0.81	
0.01	9.28	4.00	1.14	0.08	0.60	0.19	0.68	0.76	0.01	9.28	4.00	1.14	
0.02	25.76	6.00	1.41	0.06	0.55	0.17	0.78	1.00	0.02	25.76	6.00	1.41	
0.02	24.40	6.00	1.34	0.09	0.62	0.21	0.83	1.23	0.02	24.40	6.00	1.34	
0.02	23.24	6.00	1.27	0.12	0.68	0.24	0.87	1.42	0.02	23.24	6.00	1.27	
0.02	40.51	6.00	2.22	0.08	0.59	0.19	1.32	1.13	0.02	40.51	6.00	2.22	
0.02	23.09	6.00	1.27	0.28	0.85	0.36	1.08	2.15	0.02	23.09	6.00	1.27	
0.02	44.04	6.00	2.41	0.15	0.72	0.26	1.73	1.57	0.02	44.04	6.00	2.41	
0.02	28.11	6.00	1.54	0.25	0.83	0.34	1.28	2.05	0.02	28.11	6.00	1.54	
0.02	62.85	6.00	3.45	0.12	0.67	0.23	2.31	1.39	0.02	62.85	6.00	3.45	
0.02	68.22	6.00	3.74	0.12	0.67	0.23	2.49	1.37	0.02	68.22	6.00	3.74	

Continuación de la tabla III.

q/Q	Futuro				Cotas invert		Estaciones		Excavación	
	v/v	d/D	v	d	Salida	Entrada	Inicio	Final	Inicio	Final
0.19	0.77	0.30	0.47	1.18	18.26	17.91	1.00	2.00	1.09	1.29
0.11	0.66	0.23	0.52	1.37	17.86	17.46	2.00	3.00	1.34	1.69
0.11	0.66	0.23	0.67	1.35	17.46	16.86	3.00	4.00	1.69	2.16
0.17	0.75	0.28	0.65	1.69	16.86	16.36	4.00	5.00	2.16	2.37
0.02	0.39	0.09	1.23	0.38	23.74	16.41	16.00	5.00	1.09	2.32
0.24	0.82	0.34	0.67	2.01	16.36	15.86	5.00	6.00	2.37	2.68
0.29	0.86	0.37	0.66	2.20	15.86	15.49	6.00	7.00	2.68	3.17
0.35	0.91	0.41	0.66	2.46	15.49	15.16	7.00	8.00	3.17	3.49
0.43	0.96	0.46	0.68	2.74	15.16	14.90	8.00	9.00	3.49	3.25
0.49	0.99	0.49	0.66	2.96	14.90	14.71	9.00	10.00	3.25	2.04
0.51	1.01	0.51	0.68	3.04	14.71	14.48	10.00	11.00	2.04	1.72
0.10	0.65	0.22	2.29	1.30	14.48	10.44	11.00	12.00	1.72	1.14
0.17	0.75	0.28	1.72	1.69	10.44	8.75	12.00	13.00	1.14	1.14
0.11	0.65	0.22	2.59	1.33	8.75	3.97	13.00	14.00	1.14	1.14
0.12	0.68	0.24	2.49	1.42	3.97	0.84	14.00	15.00	1.14	1.14
0.30	0.87	0.37	0.22	1.49	23.76	23.71	32.00	17.00	1.10	1.17
0.08	0.59	0.19	0.45	1.12	23.66	23.36	17.00	18.00	1.22	1.46
0.08	0.60	0.19	0.67	1.14	23.36	22.55	18.00	19.00	1.46	1.93
0.15	0.72	0.26	0.66	1.56	22.55	22.08	19.00	20.00	1.93	2.22
0.20	0.78	0.31	0.66	1.84	22.08	21.61	20.00	21.00	2.22	2.54
0.22	0.80	0.32	0.72	1.91	21.61	21.26	21.00	22.00	2.54	1.54
0.29	0.87	0.37	0.70	2.23	21.26	20.86	22.00	23.00	1.54	1.44
0.11	0.66	0.23	0.76	0.91	26.51	25.71	33.00	28.00	1.02	1.91
0.08	0.61	0.20	0.86	1.18	25.66	24.96	28.00	29.00	1.96	2.19
0.13	0.69	0.24	0.92	1.46	24.96	24.36	29.00	30.00	2.19	2.32
0.17	0.75	0.28	0.95	1.69	24.36	23.36	30.00	31.00	2.32	2.84
0.11	0.66	0.22	1.46	1.34	23.36	20.86	31.00	23.00	2.84	1.44
0.38	0.93	0.43	1.18	2.57	20.86	20.36	23.00	24.00	1.44	1.79
0.21	0.79	0.31	1.90	1.85	20.36	18.36	24.00	25.00	1.79	2.77
0.35	0.91	0.41	1.40	2.45	18.36	16.86	25.00	26.00	2.77	2.54
0.16	0.74	0.27	2.53	1.63	16.86	11.86	26.00	27.00	2.54	2.09
0.16	0.73	0.27	2.74	1.62	11.86	0.84	27.00	15.00	2.09	1.14

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. Presupuesto drenaje en aldea Moran

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
<b>0.1</b>	CORTE DE MATERIAL 0.30 mt 20% exc.				
	Excavadora (zanjeo y cargado de material)	500.00	GL DIESEL	Q. 35.00	Q. 17,500.00
	Camion de volteo (Acarreo de material)	460.00	GL DIESEL	Q. 35.00	Q. 16,100.00
	TOTAL DE RENGLON				Q. 33,600.00
<b>0.2</b>	COLECTOR CENTRAL 2,061.60 ML				
	<b>Materiales</b>				
	Tubo pvc 4" Nova fort norma ASTM F-949	230.60	ML	Q. 24.97	Q. 5,758.08
	Tubo pvc 6" Nova fort norma ASTM F-949	1,791.40	ML	Q. 52.83	Q. 94,639.66
	Alambre de amarre	1,031.00	LB	Q. 7.50	Q. 7,732.50
	Bombas (dinamita)	500.00	UNIDAD	Q. 90.00	Q. 45,000.00
	Pegamento PVC	7.00	1/4 GALON	Q. 150.00	Q. 1,050.00
	Material Selecto	3,036.78	M3	Q. 80.00	Q. 242,942.40
	SUBTOTAL				Q. 397,122.64
	<b>Mano de Obra</b>				
	Instalación de tubería	2,061.60	ml	Q. 100.00	Q. 206,160.00
	Relleno de zanja	2,061.60	ml	Q. 100.00	Q. 206,160.00
	SUBTOTAL				Q. 412,320.00
	TOTAL DE RENGLON				Q. 809,442.64
<b>0.3</b>	POZOS DE VISITA 33 UNIDADES				
	<b>Materiales</b>				
	Cemento	544.50	SACOS	Q. 70.00	Q. 38,115.00
	Arena de río	181.50	M3	Q. 180.00	Q. 32,670.00
	Piedrín	181.50	M3	Q. 230.00	Q. 41,745.00
	Hierro No. 3 corrugado	108.90	qq	Q. 350.00	Q. 38,115.00
	Ladrillo Tayuyo	16,500.00	unidad	Q. 4.00	Q. 66,000.00
	Alambre de amarre	181.50	LB.	Q. 7.50	Q. 1,361.25
	clavos de diversas medidas	181.50	LB.	Q. 7.50	1,361.25
	SUBTOTAL				219,367.50
	<b>Mano de Obra</b>				
	construcción de pozo	33.00	GLOBAL	Q. 2,200.00	Q. 72,600.00
	SUBTOTAL				Q. 72,600.00
	TOTAL DE RENGLON				291,967.50



Continuación de la tabla IV.

<b>0.4 CONEXIONES DOMICILIARES</b>		257 UNIDADES		
<b>Materiales</b>				
silleta Y 6" Norma ASTM F-949	257.00	UNIDAD	Q. 300.00	Q. 77,100.00
Tubo PVC 4" (drenaje) Nova fort Norma ASTM F-949	55.00	UNIDAD	Q. 300.00	Q. 16,500.00
Arena de rio	76.80	M3	Q. 180.00	Q. 13,824.00
Cemento	257.00	SACOS	Q. 70.00	Q. 17,990.00
Pegamento PVC	1.00	1/4 GALON	Q. 150.00	Q. 150.00
tapadera de domiciliars	52.00	unidades	Q. 100.00	Q. 5,200.00
tubo de concreto 16" diametro	52.00	UNIDAD	Q. 175.00	Q. 9,100.00
SUBTOTAL				139,864.00
<b>Mano de Obra</b>				
Valor de meta conexiones domiciliars	52.00	UNIDAD	Q. 100.00	Q. 5,200.00
Relleno de zanjas de instalaciones	52.00	UNIDAD	Q. 50.00	Q. 2,600.00
SUBTOTAL				7,800.00
TOTAL DE RENGLON				147,664.00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>Q1,282,674.14</b>
<b>Costo total del proyecto</b>				
<b>Integración de costos</b>				
Proyecto: Escuela Municipal				
Ubicación: Sector Los Teo, El Progreso, Jutiapa				
Costos Directos	Costo total de la obra			Q 1,282,674.14
	Gastos administrativos (8%)		Q 102,613.93	
	Gastos de operación (6%)		Q 76,960.45	
	Fianzas (6%)		Q 76,960.45	
	Supervisión (8%)		Q 102,613.93	
	Utilidad (6%)		Q 76,960.45	
Costos Indirectos	Subtotal costos indirectos			Q 436,109.21
	Total costos directos e indirectos			Q 1,718,783.35
	Precio por Metro de construcción			Q 833.71

Fuente: elaboración propia.

### 2.3. Evaluación ambiental inicial

Según el MARN, para este tipo de obras pequeñas y que no generan mayor cambio en el ambiente de las personas se debe llenar la tabla que a continuación se presenta.

Tabla V. **Cuadro de impactos ambientales**

No.	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental	Indicar los lugares donde se espera se generen los impactos	Manejo ambiental indicar qué se hará para evitar el impacto
1	Aire	Gases o partículas (polvo)	Polvo por parte del movimiento de tierras	Toda la obra	Humedecer el suelo para evitar el levantamiento del polvo
		Vibraciones	Al momento de escarbar y al momento de rellenar se generaran vibraciones	toda la obra	Trabajar en plan diurno para no molestar a la población

Fuente: elaboración propia.

### **3. DISEÑO DEL EDIFICIO DE ESCUELA DE DOS NIVELES PARA EL BARRIO LOS LAURELES**

#### **3.1. Descripción del proyecto**

El proyecto consistirá en diseñar un edificio para la escuela en el barrio Los Laureles, El Progreso, Jutiapa. El objetivo de dicho edificio es proporcionar un espacio adecuado para los estudiantes, debido a que actualmente las aulas con que cuenta la escuela son insuficientes.

#### **3.2. Descripción del terreno disponible**

La escuela cuenta con un terreno de 1200 metros cuadrados, sin embargo el terreno está en uso por un rastro municipal, el cual será demolido y reubicado en las afueras de la ciudad.

##### **3.2.1. Localización del terreno**

El terreno se encuentra localizado en el Barrio Los Laureles, en la zona 3 de la ciudad de El Progreso, Jutiapa.

Figura 4. Localización de la obra, la flecha indica el lugar



Fuente: Municipalidad de El Progreso, Jutiapa.

### 3.3. Criterios de diseño

Los criterios de diseño a tomar en cuenta son: estudio de suelos, códigos de construcción, cargas a utilizar, predimensionamiento y Método de Kanni. El método de diseño de Kanni servirá para encontrar los momentos actuantes en los marcos.

### 3.3.1. Estudio del suelo

Al realizar cualquier tipo de obra de ingeniería civil, es muy importante considerar la clase de suelo que se tiene, pues de esto dependerá el diseño final de la estructura.

#### 3.3.1.1. Ensayo de compresión triaxial

El ensayo de compresión triaxial se utiliza para conocer las propiedades físicas de un suelo, entre ellas la más importante es el valor soporte, pues dicho valor será el utilizado para el diseño de cimentación.

Del ensayo realizado a la muestra de suelo de la escuela, se obtuvieron los siguientes datos:

- Ángulo de fricción interna:  $\phi = 11,61$  grados Celsius
- Cohesión :  $C_u = 10,52$  ton/m<sup>2</sup>
- Descripción del suelo: arcilla orgánica color negro
- Densidad seca =  $1,51$  ton/m<sup>3</sup>
- Densidad Húmeda =  $1,93$  ton/m<sup>3</sup>
- Humedad =  $29,7\%$
- Desplante de Cimentación =  $1,50$  m

Con los valores anteriores, se procede a calcular los distintos factores que intervienen en el valor de soporte del suelo.

$$q_u = C_u \times N_c + d \times \gamma_{\text{suelo}} \times N_q + 0,5 \times \gamma_{\text{suelo}} \times B \times N_{\phi}$$

Factores de carga:

- $Nq = \tan^2 45 + \frac{\phi}{2} \times e^{\pi \times \tan \phi} Nq = 2,87$
- $Nc = Nq - 1 \times \cot \phi \quad Nc = 9,09$
- $N\gamma = 2 \times Nq + 1 \times \tan \phi \quad N\gamma = 1,59$
- B = base del cimiento = 1,5 m

Ingresando los datos en la fórmula del valor soporte del suelo se obtiene:

$$qu = 10,52 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \times 9,09 + 1,5\text{m} \times 1,93 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} \times 2,87 + 0,5 \times 1,93 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * 1., m * 1,59$$

$$qu = 106,24 \text{ ton/m}^2$$

Este valor se divide dentro de un factor de seguridad de 3 para darnos seguridad durante la vida útil del edificio.

$$Vs = \frac{qu}{4} = \frac{106,24 \text{ ton/m}^2}{4} = 26,56 \text{ ton/m}^2$$

### 3.3.2. Códigos de diseño estructural

Para el diseño estructural de este edificio se consultó y trabajó en base a los siguientes códigos:

- ACI 318-2005 capítulos 8,9,10,12
- ASCE
- ASTM A36
- UBC-97 CAP. 16

### 3.3.3. Análisis estructural

El análisis estructural es la fase del diseño en la cual se definen la forma y proporción de materiales que conformen los elementos estructurales. Se comienza con un predimensionamiento, luego por métodos matemáticos, se calculan los efectos de las cargas sobre estos elementos, la cuales son llamadas fuerzas internas, y por último se obtiene un diseño estructural final.

#### 3.3.3.1. Predimensionamiento estructural

Para poder estimar las acciones de las cargas en los elementos estructurales, primero es necesario hacer una estimación de las dimensiones de dichos elementos, esto es conocido como predimensionar.

Predimensionamiento de losas

El predimensionamiento de las losas, al tratarse de losas en dos direcciones, se hizo a partir de la siguiente ecuación:

$$Peralte = \frac{Perímetro}{180} = \frac{5,35 + 5,35 + 3,94 + 3,94}{180} = 10 \text{ cm}$$

Predimensionamiento de viga

Para el pre dimensionamiento de vigas se utilizo la tabla 9.5(a) del ACI-318-2005, capítulo 9 en la cual se propone que para vigas continuas en ambas direcciones, la altura mínima será:

$$H_{viga} = \frac{Longitud\ de\ viga}{21}$$

La longitud que se utilizara en este ejemplo es de 5,35 metros.

$$H_{viga} = \frac{5,35}{21} = 0,25 \text{ m}$$

También se puede utilizar un 8% de la longitud de la viga como lado de la viga, usando esto nos da un valor de 0,43 metros. En este caso se utilizará un alto de 0,4 metros y una base de 0,25 metros para las vigas, la base mínima según el ACI es de 25 centímetros, por lo que se cumple con esto.

Predimensionamiento de columnas

De acuerdo con el ACI-318-2005 capítulo 21.4.1.1 la dimensión menor de un elemento sometido a flexión y carga axial, no debe ser menor a 30 centímetros, tomando en cuenta que por motivos de construcción la base de la columna debe ser mayor que la base de la viga; para permitir que el acero longitudinal de las vigas sea continuo, se propone una sección de 30x30 centímetros.

### **3.3.4. Cargas de diseño**

Las cargas de diseño, como su nombre lo indica, son aquellas que se supone actuarán en la estructura cuando esta ya esté construida, y por lo tanto se utilizan como referencia para diseñar los elementos.

#### **3.3.4.1. Cargas vivas**

Las cargas vivas son aquellas cargas que no son fijas, tales como las personas o el mobiliario, para el diseño de este edificio se sacaron cargas del UBC-97, siendo estas para una escuela.



- Aulas = 300 kg/m<sup>2</sup>
- Pasillos = 500 kg/m<sup>2</sup>
- Techo = 200 kg/m<sup>2</sup>
- Gradadas = 500 kg/m<sup>2</sup>

### 3.3.4.2. Cargas muertas

Estas son cargas tales como el peso propio de las estructuras y otras cosas que estarán fijas al edificio, tales como los muros. Para este caso se tomara un valor de sobre peso, el cual incluye: Cielo falso, repello, piso de granito, tuberías internas y ventanas. Estas cargas son datos de muchos años de experiencia dado en el código UBC-97.

- Muros = 250 kg/m<sup>2</sup>
- Sobrecarga = 180 kg/m<sup>2</sup>
- Vigas =  $(0,4 \times 0,25) \times (2400 \text{ kg/m}^3) = 240 \text{ kg/m}^2$
- Losa =  $(0,1 \times 2400) = 248 \text{ kg/m}^2$

### 3.3.4.3. Corte basal

Para este proyecto, el corte basal se calculara de acuerdo con UBC-97, el cual indica que se debe calcular 4 veces el corte basal, tomando en cuenta lo siguiente:

$$1) V = \frac{C_v \times I}{R \times T} \times W = \frac{0,64 \times 1}{8,5 \times 0,33} W = 0,36W$$

$$2) V_{\max} = \frac{2,5 \times C_a \times I}{R} \times W = \frac{2,5 \times 0,53 \times 1}{8,5} W = 0,16W$$

$$3) V_{\min} = 0,11 \times C_a \times I \times W = 0,11 * 0,53 * 1 * W = 0,06W$$

$$4) V_{\min} = \frac{0,8 \times Z \times N_r \times I}{R} \times W = \frac{0,8 * 0,4 * 1,6 * 1}{8,5} W = 0,06W$$

Donde:

$$C_v = 0,64 N_v$$

$$N_v = \text{Factor de cercanía a la fuente} = 1,6$$

$$Z = \text{Factor de zona sísmica} = 0,4$$

$$R = \text{Factor de sistema estructural} = 8,5$$

$$I = \text{Factor de categoría destino} = 1$$

$$T = C_t \times H n^{3,4} = 0,33$$

De los anteriores se utilizara el valor de  $V = 0.16W$ , faltando únicamente multiplicarlo por el peso del edificio.

Calculo del peso del edificio

Este dato se calcula sumando el peso de todos los elementos del edificio, se considera únicamente un 25% del valor de la carga viva.

Segundo nivel

Muerta

$$W_{\text{vigas}} = 16860 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columnas}} = 6156 \text{ kg}$$

$$W_{\text{techo}} = 42098,9 \text{ kg}$$

Viva

$$W_{aulas} = 15172,7 \text{ kg}$$

$$W_{sc} = 37889,01 \text{ kg}$$

$$\text{Total} = 78380,33 \text{ kg} = 78,38 \text{ Ton}$$

Primer nivel

Muerta

$$W_{vigas} = 23935,2 \text{ kg}$$

$$W_{columnas} = 16783,2 \text{ kg}$$

$$W_{losa} = 52146,50 \text{ kg}$$

$$W_{muro} = 47032,5 \text{ kg}$$

Viva

$$W_{aulas} = 56439 \text{ kg}$$

$$W_{pasillos} = 23190 \text{ kg}$$

$$W_{sc} = 42211,8 \text{ kg}$$

$$\text{Total} = 159804,65 \text{ kg} = 159,80 \text{ Ton}$$

Sumando el peso de ambos niveles se obtiene un total de:

$$W = 238,18 \text{ Ton}$$

Teniendo este dato, se encuentra el valor del corte basal.

$$V = 0,16 * 238,18 = 36,99 \text{ Ton}$$

Corte basal por nivel:

$$F_i = \frac{V - F_t \times W_i \times h_i}{\sum W_i \times h_i}$$

Donde:

$F_i$ =Corte por nivel

$V$ =Corte basal

$F_t$ =Fuerza adicional en la cúspide

$W_i$ =Peso del nivel

$H_i$ =Altura del nivel

$F_t = 0$

Tabla VI. **Cálculo corte basal**

Nivel	$W_n$ (kg)	$H$ (m)	$W_n \cdot h$	$V_g$ (kg)	Cortante por nivel(kg)
2	78380,33	7,50	587852,45	36988,73	18440,64
1	159804,65	3,70	591277,22	26988,73	18548,07
			1179129,68		36988,73

Fuente: elaboración propia.

Cortante por marco

Así como el cortante total del edificio se divide entre cada nivel, el cortante de cada nivel se reparte entre los marcos que lo soportan. El cálculo del cortante por marco se obtiene dividiendo el cortante del nivel, dentro del número de marcos.

Tabla VII. **Cortante marco eje X**

Cortante marco eje X		
Marco	Fuerza nivel 1(kg)	Fuerza nivel 2 (kg)
A	6182,69	6146,88
B	6182,69	6146,88
C	6182,69	6146,88

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Cortante marco eje Y**

Cortante marco eje Y		
Marco	Fuerza nivel 1	Fuerza nivel 2
6	2318,51	3709,62
7	2318,51	3709,62
8	2318,51	3709,62
9	2318,51	3709,62
10	2318,51	3709,62
12	2318,51	
13	2318,51	
14	2318,51	

Fuente: elaboración propia.

## Sobre carga debido a la excentricidad

Las fuerzas descritas anteriormente, son las fuerzas que se aplican a cada marco, según ejes. Sin embargo al no existir simetría estructural, se da un fenómeno conocido como excentricidad que es la diferencia entre el centro de masa y el centro de rigidez.

La importancia de la excentricidad radica en que esta funciona como un brazo para las fuerzas actuantes, causando así un momento torsional en el edificio, el cual puede ser expresado como una sobrecarga de los ejes.

## Centro de masa

$$X = \frac{\sum X_i \times A_i}{A}$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum \bar{Y}_i \times A_i}{A}$$

Donde:

X =Coordenada x del centro de masa

Y=Coordenada y del centro de masa

A= área del elemento

De acuerdo con lo anterior, se calculo el centro de masa del edificio.

Tabla IX. Centro de masa

Elemento	X (m)	Y (m)	Área (m <sup>2</sup> )	X*Área	Y*Área
C A6	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00
C A7	5,32	0,00	0,09	0,47	0,00
C A8	10,67	0,00	0,09	0,96	0,00
C A9	16,02	0,00	0,09	1,44	0,00
C A10	21,37	0,00	0,09	1,92	0,00
C A12	25,52	0,00	0,09	2,29	0,00
C A13	26,67	0,00	0,09	2,40	0,00
C A14	32,82	0,00	0,09	2,95	0,00
C B6	0,00	3,16	0,09	0,00	0,28
C B7	5,32	3,16	0,09	0,47	0,28
C B8	10,67	3,16	0,09	0,96	0,28
C B9	16,02	3,16	0,09	1,44	0,28
C B10	21,37	3,16	0,09	1,92	0,28
C B12	25,52	3,16	0,09	2,29	0,28
C B13	26,67	3,16	0,09	2,40	0,28
C B14	32,82	3,16	0,09	2,95	0,28
C C6	0,00	7,10	0,09	0,00	0,63
C C7	5,32	7,10	0,09	0,47	0,63
C C8	10,67	7,10	0,09	0,96	0,63
C C9	16,02	7,10	0,09	1,44	0,63
C C10	21,37	7,10	0,09	1,92	0,63
V A6	2,66	0,00	1,33	3,53	0,00
V A7	7,99	0,00	1,33	10,63	0,00
V A8	13,34	0,00	1,33	17,74	0,00
V A9	18,69	0,00	1,33	24,86	0,00
V A10	23,44	0,00	1,04	24,38	0,00

Continuación de la tabla IX.

V A12	27,09	0.00	0,78	21,13	0.00
V A13	28,74	0.00	1,04	29,89	0.00
V B6	2,66	3,16	1,33	3,53	4,20
V B7	7,99	3,16	1,33	10,63	4,20
V B8	13,34	3,16	1,33	17,74	4,20
V B9	18,69	3,16	1,33	24,86	4,20
V B10	23,44	3,16	1,04	24,38	3,28
V B12	27,09	3,16	0,78	21,13	2,46
V B13	28,74	3,16	1,04	29,89	3,28
V C6	2,66	7,10	1,33	3,53	9,44
V C7	7,99	7,10	1,33	10,63	9,44
V C8	13,34	7,10	1,33	17,74	9,44
V C9	18,69	7,10	1,33	24,86	9,44
V 6A	0.00	1,50	0,79	0.00	1,18
V 7A	5,32	1,50	0,79	4,20	1,18
V 8A	10,67	1,50	0,79	8,42	1,18
V 9A	16,02	1,50	0,79	12,65	1,18
V 10A	21,37	1,50	0,79	16,88	1,18
V 12A	25,52	1,50	0,79	20,16	1,18
V 13A	26,67	1,50	0,79	21,06	1,18
V 14A	32,82	1,50	0,79	25,92	1,18
v 6B	0.00	5,13	0,98	0.00	5,02
V 7B	5,32	5,13	0,98	5,21	5,02
V 8B	10,67	5,13	0,98	10,45	5,02
V 9B	16,02	5,13	0,98	15,69	5,02
V 10B	21,37	5,13	0,98	20,94	5,02
v 6C	0.00	8,185	0,54	0.00	4,41



Continuación de la tabla IX.

V 7C	5,32	8,185	0,54	2,87	4,41
V 8C	10,67	8,185	0,54	5,76	4,41
V 9C	16,02	8,185	0,54	8,65	4,41
V 10C	21,37	8,185	0,54	11,53	4,41
			37,49	541,35	125,80

X=	14,44m
Y=	3,36m

Fuente: elaboración propia.

### Centro de rigidez

Este se calcula de igual manera que el centro de masa, en lugar del área se pone la rigidez de cada elemento, debido a que todos los elementos tienen la misma sección su rigidez será igual y al final se eliminará, por esto se estima una rigidez de 1 para cada elemento.

$$X = \frac{\sum X_i \times K_i}{K}$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum \bar{Y}_i \times K_i}{K}$$

Donde:

X = Coordenada x del centro de masa

Y = Coordenada y del centro de masa

K = Rigidez del elemento

Tabla X. **Centro de rigidez**

Elemento	X	Y	Rigidez	X*rigidez	Y*rigidez
C A6	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
C A7	5,32	0,00	1,00	5,32	0,00
C A8	10,67	0,00	1,00	10,67	0,00
C A9	16,02	0,00	1,00	16,02	0,00
C A10	21,37	0,00	1,00	21,37	0,00
C A12	25,52	0,00	1,00	25,52	0,00
C A13	26,67	0,00	1,00	26,67	0,00
C A14	32,82	0,00	1,00	32,82	0,00
C B6	0,00	3,16	1,00	0,00	3,16
C B7	5,32	3,16	1,00	5,32	3,16
C B8	10,67	3,16	1,00	10,67	3,16
C B9	16,02	3,16	1,00	16,02	3,16
C B10	21,37	3,16	1,00	21,37	3,16
C B12	25,52	3,16	1,00	25,52	3,16
C B13	26,67	3,16	1,00	26,67	3,16
C B14	32,82	3,16	1,00	32,82	3,16
C C6	0,00	7,10	1,00	0,00	7,10
C C7	5,32	7,10	1,00	5,32	7,10
C C8	10,67	7,10	1,00	10,67	7,10
C C9	16,02	7,10	1,00	16,02	7,10
C C10	21,37	7,10	1,00	21,37	7,10
V A6	2,66	0,00	1,00	2,66	0,00
V A7	7,99	0,00	1,00	7,99	0,00
V A8	13,34	0,00	1,00	13,34	0,00
V A9	18,69	0,00	1,00	18,69	0,00
V A10	23,44	0,00	1,00	23,44	0,00

Continuación de la tabla X.

V A12	27,09	0.00	1.00	27,09	0.00
V A13	28,74	0.00	1.00	28,74	0.00
V B6	2,66	3,16	1.00	2,66	3,16
V B7	7,99	3,16	1.00	7,99	3,16
V B8	13,34	3,16	1.00	13,34	3,16
V B9	18,69	3,16	1.00	18,69	3,16
V B10	23,44	3,16	1.00	23,44	3,16
V B12	27,09	3,16	1.00	27,09	3,16
V B13	28,74	3,16	1.00	28,74	3,16
V C6	2,66	7,10	1.00	2,66	7,10
V C7	7,99	7,10	1.00	7,99	7,10
V C8	13,34	7,10	1.00	13,34	7,10
V C9	18,69	7,10	1.00	18,69	7,10
V 6A	0.00	1,50	1.00	0.00	1,50
V 7A	5,32	1,50	1.00	5,32	1,50
V 8A	10,67	1,50	1.00	10,67	1,50
V 9A	16,02	1,50	1.00	16,02	1,50
V 10A	21,37	1,50	1.00	21,37	1,50
V 12A	25,52	1,50	1.00	25,52	1,50
V 13A	26,67	1,50	1.00	26,67	1,50
V 14A	32,82	1,50	1.00	32,82	1,50
V 6B	0.00	5,13	1.00	0.00	5,13
V 7B	5,32	5,13	1.00	5,32	5,13
V 8B	10,67	5,13	1.00	10,67	5,13
V 9B	16,02	5,13	1.00	16,02	5,13
V 10B	21,37	5,13	1.00	21,37	5,13
V 6C	0.00	8,18	1.00	0.00	8,18

Continuación de la tabla X.

V 7C	5,32	8,18	1.00	5,32	8,18
V 8C	10,67	8,18	1.00	10,67	8,18
V 9C	16,02	8,18	1.00	16,02	8,18
V 10C	21,37	8,18	1.00	21,37	8,18
			57	861,96	189,87

X=	15,12m
Y=	3,33m

Fuente: elaboración propia.

#### Cálculo de la excentricidad

Esta es la distancia que existe entre el centro de masa y el centro de rigidez, siendo esta la siguiente.

$$X = 0,68 \text{ m}$$

$$Y = 0,02 \text{ m}$$

Es importante mencionar que la excentricidad real de una estructura, en cada uno de los ejes, no debe sobrepasar al 15% de la longituden dicho eje. De lo contrario, será necesario crear muros de corte para modificar la excentricidad de la estructura.

En X,  $0,68 < 4,923$ , por lo tanto cumple

En Y,  $0,02 < 1,065$ , por lo tanto cumple

### Excentricidad de diseño

Para el diseño estructural se utiliza una excentricidad de diseño y no la real, esta se encuentra con la siguiente formula.

$$e = 0,5e_r + 0,1b$$

Donde:

e = excentricidad de diseño

e<sub>r</sub> = excentricidad real

b = largo de la edificación del lado en que se analiza.

Con esta ecuación se obtienen los siguientes datos:

$$e_x = 0,5 \times 0,68 + 0,1 \times 32,82 = 4,31 \text{ m}$$

$$e_y = 0,5 \times 0,02 + 0,1 \times 7,1 = 0,75 \text{ m}$$

### Torsión

Debido a la excentricidad se debe aumentar el cortante que existe en cada eje en un porcentaje, esto de la siguiente manera.

$$Torsión_x = 100\%V \times e_x + 0,3V \times e_y$$

$$Torsión_y = 100\%V \times e_y + 0,3V \times e_x$$

Con estas ecuaciones se obtienen:

$$Torsión_x = 100\%36258,34 \times 4,31 + 0,3 \ 36258,34 \times 0,75 = 167534,19 \text{ kg}$$

$$Torsión_y = 100\%36258,34 \times 0,75 + 0,3 \ 36258,34 \times 4,31 = 75401,79 \text{ kg}$$

## Determinación de sobrecarga

Para determinar la sobrecarga que se genera por la excentricidad se debe utilizar la siguiente ecuación.

$$\Delta V = \frac{\text{Torsión}}{J} \times \text{rigidezdeleje}$$

Donde:

$\Delta V$  = sobrecarga

$J$  = momento rotacional =  $\sum k * yi * x^2 + k * xi * y^2 = 7985,33$

$K$  = rigidez del elemento

$X$  = distancia x desde el centro de masa hacia el elemento

$Y$  = distancia y desde el centro de masa hacia el elemento

Con esta ecuación se obtiene:

Tabla XI. **Cortante eje x**

Cortante por marco eje X		
Marco	Fuerza nivel 1	Fuerza nivel 2
A	6276,17	6271,68
B	6187,23	6152,93
C	6289,49	6289,45

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Cortante eje y**

Cortante marco eje Y		
Marco	Fuerza nivel 1	Fuerza nivel 2
1	4856,28	4827,59
2	3961,68	4980,09
3	3057,01	4079,33
4	2469,57	3785,24
5	3367,52	4234,78
6	4064,07	
7	4592,77	
8	5289,31	

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.5. **Análisis numérico por el Método de Kanni**

Para analizar las fuerzas internas de los elementos de un marco pueden utilizarse distintos métodos de cálculo, los cuales pueden ser exactos o inexactos; los métodos inexactos sirven para tener una aproximación rápida pero no muy precisa, mientras que los métodos exactos requieren de un proceso matemático más refinado, pero ofrecen una alta exactitud respecto de las fuerzas que actuaran realmente en los elementos.

El Método de Kanni es un método exacto, basado en iteraciones, por lo cual se tendrá la exactitud que se desee, mientras las hipótesis fundamentales y los datos básicos lo permitan.

Para ejemplo de cálculo se utilizara el marco 5, utilizando los siguientes pasos.

- Calcular el coeficiente de giro en cada nudo.

$$\mu_i = \frac{-1}{2} \times \frac{K}{\sum K}$$

Donde:

$\mu_i$  = coeficiente de giro

$k$  = rigidez del elemento

$\sum K$  = sumatoria de rigideces en el nudo

En el caso del nudo A se obtiene:

$$\mu_i = \frac{-1}{2} \times \frac{0,00034}{0,00034 + 0,00018} = -0,33$$

En todo el nudo se obtiene:

Tabla XIII.  $\mu_i$  Nudo A

Nudo A		$\mu =$	-0.50
De	a	$\mu$	
A	B		-0,33
D	A		-0,17

Fuente: elaboración propia.



Para comprobar que está bien la sumatoria de estos coeficientes este debe de dar siempre -0,5.

De igual forma en los otros nodos se obtiene:

Tabla XIV.  $\mu_i$  Nodos

Nodo A		$\mu =$	-0.50
De	a	$\mu$	
A	B		-0.33
D	A		-0.17

Nodo B		$\mu =$	-0.50
De	a	$\mu$	
A	B		-0.18
B	C		-0.22
E	B		-0.09

Nodo D		$\mu =$	-0.50
De	a	$\mu$	
D	E		-0.24
D	A		-0.13
I	D		-0.13

Nodo E		$\mu =$	-0.50
De	a	$\mu$	
D	E		-0.15
E			-0.19
B	E		-0.08
J	E		-0.08

Nodo C		$\mu =$	-0.50
De	a	$\mu$	
B	C		-0.35
F	C		-0.15

Nodo F		$\mu =$	-0.50
De	a	$\mu$	
E	F		-0.27
F	C		-0.11
K	F		-0.12

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo del momento de empotramiento

$$M^F_{ij} = \frac{WL^2}{12}$$

Donde:

$M^F_{ij}$  = Momento de empotramiento de i hacia j

W = carga distribuida

L = longitud de la viga

Para el nodo C se tiene:

$$M_{AB} = \frac{1.78 \text{ ton} \times 3.9^2 \text{ m}}{12} = 2.26 \text{ ton} - \text{m}$$

- Cálculo de momento de fijación

$$M_i = \sum M^F_{ij}$$

En el caso del nodo A:

$$M_A = -5.85 + 2.26 = -3.59 \text{ ton} - \text{m}$$

- Adoptar una secuencia de recorrido de los nodos para realizar las interacciones, empezando por el mayor momento de fijación para acelerar las convergencias.
- Aplicar la ecuación de la iteración a cada nudo y escribir en el diagrama los resultados que constituyen para ese ciclo los valores de  $(M^2_{ij})$ . Dichos valores se convierten en  $(M^0_{ij})$  al pasar al nudo opuesto.

- Al concluir de recorrer los nudos se tiene concluido un ciclo y se repite el paso 4 una y otra vez, hasta obtener la convergencia con la exactitud deseada en todos los nudos.

Tabla XV. **Kanni marco 5**

-5,85	<table border="1"> <tr><td colspan="2">A</td></tr> <tr><td>-3,59</td><td>-0,33</td></tr> <tr><td>-0,17</td><td></td></tr> <tr><td>0,614</td><td>0</td></tr> <tr><td>0,602</td><td></td></tr> <tr><td>0,626</td><td></td></tr> <tr><td>0,627</td><td></td></tr> <tr><td>0,628</td><td></td></tr> <tr><td>0,629</td><td></td></tr> <tr><td>Σ 3,727</td><td></td></tr> </table>			A		-3,59	-0,33	-0,17		0,614	0	0,602		0,626		0,627		0,628		0,629		Σ 3,727		<table border="1"> <tr><td colspan="2">B</td></tr> <tr><td>-0,18</td><td>-0,22</td></tr> <tr><td>-1,02</td><td></td></tr> <tr><td>-0,09</td><td></td></tr> <tr><td>-0,016</td><td>0</td></tr> <tr><td>-0,086</td><td></td></tr> <tr><td>-0,089</td><td></td></tr> <tr><td>-0,093</td><td></td></tr> <tr><td>-0,093</td><td></td></tr> <tr><td>-0,093</td><td></td></tr> <tr><td>Σ -0,470</td><td></td></tr> </table>			B		-0,18	-0,22	-1,02		-0,09		-0,016	0	-0,086		-0,089		-0,093		-0,093		-0,093		Σ -0,470		<table border="1"> <tr><td colspan="2">C</td></tr> <tr><td>-0,35</td><td>-1,24</td></tr> <tr><td>-0,15</td><td></td></tr> <tr><td>0,189</td><td>0</td></tr> <tr><td>0,179</td><td></td></tr> <tr><td>0,193</td><td></td></tr> <tr><td>0,195</td><td></td></tr> <tr><td>0,195</td><td></td></tr> <tr><td>0,195</td><td></td></tr> <tr><td>Σ 1,147</td><td></td></tr> </table>			C		-0,35	-1,24	-0,15		0,189	0	0,179		0,193		0,195		0,195		0,195		Σ 1,147			
A																																																																									
-3,59	-0,33																																																																								
-0,17																																																																									
0,614	0																																																																								
0,602																																																																									
0,626																																																																									
0,627																																																																									
0,628																																																																									
0,629																																																																									
Σ 3,727																																																																									
B																																																																									
-0,18	-0,22																																																																								
-1,02																																																																									
-0,09																																																																									
-0,016	0																																																																								
-0,086																																																																									
-0,089																																																																									
-0,093																																																																									
-0,093																																																																									
-0,093																																																																									
Σ -0,470																																																																									
C																																																																									
-0,35	-1,24																																																																								
-0,15																																																																									
0,189	0																																																																								
0,179																																																																									
0,193																																																																									
0,195																																																																									
0,195																																																																									
0,195																																																																									
Σ 1,147																																																																									
	2,26	-2,26	-0,18	-0,22	1,24	-1,24	-0,35																																																																		
	1,182	-0,030	-0,037	0,449	-0,037	0,449																																																																			
	1,160	-0,166	-0,205	0,426	-0,205	0,426																																																																			
	1,205	-0,172	-0,212	0,459	-0,212	0,459																																																																			
	1,207	-0,178	-0,220	0,463	-0,220	0,463																																																																			
	1,210	-0,180	-0,222	0,463	-0,222	0,463																																																																			
	1,210	-0,180	-0,222	0,464	-0,222	0,464																																																																			
	Σ 7,173	Σ -0,906	Σ -1,118	Σ 2,724																																																																					
	0,10		0,32		0,235																																																																				
	0,10		0,33		0,148																																																																				
	0,09		0,33		0,145																																																																				
	0,09		0,33		0,144																																																																				
	0,09		0,33		0,144																																																																				
	0,09		0,33		0,144																																																																				
	Σ 0,567		Σ 1,985		Σ 0,961																																																																				
-8,9	<table border="1"> <tr><td colspan="2">D</td></tr> <tr><td>-0,13</td><td>-0,24</td></tr> <tr><td>-2,00</td><td></td></tr> <tr><td>-0,13</td><td></td></tr> <tr><td>0,100</td><td>0</td></tr> <tr><td>0,099</td><td></td></tr> <tr><td>0,096</td><td></td></tr> <tr><td>0,096</td><td></td></tr> <tr><td>0,096</td><td></td></tr> <tr><td>0,096</td><td></td></tr> <tr><td>Σ 0,582</td><td></td></tr> </table>			D		-0,13	-0,24	-2,00		-0,13		0,100	0	0,099		0,096		0,096		0,096		0,096		Σ 0,582		<table border="1"> <tr><td colspan="2">E</td></tr> <tr><td>-0,15</td><td>-0,19</td></tr> <tr><td>-4,64</td><td></td></tr> <tr><td>-0,08</td><td></td></tr> <tr><td>0,333</td><td>0</td></tr> <tr><td>0,340</td><td></td></tr> <tr><td>0,341</td><td></td></tr> <tr><td>0,342</td><td></td></tr> <tr><td>0,342</td><td></td></tr> <tr><td>0,342</td><td></td></tr> <tr><td>Σ 2,038</td><td></td></tr> </table>			E		-0,15	-0,19	-4,64		-0,08		0,333	0	0,340		0,341		0,342		0,342		0,342		Σ 2,038		<table border="1"> <tr><td colspan="2">F</td></tr> <tr><td>-0,11</td><td>-2,26</td></tr> <tr><td>-0,12</td><td></td></tr> <tr><td>0,241</td><td>0</td></tr> <tr><td>0,152</td><td></td></tr> <tr><td>0,149</td><td></td></tr> <tr><td>0,148</td><td></td></tr> <tr><td>0,148</td><td></td></tr> <tr><td>0,148</td><td></td></tr> <tr><td>Σ 0,987</td><td></td></tr> </table>			F		-0,11	-2,26	-0,12		0,241	0	0,152		0,149		0,148		0,148		0,148		Σ 0,987	
D																																																																									
-0,13	-0,24																																																																								
-2,00																																																																									
-0,13																																																																									
0,100	0																																																																								
0,099																																																																									
0,096																																																																									
0,096																																																																									
0,096																																																																									
0,096																																																																									
Σ 0,582																																																																									
E																																																																									
-0,15	-0,19																																																																								
-4,64																																																																									
-0,08																																																																									
0,333	0																																																																								
0,340																																																																									
0,341																																																																									
0,342																																																																									
0,342																																																																									
0,342																																																																									
Σ 2,038																																																																									
F																																																																									
-0,11	-2,26																																																																								
-0,12																																																																									
0,241	0																																																																								
0,152																																																																									
0,149																																																																									
0,148																																																																									
0,148																																																																									
0,148																																																																									
Σ 0,987																																																																									
	6,90	-6,90	-0,15	-0,19	2,26	-2,26	-0,27																																																																		
	0,187	0,623	0,769	0,557	0,769	0,557																																																																			
	0,186	0,637	0,786	0,352	0,786	0,352																																																																			
	0,180	0,639	0,788	0,344	0,788	0,344																																																																			
	0,180	0,640	0,790	0,343	0,790	0,343																																																																			
	0,179	0,641	0,791	0,343	0,791	0,343																																																																			
	0,179	0,641	0,791	0,342	0,791	0,342																																																																			
	Σ 1,091	Σ 3,820	Σ 4,715	Σ 2,282																																																																					
	0		0																																																																						

Fuente: elaboración propia.

Aplicar las siguientes ecuaciones para obtener los momentos finales en cada nudo:

$$M_{ij} = M^F_{ij} + 2 \times M^0_{ij} + M^0_{ji}$$

$$M_{ji} = M^F_{ji} + 2 \times M^0_{ji} + M^0_{ij}$$

En el caso del nodo A se tiene:

$$M_{ab} = 2,26 + 2 \times 1,210 + -0,180 = 4,497 \text{ ton} - m$$

$$M_{ba} = -2,26 + 2 \times -1,180 + 1,210 = -1,406$$

$$M_{ad} = 0 + 2 \times 0,629 + 0,09 = 1,35 \text{ ton} - m$$

$$M_{da} = 0 + 2 \times 0,09 + 0,629 = 0,87 \text{ ton} - m$$

- Comprobar que la sumatoria de momentos sea igual a cero.  
En este caso se agrega el momento negativo generado por el voladizo que es de 5,42 ton-m.

Se tiene entonces:

$$4,497 - 1,406 + 1,35 + 0,87 = 5,42$$

$$5,4 = 5,4$$

$$0 = 0$$

- Calcular los momentos positivos de cada viga, utilizando la siguiente ecuación:

$$M^{+}_{ab} = \frac{w \times l^2}{8} - \frac{M^{-}_{ab} + M^{-}_{ba}}{2}$$

Donde:

$M^{+}_{ab}$  = Momento positivo en el tramo ab

$W$  = Carga distribuida

$L$  = Longitud del tramo

$M^{-}_{ab}$  = Momento negativo de a hacia b

$M^{-}_{ba}$  = Momento negativo de b hacia a

Con esta ecuación se encuentra el momento positivo:

$$M_{ab} = \frac{1,78 \times 3,9^2}{8} - \frac{4,497 - 1,406}{2} = 4,93 \text{ ton} - m$$

Aplicando el mismo proceso al resto de los nodos, se obtienen los siguientes valores de momentos:

Tabla XVI. **Momentos marco 5**

DE	A	M- (T-m)	M+ (T-m)
I	D	0,09	
D	I	0,19	
D	A	0,81	
A	D	1,35	
J	E	0,34	
E	J	0,68	
E	B	0,57	
B	E	0,14	
K	F	0,14	
F	K	0,29	
F	C	0,48	
C	F	0,53	
D	E	7,89	11,57
E	D	5,43	
E	F	4,17	5,08
F	E	0,78	
A	B	4,49	4,93
B	A	1,40	

Continuación de la tabla XVI.

B	C	1,26	2,22
C	B	0,53	
G	A	-5,85	
H	D	-8,9	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Momentos marco 1**

DE	A	M- (T-m)	M+ (T-m)
I	D	0.23	
D	I	0.45	
D	A	1.21	
A	D	1.77	
J	E	0.05	
E	J	0.10	
E	B	-0.01	
B	E	-0.17	
K	F	0.10	
F	K	0.21	
F	C	0.32	
C	F	0.33	
D	E	3.22	4.19
E	D	-1.68	
E	F	1.59	2.22
F	E	-0.53	
A	B	4.08	3.89
B	A	-0.23	
B	C	0.39	0.97
C	B	-0.33	
G	A	-5.85	
H	D	-4.88	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Momentos marco 7**

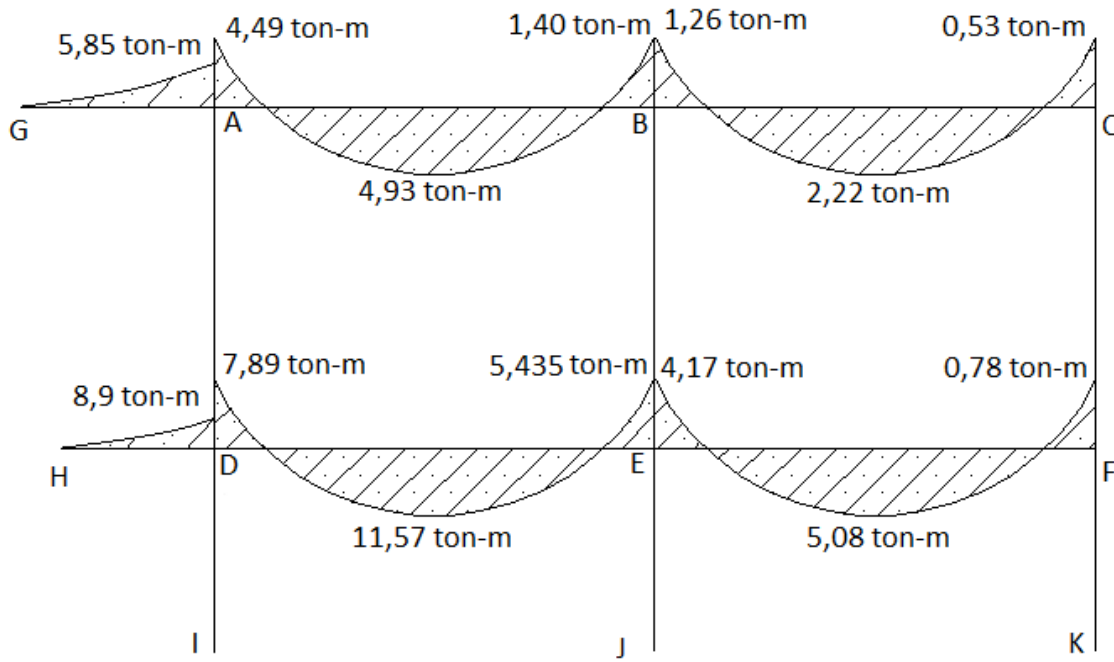
DE	A	M- (T-m)	M+ (T-m)
D	A	-0.28	
A	D	-0.56	
C	B	0.29	
B	C	0.58	
A	B	0.56	1.85
B	A	-0.58	

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.5.1. Diagramas de momentos

A continuación se presentan los diagramas de momentos generados por la combinación de cargas “muerta y viva” y el generado por las cargas laterales de sismo, del marco 5.

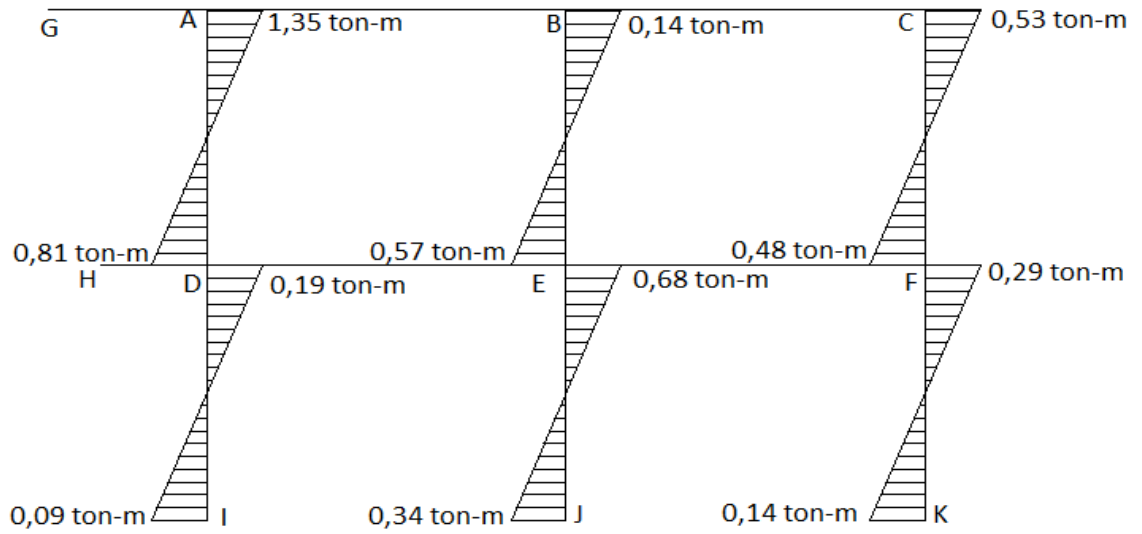
Figura 5. Momentos en viga por carga viva y muerta, marco 5



Fuente: elaboración propia.

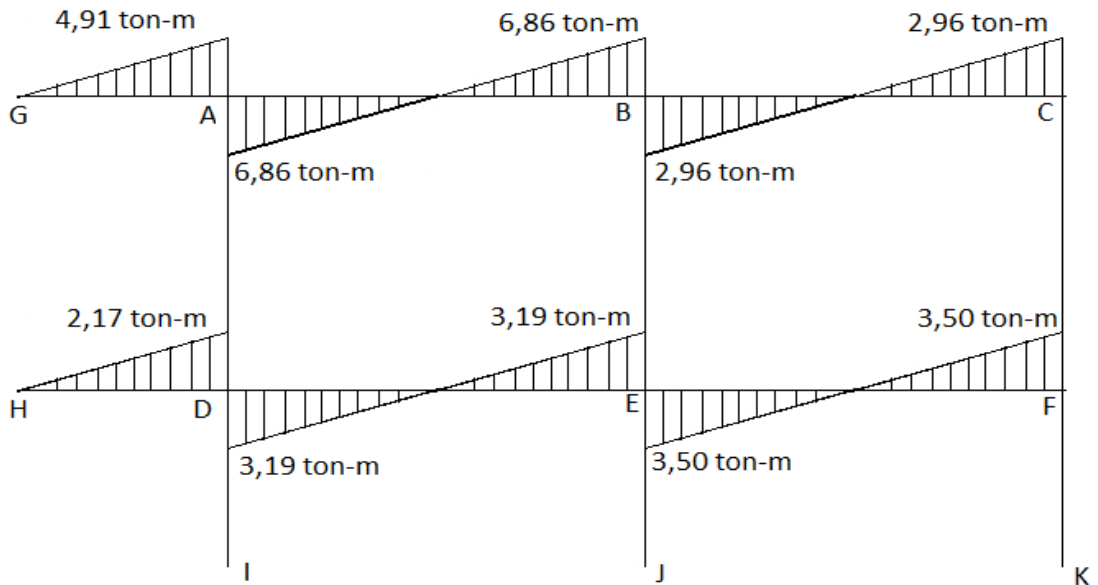


Figura 6. **Momentos en columnas por carga viva y muerta, marco 5**



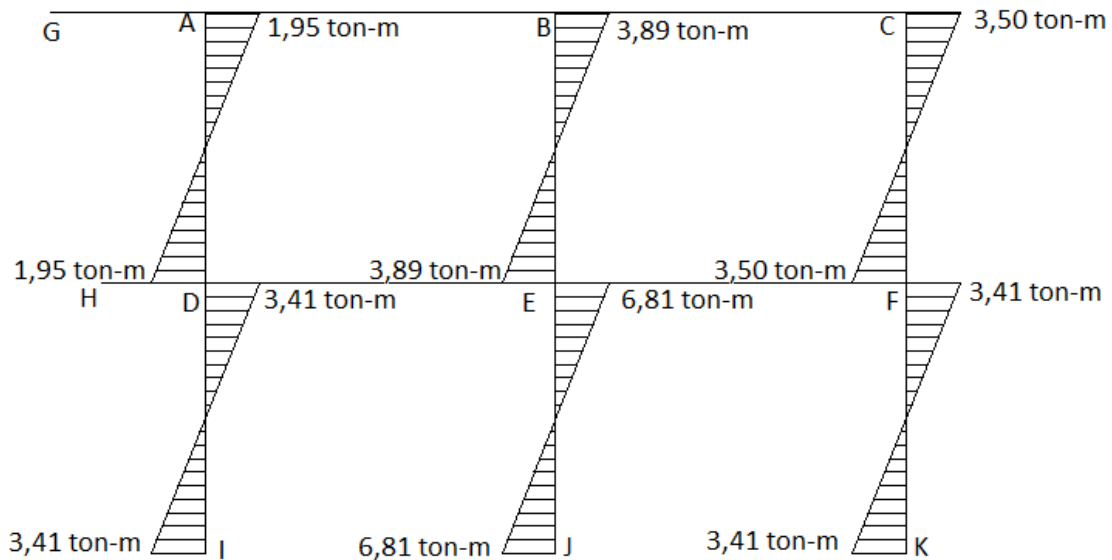
Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Momentos en vigas por carga de sismo, marco 5**



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Momentos en columnas por carga de sismo, marco 5

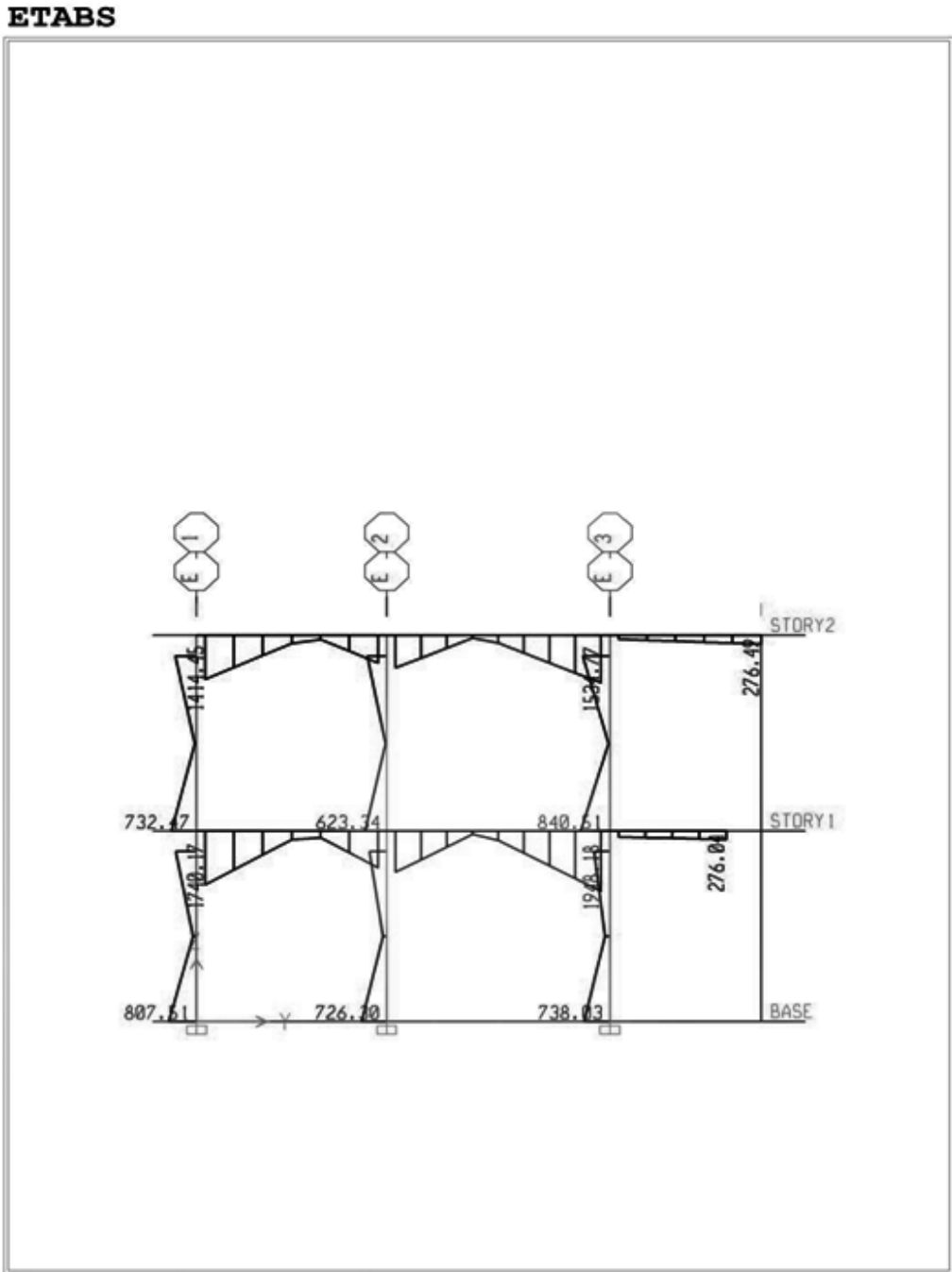


Fuente: elaboración propia.

### 3.3.6. Diseño estructural utilizando ETABS

ETABS es un programa de análisis estructural que es muy usado en el diseño de edificios y otras obras de ingeniería civil. Se analizó con este programa la estructura con los elementos prediseñados anteriormente, dando como resultado que no existen esfuerzos muy grandes que puedan poner en riesgo la estructura a la hora de sufrir un sismo.

Figura 9. Momentos debido a efectos de sismo en el marco 10 según el programa ETABS



ETABS v9.5.0 - File: Escuela etabs - septiembre 9,2012 20:40  
Elevation View - E Moment 3-3 Diagram (EQYY) - Kgf-m Units

Fuente: elaboración propia.

### 3.4. Diseño estructural

Entre el diseño estructural se encuentra: diseño de losa, diseño de vigas, diseño de columnas, diseño de cimentaciones, diseño de gradas, diseño del techo y diseño de instalaciones.

#### 3.4.1. Diseño de losa

Dependiendo de la geometría de la losa, esta puede trabajar en uno o dos sentidos. Para saber cómo trabajará una losa se utiliza la siguiente ecuación:

$$m = \frac{\text{ladocorto}}{\text{ladolargo}}$$

Si el valor de  $m$  es mayor a 0,5, la losa trabajará en dos sentidos, de lo contrario trabajara en uno solo. Para este edificio se tiene que todas las losas trabajan en dos sentidos y solo las que están en voladizo en un sentido.

$$\text{Losa 1} = \frac{3,94}{5,35} = 0,7 \text{ dos sentidos,}$$

$$\text{Losa 5} = \frac{2,17}{5,35} = 0,4 \text{ un sentido}$$

Para el diseño de las losas en dos direcciones se utilizó el método 3 del ACI 193, también conocido como el método de los coeficientes, mientras que el diseño de losas en una dirección se realizó igual que el diseño de una viga.

### 3.4.1.1. Losas en dos direcciones

Cargas

Carga muerta: 248 kg/m<sup>2</sup>

Carga viva: 300 kg/m<sup>2</sup>

Carga ultima:  $1,4CM+1,7CV = 857,20 \text{ kg/m}^2$

Determinación de los momentos:

Para calcular los momentos se utiliza la siguiente ecuación:

$$M_i = C_i \times W \times L^2_i$$

Donde:

$M_i$  = Momento en la dirección  $i$

$C_i$  = Factor de distribución para el lado  $i$

$W$  = Carga última

$L$  = Longitud en dirección  $i$

Momentos negativos:

$$M_a = 0,081 \times 857,20 \times 3,16^2 = 693,33 \text{ kg} - m$$

$$M_b = 0,01 \times 857,20 \times 5,35 = 245,35 \text{ kg} - m$$

Momentos positivos por carga muerta:

$$M_a = 0,034 \times 248 \times 3,16^2 = 84,20 \text{ kg} - m$$

$$M_b = 0,004 \times 248 \times 5,35^2 = 28,39 \text{ kg} - m$$

Momentos positivos por carga viva:

$$M_a = 0,058 \times 200 \times 3,16^2 = 173,75 \text{ kg} - m$$

$$M_b = 0,007 \times 200 \times 5,35^2 = 60,11 \text{ kg} - m$$

Total:

$$M_a = 84,20 + 115,83 = 257,95 \text{ kg} - m$$

$$M_b = 28,39 + 40,07 = 88,50 \text{ kg} - m$$

Se utiliza el momento mayor para buscar en el gráfico que relaciona el momento último  $M_u/(\phi b d^2)$  y la cuantía de acero  $\rho$ .

$$\text{Momento último} = 693,33 \text{ kg-m} = 231,11 \text{ lb/in}^2$$

Del gráfico de iteración carga-momento se obtiene:

$$\rho = 0,004$$

$$A_s = 0,004 \times 12 \times 4 = 0,192 \text{ pul}^2 = 123,87 \text{ mm}^2$$

Separación máxima = 3 veces el espesor:  $3 \times 10 = 30 \text{ cm}$ , se utilizara 20 cm

Distribución:

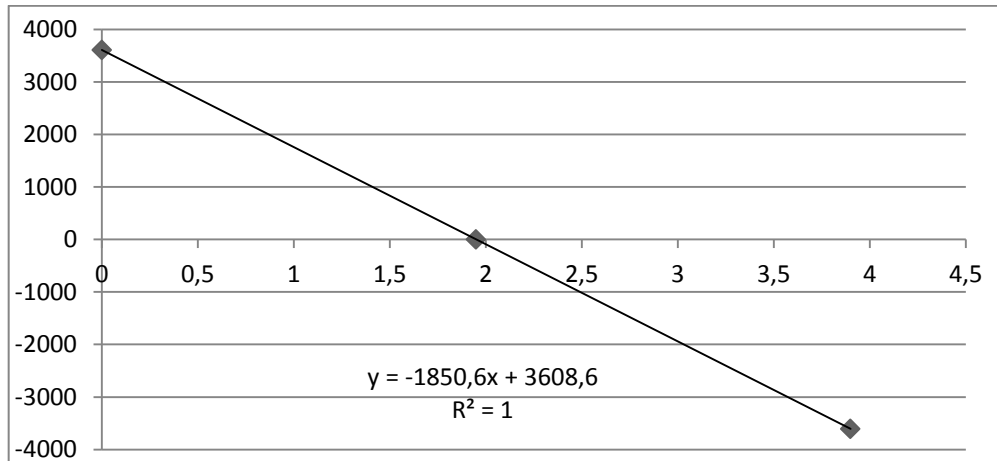
Barra #5@20 cm en ambos sentidos

### 3.4.2. Diseño de vigas

Para el diseño de las vigas se hará el uso de la envolvente de momentos, la cual no es más que una serie de combinaciones de los momentos encontrados en 3, 3, 5. Para el cálculo de vigas se utilizó el siguiente procedimiento:

- Calcular las ecuaciones de los momentos en vigas debido a fuerzas horizontales, para ello se tomaron los valores encontrados en Kanni y se graficaron en una hoja electrónica, obteniendo así la ecuación.

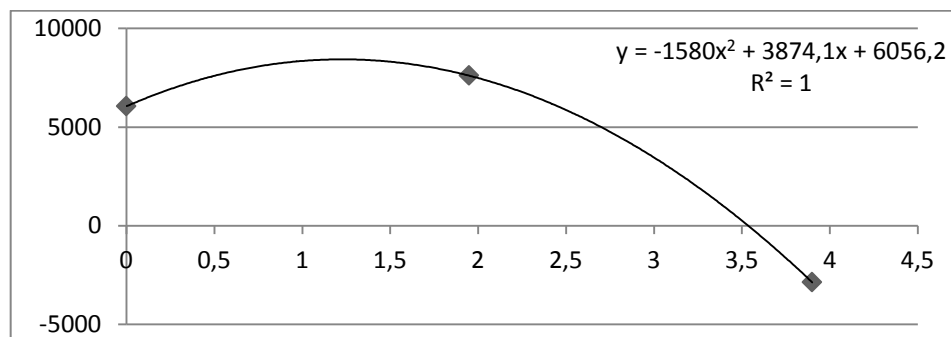
Figura 10. **Gráfica de momentos por fuerzas horizontales**



Fuente: elaboración propia.

- Calcular las ecuaciones de los momentos en vigas debido a fuerzas verticales.

Figura 11. **Gráfica de momentos por fuerzas verticales**



Fuente: elaboración propia.

- Calcular las distintas combinaciones de cargas y graficarlas.

Se grafican las siguientes combinaciones de momentos:

Momento último (Mu)

1,4 x Carga lateral  $CL^+$

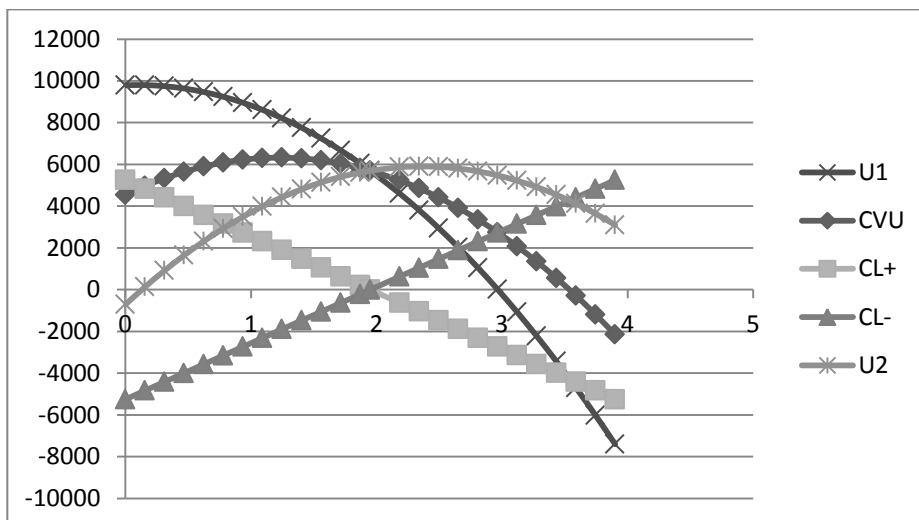
-1,4 x Carga lateral  $CL^-$

0,75 x Mu +  $CL^+$  }

0,75 x Mu +  $CL^-$

En el caso de la viga 2 B-C del primer nivel se tiene:

Figura 12. **Envolvente de momentos para la viga 2 B-C**



Fuente: elaboración propia.

- Determinar los momentos positivos, negativos y centrales de las vigas, en caso de la viga 2 B-C del primer nivel se obtuvieron los siguientes:



Tabla XIX. **Momentos críticos Viga 2 B-C**

Momentos críticos	(Kg-m)
Extremo izquierdo superior	9796,2
Extremo izquierdo inferior	-5254,2
Central	5701,06
Extremo derecho superior	5250,84
Extremo derecho inferior	-7401,24

Fuente: elaboración propia.

- Calcular la cuantía de acero balanceada:

$$\rho_{\text{balanceada}} = \frac{0,85^2 \times f'_c}{f'y} \times \frac{6120}{6120 + f'y}$$

En el caso de la viga de ejemplo se tiene:

$$\rho_{\text{balanceada}} = \frac{0,85^2 \times 280 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2} \times \frac{6120}{6120 + 4200 \text{ kg/cm}^2} = 0,028$$

- Calcular la cuantía que se usará para zonas sísmicas:

$$\rho = \frac{\rho_{\text{balanceada}}}{2}$$

$$\rho = \frac{0,0285}{2} = 0,014$$

- Calcular el área de acero máximo que se puede utilizar:

$$A_{smax} = \rho \times b \times h \times 0,5$$

$$A_{smax} = 0,028 \times 25 \text{ cm} \times 35 \text{ cm} = 17,5 \text{ cm}^2$$

- Calcular el área de acero a utilizar:

$$A_s = \rho \times b \times d$$

$$A_s = 0,014 \times 25 \text{ cm} \times 35 \text{ cm} = 12,49 \text{ cm}^2$$

- Calcular el momento último que es capaz de resistir el área de acero encontrado en el paso 8.

$$Mu = 0,9A_s \times f'y \times d - \frac{a}{2}$$

Donde:

d = Peralte efectivo

$$a = \frac{A_s \times f'y}{0,85 \times f'c \times b}$$

Para esta viga el valor del momento sería:

$$a = \frac{12,49 \text{ cm}^2 \times 4200 \text{ kg/cm}^2}{0,85 \times 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 0,30 \text{ cm}} = 8,82 \text{ cm}$$

$$Mu = 0,95 \times 12,49 \text{ cm}^2 \times 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 35 - \frac{8,82}{2}$$

$$Mu = 1444970,51 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$Mu = 14449,70 \text{ kg} - \text{m}$$

- Después de comprobar el valor obtenido del Mu es mayor que el valor absoluto de todos los momentos obtenidos en el inciso 4, se procede a

encontrar un área de acero proporcional para la envolvente de momentos; el área de acero se calcula con la siguiente ecuación:

$$A_{si} = \frac{A_s}{M_u} \times M_{ui}$$

Donde:

$A_{si}$  = Área de acero para resistir el momento  $i$

$M_{ui}$  = Momento último  $i$

Para la viga de ejemplo se calcularon las siguientes

Tabla XX. **Cantidad de acero en la viga 2 B-C**

MU (kg-cm)	As (cm <sup>2</sup> )	Barras No, 5	No, 5
979620	8,472	4,257	5
-525420	4,544	2,283	3
570105,892	4,930	2,477	3
525084	4,541	2,281	3
-740124	6,400	3,216	4

Fuente: elaboración propia.

- Calcular el cortante de la viga.

$$T_{actuante} = \frac{V_u}{b \times d}$$

Donde:

T actuante = cortante actuante kg/cm<sup>2</sup>

$V_u$  = cortante máximo en los extremos del elemento

$b$  = Base de la viga

$h$  = peralte de la viga

Para el diseño se utilizará el cortante máximo 3705,05 kilogramos, obtenido a partir del momento último.

$$T_{actuante} = \frac{3705,05 \text{ kg}}{25\text{cm} \times 40\text{cm}} = 3,71 \text{ kg/cm}^2$$

- Calcular el cortante resistente del elemento:

$$T_{resistente} = \phi \times 0,53 \times \sqrt{f'c}$$

$$T_{resistente} = 0,85 \times 0,53 \times \sqrt{280}$$

$$T_{resistente} = 7,54$$

Debido a que el cortante resistente es mayor al actuante, se tomará en cuenta el concreto para ayudar a resistir el cortante.

Para calcular el espaciamiento entre estribos se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$s = 0,85 \times 2A_{sbarra} \times \frac{f'y}{b \times V_u}$$

Donde:

$S$  = Espaciamiento entre los estribos

$A_{sbarra}$  = área transversal de los estribos

El refuerzo se hará con hierro No, 2, por lo cual el espaciamiento será:

$$s = 0,85 \times 0,71 \text{ cm}^2 \times \frac{4200 \text{ kg/cm}^2}{25 \text{ cm} \times 3,71 \text{ kg/cm}^2}$$

$$s = 55 \text{ cm}$$

- El espaciamiento para el área de confinamiento de acuerdo con el ACI-318-05, cap, 21,3,3,2, el cual dice que se debe tomar el espaciamiento menor entre:

$$S = \frac{\text{Peralte efectivo}}{4}$$

$$S = 8 \times \emptyset_{\text{longitudinal}}$$

$$S = 24 \times \emptyset_{\text{transversal}}$$

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

Para la viga 2 B-C se tiene:

$$S = \frac{35 \text{ cm}}{4} = 8,75 \text{ cm}$$

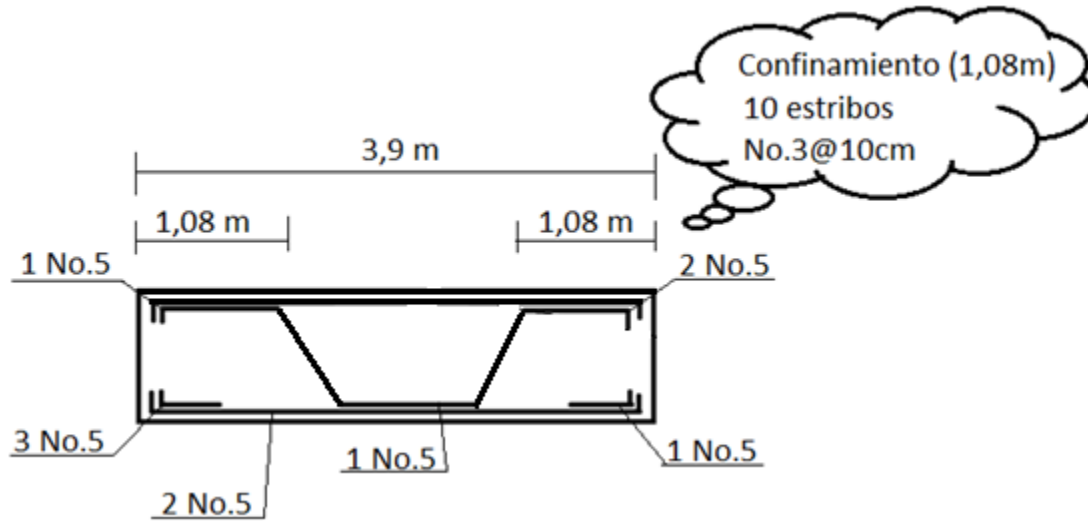
$$S = 8 \times 1,59 \text{ cm} = 12,72 \text{ cm}$$

$$S = 24 \times 0,95 \text{ cm} = 22,8 \text{ cm}$$

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

Por lo tanto, se tomará un espaciamiento de 10 centímetros en el área de confinamiento, y un espaciamiento de 25 centímetros en el resto, por cuestiones constructivas.

Figura 13. Armado de viga 2 B-C



Fuente: elaboración propia.

El primer estribo cerrado de confinamiento debe estar situado a no más de 50 milímetros (5 centímetros) de la cara del elemento de apoyo.

### 3.4.3. Diseño de columnas

Las columnas son los elementos por medio de los cuales las vigas transmiten la fuerza hacia el suelo, por esta razón, las columnas se ven sometidas no solamente a fuerzas verticales, también a fuerzas horizontales.

Esta combinación de fuerzas provoca los efectos de flexión y compresión en el elemento. Para el diseño del edificio, se decidió por una columna crítica, tomando la máxima fuerza vertical actuante y el máximo momento al que se verá sometido.

Para el diseño de una columna deben seguir los siguientes pasos:

- Determinar el área tributaria de la columna, en este caso se escogió la columna 4B, la cual cuenta con un área tributaria igual a 18,99 metros cuadrados.
- Determinar la carga total que actuará en el elemento:  
Para el diseño de la columna, se le sumara el peso de la del segundo nivel a la del primero.

2do, Nivel

Carga muerta = 6920,60 kg

Carga viva = 15436,10 kg

$C_u = 1,4C_M + 1,7C_v = 20956,10$  kg

1er, Nivel

Carga muerta = 15436,10 kg

Carga viva = 6737,13 kg

$$C_u = 32877,80 \text{ kg}$$

$$P_u = 54019,76 \text{ kg}$$

- Determinar el momento actuante en el eje X y Y:

Los momentos se pueden obtener directamente de los gráficos del Método de Kani, en 3,3,5. En este caso los momentos en el eje X y Y no presentaron una diferencia mayor al 20%, siendo esta diferencia del 16%, por lo cual ambos sentidos se diseñarán considerando únicamente el mayor de ambos.

$$M_u = 80,69 \text{ kg-m}$$

- Determinar el valor de  $\gamma$  y de la excentricidad  $e$

$$\gamma h = 0,3$$

$$\gamma = \frac{0,3}{0,3} = 1$$

$$e = \frac{M_u}{P_n} = \frac{80,69 \text{ kg-m}}{54019,76 \text{ kg}} = 0,0015 \text{ m}$$

- Encontrar el valor  $e/h$

$$\frac{e}{h} = \frac{0,0015}{0,3} = 0,005$$

Con los valores obtenidos se localiza en una grafica de relación Carga-Momento, el momento resistente de la columna, se utilizo una cuantía de acero de 0,01 para ser más económicos.



$$\frac{\phi M_n}{A_{gh}} = 0,38 \text{ klb/in}^2$$

$$\phi M_n = 0,38 \times 139,43 \text{ in}^2 \times 11,80 \text{ in} = 625,62 \text{ lb} - \text{in}$$

$$\phi M_n = 7151,49 \text{ kg} - \text{m}$$

$\phi M_n > M_u \rightarrow$  El diseño es adecuado.

- Calcular el área de acero.

$$A_s = A_g \times \rho$$

Donde:

$A_s$  = área de acero

$A_g$  = área gruesa de la columna

$\rho$  = Cuantía de acero

$$A_s = 900 \text{ cm}^2 \times 0,01 = 9 \text{ cm}^2$$

- Cálculo de la carga axial resistente

$$P_n = 0,52 \times 0,85 \times f'_c \times b \times d + f_y \times A_s$$

$$P_n = 0,52 \times 0,85 \times 280 \times 900 + 9 \times 4200$$

$$P_n = 131,04 \text{ ton}$$

$P_n > P_u \rightarrow$  El diseño es adecuado

- Diseño de estribos

Para el diseño de los estribos se debe verificar el cortante resistente y el actuante.

$$V_{\text{actuante}} = 10\% \text{ del } P_u$$

$$V_{\text{actuante}} = 0,10 \times 53833,90 \text{ kg} = 5383,39 \text{ kg}$$

$$V_{\text{resistente}} = 0,85 \times 0,53 \times \bar{f}'_c \times b \times d$$

$$V_{\text{resistente}} = 0,85 \times 0,53 \times \overline{280} \times 900$$

$$V_{\text{resistente}} = 7981,74 \text{ kg}$$

$V_{\text{resistente}} > V_{\text{actuante}} \rightarrow$  El diseño es adecuado.

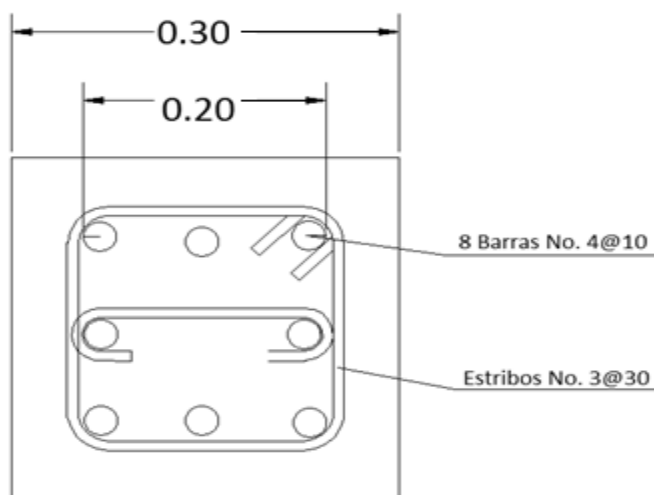
Para encontrar la separación mínima en estribos se toma el dato menor de:

- 16 veces el diámetro de barra = 30,56 cm
- 48 veces el diámetro de estribo = 45,60 cm
- Lado menor de la columna = 30 cm

Se utiliza el menor dato, por lo que la separación entre estribos será de 30 centímetros.

Para las barras se dejará una separación entre ellas de 10 centímetros, después de los 5 centímetros de recubrimiento, teniendo 3 barras en cada lado de la columna.

Figura 14. Armado de columna



Fuente: elaboración propia.

### 3.4.4. Diseño de cimentaciones

El objetivo de la cimentación es lograr que las columnas y muros transmitan las fuerzas hacia el terreno, de modo tal que este sea capaz de soportarlos sin que se produzcan asentamientos, o en caso de que se den, estos sean tolerables.

Las cimentaciones se dividen en dos grupos, los cuales son:

Cimentaciones superficiales: son aquellas en las que los elementos verticales descansan directamente sobre el terreno de cimentación, ensanchando su sección transversal para poder distribuir de mejor manera los esfuerzos; entre estas cimentaciones están: zapatas aisladas, zapatas combinadas, cimiento corrido, losa de cimentación, etc.

Cimentaciones profundas: estas son aquellas cimentaciones en las cuales los elementos verticales no están apoyados sobre el suelo directamente, sino que, se apoyan en elementos que transmiten los esfuerzos hasta el suelo que los resistirá; dichos elementos pueden ser pilotes o cajones cimentación. Este tipo de cimentación se utiliza cuando el suelo bueno se encuentra muy profundo.

Para esta estructura se utilizó zapatas aisladas de concreto reforzado, las cuales son cuadradas y con el mismo armado en ambos sentidos, esto para mayor facilidad constructiva.

Datos de diseño:

- $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 = 4000 \text{ psi}$

- $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2 = 60000 \text{ psi}$
- $\rho = 0,01$
- $P_u = 54019,76 \text{ kg}$
- $V_s = 35,41 \text{ ton/m}^2$
- Densidad seca =  $1,51 \text{ ton/m}^3$
- ( $\phi$ ) Ángulo de cohesión interna =  $11,61^\circ$
- Desplante de cimentación =  $1,5 \text{ m}$
- Peralte =  $0,3 \text{ m}$

Para diseñar la zapata se siguieron los pasos siguientes:

- Predimensionamiento de la zapata:

$$Area = \frac{P_u}{V_s}$$

$$Area = \frac{53\,833,90/1\,000 \text{ ton}}{26,56 \text{ ton/m}^2} = 1,55 \text{ m}^2$$

Se propone una zapata cuadrada de  $1,5 \times 1,5$  metros y un peralte de  $0,3$  metros.

- Integración de carga  $P_z$ :

$$P_z = P_u + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cimiento}}$$

Donde:

$P_z =$  carga de diseño de zapata

$P_u =$  carga última de columna

$P_{\text{suelo}} =$  Carga debido al peso del suelo sobre la zapata

$P_{\text{cimiento}} =$  Carga debido al peso propio de la zapata

Se tiene:

$$P_z = 54\,019,76\text{ kg} + 3,24\text{m}^3 \times \frac{720\text{kg}}{\text{m}^3} + 0,7\text{m} \times \frac{2\,400\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$P_z = 57\,972,56\text{ kg} = 57,97\text{ ton}$$

- Revisión de presión sobre el suelo:

Esta revisión se hace con el fin de comprobar de que no existan presiones en la zapata que excedan el valor soporte del suelo, o que existan presiones negativas, para lo cual se debe satisfacer lo siguiente:

$$\sigma_{\text{minimo}} = \frac{P_z}{A_z} - \frac{M_{ux}}{\frac{l^3_x}{6}} - \frac{M_{uy}}{\frac{l^3_y}{6}} > 0\text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_{\text{minimo}} = \frac{57,97\text{ ton}}{1,5\text{m} \times 1,5\text{ m}} - \frac{\frac{80,69}{1000}\text{ ton} - \text{m}}{\frac{1,5^3\text{m}^3}{6}} - \frac{\frac{80,69}{1000}\text{ ton} - \text{m}}{\frac{1,5^3\text{m}^3}{6}} > 0\text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_{\text{minimo}} = 25,5\text{ton/m}^2 > 0\text{ ton/m}^2 \rightarrow \text{Si cumple}$$

$$\sigma_{\text{maximo}} = \frac{P_z}{A_z} + \frac{M_{ux}}{\frac{l^3_x}{6}} + \frac{M_{uy}}{\frac{l^3_y}{6}} < 26,56\text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_{\text{maximo}} = \frac{57,97\text{ ton}}{1,5\text{m} \times 1,5\text{ m}} + \frac{\frac{80,69}{1000}\text{ ton} - \text{m}}{\frac{1,5^3\text{m}^3}{6}} + \frac{\frac{80,69}{1000}\text{ ton} - \text{m}}{\frac{1,5^3\text{m}^3}{6}} < 26,56\text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_{\text{maximo}} = 26,1\frac{\text{ton}}{\text{m}^2} < 26,56\frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \rightarrow \text{Si cumple}$$

Las dimensiones propuestas son adecuadas para el valor soporte del suelo.

- Determinación de la reacción neta del suelo:  
Debido a que los esfuerzos en las esquinas de la zapata no son iguales, a causa de los efectos combinados, es necesario calcular la reacción neta ( $\sigma_n$ ) que el suelo causa a la zapata, la cual se obtiene con la siguiente ecuación:

$$\sigma_n = F_{cu} \times \sigma_{\text{maximo}}$$

Donde:

$F_{cu}$  = Factor de carga última

$$F_{cu} = \frac{C_u}{C_m + C_v} = \frac{54019,19 \text{ kg}}{22356,7 \text{ kg} + 13255,6 \text{ kg}} = 1,51$$

$$\sigma_n = 1,51 \times 26,0 = 39,26 \text{ ton/m}^2$$

- Chequeo por corte simple:  
El cortante crítico en la zapata, se produce a una distancia “d” a partir de la columna, y paralela al rostro de esta, dicha distancia “d” es igual al peralte efectivo de la zapata, el cual se calcula así:

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

Donde:

d = Peralte efectivo

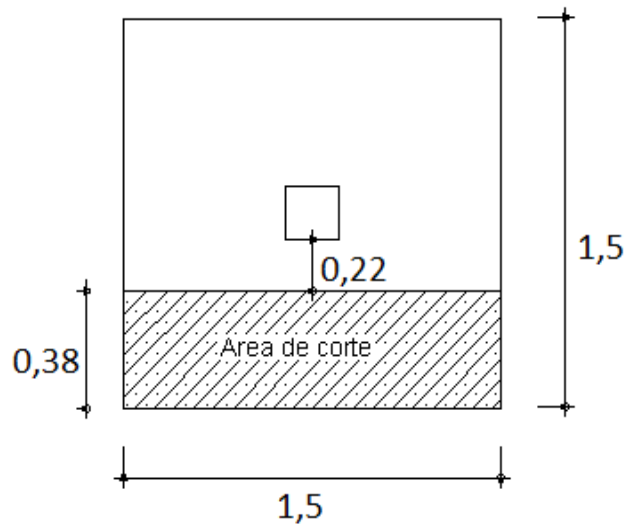
t = Peralte propuesto de la zapata (30 cm)

$\emptyset =$  Diámetro de la barra de refuerzo (No, 4)

$$d = 0,3 - 0,075 - \frac{\frac{1,27}{100}}{2} = 0,22 \text{ m}$$

- Calcular el área de cortante ( $A_c$ )

Figura 15. Área de corte en zapata



Fuente: elaboración propia.

$$A_c = 0,38 \times 1,5 = 0,57 \text{ m}^2$$

- Cálculo del cortante actuante ( $V_{actuante}$ ):

$$V_{actuante} = A_c \times \sigma_n$$

$$A_{actuante} = 0,57 \text{ m}^2 \times 39,26 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$V_{actuante} = 22,46 \text{ ton}$$

- Cálculo del cortante Resistente ( $V_{resistente}$ ):

$$V_{resistente} = 0,45 \times \overline{f'c} \times b \times d$$

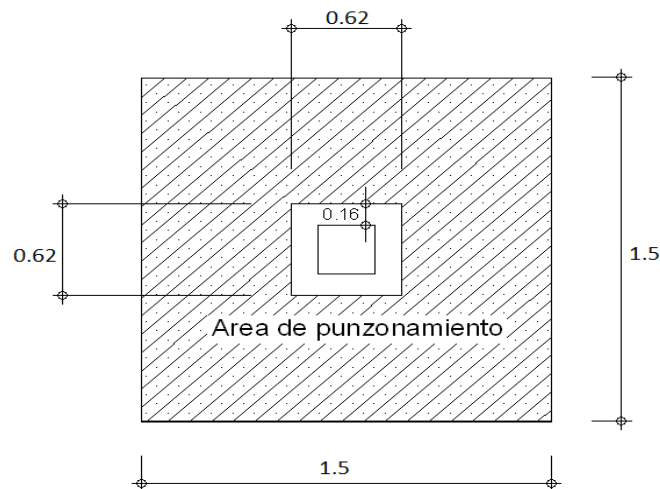
$$V_{resistente} = 0,45 \times 280 \text{ kg/cm}^2 \times 150\text{cm} \times 22\text{cm}$$

$$V_{resistente} = 25 \text{ ton}$$

$V_{resistente} > V_{actuante}$  → Las dimensiones de la zapata son adecuadas.

- Cálculo del área de punzonamiento:

Figura 16. Área de punzonamiento en zapata



Fuente: elaboración propia.

$$A_p = 1,5 \times 1,5 - 0,62 \times 0,62$$

$$A_p = 1,87 \text{ m}^2$$



- Cálculo de cortante actuante ( $V_{actuante}$ ):

$$V_{actuante} = A_p \times \sigma_n$$

$$V_{actuante} = 1,87m^2 \times 39,26 \text{ ton}/m^2$$

$$V_{actuante} = 73,24 \text{ ton}$$

- Cálculo de cortante resistente ( $V_{resistente}$ )

$$V_{resistente} = 0,85 \times 1,10 \times \overline{f'c} \times \beta_o \times d$$

Donde:

$\beta_o$  = Perímetro de sección crítica de punzonamiento

$$V_{resistente} = 0,85 \times 1,10 \times \overline{280 \text{ kg}/cm^2} \times 248 \times 22$$

$$V_{resistente} = 84,80 \text{ ton}$$

$V_{resistente} > V_{actuante}$  → Las dimensiones son adecuadas.

- Cálculo del momento actuante en la zapata:

$$M_{actuante} = \frac{\sigma_n \times l^2}{2}$$

Donde:

$l$  = Distancia desde el rostro de la columna hasta el extremo de la zapata.

$$M_{actuante} = \frac{39,26 \frac{\text{ton}}{m^2} \times 0,6^2 m}{2} = 7,07 \text{ ton} - m$$

- Cálculo del área de acero que resista el momento actuante:

$$A_s = b \times d - \frac{b \times d^2}{0,003825 \times f'c} \times 0,85 \times \frac{f'c}{f_y}$$

$$A_s = 2186,50 - \frac{2186,50^2 - 879726,17}{2 \times 2186,50} \times 0,85 \times 0,0747$$

$$A_s = 13,43 \text{ cm}^2$$

- Cálculo del acero mínimo por temperatura:

$$A_{\text{temperatura}} = 0,002 \times b \times d$$

$$A_{\text{temperatura}} = 0,002 \times 100 \times 22 = 4,373 \text{ cm}^2$$

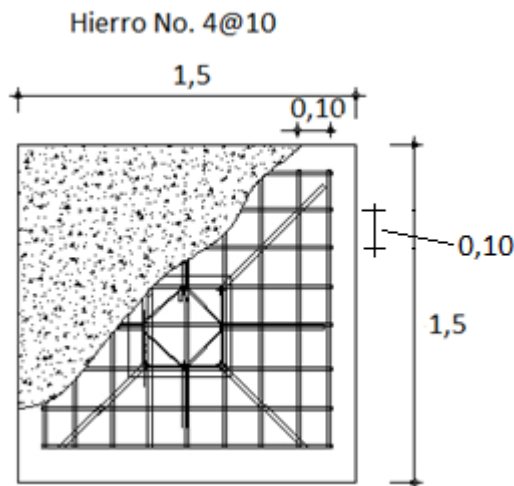
- Cálculo del espaciamiento del acero, para lo cual se utiliza el mayor entre el acero por temperatura y el acero por momento:

$$S = \frac{A_{\text{barra}}}{A_s} = \frac{1,29}{13,43 \text{ cm}^2}$$

$$S = 0,1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$$

Se utilizará barran No, 4 separadas entre sí a cada 10 centímetros.

Figura 17. Dimensiones de zapata



Fuente: elaboración propia.

### 3.4.5. Diseño de techo de lámina

Como el techo del tercer nivel será de lámina, este será soportado por las costaneras, las cuales distribuirán la carga hacia las vigas. Se utilizaran láminas de 12 pies por 3 pies y costaneras de 2x6 pulgadas.

Cargas:

Carga muerta:	3,96 lb/ft
Peso propio costanera:	2,13 lb/ft
Carga por viento:	15,28 lb/ft (apropiadas para Guatemala)
Carga viva:	18,76 lb/ft
Carga última:	40,16 lb/ft

Para el diseño del techo se deben seguir los siguientes pasos.

- Chequeo a flexión, para esto se utiliza la siguiente ecuación:

$$S = \frac{M}{Fb}$$

Donde:

S = Módulo de sección

M = Momento existente en la costanera

Fb =  $0,66f_y = 23760 \text{ lb/ft}^2$

$$M = \frac{wl^2}{8} = \frac{40,16 \times 16,07^2}{8} = 1295,63 \text{ lb} - \text{ft}$$

$$S = \frac{1295,63 * 12}{23760} = 0,6544 \text{ plg}^3 > 1,15 \text{ plg}^3$$

El módulo de sección que corresponde a una costanera de 2X6 pulgadas es de 1,15 pulgadas cúbicas, que es mayor al valor requerido en el diseño.

- Chequeo a corte, para esto se debe utilizar las siguientes ecuaciones:

$$Fv = \frac{R}{\text{peralte} \times \text{espesor}}$$

$$R = \frac{w \times l}{2} = \frac{40,16 \times 16,07}{2} = 322,46 \text{ lb}$$

$$Fv = \frac{322,46 \text{ lb}}{6 \times 0,06 \times 1000} = 0,86 \text{ kips/pul}^2$$

La resistencia del acero A36 es de 14,5 kips por pulgada cuadrada, la cual es mucho mayor al cortante actuante en la costanera, por lo que las dimensiones de la costanera están adecuadas.

- Chequeo a deflexión, para esta se deben comparar las deflexiones permisibles y reales.

$$Dp = \frac{l}{360} = \frac{16,07 \times 12}{360} = 0,536 \text{ plg}$$

$$Dr = \frac{5}{384} \times \frac{w \times l^4}{E \times I} = \frac{5}{384} \times \frac{40,16 \times (16,07 \times 12)^4}{29000 \times 17,4} = 0,1193 \text{ plg}$$

Como la deflexión real es menor a la permisible las dimensiones de la costanera son adecuadas.

Se tendrán costaneras de 2"x6", separadas a 2 metros cada una.

Debido a que el techo no cuenta con una pendiente mayor o igual a 25%, no contara con elementos metálicos conocidos como tensores.

### 3.4.5.1. Diseño de tendales

Longitud de tendal = 2,80 m

Sección de tendal de 3" x 6" = 7,62 cm x 15,24 cm

- Carga de costaneras sobre tendales  $P_t$

$$P_t = P_c \times L =$$

Donde:

$P_c$  = Peso de la costanera

$L$  = Longitud del tendal

$$P_t = 26,68 \frac{kg}{m} \times 5 m = 133,40 kg$$

- Peso propio del tendal  $W_t$

$$W = b \times h \times \text{Peso propio de la lamina}$$

$$W = 0,60 kg/m$$

- Cálculo de proyección horizontal  $Ph$

$$Ph = W \times \text{Cos } 14^\circ$$

$$Ph = 0,69 Kg/m$$

Comprobación por corte, flexión y deflexión

- Comprobación por corte  $F_v$

$$F_v = \frac{3}{2} \times \frac{V_{max}}{Area}$$

Donde:

Vmax = Cortante máximo en el tensor = 200,10 kg

$$Fv = 2,58 \frac{kg}{cm^2}$$

$$2,58 < 8,5 \text{ kg/cm}^2$$

La sección si soporta el corte.

- Comprobación por flexión Fb

$$S = \frac{1}{6} \times b \times h^2 = 294,97 \text{ cm}^3$$

$$Fb = \frac{M}{S}$$

Donde:

M = Momento = 121,67 kg-m

$$Fb = 41,25 \text{ kg/cm}^2$$

$$41,25 < 102 \text{ kg/cm}^2$$

La sección si soporta la flexión D

$$D \text{ permisible} = L/200$$

$$D \text{ permisible} = 2,5 \text{ cm}$$

$$W = \frac{8M}{L^2} = 194,67 \text{ kg/m}$$

$$I = \frac{1}{12} \times b \times h^3 = 2247,65 \text{ cm}^4$$

$$D = \frac{5}{384} \times \frac{W \times L^4}{EI} = 0,70 \text{ cm}$$

$$0,70 < 2,5 \text{ cm}^3$$

La sección si cumple con la deflexión, por lo que las dimensiones adoptadas 3" x 6" son aptas para soportar las cargas a que están sujetas.

### 3.4.5.2. Diseño de pernos

Los pernos estarán colocados en los empalmes de los tendales ubicados en la cumbre, para los apoyos en la solera de corona se utilizará un perno de 1/2 pulgada.

Datos:

$$V_{max} = 200,10 \text{ kg}$$

$$\text{Diámetro} = 1/2'' = 1,27 \text{ cm}$$

$$\text{Longitud} = 4'' = 10,16 \text{ cm}$$

$$B = 17,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$K = 1,95$$

Donde:

B = Esfuerzo básico en pernos

K = Corrección por esfuerzo normal

F = Esfuerzo

$$F = K \times B = 34,13 \text{ kg/cm}^2$$

- Resistencia del perno  $R_p$

$$R_p = \text{Diámetro} \times \text{Longitud} \times \text{Esfuerzo}$$

$$R_p = 440,32 \text{ kg}$$

- Número de pernos N

$$N = \frac{V_{max}}{R_p} = 0,45$$

$$N = 1 \text{ pernos}$$

Por seguridad utilizar 2 pernos de 1/2 pulgada de diámetro por 4 pulgadas de largo.

- Determinar el diámetro del agujero, el cual depende del diámetro del tornillo a utilizar. De la tabla J3.3 "Diseño de Pernería según el AISC 360-05" (anexo 2) Se tiene que para los pernos de 1/2" es de; estándar = 9/16 X 11/16.
- La separación mínima según el AISC 360-05 es de 3 veces el diámetro del perno, por lo que sería para el de 1/2 pulgada de 3/2 de pulgada la separación entre los pernos como mínimo, siendo esta medida de centro a centro de cada perno.
- Para determinar la distancia a bordes se utiliza la tabla J3.4. del AISC 360-05 (anexo 2), siendo para los pernos de 1/2 pulgada una distancia del borde al centro del perno de 7/8 de pulgada.

#### **3.4.5.3. Recomendaciones para las soldaduras**

- Comprobar que el soldador ha adquirido la temperatura adecuada acercando el hilo de estaño a la punta; si aquél se funde con facilidad, el soldador está dispuesto para su utilización.
- Preparar los elementos o piezas (libres de polvo y/o humedad) que se quieran soldar.
- Acercar la punta del soldador a la unión de ambas piezas, con el fin de caldearlas (aumentar perceptiblemente de temperatura); mantenerlo así



durante unos segundos. Es conveniente que la punta del soldador tenga un poco de estaño, pues facilita la transmisión de calor.

- Transcurrido este tiempo, acercar el hilo de estaño a la zona de contacto del soldador con las piezas que se van a soldar, comprobando que el estaño se funde y se reparte uniformemente por las zonas caldeadas.
- Cuando se crea que es suficiente el estaño aportado, retirarlo, manteniendo el soldador unos segundos.
- Transcurridos dos o tres segundos, retirar el soldador sin mover las piezas soldadas.
- Mantener las piezas inmobilizadas hasta que el estaño se haya enfriado y solidificado; nunca se soplará la soldadura, pues sólo se conseguiría un enfriamiento prematuro que daría como resultado una soldadura fría, mate y, en definitiva, defectuosa.
- Comprobar que la soldadura quede brillante, sin poros y cóncava. En caso de que cualquiera de éstas condiciones no se cumplieran, limpiar de estaño las piezas y volver a comenzar el proceso.

### **3.4.6. Diseño de gradas**

Datos:

P =	Paso =	0,25 m
Cp =	Contra paso =	0,2 m
B =	Ancho de la escalera =	1,5 m
L =	Longitud de la escalera =	2,7 m

$L_1 =$  Longitud de descanso = 1,5 m  
 $\rho =$  2400 kg/cm<sup>2</sup>  
 Recubrimiento = 4 cm<sup>2</sup>  
 $F'c =$  280 kg/cm<sup>2</sup>  
 $F_y =$  4200 kg/cm<sup>2</sup>  
 Espesor (t)= 0,17 m

- Metrado de cargas

Descanso

Carga muerta

Peso propio = 720 kg/m

Acabados = 150 kg/m

WD = 870 kg/m

Sobrecarga (WL) = 600 kg/m

Carga Ultima =  $W_u = 1.5W_d + 1.8WL = 2238,00$  kg/m

Tramo inclinado

Peso propio =  $2.4b (C_p/2 + t/Cosa) = 1143,74$  kg/m

Acabados = 150 kg/m

WD = 1293,74 kg/m

Sobrecarga = 600 kg/m

Carga Ultima ( $W_u$ ) =  $1.5WD + 1.8 WL = 2831,2$  kg/m

- Con las cargas se calculan los momentos

Momento (+) =  $1/10 * W * L^2 = 2,06$  ton-m

Momento (-) =  $1/10 * W * L^2 = 0,50$  ton-m

Momento (-) =  $1/9 * W * ((L+L_1)/2)^2 = 1,85$  ton-m

- Cálculo de peralte

$$d = t - \text{recub} - 1,29$$

$$d = 12,35 \text{ cm}^2$$

- Cálculo de área de acero (-)

$$Mu = Ku \times b \times d^2$$

Despejando Ku se tiene:

$$Ku = 2,19$$

Con un  $\rho = 0,0028$  se calcula el área de acero:

$$As = \rho \times \frac{Bd}{100} = 5,19 \text{ cm}^2$$

Verificación de acero mínimo

$$As_{\min} = 0,0018 Bd = 2,22 \text{ cm}^2$$

Refuerzo Longitudinal

$$S_{\max} \leq 45\text{cm} \text{ ó } 3t$$

Barra 1/2" = 1,29 cm<sup>2</sup> = 5 varillas @25 cm

- Cálculo de área de acero (+)

$$Ku = 9,01$$

$$\rho = 0,0024$$

$$As = 4,45 \text{ cm}^2$$

Verificación de acero mínimo

$$As_{\min} = 2,22 \text{ cm}^2$$

Refuerzo longitudinal

$$S_{\max} \leq 45\text{cm} \text{ ó } 3t$$

1 varillas de 1/2" @ 25 cm

- Verificación por corte

$$V = \frac{W_u \times L}{2} - l \frac{M_a + M_b}{L}$$

$$V = 2,95 \text{ ton}$$

$$V_c = 0,53 \times \overline{f'c} \times d \times b = 16435,73 \text{ ton}$$

$$V_c > V = 16435,73 > 2,95 \text{ ton}$$

El diseño cumple a corte siendo este el más crítico para las gradas.

### 3.4.7. Diseño de instalaciones

Para las instalaciones se tiene: instalaciones eléctricas e instalaciones hidráulicas. Entre las instalaciones eléctricas se ve todo lo referente a iluminación para que este de la suficiente luz durante su uso nocturno.

#### 3.4.7.1. Diseño de instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas son fundamentales en un edificio escolar, pues a pesar de que en la actualidad no se impartan clases en jornada nocturna puede ser que en un futuro esto cambie, y en ese momento se vuelve indispensable la energía eléctrica. En el diseño de éste edificio se hicieron distintos circuitos eléctricos, los cuales tienen un máximo de 10 unidades (lámparas, tomacorrientes, etc.) en cada uno, con el fin de garantizar la seguridad y buen funcionamiento de la instalación.

Para determinar el número de lámparas dependiendo de la iluminación que estas producen para cada salón se requiere la siguiente fórmula:

$$No, Aparatos = \frac{Lum \times C, U, \times F, C,}{Area}$$

Donde:

Lum = Luminosidad del aparato

C,U, = Coeficiente de utilización

F,C, = Factor de conservación

$$No, aparatos = \frac{350 \times 0,5 \times 0,70}{37,98} = 3,22 \approx 4 \text{ lámparas}$$

Para determinar el número de circuitos mínimos, se siguen los siguientes pasos:

- Determinar la cantidad de watts necesarios, usando como base el requerimiento de 20 watts por metro cuadrado:

$$W = 2 \times 9,27m \times 21,37m \times 20 \text{ Watts/m}^2 = 7923 \text{ Watts}$$

- Determinar la corriente a 110 voltios con alimentación monofásica:

$$I = \frac{7923 \text{ watts}}{110 \text{ voltios}} = 72,03 \text{ Amperios}$$

- Debido a que la corriente permisible en un conductor número 12 AEG es de 20 amperios (El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales, capítulo 2, tabla 2,9, EnriquezHarper, editorial), el número de circuitos mínimos es de:

$$\text{Número de circuitos} = \frac{72,03 \text{ amperios}}{20 \text{ amperios/circuito}} = 3,6 \approx 4 \text{ circuitos}$$

Para el cálculo del número de lámparas por aula, y de la potencia de estas, se siguieron los siguientes pasos:

- Cálculo de watts necesarios en cada aula:

$$W_{aula} = 5,35\text{m} \times 7,1\text{m} \times 20 \text{ watts/m}^2 = 759 \text{ watts}$$

- En los planos se colocan 4 lámparas por aula, pero se supondrá que podrían llegar a ser 7 por aula, la potencia de cada una debe ser de:

$$W_{l\u00e1mpara} = \frac{759 \text{ watts}}{7 \text{ lámparas}} = 108 \text{ watts}$$

De acuerdo a los cálculos, las lámparas deberían ser de 100 watts, sin embargo, en el mercado únicamente se encuentran disponibles lámparas de 75 watts, además la diferencia entre ambas no es significativa, por lo cual se usarán lámparas de 75 watts en los salones, las lámparas deberán de ser blanco frío, de acuerdo a la recomendaciones del capítulo 3 de ABC de las instalaciones eléctricas residenciales.

Para el cálculo del calibre de la instalación de fuerza se realizaron los mismos pasos que para el cálculo de instalación de iluminación, con la única variante de que la potencia necesaria es de 1000 watts, pues se considera que en el aula el consumo eléctrico será mínimo, pues únicamente se utilizará algún aparato como un radio, una computadora o televisor, por lo cual como mínimo deben de colocarse 4 circuitos con alambre AWG 12.

### **3.4.7.2. Instalaciones hidráulicas**

En toda escuela es necesario tener en cuenta las obras hidráulicas y sanitarias, con el fin de garantizar que las personas puedan suplir sus

necesidades en un lugar higiénico. Lo mínimo con lo que puede contar la escuela es:

- Servicios sanitarios
- Lavamanos
- Chorros

Se optó con utilizar tuberías de P.V.C. para el diseño de las instalaciones hidráulicas por que el P.V.C. ofrece alta resistencia a la tensión y al impacto. Esto permite el uso de presiones más elevadas que en otros materiales termoplásticos de espesores comparables. Probablemente una de las ventajas mayores del P.V.C. es su alta resistencia a la corrosión y a los químicos. El P.V.C. no se corroe, lo que elimina la necesidad de mantenimiento y le da larga vida.

#### Diseño agua potable

Para esta escuela se cuenta con los siguientes objetos sanitarios:

- 5 inodoros de tanque
- 6 lavamanos
- 3 orinales con llave
- 1 pila

En el dimensionamiento de las redes de agua fría, en general, aparecerán dos o más tipos de redes, por lo que es indispensable que se adopte una definición o convención de términos a fin de dar claridad y facilidad de trabajo en las condiciones de cálculo que a continuación se expondrán. Es por eso que se definen como:

Subramales: pequeñas longitudes de tubería que conectan los ramales a los aparatos sanitarios.

Ramales: tuberías derivadas del alimentador y que abastecen agua a punto de consumo aislado, un baño o grupo de aparatos sanitarios.

Tubería de alimentación: tubería de distribución de agua que no es de impulsión, ni de aducción. El dimensionamiento de las redes de agua comenzará por los subramales calculando enseguida los ramales, continuando el cálculo de la tubería de alimentación.

#### Dimensionamiento de los subramales

Cada subramal sirve a un aparato sanitario, y es dimensionado siguiendo valores, que han sido elaborados después de numerosas experiencias con los diversos aparatos sanitarios. Los fabricantes de aparatos suministran en sus catálogos los diámetros de los subramales.

Para esta tesis se utilizó la tabla XII para escoger el diámetro del subramal.



Tabla XXI. **Diámetro del subramal**

Tipo de aparato sanitario	Diámetro del sub-ramal en pulgadas		
	Presiones hasta 10m	Presiones mayores de 10m	Diámetro mínimo
Lavatorio	½	½	½
Bidet	½	½	½
Tina	¾ - ½	¾	½
Ducha	¾	½	½
Grifo de cocina	¾	½	½
Inodoro con Tanque	½	½	½
Inodoro con Válvula	1 ½ - 2	1	1 ¼
Urinario con Tanque	½	½	½
Urinario con Válvula	1 - ½ - 2	1	1

Fuente: RODRÍGUEZ, Luis. Guía para instalaciones sanitarias en edificios. p. 54.

#### Dimensionamiento de los ramales de alimentación

El dimensionamiento de un ramal podrá efectuarse estudiando el suministro de agua, bajo dos formas distintas:

- En función del consumo simultáneo máximo posible de todos los aparatos sanitarios.
- En función del consumo simultáneo máximo probable de los aparatos sanitarios.

### Método empírico

Este método sigue las recomendaciones prácticas de ciertos autores, sin indicar como llegaron a esos resultados. Puede ser dimensionamiento o instalaciones de pequeña importancia, como pueden ser residencias, escuelas, edificios de pequeños departamentos o fábricas y oficinas pequeñas.

Para este fin, se presenta la tabla XII para instalaciones pequeñas o viviendas, escuelas y para instalaciones comerciales.

**Tabla XXII. Equivalencias de gastos en tuberías de agua, tomando como unidad la tubería de ½" de diámetro, para las mismas condiciones de pérdida de presión y para una presión dada**

Diámetro del tubo en pulgadas	Número de tubos de ½" con la misma capacidad
½	1
¾	2.9
1	6.2
1 ¼	10.9
1 ½	17.4
2	37.8
2 ½	65.5
3	110.5
4	189
6	527
8	1250
10	2090

Fuente: RODRÍGUEZ, Luis. Guía para instalaciones sanitarias en edificios. p. 58.

## Diseño hidráulico para drenajes

Las derivaciones o ramales se calculan a partir del conocimiento del número de descarga a las que dará servicio dicha tubería, esto se logra con la suma de las unidades de descarga de todos los muebles sanitarios que van a desalojar la derivación.

**Tabla XXIII. Diámetro de las derivaciones en colector**

Derivación en colector		Número máximo de unidades de descarga			
mm	pulg.	Derivación horizontal s=0	Pendiente		
			1/100	2/100	3/100
32	1 ½	1	1	1	1
38	1 ½	2	2	2	2
50	2	4	5	6	8
63	2 ½	10	12	15	18
75	3	20	24	27	36
100	4	68	84	96	114
125	5	144	180	234	280
150	6	264	330	440	580
200	8	696	870	1150	1680
250	10	1392	1740	2500	3600
300	12	2400	3000	4200	6500
350	14	4800	6000	8500	135000

Fuente: RODRÍGUEZ, Luis. Guía para instalaciones sanitarias en edificios. p. 72.

Tabla XXIV. **Caudales base de los aparatos sanitarios**

<b>Designación de los aparatos</b>	<b>Caudal base l/seg</b>
Bidé, lavapies	0,50
Lavabo	0,75
Fregadero, lavadero	0,75
Ducha	0,50
Bañera	1,50
Urinario	1,00
Inodoro no sifónico	1,50
Inodoro sifónico	2,00

Fuente: RODRÍGUEZ, Luis. Guía para instalaciones sanitarias en edificios. p. 73.

Tomando en cuenta las tablas anteriores se encontró que los diámetros aficiones para los aparatos sanitarios, estos están indicados en los planos arquitectónicos adjuntos en este documento.

Instalaciones de aguas pluviales

Según Norma ISO 010

- Los receptores de agua de lluvia estarán provistos de rejillas de protección contra el arrastre de hojas, papeles, basura y similares. El área total libre de la as rejillas, será por lo menos dos veces el área de conducto de elevación.

Para el diseño de las canaletas y tuberías es necesario seguir los siguientes pasos:

A. Cálculo del caudal mediante la fórmula:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{360} \text{ m}^3/\text{seg}$$

Donde:

Q = caudal en m<sup>3</sup>/seg

C = Relación entre la escorrentía y la cantidad de lluvia caída en el área,

I = Intensidad de lluvia en mm/hora

A = Área a drenar en hectáreas

Para este caso el valor de C se utilizará el valor de 0,75 para superficies impermeables de techo, el valor de la intensidad se obtiene de la siguiente ecuación:

$$I = \frac{3624,1}{t + 27,8}$$

Donde:

I = Intensidad de lluvia en mm/hora

t = tiempo de concentración en minutos

Suponiendo un tiempo de concentración igual a 30 minutos, obtenemos que la intensidad es igual a 62,70 mm/hora.

Entonces se obtiene un caudal de 0,014 metros cúbicos por segundo.

B. Conociendo el caudal se puede obtener el diámetro en centímetros. Mediante la fórmula de Manning.

$$D = \frac{691000 \times Q \times n^{3/8}}{S^{1/2}}$$

Donde:

D = Diámetro interior del tubo, en cm

Q = Caudal requerido en m<sup>3</sup>/seg,

n = Coeficiente de rugosidad (0,014)

s = pendiente (1%)

Con estos datos se obtiene un diámetro de 13 centímetros, equivalente a una tubería de 5 pulgadas.

### 3.5. Evaluación ambiental inicial

Según el MARN para este tipo de obras pequeñas y que no generan mayor cambio en el ambiente de las personas se debe llenar la tabla que a continuación se presenta.

Tabla XXV. Cuadro de impactos ambientales

No.	Aspecto ambiental.	Impacto ambiental.	Tipo de impacto ambiental.	Indicar los lugares donde se espera se generen los impactos.	Manejo ambiental indicar qué se hará para evitar el impacto.
1.	Aire.	Gases o partículas (polvo).	Polvo por parte del movimiento de tierras y por el concreto.	Toda la obra.	Humedecer el suelo para evitar el levantamiento del polvo y colocar lamina perimetral.
		Vibraciones.	Al momento de utilizar maquinaria y equipo de construcción.	<u>toda</u> la obra.	Trabajar en plan diurno para no molestar a la población.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. Presupuesto de construcción de escuela municipal

MUNICIPALIDAD DE EL PROGRESO JUTIAPA

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE ESCUELITA MUNICIPAL  
SECTOR LOS TEO, EL PROGRESO, JUTIAPA.

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				
	MATERIALES				
	Demolición antiguo Rastro	1	global	Q 2,500.00	Q 2,500.00
	Trazo y nivelación	85.00	ml	Q 15.00	Q 1,275.00
	MANO DE OBRA				
	Zanjeo	85.00	ml	Q 60.00	Q 5,100.00
	Relleno de zanja	85.00	ml	Q 25.00	Q 2,125.00
	Selecto	25.00	m3	Q 90.00	Q 2,250.00
	<b>TOTAL DEL RENGLON</b>				<b>Q 13,250.00</b>
2	Cimiento				
	Zapata 1.5x1.5x0.3 metros				
	MATERIALES				
	Cemento	170.00	sacos	Q 70.00	Q 11,900.00
	Árena	12.00	m3	Q 190.00	Q 2,280.00
	Piedrín	9.00	m3	Q 240.00	Q 2,160.00
	Hierro No. 4	23.00	quintales	Q 420.00	Q 9,660.00
	Alambre de amarre	272.00	libras	Q 7.50	Q 2,040.00
	Formaleta	1	global	Q 1,200.00	Q 1,200.00
	MANO DE OBRA				
	Calificada	126.00	ml	Q 60.00	Q 7,560.00
	No Calificada	126.00	ml	Q 40.00	Q 5,040.00
	<b>TOTAL DEL RENGLON</b>				<b>Q 41,840.00</b>
3	Vigas				
	MATERIALES				
	Cemento	307.00	sacos	Q 70.00	Q 21,490.00
	arena	21.00	m3	Q 190.00	Q 3,990.00
	Piedrín	16.00	m3	Q 240.00	Q 3,840.00
	Hierro No. 5	48.00	quintales	Q 450.00	Q 21,600.00
	Hierro No. 2	28.00	quintales	Q 350.00	Q 9,800.00
	Alambre de amarre	581.00	libras	Q 7.50	Q 4,357.50
	Formaleta	1	global	Q 3,000.00	Q 3,000.00
	MANO DE OBRA				
	Calificada	256.38	ml	Q 220.00	Q 56,403.60
	No Calificada	256.38	ml	Q 150.00	Q 38,457.00
	<b>TOTAL DEL RENGLON</b>				<b>Q 162,938.10</b>
4	Losas				
	MATERIALES				
	cemento	101.00	sacos	Q 70.00	Q 7,070.00
	arena	7.00	m3	Q 190.00	Q 1,330.00
	pedrín	5.00	m3	Q 240.00	Q 1,200.00
	Hierro No.5	79.17	quintales	Q 450.00	Q 35,626.50
	Alambre de amarre	958.00	libras	Q 7.50	Q 7,185.00
	Formaleta	1	global	Q 1,500.00	Q 1,500.00
	MANO DE OBRA				
	Calificada	25.00	día	Q 165.00	Q 4,125.00
	No Calificada	25.00	día	Q 100.00	Q 2,500.00
	<b>TOTAL DEL RENGLON</b>				<b>Q 60,536.50</b>
5	Techo				
	MATERIALES				
	Lamina de zinc cal. 26 legitima de 12 pies	110.00	unidad	Q 160.00	Q 17,600.00
	Costaneras 2x6' Legitimas	55.00	unidad	Q 180.00	Q 9,900.00
	Tomillo para lamina	1500.00	unidad	Q 1.00	Q 1,500.00
	Pintura R - 15	2.00	Cubeta	Q 800.00	Q 1,600.00
	Thinner	2.00	Caneca	Q 350.00	Q 700.00
	MANO DE OBRA				
	Colocación de Estructura	163.23	m²	Q 170.00	Q 27,749.10
	Colocación de Lamina	163.23	m²	Q 170.00	Q 27,749.10
	<b>TOTAL DEL RENGLON</b>				<b>Q 86,798.20</b>

Continuación de la tabla XXVI.

6	Columnas 25x25					
	MATERIALES					
	cemento	204.00	sacos	Q 70.00	Q	14,280.00
	arena	14.00	m3	Q 190.00	Q	2,660.00
	pedrín	11.00	m3	Q 240.00	Q	2,640.00
	Hierro No.4	39.60	quintales	Q 420.00	Q	16,632.00
	Hierro No.2	9.00	quintales	Q 350.00	Q	3,150.00
	Alambre de amarre	479.00	libras	Q 7.50	Q	3,592.50
	Formaleta	1	global	Q 1,500.00	Q	1,500.00
	MANO DE OBRA					
	Calificada	190.00	ml	Q 220.00	Q	41,800.00
	No Calificada	190.00	ml	Q 150.00	Q	28,500.00
	<b>TOTAL DEL RENGLON</b>				<b>Q</b>	<b>114,754.50</b>
7	Circulación con malla					
	MATERIALES					
	Electromalla 1/4"	86.00	unidades	Q330.00	Q	28,380.00
	MANO DE OBRA					
	Calificada	40.20	ml	Q 60.00	Q	2,412.00
	No Calificada	40.20	ml	Q 40.00	Q	1,608.00
	<b>TOTAL DEL RENGLON</b>				<b>Q</b>	<b>32,400.00</b>
8	Muros internos					
	MATERIALES					
	Block 0.15*0.20*0.39	9070.00	unidad	Q 4.00	Q	36,280.00
	Cemento	1,133.00	sacos	Q 70.00	Q	79,310.00
	pedrín	154.00	m3	Q 190.00	Q	29,260.00
	Soleras del muro					
	Cemento	259.00	sacos	Q 70.00	Q	18,130.00
	arena	18.00	m3	Q 190.00	Q	3,420.00
	pedrín	14	m3	Q 240.00	Q	3,360.00
	Hierro No.3	36.12	quintales	Q 350.00	Q	12,642.00
	Hierro No.2	14.3	quintales	Q 350.00	Q	5,005.00
	Alambre de amarre	437	libra	Q 7.50	Q	3,277.50
	Formaleta	1	global	Q 1,500.00	Q	1,500.00
	MANO DE OBRA					
	Calificada	180.00	ml	Q 220.00	Q	39,600.00
	No Calificada	180.00	ml	Q 150.00	Q	27,000.00
	<b>TOTAL DEL RENGLON</b>				<b>Q</b>	<b>258,784.50</b>



Continuación de la tabla XXVI.

9	Instalaciones electricas				
	Iluminación				
	Lamparas Fluorescentes	32.00	unidad	Q 250.00	Q 8,000.00
	Interruptor doble	8.00	unidad	Q 22.00	Q 176.00
	Interruptor simple	5.00	unidad	Q 19.00	Q 95.00
	Foco plano de 75W	13	unidad	Q 15.00	Q 195.00
	Plafoneras	13	unidad	Q 30.00	Q 390.00
	Caja rectangular	2	unidad	Q 25.00	Q 50.00
	Alambre solido calibre 12 rojo	4.00	Rollo	Q 360.00	Q 1,440.00
	Alambre solido calibre 12 amarillo	4.00	Rollo	Q 360.00	Q 1,440.00
	Alambre solido calibre 12 blanco	4.00	Rollo	Q 360.00	Q 1,440.00
	Alambre solido calibre 12 negro	4.00	Rollo	Q 360.00	Q 1,440.00
	Fuerza				
	Toma corrientes 110 V	34.00	Unidad	Q 9.00	Q 306.00
	Alambre solido calibre 12 rojo	3.00	Rollos	Q 360.00	Q 1,080.00
	Alambre solido calibre 12 amarillo	3.00	Rollos	Q 360.00	Q 1,080.00
	Polyducto de 3/4"	141.92	ml	Q 2.00	Q 283.84
	Mano de obra				
	Calificada	32.00	unidad	Q 300.00	Q 9,600.00
	No Calificada	32.00	unidad	Q 180.00	Q 5,760.00
	<b>TOTAL DEL RENGLON</b>				<b>Q 32,775.84</b>
10	Gradas				
	Materiales				
	Cemento	26.00	sacos	Q 70.00	Q 1,820.00
	Arena	2.00	m3	Q 190.00	Q 380.00
	Piedrin	1.00	m3	Q 240.00	Q 240.00
	Hierro No. 4	3.71	quintal	Q 420.00	Q 1,558.20
	Barandilla	1.00	global	Q 2,000.00	Q 2,000.00
	Formaleta	1.00	global	Q 500.00	Q 500.00
	Alambre de amarre	45.00	libras	Q 7.50	Q 337.50
	mano de obra				
	Calificada	12.00	MI	Q 50.00	Q 600.00
	<b>TOTAL DEL RENGLON</b>				<b>Q 7,435.70</b>

Continuación de la tabla XXVI.

11	Piso				
	Piso de granito tipo 0,20x0,20	400.00	m2	Q 75.00	Q 30,000.00
	Estuque	2.00	sacos	Q 30.00	Q 60.00
	Pegamix	27.00	sacos	Q 30.00	Q 810.00
	mano de obra				
	Calificada	400.00	m2	Q 35.00	Q 14,000.00
	No calificada	400.00	m2	Q 20.00	Q 8,000.00
	<b>TOTAL DEL RENGLON</b>				<b>Q 52,870.00</b>
12	Puertas, ventanas				
	Puertas de metal	29.00	unidad	Q 1,500.00	Q 43,500.00
	Ventanas de aluminio de paletas.	11.00	unidad	Q 900.00	Q 9,900.00
	mano de obra				
	Calificada	1.00	global	Q 5,000.00	Q 5,000.00
	<b>TOTAL DEL RENGLON</b>				<b>Q 58,400.00</b>
13	Pintura de paredes				
	Pintura de agua	35.00	cubetas	Q 500.00	Q 17,500.00
	Pintura de aceite	20.00	cubetas	Q 750.00	Q 15,000.00
	Thiner	20.00	cubetas	Q 350.00	Q 7,000.00
	Brochas	45.00	unidades	Q 20.00	Q 900.00
	Rodillo completo	15.00	unidad	Q 150.00	Q 2,250.00
	Felpas	50.00	unidad	Q 15.00	Q 750.00
	mano de obra				
	Calificada	1.00	global	Q 4,400.00	Q 4,400.00
	<b>TOTAL DEL RENGLON</b>				<b>Q 47,800.00</b>
14	Accesorios sanitarios y grifería				
	Lavamanos	6.00	Unidad	Q 380.00	Q 2,280.00
	Sanitario blanco	5.00	Unidad	Q 750.00	Q 3,750.00
	Mingitorios	3.00	Unidad	Q 1,300.00	Q 3,900.00
	Tuberías PVC 1/2" 315 psi	5.00	unidades	Q 15.14	Q 75.70
	Tuberías PVC 3/4" 160 psi	6.00	unidades	Q 20.92	Q 125.52
	Codo liso PVC 3/4" 90°	18.00	unidad	Q 1.81	Q 32.58
	Te de PVC	15.00	unidad	Q 1.78	Q 26.70
	Tubería PVC 2" 160 psi	3.00	unidad	Q 63.71	Q 191.13
	Tubería Y PVC 2"	13.00	unidad	Q 7.64	Q 99.32
	Tubería PVC 3" 160 psi	2.00	unidad	Q 139.44	Q 278.88
	Tubería PVC 4" 160 psi	14.00	unidad	Q 229.37	Q 3,211.18
	Codo 45° PVC	16.00	unidad	Q 21.50	Q 344.00
	Codo 90° PVC	19.00	unidad	Q 13.86	Q 263.34
	Reductor	13.00	unidad	Q 10.72	Q 139.36
	Caja Registro	2.00	Unidad	Q 680.00	Q 1,360.00
	Pegamento para PVC	1.00	Galon	Q 348.00	Q 348.00
					Q -
					Q -
	mano de obra				
	Mano de obra calificada	1.00	Global	Q3,300.00	Q3,300.00
	<b>TOTAL DEL RENGLON</b>				<b>Q 19,725.71</b>

Continuación de la tabla XXVI.

<b>TOTAL</b>				<b>Q 990,309.05</b>
				Q 2,151.54 m <sup>2</sup>

<b>Costo total del proyecto</b>			
<b>Integración de costos</b>			
Proyecto: Escuela Municipal			
Ubicación: Sector Los Teo, El Progreso, Jutiapa			
Costos Directos	Costo total de la obra		Q 990,309.05
	Gastos administrativos (8%)	Q 79,224.72	
	Gastos de operación (6%)	Q 59,418.54	
	Fianzas (6%)	Q 59,418.54	
	Supervisión (8%)	Q 79,224.72	
	Utilidad (6%)	Q 59,418.54	
Costos Indirectos	Subtotal costos indirectos		Q 336,705.08
	Total costos directos e indirectos		Q 1,327,014.13
	Precio por Metro cuadrado de construcción		Q 2,883.06

Fuente: elaboración propia.



## CONCLUSIONES

1. El drenaje sanitario para el sector de Los Teo brindará un servicio básico de recolección de aguas residuales a un aproximado de 1086 personas, reduciéndose así la morbilidad del sector.
2. La escuela brindará un lugar adecuado para el aprendizaje de 150 niños del barrio Los Laureles y a unos 40 niños de barrios cercanos.
3. El costo total de los presupuestos fue de: Q2 151,54 por metro cuadrado para la estructura de escuela, estando entre el rango de Q4 000,00 a Q 1 000,00 aceptable para este tipo de construcciones. El drenaje tuvo un costo de Q833,71 por metro lineal, entrando entre el rango de Q2 000,00 a Q600,00 de los parámetros de la municipalidad, por lo que ambos proyectos son adecuados para la Municipalidad de El Progreso, Jutiapa.
4. Los proyectos no son amenazas para el ambiente, causando únicamente molestias a la hora de su elaboración, pero siendo estos problemas fácilmente tratables.
5. El normativo UBC-97 da cargas típicas para escuelas y el ACI- 318-2005 es un normativo para estructuras de concreto armado para zonas sísmicas, estos fueron unas de las normas utilizadas.



## RECOMENDACIONES

1. Dar mantenimiento al drenaje sanitario cada fin de temporada de lluvia para garantizar que esta trabaje adecuadamente los 30 años de diseño, revisando los posos de visita y verificando que el agua no se estanque y que no hayan obstrucciones.
2. La estructura de la escuela deberá llevar su mantenimiento cada 6 meses, siendo estas inspecciones a las válvulas, a los chorros, cableado eléctrico y pintura a la estructura, mantenimiento preventivo.
3. Durante la construcción de los proyectos se deberá regar el suelo para evitar el levantamiento de polvo, trabajar durante el día, esto para evitar molestias a los vecinos.





## BIBLIOGRAFÍA

1. ALFARO DE ARCIA, Luis Roberto. *Diseño del edificio para la escuela pública en el caserío El Paraíso y sistema de agua potable para los caseríos Los Morales y Chuacruz, cabecera departamental de Sololá, departamento de Sololá*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos Guatemala, 2011. 157 p.
2. American Concrete Institute. *Código de construcción para el hormigón armado (ACI-318 2005)*. Estados Unidos: 2005. ACI, 518 p.
3. CARRERA RIPELE, Ricardo Antonio. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1989.135p.
4. MÉRIDA LIMA, Manolo Fernando. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario y kiosco del parque central, aldea El ovejero, en el municipio de El Progreso, departamento de Jutiapa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos Guatemala, 2006. 489 p.
5. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. México:McGrAW-HILL, 1998.722 p.



## **ANEXO1**



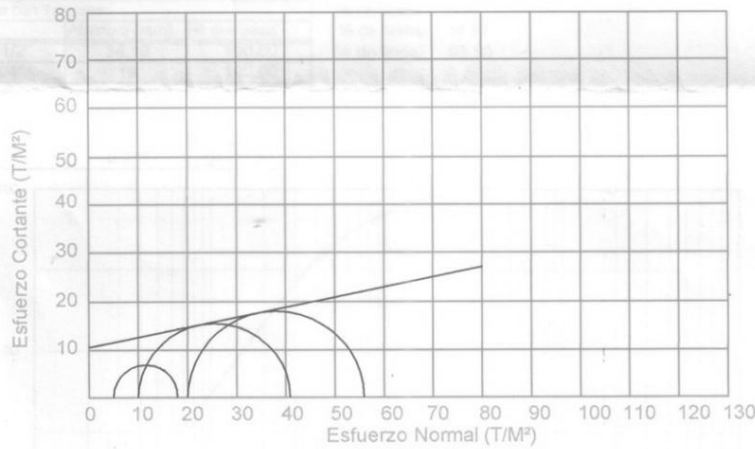
ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 004 S.S. O.T.: 29,366

INTERESADO: Emanuel Jose Paiz Lopez  
PROYECTO: EPS-Diseño del edificio de escuela de dos niveles para el Barrio Los Laureles,  
Municipio de El Progreso, Jutiapa.

Fecha: 02 de febrero de 2012

pozo: 1 Profundidad: 2.00 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA :  $\phi = 11.61^\circ$  COHESIÓN:  $C_u = 10.52 \text{ ton/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.  
DESCRIPCION DEL SUELO: Arcilla organica color negro.  
DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"

OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m <sup>2</sup> )	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA $q(T/m^2)$	9.35	30.88	35.94
PRESION INTERSTICIAL $u(T/m^2)$	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA $E_r$ (%)	1.0	4.0	6.0
DENSIDAD SECA (T/m <sup>3</sup> )	1.51	1.51	1.51
DENSIDAD HUMEDA (T/m <sup>3</sup> )	1.93	1.93	1.93
HUMEDAD (%H)	29.7	29.7	29.7

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales  
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos





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



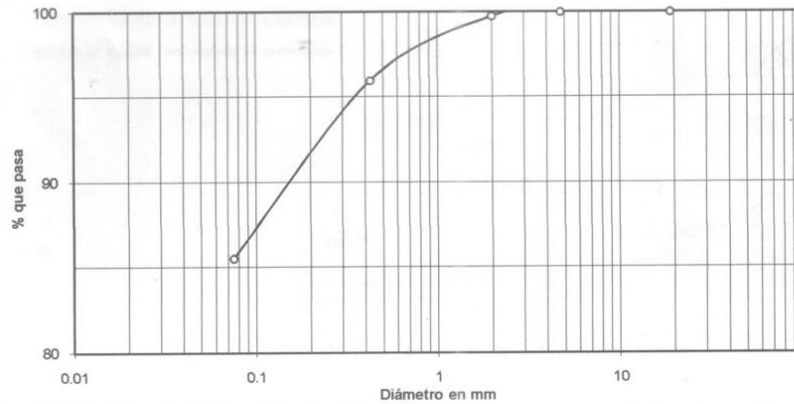
Nº 15570

INFORME No. 005 S.S. O.T. No. 29,366

Interesado: Emanuel Jose Paiz Lopez  
 Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y con lavado previo.  
 Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11  
 Proyecto: EPS-Diseño del Edificio de Escuela de dos niveles para el Barrio Los Laureles, Municipio de El Progreso, Jutiapa.  
 Fecha: 30 de enero de 2012

Análisis con Tamices:		
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
1 1/2"	38.10	100.00
3/4"	19	100.00
4	4.75	100.00
10	2	99.76
40	0.425	95.92
200	0.075	85.50

% de Grava: 0.00  
 % de Arena: 14.50  
 % de finos: 85.50



Descripción del suelo: Arcilla organica color negro.  
 Clasificación: S.C.U.: OH P.R.A.: A-7-6 (65)  
 Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.  
 Inga. Telma Maricela Cano Morales  
 DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
 Jefe Sección Mecánica de Suelos





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



**Nº 15571**

INFORME No. 006 S. S.

O.T.: 29,366

Interesado: Emanuel Jose Paiz Lopez  
Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG  
Norma: AASHTO T-89 Y T-90  
Proyecto: EPS-Diseño del edificio de escuela de dos niveles para el Barrio Los Laureles, Municipio de El Progreso, Jutiapa  
FECHA: 30 de enero de 2012

**RESULTADOS:**

ENSAYO No.	MUESTRA	LL (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	58.71	32.15	OH	Arcilla organica color negro

(\*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Mariela Cano Morales  
DIRECTORA CII/USAC



*Enrique Medrano Méndez*  
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos

## **ANEXO 2**

### **Diseño de Pernería según el AISC 360-05**

1. Determinar el diámetro del tornillo/perno.

<b>Tabla J3.1 Pretensión Mínima de Pernos, kips*</b>		
<b>Tamaño Perno, in</b>	<b>Pernos A325</b>	<b>Pernos A490</b>
1/2	12	15
5/8	19	24
3/4	28	35
7/8	39	49
1	51	64
1 1/8	56	80
1 1/4	71	102
1 3/8	85	121
1 1/2	103	148

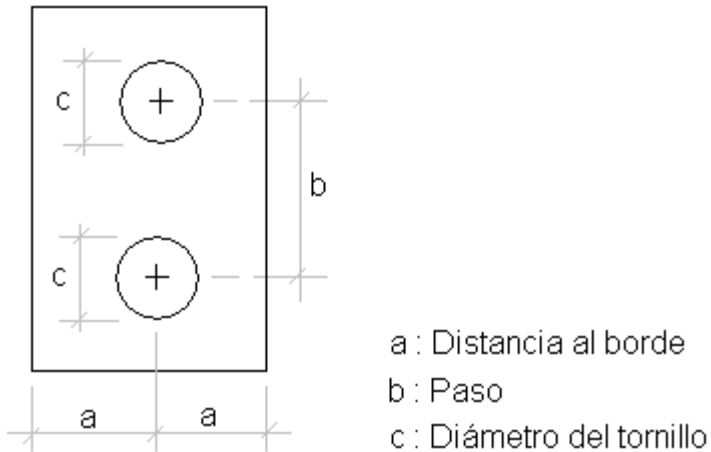
\* Igual a 0.70 veces la resistencia última de los pernos, redondeada al valor entero más cercano, tal como lo especifican las Especificaciones ASTM para pernos A325 y A490 con hilo UNC.

2. Determinar el diámetro del agujero, el cual depende del diámetro del tornillo a utilizar (en algunos casos)

<b>Tabla J 3.3 Dimensiones de Agujero Nominal, in</b>				
<b>Diámetro Perno</b>	<b>Dimensiones Agujero</b>			
	<b>Estándar (Dia.)</b>	<b>Sobremedida (Dia.)</b>	<b>Ranura Corta (Ancho x Largo)</b>	<b>Ranura Larga (Ancho x Largo)</b>
1/2	9/16	5/8	9/16 x 11/16	9/16 x 11/4
5/8	11/16	13/16	11/16 x 7/8	11/16 x 19/16
3/4	13/16	15/16	13/16 x 1	13/16 x 17/8
7/8	15/16	1 1/16	15/16 x 11/8	15/16 x 23/16
1	1 1/16	1 1/4	11/16 x 1 5/16	11/16 x 2 1/2
≥ 1 1/8	$d + 11/16$	$d + 5/16$	$(d + 1/16) \times (d + 3/8)$	$(d + 1/16) \times (2.5 + d)$



1. Determinar la dimensión de “paso”, la cual es la separación de centro a centro de los tornillos, a un mínimo de 3 veces el diámetro del tornillo.



2. Determinar la distancia al borde, la cual va del centro del tornillo al borde mas cercano de la parte conectada; la cual tiene un límite especificado como una función del tamaño del tornillo

**Tabla J 3.4**  
**Distancia Mínima al Borde<sup>[a]</sup>, in,**  
**desde el Centro del Agujero Estándar<sup>[b]</sup>**  
**hasta el Borde de la Parte Conectada**

Diámetro Perno (in)	En bordes aserrados	En bordes laminados de Planchas, Perfiles o Barras, o en bordes por corte térmico <sup>[c]</sup>
1/2	7/8	3/4
5/8	1 1/8	7/8
3/4	1 1/4	1
7/8	1 1/2 <sup>[d]</sup>	1 1/8
1	1 3/4 <sup>[d]</sup>	1 1/4
1 1/8	2	1 1/2
1 1/4	2 1/4	1 5/8
Sobre 1 1/4	1 3/4 x <i>d</i>	1 1/4 x <i>d</i>

[a] Se permite utilizar distancias de borde menor provisto que se satisfacen las disposiciones de la Sección J3.10, de forma apropiada.

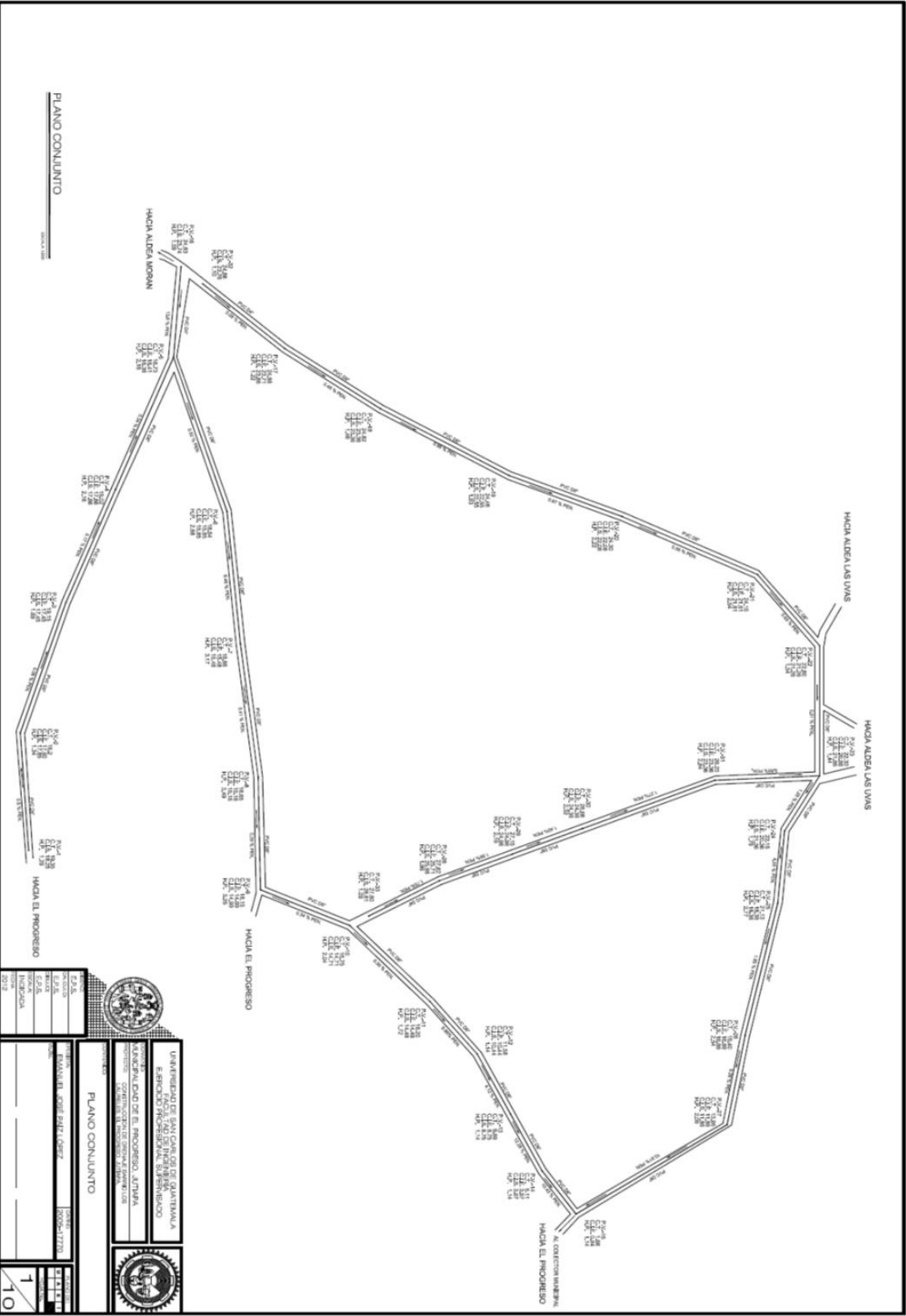
[b] Para agujeros sobretamaño y ranurados, ver la Tabla J3.5.

[c] Se permite que todas las distancias de borde en esta columna sean reducidas 1/8 in cuando el agujero esta en un punto donde la resistencia requerida no exceda de 25% de la resistencia máxima en el elemento.


[d] Se permite que estas sean 1 1/4 in en ambos extremos de los ángulos de conexión de vigas y en placas de cabeza de corte.

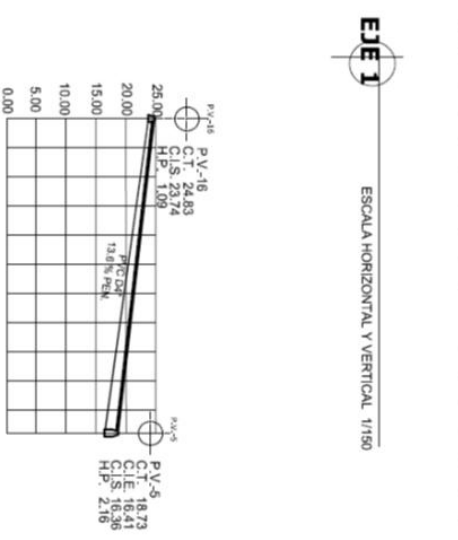
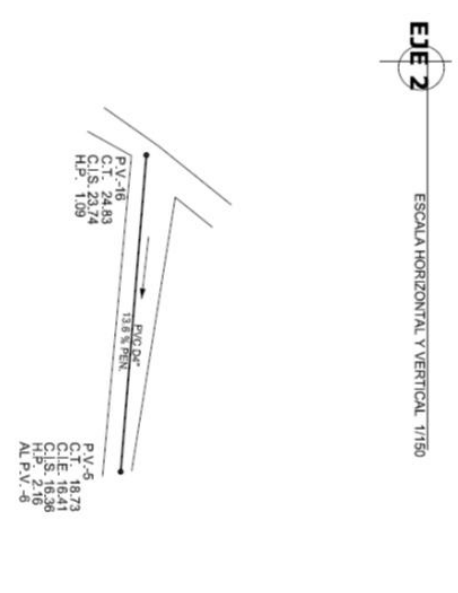
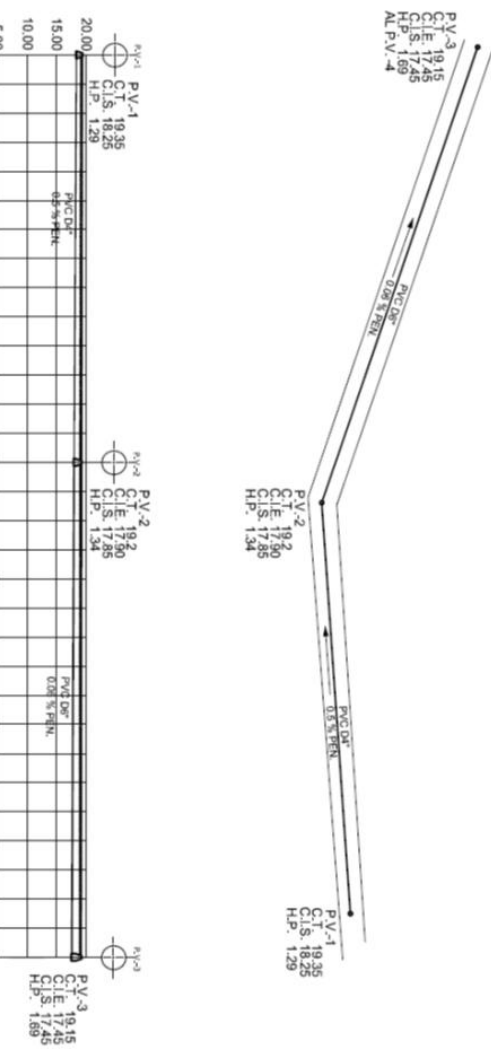
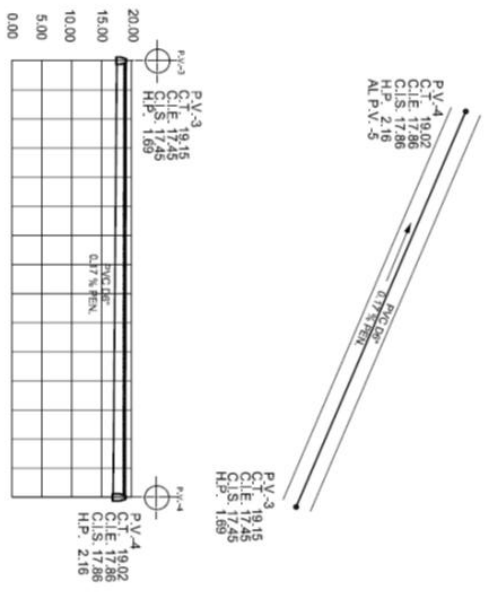
### ANEXO 3





PLANO CONJUNTO

	
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL	
TITULO: PLAN DE CANTONAMIENTO DE LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE EL PROGRESO, ATITUN AUTORES: INGENIEROS CIVILES: JUAN CARLOS GONZALEZ, JUAN CARLOS GONZALEZ, JUAN CARLOS GONZALEZ	
PLANO CONJUNTO	
E.S.E. E.A.S. E.C.A. I.N.D.I.C.A. 1000	1 10

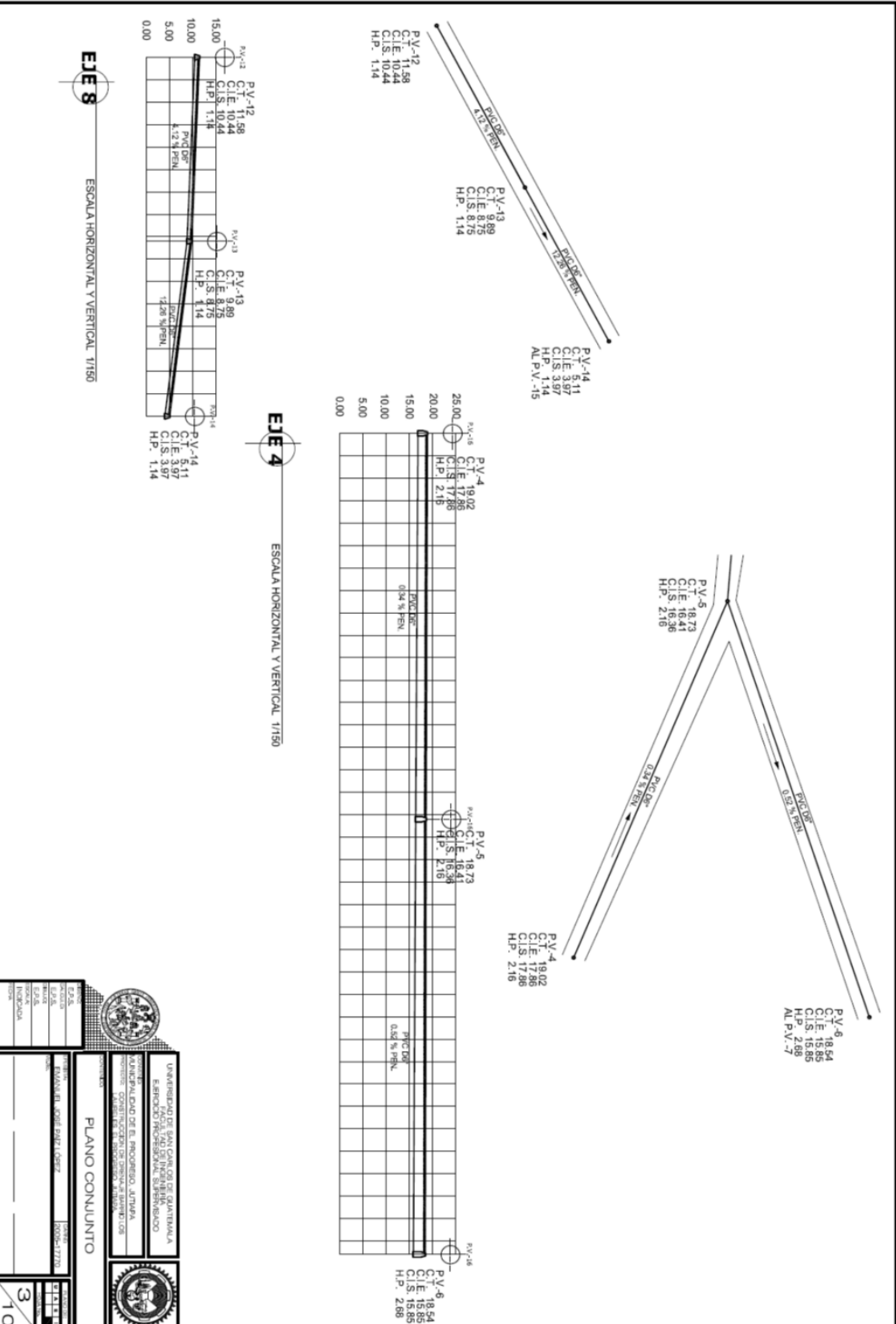


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNICO

**PLANO CONJUNTO**

PROYECTO	INSTRUMENTO
FECHA	ESCALA
ELABORADO POR	REVISADO POR
APROBADO POR	FECHA

2/10



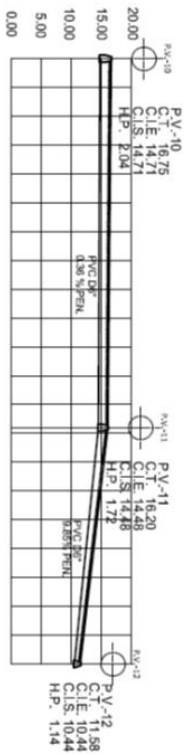
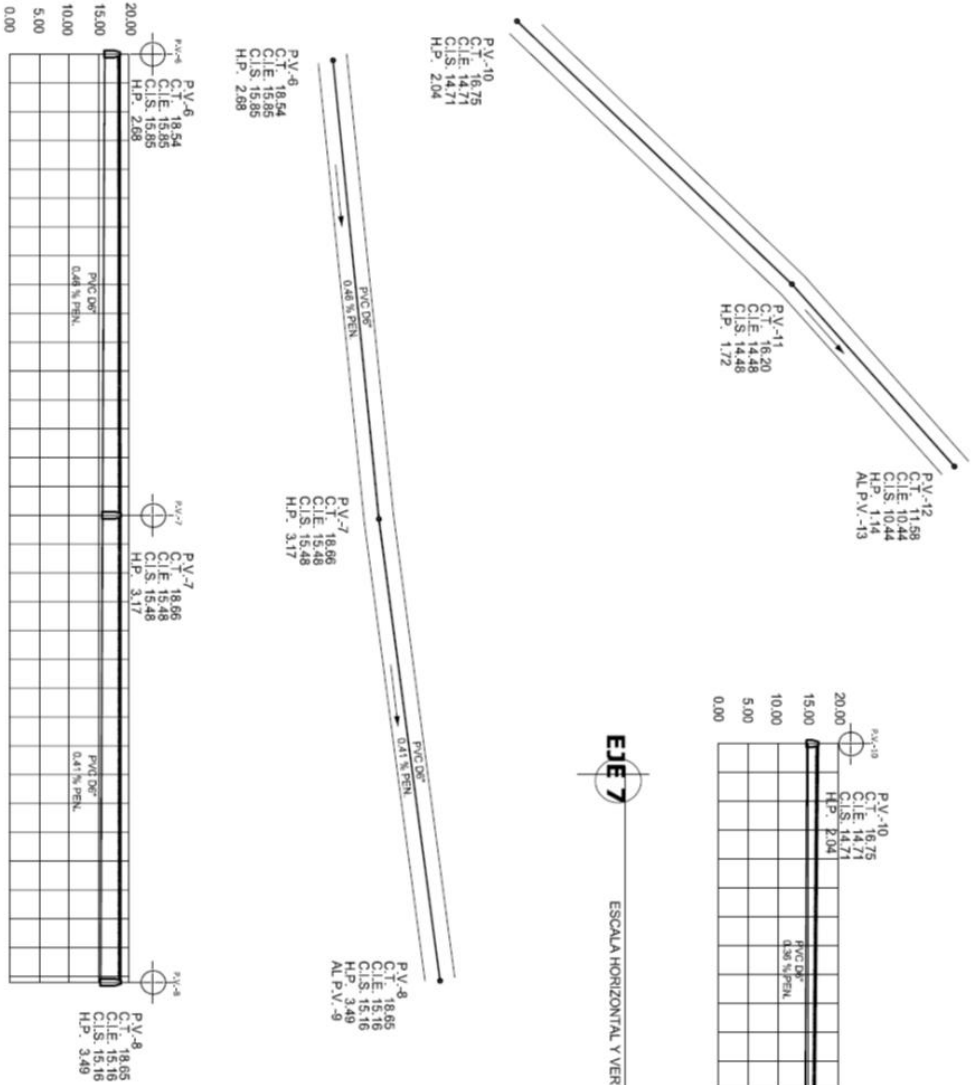
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
CARRERA DE INGENIERIA EN OBRAS DE BARRIO



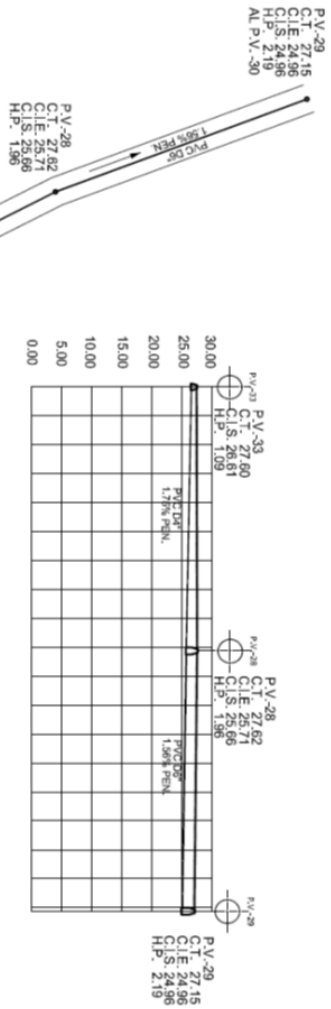
PLANO CONJUNTO

PROFESOR	INSTRUMENTAL	FECHA
ESTUDIANTE	INSTRUMENTAL	FECHA
INDICADA		

3/10



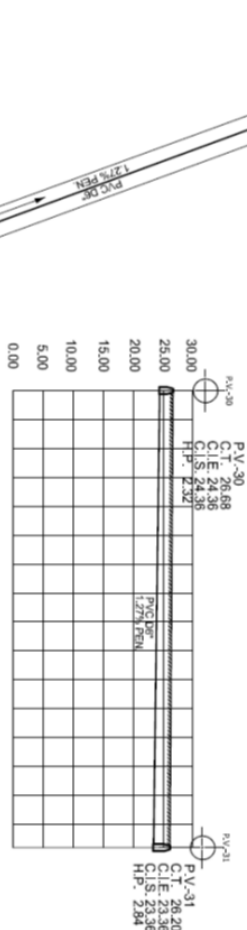
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	
<b>PLANO CONJUNTO</b>	
TITULO: EJE 5 INDICADA	AUTORES: E.J.A.S. INDICADA
INSTITUCION: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	FECHA: 2023-11-17
ESCALA: 1/150	HOJA: 4
INDICADA	TOTAL: 10



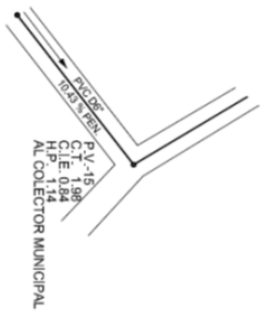
**EJE 10** ESCALA HORIZONTAL Y VERTICAL 1/150



**EJE 11** ESCALA HORIZONTAL Y VERTICAL 1/150



**EJE 12** ESCALA HORIZONTAL Y VERTICAL 1/150



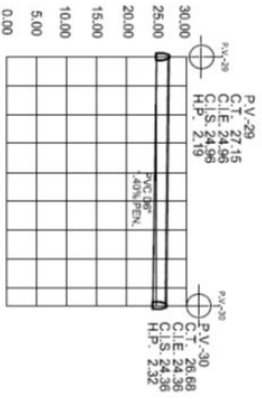
**EJE 9** ESCALA HORIZONTAL Y VERTICAL 1/150

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AV. MUNICIPAL D.D. DE EL PROGRESO, A. UMMYA TELEFONO: 44400000 FAX: 44400000 CORREO: INGENIERIA@USC.GU	
<b>PLANO CONJUNTO</b>	
TITULO: AUTOR: FECHA: ESCALA: INDICADA:	MANEJO: DISEÑO: DIBUJO: REVISOR: APROBADO:
5/10	



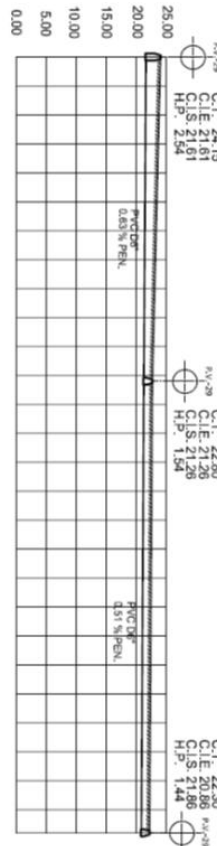
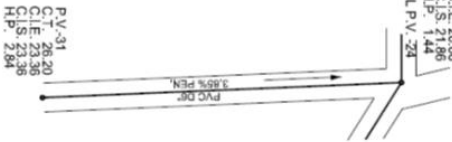


P.V.-30  
 C.T. 26.68  
 C.I.E. 24.36  
 C.I.S. 24.36  
 H.P. 23.21  
 A.L.P.V.-31



**EJE 11** ESCALA HORIZONTAL Y VERTICAL 1/150

P.V.-23  
 C.T. 22.30  
 C.I.E. 20.86  
 C.I.S. 21.86  
 H.P. 1.44  
 A.L.P.V.-24



**EJE 17** ESCALA HORIZONTAL Y VERTICAL 1/150

P.V.-21  
 C.T. 24.15  
 C.I.E. 21.61  
 C.I.S. 21.61  
 H.P. 2.54

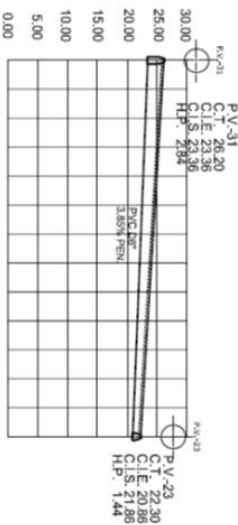


P.V.-22  
 C.T. 22.80  
 C.I.E. 21.26  
 C.I.S. 21.26  
 H.P. 1.54

P.V.-22  
 C.T. 22.80  
 C.I.E. 21.26  
 C.I.S. 21.26  
 H.P. 1.54

P.V.-23  
 C.T. 22.30  
 C.I.E. 20.86  
 C.I.S. 21.86  
 H.P. 1.44  
 A.L.P.V.-24

P.V.-23  
 C.T. 22.30  
 C.I.E. 20.86  
 C.I.S. 21.86  
 H.P. 1.44  
 A.L.P.V.-24



**EJE 13** ESCALA HORIZONTAL Y VERTICAL 1/150



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 INSTITUTO DE INGENIERIA DE VIAL VALENTIN  
 AV. MUNICIPALIDAD DE E. PROGRESO, A. URMAY  
 PROYECTO: CONSTRUCCION DE OBRAS DE BARRIOS  
 CONEXION: AV. AMENDELLER Y AV. PROGRESO, A. URMAY



**PLANO CONJUNTO**

E.S.A.	E.S.A.	E.S.A.	E.S.A.
PROYECTO	MAQUETA DEL DISEÑO GENERAL	FECHA	12/05/2017
BOCETO		ESCALA	1:100
E.S.A.		FECHA	12/13/17
INSTRUMENTAL		BOCETO	
BOCETO		INSTRUMENTAL	

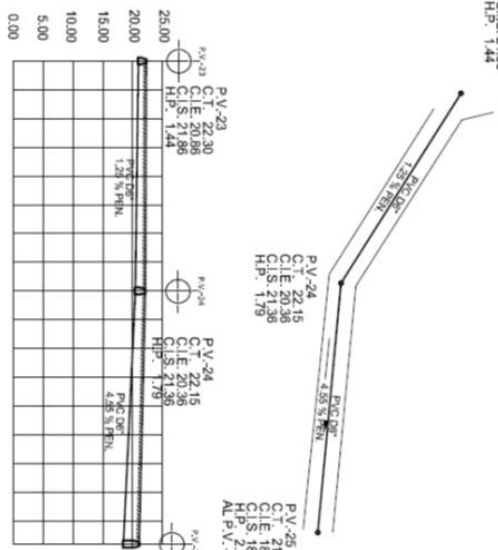
7

P.V.-23  
C.T.-22.30  
C.I.E. 20.86  
C.I.S. 21.86  
H.P. 1.44

P.V.-24  
C.T.-22.15  
C.I.E. 20.36  
C.I.S. 21.96  
H.P. 1.79

P.V.-25  
C.T.-21.13  
C.I.E. 18.36  
C.I.S. 19.36  
H.P. 2.77

P.V.-26  
C.T.-19.40  
C.I.E. 18.86  
C.I.S. 19.86  
H.P. 2.54



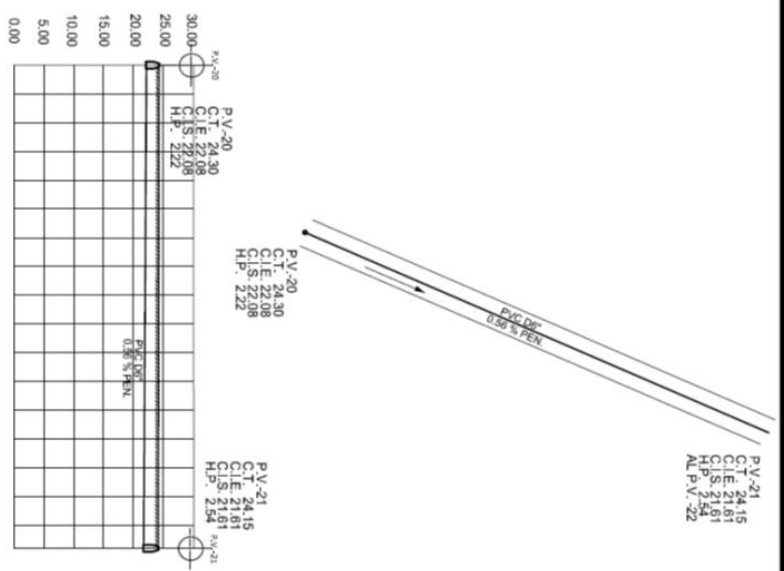
**EJE 18**

ESCALA HORIZONTAL Y VERTICAL 1/150

P.V.-21  
C.T.-24.15  
C.I.E. 21.61  
C.I.S. 22.54  
H.P. 2.54

P.V.-20  
C.T.-24.30  
C.I.E. 22.08  
C.I.S. 22.22  
H.P. 2.22

P.V.-21  
C.T.-24.15  
C.I.E. 21.61  
C.I.S. 22.54  
H.P. 2.54



**EJE 16**

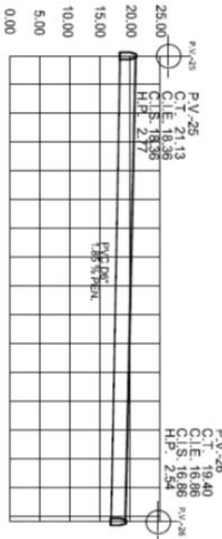
ESCALA HORIZONTAL Y VERTICAL 1/150

P.V.-25  
C.T.-21.13  
C.I.E. 18.36  
C.I.S. 19.36  
H.P. 2.77

P.V.-26  
C.T.-19.40  
C.I.E. 18.86  
C.I.S. 19.86  
H.P. 2.54

C.T.-21.13  
C.I.E. 18.36  
C.I.S. 19.36  
H.P. 2.77

P.V.-26  
C.T.-19.40  
C.I.E. 18.86  
C.I.S. 19.86  
H.P. 2.54



**EJE 19**

ESCALA HORIZONTAL Y VERTICAL 1/150

**PLANO CONJUNTO**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA DE INGENIERIA EN INGENIERIA DE VIAL  
COMANDO EN JEFE DE LA FUERZA ARMADA GUATEMALTECA  
COMANDO EN JEFE DE LA FUERZA AEREA GUATEMALTECA

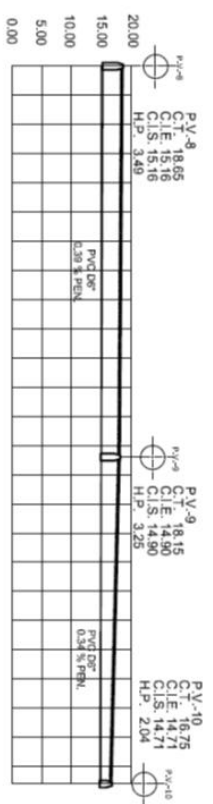
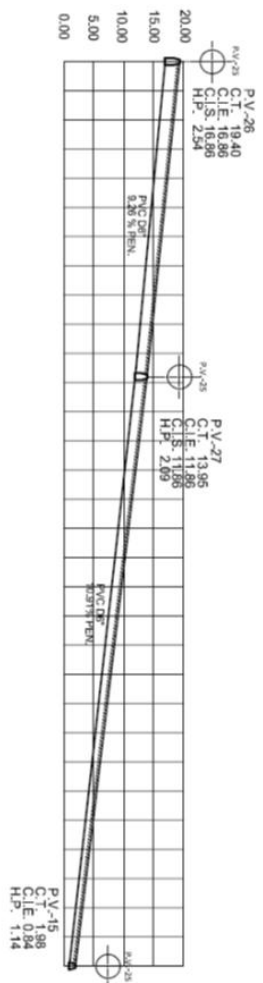
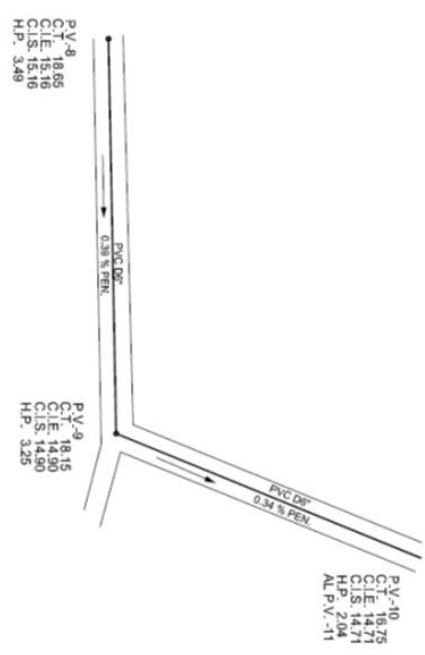
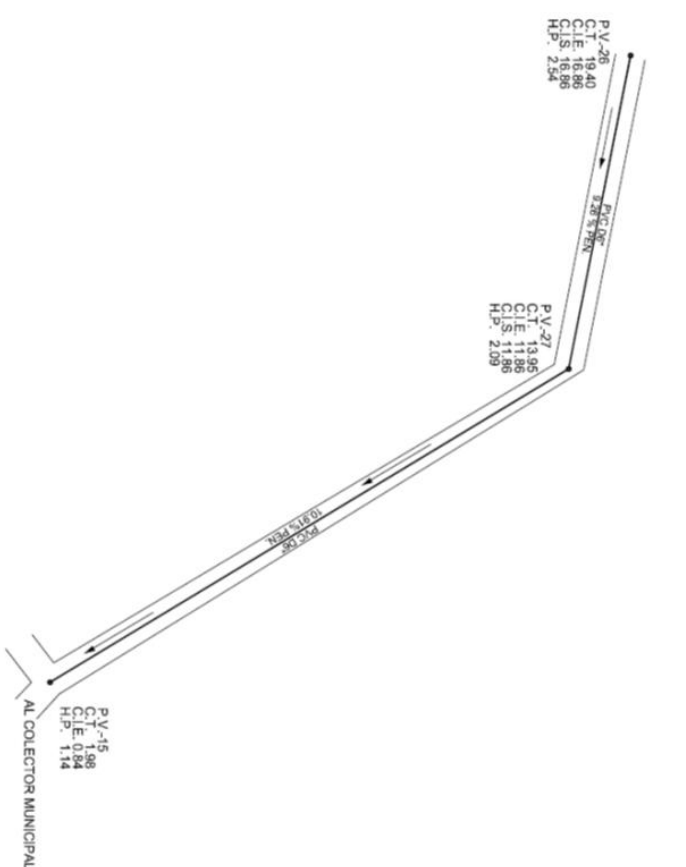
PROFESOR  
INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL  
MAGISTER EN INGENIERIA CIVIL

ESTUDIANTE  
INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL  
MAGISTER EN INGENIERIA CIVIL

PROFESOR  
INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL  
MAGISTER EN INGENIERIA CIVIL

ESTUDIANTE  
INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL  
MAGISTER EN INGENIERIA CIVIL

8/10



**EJE 20** ESCALA HORIZONTAL Y VERTICAL 1/150

**EJE 6** ESCALA HORIZONTAL Y VERTICAL 1/200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

**PLANO CONJUNTO**

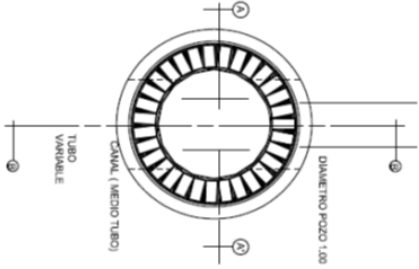
AUTORIZADO POR: **ING. JOSÉ MARCELO GARCÍA**  
 INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL

DISEÑADO POR: **ING. JOSÉ MARCELO GARCÍA**  
 INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL

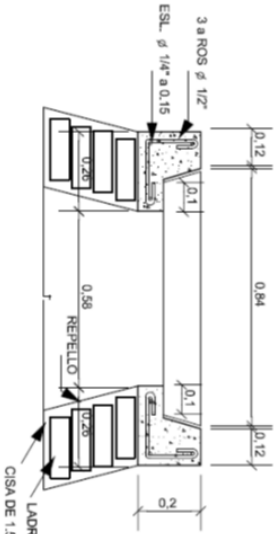
ESCALA: **1/150**  
 FECHA: **2018-11-20**

9 / 10

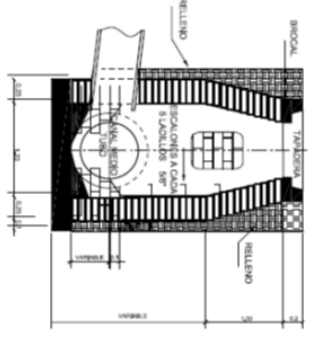
INGENIERIA CIVIL  
 2018-11-20



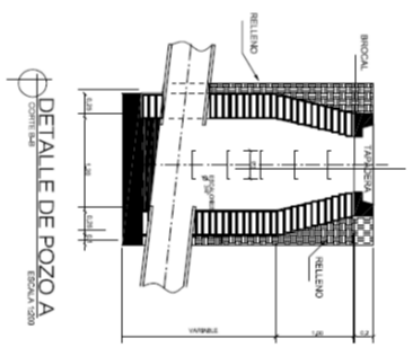
PLANTA  
ESCALA 1/200



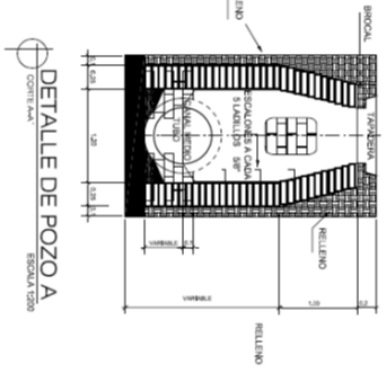
DETALLE BROCAL POZO  
ESCALA 1/20



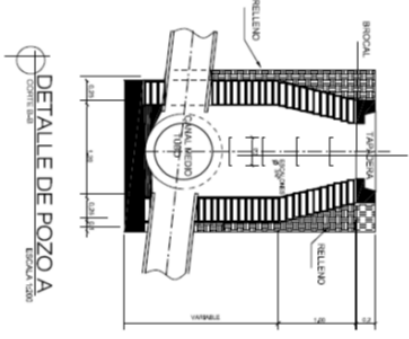
DETALLE DE POZO A  
ESCALA 1/200



DETALLE DE POZO B  
ESCALA 1/200



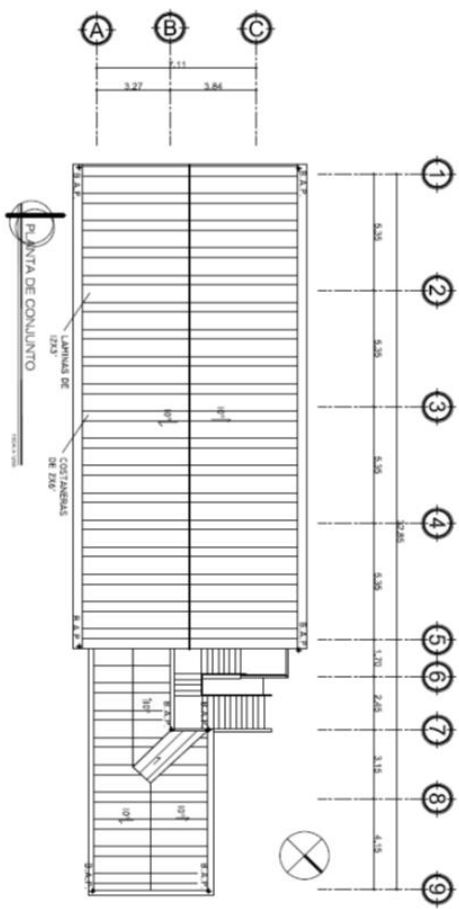
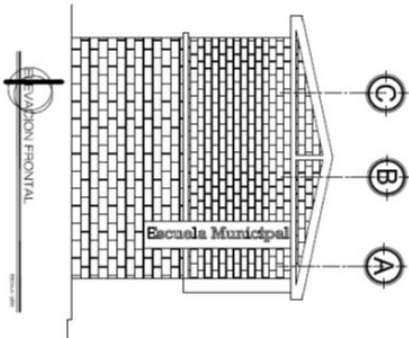
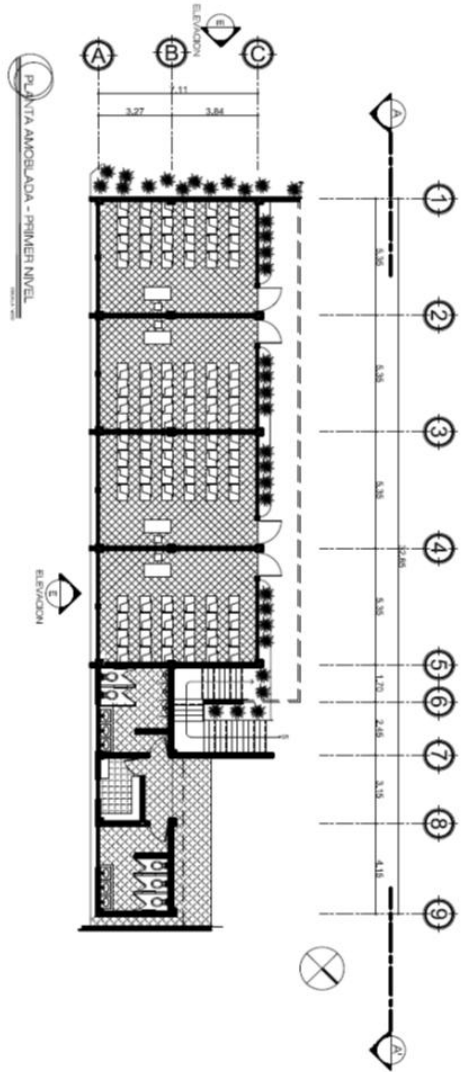
DETALLE DE POZO C  
ESCALA 1/200




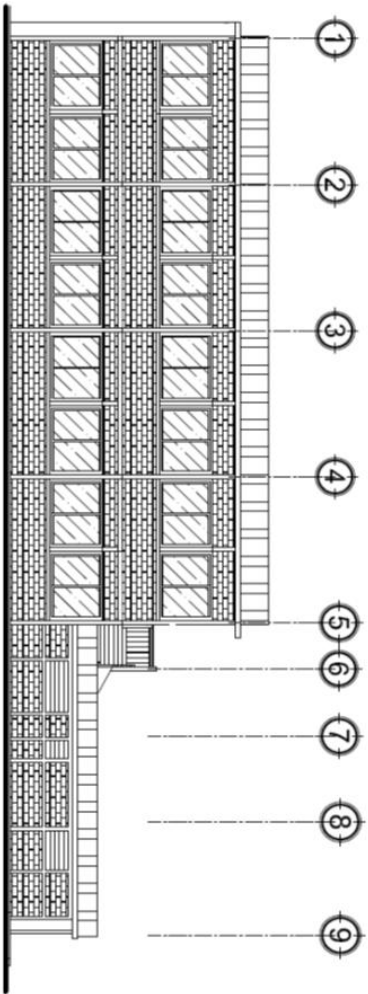
DETALLE DE POZO D  
ESCALA 1/200

<b>DETALLES DE POZOS</b>			
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL CARRERAS DE INGENIERIA EN INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL		TITULO INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL	
AUTOR ESTUDIANTE: JOSE RAFAEL OSORIO		FECHA 2020-2021	
TEMA DETALLES DE POZOS		ESCALA 1/10	

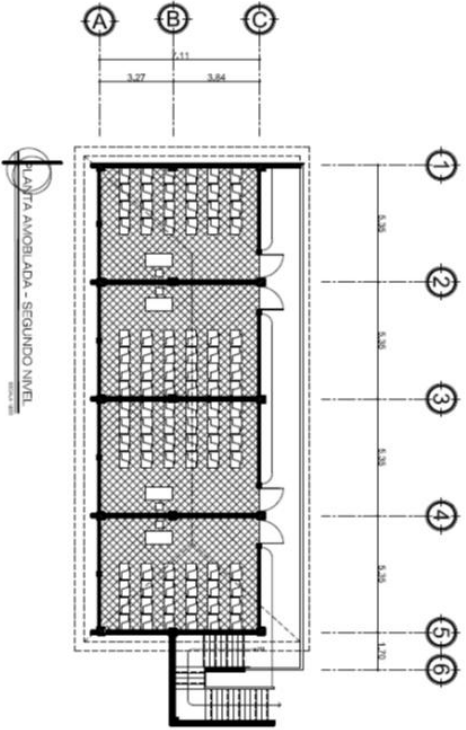




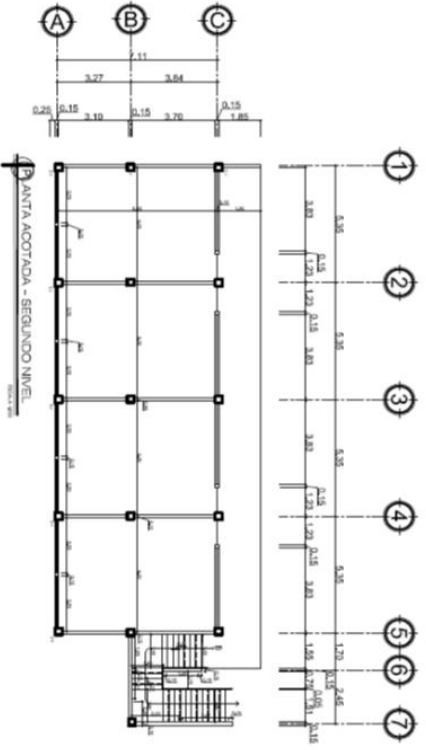
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIEROS	
		MUNICIPIO DE EL PROGRESO, QUIMUTÁ CENTRO DE SERVICIOS DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	
PLANTA DE CONSULTORIO Y ELEVACION FRONTAL		INGENIERO JOSÉ RAFAEL LÓPEZ	
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMUTÁ		INGENIERO JOSÉ RAFAEL LÓPEZ	
INDICADA		1 7	





ELEVACION LATERAL



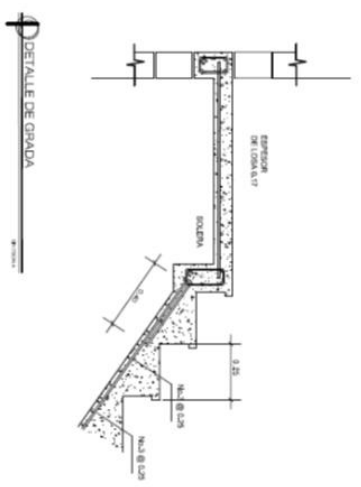
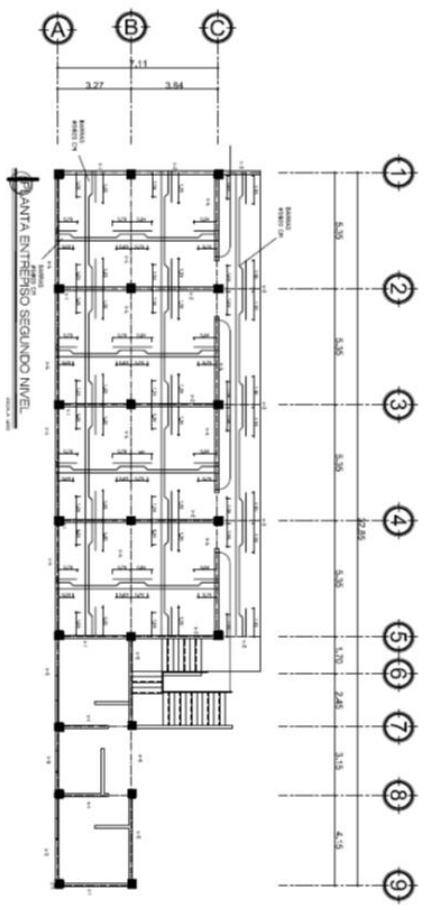
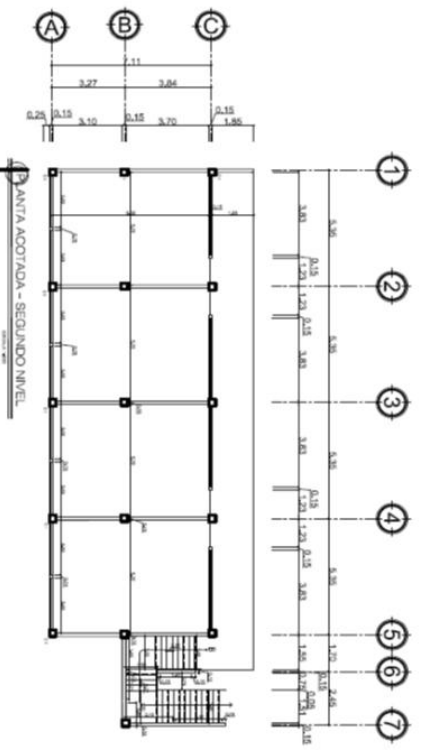
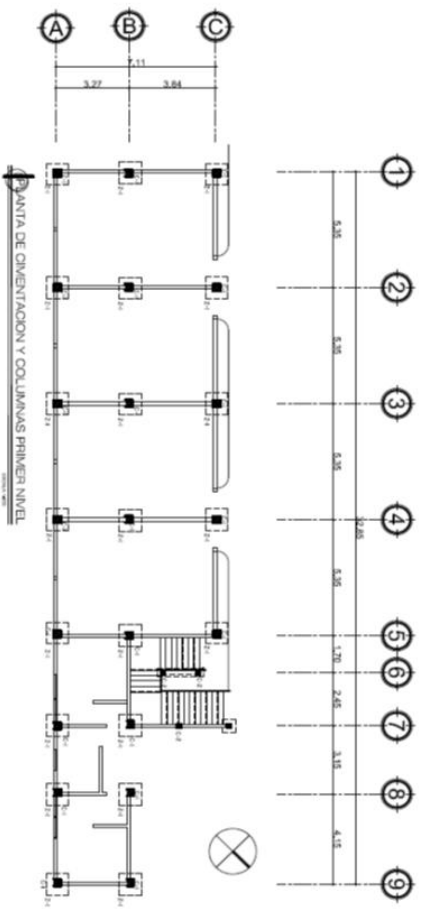
PLANTA AMOBLADA - SEGUNDO NIVEL



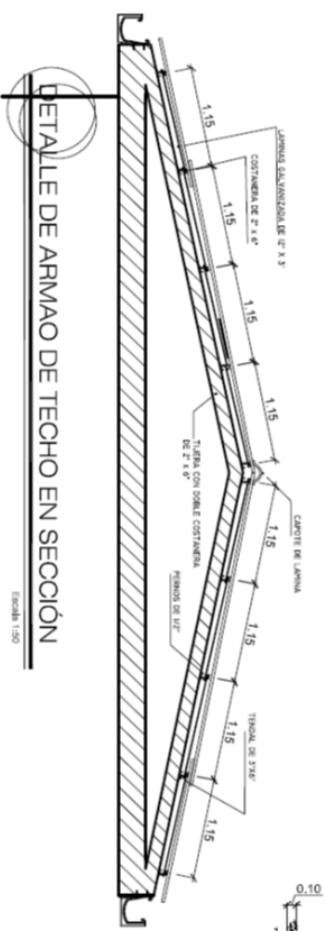
PLANTA ACOTADA - SEGUNDO NIVEL

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA ESCUELA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO	
		VICERRECTORADO DE EL PROGRESO, AJUTIPA CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS PARA EL DESARROLLO URBANO	
PROYECTO: ELEVACION, PLANTA AMOBLADA Y PLANTA ACOTADA		CLIENTE: DANIEL JOSÉ BALTAR LOPEZ	
DISEÑO: F.P.S. F.P.A. INGENIERIA		FECHA: 2020-11-27	
		ESCALA: 1:100	
2/7			



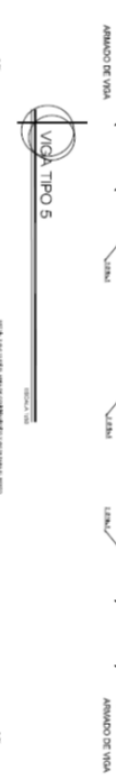
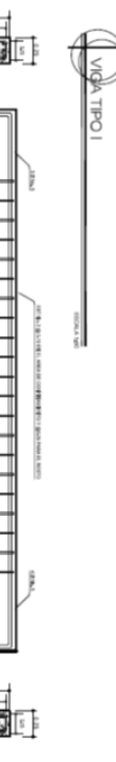
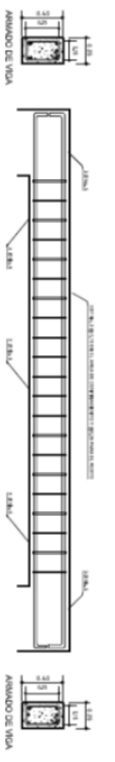
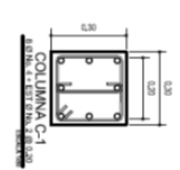
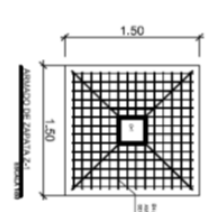
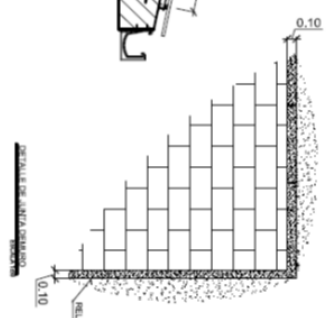


	
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE ESTRUCTURAS	
TITULO: PLANTA ACOTADA, PLANTA DE CIMENTACION Y COLUMNAS Y PLANTA ENTRENOSO	
AUTOR: INGENIERO JOSÉ RAÚL LÓPEZ	
FECHA: 2008-11-27	
ESCALA:	
HOJA: 3 / 7	



DETALLE DE ARMAO DE TECHO EN SECCION

Escala: 1:50



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL  
 CARRERAS DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL

DETALLES ESTRUCTURALES

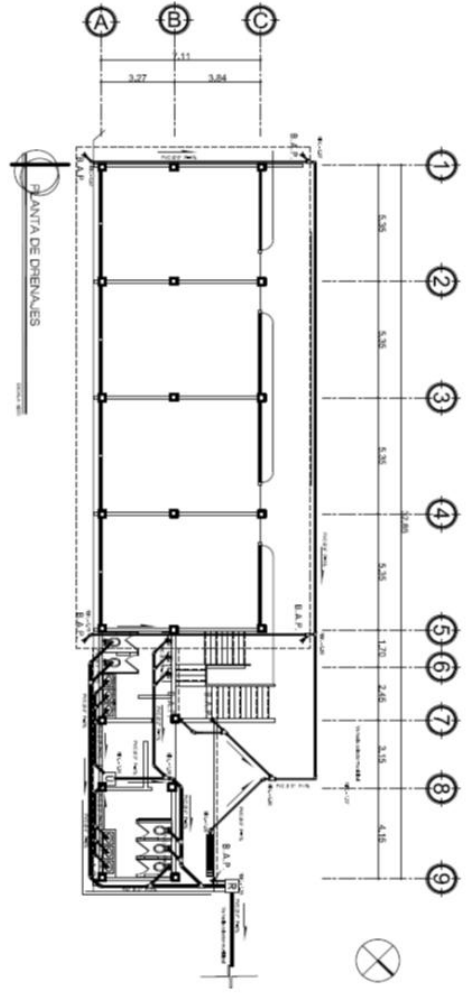
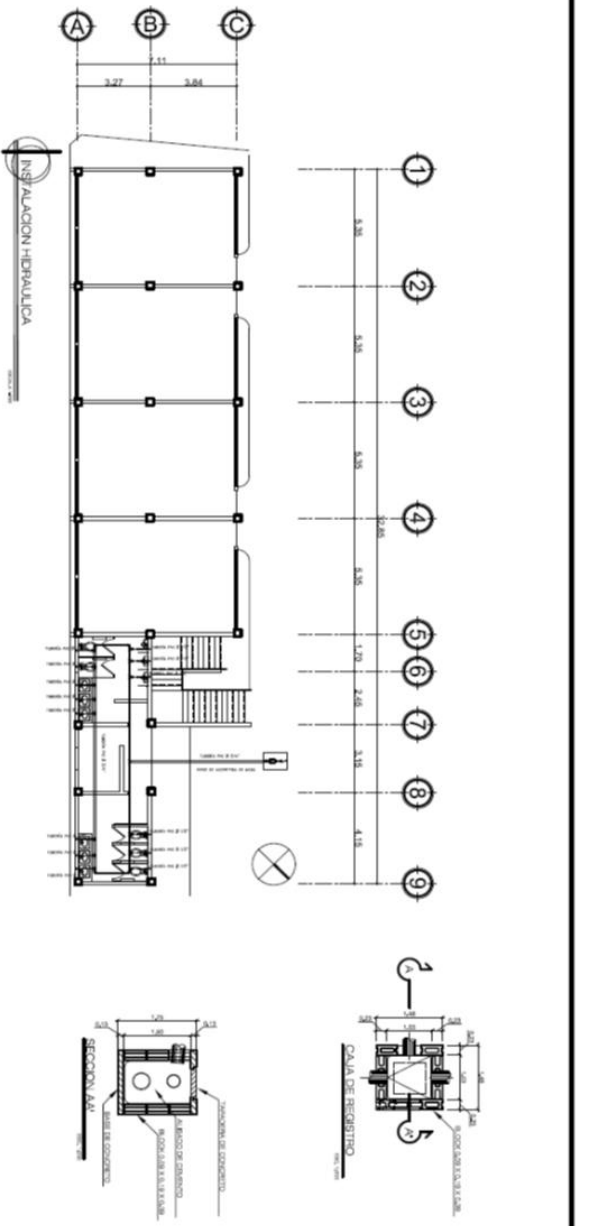
TITULO: **ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE VIGAS Y COLUMNAS**  
 AUTORA: **ANABELLE MARÍA SERRANO**  
 ASISTENTE: **ING. JOSÉ MARÍA GONZÁLEZ**  
 ASISTENTE: **ING. JOSÉ MARÍA GONZÁLEZ**  
 ASISTENTE: **ING. JOSÉ MARÍA GONZÁLEZ**  
 ASISTENTE: **ING. JOSÉ MARÍA GONZÁLEZ**

F.P. 2  
 CARRERA: **INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL**  
 E.P.A. 2  
 F.P.A. 2  
 F.P.B. 2  
 F.P.C. 2

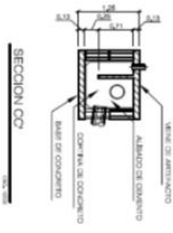
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL  
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL  
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

4 / 7

LEYENDA	
1	REVESTIMIENTO
2	TELA DE FIBRA PARA
3	CONCRETO
4	ACEROS
5	ACEROS
6	ACEROS
7	ACEROS
8	ACEROS
9	ACEROS
10	ACEROS
11	ACEROS
12	ACEROS
13	ACEROS
14	ACEROS
15	ACEROS
16	ACEROS
17	ACEROS
18	ACEROS
19	ACEROS
20	ACEROS
21	ACEROS
22	ACEROS
23	ACEROS
24	ACEROS
25	ACEROS
26	ACEROS
27	ACEROS
28	ACEROS
29	ACEROS
30	ACEROS
31	ACEROS
32	ACEROS
33	ACEROS
34	ACEROS
35	ACEROS
36	ACEROS
37	ACEROS
38	ACEROS
39	ACEROS
40	ACEROS
41	ACEROS
42	ACEROS
43	ACEROS
44	ACEROS
45	ACEROS
46	ACEROS
47	ACEROS
48	ACEROS
49	ACEROS
50	ACEROS
51	ACEROS
52	ACEROS
53	ACEROS
54	ACEROS
55	ACEROS
56	ACEROS
57	ACEROS
58	ACEROS
59	ACEROS
60	ACEROS
61	ACEROS
62	ACEROS
63	ACEROS
64	ACEROS
65	ACEROS
66	ACEROS
67	ACEROS
68	ACEROS
69	ACEROS
70	ACEROS
71	ACEROS
72	ACEROS
73	ACEROS
74	ACEROS
75	ACEROS
76	ACEROS
77	ACEROS
78	ACEROS
79	ACEROS
80	ACEROS
81	ACEROS
82	ACEROS
83	ACEROS
84	ACEROS
85	ACEROS
86	ACEROS
87	ACEROS
88	ACEROS
89	ACEROS
90	ACEROS
91	ACEROS
92	ACEROS
93	ACEROS
94	ACEROS
95	ACEROS
96	ACEROS
97	ACEROS
98	ACEROS
99	ACEROS
100	ACEROS



LEYENDA	
1	REVESTIMIENTO
2	TELA DE FIBRA PARA
3	CONCRETO
4	ACEROS
5	ACEROS
6	ACEROS
7	ACEROS
8	ACEROS
9	ACEROS
10	ACEROS
11	ACEROS
12	ACEROS
13	ACEROS
14	ACEROS
15	ACEROS
16	ACEROS
17	ACEROS
18	ACEROS
19	ACEROS
20	ACEROS
21	ACEROS
22	ACEROS
23	ACEROS
24	ACEROS
25	ACEROS
26	ACEROS
27	ACEROS
28	ACEROS
29	ACEROS
30	ACEROS
31	ACEROS
32	ACEROS
33	ACEROS
34	ACEROS
35	ACEROS
36	ACEROS
37	ACEROS
38	ACEROS
39	ACEROS
40	ACEROS
41	ACEROS
42	ACEROS
43	ACEROS
44	ACEROS
45	ACEROS
46	ACEROS
47	ACEROS
48	ACEROS
49	ACEROS
50	ACEROS
51	ACEROS
52	ACEROS
53	ACEROS
54	ACEROS
55	ACEROS
56	ACEROS
57	ACEROS
58	ACEROS
59	ACEROS
60	ACEROS
61	ACEROS
62	ACEROS
63	ACEROS
64	ACEROS
65	ACEROS
66	ACEROS
67	ACEROS
68	ACEROS
69	ACEROS
70	ACEROS
71	ACEROS
72	ACEROS
73	ACEROS
74	ACEROS
75	ACEROS
76	ACEROS
77	ACEROS
78	ACEROS
79	ACEROS
80	ACEROS
81	ACEROS
82	ACEROS
83	ACEROS
84	ACEROS
85	ACEROS
86	ACEROS
87	ACEROS
88	ACEROS
89	ACEROS
90	ACEROS
91	ACEROS
92	ACEROS
93	ACEROS
94	ACEROS
95	ACEROS
96	ACEROS
97	ACEROS
98	ACEROS
99	ACEROS
100	ACEROS



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

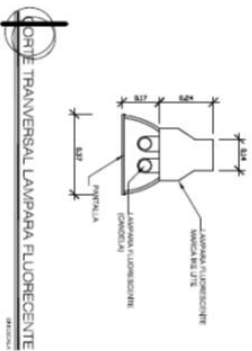
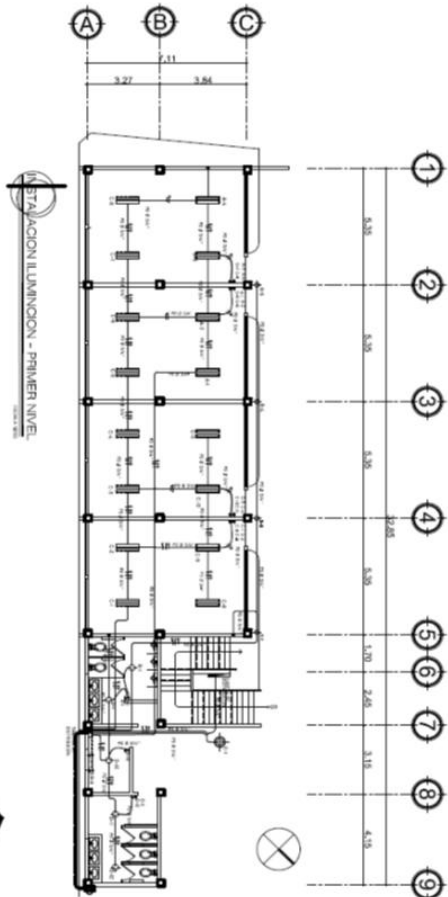
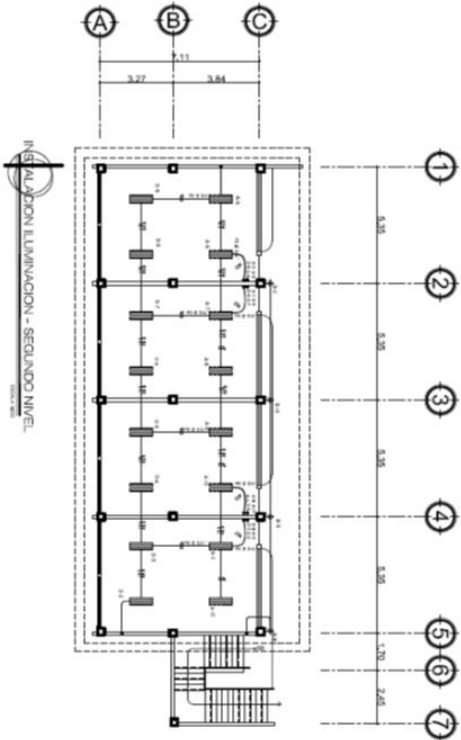
PROFESOR: DR. JOSE MANUEL VARELA  
 ALUMNO: [NOMBRE]  
 TITULO: [TITULO]

PLANTA DE AGUA POTABLE, DRENAJES Y DETALLES

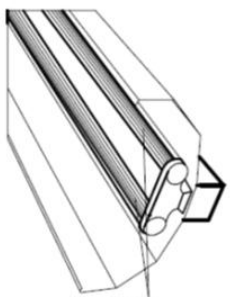
57

SÍMBOLOS DE ILUMINACIÓN	
	ILUMINACIÓN EN CIELO
	ILUMINACIÓN EN PARED
	FANOL DE ESTERIOR
	LÍNEA NEUTRA CAL. #2
	LÍNEA VNA CAL. #1
	LÍNEA DE RETORNO CAL. #1
	PROYECTOR & SINK
	PROYECTOR EN SINK
	PROYECTOR EN PARED
	INTERRUPTOR SUPER. A 1.20 M S.N.F.T.
	INTERRUPTOR EN MESA
	TABLA DE CONTROL
	CONTRADOR GENERAL

EL ALAMBRE DE ELECTRICIDAD SERA AMO TM PARA TODAS LAS LINEAS  
 LA LINEA VNA QUE VA AL CONTRADOR AL TABLERO DE CONTROL.  
 LA LINEA NEUTRA QUE VA AL CONTRADOR AL TABLERO DE CONTROL.  
 LA LINEA NEUTRA QUE VA AL CONTRADOR AL TABLERO DE CONTROL.  
 SERA DE NO. 8 AMO TM  
 SERA DE NO. 8 AMO TM  
 SERA DE NO. 8 AMO TM



ORTE TRANSVERSAL LAMPARA FLUORESCENTE



TUBO DE LUZ MARCA  
 FOSFORO DE CALOR  
 20 CM DE ANCHO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA ESCUELA DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD CARRANZA DE GUATEMALA, GUATEMALA	
TITULO DE LA TESIS: PLANTA DE ILUMINACION Y DETALLE DE LAMPARA	
AUTOR: ELLIENY JOSE DAVALO OREZ	CODIGO: 1200-2770
FECHA: 1978	INSTITUCION: ESCUELA DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD
6/7	

### LEYENDA DE FUERZA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
$\overline{P}$	CONDUCTOR DOBLE 10 VOL. H. 0.35 S.M.P.T
$\overline{L}$	LÍNEA NEUTRA CAL. #12
$\overline{12}$	LÍNEA VIVA CAL. #12
$\overline{P}$	PODUCTO # 3/4"
$\overline{P}$	PROYECTADO EN PISO
$\overline{P}$	PODUCTO # 3/4"
$\overline{P}$	PROYECTADO EN LOSA
$\overline{P}$	PROYECTADO EN PARED
$\overline{P}$	PROYECTADO EN PARED
$\overline{P}$	PODUCTO # 3/4"

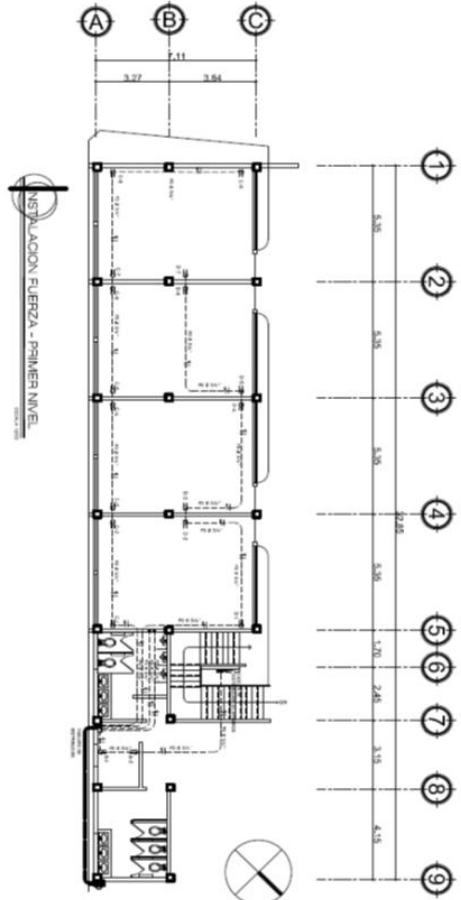
LAS LINEAS DE ELECTRICIDAD SERA ANG TM PARA TODAS LAS LINEAS

LA LINEA VIVA PARA 220 VOL. SERA NO. 12 ANG TM

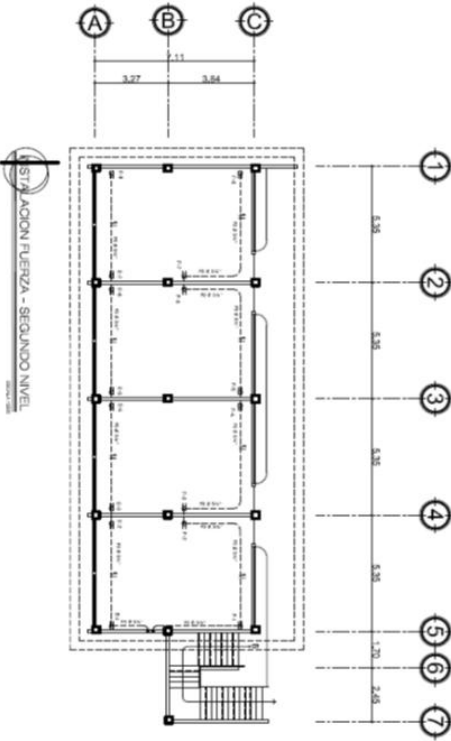
LA LINEA NEUTRA PARA 220 VOL. SERA NO. 12 ANG TM

LA LINEA VIVA QUE VIENE DEL CONTADOR AL TABLERO DE CONTROL, SERA NO. 12 ANG TM

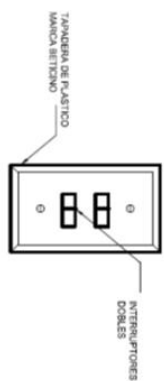
LA LINEA NEUTRA QUE VIENE DEL CONTADOR AL TABLERO DE CONTROL, SERA NO. 12 ANG TM



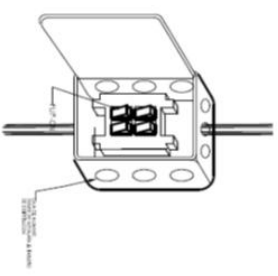
INSTALACION FUERZA - PRIMER NIVEL



INSTALACION FUERZA - SEGUNDO NIVEL



DETALLE INTERRUPTOR DOBLE



DETALLE DE TABLERO DE DISTRIBUCION

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
CARRERAS DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD Y EN ELECTRONICA

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA

NOMBRE	EVA MARI	CARRERA	ELECTRICIDAD
FECHA	17/05/2023	TÍTULO	DIAGRAMA
PROFESOR	ING. JOSE MARCELO GARCIA	GRUPO	07-12
PROFESOR ASISTENTE		FECHA DE ENTREGA	17/05/2023
PROFESOR		FECHA DE CALIFICACION	
PROFESOR		FECHA DE CALIFICACION	

FECHA: 17/05/2023

FECHA DE ENTREGA: 17/05/2023

FECHA DE CALIFICACION: 17/05/2023

FECHA DE CALIFICACION: 17/05/2023

FECHA DE CALIFICACION: 17/05/2023