



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

**DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES EN LA COMUNIDAD COVIEMPORT  
Y SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA UN SECTOR DE LA ALDEA ENTRE  
RÍOS, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL**

**Nazir Eduardo Barrow Ramírez**  
Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, octubre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES EN LA COMUNIDAD COVIEMPORT  
Y SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA UN SECTOR DE LA ALDEA ENTRE  
RÍOS, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**NAZIR EDUARDO BARROW RAMIREZ**  
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA



**NOMINA DE JUNTA DIRECTA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

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

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES EN LA COMUNIDAD COVIEMPORT  
Y SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA UN SECTOR DE LA ALDEA ENTRE  
RÍOS, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,  
con fecha 12 de octubre de 2010.

**Nazir Eduardo Barrow Ramírez**



Guatemala 08 de agosto de 2011.  
Ref.EPS.DOC.984.08.11.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

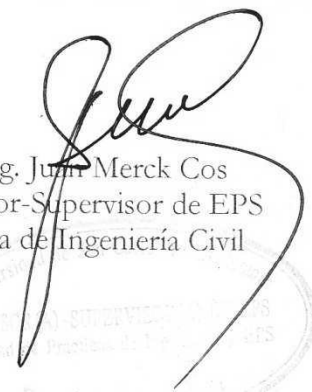
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Nazir Eduardo Barrow Ramírez** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200516043**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES EN LA COMUNIDAD COVIEMPORT Y SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA UN SECTOR DE LA ALDEA ENTRE RÍOS, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL”**.

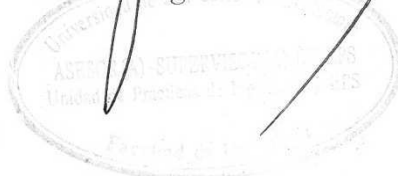
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

  
Ing. Juan Merck Cos  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
JMC/ra



Guatemala, 08 de agosto de 2011.  
Ref.EPS.D.676.08.11

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

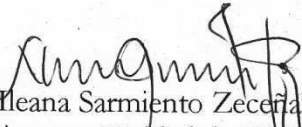
Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES EN LA COMUNIDAD COVIEMPORT Y SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA UN SECTOR DE LA ALDEA ENTRE RÍOS, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Nazir Eduardo Barrow Ramírez**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Norma Heana Sarmiento Zeceria de Serrano  
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra





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



Guatemala,  
16 de agosto de 2011

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES EN LA COMUNIDAD COVIEMPORT Y SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA UN SECTOR DE LA ALDEA ENTRE RÍOS, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Nazir Eduardo Barrow Ramírez, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/bbdeb.



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



Guatemala,  
7 de septiembre de 2011

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 DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES EN LA COMUNIDAD COVIEMPORT Y SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA UN SECTOR DE LA ALDEA ENTRE RÍOS, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Nazir Eduardo Barrow Ramírez, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

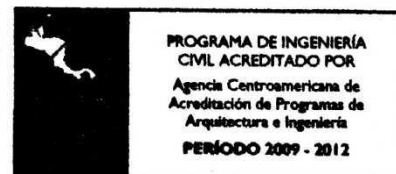
  
Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera  
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO  
DE  
ESTRUCTURAS  
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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Nazir Eduardo Barrow Ramírez, titulado DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES EN LA COMUNIDAD COVIEMPORT Y SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA UN SECTOR DE LA ALDEA ENTRE RÍOS, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

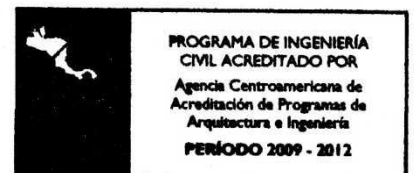
  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, octubre de 2011

/bbdeb.

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





DTG. 441.2011

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES EN LA COMUNIDAD COVIEMPORT Y SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA UN SECTOR DE LA ALDEA ENTRE RÍOS, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL**, presentado por el estudiante universitario **Nazir Eduardo Barrow Ramírez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 28 de octubre de 2011

/gdech



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por darme la vida y permitirme finalizar la carrera de Ingeniería.
<b>Mis padres</b>	Por su apoyo y consejos para poder realizar esta meta.
<b>El Ing. Juan Merck Cos</b>	Por toda la colaboración en la asesoría, revisión y corrección del presente trabajo.
<b>La Facultad de Ingeniería</b>	Por brindarme los conocimientos para ser Ingeniero Civil.
<b>La Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por haberme dado la oportunidad de estudiar en tan prestigiosa casa de estudios.
<b>Mi hermano y demás familia</b>	Por los momentos compartidos que de alguna manera forman parte de mi meta alcanzada.
<b>Amigos y compañeros</b>	Por los momentos de amistad y apoyo compartido durante toda mi época de estudio, para alcanzar este triunfo.

**La Municipalidad de  
Puerto Barrios**

Por permitirme realizar mi ejercicio  
profesional supervisado en sus  
instalaciones

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Quien da la sabiduría, el conocimiento y la inteligencia.
<b>Mis padres</b>	Elvis Roberto Barrow Cabrera y Ana Miriam Ramírez.
<b>Mi abuela</b>	María Eloísa Cabrera.
<b>Mi familia en general</b>	Con mucho afecto.
<b>Mis amigos</b>	Por su sincera amistad.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	I
LISTADO DE SÍMBOLOS.....	V
GLOSARIO.....	VII
RESUMEN.....	IX
OBJETIVOS.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	
1.1. Monografía de la aldea entre ríos, municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal.....	1
1.1.1. Ubicación.....	1
1.1.2. Localización de la aldea.....	1
1.1.3. Extensión territorial.....	1
1.1.4. Vías de comunicación.....	1
1.1.5. Clima.....	2
1.1.6. Topografía.....	3
1.1.7. Organización comunitaria.....	3
1.1.8. Idioma.....	3
1.1.9. Aspectos de vivienda.....	3
1.1.10. Servicios básicos.....	4
1.1.10.1. Medios de abastecimiento de agua.....	4
1.1.10.2. Energía eléctrica.....	4
1.1.10.3. Servicios públicos con que cuenta.....	4
1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Entre Ríos.....	5

1.2.1.	Descripción de las necesidades .....	5
1.2.2.	Análisis y priorización de las necesidades .....	5
2.	<b>FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL</b>	
2.1.	Diseño de la edificación escolar de dos niveles de la comunidad Coviempport .....	7
2.1.1.	Descripción del proyecto y criterios de diseño .....	7
2.1.2.	Estudio preliminar.....	7
2.1.2.1.	Terreno disponible.....	7
2.1.2.2.	Análisis de suelo.....	8
2.1.2.2.1.	Ensayo triaxial.....	8
2.1.3.	Diseño arquitectónico .....	10
2.1.3.1.	Ubicación del edificio en el terreno.....	11
2.1.3.2.	Distribución de ambientes .....	11
2.1.3.3.	Altura del edificio .....	11
2.1.3.4.	Selección del sistema estructural a usar .....	11
2.1.4.	Análisis estructural .....	12
2.1.4.1.	Pre-dimensionamiento estructural.....	12
2.1.4.2.	Modelos matemáticos de marcos dúctiles con nudos rígidos .....	16
2.1.4.3.	Cargas aplicadas a los marcos dúctiles .....	17
2.1.4.3.1.	Cargas aplicadas en marcos dúctiles .....	17
2.1.4.3.2.	Cargas horizontales en marcos dúctiles .....	24
2.1.4.3.3.	Análisis de marcos dúctiles utilizando	

	<i>software</i> y comparación por medio de un método numérico.....	32
	2.1.4.3.4. Momentos últimos por envolvente de momentos.....	41
	2.1.4.3.5. Diagrama de momentos y corte.....	42
2.1.5.	Diseño estructural.....	47
	2.1.5.1. Losas .....	47
	2.1.5.2. Vigas.....	56
	2.1.5.3. Columnas.....	62
	2.1.5.4. Zapata y cimiento corrido.....	76
	2.1.5.5. Gradas .....	84
2.1.6.	Instalaciones eléctricas.....	88
2.1.7.	Instalaciones hidráulicas.....	89
2.1.8.	Planos constructivos .....	89
2.1.9.	Presupuesto.....	90
2.1.10.	Evaluación de impacto ambiental .....	90
2.2.	Diseño de la red de distribución de agua potable de la aldea Entre Ríos.....	93
	2.2.1. Descripción del proyecto.....	93
	2.2.2. Aforos, dotación y tipo de servicio .....	93
	2.2.3. Tasa de crecimiento poblacional .....	94
	2.2.4. Período de diseño, población futura .....	95
	2.2.5. Factores de consumo y caudales .....	96
	2.2.5.1. Caudal medio diario.....	97
	2.2.5.2. Caudal de día máximo.....	98
	2.2.5.3. Caudal de hora máximo.....	99



2.2.6.	Calidad del agua y sus normas .....	99
2.2.6.1.	Análisis bacteriológico .....	100
2.2.6.2.	Análisis físico-químico .....	100
2.2.7.	Fórmulas, coeficientes y diámetros de tuberías .....	100
2.2.8.	Presiones y velocidades .....	101
2.2.9.	Levantamiento topográfico .....	103
2.2.10.	Diseño hidráulico del sistema .....	103
2.2.10.1.	Tanque de distribución .....	103
2.2.10.2.	Red de distribución .....	104
2.2.10.2.1.	Red por ramales abiertos .....	104
2.2.10.3.	Sistema de desinfección .....	110
2.2.11.	Propuesta de tarifa .....	111
2.2.12.	Elaboración de planos .....	114
2.2.13.	Elaboración de presupuesto .....	115
2.2.14.	Evaluación socio-económica .....	116
2.2.14.1.	Valor presente neto .....	117
2.2.14.2.	Tasa interna de retorno .....	118
CONCLUSIONES .....		119
RECOMENDACIONES .....		121
BIBLIOGRAFÍA .....		123
ANEXOS .....		125
APÉNDICE .....		135

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Mapa de la región de Puerto Barrios.....	2
2.	Área tributaria columna crítica.....	14
3.	Marco dúctil, sección longitudinal.....	16
4.	Marco dúctil, sección transversal .....	17
5.	Planta de áreas tributarias .....	20
6.	Carga viva marco B.....	22
7.	Carga muerta marco B.....	22
8.	Carga viva marco 2 .....	23
9.	Carga muerta marco 2 .....	23
10.	Fuerzas por marco en X.....	31
11.	Fuerzas por marco en Y.....	31
12.	Momentos por carga muerta en vigas sentido X (kg-m).....	35
13.	Momentos por carga muerta en vigas sentido Y (kg-m).....	36
14.	Momentos por carga viva en vigas sentido X (kg-m) .....	36
15.	Momentos por carga viva en vigas sentido Y (kg-m) .....	37
16.	Momentos por carga de sismo en vigas sentido X (kg-m).....	37
17.	Momentos por carga de sismo en vigas sentido Y (kg-m).....	38
18.	Momentos por carga muerta en columnas sentido X (kg-m).....	38
19.	Momentos por carga muerta en columnas sentido Y (kg-m).....	39
20.	Momentos por carga viva en columnas sentido X (kg-m).....	39
21.	Momentos por carga viva en columnas sentido Y (kg-m).....	40
22.	Momentos por carga de sismo en columnas sentido X (kg-m).....	40
23.	Momentos por carga de sismo en columnas sentido Y (kg-m).....	41

24.	Envolvente de momentos en vigas sentido X (kg-m) .....	42
25.	Envolvente de momentos en vigas sentido Y (kg-m) .....	42
26.	Envolvente de momentos en columnas sentido X (kg-m) .....	43
27.	Envolvente de momentos en columnas sentido Y (kg-m) .....	43
28.	Diagrama de corte en vigas sentido X (kg) .....	45
29.	Diagrama de corte en vigas sentido Y (kg) .....	46
30.	Diagrama de corte en columnas sentido X (kg) .....	46
31.	Diagrama de corte en columnas sentido Y (kg) .....	47
32.	Distribución de losas.....	48
33.	Determinación de los momentos en losas .....	49
34.	Momentos en losas.....	51
35.	Balanceo de momentos .....	52
36.	Momentos balanceados en losas del primer nivel .....	53
37.	Detalle de armado en losas .....	55
38.	Detalle de armado en viga 1X.....	61
39.	Carga resistente, JC-diseño de concreto.....	70
40.	Detalle de columnas .....	75
41.	Corte simple en zapatas .....	79
42.	Corte punzonante en zapata.....	80
43.	Detalle de armado de zapata.....	82
44.	Detalle de cimiento corrido .....	89
45.	Planta-elevación módulo de gradas.....	85
46.	Sección transversal módulo de gradas.....	88

## TABLAS

I.	Datos de temperatura promedio en grados centígrados, estación Puerto Barrios.....	3
II.	Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas.....	18

III.	Valor de K según estructura.....	25
IV.	Área de acero para momentos mayores al soportado por el área de acero mínimo .....	55
V.	Cálculo de área de acero .....	58
VI.	Diseño de vigas a flexión .....	59
VII.	Cálculo de área de acero en columna.....	68
VIII.	Evaluación de impacto ambiental.....	90
IX.	Presupuesto edificio escolar .....	92
X.	Cálculo hidráulico de la red de distribución de agua potable .....	109
XI.	Presupuesto red de distribución .....	115



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>As</b>	Área de acero
<b>Asmáx</b>	Área de acero máxima
<b>Asmín</b>	Área de acero mínima
<b>Ag</b>	Área gruesa
<b>W</b>	Carga distribuida
<b>P</b>	Carga horizontal
<b>C.M.</b>	Carga muerta
<b>C.M.U.</b>	Carga muerta última
<b>C.U.</b>	Carga última
<b>C.V.</b>	Carga viva
<b>C.V.U.</b>	Carga viva última
<b>Q</b>	Caudal
<b>Q.M.D.</b>	Caudal máximo diario
<b>Q.M.</b>	Caudal medio
<b>cm</b>	Centímetro
<b>cm<sup>2</sup></b>	Centímetro cuadrado
<b>cm<sup>3</sup></b>	Centímetro cúbico
<b>PVC</b>	Cloruro de polivinilo
<b>Cb</b>	Coeficiente para momento método 3 ACI, lado mayor
<b>Ca</b>	Coeficiente para momento método 3 ACI, lado menor
<b>Cp</b>	Cota piezométrica
<b>fy</b>	Esfuerzo de fluencia de acero
<b>F.S.</b>	Factor de seguridad

<b>ACI</b>	Instituto Americano del Concreto
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>kg*m</b>	Kilogramo por metro
<b>kg/m<sup>2</sup></b>	Kilogramo sobre metro cuadrado
<b>kg/m<sup>3</sup></b>	Kilogramo sobre metro cúbico
<b>psi</b>	Libras sobre pulgada cuadrada
<b>l/hab/día</b>	Litros por habitante por día
<b>l/s</b>	Litros por segundo
<b>mca</b>	Metro columna de agua
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>m</b>	Metro lineal
<b>m<sup>3</sup>/s</b>	Metros cúbicos sobre segundo
<b>m/s</b>	Metros sobre segundo
<b>Mb</b>	Momento del lado mayor
<b>Ma</b>	Momento del lado menor
<b>d</b>	Peralte efectivo
<b>t</b>	Peralte total
<b>Hf</b>	Pérdida de carga en tubería
<b>Pd</b>	Presión dinámica
<b>pulg</b>	Pulgadas
<b>f'c</b>	Resistencia a la compresión del concreto
<b>s</b>	Segundos
<b>@</b>	Separación entre varillas
<b>ton</b>	Tonelada
<b>V.S.</b>	Valor soporte del suelo

## GLOSARIO

<b>Agua potable</b>	Es el agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos.
<b>Aldea</b>	Pueblo pequeño de escaso vecindario, que por lo general no cuenta con autoridades para gobernar y juzgar.
<b>Análisis estructural</b>	Proceso para determinar la respuesta de la estructura ante las acciones que puedan afectarla.
<b>Captación</b>	Estructura que permite recolectar las aguas de la fuente de abastecimiento.
<b>Caudal</b>	Es la cantidad de agua que corre por una tubería en cada unidad de tiempo.
<b>Comunidad</b>	Conjunto de personas que viven bajo ciertas reglas y que tienen algo en común.
<b>Concreto</b>	Es una mezcla adecuadamente proporcionada de cemento, agregado fino, agregado grueso y agua.
<b>Diseño</b>	Trazo o delineación de la distribución y orden de los elementos estructurales que componen un edificio.



<b>Dimensionamiento</b>	Trazo o delineación de la distribución u orden de los elementos estructurales que componen un edificio.
<b>Dotación</b>	Es el volumen de agua consumido por una persona en un día.
<b>Examen bacteriológico</b>	Examen que permite determinar y medir el grado de contaminación del agua.
<b>Mampostería</b>	Obra hecha con elementos sobrepuestos.
<b>Predimensionar</b>	Es dar medidas preliminares a los elementos que componen una estructura, y que serán utilizados para soportar las cargas aplicadas.
<b>Topografía</b>	Arte de describir y delinear detalladamente la superficie de un terreno.

## RESUMEN

El trabajo de graduación presenta dos fases que constituyen la estructura del mismo: fase de investigación y fase de servicio técnico profesional.

En la fase de investigación se realizó una recopilación de información sobre las características típicas de la comunidad de Entre Rios, ubicada en la cabecera departamental de Izabal, Puerto Barrios.

En la fase del servicio técnico profesional se presenta el desarrollo del diseño de dos proyectos, seleccionados con el fin de cubrir necesidades básicas, que presenta la población y mejorar la calidad de vida de los habitantes.

El primer proyecto es un edificio escolar de dos niveles, ubicado en la comunidad Coviempont, destinado para el uso del nivel primario, cuyo diseño arquitectónico satisface las necesidades de espacio para los alumnos y el personal docente, la estructura se diseñó con un módulo de baños en el primer nivel. El segundo proyecto es la red de distribución de agua potable para un sector de la aldea Entre Rios, el cual se propuso que sea del tipo de conexiones intradomiciliares, para un período de diseño de 22 años.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar la edificación de dos niveles para la comunidad Coviempport y sistema de distribución de agua potable para un sector de la aldea Entre Ríos, municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal.

### **Específicos**

1. Desarrollar una investigación monográfica y un diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Entre Ríos, municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal.
2. Capacitar a los miembros del comité de la aldea Entre Ríos sobre aspectos de operación y mantenimiento de la red de distribución de agua potable.



## INTRODUCCIÓN

El municipio de Puerto Barrios está ubicado a 298 km de la capital, es uno de los municipios más importante de la nación, debido a que allí se encuentran dos de los tres puertos del país.

El municipio de Puerto Barrios es también la cabecera municipal de Izabal, Entre Rios es una aldea que se encuentra aproximadamente 18 km de Puerto Barrios, dicha aldea carece de algunos servicios básicos, tales como la educación y los servicios de agua potable.

Este trabajo de graduación está orientado a proponer soluciones factibles, no sólo desde el punto de vista técnico, sino también económico y social. Para el efecto, el primer capítulo contiene una investigación de tipo monográfica, aspectos históricos y socioeconómicos de la comunidad.

En el segundo capítulo, se desarrolla el diseño de la red de distribución de agua potable, la cual es por gravedad, y se eligieron ramales abiertos, debido a la disposición de las viviendas. El diseño de la edificación escolar, la cual será de dos niveles, en la parte final se presentan las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y planos.



# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografía de la aldea Entre Ríos, municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal**

### **1.1.1. Ubicación**

La aldea de Entre Ríos se encuentra ubicada en la región nor-oriente del departamento de Izabal, sobre la carretera Interamericana CA-9, a 282 kilómetros de distancia de la ciudad capital y a 18 kilómetros de la cabecera departamental de Puerto Barrios.

### **1.1.2. Localización de la aldea**

Coordenadas de la aldea Entre Ríos:	Latitud:	15°37'50"
	Longitud	88°32'16"

### **1.1.3. Extensión territorial**

La aldea de Entre Ríos tiene una extensión territorial aproximada de ciento ochenta y tres (183,00) kilómetros cuadrados.

### **1.1.4. Vías de comunicación**

La aldea es completamente accesible, ya que se encuentra ubicada sobre la carretera que lleva hacia la frontera Honduras Guatemala, por lo tanto cuenta





**Tabla I. Datos de temperatura promedio en grados centígrados, estación Puerto Barrios**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990	24,5	24,8	25,2	27,2	28,6	27,9	27,6	27,7	27,1	26,6	24,7	23,7	26,3
1991	24,6	23,7	26,7	27,6	27,7	28,9	28,4	27,8	26,9	26,7	23,9	24,1	26,4
1992	23,8	24,4	25,4	27,7	27	28,6	28	27,8	27,4	27	26,4	24,2	26,5
1993	24,8	25	25,4	26,3	28	28,5	27,7	27,4	27,6	27,6	27,1	23,8	26,6
1994	24,1	25,3	26,2	28	28,6	28,6	28,1	27,1	27,1	27,8	25,6	24,4	26,7
1995	24,5	24,4	26,2	28,5	29,8	29	28,4	28,9	28	27,4	25,7	24,8	27,1
1996	23,4	23,7	25	27,3	27,6	---	27,9	27,7	28,6	24,3	24,3	24,1	25,8
1997	24,1	25	26,9	28,5	28	28,6	27,8	27,6	29,1	26,1	---	24,5	26,9
1998	25,1	25,8	24,4	27,3	28,6	30,1	28,2	27,7	29,6	26,8	25,5	24	26,9
1999	23,4	24,3	25,5	27,6	28,9	27,9	27,3	28,1	27,6	26,9	24,2	23,3	26,3
2000	23,1	23,6	25,8	27,1	27,6	27,6	27,8	27,4	28	25,4	25,7	23,4	26
2001	23	25,3	25,5	27,3	27,7	28,8	28,2	28,2	27,8	26,6	24,7	24,3	26,5
2002	24,2	24,3	25,9	27,3	28,6	28,8	28	28,2	28,6	27,5	25,1	24,4	27,1
2003	21,9	25,5	27,6	27	29,1	29,5	27,9	27,7	28,6	27	---	---	27,2
2004	23,4	24,6	25,3	26,7	27,9	28,3	27,8	28,5	28,9	27,2	25,1	23,5	26,4
2005	23,2	24,5	26,8	27,4	28,6	---	28,6	28,2	27,6	---	24,4	24,2	26,4
2006	23,4	23,5	25,5	26,9	27,9	27,6	27,7	27,8	27,9	27,4	24,8	24,2	26,2
2007	24,5	24,7	25,5	27,9	28,6	29	28,5	28,1	27,2	27,1	24,8	24,1	26,7
2008	23,7	25,3	25,6	26,8	28,4	27,7	27,6	28,3	28,4	25,6	23,8	23,4	26,2
2009	20,4	23,6	25,2	27,5	28,2	28,4	28,4	27,9	24,8	27,6	25,2	25,1	26
2010	23,1	24,4	24,8	28,4	28,8	29,5	28,4	28,4	28,6	26,3	24,2	22,2	26,4

Fuente: elaboración propia.

### 1.1.6. Topografía

El terreno en donde se encuentra ubicada la aldea es relativamente plano, en especial cerca de los caseríos Milla siete, Milla Ocho, Milla Nueve y Milla once. La aldea se encuentra a una altura promedio de 8 Mts sobre el nivel del mar.

### 1.1.7. Organización comunitaria

Cuenta con una organización comunitaria sin fines de lucro, la cual representa y promueve los valores e intereses de la comunidad.

### **1.1.8. Idioma**

La mayoría de la población adoptó el español como Idioma Oficial, sin embargo, existen habitantes que utilizan el garífuna como lengua, aunque estos saben hablar muchas veces el español.

### **1.1.9. Aspectos de vivienda**

La mayor parte de las viviendas están construidas con paredes de madera de la región y techo de lámina galvanizada, también se pueden observar algunas viviendas con paredes de adobe y techo de lámina galvanizada, cerca del núcleo de la aldea se pueden observar viviendas construidas con paredes de mampostería de block y techo de lámina galvaniza.

### **1.1.10. Servicios básicos**

#### **1.1.10.1. Medios de abastecimiento de agua**

La aldea cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable, pero, debido al crecimiento de la población existe una gran cantidad de viviendas que no cuentan con este servicio.

#### **1.1.10.2. Energía eléctrica**

La aldea cuenta con servicio de energía eléctrica para una gran parte de la población, sin embargo, en algunos lugares en las afueras de la aldea no se cuenta con este servicio.

### **1.1.10.3. Servicios públicos con que cuenta**

La comunidad de Entre Ríos, cuenta con una escuela pública llamada “Doce de Octubre”, cuenta también con puesto de salud, oficina de correos y telégrafos de tercera categoría.

## **1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Entre Ríos**

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

Las necesidades principales por satisfacer son:

- Pavimentación de calles: actualmente en la aldea existen algunas vías que no se encuentran debidamente pavimentadas, especialmente en el centro de la aldea.
- Agua potable: en algunos sectores de la aldea no se cuenta con una red de distribución de agua potable, esto contribuye de manera significativa a los altos índices de enfermedades gastrointestinales en niños y ancianos.
- Infraestructura: la aldea carece de centros educativos para la enseñanza en buen estado.

### **1.2.2. Análisis y priorización de las necesidades**

Realizada la evaluación de las necesidades, se priorizan de la siguiente manera:

- Servicio de agua potable
- Pavimentación de calles
- Construcción de un edificio escolar

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

### **2.1. Diseño de la edificación escolar de dos niveles para la comunidad Coviempport**

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

El proyecto se localiza a una distancia de 298 km. de la ciudad capital de Guatemala y a 6 km. de la cabecera municipal de Izabal, Puerto Barrios. Consiste en una edificación de dos niveles para uso educativo de nivel pre-primario y primario, la estructura será a base de marcos dúctiles unidos con nudos rígidos de concreto reforzados, muros tabiques de mampostería reforzada y losas planas de concreto reforzado. La edificación escolar contará con dos aulas en el primer nivel, oficina y servicios sanitarios, y en el segundo nivel contará con cuatro aulas.

#### **2.1.2. Estudio preliminar**

##### **2.1.2.1. Terreno disponible**

El terreno está ubicado en el centro de la comunidad Coviempport, dicho terreno tiene 15 m de ancho por 20 m de largo.

##### **2.1.2.2. Análisis de suelos**

Es necesario conocer las características del suelo, para establecer las dimensiones de los cimientos en función del valor soporte de suelo, para

asegurar que el diseño de la estructura estará bien sustentado sobre sus cimientos.

#### 2.1.2.2.1. Ensayo triaxial

El ensayo de compresión triaxial fue realizado en el Centro de Investigaciones de Ingeniería, los resultados son los siguientes:

Descripción del suelo = arcilla limosa color café

Ángulo de fricción interna = 31,13°

Cohesión = 11,7 ton / m<sup>2</sup>

Peso específico = 1,42 Ton / m<sup>3</sup>

Desplante = 2,00 m.

#### Esfuerzo límite

El valor del esfuerzo límite se determinó por medio de la fórmula del Doctor Karl Terzagui, la cual es:

$$Q_d = 1,3 \cdot c' \cdot N'_c + Y \cdot Z \cdot N'_q + 0,4 \cdot Y \cdot B \cdot N'_w$$

Donde :

C' = coeficiente de cohesión del suelo

N'\_c = factor de capacidad de carga debido a la cohesión

Y = peso específico del suelo

Z = desplante de cimentación

N'\_q = factor debido a la sobrecarga

B = base de la zapata

N'\_w = factor debido al peso del suelo

Los valores de factores de capacidad, se obtuvieron de la gráfica de curvas de trazo continuo, siendo estos:

$$N'_c = 1$$

$$N'_q = 4$$

$$N'_w = 12$$

Determinando el esfuerzo límite:

$$Q_d = 1,3 \cdot c' \cdot N'_c + Y \cdot Z \cdot N'_q + 0,4 \cdot Y \cdot B \cdot N'_w$$

$$Q_d = 1,3 \cdot 7,8 \cdot 12 + 1,42 \cdot 2 \cdot 4 + 0,4 \cdot 1,42 \cdot 1,75 \cdot 1 = 134,03 \text{ Ton / m}^2$$

Valor soporte del suelo

$$V_s = \frac{q_d}{F.S.}$$

Donde:

$Q_d$  = esfuerzo límite

F.S. = Factor de seguridad.

Según *Terzaghi*, el mínimo para el factor de seguridad debe ser un valor de 3, para este caso se aplicó un factor de 5 para cubrir las deficiencias que pudieron haberse comentado en la extracción de la muestra, el manejo y traslado y la realización del ensayo.



Determinación del valor soporte del suelo:

$$V_s = \frac{qd}{F.S.}$$

$$V_s = \frac{134,03}{5}$$

$$V_s = 26,80 \text{ Ton/m}^2$$

El valor soporte obtenido indica la capacidad del suelo para recibir las cargas, el cual en este caso es bueno, por lo que se opta por zapatas concéntricas.

### **2.1.3. Diseño arquitectónico**

El diseño arquitectónico consiste en darle la forma adecuada y distribuir en conjunto los diferentes ambientes que componen el edificio. Esto se hace para tener un lugar cómodo y funcional para su uso. Para lograrlo se deben tomar en cuenta los diferentes criterios tales como: número aproximado de personas que utilizarán la edificación, dimensiones del terreno y financiamiento para la construcción.

#### **2.1.3.1. Ubicación del edificio en el terreno**

El edificio fue ubicado al centro del terreno, ya que es la mejor forma de aprovechar el espacio disponible para la edificación escolar.

### **2.1.3.2. Distribución de ambientes**

La forma de los ambientes y su distribución dentro del edificio se hace del modo tradicional para edificios educativos, donde se ajustan a las necesidades existentes y al espacio disponible. Los cuales serán en el primer nivel 2 aulas, dirección y servicios sanitarios; el segundo nivel será de 4 aulas.

### **2.1.3.3. Altura del edificio**

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

### **2.1.3.4. Sección del sistema estructural a usar**

En la decisión para elegir el sistema estructural a utilizar, se debe tomar en cuenta lo siguiente: factores de resistencia, economía, estética, los materiales disponibles en el lugar y la técnica constructiva para realizar la obra.

El sistema estructural seleccionado es a base de marcos espaciales dúctiles, con losas planas de concreto reforzado, y muros tabiques para la división de ambientes (estos son independientes del sistema estructural de marcos espaciales dúctiles).

### **2.1.4. Análisis estructural**

El análisis estructural consiste en la determinación de los efectos originados por las cargas aplicadas en la estructura, con el objeto de efectuar

comprobaciones de seguridad en sus elementos resistentes. También se busca a través del análisis las deformaciones verticales y horizontales de algunos elementos estructurales para su comparación con los valores que definen estados límites de servicio.

#### **2.1.4.1. Pre-dimensionamiento estructural**

Es necesario pre-dimensionar con el fin de establecer un parámetro inicial para el diseño de los elementos estructurales, si durante la etapa de diseño los elementos no satisfacen la resistencia demandada en el análisis estructural será necesario rediseñar los elementos, dando así origen a un nuevo ciclo de análisis y diseño.

Pre-dimensionamiento de viga

El pre-dimensionamiento de la viga se puede realizar con base en el criterio de que por cada metro lineal libre de luz, aumentar ocho centímetros de peralte y la base equivale a  $\frac{1}{2}$  del peralte. La relación entre la base y el peralte debe estar entre 0,25 y 0,60.

longitud de viga = 4,35

Determinación de la altura de la viga:

$h_{viga} = 8\% \text{ longitud de la viga} = 0,08 * 4,35 \text{ m} = 0,35 \text{ m}$

Se consideran algunos otros criterios según ACI 318 Capítulo 9 tabla 9.5(a)

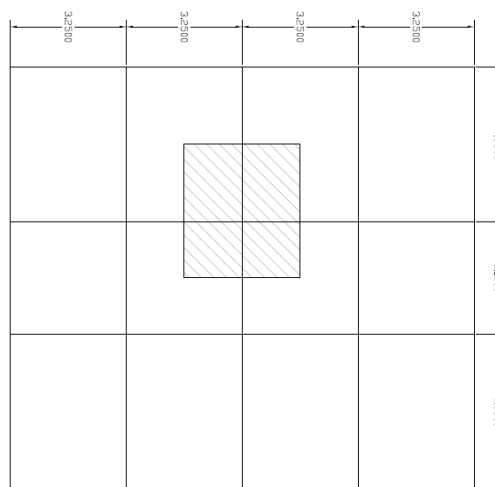
$h_{viga} = \text{longitud de la viga} / 18,5 = 4,35 \text{ m} / 18,5 = 0,23 \text{ m}$

Para efectos de diseño se consideró un peralte de 45 cm, con una base de 30 cm.

### Pre-dimensionamiento de columnas

El método que se utilizará para pre-dimensionar las columnas, se basa en el cálculo de la carga axial aplicada a la columna crítica, y de esta se determina el área bruta de la sección de la columna, por medio de la ecuación (10-2) del código ACI 318-05 Capítulo 10 sección 10.3.6.2, al tener este valor, se puede proponer las medidas de la sección, para cumplir con esta área requerida. En este caso, las dimensiones de la sección de la columna crítica, se utilizarán en todas las columnas, para guardar simetría y evitar diferencias de rigidez de un marco a otro y de un nivel a otro.

Figura 2. **Área tributaria columna crítica**



Fuente: elaboración propia.

El área tributaria calculada es de 12,18 m<sup>2</sup>, se ha de considerar el peso específico del concreto de 2 400 kg/m<sup>3</sup>, además una carga viva de 250 kg/m<sup>2</sup>, para efectos de pre-dimensionamiento, por lo tanto:

$$P_u = 1,4(2\,400 \text{ kg/m}^3 * 12,18 \text{ m}^2) + 1,7 (250\text{kg/m}^2 * 12,18 \text{ m}^2) = 46\,101,3 \text{ kg}$$

Ya que son dos niveles se multiplica por dos

$$P_u = 46\,101,3 \text{ kg} * 2 = 92\,202,6 \text{ kg}$$

Sustituyendo valores en la ecuación de la carga puntual, se obtiene el área gruesa de la columna.

$$P = 0,8 (0,85 f'c * (A_g - A_s) + f_y * A_s) ; \text{ Donde } A_s \text{ es de } 1\% \text{ a } 8\% \text{ de } A_g$$

Donde:

P = carga axial por área tributaria

F'c = resistencia a la compresión del concreto

A<sub>g</sub> = área total de sección de columna

A<sub>s</sub> = área del refuerzo longitudinal

F<sub>y</sub> = resistencia a la fluencia del refuerzo no pretensado

Considerando A<sub>s</sub> como 1% de A<sub>g</sub>, f'c de 281 kg/cm<sup>2</sup> y f<sub>y</sub>=2 810 kg/cm<sup>2</sup> se obtiene:

$$92\,202 \text{ kg} = 0,8(0,85*281*(A_g - 0,01A_g) + 2\,810*0,01*A_g)$$

Despejando  $A_g$  se obtiene:

$A_g = 435,64 \text{ cm}^2$ , debido a que la ecuación de la carga axial no considera los efectos de esbeltez, se propone una sección de  $30 \times 30 \text{ cm}$ .

Pre-dimensionamiento de losa

Se utilizó el criterio del perímetro de losa dividido 180, para losas en dos sentidos. Para efectos de diseño se utilizó la de mayores dimensiones.

$m = a / b < 0,5$  losa trabaja en un sentido.

$m = a / b > 0,5$  losa trabaja en dos sentidos.

Donde  $a =$  sentido corto de losa y  $b =$  sentido largo de losa.

Calculando  $m$  para losa de mayor dimensión, con  $a = 3,25 \text{ m}$  y  $b = 4,35 \text{ m}$   
 $m = 3,25 \text{ m} / 4,35 \text{ m} = 0,74 > 0,5$ ; losa trabaja en dos sentidos.

Espesor de losa

$t = \text{perímetro} / 180$

Donde  $t =$  espesor de losa  $t = 2(4,35+3,25)/180 = 0,084$

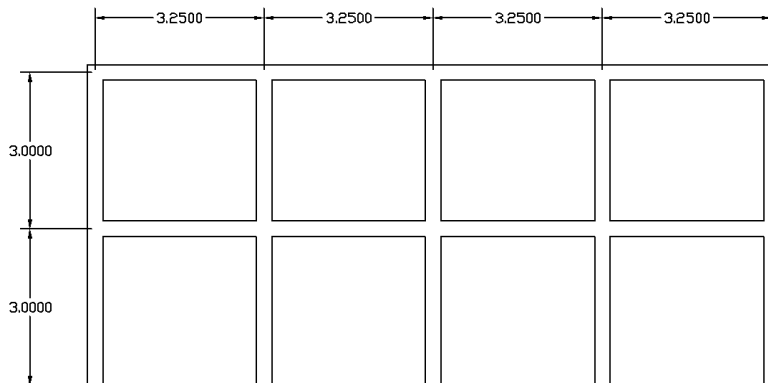
Se propone una losa de  $12 \text{ cm}$  de espesor.

#### **2.1.4.2. Modelos matemáticos de marcos dúctiles con nudos rígidos**

El modelo matemático es un gráfico y representa la forma del marco dúctil y la carga que soporta. Estos sirven para realizar el análisis estructural. Por la

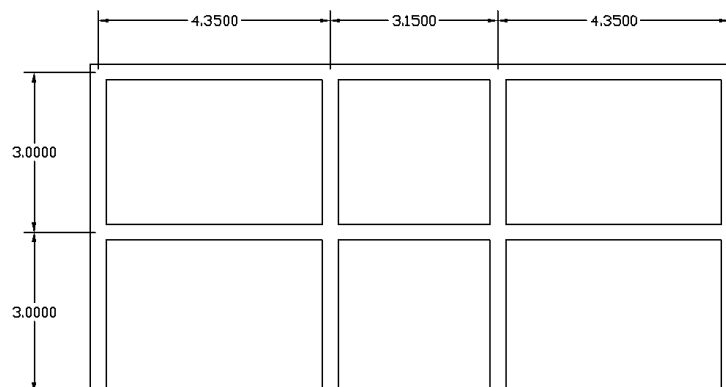
simetría estructural del edificio, se analizan y diseñan únicamente los marcos críticos.

**Figura 3. Marco dúctil, sección longitudinal**



Fuente: elaboración propia.

**Figura 4. Marco dúctil, sección transversal**



Fuente: elaboración propia.

### **2.1.4.3. Cargas aplicadas a los marcos dúctiles**

Las estructuras están sometidas a cargas de diferente índole, para clasificarlas existen varios criterios, aquí se hace una distinción de acuerdo con la dirección de su aplicación, cargas verticales y horizontales.

#### **2.1.4.3.1. Cargas aplicadas en marcos dúctiles**

Las cargas verticales se dividen en dos grupos:

##### **Cargas vivas**

Son las cargas aplicadas no permanentes en la estructura. Son todas las cargas predestinadas a un servicio de utilidad, el cual puede ser de ocupación o mantenimiento. Estas pueden estar parcialmente en su sitio y pueden cambiar de ubicación.

Su magnitud y distribución son inciertas en un momento dado, y sus máximas intensidades a lo largo de la vida de la estructura, no se conocen con precisión.

La tabla I muestra los valores de carga viva para diferentes clasificaciones de ocupación, según la norma AGIES y otros códigos. Estas cargas se deben a seres humanos, equipo y al almacenamiento en general.



**Tabla I. Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas**

<b>Tipo de ocupación o uso</b>	<b>kg/m<sup>2</sup></b>
Vivienda	200
Oficina	250
Hospitales – encamamiento y habitaciones	200
Hospitales – servicios médicos y laboratorios	350
Hoteles – alas de habitaciones	200
Hoteles – servicios y áreas públicas	500
Escaleras privadas	300
Escaleras públicas o de escape	500
Balcones, cornisas y marquesinas Áreas de salida y/o escape Vestibulos públicos	300 500 500
Plazas y áreas públicas a nivel de calle	500
Salones de reunión con asientos fijos	300
Salones de reunión sin asientos fijos	500
Escenarios y circulaciones	500
Instalaciones deportivas públicas:	
Zonas de circulación	500
Zonas de asientos	400
Canchas deportivas	depende del tipo de cancha
Aulas y escuelas	200
Bibliotecas	
Áreas de lectura	200
Depósito de libros	600
Almacenes	
Minoristas	350
Mayorista	500

Continuación de la tabla I

Estacionamientos y garajes	
Automóviles	250
Vehículos pesados	Según vehículo
Rampas de uso colectivo	750
Corredores de circulación	500
Servicio y reparación	500
Bodegas	
Cargas livianas	600
Cargas pesadas	1200
Fábricas	
Cargas livianas	400
Cargas pesadas	600
Azoteas de concreto con acceso	200
Azoteas sin acceso horizontal o inclinadas	100
Azoteas inclinadas más de 20°	75
Techos de láminas, tejas, cubiertas plásticas, lonas, etc. (aplica a la estructura que soporta la cubierta final)	50

Fuente: normas AGIES NR – 2:200, p. 28.

Las cargas vivias utilizadas para el diseño del edificio son:

Aulas = 350 kg/m<sup>2</sup>

Pasillos = 500 kg/m<sup>2</sup>

Techos = 100 kg/m<sup>2</sup>

Cargas muertas

Son las cargas aplicadas debido al peso de los elementos estructurales, éstas son cargas permanentes, se mantienen constantes en magnitud y fijas en posición, durante la vida de la estructura. Para un edificio, las cargas muertas

las componen los pesos de las losas, vigas, columnas, muros, techos, ventanas, puertas, instalaciones (drenajes, hidráulicas, eléctricas, otras.), acabados y otros. Estas cargas se determinan con bastante exactitud, dependiendo de los materiales que se utilicen, los pesos se determinan a partir de las densidades y tamaños.

Las cargas muertas aplicadas son:

Peso del concreto = 2 400 kg/m<sup>3</sup>

Peso de muros = 210 kg/m<sup>2</sup>

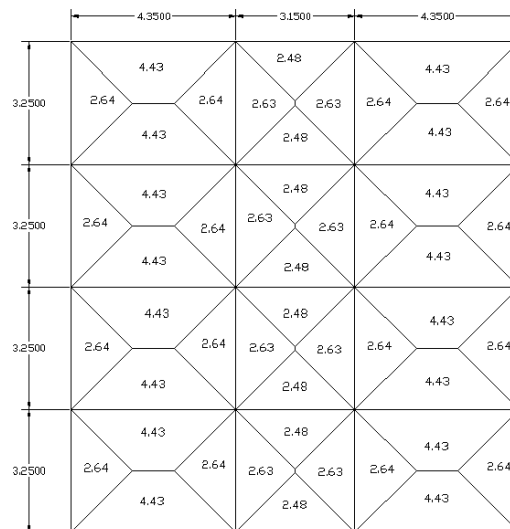
Peso de piso = 144 kg/m<sup>2</sup>

Peso de acabados = 80 kg/m<sup>2</sup>

Integración de cargas verticales:

Integración de cargas para el marco B (marco crítico)

Figura 5. **Planta de áreas tributarias**



Fuente: elaboración propia.

Primer nivel

Viga 1

$$CM = (210 \text{ kg/m}^2 * 3 \text{ m}) + (2400 \text{ kg/m}^3 * 0,12 * 5,27 \text{ m}^2 / 3,25\text{m}) + (2400 \text{ kg/m}^3 * 0,30 \text{ m} * 0,45 \text{ m}) + (224 \text{ kg/m}^2 * 5,27 \text{ m}^2 / 3,25 \text{ m})$$

$$CM = 1784,22 \text{ kg/m}$$

$$CV = (500 \text{ kg/m}^2 * 2,63 \text{ m}^2 + 350 \text{ kg/m}^2 * 2,63 \text{ m}^2) / 3,25 \text{ m}$$

$$CV = 688,92 \text{ kg/m}$$

Segundo nivel

Viga 1

$$CM = (2400 \text{ kg/m}^3 * 0,12 * 5,27 \text{ m}^2 / 3,25 \text{ m}) + (2400 \text{ kg/m}^3 * 0,30 \text{ m} * 0,45 \text{ m}) + (80 \text{ kg/m}^2 * 5,27 \text{ m}^2 / 3,25 \text{ m})$$

$$CM = 920,72 \text{ kg/m}$$

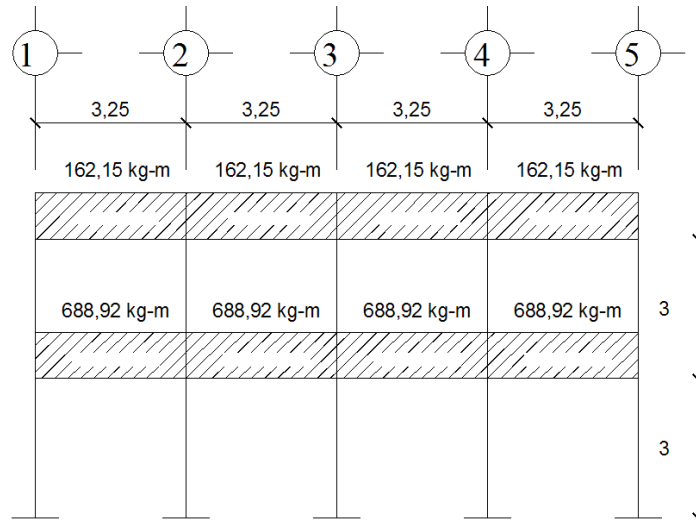
$$CV = (100 \text{ kg/m}^2 * 5,27 \text{ m}^2) / 3,25 \text{ m}$$

$$CV = 162,15 \text{ kg/m}$$

Las otras vigas en el marco poseen las mismas características. Este procedimiento se aplicó a todos los marcos de la estructura, para integrar las cargas. Las figuras 7 y 8 muestran los modelos de carga muerta y viva en marcos críticos.

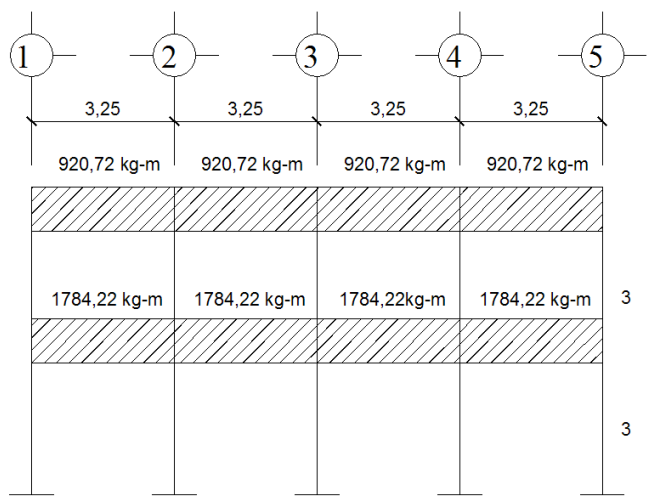
## Carga muerta y carga viva, marco B

Figura 6. **Carga viva marco B**



Fuente: elaboración propia.

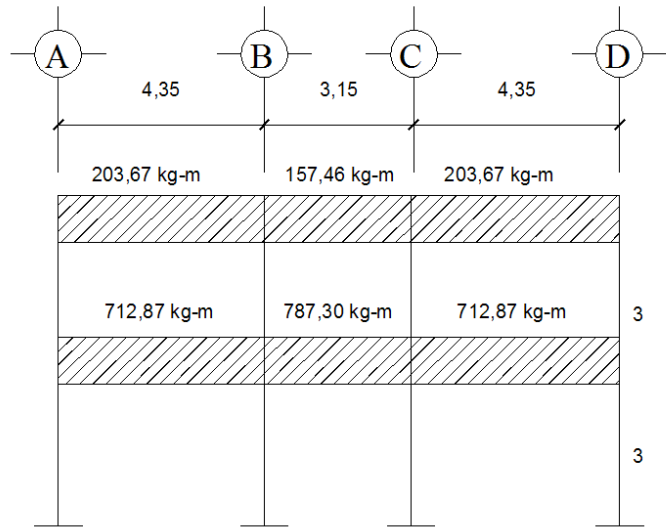
Figura 7. **Carga muerta marco B**



Fuente: elaboración propia.

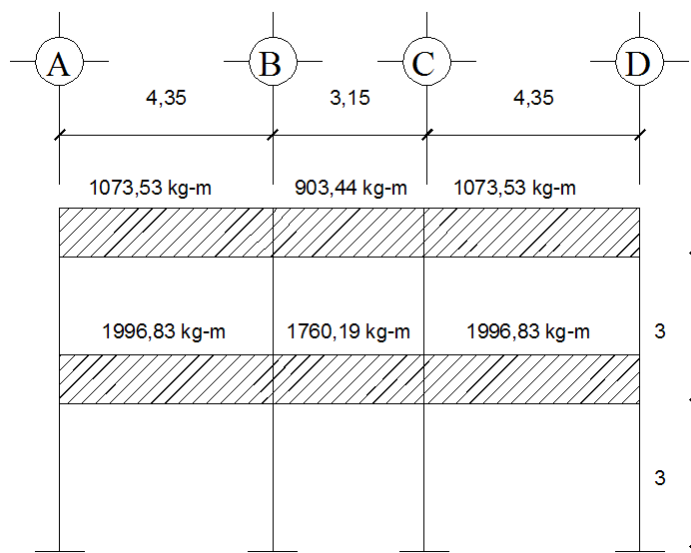
## Carga muerta y carga viva, marco 2

Figura 8. **Carga viva marco 2**



Fuente: elaboración propia.

Figura 9. **Carga muerta marco 2**



Fuente: elaboración propia.

#### **2.1.4.3.2. Cargas horizontales en marcos dúctiles**

Son las cargas producidas por el viento, impacto o por sismo. Son dinámicas. Para efectos de análisis se consideró la fuerza producida por el sismo. Por simplificación, se aplican las fuerzas sísmicas como cargas laterales estáticas.

##### Fuerzas sísmicas

Los sismos consisten en movimientos aleatorios horizontales y verticales en la superficie de la tierra. A medida que el terreno se mueve, la inercia tiende a mantener la estructura en su sitio original, esto hace que la estructura sufra desplazamiento, que pueden tener resultados catastróficos. Por lo tanto, el diseño sísmico depende fuertemente de las propiedades geométricas de la estructura, especialmente su altura. La carga sísmica depende del peso de la estructura, se considera que la estructura se mantiene fija en su base, siendo éste el punto de aplicación de la fuerza, que se denomina corte basal ( $V$ ) y se transmite a los elementos estructurales, proporcional a las rigideces y posición con respecto al centro de rigidez.

##### Cálculo del corte basal

El corte basal es la fuerza sísmica que el suelo transmite al edificio en la base. Para obtener su valor se utiliza la siguiente fórmula:

$$V = ZIKCSW$$

Donde:

Z = coeficiente que depende de la zona.

I = coeficiente de importancia de la obra después de que actúa el sismo y debe estar entre el rango de  $1,10 < I < 1,50$ , para que funcione correctamente.

C = coeficiente que depende del período natural de vibración.

S = coeficiente de depende del tipo de suelo.

K = coeficiente dependiente del sistema estructural usado.

Tabla II. **Valor de K según estructura**

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

Fuente: elaboración propia.

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

El sismo no actúa en una dirección determinada con respecto al edificio. Por tal razón se necesita evaluar el corte basal en las direcciones X–Y, con los valores resultantes se puede diseñar el edificio contra un sismo en cualquier dirección.



Cálculo del corte basal.

Peso del segundo nivel.

Carga muerta.

$$W_{\text{losa}} = 2\,400 \times 0,12 \times 154,05 = 44\,366,4 \text{ kg}$$

$$W_{\text{viga}} = 2\,400 \times 0,3 \times 0,45 \times 111,25 = 36\,045 \text{ kg}$$

$$W_{\text{acabados}} = 80 \times 154,05 = 12\,324 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columnas}} = 2\,400 \times 0,30 \times 0,30 \times 1,5 \times 20 = 6\,480 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muros}} = 84,4 \times 1,5 \times 210 = 26\,586 \text{ kg}$$

$$W_{\text{total}} = 125\,801,4 \text{ kg}$$

Carga viva.

$$W_{\text{viva}} = 154,05 \times 100 \times 0,25 = 3\,851,25 \text{ kg}$$

$$W_{\text{nivel2}} = 129\,652,65 \text{ kg}$$

Peso del primer nivel.

Carga muerta.

$$W_{\text{losa}} = 2\,400 \times 0,12 \times 154,05 = 44\,366,4 \text{ kg}$$

$$W_{\text{viga}} = 2\,400 \times 0,3 \times 0,45 \times 111,25 = 36\,045 \text{ kg}$$

$$W_{\text{acabados}} = 80 \times 154,05 = 12\,324 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columnas}} = 2\,400 \times 0,30 \times 0,30 \times 4,5 \times 20 = 19\,440 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muros}} = 84,4 \times 4,5 \times 210 = 79\,758 \text{ kg}$$

$$W_{\text{piso}} = 144 \times 154,05 = 22\,183,2 \text{ kg}$$

$$W_{\text{total}} = 214\,116,6 \text{ kg}$$

Carga viva.

$$W_{\text{viva}} = 4\,095 \times 500 + 113,1 \times 350 = 60\,060 \text{ kg}$$

$$W_{\text{nivel 1}} = 214\,116,6 + 60\,060 \times 0,25 = 229\,131,6 \text{ kg}$$

$$\text{Peso del edificio} = W_{\text{nivel 2}} + W_{\text{nivel 1}} = 214\,116,6 \text{ kg} + 229\,131,6 \text{ kg} = 358\,784,25 \text{ kg}$$

En el sentido x de este caso:

$Z = 1$  por ser una zona sísmica

$I = 1,35$  para edificios de instituciones educativas

$K = 0,67$  para marco dúctiles

$$W = 358\,784,25 \text{ kg}$$

$$C = \frac{1}{15\sqrt{t}} \leq 0,12$$

Donde no puede ser mayor de 0,12 y de serlo se utiliza 0,12

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

H = altura del edificio en metros

B = base del edificio en metros

$$T_x = \frac{0.0906 * 6}{\sqrt{13}}$$

$$T_y = \frac{0.0906 * 6}{\sqrt{11,85}}$$

$$T_x = 0,15$$

$$T_y = 0,16$$

$$C_x = \frac{1}{15\sqrt{0.15}}$$

$$C_x = \frac{1}{15\sqrt{0.15}}$$

$$C_x = 0,17 < 0,12$$

$$C_x = 0,16 < 0,12$$

Se tomará un valor de S = 1,50. El valor de CS debe ser menor a 0,14, si el producto de ambos coeficientes excede este valor se debe tomar 0,14 el valor conjunto de CS.

$$V = ZIKCSW.$$

$$V_x = (1)(1,35)(0,67)(0,14)(358\ 784,25)$$

$$V_x = 45\ 432,85 \text{ kg}$$

$$V_y = (1)(1,35)(0,67)(0,14)(358\ 784,25)$$

$$V_y = 45\ 432,85 \text{ kg}$$

## Fuerza por nivel

La fuerza total lateral V, puede ser distribuida en toda la altura de la estructura, de acuerdo a la fórmula dada a continuación:

Donde:

V = corte basal Ft = fuerza en la cúspide Fi = fuerza por nivel

La fuerza concentrada en la cúspide, se determina como se verá a continuación y debe cumplir con las siguientes condiciones dadas en el código SEAOC:

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

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

Donde: T = período fundamental de la estructura

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

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

Donde:

Wi = peso de cada nivel

Hi = altura de cada nivel

Fuerza en la cúspide  $F_t = 0$

Fuerza por nivel

$$F2 = \frac{(45\,432,85)(129\,652,65)(6)}{(129\,652,65)(6) + (229\,131,6)(3)}$$

$$F2 = 24\,119,75 \text{ Kg}$$

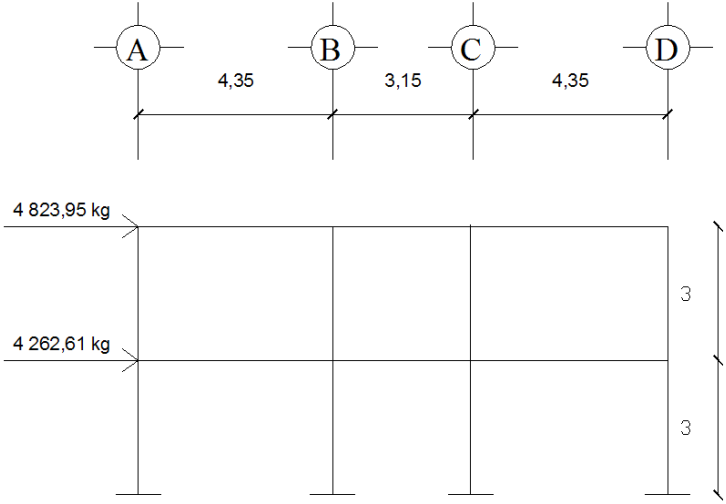
$$F1 = \frac{(45\,432,85)(22\,9131,6)(3)}{(129\,652,65)(6) + (229\,131,6)(3)}$$

$$F1 = 21\,313,09 \text{ Kg}$$

Fuerza por marco

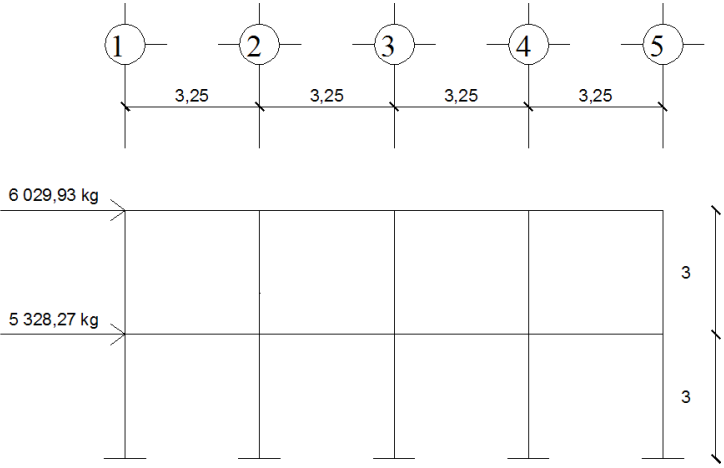
La distribución de cargas sísmicas depende de la simetría estructural, si hay excentricidad entre el centro de rigidez y el centro de masa, la capacidad torsional del edificio se ve afectada, los marcos con mayor excentricidad, reciben una fuerza de marco ( $F_m$ ) mayor, a los de menor excentricidad. Por ello deberán ser diseñados para soportar mayores cargas sísmicas. Si no hay excentricidad, la fuerza de piso se divide dentro del número de marcos paralelos a esta fuerza. Si los marcos son asimétricos la fuerza de piso  $F_i$ , se divide proporcional a la rigidez de los mismos. En este caso los marcos son simétricos, por lo que no existe torsión y se la fuerza de piso se distribuye proporcional y sólo se divide la fuerza de piso por el número de marcos.

Figura 10. Fuerzas por marco en X



Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Fuerzas por marco en Y



Fuente: elaboración propia.

### 2.1.4.3.3. Análisis de marcos dúctiles utilizando *software* y comprobación por un método numérico

Análisis de marcos dúctiles por método de *Kani*

Para el desarrollo del análisis estructural, se utilizó el *software* ETABS, por medio del cual se determinaron los momentos en cada elemento de la estructura, luego se comprobó por el método numérico de Kani, el cual tuvo variaciones mínimas comparado con los valores del *software*, para el diseño se tomaron los resultados del método numérico de Kani, esto por ser un método más conservador.

El siguiente resumen se aplica únicamente para miembros de sección constante.

Cálculo de momentos fijos ( $MF_{ik}$ ), estos se calculan cuando existen cargas verticales.

Cálculo de momentos de sujeción ( $M_s$ ), estos se calculan cuando hay cargas verticales.

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

Determinación de fuerzas de sujeción ( $H$ ), éstas se calculan cuando se hace el análisis de las fuerzas horizontales al marco dúctil unido con nudos rígidos.

$$H = F M_{\text{nivel } h}$$

Cálculo de la fuerza cortante en el piso ( $Q_n$ ), se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco dúctil unido con nudos rígidos.

$$Q_n = \sum H$$

Cálculo de momentos de piso ( $M_n$ ), estos se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco dúctil unido con nudos rígidos.

$$M_n = \frac{Q_n * h_n}{3}$$

Cálculo de rigidez de los elementos ( $K_{ik}$ ),

$$K_{ik} = \frac{I}{L_{ik}} \quad \begin{array}{l} I \text{ inercia del elemento} \\ K \text{ longitud del elemento} \end{array}$$

Cálculo de factor de giro o coeficiente de reparto ( $\mu_{ik}$ )

$$\mu_{ik} = -\frac{1}{2} * \frac{K_{ik}}{\sum K_{in}}$$



Cálculo de factores de corrimiento (  $V_{ik}$  ), estos se calculan cuando hay ladeo causado por asimetría en la estructura o cuando se hace el análisis con la fuerza horizontal aplicada al marco dúctil unido con nudos rígidos.

$$V = -\frac{3}{2} * \frac{K_{ik}}{\sum K_{in}}$$

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

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

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

Cálculo de iteraciones, influencias de desplazamiento (  $M''_{ik}$  ),

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

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

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

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

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

Cálculo de los momentos positivos en vigas (M<sub>ik(+)</sub>)

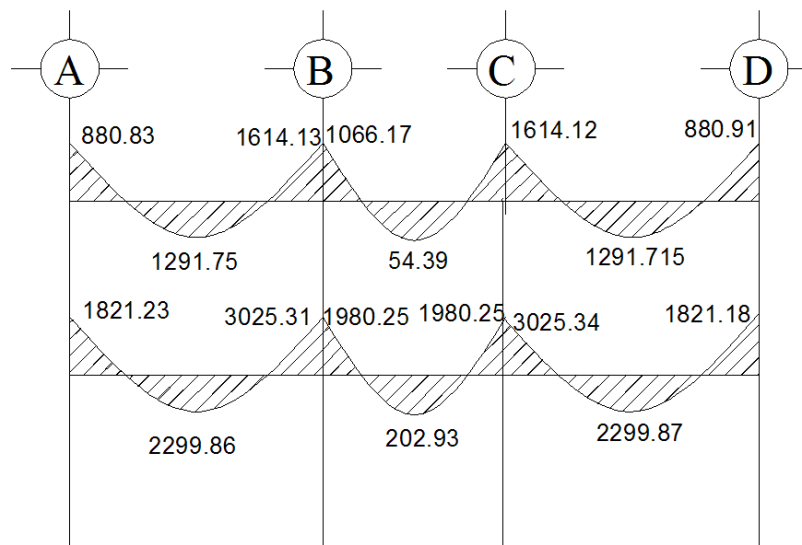
$$M_{ik(+)} = \frac{WL^2}{8} - \frac{M_{i(-)} + M_{k(-)}}{2}$$

M<sub>i(-)</sub> = Momento negativo de la viga en el extremo del lado izquierdo

M<sub>k(-)</sub> = Momento negativo de la viga en el extremo del lado derecho.

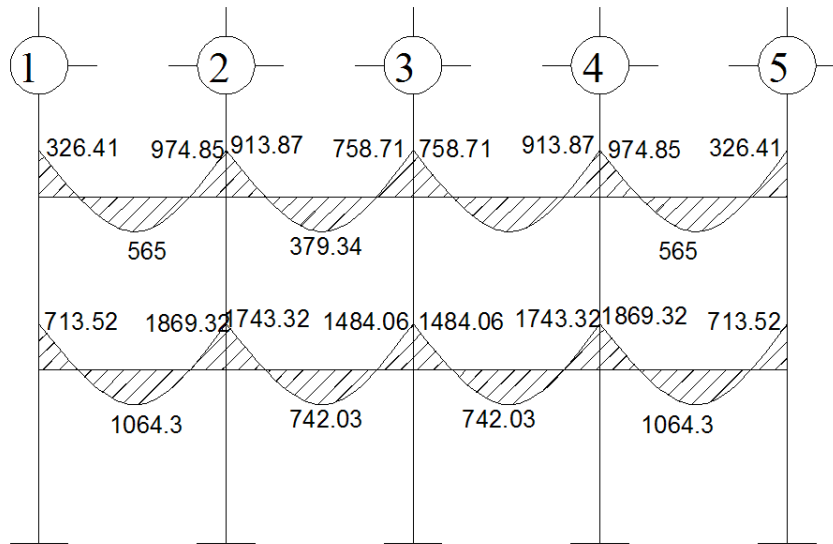
A continuación los diagramas de los resultados del análisis estructural:

Figura 12. **Momentos por carga muerta en vigas sentido X (kg-m)**



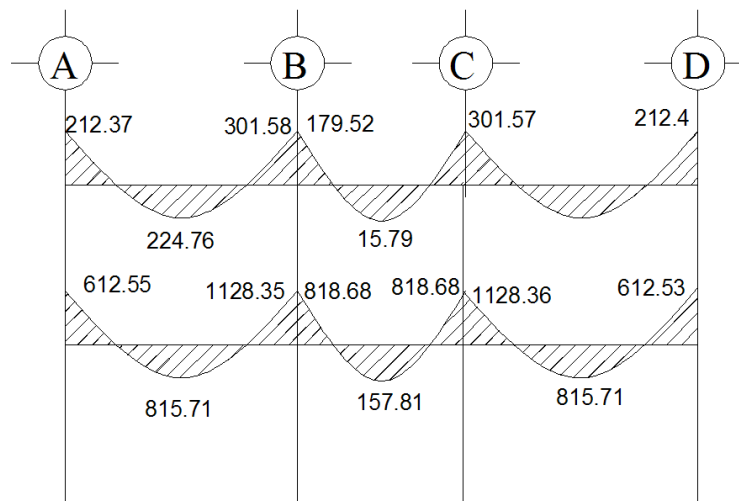
Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **Momentos por carga muerta en vigas sentido Y (kg-m)**



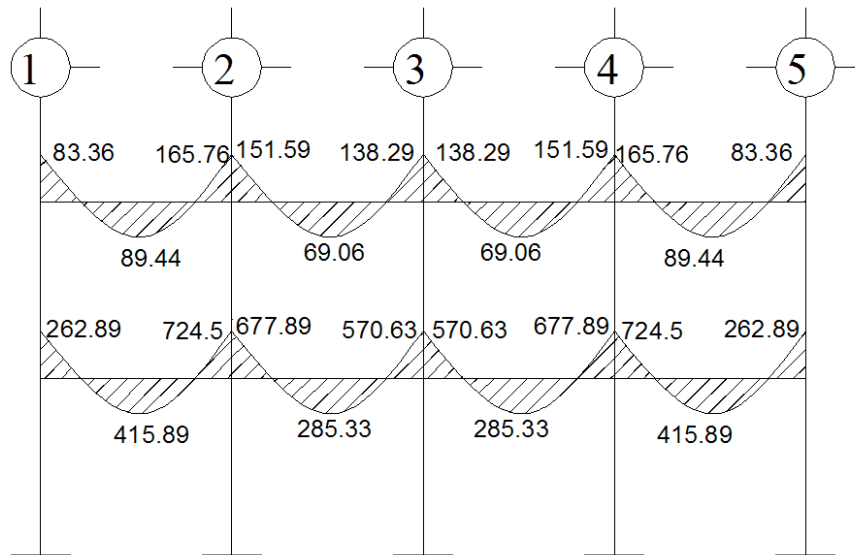
Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **Momentos por carga viva en vigas sentido X (kg-m)**



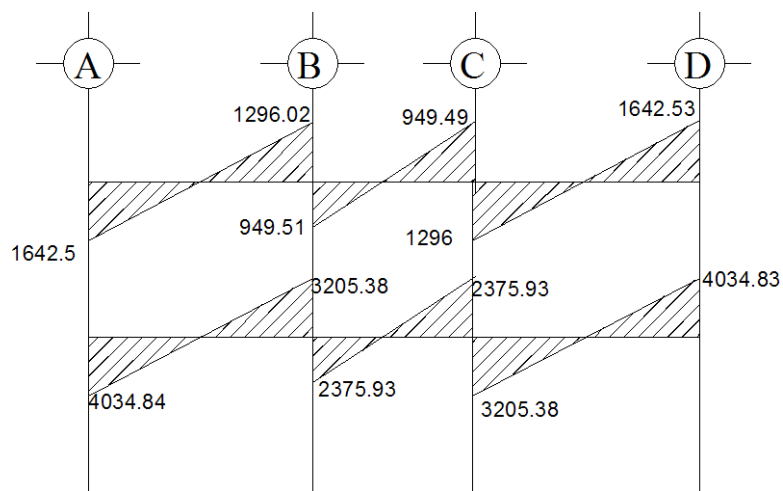
Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Momentos por carga viva en vigas sentido Y (kg-m)**



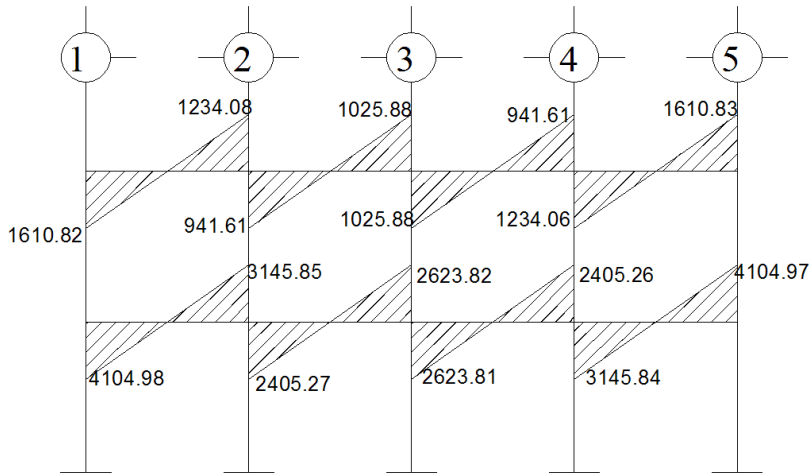
Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Momentos por carga de sismo en vigas sentido X (kg-m)**



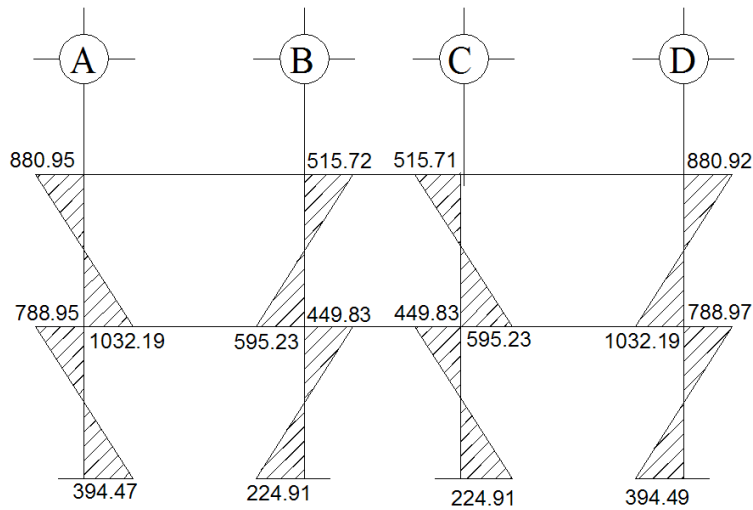
Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Momentos por de carga sismo en vigas sentido Y (kg-m)**



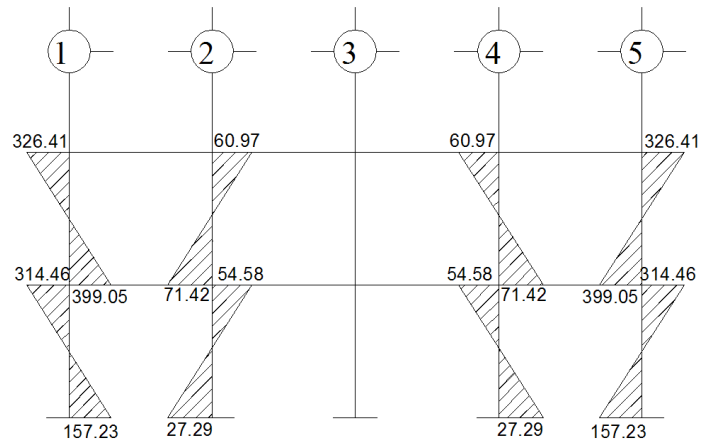
Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Momentos por carga muerta en columnas sentido X (kg-m)**



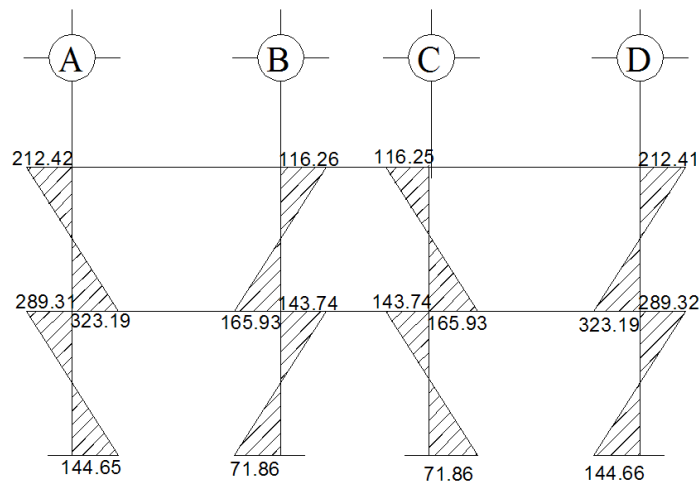
Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Momentos por carga muerta en columnas sentido Y (kg-m)**



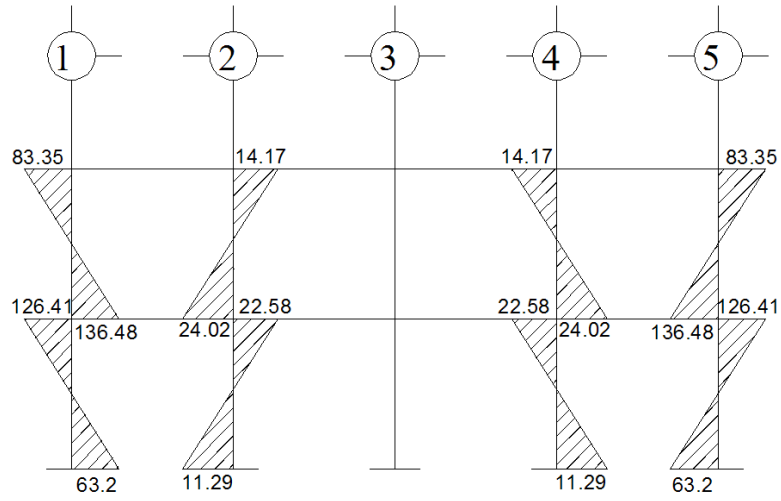
Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Momentos por carga viva en columnas sentido X (kg-m)**



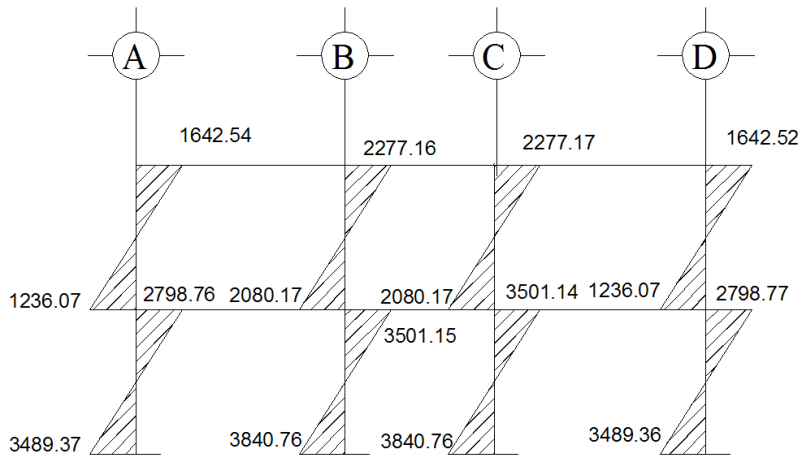
Fuente: elaboración propia.

Figura 21. **Momentos por carga viva en columnas sentido Y (kg-m)**



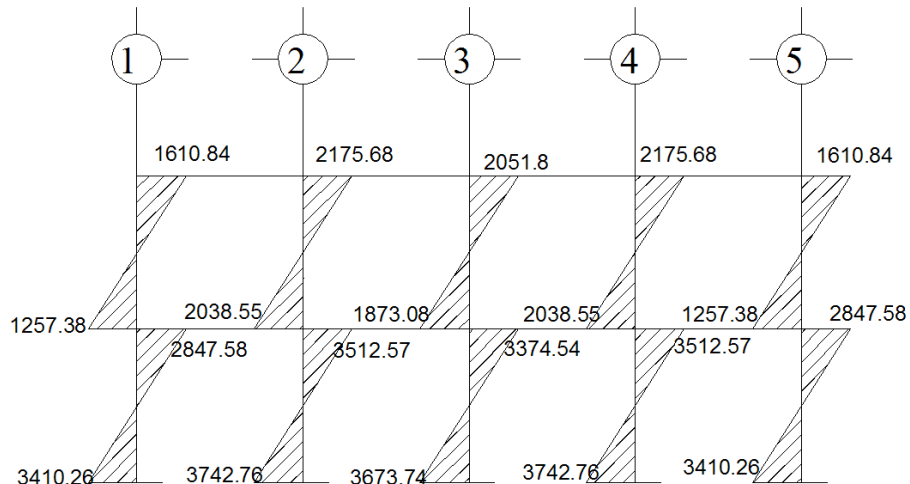
Fuente: elaboración propia.

Figura 22. **Momentos por carga de sismo en columnas sentido X (kg-m)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 23. **Momentos por carga de sismo en columnas sentido Y (kg-m)**



Fuente: elaboración propia.

#### 2.1.4.3.4. Momentos últimos por envolvente de momentos

La envolvente de momentos es la representación de los esfuerzos máximos que ocurren al superponer los efectos de las cargas muerta, viva, y sismo, las combinaciones que se usan son del código ACI para concreto reforzado. La fuerza de corte y momentos flectores, se toman a rostro para el diseño estructural. Para diseño se toman los valores máximos.

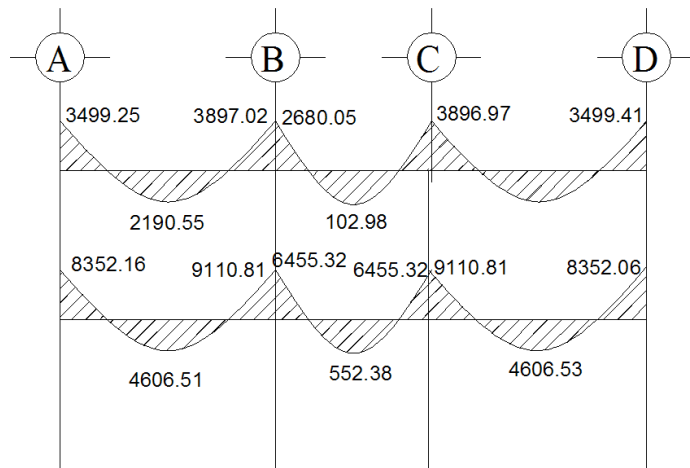
- 1.-  $M = 1,4MCM + 1,7MCV$
- 2.-  $M = 0,75 (1,4 MCM + 1,7 MCV + 1,87 MS)$
- 3.-  $M = 0,75 (1,4 MCM + 1,7 MCV - 1,87 MS)$
- 4.-  $M = 0,9MCM + 1,43MS$
- 5.-  $M = 0,9MCM - 1,43MS$



### 2.1.4.3.5. Diagrama de momentos y corte

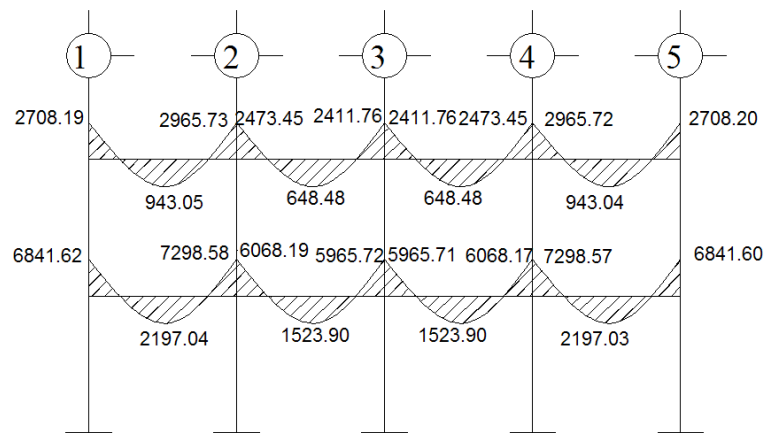
A continuación se muestran los diagramas obtenidos de la envolvente para cada marco:

Figura 24. **Envolvente de momentos en vigas sentido X (kg-m)**



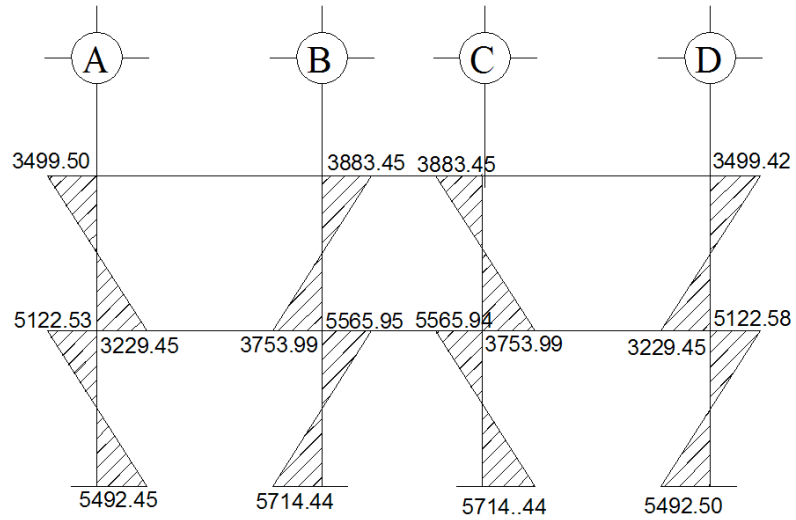
Fuente: elaboración propia.

Figura 25. **Envolvente de momentos en vigas sentido Y (kg-m)**



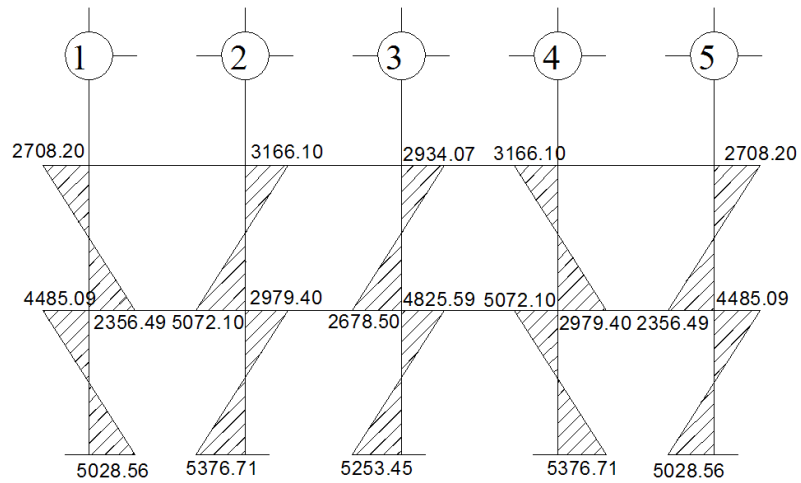
Fuente: elaboración propia.

Figura 26. **Envolvente de momentos en columnas sentido X (kg-m)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 27. **Envolvente de momentos en columnas sentido Y (kg-m)**



Fuente: elaboración propia.

## Esfuerzo de corte

Los cortes en los marcos se calculan con las fórmulas siguientes para el corte en vigas:

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

Para el corte en columnas:

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

Donde:

$W_{cm}$  = Carga muerta distribuida (kg/m)

$W_{cv}$  = Carga viva distribuida (kg/m)

$M_s$  = Momento debido al sismo (kg \* m)

$M_{col}$  = Momentos de envolvente en columna analizada

$L$  = longitud del elemento estructural

Corte en marco critico:

Para la viga 1-2 del segundo nivel marco B:

$$V = 0,75 * 1,4 (120,72 \text{ kg/m} * 3,25) / 2 + 1,7 (162,15 \text{ kg/m} * 3,25) / 2 + 1,87 (1\ 610,82 + 1\ 234,08) / 3,25$$

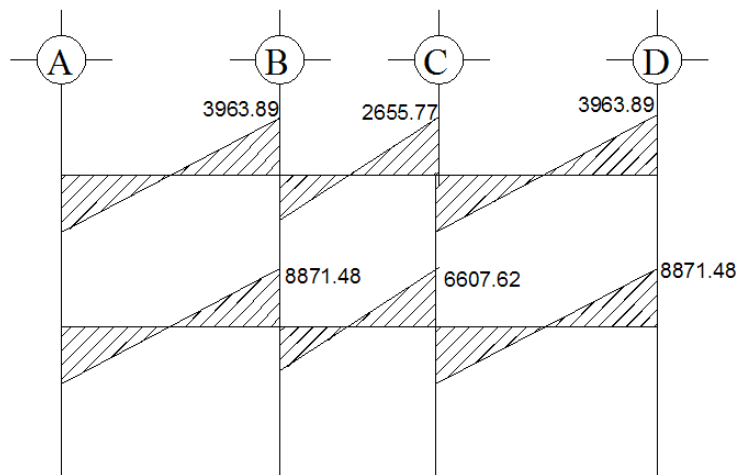
$$V = 3\ 134,61 \text{ kg}$$

Para la columna 1 del segundo nivel marco B:

$$V_{col} = (2\,708,2\text{kgm} + 2\,356,49\text{kgm}) / 3\text{m} = 7\,298\text{ kg}$$

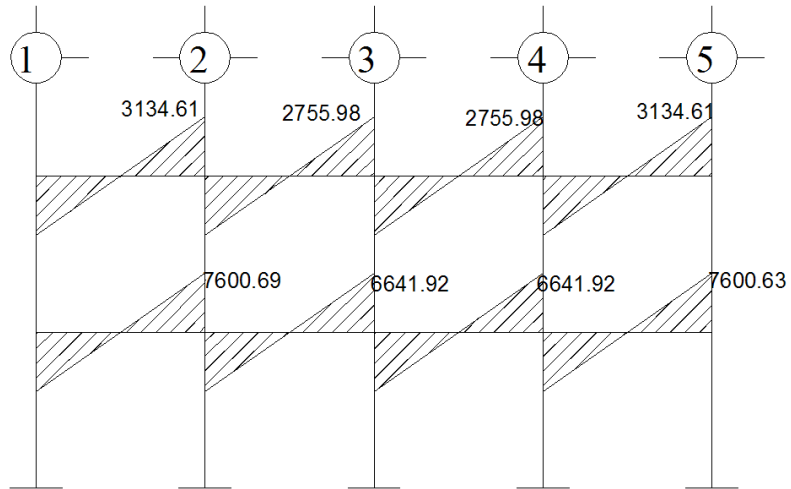
El procedimiento para los demás elementos fue el mismo, a continuación los diagramas de corte para los marcos críticos:

Figura 28. **Diagrama de corte en vigas sentido X (kg)**



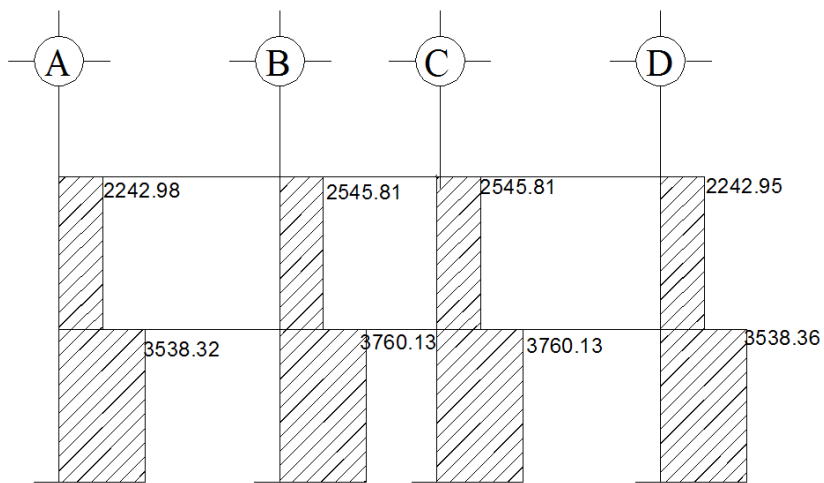
Fuente: elaboración propia.

Figura 29. **Diagrama de corte en vigas sentido Y (kg)**



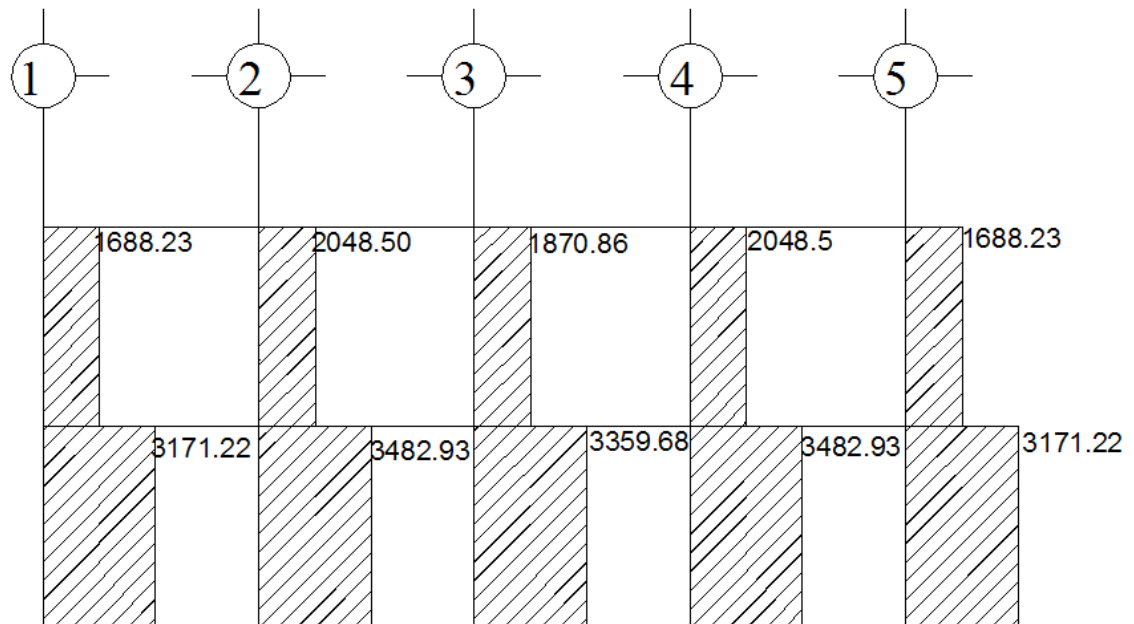
Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **Diagrama de corte en columnas sentido X (kg)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 31. Diagrama de corte en columnas sentido Y (kg)



Fuente: elaboración propia.

## 2.1.5. Diseño estructural

### 2.1.5.1. Losas

En el diseño de las losas según el criterio de la relación de sus aristas, se aplicó el método 3 ACI.

Relación de lados de las losas:

Losas 1,3,4,6:

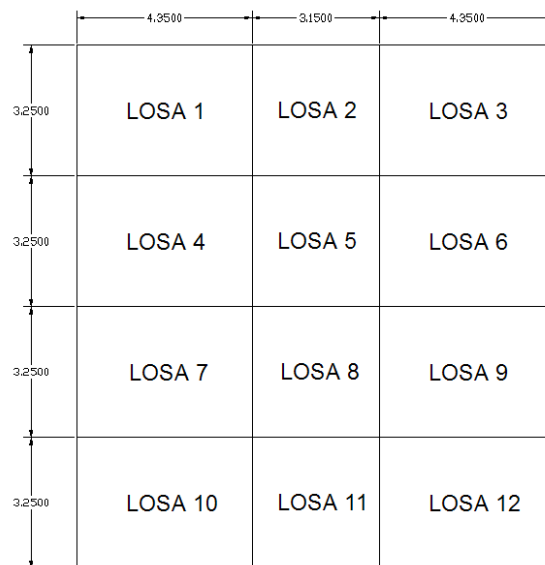
$$m=A/B=3,25/4,35=0,74$$

Losas 2 y 5:

$$M=A/B=3,15/3,25=0,96$$

Por lo tanto las losas serán diseñadas en dos sentidos ya que  $m > 0,5$  en ambos casos, para determinar los casos propuestos por método 3 del ACI se utilizaron las tablas del anexo, el resto se trabaja por simetría.

Figura 32. **Distribución de losas**



Fuente: elaboración propia.

### Datos

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

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

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

$$W_{\text{acabados}} = 80 \text{ kg/m}^2$$

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

$$\text{Espesor de losa} = 0,12 \text{ m}$$

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

Cargas aplicadas:

Aulas=350 kg/m<sup>2</sup>

Pasillos=500 kg/m<sup>2</sup>

Techos=100 kg/m<sup>2</sup>

Integración de cargas

$$CUT=CMU+CVU=1,4(CM)+1,7(CV).$$

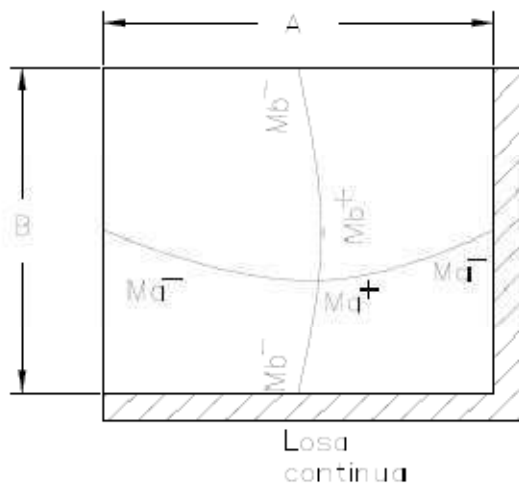
Losa 1,3,4,6:

$$CUT = 1,4 (782 \text{ kg/m}^2) + 1,7 (350 \text{ kg/m}^2) = 1\ 689,8 \text{ kg/m}^2$$

Losas 2 y 5:

$$CUT = 1,4 (782 \text{ kg/m}^2) + 1,7(500 \text{ kg/m}^2) = 1\ 944,8 \text{ kg/m}^2$$

Figura 33. **Determinación de los momentos en losas**



Momentos actuantes según  
coeficientes

$$Ma^+ = Ca^+(CVu)(a)^2 + Ca^+(CMu)(a)^2.$$

$$Mb^+ = Cb^+(CVu)(b)^2 + Cb^+(CMu)(b)^2.$$

$$Ma^- = Ca^-(Cut)(a)^2.$$

$$Mb^- = Cb^-(Cut)(b)^2.$$

Fuente: elaboración propia.



Donde

a = lado corto de losa

b = lado largo de losa

$C_{a+/-}$ ,  $C_{b+/-}$  = factores dados por relación a/b

$M_{a-}$ ,  $M_{b-}$  = momentos negativos en losa

$M_{a+}$ ,  $M_{b+}$  = momentos positivos en losa

En losas sin continuidad el momento negativo es igual:

$$M_{a-} = 1/3 * M_{a+}$$

$$M_{b-} = 1/3 * M_{b+}$$

Losa 1

m = 0,75, caso 4 (ver tablas anexo)

Momentos negativos:

$$M_{a-} = C_{a-}(\text{Cut})(a)^2$$

$$M_{a-} = 0,075(1\ 689,8)(3,25)^2 = 1\ 356,49 \text{ kg-m}$$

$$M_{b-} = C_{b-}(\text{Cut})(b)^2$$

$$M_{b-} = 0,024(1\ 689,8)(4,35)^2 = 767,40 \text{ kg-m}$$

Momentos positivos:

$$M_{a+} = C_{a+}(\text{CVu})(a)^2 + C_{a+}(\text{CMu})(a)^2$$

$$M_{a+} = 0,043(1\ 094,8)(3,25)^2 + 0,052(595)(3,25)^2 = 824,04 \text{ kg-m}$$

$$M_{b+} = C_{b+}(\text{CVu})(b)^2 + C_{b+}(\text{CMu})(b)^2$$

$$M_{b+} = 0,013(1\ 094,8)(4,35)^2 + 0,016(595)(4,35)^2 = 449,45 \text{ kg-m}$$

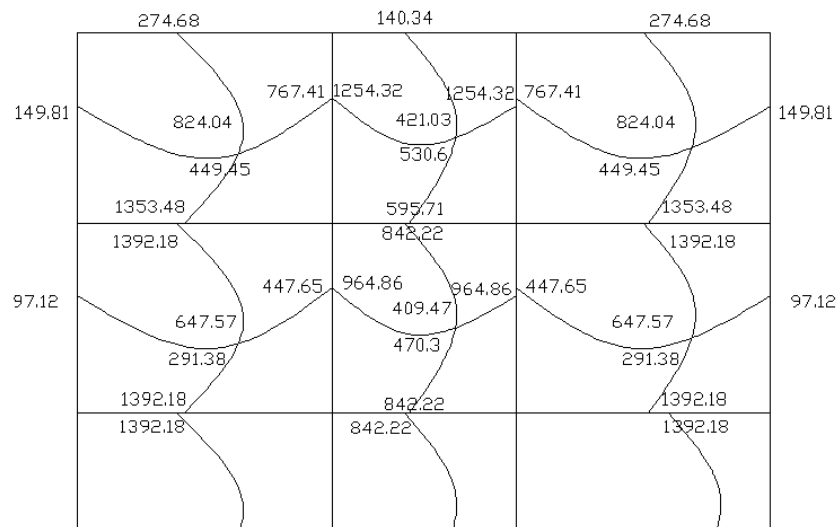
Momentos negativos en lado de losa sin continuidad:

$$Ma^- = 1/3 * Ma^+ = 1/3 * (824,04 \text{ kg-m}) = 274,68 \text{ kg-m}$$

$$Mb^- = 1/3 * Mb^+ = 1/3 * (449,45 \text{ kg-m}) = 149,81 \text{ kg-m}$$

El procedimiento fue el mismo para el resto de las losas.

Figura 34. Momentos en losas



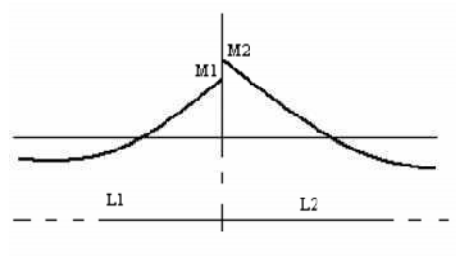
Fuente: elaboración propia.

Por simetría los momentos en las losas posteriores son iguales.

### Balance de momentos

Sí el momento negativo en un lado de un apoyo es menor que el del otro lado, la diferencia se distribuye en proporción a la rigidez; esto se hace para determinar el valor del momento balanceado (MB), para el cual el código ACI recomienda el procedimiento siguiente:

Figura 35. **Balance de momentos**



Fuente: elaboración propia, según cálculos.

$M2 > M1$

- Sí  $M1 > 0,8 * M2$ ; entonces,  $MB = (M1 + M2) / 2$
- Sí  $M1 < 0,8 * M2$ ; se distribuye proporcional a la rigidez de las losas

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

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

$L_1, L_2$  = longitudes de losas

$D_1, D_2$  = factores de distribución de losas 1 y 2

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

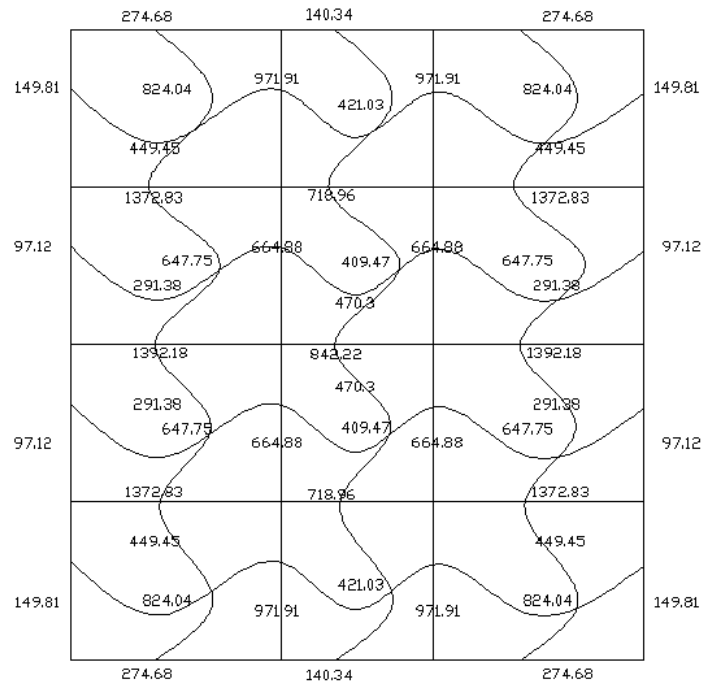
Para realizar la distribución se efectúa el cálculo siguiente:

$$MB = M1 + (M2 - M1) * D1$$

$$MB = M2 - (M2 - M1) * D2$$

MB = Momento balanceado

Figura 36. **Momentos balanceados en losas del primer nivel**



Fuente: elaboración propia.

### Diseño del armado de losa

Se define el área de acero mínimo y el momento que resiste, luego calcular el acero de refuerzo para los momentos mayores al que resiste el acero mínimo.

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

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

Espesor de losa = 0,12m

B = 100 cm (franja unitaria)

Recubrimiento = 2,5 cm

Ørefuerzo = 3/8"

Acero mínimo

$$A_{smín} = \rho_{mín} * b * d$$

$$\rho_{mín} = 14,1 / f_y$$

b = franja unitaria

t = espesor de la losa

d = peralte efectivo

$$d = t - \text{rec min} - \varnothing/2 = 9,02 \text{ cm}$$

$$A_{smín} = (14,1 / 2810) * 100 * 9,02 = 4,04 \text{ cm}^2$$

Separación para  $A_{smín}$  con varillas No. 3

$$4,52 \text{ cm}^2 \quad - \quad 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \quad - \quad S$$

Aplicando una regla de tres:

$$S = 0,71 * 100/4,52 = 15,70 \text{ cm}$$

La separación máxima que permite el ACI es  $2t$ .

$$S_{máx} = 2 * t$$

$$S_{máx} = 2 * 12,00$$

$$S_{máx} = 24,00$$

Ya que la separación para tener acero mínimo es menor que la separación máxima, se ha de tomar como separación máxima  $S = 15 \text{ cm}$ .

Calculando el momento que resiste  $A_{smín}$ :

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

$$M_{ASMÍN} = 0,9 \left[ 4,52 * 2\ 810 \left( 9,02 - \frac{4,52 * 2\ 810}{1,7 * 210 * 100} \right) \right]$$

El momento que resiste  $M_{Asmín} = 990,41 \text{ kg-m}$

Para los momentos menores a  $M_{Asmín}$ , se armarán con  $A_{smín}$  y  $S = 15 \text{ cm}$ , para momentos mayores se armarán según indique el cálculo.

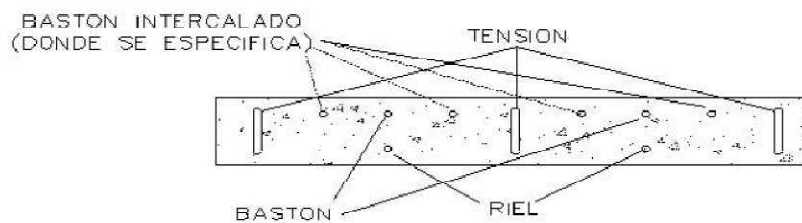
Tabla III. **Área de acero para momentos mayores al soportado por el área de acero mínimo**

M (kg-m)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	S (cm)
1 372,83	6,37	11,15
1 392,18	6,46	10,99

Fuente: elaboración propia.

Las losas del primer y segundo nivel serán armadas con varillas No. 3 a cada 0,15 m y se hará uso de bastón intercalado entre tensión y riel en los puntos donde se requiera.

Figura 37. **Detalle de armado en losas**



Fuente: elaboración propia.

## Revisión por corte

El esfuerzo de corte lo resiste el concreto; por tal razón, se verifica si el espesor de losa es el adecuado.

$$V_{\max} = \text{CUT} \cdot L/2$$

$$V_{\max} = 1\,944,18 \cdot 3,15/2 = 3\,062,08 \text{ kg}$$

## Corte máximo resistente

$$V_{\text{res}} = 0,53 \cdot \theta \cdot b \cdot d \cdot f'c$$

$$V_{\text{res}} = 0,53 \cdot 0,85 \cdot 100 \cdot 9,02 \cdot \sqrt{210} = 5\,888,58 \text{ kg}$$

Como  $V_{\text{res}} > V_{\text{máx}}$ , el espesor de la losa es adecuado, en caso contrario sería necesario aumentar el espesor.

### 2.1.5.2. Vigas

Son elementos estructurales que trabajan a flexocompresión y fuerzas cortantes.

Los datos necesarios para realizar el diseño se toman de la envolvente de momentos en las vigas, a manera de ejemplo se diseña la viga crítica en el edificio, ésta es la viga 1-2 del marco B en el primer nivel.

Datos:

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

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

$$\text{Sección} = 30 \cdot 45 \text{ cm}$$

$$\text{Rec.} = 3 \text{ cm}$$

$$d = 45 - 3 \text{ cm} = 42 \text{ cm}$$

$$M1(-) = 3\,499,25 \text{ kg-m}$$

$$M(+) = 2\,190,55 \text{ kg-m}$$

$$M2(-) = 3\,897,02$$

#### Cálculo de $A_{smín}$

En ningún caso el refuerzo a flexión en una viga debe ser menor a éste, si en caso todas las vigas demandan un refuerzo menor al mínimo sería adecuado reducir la sección propuesta.

Acero mínimo:

$$A_{smín} = \rho_{mín} * b * d$$

$$\rho_{mín} = 14,1 / f_y$$

$$A_{smín} = (14,1/2810) * 30 * 42 = 6,32 \text{ cm}^2$$

#### Cálculo de $A_{smáx}$

$$A_{smáx} = 0,5 * \rho_{bal} * b * d$$

Donde:

$$\rho_{bal} = (0,85 * 0,85 * 210 * 6,115) / (2\,810 * (6\,115 + 2\,810))$$

$$\rho_{bal} = 0,03699$$

$$A_{smáx} = 0,5 * 0,03699 * 30 * 42 = 23,30 \text{ cm}^2$$



Refuerzo longitudinal solicitado

Se calcula con la siguiente ecuación:

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

Calculando  $A_s$  para  $M(-)1=3\ 897,02$  kg-m

$$A_s = \left[ 30 \cdot 42 - \sqrt{(30 \cdot 42)^2 - \frac{3\ 897,02 \cdot 30}{0,003825 \cdot 210}} \right] \cdot \frac{0,85 \cdot 210}{2\ 810} = 3,75$$

Tabla IV. **Cálculo de área de acero**

	Momentos	ASreq	ASmín	ASmáx
M(-)1	3 499,25	3,36	6,32	23,30
M(+)	2 190,55	2,09	6,32	23,30
M(-)2	3 897,02	3,75	6,32	23,30

Fuente: elaboración propia.

Para el armado final de la viga, se deben cumplir con los siguientes requisitos sísmicos, según el código ACI-318 Cap. 21:

- Cama superior

Colocar 2 varillas como mínimo, con el área mayor de las opciones:

- $A_{s\text{mín}} = 6,32$  cm<sup>2</sup>
- 33%  $A_{s(-)}$  mayor = 3,75 cm<sup>2</sup>

Para este caso será necesario colocar Asmín, por lo tanto se colocan 2#6 + 1#4 corridas,  $A_s=6,73 \text{ cm}^2$

- Cama inferior

Colocar 2 varillas como mínimo, con el área mayor de las opciones:

- $A_{smín} = 6,32 \text{ cm}^2$
- $50\%A_s(+) = 1,04 \text{ cm}^2$
- $50\%A_s(-) \text{ mayor} = 1,87 \text{ cm}^2$

Para este caso será necesario colocar  $6,32 \text{ cm}^2$ , utilizando 2#6 + 1#4 corridas. El procedimiento fue el mismo para cada viga de la estructura, para las vigas con momentos de magnitud similar se consideró un promedio para diseñar el refuerzo a flexión, a continuación el resumen:

Tabla V. Diseño de vigas a flexión

	Viga	M	Momentos	As	Asmín	33%As(-)	Cama superior	50%As(-)	50%As(+)	Cama inferior	Varillas corridas			Varilla bastones		
											#6	#4	As-Ascorrido	#6	#5	#4
M a r c o 2	A-B n2	M(-)1	3 499,25	3,36	6,32	1,23	6,32	1,87	1,04	6,32	2	1	-			
		M(+)	2 190,55	2,08							2	1	-			
		M(-)2	3 897,02	3,75							2	1	-			
	B-C n2	M(-)1	2 680,05	2,56	6,32	0,84	6,32	1,28	0,04	6,32	2	1	-			
		M(+)	102,98	0,09							2	1	-			
		M(-)2	2 679,97	2,56							2	1	-			
	A-B n1	M(-)1	8 352,16	8,29	6,32	3,00	6,32	4,54	2,23	6,32	2	1	1,32		1	
		M(+)	4 606,51	4,46							2	1	-			
		M(-)2	9 110,81	9,09							2	1	2,12	1		
	B-C n1	M(-)1	6 455,32	6,32	6,32	2,08	6,32	3,16	0,26	6,32	2	1	-			
		M(+)	552,38	0,52							2	1	-			
		M(-)2	6 455,32	6,32							2	1	-			
M a r c o b	1-2 n2	M(-)1	2 708,19	2,59	6,32	0,93	6,32	1,42	0,44	6,32	2	1	-			
		M(+)	943,05	0,89							2	1	-			
		M(-)2	2 965,73	2,84							2	1	-			
	2-3 n2	M(-)1	2 473,45	2,36	6,32	0,77	6,32	1,18	0,30	6,32	2	1	-			
		M(+)	648,48	0,61							2	1	-			
		M(-)2	2 411,76	2,30							2	1	-			
	1-2 n1	M(-)1	6 841,62	6,72	6,32	2,37	6,32	3,59	1,04	6,32	2	1	-			
		M(+)	2 197,04	2,09							2	1	-			
		M(-)2	7 298,58	7,19							2	1	0,22			1
	2-3 n1	M(-)1	6 068,19	5,93	6,32	1,95	6,32	2,96	0,72	6,32	2	1	-			
		M(+)	1 523,9	1,44							2	1	-			
		M(-)2	5 965,72	5,82							2	1	-			

Fuente: elaboración propia.

### Diseño a corte

Después de calcular el armado por flexión, se calcula el refuerzo para resistir los esfuerzos cortantes sobre la viga.

Si  $V_{res} > V_u$ , la viga necesita estribos solo por armado, a  $S_{m\acute{a}x.} = d/2 < 30$  cm.

Si  $V_{res} < V_u$ , se diseñan estribos por corte.

$$V_{res} = 0,53 \cdot 0,85 \cdot b \cdot d \cdot (f'c)^{1/2}$$

$$V_{res} = 0,53 \cdot 0,85 \cdot 25 \cdot 41 \cdot (280)^{1/2} = 8\,225,74$$

$$V_u = 3\,963,89 \text{ kg}$$

Como  $V_u < V_{res}$ , se toma el espaciamiento máximo.

$$S_{max} = d/2 = 42/2 = 21 \text{ cm}$$

Según ACI artículo 21.3.3.2, deben colocarse estribos en una longitud igual a  $2d$  (84 cm para este caso), la longitud a confinar para el diseño es 84 cm medida desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos del elemento en flexión. El primer estribo debe estar situado a no más de 5 cm, de la cara del elemento de apoyo.

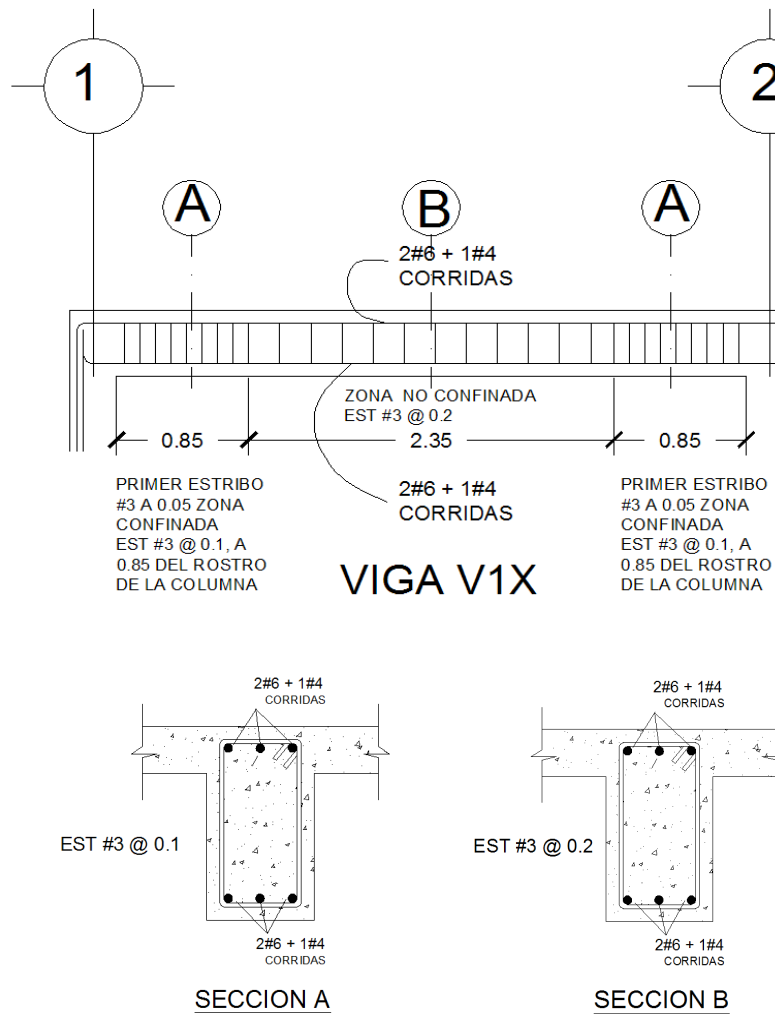
El espaciamiento máximo de los estribos en la zona de confinamiento no debe exceder de:

- $d/4 = 10,5$  cm
- $8 \text{ } \varnothing_{var} \text{ longitudinal} = 15,28$  cm

- 24 Øvar transversal = 22,8 cm
- 30 cm

Separación de estribos en zona confinada: 10 cm y 20 cm en zona no confinada, con varilla No.3.

Figura 38. **Detalle de armado en Viga 1X**



Fuente: elaboración propia.

### 2.1.5.3. Columnas

Las columnas son elementos estructurales que están sometidas a carga axial y momentos flexionantes. Para el diseño, la carga axial es el valor de todas las cargas últimas verticales que soporta la columna, esta carga se determina por el área tributaria. Los momentos flexionantes son tomados del análisis estructural. Para diseñar la columna, se toma el mayor de los dos momentos actuantes en extremos de ésta. Para este caso, se diseñan por cada nivel únicamente las columnas críticas, es decir, las que están sometidas a mayores esfuerzos.

El diseño resultante se aplica a todas las columnas del nivel respectivo. En esta sección se describe el procedimiento que se siguió para diseñar la columna típica del segundo nivel del edificio escolar.

#### Datos

Sección de columna = 30 cm\*30 cm

Sección de viga = 30 cm\*45 cm

$M_x = 3\,883,45 \text{ kg} - \text{m}$

$M_y = 3\,166,10 \text{ kg} - \text{m}$

$V_x = 2\,545,81 \text{ kg}$

$V_y = 2\,048,50 \text{ kg}$

Longitud de columna = 3,00 m

Longitud de vigas = 7 m

Área tributaria = 12,18 m<sup>2</sup>

Espesor de losa = 0,12 m

Cálculo del factor de carga última:

Se calcula con la siguiente ecuación:

$$FCU = \frac{CU}{CM+CV}$$

$CMU = 1,4(W_{acabados} + W_{losa} + W_{sobrecarga})$ .

$$CMU = 1,4(80 + 288 + 60) = 599,2$$

$$CVU = 1,7 * (100)$$

$$CVU = 170$$

$$CU = CMU + CVU = 599,2 + 170 = 769,2$$

$$FCU = 769,2 / (100 + 428) = 1,46$$

Cálculo de la carga axial:

$$P_u = (A_T * CU) + (PP \text{ vigas} * F_{cu})$$

$$P_u = (12,18 * 769,2) + (2 \text{ } 400 * 0,30 * 0,45 * 7 * 1,46)$$

$$P_u = 12 \text{ } 680,14 \text{ kg}$$

Esbeltez (E): las columnas se clasifican según su esbeltez, con el objetivo de ubicarlas en un rango, para determinar su comportamiento bajo cargas sometidas y diseñarlas con base en esto.

- Columnas cortas ( $E < 22$ ): diseñarlas con los datos originales del diseño estructural.

- Columnas intermedias ( $22 > E > 100$ ): diseñarlas magnificando los momentos actuantes.
- Columnas largas ( $E > 100$ ): no construirlas.

Cálculo de coeficiente que miden el grado de empotramiento a la rotación en las columnas ( $\Psi$ ):

Extremo superior:  $\Psi = \Sigma \text{ col} / \Sigma \text{ vigas}$ .

Sentido X

$$I_{\text{col}} = 0,3 \cdot 0,3^3 / 12 = 0,000675$$

$$I_{\text{vig}} = 0,30 \cdot 0,45^3 / 12 = 0,0022$$

$$K_{\text{col}} = 0,000675 / 3 = 0,000225$$

$$K_{\text{vig izquierda}} = 0,0022 / 4,35 = 0,000505$$

$$K_{\text{vig derecha}} = 0,0022 / 3,15 = 0,000698$$

$$\Psi_a = 0,000225 / (0,000505 + 0,000698) \text{ (extremo superior)}$$

$$\Psi_a = 0,187$$

$$\Psi_b = 2 \cdot 0,000225 / (0,000505 + 0,000698) \text{ (extremo inferior)}$$

$$\Psi_b = 0,374$$

$$\Psi_p = 0,28$$

Cálculo de K (factor de longitud efectiva)

$$K = 20 - \Psi_p / 20 \cdot (1 + \Psi_p)^{1/2}, \text{ si } \Psi_p < 2$$

$$K = 0,9 (1 + \Psi_p)^{1/2}, \text{ si } \Psi_p > 2$$

Como  $\Psi_p < 2$ :

$$K = 20 - 0,281 / 20 * (1 + 0,55)^{1/2} = 1,116$$

Esbeltez en columna

$$E = K * Lu / \sigma, \text{ donde } \sigma = 0,3 * \text{lado}$$

$$E = 31,62$$

31,62 > 22 y < 100; Se clasifica como columna intermedia

Esbeltez de columna, sentido Y

$$\Psi_p = 0,2492$$

$$K = 1,10$$

$$E = 31,27 > 22 \text{ y } < 100; \text{ columna intermedia}$$

Según los resultados de esbeltez, se deben magnificar los momentos actuantes.

Magnificación de momentos

Cuando se hace un análisis estructural de segundo orden, en el cual se toman en cuenta las rigideces reales, los efectos de las deflexiones, los efectos de la duración de la carga y cuyo factor principal a incluir es el momento debido a las deflexiones laterales de los miembros, se pueden diseñar las columnas utilizando directamente los momentos calculados. Por otro lado, si se hace un análisis estructural convencional de primer orden, como en este caso, en el cual se usan las rigideces relativas aproximadas y se ignora el efecto de desplazamientos lateral de los miembros, es necesario modificar los valores



calculados con el objetivo de obtener valores que tomen en cuenta los efectos de desplazamiento. Para este caso, esa modificación se logra utilizando el método ACI de magnificación de momentos.

Sentido X

Factor de flujo plástico del concreto:

$$\beta_d = \frac{CMU}{CM} = \frac{599,2}{769,2} = 0,77$$

Cálculo del EI total del material

$E_c = 15\ 100\ f'c$

$$EI = \frac{E_c \cdot I_g}{2,5(1 + \beta_d)}$$

$$EI = \frac{15\ 100 \sqrt{210} \cdot \left(\frac{1}{12}\right) 30^4}{2,5(1 + 0,77)}$$

$$EI = 333,79\ \text{ton-m}^2$$

Cálculo de la carga crítica de pandeo de Euler:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot EI}{(KLu)^2}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * 333,79}{(1,116 * 2,55)^2}$$

$$P_{cr} = 406,78 \text{ ton}$$

Magnificador de momentos

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{P_{cr}}}$$

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{12,68}{0,7 * 406,78}}$$

$$\delta = 1,05$$

Momento de diseño sentido X

$$M_{dx} = \delta * M_u = 1,05 * 3\ 883,45 = 4\ 077,62 \text{ kg-m}$$

Momento de diseño sentido Y

$$B_d = 0,77$$

$$EI = 333,79 \text{ t-m}^2$$

$$P_{cr} = 415,97 \text{ ton}$$

$$\delta = 1,045$$

$$M_{dy} = \delta * M_u = 1,045 * 3\ 166,10 \text{ kg-m} = 3\ 310,25 \text{ kg-m}$$

## Acero longitudinal por el método *BRESLER*

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

Límites de acero:

Según ACI, el área de acero en una columna debe estar dentro de los siguientes límites  $1\% A_g < A_s < 6\% A_g$ , en zona sísmica.

$$A_{s\text{mín}} = 0,01 (30 \times 30) = 9 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{máx}} = 0,06 (30 \times 30) = 54 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armado propuesto: } 4 \text{ varillas } \#8 + 4 \text{ varillas } \#6 = 31,68 \text{ cm}^2$$

Para este método se usan los diagramas de interacción para diseño de columnas

Tabla VI. **Cálculo de área de acero en columna**

Asmín	As propuesto	Asmáx
9 cm <sup>2</sup>	31,68 cm <sup>2</sup>	54 cm <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia.

Parámetros independientes

$$Y_{x,y} = \frac{d-d'}{h}$$

$$Y_{x,y} = \frac{27,00-3,00}{30,00}$$

$$Y_{x,y} = 0,80$$

Excentricidades

$$e_x = M_{dx}/P_u = 4\,077,62/12\,680,14 = 0,3215$$

$$e_y = M_{dy}/P_u = 3\,310,25/12\,680,14 = 0,2610$$

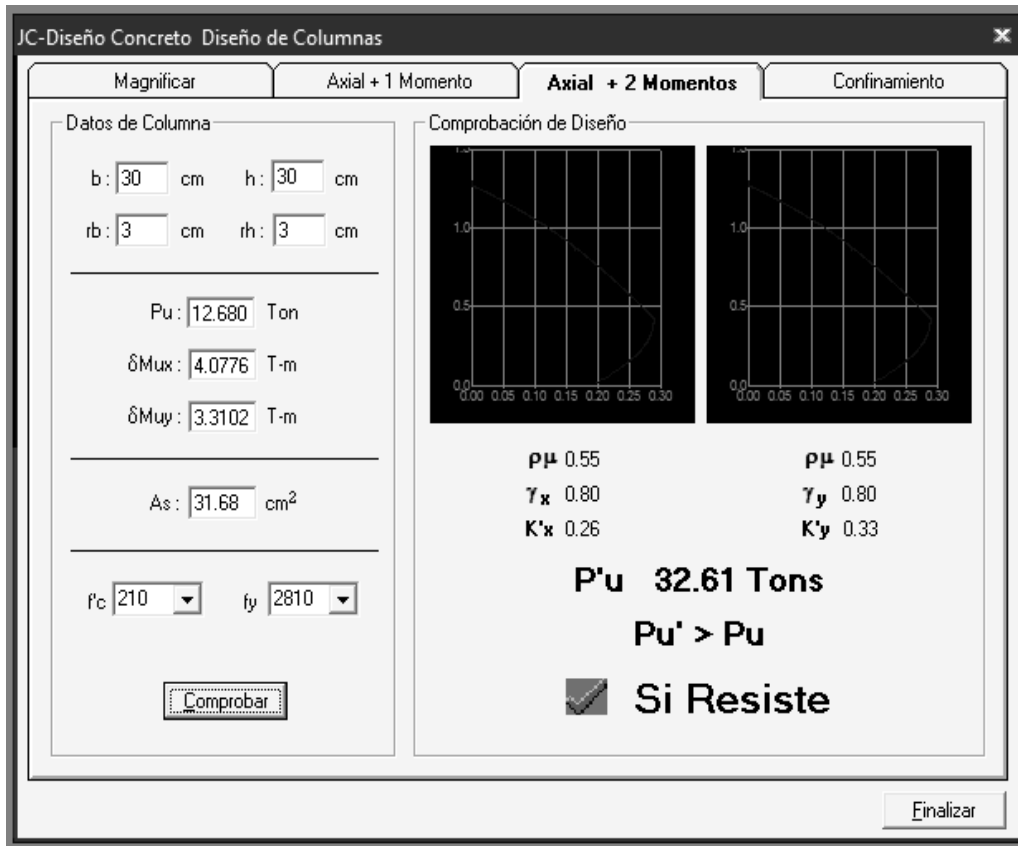
Al conocer las excentricidades se calcula el valor de las diagonales

$$e_x/h_x = 0,3215/0,30 = 1,07$$

$$e_y/h_y = 0,2610/0,30 = 0,87$$

Para obtener los diagramas de interacción de la columna se utilizó el *software* JC- Diseño de concreto, y por medio de estos se obtienen los valores de  $K_x$  y  $K_y$ .

Figura 39: Carga resistente, JC-Diseño de Concreto



Fuente: Julio Corado Franco, Programa para el diseño completo de marcos de concreto reforzado, Jc Diseño concreto. Facultad de Ingeniería USAC 1998.

$k_x=0,26$ ,  $k_y=0,33$

Cargas

Carga resistente de la columna a una excentricidad  $e_x$ :

$$P'_{ux} = K_x \cdot f'_c \cdot b \cdot h = (0,26)(210)(30 \cdot 30) = 49\ 140\ \text{kg}$$

Carga resistente de la columna a una excentricidad  $e_y$ :

$$P'_{uy} = K_y \cdot f'_c \cdot b \cdot h = (0,33)(210)(30 \cdot 30) = 62\ 370\ \text{kg}$$

Carga axial resistente de la columna:

$$P'o = \phi(0,85 * f'c(Ag - As) + As * fy)$$

$$P'o = 0,70 (0,85*210(900-31,68)+31,68*2 810)$$

$$P'o = 170 811,14 \text{ kg}$$

Carga resistente de la columna:

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

$$P'u = \frac{1}{\frac{1}{49 140} + \frac{1}{62 370} + \frac{1}{170 811,14}}$$

$$P'u = 32,76 \text{ ton}$$

La carga resistente de la columna deberá ser mayor que la carga ultima dividida entre 0,70

$$P'u > \frac{Pu}{0,7}$$

$$32 760 > \frac{12 680,14}{0,7}$$

$$32 760 > 18 114,48$$

Como  $Pu=32 760 \text{ kg}$ , el armado de la columna propuesta es adecuado. Caso contrario sería necesario aumentar el acero por debajo del  $A_{smáx}$ , en

caso de requerir mayor refuerzo que el permitido por Asmáx será necesario aumentar la sección propuesta.

#### Cálculo del acero transversal (Estribos)

Además de diseñar las columnas para resistir flexocompresión, es necesario dotarlas con suficiente ductilidad, con el objetivo de que absorban parte de la energía del sismo, esto se logra mediante un mayor confinamiento en los extremos. Se ha determinado que si las columnas se confinan su capacidad de carga es mucho mayor y mejora notablemente la ductilidad de la columna. El procedimiento para proveer refuerzo transversal a las columnas se describe a continuación:

Comparar  $V_r$  con  $V_u$  con los siguientes criterios:

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

Si  $V_r < V_u$  se diseñan los estribos por corte

Se calcula el corte resistente.

$$V_r = 0,85 * 0,53 \sqrt{f'c} * b * d = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 30 * 27 = 5\,287,97 \text{ kg}$$

$$V_u = 2\,545,81 \text{ kg}$$

Se utilizara el espaciamiento máximo

$$S = d/2 = 27/2 = 13,5$$

## Refuerzo por confinamiento

La longitud de confinamiento se escoge entre la mayor de las siguientes opciones:

- $L_u / 6 = 2,55 / 6 = 0,425 \text{ m}$
- Lado mayor de la columna = 0,30 m
- 45 cm

La longitud de confinamiento propuesta es 0,45 m, en ambos extremos.

## Cálculo de la relación volumétrica

$$\rho_s = 0,45((A_g / A_{ch}) - 1)(0,85 * f'_c / f_y)$$

$$\rho_s = 0,45((302 / 272) - 1)(0,85 * 210 / 2810) = 0,016$$

Es necesario chequear que  $\rho_s > 0,12 f'_c / f_y$

$$\rho_s > 0,12 * 210 / 2810 = 0,0089, \text{ chequea.}$$

Calculando el espaciamiento en función de la cuantía volumétrica, utilizando varillas #3:

$$S = \frac{4 * A_v}{\rho_s * L_n} = \frac{4 * 0,71}{0,016 * 24} = 7,4 \text{ cm}$$

Por lo tanto se colocan estribos #3 @ 7cm en la zona de confinamiento.



Por tener varillas en las caras de la columna, se colocará estribos rotados a 45° según ACI.

El procedimiento fue el mismo para las columnas del primer nivel y se obtuvieron los siguientes resultados:

$$M_x = 5\,714,44$$

$$M_y = 5\,376,71$$

$$V_x = 3\,760,13$$

$$V_y = 3\,482,93$$

$$FCU = 1,51$$

$$P_u = 35\,558,60$$

$$k_x = 0,47 \quad k_y = 0,53$$

$$P'_u = 61,72 \text{ ton}$$

Acero longitudinal 4 No. 8 + 4 No. 6

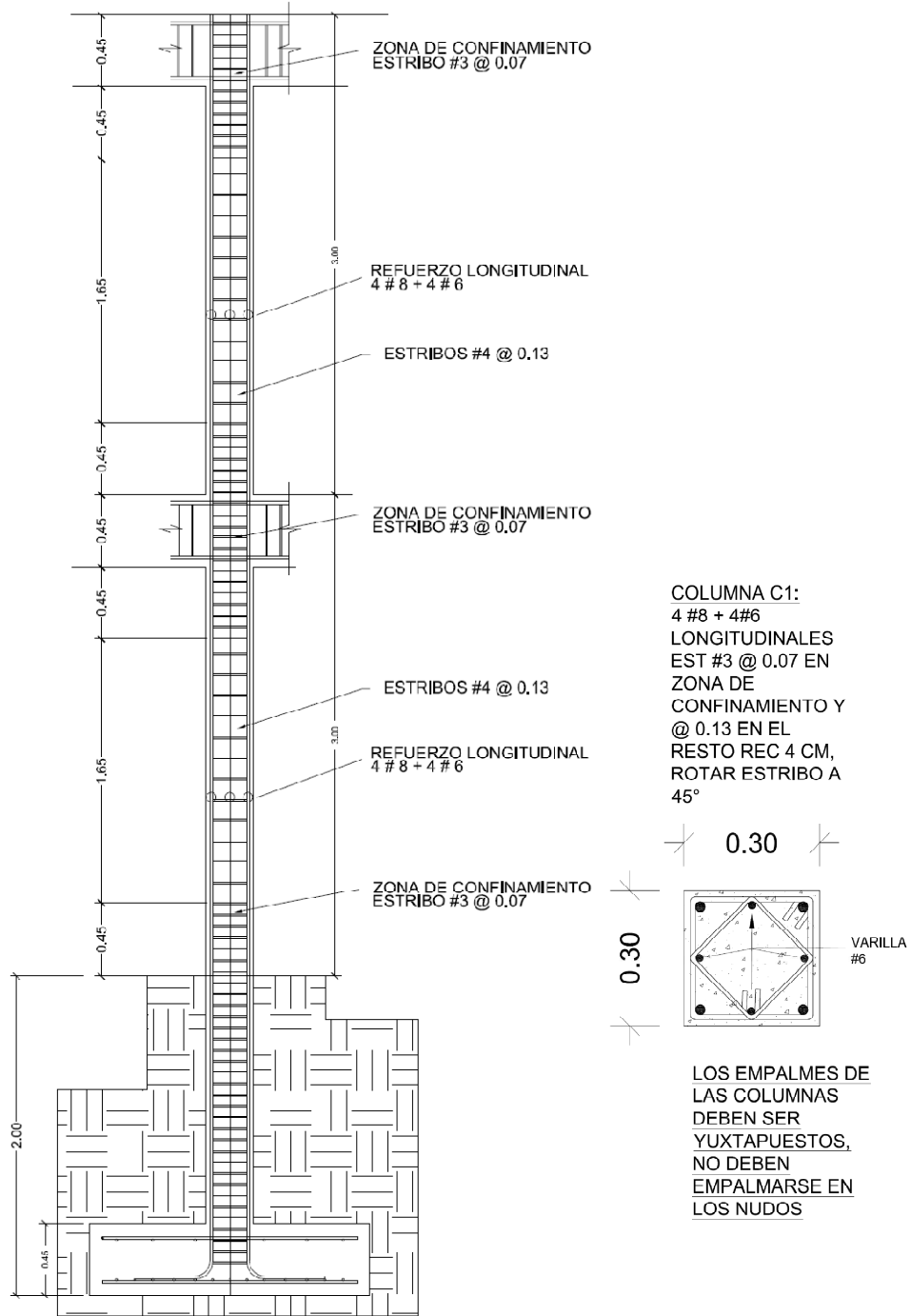
$$P'_u > \frac{P_u}{0,7}$$

$$61\,720 > \frac{35\,558,60}{0,7}$$

$$61\,720 > 50\,798,00$$

Como  $P'_u$  es mayor a  $P_u$  el armado propuesto es adecuado

Figura 40. Detalle de columnas



Fuente: elaboración propia.

#### 2.1.5.4. Zapata y cimiento corrido

Son elementos estructurales que reciben las cargas propias y las exteriores, transmitiéndolo al suelo. El tipo de cimentación depende, principalmente del tipo de estructura, la naturaleza de las cargas, las condiciones del suelo y su costo. En este caso se diseñan zapatas concéntricas de forma cuadrada. Los datos para diseño son el valor soporte del suelo y los momentos obtenidos en el análisis estructural.

Datos

$M_x = 5,71 \text{ ton-m}$

$M_y = 5,37 \text{ ton-m}$

$P_u = 35,56 \text{ ton}$

Desplante = 2 m

$F_{cu} = 1,51$

$\gamma_{\text{concreto}} = 2,40 \text{ Ton/m}^3$

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

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

$V_s = 26,80 \text{ Ton/m}^2$

Pre-dimensionamiento del área de la zapata:

$$A_z = \frac{1,5 \cdot P'_t}{V_s} = \frac{1,5 \cdot 23,43}{26,80} = 1,31 \text{ m}^2$$

Se considera una zapata de 1,75 m X 1,75 m, para un área de zapata de 3,06 m<sup>2</sup>, ya que según las características del suelo de la región son malas, se procede a chequear este valor.

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

$$q = \frac{P_{cg}}{A_z} \pm \frac{M_{tx}}{S_x} + \frac{M_{ty}}{S_y} \text{ donde } S = \frac{bh^2}{6}$$

Se debe tomar en cuenta que  $q$  no debe ser negativo, ni mayor que el valor soporte ( $V_s$ ), para la zapata se tiene:

$$S_x = S_y = \frac{1,75 \cdot 1,75^2}{6} = 0,89$$

$$P = P' + P_{columna} + P_{suelo} + P_{cimiento}$$

$$P = 23,43 + 8,69 + 0,65 + 3,30 = 36,07 \text{ ton}$$

$$q_{max} = \frac{36,07}{3,06} + \frac{3,76}{0,89} + \frac{3,54}{0,89} = 19,99 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_{min} = \frac{36,07}{3,06} - \frac{3,76}{0,89} - \frac{3,54}{0,89} = 3,58 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$q_{m\acute{a}x} = 19,99 \text{ Ton/m}^2$  cumple, no excede el  $V_s$

$q_{m\acute{i}n} = 3,58 \text{ Ton/m}^2$  cumple, sólo compresiones

La presión del suelo, en un punto cualquiera de la zapata, es distinta a la presión en otro punto de la misma. Para efectos de diseño se determina una

presión constante; aplicando un criterio conservador, se realiza el diseño con la presión máxima, afectada por el factor de carga última.

$$q_u = F_{cu} * q_{max} = 1,5179 * 19,99 = 30,34 \text{ ton/m}^2$$

#### Espesor de zapata

Dimensionada el área se procede a dimensionar el espesor de la zapata, basados en que el recubrimiento del refuerzo no sea menor de 0,075 m, y que el peralte efectivo sea mayor de 0,15 m mas el recubrimiento y el diámetro de la varilla a utilizar. Dicho espesor debe ser tal que resista los esfuerzos de corte y para este caso será de 45 cm.

#### Peralte efectivo

$$d = t - \text{rec.} - \varnothing_{\text{var}}/2 \text{ con un } t \text{ asumido} = 0,45 \text{ m}$$

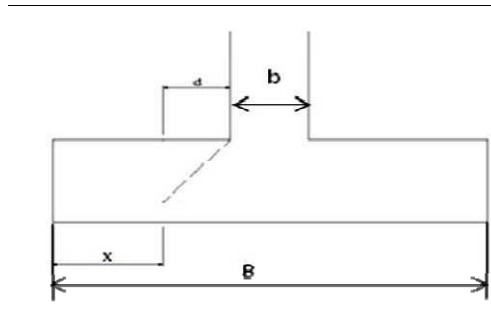
$$d = 45 - 7,5 - 2,54/2$$

$$d = 36,23 \text{ cm}$$

#### Corte simple

La falla de las zapatas por esfuerzo cortante ocurre a una distancia igual a  $d$  (peralte efectivo) del borde de la columna, por tal razón se debe comparar en ese límite si el corte resistente es mayor que el actuante.

Figura 41. Corte simple en zapata



Fuente: elaboración propia.

$$x = B/2 - b/2 - d$$

$$x = 1,75/2 - 0,30/2 - 0,3623 = 0,3627 \text{ m}$$

Corte actuante:

$$V_{act} = \text{Área} \cdot q_u = 1,75 \cdot 0,3627 \cdot 30,34 = 19,41 \text{ ton}$$

Corte resistente:

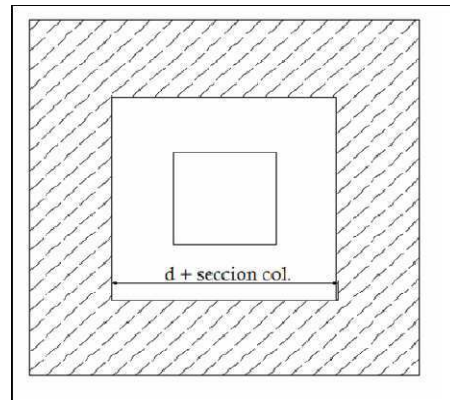
$$V_{res} = 0,53 \cdot \theta \cdot b \cdot d \cdot f'_c = 0,53 \cdot 0,85 \cdot 175 \cdot 36,23 \cdot 210 = 41\,391,47 \text{ kg}$$

$V_{res} > V_{act}$ , el espesor resiste el corte simple.

Corte punzonante

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

Figura 42. Corte punzonante en zapata



Fuente: elaboración propia.

Corte actuante por punzonamiento:

$$d + \text{sección de columna} = 36,23 + 30,00 = 66,23 \text{ cm}$$

$$V_{\text{act pun}} = \text{Área} \cdot q_u = (3,06 - 0,44) \cdot 30,34$$

$$V_{\text{act pun}} = 79,49 \text{ ton}$$

Corte resistente a punzonamiento:

$$V_{\text{rpun}} = 1,06 \cdot \theta \cdot b_o \cdot d \cdot f_c, \quad b_o = 4(b_{\text{col}} + d).$$

$$b_o = 4(30 + 36,23) = 264,92 \text{ cm}$$

$$V_{\text{rpun}} = 1,06 \cdot 0,85 \cdot 264,92 \cdot 36,23 \cdot 210 = 125\,319,17$$

$V_{\text{res}} > V_{\text{act}}$ , el espesor resiste el corte punzonante, las dimensiones son adecuadas, se procede al diseño a flexión.

Diseño del refuerzo:

La zapata se diseña a flexión. La zapata actúa como una losa en voladizo.

$$M_u = \frac{q_u \cdot l^2}{2} = \frac{30\,340 \left( \frac{1,75}{2} - \frac{0,3}{2} \right)^2}{2} = 7\,973,73 \text{ kg-m}$$

$$A_s = \frac{0,85 \cdot 210}{2\,810} * \left[ 100 \cdot 36,23 - \sqrt{(100 \cdot 36,23)^2 - \frac{7\,973,73 \cdot 100}{0,003825 \cdot 21}} \right]$$

$$A_s = 8,87 \text{ cm}$$

El área de acero se calcula con la misma ecuación para el refuerzo de una viga:

$$A_{smin} = 14,1 \cdot b \cdot d / f_y = 14,1 \cdot 100 \cdot 36,23 / 2\,810$$

$$A_{smin} = 18,17 \text{ cm}^2. \text{ Por tanto colocar } A_{smin}$$

Separación para  $A_{smin}$  con varillas No. 6

$$18,17 \text{ cm}^2 \quad - \quad 100 \text{ cm}$$

$$2,85 \text{ cm}^2 \quad - \quad S$$

Aplicando una regla de tres:

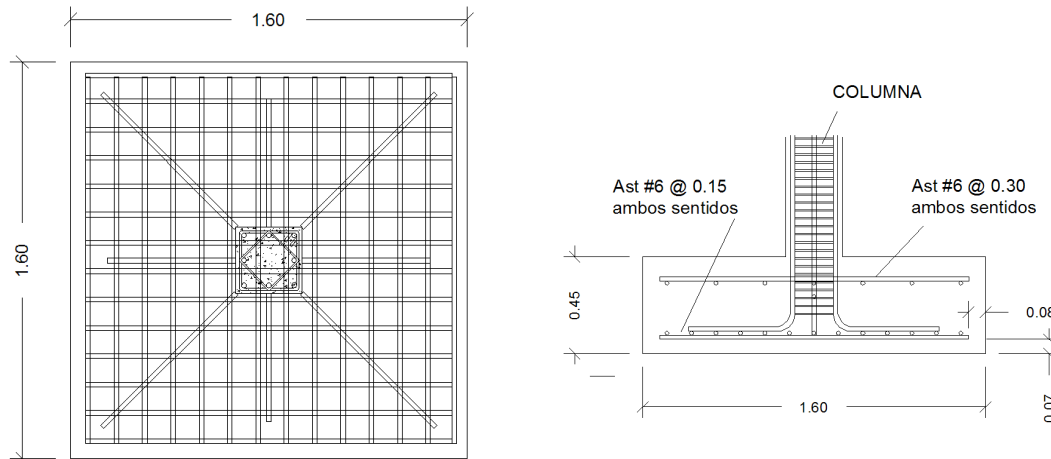
$$S = 2,85 \cdot 100 / 18,17 = 15,67 \text{ cm}$$

Colocar varillas No. 6 @ 15 cm en ambos sentidos de la zapata.

$A_s \text{ temperatura} = 0,002 \cdot b \cdot t = 0,002 \cdot 100 \cdot 45 = 9 \text{ cm}^2$ , utilizando varillas #6 el espaciamiento es de 30 cm en ambos sentidos.



Figura 43. Detalle de armado de zapata



Fuente: elaboración propia.

### Cimiento corrido

Es el cimiento que se le coloca a los muros, éste se calcula como una franja unitaria. Se diseñarán para soportar las cargas superpuestas, dando una distribución adecuada a las mismas, de acuerdo con la resistencia del terreno, debiendo ser continuos para proveer un amarre adecuado entre ellos. Tomando en cuenta que los muros de la estructura son únicamente para dividir ambientes, se propone cimiento corrido, considerando que los muros del primer nivel tendrán una altura aproximada de 3 m.

Las dimensiones mínimas para cimientos corridos son:

Viviendas de un nivel 15 cm x 30 cm

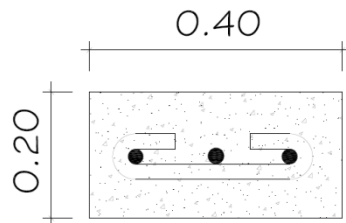
Viviendas de dos niveles 20 cm x 40 cm

El refuerzo mínimo para cimientos corridos es el siguiente:

- Viviendas de un nivel 2  $\varnothing$  No. 3 con eslabones  $\varnothing$  No. 3 @ 30 cm o  $\varnothing$  No. 2 @ 15 cm.
- Viviendas de dos niveles 3  $\varnothing$  No. 3 con eslabones  $\varnothing$  No. 3 @ 30 cm o  $\varnothing$  No. 2 @ 15 cm.

Para este caso se colocarán 3  $\varnothing$  No. 3 con eslabones  $\varnothing$  No. 2 @ 15 cm.

Figura 44. **Detalle de cimiento corrido**



Fuente: elaboración propia.

#### 2.1.5.5. **Gradas**

El módulo de gradas se diseñó como una estructura independiente de los marcos, esto con el fin de que al momento de que ocurra un sismo, ésta no se vea afectada por las acciones de la estructura completa evitando que colapsen, dando tiempo para que los usuarios del segundo nivel evacuen el edificio. Una escalera debe ser cómoda y segura dependiendo de la relación de los peldaños, es decir, la relación de huella y contrahuella y si  $C$  = contrahuella y  $H$  = huella se deben cumplir los siguientes criterios:

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

$$H > c$$

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

$$c + H = 45 \text{ a } 48 \text{ cm}; c \times H = 480 \text{ a } 500 \text{ cm}^2$$

Donde: c = contrahuella H = huella

Cargas de diseño para una escalera:

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

Número de escalones mínimo:

$$h/c_{\max} = 3,2 / 0,18 = 18 \text{ escalones}$$

Se tomarán 9 contrahuellas antes del descanso:

$$\text{Número de huellas} = 9 - 1 = 8 \text{ huellas}$$

Chequeo:

$$c = 18 \text{ cm} < 20 \text{ cm}; H = 28 \text{ cm}$$

$$2c + H = 2(18) + 28 = 64 \leq 64 \text{ cm}; c + H = 18 + 28 = 46 \text{ cm}$$

$$c \times H = 18 \times 28 = 504$$

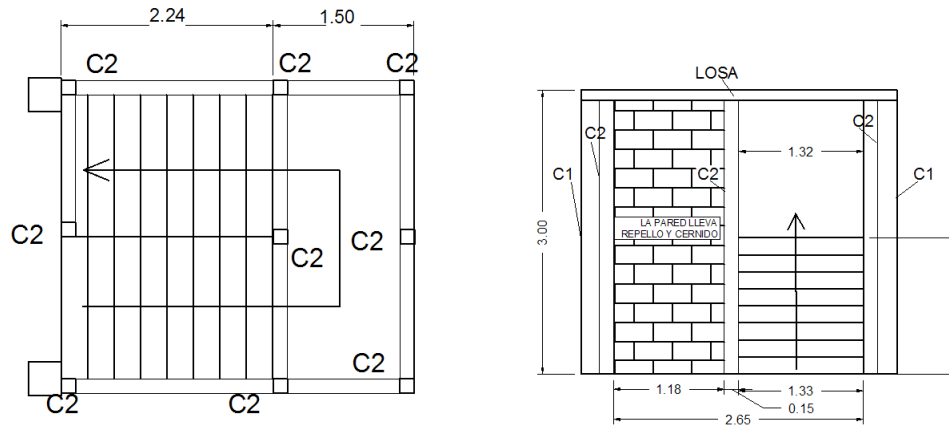
Por lo tanto, se tienen 9 contrahuellas de 18 cm y 8 huellas de 28 cm.

Espesor de la losa.

$$t = L / 24 = 2,92 / 24$$

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

Figura 45. **Planta-elevación módulo de gradas**



Fuente: elaboración propia.

Integración de cargas:

$$\text{Peso propio de la escalera} = \gamma_c * (t + c / 2)$$

$$\text{Peso propio de la escalera} = 2\,400 (0,12 + 0,18 / 2) = 468,00 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Acabados} = 80,00 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Total} = 548,00 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga viva} = 500,00 \text{ kg/m}^2$$

$$C_u = 1,4C_M + 1,7C_V = 1,40 (548,00) + 1,70 (500,00) = 1\,617,20 \text{ kg/m}^2$$

Tomando en cuenta que la longitud de la losa es inclinada se calcula la longitud:

Longitud de la losa:

$$L = \sqrt{2,92^2 + 1,65^2}$$

$$L = 2,92 \text{ m}$$

Cálculo de los momentos actuantes en la losa:

Se considera el diseño de una losa unidireccional apoyada en los muros, por lo tanto:

$$M(+)=\frac{WL^2}{9}=\frac{1\,617,20*2,9^2}{9}=1\,511\text{ kg-m}$$

$$M(-)=\frac{WL^2}{14}=\frac{1\,617,20*2,9^2}{14}=971,35\text{ kg-m}$$

Acero mínimo:

$$A_{smín} = \rho_{mín} * b * d$$

$$\rho_{mín} = 14,1 / f_y$$

b = franja unitaria

t = espesor de la losa

d = peralte efectivo

$$d = t - \text{rec min} - \varnothing/2 = 8,056\text{ cm}$$

$$A_{smín} = (14,1 / 2\,810) * 100 * 8,056 = 4,04\text{ cm}^2$$

$$A_{sM(-)} = \frac{0,85*281}{2\,810} \left[ 100*8,05 - \sqrt{(100*8,05)^2 - \frac{971,35*100}{0,003825*281}} \right] = 4,75\text{ cm}^2$$

Espaciamiento para momento negativo con hierro No. 4

$$4,75\text{ cm}^2 - 100\text{ cm}$$

$$1,27\text{ cm}^2 - S$$

Aplicando una regla de tres:

$$S = 1,27 * 100 / 4,75 = 26,73 \text{ cm}$$

$$AsM(+) = \frac{0,85 * 281}{2 * 810} \left[ 100 * 8,05 - \sqrt{(100 * 8,05)^2 - \frac{1 * 511 * 100}{0,003825 * 281}} \right] = 7,54 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento para momento positivo con hierro No. 4

$$7,54 \text{ cm}^2 \quad - \quad 100 \text{ cm}$$

$$1,27 \text{ cm}^2 \quad - \quad S$$

Aplicando una regla de tres:

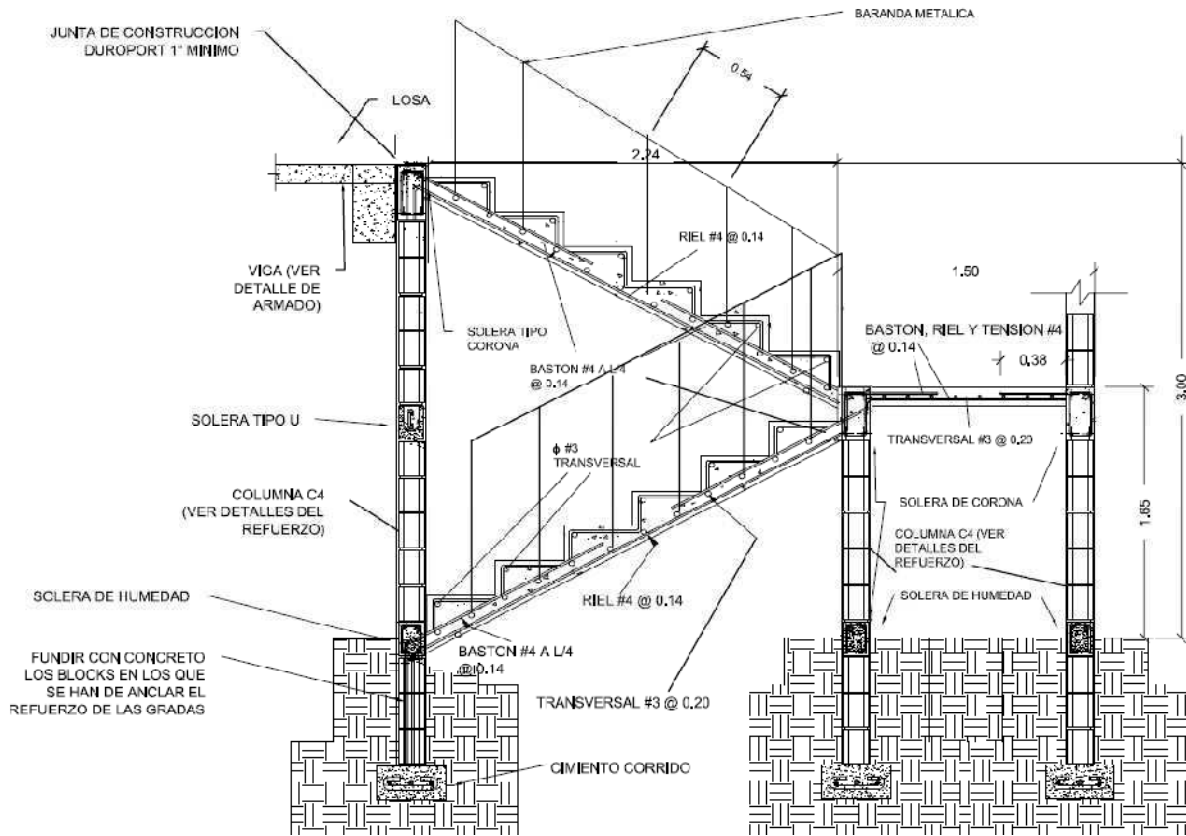
$$S = 1,27 * 100 / 7,54 = 16,84 \text{ cm}$$

Se escoge una separación de 15 cm.

$$\text{Acero por temperatura} = As = 0,002 * b * t = 0,002 (100) * (11) = 2,10 \text{ cm}^2$$

$$Sm\acute{a}x = 2 * t = 2 * 11 = 22 \text{ cm}; \text{ Varilla No. 3 @ 0,20 m}$$

Figura 46. Sección transversal módulo de gradas



Fuente: elaboración propia.

### 2.1.6. Instalaciones eléctricas

El sistema de electricidad está conformado por 2 circuitos principales, uno para iluminación y otro para fuerza, por cada nivel, cada circuito de iluminación está conformado por 6 lámparas tipo industrial de 2x40 watts, el calibre del alambre utilizado en el diseño es 12, el cual tiene una capacidad para 20 amperios, cada circuito está protegido por un flipon de 20 amperios.

Los circuitos de fuerza tienen 6 tomacorrientes dobles de 115 voltios como máximo, el calibre del alambre es 12 y está protegido por un flipón de 20 amperios.

El sistema de electricidad tiene 2 tableros de control (1 por nivel) de 4 polos, se utilizara poliducto  $\frac{3}{4}$ " empotrado en la losa para proteger el alambrado, el sistema eléctrico no incluye la instalación de aparatos especiales que requieran un voltaje mayor, es decir, únicamente para 110 voltios.

Datos:

6 lámparas de 2x40 watts

Voltaje = 120 v

Factor de seguridad = 0.95

$\Sigma cu = 57 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$

$$I = \frac{600 \text{ watts}}{(0,95)(120 \text{ v})} = 5,26 \text{ A}$$

Calculo del área del alambre:

$$A = \frac{2LI}{\sigma_{cu} * e} = \frac{2(8)(5,26)}{57(3.6)} = 0,41 \text{ mm}^2$$

Por lo tanto el radio es de 0,30 mm, para instalaciones eléctricas el mínimo recomendado es calibre 12 el cual tiene un área transversal mayor a la requerida, por lo tanto si es factible.



### 2.1.7. Instalaciones hidráulicas

#### Agua potable

El sistema de agua potable está diseñado como un circuito cerrado para mantener la presión en cada área del edificio, el circuito cuenta con 6 lavamanos y 6 inodoros, se utilizó tubería PVC de  $\varnothing \frac{3}{4}$ " en circuito principal y PVC de  $\varnothing \frac{1}{2}$ " para abastos, la red principal debe estar por lo menos a 0,30 metros por debajo del nivel de piso, además se colocará llave de paso, llave de globo y contador, antes de ingreso de la tubería al edificio.

Dotación = 110 l/h/d

$$Q = 110 * \frac{300}{86400} = 0.38 \text{ l/s}$$

$$Q = V * A = 0,40 * 0,023 = 0,0092 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por lo tanto el caudal mínimo es de 9,2 l/s lo cual es suficiente para cubrir la demanda.

#### Drenaje

El sistema de evacuación de aguas negras y pluviales, es a través de redes independientes, para evitar contaminación e incrementación de caudal en el sistema de drenaje general. Se utilizó tubería PVC de  $\varnothing 3$ ", cajas de registro y cajas unión. La tubería de aguas negras será colocada con una pendiente mínima de 1% y la tubería de agua pluvial con pendiente mínima del 1%.

Determinando diámetro de la tubería

Datos:

Pendiente = 1%

Área tributaria = 0,003326 hectáreas

Tiempo para tramo inicial t = 12 minutos

PVC = 3 plg

Coefficiente de rugosidad de PVC n = 0,010

Coefficiente para escorrentía para superficie de concreto C = 0,90

Intensidad de lluvia para la región de Puerto Barrios en 10 años

$$I = \frac{4049,0}{t+37,14}$$

Encontrando intensidad

$$I = \frac{4049,0}{12+37,14}$$

Caudal de diseño

$$q_{di} = \frac{0,90 \cdot 82,40 \cdot 0,003326}{360} = 0,000685 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$q_{di} = 0,685 \text{ L/s}$$

Encontrando velocidad de flujo de sección llena

$$V = \frac{0,03429 \cdot D^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n} = \frac{0,03429 \cdot (3)^{2/3} \cdot (1/100)^{1/2}}{0,010} = 0,71 \text{ m/s}$$

Área de sección de tubería

$$A=5,067E^{-10}*D^2 = 5,067E^{-10}*(3)^2 = 0,00456 \text{ m}^2$$

Caudal de sección llena

$$Q=A*V=Q=(0,00456)*(0,71) = 3,252E^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q=3,25 \text{ L/s}$$

Como Q mayor que qdi el diámetro de tubería es correcto.

### **2.1.8. Planos constructivos**

Se elaboraron 10 planos, los cuales son:

- Planta amueblada
- Planta acotada
- Planta de cimentación y columnas
- Planta de losas y detalles de vigas
- Corte de muros y detalles estructurales
- Planta de acabados
- Planta instalación hidráulica y de drenajes
- Planta de instalación eléctrica fuerza
- Planta de instalación eléctrica iluminación
- Fachadas y secciones

## 2.1.9. Presupuesto

El presupuesto se elaboró con base en precios unitarios, aplicando un 30% de costos indirectos, en los cuales se incluyen gastos de administración, supervisión y utilidades. Los precios de los materiales se obtuvieron mediante cotizaciones en centros de distribución de la región y la mano de obra se cálculo de acuerdo a los renglones establecidos por la municipalidad.

## 2.1.10. Evaluación de impacto ambiental

La evaluación del riesgo de impacto ambiental, se realizó mediante una boleta de riesgo utilizada en la municipalidad, esta evaluación dio como resultado un punteo de 136 puntos, una calificación superior a los 400 puntos, significa que sería necesario reformular el proyecto, y una calificación superior a 1 000 rechaza por completo el proyecto.

Tabla VII. Evaluación de impacto ambiental

Proyecto Edificación Escolar para nivel primario  
Localización Comunidad Coviempont, Puerto Barrios, Izabal

Identificación y evaluación de riesgo programas/proyectos	Factor	Tipo de evento	N.A.	Expuesto al evento	General al evento	Amenaza					Vulnerabilidad				R=amenaza * vulner		
						0	4	8	10	2	4	8	10				
Naturales	Meteorológicos	Huracanes, ciclones y tifones			X						X					0	
		Tornados			X						X						0
		Tormenta tropical			X						X						0
		Onda termica fria			X						X						0
		Onda termica calida			X							X					0
		Inundaciones					X					X					16
		Sequias que provocan perdidas agricolas						X					X				16
		Otros															
	Topograficos ó geotécnicos	Derrumbes				X					X						0
		Deslizamientos					X				X						8
		Lahares				X					X						0
		Flujos de lodo y agua					X					X					16
		Otros															
	Tectónicos ó geológicos	Terremotos (sismos)				X					X						0
		Erupciones volcánicas				X					X						0
		Maremotos				X					X						0
		otros															



**Tabla VIII. Presupuesto edificio escolar**

PROYECTO: EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES EN LA COMUNIDAD COVIEMPORT UBICACIÓN: PUERTO BARRIOS, IZABAL
--

RESUMEN DE PRESUPUESTO PARA LA EDIFICACIÓN ESCOLAR

No.	RENLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECION UNITARIO	COSTO POR RENGLON
1	TRABAJOS PRELIMINARES				
1,1	Trazo y nivelación	m <sup>2</sup>	154,05	Q 12,95	Q 1 994,95
2	CIMENTACIÓN				
2,1	Zapata tipo Z-1	Unidad	20	Q 4 623,22	Q 92 464,40
2,3	Cimiento corrido	ml	111,25	Q 198,63	Q 22 097,59
3	COLUMNAS				
3,1	Tipo C-1	ml	120	Q 1 454,67	Q 174 560,40
3,2	Tipo C-2	ml	576	Q 299,78	Q 172 673,28
4	SOLERAS				
4,1	Solera de humedad	ml	105,23	Q 311,50	Q 32 779,15
4,2	Solera sillar	ml	35	Q 305,37	Q 10 687,95
4,3	Solera tipo dintel	ml	210,46	Q 305,37	Q 64 268,17
4,4	Solera tipo U	ml	210,46	Q 300,14	Q 63 167,46
5	VIGAS				
5,1	Vigas sentido Y nivel 1	Unidad	4	Q 10 695,33	Q 42 781,32
5,2	Vigas sentido X nivel 1	Unidad	5	Q 9 572,47	Q 47 862,35
5,3	Vigas sentido Y nivel 2	Unidad	4	Q 8 934,15	Q 35 736,60
5,4	Vigas sentido X nivel 2	Unidad	5	Q 8 154,37	Q 40 771,85
6	LOSAS	m <sup>2</sup>	332,78	Q 791,34	Q 263 342,13
7	LEVANTADO DE PARED DE BLOCK	m <sup>2</sup>	386,44	Q 138,55	Q 53 541,26
8	INSTALACIÓN ELÉCTRICA "ILUMINACIÓN"	Global	1	Q 24 000,00	Q 24 000,00
9	INSTALACIÓN ELÉCTRICA "FUERZA"	Global	1	Q 11 500,00	Q 11 500,00
10	MÓDULO DE GRADAS	Global	1	Q 58 325,49	Q 58 325,49
11	INSTALACIÓN DE PUERTAS	Unidad	16	Q 1 300,00	Q 20 800,00
12	INSTALACIÓN DE VENTANAS	Unidad	23	Q 600,00	Q 13 800,00
13	ACABADOS				
13,1	Repello	m <sup>2</sup>	1 052,01	Q 20,05	Q 21 092,80
13,2	Cernido	m <sup>2</sup>	1 052,01	Q 27,45	Q 28 877,67
13,3	Colocación de piso	m <sup>2</sup>	332,78	Q 103,45	Q 34 426,09
14	INSTALACIÓN HIDRAULICA	Global	1	Q 1 600,00	Q 1 600,00
15	ARTEFACTOS SANITARIOS				
15,1	Inodoros	Unidad	6	Q 425,00	Q 2 550,00
15,2	Lavamanos	Unidad	6	Q 180,00	Q 1 080,00
16	INSTALACION DRENAJES	Global	1	Q 47 523,58	Q 47 523,58
17	LIMPIEZA GENERAL	Global	1	Q 3 000,00	Q 3 000,00
	<b>Total del Proyecto</b>			Q	<b>1387 304,49</b>

Fuente: elaboración propia.

## **2.2. Diseño de la red de distribución de agua potable para la aldea Entre Ríos**

### **2.2.1. Descripción del proyecto**

La aldea de Entre Ríos cuenta con un sistema de agua potable que abastece a la mayoría de la población, sin embargo, debido al crecimiento poblacional existen 118 viviendas sin este servicio, por lo cual se hace necesario un segundo sistema de distribución, si cuenta con un fuente de abastecimiento, línea de conducción y tanque de distribución.

El proyecto consiste en diseñar la red de distribución, para las viviendas que no tienen este servicio, y obras hidráulicas necesarias para que la red funcione de manera adecuada.

### **2.2.2. Aforos, dotación y tipo de servicio**

Aforo del pozo

El Aforo del pozo fue realizado por personal de la municipalidad de Puerto Barrios, obteniendo un caudal de 20,41 l/s.

Dotación

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

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

Para este proyecto se tomó como base la dotación empleada en la red de distribución existente, por lo tanto la dotación para este proyecto se establece en 150 l/h/d.

Tipo de servicio

Los servicios pueden ser por conexiones prediales, conexiones intradomiciliares, llenacantaros y mixtos, para este proyecto se propone la utilización de una conexión intradomiciliar, tomando como referencia el proyecto existente.

### **2.2.3. Tasa de crecimiento poblacional**

El dato fue obtenido de la Oficina municipal de planificaciones de la municipalidad de Puerto Barrios y es de 2,51%.

### **2.2.4. Período de diseño, población futura**

Período de diseño

Se define como período de diseño de un proyecto como éste, al número de años para el cual el sistema proporcionara agua potable, en cantidad adecuada, a la población existente al final de dicho período.



El período de diseño de un abastecimiento de agua rural está determinado por razones económicas. Un período de pocos años implicaría que las poblaciones se encontrarían con la necesidad de hacer ampliaciones al sistema en un plazo muy corto de tiempo. Un período de diseño de muchos años haría contribuir a la población actual para cubrir los costos que efectivamente deberían ser cubiertos por la población futura. En todo caso, el período de diseño no debe exceder de 22 años.

Con las anteriores consideraciones para el proyecto de agua potable de la aldea Entre Ríos, el período de diseño será de 22 años.

Estimación de la población de diseño

En este caso se da un ejemplo de un sector del sistema, según el modelo geométrico:

$$P_f = P_o * (r+1)^N$$

Donde:

Pf = población futura

Po = población actual según censo realizado en el E.P.S. = 731 hab

r = tasa de crecimiento poblacional con base al censo del INE = 2,51%

n = período de diseño = 22 años

Sustituyendo valores:

$$P_f = 731 * (1 + 0,0251)^{20}$$

Pf = 1 261 habitantes

### **2.2.5. Factores de consumo y caudales**

Factores de variación

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

Factor de día máximo (FDM)

Éste incremento porcentual se utiliza cuando no se cuenta con datos de consumo máximo diario. En acueductos rurales el FDM puede variar de 1.2 a 1,5 en el área rural, de 1,8 a 2 en el área urbana y de 2,5 a 3 en el área metropolitana. Para el proyecto se utilizó un factor de día máximo de 1,5.

Factor de Hora Máximo (FHM)

Este, como el anterior, depende de la población que se esté estudiando y de sus respectivas costumbres. El FHM puede variar de 1,5 hasta 4 dependiendo del área en cuestión. Para el proyecto se utilizó un factor de día máximo de 2,3.

Un motivo por el cual se toman los factores de hora máxima y de día máximo altos es porque la comunidad es pequeña, en consecuencia las

actividades son realizadas por lo regular los mismos días y a la misma hora, provocando que la demanda suba, lo que requiere un factor máximo.

### 2.2.5.1. Caudal medio diario

Es la cantidad de agua que va a consumir la población durante un día , el cual se expresa también como el promedio de los consumos diarios en el período de un año.

$$QMD = \text{Dot} * \text{Población futura} / 86\ 400$$

Donde:

QMD = caudal medio en l/s

Dot = 150 l/Hab/día

Población = número de habitantes futuros

Sustituyendo valores:

$$QMD = \text{Dotación} * \text{Población} / 86\ 400$$

$$QMD = (150) * \frac{1\ 261}{86\ 400}$$

$$QMD = 2,19 \text{ l/s}$$

### 2.2.5.2. Caudal de día máximo

Se define como el máximo consumo de agua durante 24 horas, en cualquier día de la semana, observado en el período de un año, el factor de caudal máximo diario que se utilizó en el diseño es de 1,5.

$$QDM = QMD * FDM$$

Donde:

$$FDM = 1,5$$

Sustituyendo valores:

$$QDM = 2,19 * 1,5 = 3,28 \text{ l / s}$$

### 2.2.5.3. Caudal de hora máximo

El caudal máximo horario, se utiliza para diseñar la red de distribución.

Se define como el máximo consumo de agua observado durante una hora del día en el período de un año, el factor de caudal máximo horario utilizado, está en el rango de 2,30.

$$QHM = QMD * FHM$$

Donde:

$$FHM = 2,3.$$

Sustituyendo valores:

$$QHM = 2,19 * 2,3 = 5,036 \text{ l / s}$$

## **2.2.6. Calidad del agua y sus normas**

Está sometida a variaciones muy pronunciadas de sus características, las cuales pueden ser naturales o alteradas (contaminación hecha por el hombre), pero el agua a suministrar debe ser sanitariamente segura es decir incolora, inodora e insabora, incapaz de transmitir enfermedades, libre de concentraciones excesivas de sustancias minerales y orgánicas, libre de agentes patógenos. Para conocer las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua de las fuentes, se tomaron dos muestras representativas a las que se realizaron los siguientes ensayos.

### **2.2.6.1. Análisis bacteriológico**

El examen bacteriológico, se hace con el fin de establecer la probabilidad de contaminación del agua con organismos patógenos que pueden transmitir enfermedades. Este examen se apoya en métodos estadísticos, que determinan el número mas probable de bacterias presentes.

Según los resultados de los exámenes de calidad de agua, que se realizaron en el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, desde el punto de vista bacteriológico, el agua no es apta para el consumo humano según norma COGUANOR NGO 29001, para garantizar la calidad de recomienda un tratamiento de desinfección a base de cloro.

### **2.2.6.2. Análisis Físicoquímico**

El análisis físico, sirve para medir y registrar aquellas propiedades que pueden ser observadas por los sentidos, como aspecto, color, turbiedad, olor, sabor, Ph, temperatura y conductividad eléctrica.

El análisis químico tiene el propósito de determinar las cantidades de minerales existentes en el agua, que afectan su calidad, como lo son: nitritos, cloro residual, manganeso, cloruros, sulfatos, hierro, dureza total, sólidos totales, sólidos volátiles y su alcalinidad, según resultados del ensayo, desde el punto de vista físico químico sanitario se encuentra dentro de los límites máximos permisibles según norma COGUANOR NGO 29001.

### 2.2.7. Fórmulas, coeficientes y diámetros de tuberías

La pérdida de carga de la tubería se puede determinar por la fórmula de Hazen-Williams, la cual está expresada por:

$$H_f = \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * \phi^{4,87}}$$

Donde:

H<sub>f</sub> = diferencia de cotas del tramo en metros

L = longitud de diseño en metros

Q = caudal en litros por segundo

C = coeficiente de fricción interna

∅ = diámetro interno en pulgadas

Si despejamos para el diámetro, en la fórmula anterior tenemos:

$$\phi = \left( \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * H_f} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

Obteniendo el diámetro teórico, se procede a seleccionar el diámetro comercial superior y se calcula  $H_f$  real.

### **2.2.8. Presiones y velocidades**

El diseño hidráulico en la red de distribución se basa en la pérdida de presión del agua que corre a través de la tubería. Para comprender el mecanismo que se emplea, se incluye los principales conceptos utilizados:

#### Presión estática

Se produce cuando todo el líquido en la tubería y en el recipiente que la alimenta está en reposo. Es igual al peso específico del agua, multiplicado por la altura a que se encuentra la superficie libre del agua en el recipiente.

La máxima presión estática recomendable que soportan las tuberías debe ser entre 90% y 95% de la presión de trabajo, teóricamente puede soportar mas pero por efectos de seguridad si hay presiones mayores, es necesario colocar una caja rompe presión o tubería más resistentes.

#### Presión dinámica

Se produce cuando hay movimiento de agua, la presión estática modifica su valor disminuyéndose, debido a la fricción que causan las paredes de la tubería. La presión dinámica en un punto es la diferencia entre la cota piezométrica y la cota del terreno.

## Velocidades

Según las normas de UNEPAR se consideran la siguiente como la velocidad indicada para una red de distribución.

Para distribución mínima = 0,60 m/s y máxima = 3,00 m/s

El fabricante indica que puede usarse las siguientes velocidades.

Mínima = 0,40 m/s y máxima = 4,00 m/s

### **2.2.9. Levantamiento topográfico**

En el presente caso se realizó un levantamiento topográfico utilizando una estación total con el fin de obtener las alturas entre el tanque de distribución y las viviendas existentes, para presentar la proyección del terreno de la comunidad sobre un plano horizontal imaginario se utilizó el *software* autocad, para ello debió de considerarse el norte real dado por la estación total.

### **2.2.10. Diseño hidráulico del sistema**

#### **2.2.10.1. Tanque de distribución**

En todo sistema de agua potable siempre se diseña tanque de distribución dependiendo del tamaño de la población y la dotación del lugar, que son los factores que determinan el tamaño del mismo, en este caso el sistema ya cuenta con un tanque de distribución, es un tanque elevado, se encuentra en la parte más alta del terreno, y tiene una capacidad de 30 000 galones, por lo tanto no fue necesario diseñar otro.



### **2.2.10.2. Red de distribución**

Para diseñar la red de distribución, se debe tomar en cuenta algunos factores importantes como por ejemplo, densidad de vivienda, sectorización de la población, ubicación del tanque de distribución, topografía del lugar y la forma en que están ubicadas las viviendas, para determinar el tipo de red correspondiente al lugar.

#### **2.2.10.2.1. Red por ramales abiertos**

Para diseñar la red de distribución, se utilizó el método de redes abiertas, debido a que las viviendas se encuentran dispersas.

A manera de ejemplo a continuación, se diseñara el tramo de la red de distribución que va de la estación A a la estación B.

Datos:

Tipo de red:	Redes abiertas
Tramo:	De A a B
Distancia horizontal:	20 metros

Viviendas Actuales = 118

Habitantes por vivienda aproximado = 6 personas

Tasa de crecimiento = 2,51%

F. M. H. = 2,30

Dotación = 150 l/h/d

Población Inicial = 731 habitantes

Población final:

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

$$Pf=731/(1+0,0251)^{22}$$

$$Pf=1\ 261 \text{ habitantes}$$

Caudal medio:

$$QMD=Dotacion*Poblacion/86\ 400$$

$$QMD=(150)*\frac{1\ 261}{86\ 400}$$

$$QMD=2,19 \text{ l/s}$$

Caudal de hora máximo:

$$QHM=QMD*FMH$$

$$QHM=(2,19)(2,30)$$

$$QHM=5,03 \text{ l/s}$$

Con los datos anteriores se diseña el primer tramo del sistema de distribución.

Datos:

Cota inicial = 122,72 m

Cota final = 108,72 m

Longitud del tramo = 20 m

QHM = 5,03 l/s

Para el diseño se usará tubería PVC, por lo tanto la constante C = 150

Determinando carga disponible:

Hf = A-B

Hf = 122,72 – 108,72

Hf = 14 m

Determinando el diámetro teórico:

$$\phi = \left( \frac{1\,743,811 * 20 * 5,03^{1,85}}{150^{1,85} * 14,00} \right)^{1/4,87}$$

$$\phi = 2,1$$

$$\phi_{\text{seleccionado}} = 2''$$

Determinación de pérdida de carga:

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 20 * 5,03^{1,85}}{150^{1,85} * 2,193^{4,87}}$$

$$H_f = 1,43 \text{ m}$$

Determinando cota piezométrica en B:

$$C_p = A - H_f$$

$$C_p = 122,72 - 1,43$$

$$C_p = 121,29$$

Determinando presión dinámica:

$$P_d = C_p - B$$

$$P_d = 121,29 - 108,72$$

$$P_d = 12,57$$

Determinando velocidad para diámetro de 2"

$$V = \frac{(Q) * (1,974)}{(D_{\text{interno}})^2}$$

$$V = \frac{(5,036) * (1,974)}{(2,193)^2}$$

$$V = 2,06 \text{ m/s}$$

Según el fabricante, el rango de velocidad debe estar comprendida entre una mínima de 0,4 m/s y una máxima de 4,00 m/s, también hay que tomar en cuenta que la presión dinámica tiene un rango de 10 y 40 m.c.a., excepto en algunos puntos donde exista poco desnivel, se puede tener un mínimo de 6 m.c.a., los otros tramos se trabajaron de la misma manera.

Tabla IX. Cálculo hidráulico de la red de distribución de agua potable

Inicio	Final	Long	Cota de terreno		Cota Piezométrica		HF disponible	Presion dinamica	hf (m)	Caudal (L/s)	caudal instantaneo	Diametro interno (pulg)	Diametro comercial	Clase psi	poblacion		Velocidad (m/s)
			Inicio	Final	Inicio	Final									presente	futuro	
A	B	20,00	122,72	108,72	122,72	121,29	14,00	12,57	1,43	5,04	No aplica	2,193 2 pulg	160	731	1261	2,07	
B	B1	434,40	108,72	89,40	121,29	108,23	31,89	18,83	13,06	3,16	No aplica	2,193 2 pulg	160	458	790	1,30	
B1	B2	45,59	89,40	91,17	108,23	107,06	17,06	15,89	1,17	0,11	0,30	0,926 3/4 pulg	250	16	28	0,69	
B1	C	142,35	89,40	79,97	108,23	106,03	28,26	26,06	2,20	2,20	No aplica	2,193 2 pulg	160	320	552	0,90	
C	C1	694,05	79,97	93,36	106,03	102,17	12,67	8,81	3,86	0,55	0,70	1,754 1 1/2 pulg	160	80	138	0,45	
C	D	727,83	79,97	79,20	106,03	100,72	26,83	21,52	5,31	1,47	No aplica	2,193 2 pulg	160	213	367	0,60	
D	D1	290,63	79,20	73,27	100,72	94,28	27,45	21,01	6,43	0,34	0,54	1,195 1 pulg	160	49	85	0,75	
D	D2	110,36	79,20	79,16	100,72	93,47	21,56	14,31	7,25	0,30	0,50	0,926 3/4 pulg	250	43	74	1,15	
B	E	141,99	108,72	107,14	121,29	119,65	14,15	12,51	1,64	1,88	No aplica	2,193 2 pulg	160	273	471	0,77	
E	F	61,82	107,14	108,86	119,65	119,06	10,79	10,20	0,59	1,69	No aplica	2,193 2 pulg	160	246	424	0,70	
F	F1	81,02	108,86	101,36	119,06	111,98	17,70	10,62	7,09	0,38	0,58	0,926 3/4 pulg	250	55	95	1,34	
F	G	27,00	108,86	110,36	119,06	118,60	8,70	8,24	0,46	1,29	No aplica	1,754 1 1/2 pulg	160	187	323	0,83	
G	G1	74,38	110,36	106,37	118,60	114,97	12,23	8,60	3,64	0,21	0,42	0,926 3/4 pulg	250	31	53	0,98	
G	H	25,39	110,36	106,32	118,60	118,30	12,28	11,98	0,31	1,07	No aplica	1,754 1 1/2 pulg	160	156	269	0,69	
H	H1	217,30	106,32	102,84	118,30	117,04	15,46	14,20	1,26	0,58	0,72	1,754 1 1/2 pulg	160	84	145	0,46	
H	H2	105,17	106,32	96,77	118,30	112,56	21,53	15,79	5,74	0,24	0,45	0,926 3/4 pulg	250	35	60	1,04	
H	J	24,88	106,32	104,09	118,30	118,16	14,21	14,07	0,14	0,25	No aplica	1,195 1 pulg	160	37	64	0,35	
J	J1	152,36	104,09	107,25	118,16	115,51	10,91	8,26	2,65	0,25	0,47	1,195 1 pulg	160	37	64	0,66	
E	E1	127,52	107,14	95,18	119,65	116,46	24,47	21,28	3,19	0,04	0,15	0,716 1/2 pulg	315	6	10	0,58	

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.10.3. Sistema de desinfección

Se utilizará un alimentador automático de tricloro instalado en serie con la tubería de conducción, a la entrada del tanque de distribución.

La cantidad de litros que se tratarán a través del sistema será el caudal de conducción durante un día. Este caudal es de 5,03 l/s.

Las tabletas de tricloro son una forma de presentación del cloro: pastillas de 200 gramos de peso, 3 pulgadas de diámetro, por 1 pulgada de espesor, con una solución de cloro al 90% y 10% de estabilizador. La velocidad a la que se disuelve en agua en reposo es de 15 gramos en 24 horas. Para determinar la cantidad de tabletas necesarias para clorar el caudal se obtiene mediante la fórmula:

$$G = \frac{C * M * D}{\%CL}$$

G = gramos de tricloro

C = miligramos por litro deseados

M = litros de agua a tratarse por día

D = número de días

%CL = concentración de cloro

Para los miligramos por litros deseados se utilizó un valor del 0,1% por lo que se obtiene:

$$G = \frac{0,001 * 434592 * 30}{0,9}$$

$$G=14\,486,4$$

$$\frac{14\,486,4}{200}=73 \text{ tabletas}$$

Lo cual significa que se necesitan 73 tabletas mensuales. Estas serán colocadas por el encargado de mantenimiento de forma gradual en el alimentador, cuidando de su limpieza una vez al mes. El gasto de operación del sistema de desinfección será tomado en cuenta para la propuesta de tarifa.

#### **2.2.11. Propuesta de tarifa**

Para que un proyecto se mantenga en óptimas condiciones, que funcione adecuadamente y pueda cumplir con su cometido se requiere de un fondo de operación y mantenimiento. Esto implica la necesidad de contar con recursos suficientes para operar el sistema, creando una tarifa que cada vivienda deberá cancelar mensualmente.

- Costo de operación (O)

Representa el pago mensual al fontanero por revisión de tubería, conexiones domiciliarias, mantenimiento y operación de los sistemas de desinfección. Estimando que recorrerá 3 kilómetros de línea, revisará 20 conexiones, atendiendo el cuidado y limpieza. Además, se contempla un factor que representa las prestaciones.



Por lo que se tiene:

$$O=1,43* \left[ \frac{L_{\text{tuberia}}}{L_{\text{tuberia/mes}}} + \frac{\#_{\text{conexiones}} * \text{jornal}}{20_{\text{conexiones/mes}}} + \frac{\text{mantenimiento} * \text{jornal}}{30_{\text{dias/mes}}} \right]$$

$$O=1,43* \left[ \frac{3,66 \text{ km} * Q100,00}{3 \text{ km}} + \frac{118 \text{ conexiones} * Q100,00}{20 \text{ conexiones}} + \frac{Q 100,00}{30} \right] = Q 850.21/\text{mes}$$

- Costo de mantenimiento (M):

Este costo se utilizará para la compra de materiales del proyecto cuando sea necesario mejorar o sustituir los que estén instalados. Se estima como el 4 por millar del costo total del proyecto presupuestado para el período de diseño.

$$M = \frac{0,004 * \text{costo proyecto}}{21} = \frac{0,004 * Q493 508,91}{22} = Q89,91/\text{mes}$$

- Costo de tratamiento (T):

Éste será el que se requiere para la compra y mantenimiento del método de desinfección, gasto mensual.

T = Costo tableta en gramos \* Número de tabletas a utilizar en un mes

$$T = Q 25,00/\text{tableta} * 73 \text{ tabletas} = Q 1 825,00 /\text{mes}$$

- Costo de administración (A):

Representa el fondo que servirá para gastos de papelería, sellos, viáticos, etc. Se estima un 15% de la suma de los anteriores.

$$A = 0,15 * (O+M+T) = 0,15 * (435,20+89,91+103,44) = Q94,28 / \text{mes.}$$

- Costo de reserva (R):

Cantidad de dinero dedicada a cualquier imprevisto que afecte al proyecto. Será del 12% de la suma de los costos de operación, mantenimiento y tratamiento.

$$R = 0,12 * (O+M+T) = 0,12 * (435,20+89,91+103,44) = Q75,42 / \text{mes.}$$

- Cálculo de tarifa propuesta (TAR)

$$TAR = \frac{O+M+T+A+R}{\#viviendas}$$

$$TAR = \frac{Q850,21+Q89,91+Q1\ 825,00+Q94,28+75,42}{118 \text{ viviendas}} = Q\ 24,85 / \text{mes}$$

Se propone una tarifa mínima de Q.25,00 por servicio mensual. Este es un valor accesible para la población, ya que las tarifas que la municipalidad propone oscilan entre Q.10,00 y Q.25,00 mensuales.

### **2.2.12. Elaboración de planos**

Los planos constructivos para el sistema de abastecimiento de agua potable se presentan en el apéndice; están conformados por:

- Plano de densidad de vivienda
- Plano de configuración general de red
- Planta perfil tramos A-B1 y B-B2
- Planta perfil tramo C-D
- Planta perfil tramo C-C1
- Planta perfil tramos D-D1 y D-D2
- Planta perfil tramos B-E1 y E-F
- Planta perfil tramos F-J
- Válvula de compuerta e instalación de tubería
- Detalle de hipoclorador y conexión domiciliar

### 2.2.13. Elaboración de presupuesto

El presupuesto se integro de la misma manera como se hizo en el proyecto de la Edificación Escolar.

Tabla X. **Presupuesto red de distribución**

<b>PROYECTO: RED DE DISTRIBUCION PARA UN SECTOR DE LA ALDEA ENTRE RIOS</b> <b>UBICACIÓN: PUERTO BARRIOS, IZABAL</b>
--

#### RESUMEN DE PRESUPUESTO PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN

No.	RENLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECION UNITARIO	COSTO POR RENGLON
<b>1 Trabajos Preliminares</b>					
1,01	Replanteo Topográfico	ml	3658,27	Q 3,31	Q 12 122,94
1,02	Excavación	m <sup>3</sup>	2057,77	Q 66,50	Q 136 831,44
1,03	Relleno	m <sup>3</sup>	2029,03	Q 33,25	Q 67 460,21
<b>2 Red de distribución</b>					
2,01	Tubería Ø 2" PVC clase 160 psi	Unidad	254	Q 268,14	Q 68 107,27
2,02	Tubería Ø 1 1/2" PVC clase 160 psi	Unidad	160	Q 173,23	Q 27 716,42
2,03	Tubería Ø 1" PVC clase 250 psi	Unidad	79	Q 133,65	Q 10 558,22
2,04	Tubería Ø 3/4" PVC clase 250 psi	Unidad	72	Q 87,38	Q 6 291,09
2,05	Tubería Ø 1/2" PVC clase 315 psi	Unidad	21	Q 67,20	Q 1 411,14
<b>3 Clorador</b>					
3,01	Instalacion clorador pastillas de tricloro	Unidad	1	Q 7 120,46	Q 7 120,46
3,02	Caja de dosificador	Unidad	1	Q 1 571,90	Q 1 571,90
<b>4 Válvulas</b>					
4,01	Instalacion Valvulas	Unidad	6	Q 1 185,52	Q 7 113,13
<b>5 Conexiones domiciliars</b>					
5,01	Instalacion Conexión domicilar	Unidad	120	Q 1 235,04	Q 148 204,68
<b>Total del Proyecto</b>					<b>Q 494 508,91</b>

Fuente: elaboración propia.

#### **2.2.14. Evaluación socio-económica**

La evaluación del proyecto tiene como propósito principal identificar los beneficios y luego valorizarlos adecuadamente, para elaborar indicadores de su rentabilidad social a través del análisis de beneficio costo. La definición de los beneficios o “productos del proyecto”, se verifica a partir de los aspectos físicos del mismo, ya que el flujo de beneficios es una función directa de la capacidad instalada del proyecto, tomando en cuenta su utilización para todo el año.

Para hacer la evaluación del proyecto, el flujo de beneficios se elaborará de acuerdo con la naturaleza de los beneficios establecidos. En todo caso deben definirse y medirse los beneficios incrementados, ciclo con ciclo, los cuales deben ser atribuidos exclusivamente al proyecto; es decir, aquellos que sean resultado de la presencia del proyecto en la comunidad.

Con relación a los costos, éstos se distinguen básicamente en: costos de inversión, que son aquellos en los que se debe incurrir para instalar el proyecto, es decir los que se ejecutan entre el primer desembolso y el momento en que se pone a funcionar el proyecto; los costos de reposición, serán aquellos que se deben hacer para reponer los elementos que se vayan desgastando o cayendo en obsolescencia, como consecuencia del uso del proyecto durante su vida útil, los costos por reposición, también denominados costos de mantenimiento; y por último los costos de funcionamiento, que son aquellos que necesariamente deben ocurrir para la operación del proyecto, para que éste siga aportando los beneficios previstos en la evaluación.

### 2.2.14.1. Valor presente neto

Costo de ejecución = Q833 736,00, debido a la característica del proyecto, esta inversión no es recuperable y deberá ser proporcionada por alguna institución, sea o no gubernamental. Para el análisis de VPN, este rubro no se considerará debido a que se analiza si el proyecto es auto sostenible.

Costo de operación y mantenimiento anual (CA); del análisis de tarifa se tiene:

$$CA = (O+M+T+A+R)*12=Q. (435,20+106,71+147,75+103,44+82,75)*12 \text{ meses}$$
$$CA = Q. 10 510,2$$

Tarifa poblacional anual (IA):

$$IA = Q.15,00 / \text{vivienda} * 118 \text{ vivienda} * 12 \text{ meses} = Q.21 600,00.$$

Costo de operación y mantenimiento:

$$VP=CA * \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \right] = 10 510,2 * \left[ \frac{(1+0,11)^{22} - 1}{0,11 * (1+0,11)^{22}} \right] = Q85 928,24$$

Tarifa poblacional

$$VP=LA * \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \right] = 21 600 * \left[ \frac{(1+0,11)^{22} - 1}{0,11 * (1+0,11)^{22}} \right] = Q176 595,12$$

El valor presente neto estará dado por la sumatorias de ingresos menos los egresos que se realizaron durante el período de funcionamiento del sistema.

VPN = ingresos – egresos

VPN = Q.176 595,12 – Q.85 928,24

VPN = Q.90 666,88

Con la tarifa propuesta, el proyecto podrá cubrir todos los costos de operación y mantenimiento que se necesitan durante el período de funcionamiento. Además, se dispondrá de una cantidad de dinero adicional para otros proyectos pequeños de carácter social para la comunidad.

#### **2.2.14.2. Tasa interna de retorno**

Siendo este proyecto de carácter social no es posible obtener una tasa interna de retorno TIR atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio, éste se determina de la siguiente manera:

Costo = Inversión inicial-VPN = Q.494 508,91 – Q.90 666,88 = Q.496 248,63

Beneficio = No. de habitantes beneficiados (a futuro)

Costo/beneficio = Q.496 248,63 /1216 habitantes = Q.408,09 / hab

## CONCLUSIONES

1. El sistema de distribución de agua potable para la aldea Entre Rios propuesto en este trabajo de graduación, contribuirá en resolver la problemática que afecta a la aldea, por cuanto se tendrá un sistema confiable y seguro que proveerá agua en cantidad y calidad para cubrir las necesidades de los usuarios.
2. La construcción del edificio escolar en la comunidad Coviempont beneficiará directamente a 2 400 pobladores ya que los estudiantes no tendrán que salir de su comunidad para realizar sus estudios de nivel primario, ayudando a mejorar la economía del lugar.
3. El ejercicio profesional supervisado ayuda al estudiante a obtener seguridad en la aplicación de los conocimientos obtenidos a lo largo de la carrera, por cuanto se tiene la oportunidad de confrontar la teoría con la práctica, a fin de plantear soluciones a problemas reales.
4. Las soluciones propuestas en este trabajo de graduación, pretenden contribuir a la solución de los problemas que afectan la aldea de Entre Rios y la comunidad Coviempont, brindando servicios que mejorarán la calidad de vida de sus pobladores.





## RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Puerto Barrios, Izabal:

1. Se deberá contar con la supervisión técnica de profesionales de la Ingeniería Civil durante la construcción de la edificación escolar, para que se cumplan con las especificaciones técnicas y calidad de los materiales.
2. Actualizar los presupuestos de los proyectos, previo a su contratación ya que estos están sujetos a cambios, principalmente por las circunstancias económicas que existen en el momento de la construcción.
3. Los proyectos propuestos en este trabajo de graduación son prioritarios ya que van en dirección de mejorar la salud y educación de la población del municipio, por lo que la municipalidad deberá garantizar el financiamiento para que se lleven a la realidad en el menor tiempo posible.
4. Promover un programa de capacitación, dirigido a miembros del comité de la aldea Entre Ríos, con respecto al uso, manejo y mantenimiento de los diferentes elementos del sistema de agua potable, con el fin de garantizar el buen funcionamiento y maximizar el tiempo de vida.



## BIBLIOGRAFÍA

1. ACI 318-2005 *Código de construcción*, Farmington Hills, Michigan, 2005  
American Concrete Institute. 495 p.
2. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria*  
1. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería,  
Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. 196 p.
3. CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 5<sup>a</sup>  
ed. Mexico: Limusa, 2004. 646 p.
4. HERNANDEZ GODOY, Cesar Alejandro. *Diseño de la edificación  
de dos niveles para oficinas municipales y carretera hacia las el  
escarbado y la reforma, municipalidad de Sayaxché, departamento de  
Petén*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería,  
Universidad de San Carlos de Guatemala, 2010. 210 p.
5. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*, 12<sup>a</sup> ed.  
Colombia: McGraw-Hill, 1999. 738 p.



## **ANEXOS**







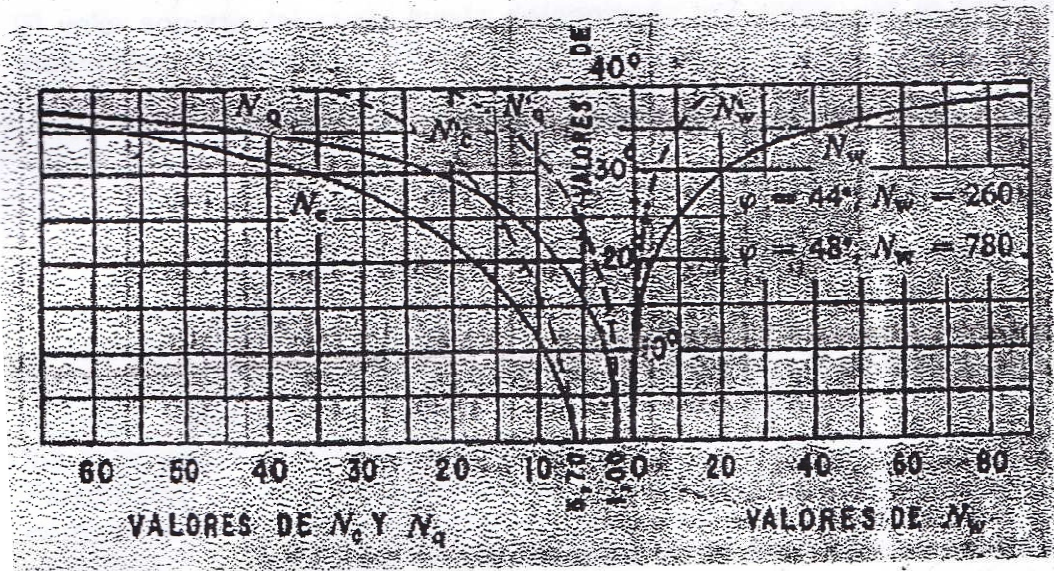
## Zonificación sísmica de Guatemala



### Coeficientes sísmicos

RIESGO	ZONA	COEFICIENTE Z
Ausencia de daño sísmico	0	0.00
Daño menor (intensidades de 5 y 6 EMM)	1	0.25
Daño moderado (intensidad 7 EMM)	2	0.50
Daño mayor (intensidad 8 y mas EMM)	3	1.00

Curvas de trazo continuo



Curvas de Trazo Continuo










## Coeficientes para losas en dos sentidos

**TABLA 12.3**  
**Coeficientes para momentos negativos en losas<sup>a</sup>**

$$M_{a,neg} = C_{a,neg} w l_a^2$$

donde w = carga muerta más viva uniforme total

$$M_{b,neg} = C_{b,neg} w l_b^2$$

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
									
1.00		$C_{a,neg}$ 0.045 $C_{b,neg}$ 0.045	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.076	$C_{a,neg}$ 0.050 $C_{b,neg}$ 0.050	$C_{a,neg}$ 0.075 $C_{b,neg}$  	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.071	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.071	$C_{a,neg}$ 0.033 $C_{b,neg}$ 0.061	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.061
0.95		$C_{a,neg}$ 0.050 $C_{b,neg}$ 0.041	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.072	$C_{a,neg}$ 0.055 $C_{b,neg}$ 0.045	$C_{a,neg}$ 0.079 $C_{b,neg}$  	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.075	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.067	$C_{a,neg}$ 0.038 $C_{b,neg}$ 0.056	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.065
0.90		$C_{a,neg}$ 0.055 $C_{b,neg}$ 0.037	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.070	$C_{a,neg}$ 0.060 $C_{b,neg}$ 0.040	$C_{a,neg}$ 0.080 $C_{b,neg}$  	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.079	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.062	$C_{a,neg}$ 0.043 $C_{b,neg}$ 0.052	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.068
0.85		$C_{a,neg}$ 0.060 $C_{b,neg}$ 0.031	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.065	$C_{a,neg}$ 0.066 $C_{b,neg}$ 0.034	$C_{a,neg}$ 0.082 $C_{b,neg}$  	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.083	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.057	$C_{a,neg}$ 0.049 $C_{b,neg}$ 0.046	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.072
0.80		$C_{a,neg}$ 0.065 $C_{b,neg}$ 0.027	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.061	$C_{a,neg}$ 0.071 $C_{b,neg}$ 0.029	$C_{a,neg}$ 0.083 $C_{b,neg}$  	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.086	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.051	$C_{a,neg}$ 0.055 $C_{b,neg}$ 0.041	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.075
0.75		$C_{a,neg}$ 0.069 $C_{b,neg}$ 0.022	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.056	$C_{a,neg}$ 0.076 $C_{b,neg}$ 0.024	$C_{a,neg}$ 0.085 $C_{b,neg}$  	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.088	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.044	$C_{a,neg}$ 0.061 $C_{b,neg}$ 0.036	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.078
0.70		$C_{a,neg}$ 0.074 $C_{b,neg}$ 0.017	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.050	$C_{a,neg}$ 0.081 $C_{b,neg}$ 0.019	$C_{a,neg}$ 0.086 $C_{b,neg}$  	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.091	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.038	$C_{a,neg}$ 0.068 $C_{b,neg}$ 0.029	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.081
0.65		$C_{a,neg}$ 0.077 $C_{b,neg}$ 0.014	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.043	$C_{a,neg}$ 0.085 $C_{b,neg}$ 0.015	$C_{a,neg}$ 0.087 $C_{b,neg}$  	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.093	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.031	$C_{a,neg}$ 0.074 $C_{b,neg}$ 0.024	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.083
0.60		$C_{a,neg}$ 0.081 $C_{b,neg}$ 0.010	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.035	$C_{a,neg}$ 0.089 $C_{b,neg}$ 0.011	$C_{a,neg}$ 0.088 $C_{b,neg}$  	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.095	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.024	$C_{a,neg}$ 0.080 $C_{b,neg}$ 0.018	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.085
0.55		$C_{a,neg}$ 0.084 $C_{b,neg}$ 0.007	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.028	$C_{a,neg}$ 0.092 $C_{b,neg}$ 0.008	$C_{a,neg}$ 0.089 $C_{b,neg}$  	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.096	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.019	$C_{a,neg}$ 0.085 $C_{b,neg}$ 0.014	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.086
0.50		$C_{a,neg}$ 0.086 $C_{b,neg}$ 0.006	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.022	$C_{a,neg}$ 0.094 $C_{b,neg}$ 0.006	$C_{a,neg}$ 0.090 $C_{b,neg}$  	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.097	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.014	$C_{a,neg}$ 0.089 $C_{b,neg}$ 0.010	$C_{a,neg}$  $C_{b,neg}$ 0.088

<sup>a</sup> Un borde acurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: Arthur Nilson, Diseño de estructuras de concreto, p. 378.










**TABLA 12.4**

**Coefficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas\***

$$M_{d, pos, dl} = C_{a, dl} w_a^2$$

donde w = carga muerta uniforme total

$$M_{b, pos, dl} = C_{b, dl} w_b^2$$

Relación $l_b$	Caso1	Caso2	Caso3	Caso4	Caso5	Caso6	Caso7	Caso8	Caso9
									
1.00	$C_{a, dl}$ 0.036	0.018	0.018	0.027	0.027	0.033	0.027	0.020	0.023
	$C_{b, dl}$ 0.036	0.018	0.027	0.027	0.018	0.027	0.033	0.023	0.020
0.95	$C_{a, dl}$ 0.040	0.020	0.021	0.030	0.028	0.036	0.031	0.022	0.024
	$C_{b, dl}$ 0.033	0.016	0.025	0.024	0.015	0.024	0.031	0.021	0.017
0.90	$C_{a, dl}$ 0.045	0.022	0.025	0.033	0.029	0.039	0.035	0.025	0.026
	$C_{b, dl}$ 0.029	0.014	0.024	0.022	0.013	0.021	0.028	0.019	0.015
0.85	$C_{a, dl}$ 0.050	0.024	0.029	0.036	0.031	0.042	0.040	0.029	0.028
	$C_{b, dl}$ 0.026	0.012	0.022	0.019	0.011	0.017	0.025	0.017	0.013
0.80	$C_{a, dl}$ 0.056	0.026	0.034	0.039	0.032	0.045	0.045	0.032	0.029
	$C_{b, dl}$ 0.023	0.011	0.020	0.016	0.009	0.015	0.022	0.015	0.010
0.75	$C_{a, dl}$ 0.061	0.028	0.040	0.043	0.033	0.048	0.051	0.036	0.031
	$C_{b, dl}$ 0.019	0.009	0.018	0.013	0.007	0.012	0.020	0.013	0.007
0.70	$C_{a, dl}$ 0.068	0.030	0.046	0.046	0.035	0.051	0.058	0.040	0.033
	$C_{b, dl}$ 0.016	0.007	0.016	0.011	0.005	0.009	0.017	0.011	0.006
0.65	$C_{a, dl}$ 0.074	0.032	0.054	0.050	0.036	0.054	0.065	0.044	0.034
	$C_{b, dl}$ 0.013	0.006	0.014	0.009	0.004	0.007	0.014	0.009	0.005
0.60	$C_{a, dl}$ 0.081	0.034	0.062	0.053	0.037	0.056	0.073	0.048	0.036
	$C_{b, dl}$ 0.010	0.004	0.011	0.007	0.003	0.006	0.012	0.007	0.004
0.55	$C_{a, dl}$ 0.088	0.035	0.071	0.056	0.038	0.058	0.081	0.052	0.037
	$C_{b, dl}$ 0.008	0.003	0.009	0.005	0.002	0.004	0.009	0.005	0.003
0.50	$C_{a, dl}$ 0.095	0.037	0.080	0.059	0.039	0.061	0.089	0.056	0.038
	$C_{b, dl}$ 0.006	0.002	0.007	0.004	0.001	0.003	0.007	0.004	0.002

\* Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: Arthur Nilson, Diseño de estructuras de concreto, p. 379.

**TABLA 12.5**  
**Coefficientes para momentos positivos debidos a carga viva en losas\***

$$M_{a,posit,II} = C_{a,II} w l_a^2$$

donde w = carga viva uniforme total

$$M_{b,posit,II} = C_{b,II} w l_b^2$$

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00	$C_{a,II}$ 0.036 $C_{b,II}$ 0.036	$C_{a,II}$ 0.027 $C_{b,II}$ 0.027	$C_{a,II}$ 0.027 $C_{b,II}$ 0.032	$C_{a,II}$ 0.032 $C_{b,II}$ 0.032	$C_{a,II}$ 0.032 $C_{b,II}$ 0.027	$C_{a,II}$ 0.035 $C_{b,II}$ 0.032	$C_{a,II}$ 0.032 $C_{b,II}$ 0.035	$C_{a,II}$ 0.028 $C_{b,II}$ 0.030	$C_{a,II}$ 0.030 $C_{b,II}$ 0.028
0.95	$C_{a,II}$ 0.040 $C_{b,II}$ 0.033	$C_{a,II}$ 0.030 $C_{b,II}$ 0.025	$C_{a,II}$ 0.031 $C_{b,II}$ 0.029	$C_{a,II}$ 0.035 $C_{b,II}$ 0.029	$C_{a,II}$ 0.034 $C_{b,II}$ 0.024	$C_{a,II}$ 0.038 $C_{b,II}$ 0.029	$C_{a,II}$ 0.036 $C_{b,II}$ 0.032	$C_{a,II}$ 0.031 $C_{b,II}$ 0.027	$C_{a,II}$ 0.032 $C_{b,II}$ 0.025
0.90	$C_{a,II}$ 0.045 $C_{b,II}$ 0.029	$C_{a,II}$ 0.034 $C_{b,II}$ 0.022	$C_{a,II}$ 0.035 $C_{b,II}$ 0.027	$C_{a,II}$ 0.039 $C_{b,II}$ 0.026	$C_{a,II}$ 0.037 $C_{b,II}$ 0.021	$C_{a,II}$ 0.042 $C_{b,II}$ 0.025	$C_{a,II}$ 0.040 $C_{b,II}$ 0.029	$C_{a,II}$ 0.035 $C_{b,II}$ 0.024	$C_{a,II}$ 0.036 $C_{b,II}$ 0.022
0.85	$C_{a,II}$ 0.050 $C_{b,II}$ 0.026	$C_{a,II}$ 0.037 $C_{b,II}$ 0.019	$C_{a,II}$ 0.040 $C_{b,II}$ 0.024	$C_{a,II}$ 0.043 $C_{b,II}$ 0.023	$C_{a,II}$ 0.041 $C_{b,II}$ 0.019	$C_{a,II}$ 0.046 $C_{b,II}$ 0.022	$C_{a,II}$ 0.045 $C_{b,II}$ 0.026	$C_{a,II}$ 0.040 $C_{b,II}$ 0.022	$C_{a,II}$ 0.039 $C_{b,II}$ 0.020
0.80	$C_{a,II}$ 0.056 $C_{b,II}$ 0.023	$C_{a,II}$ 0.041 $C_{b,II}$ 0.017	$C_{a,II}$ 0.045 $C_{b,II}$ 0.022	$C_{a,II}$ 0.048 $C_{b,II}$ 0.020	$C_{a,II}$ 0.044 $C_{b,II}$ 0.016	$C_{a,II}$ 0.051 $C_{b,II}$ 0.019	$C_{a,II}$ 0.051 $C_{b,II}$ 0.023	$C_{a,II}$ 0.044 $C_{b,II}$ 0.019	$C_{a,II}$ 0.042 $C_{b,II}$ 0.017
0.75	$C_{a,II}$ 0.061 $C_{b,II}$ 0.019	$C_{a,II}$ 0.045 $C_{b,II}$ 0.014	$C_{a,II}$ 0.051 $C_{b,II}$ 0.019	$C_{a,II}$ 0.052 $C_{b,II}$ 0.016	$C_{a,II}$ 0.047 $C_{b,II}$ 0.013	$C_{a,II}$ 0.055 $C_{b,II}$ 0.016	$C_{a,II}$ 0.056 $C_{b,II}$ 0.020	$C_{a,II}$ 0.049 $C_{b,II}$ 0.016	$C_{a,II}$ 0.046 $C_{b,II}$ 0.013
0.70	$C_{a,II}$ 0.068 $C_{b,II}$ 0.016	$C_{a,II}$ 0.049 $C_{b,II}$ 0.012	$C_{a,II}$ 0.057 $C_{b,II}$ 0.016	$C_{a,II}$ 0.057 $C_{b,II}$ 0.014	$C_{a,II}$ 0.051 $C_{b,II}$ 0.011	$C_{a,II}$ 0.060 $C_{b,II}$ 0.013	$C_{a,II}$ 0.063 $C_{b,II}$ 0.017	$C_{a,II}$ 0.054 $C_{b,II}$ 0.014	$C_{a,II}$ 0.050 $C_{b,II}$ 0.011
0.65	$C_{a,II}$ 0.074 $C_{b,II}$ 0.013	$C_{a,II}$ 0.053 $C_{b,II}$ 0.010	$C_{a,II}$ 0.064 $C_{b,II}$ 0.014	$C_{a,II}$ 0.062 $C_{b,II}$ 0.011	$C_{a,II}$ 0.055 $C_{b,II}$ 0.009	$C_{a,II}$ 0.064 $C_{b,II}$ 0.010	$C_{a,II}$ 0.070 $C_{b,II}$ 0.014	$C_{a,II}$ 0.059 $C_{b,II}$ 0.011	$C_{a,II}$ 0.054 $C_{b,II}$ 0.009
0.60	$C_{a,II}$ 0.081 $C_{b,II}$ 0.010	$C_{a,II}$ 0.058 $C_{b,II}$ 0.007	$C_{a,II}$ 0.071 $C_{b,II}$ 0.011	$C_{a,II}$ 0.067 $C_{b,II}$ 0.009	$C_{a,II}$ 0.059 $C_{b,II}$ 0.007	$C_{a,II}$ 0.068 $C_{b,II}$ 0.008	$C_{a,II}$ 0.077 $C_{b,II}$ 0.011	$C_{a,II}$ 0.065 $C_{b,II}$ 0.009	$C_{a,II}$ 0.059 $C_{b,II}$ 0.007
0.55	$C_{a,II}$ 0.088 $C_{b,II}$ 0.008	$C_{a,II}$ 0.062 $C_{b,II}$ 0.006	$C_{a,II}$ 0.080 $C_{b,II}$ 0.009	$C_{a,II}$ 0.072 $C_{b,II}$ 0.007	$C_{a,II}$ 0.063 $C_{b,II}$ 0.005	$C_{a,II}$ 0.073 $C_{b,II}$ 0.006	$C_{a,II}$ 0.085 $C_{b,II}$ 0.009	$C_{a,II}$ 0.070 $C_{b,II}$ 0.007	$C_{a,II}$ 0.063 $C_{b,II}$ 0.006
0.50	$C_{a,II}$ 0.095 $C_{b,II}$ 0.006	$C_{a,II}$ 0.066 $C_{b,II}$ 0.004	$C_{a,II}$ 0.088 $C_{b,II}$ 0.007	$C_{a,II}$ 0.077 $C_{b,II}$ 0.005	$C_{a,II}$ 0.067 $C_{b,II}$ 0.004	$C_{a,II}$ 0.078 $C_{b,II}$ 0.005	$C_{a,II}$ 0.092 $C_{b,II}$ 0.007	$C_{a,II}$ 0.076 $C_{b,II}$ 0.005	$C_{a,II}$ 0.067 $C_{b,II}$ 0.004

\* Un borde **achurado** indica que la losa continúa a través o **se encuentra empotrada** en el apoyo; un borde **sin marcas** indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: Arthur Nilson, Diseño de estructuras de concreto, p. 380

Diámetros internos de tubería PVC para diseño de acueductos

<b>Diámetro comercial</b>	<b>Diámetro interior 100 psi</b>	<b>Diámetro interior 125 psi</b>	<b>Diámetro interior 160 psi</b>	<b>Diámetro interior 250 psi</b>	<b>Diámetro interior 315 psi</b>
½"					0.716
¾"				0.926	
1"			1.195	1.161	
1 ¼"			1.532	1.464	
1 ½"			1.754	1.676	
2"			2.193	2.095	
2 ½"			2.655	2.537	
3"		3.284	3.230	3.088	
4"	4.280	4.224	4.154	3.970	
6"	6.301	6.217	6.115	5.845	
8"	8.205	8.095	7.961	7.609	

# Examen físico-químico



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



Nº 004460

O.T. No. 27 083		ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO		INF. No. 24 086	
INTERESADO:	NAZIR EDUARDO BARROW RAMÍREZ, Carné No. 200516043)	PROYECTO:	EPS "Sistema de abastecimiento de agua potable de la Aldea Entre Ríos, Municipio de Puerto Barrios, Depto. De Izabal"		
RECOLECTADA POR:	Interesado	DEPENDENCIA:	FACULTAD DE INGENIERIA-USAC		
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Aldea Entre Ríos, Puerto Barrios	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2010-05-26, 17 h 30 min		
FUENTE:	Pozo	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.:	2010-05-27; 17 h 35 min.		
MUNICIPIO:	Puerto Barrios	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Con refrigeración		
DEPARTAMENTO:	Izabal				
RESULTADOS					
1. ASPECTO:	Lig. Turbia	4. OLOR:	Lig. a materia orgánica	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)	24,60° C
2. COLOR:	15,00 Unidades	5. SABOR:	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	237,00 µmhos/cm
3. TURBIEDAD:	15,50 UNT	6. potencial de Hidrógeno (pH):	07,60 unidades		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONÍACO (NH <sub>3</sub> )	00,02	6. CLORUROS (Cl)	14,50	11. SÓLIDOS TOTALES	142,00
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	00,008	7. FLUORUROS (F <sup>-</sup> )	00,11	12. SÓLIDOS VOLÁTILES	04,00
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	03,30	8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	02,00	13. SÓLIDOS FIJOS	138,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,36	14. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	02,00
5. MANGANESO (Mn)	00,050	10. DUREZA TOTAL	138,00	15. SÓLIDOS DISUELTOS	126,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	RICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	142,00	142,00		

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

**OBSERVACIONES:** Desde el punto de vista físico químico sanitario: OLOR ligero a materia orgánica, TURBIEDAD alta, COLOR, HIERRO, DUREZA en Límites Máximos Permisibles. Las demás determinaciones arriba indicadas se encuentran dentro de los límites máximos aceptables de normalidad. Según Norma COGUANOR NGO 29 601.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTE WATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21<sup>TH</sup> EDITION 2005, NORMA COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA, Guatemala, 2010-06-08

Vb.Bo.

Ing. César Alfonso García Guerra  
DIRECTOR a.i. CI/USAC



Zenaida Mucha Santos  
Ing. Química Col. No. 420  
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria  
Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

Edificio 4-5, Ciudad Universitaria zona 12

Teléfono directo 2476-3992, Planta 2443-9500 Ext. 1502 FAX: 2476-3993

Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

## Examen bacteriológico



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



**Nº 004461**

EXAMEN BACTERIOLOGICO			
O.T. 27 083		INF. No.A-308 128	
INTERESADO	<u>NAZIR EDUARDO BARROW RAMÍREZ (Carné 200516043)</u>	PROYECTO:	<u>EPS "Diseño de abastecimiento de agua potable de la Aldea Entre Ríos, Municipio de Puerto Barrios, Depto de Izabal"</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Interesado</u>	DEPENDENCIA:	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA-USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Aldea Entre Ríos, Puerto Barrios</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2010-05-26; 17 h 30 min.</u>
FUENTE:	<u>Pozo</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2010-02-27; 17 h 35 Min</u>
MUNICIPIO:	<u>Puerto Barrios</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Con refrigeración</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Izabal</u>	SABOR:	<u>-----</u>
ASPECTO:	<u>Lig. turbia</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>Reg. cantidad</u>
OLOR:	<u>Ligero a mat. orgánica</u>	COLOR RESIDUAL	<u>-----</u>
<b>INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENOS)</b>			
		PRUEBA CONFIRMATIVA	
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	+++++
01,00 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	+++ -
00,10 cm <sup>3</sup>	+++ -	+ - -	- - -
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm <sup>3</sup>		300	50
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21 <sup>TH</sup> NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.			
OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE, según norma COGUANOR NGO 29 001. Guatemala, 2010 -06-06			
Vo.Bo.	 Ing. César Alfonso García Guerra DIRECTOR a.i. CII/USAC	 Zender Much Samios Ing. Químico Col. No. 420 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio	

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC  
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12  
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993  
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>





## **APÉNDICE**

(Planos constructivos edificio escolar y red de distribución de agua potable para un sector de la aldea Entre Ríos)

**U.S.A.C.**  
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
**E.P.S.**  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

**PROYECTO:**  
 DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN  
 ESCOLAR DE DOS NIVELES EN  
 LA COMUNIDAD COVIEMPORT,  
 PUERTO BARRIOS  
 DEPARTAMENTO DE  
 IZABAL.

**DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO:**  
 PLANTA AMUEBLADA

REVISO: \_\_\_\_\_

APROBO: \_\_\_\_\_

**CONTENIDO**  
 PLANTA  
 AMUEBLADA

<b>CALCULO:</b> NAZIR EDUARDO BARRON	<b>DIBUJO:</b> NAZIR EDUARDO BARRON
<b>DISEÑO:</b> NAZIR EDUARDO BARRON	<b>REVISO:</b> ING. JUAN MERCEZ COSS
<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>FECHA:</b> NOVIEMBRE 2010

**UBICACION DEL PROYECTO:**  
 ALDEA ENTRE RIOS, MUNICIPIO DE  
 PUERTO BARRIOS, IZABAL.

**OBSERVACIONES Y MODIFICACIONES**

---



---



---



---



---



---



---



---



---

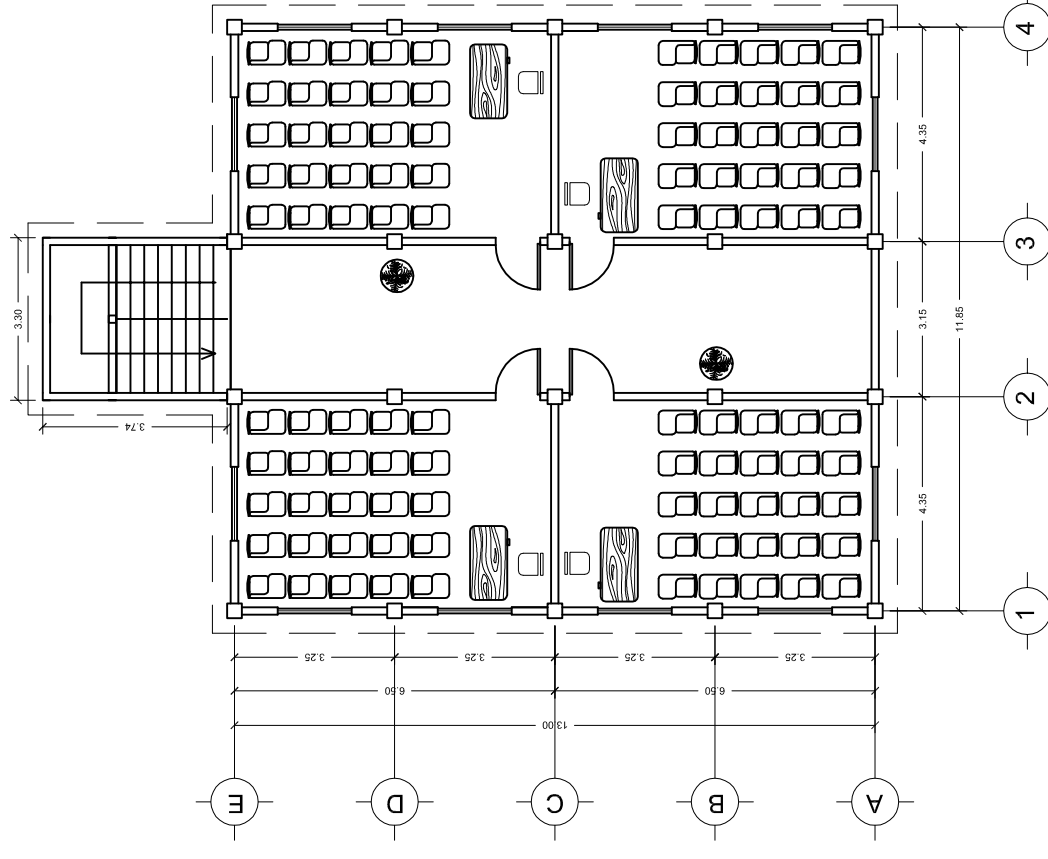
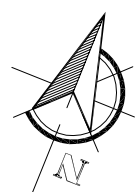


---

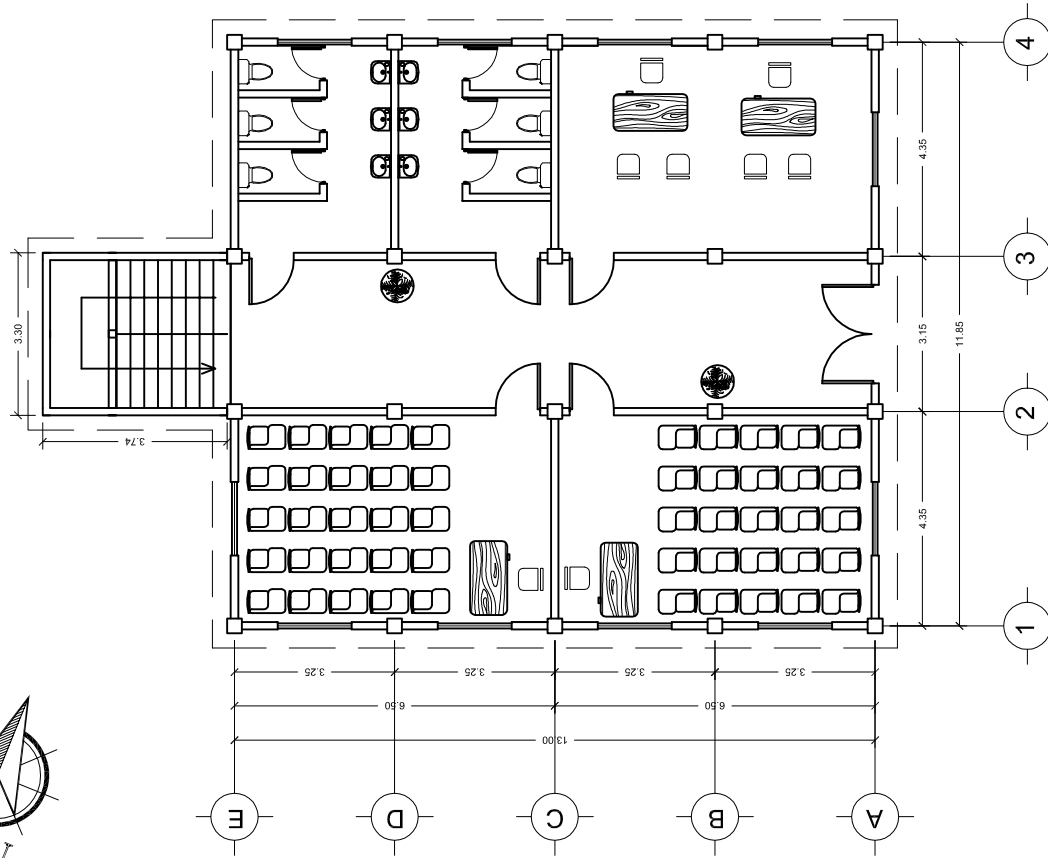
**FIRMA RESPONSABLE:** MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS

---

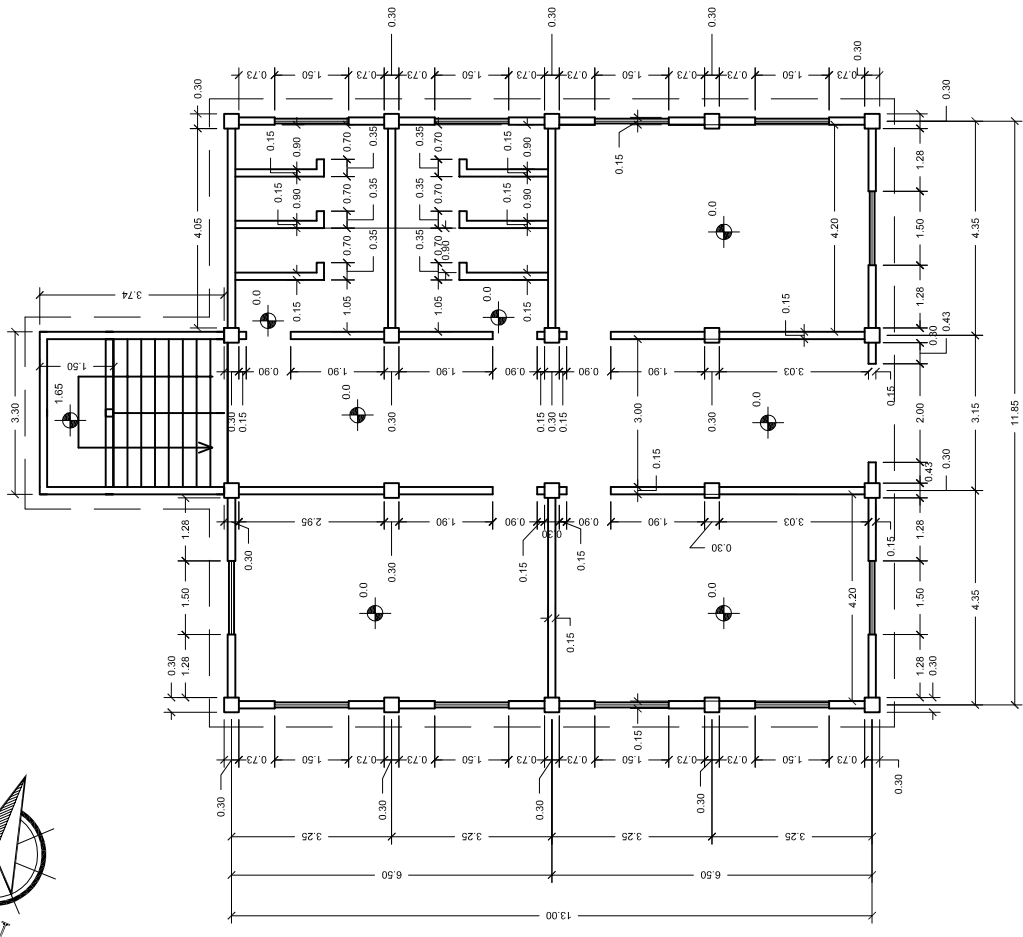
**ING. JUAN MERCEZ COSS**  
 ASESOR EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



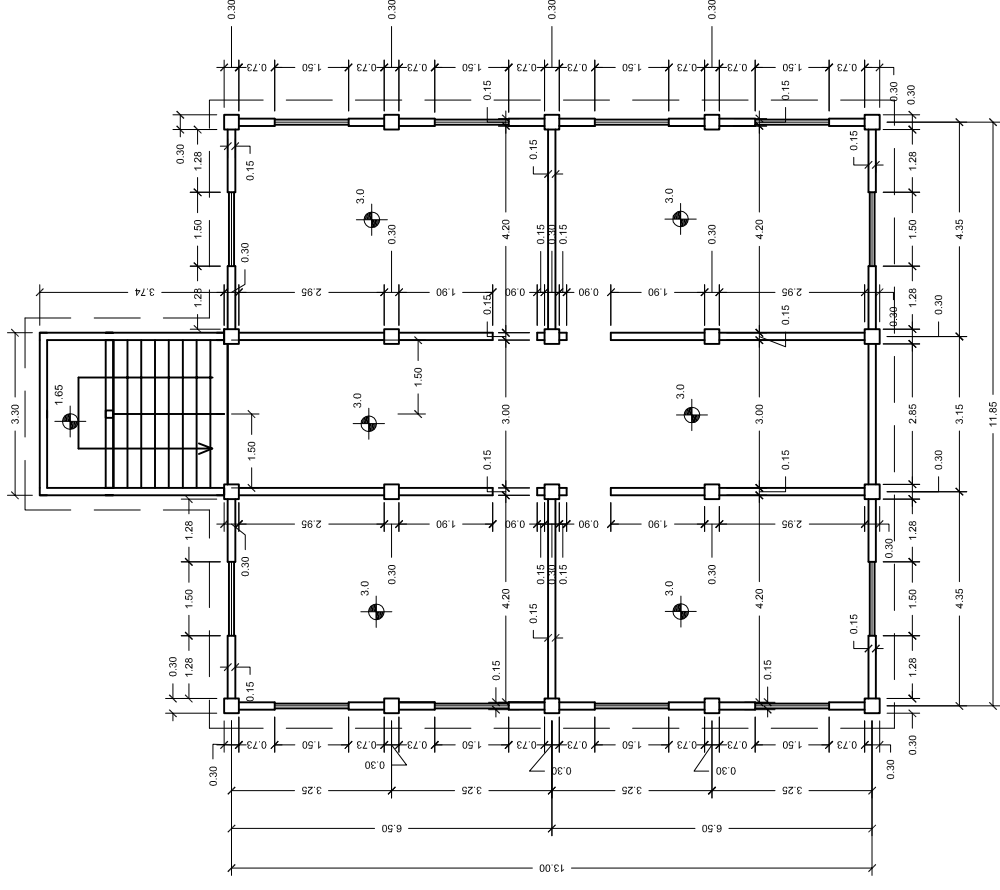
**SEGUNDO NIVEL**  
 ESCALA 1/75



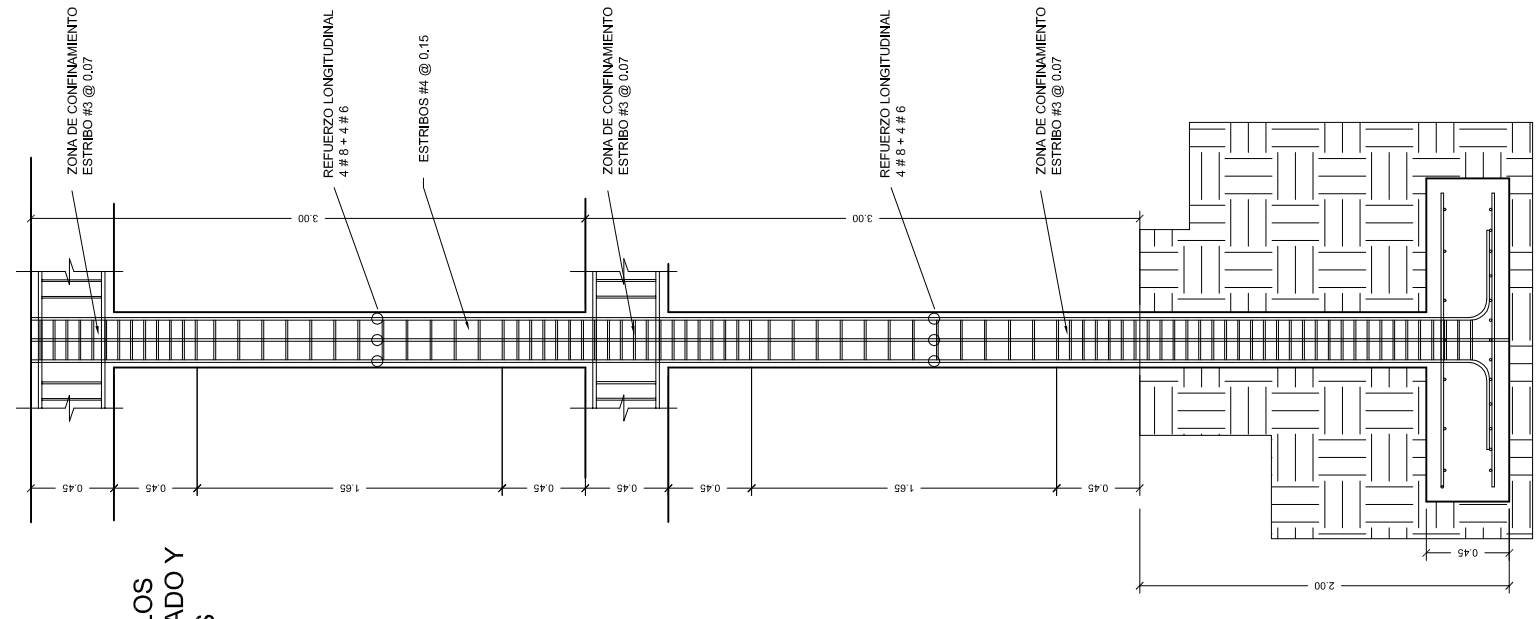
**PRIMER NIVEL**  
 ESCALA 1/75



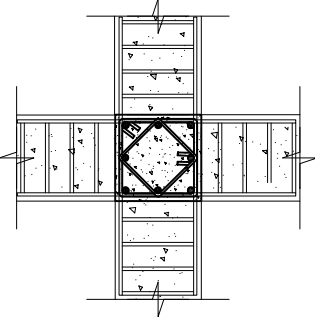
**PRIMER NIVEL**  
 ESCALA 1/75



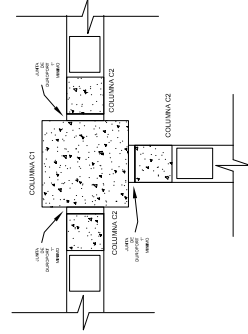
**SEGUNDO NIVEL**  
 ESCALA 1/75



**NOTA:**  
VER HOJA 5 PARA LOS  
DETALLES DE ARMADO Y  
ESPECIFICACIONES

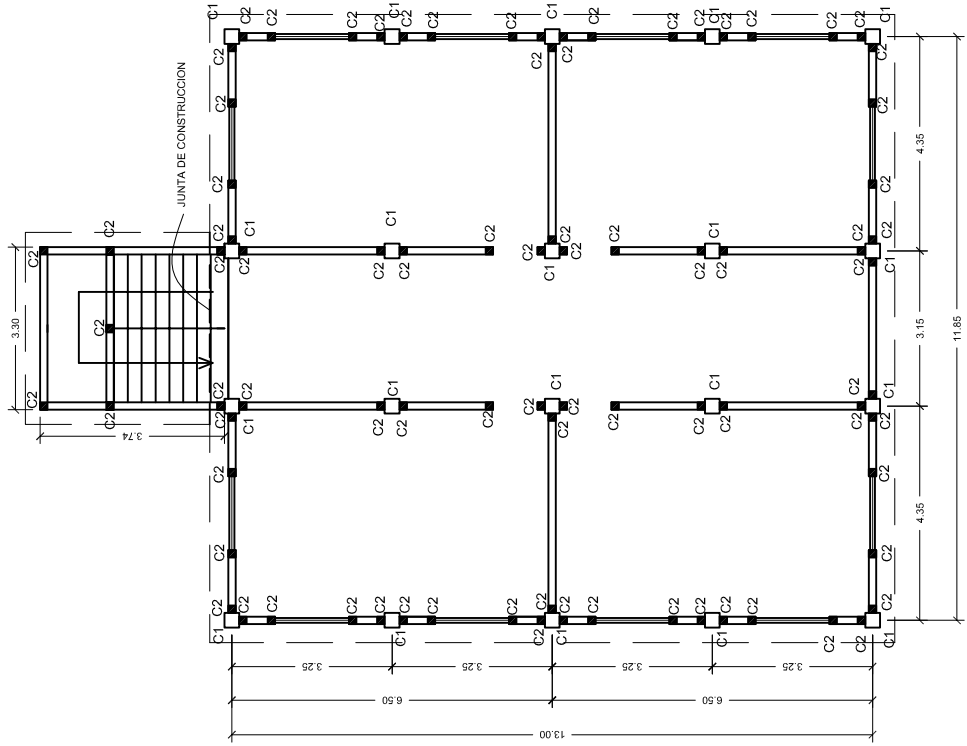
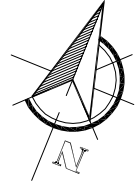


**PLANTA VIGA COLUMNA**

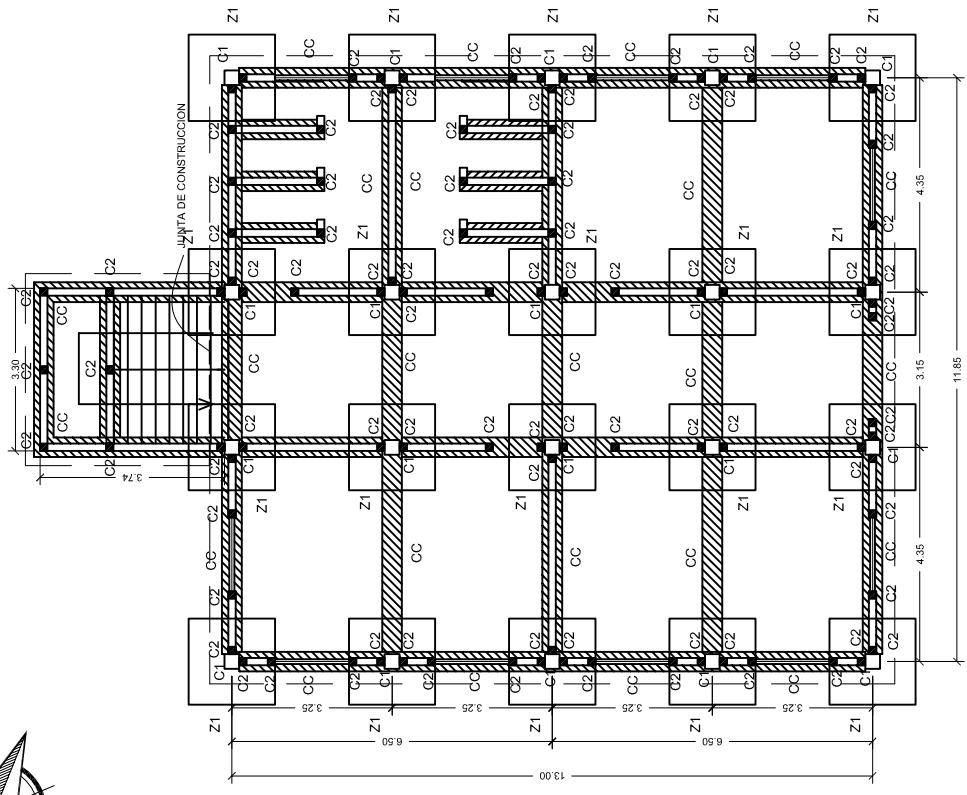


**DETALLE JUNTA MURO COLUMNA**

SIMBOLOGIA	
	MURO BLOCK
	COLUMNAS EN MUROS
	CIMIENTO CORRIDO
	COLUMNA PRINCIPAL
	INDICA TIPO DE ELEMENTO
	CIMIENTO CORRIDO
	INDICA TIPO DE ZAPATA



**SEGUNDO NIVEL**



**PRIMER NIVEL**

**PLANTA DE COLUMNA**

ESCALA 1/75

ESCALA 1/75

ESCALA 1/75



**ESPECIFICACIONES:**

POR NINGUN MOTIVO DEBERAN ANCLARSE LOS MUROS A LAS COLUMNAS NI VIGAS. EL MODULO DE GRADAS ES INDEPENDIENTE A LOS MARCOS DE CONCRETO. COLOCAR JUNTAS DE DUROPORT EN DICHAS UNIONES. VER DETALLES.

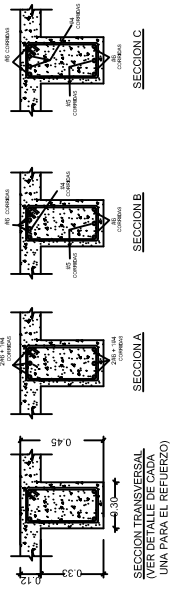
LAS TUBERIAS NO DEBEN ATRAVESAR LAS COLUMNAS O VIGAS.

**ESPECIFICACIONES DE DISEÑO:**  
 MUROS: f'c 35 kg/cm<sup>2</sup>, 0.10x0.20x0.40 en baños y 0.15x0.20x0.40 en el resto de muros.  
 MUROS: f'c 35 kg/cm<sup>2</sup>, 0.10x0.20x0.40 en baños y 0.15x0.20x0.40 en el resto de muros.  
 PROPORCION MORTERO PARA LEVANTADO DE MUROS: 1:3

SE CALCULO UN VALOR SUPORTE DE 25.80 T/m<sup>2</sup>, MEDIANTE ENSAYO DE CONSTRUCCION DEL EDIFICIO A TRAVES DE UN ENSAYO DINAMICO (SPT) CARGAS VIVAS (TOMADAS DEL CODIGO AGES): 100kg/m<sup>2</sup> EN TECHOS, 350kg/m<sup>2</sup> EN AJUAS Y 500kg/m<sup>2</sup> EN GRADAS Y PASILLOS.

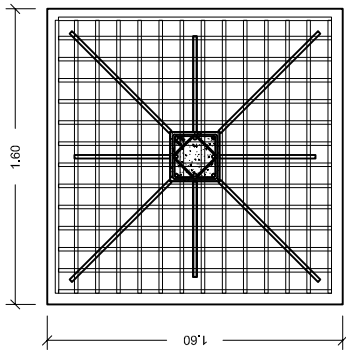
LOS TRASLAPES Y LA LONGITUD DE DESARROLLO (L<sub>d</sub>) HAN DE SER POR LO MENOS 48 VECES EL DIAMETRO DEL REFUERZO A EMPALMAR PARA #3 35 cm, #4 45 cm, #5 55 cm, #6 65 cm, #7 75 cm, #8 85 cm, #9 95 cm, #10 105 cm, #11 115 cm, #12 125 cm, #14 145 cm, #16 165 cm, #18 185 cm, #20 205 cm, #22 225 cm, #25 250 cm, #28 280 cm, #32 320 cm, #36 360 cm, #40 400 cm, #44 440 cm, #48 480 cm, #52 520 cm, #56 560 cm, #60 600 cm, #64 640 cm, #68 680 cm, #72 720 cm, #76 760 cm, #80 800 cm, #84 840 cm, #88 880 cm, #92 920 cm, #96 960 cm, #100 1000 cm.

LAS LOSAS DEL SEGUNDO NIVEL, NO HAN SIDO DISEÑADAS PARA LA INSTALACION DE TANQUE SISTEMA.



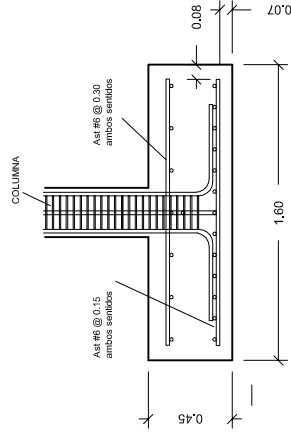
**SECCIONES TRANSVERSALES VIGAS**

1/20



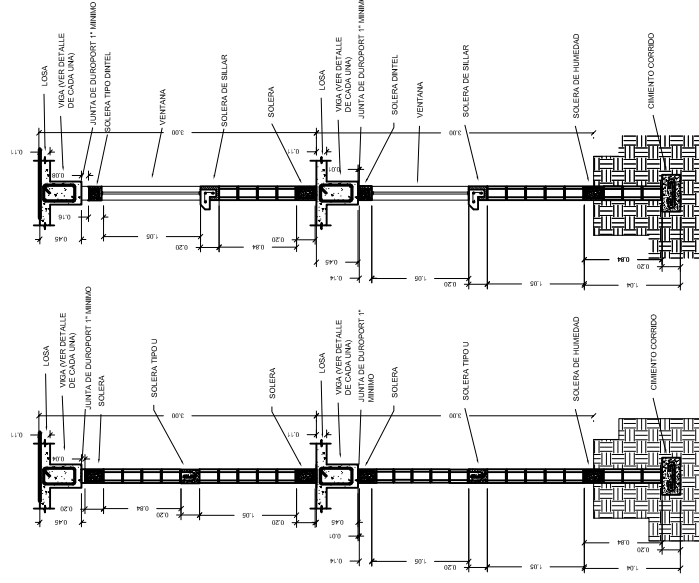
**PLANTA ZAPATA Z1**

1/20



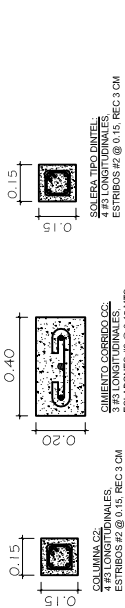
**SECCION ZAPATA Z1**

1/20



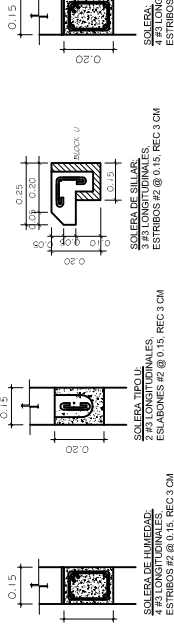
**CORTE MURO TIPO 1**

1/40



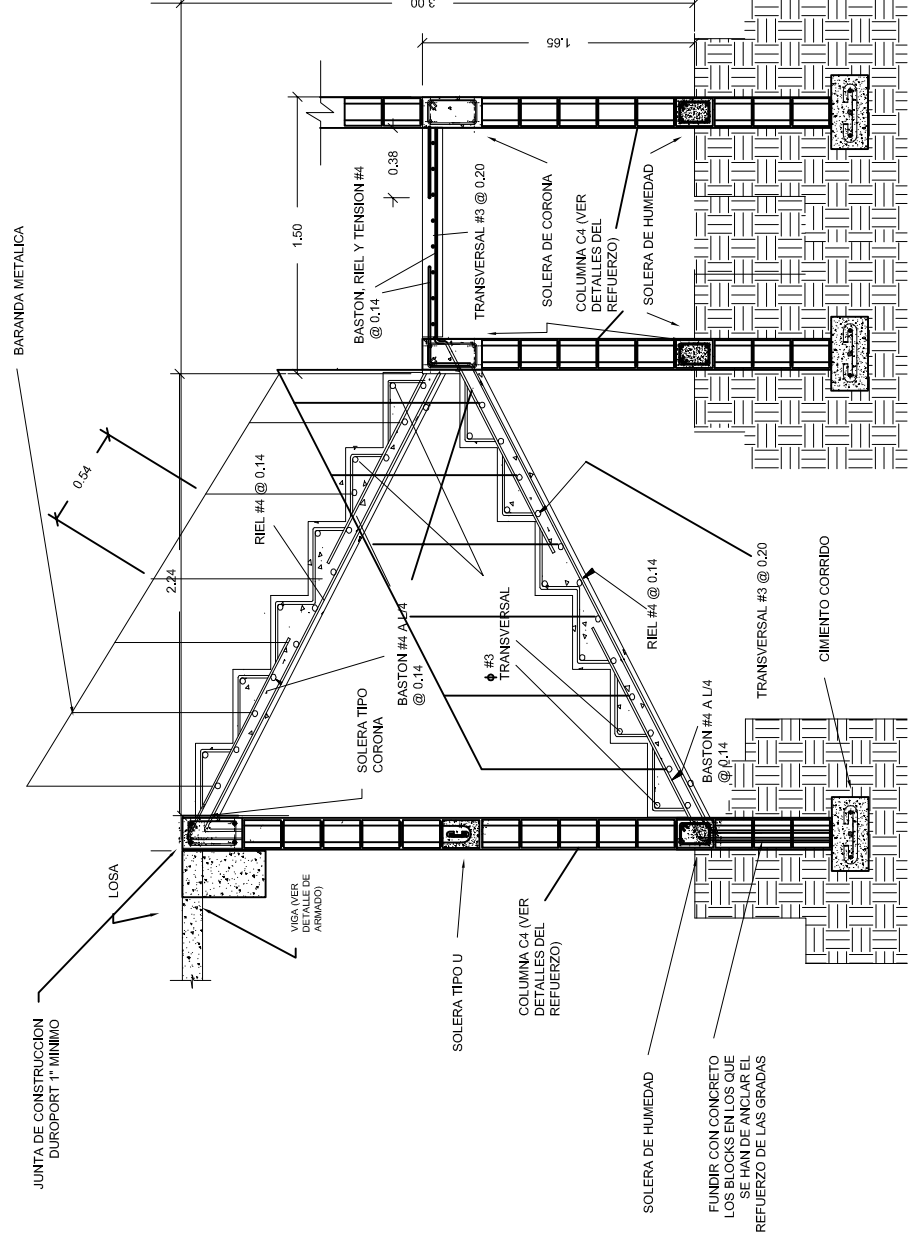
**CORTE MURO TIPO 1**

1/40



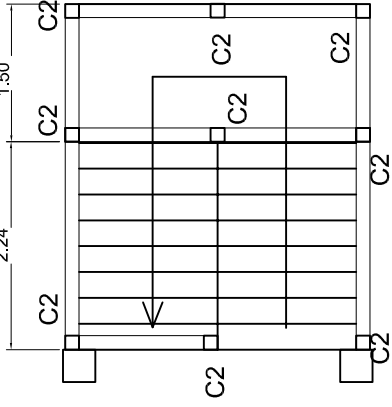
**DETALLE DE SOLERAS, COLUMNAS EN MUROS Y CIMENTO CORRIDO**

ESCALA 1/15



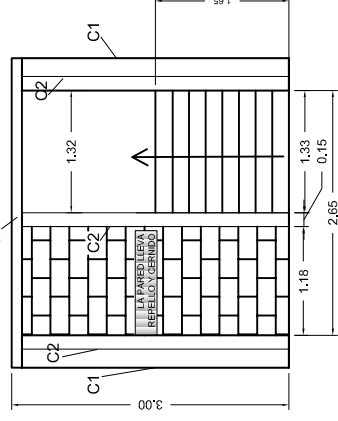
**CORTE TRANSVERSAL MODULO DE GRADAS**

1/20



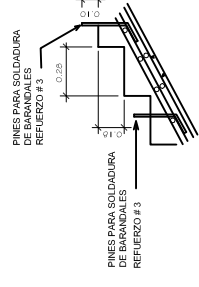
**PLANTA MODULO DE GRADAS**

1/40



**ELEVACION FRONTAL MODULO DE GRADAS**

1/40



**DETALLE DE COLUMNAS PRINCIPALES**

SE

**DETALLE JUNTA PARA BARANDA**

SE

**U.S.A.C.**  
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
**E.P.S.**  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

**PROYECTO:**  
 DISEÑO DE LA EDIFICACION  
 ESCOLAR DE DOS NIVELES EN  
 LA COMUNIDAD COMTEMPORT,  
 PUERTO BARRIOS  
 DEPARTAMENTO DE  
 IZABAL.

**DESCRIPCION DEL CONTENIDO:**  
 DETALLE DE ARMADO  
**REVISO:**  
**APROBO:**

**CONTENIDO**  
 DETALLE DE  
 ARMADO COLUMNA  
 VIGAS Y GRADAS

<b>CALCULO:</b> NAZAR EDUARDO BARRON	<b>DIBUJO:</b> NAZAR EDUARDO BARRON
<b>DISEÑO:</b> NAZAR EDUARDO BARRON	<b>REVISO:</b> ING. JUAN MERCEZ COSS
<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>FECHA:</b> NOVIEMBRE 2010

**UBICACION DEL PROYECTO:**  
 ALDEA ENTRE RIOS, MUNICIPIO DE  
 PUERTO BARRIOS, IZABAL.

**OBSERVACIONES Y MODIFICACIONES**

**TITULO RESPONSABLE:** MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS  
**ING. JUAN MERCEZ COSS**  
 ASesor EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



HOJA No.  
**5/10**

**PROYECTO:**  
DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN  
ESCOLAR DE DOS NIVELES EN  
LA COMUNIDAD COVEMPOR, PUERTO  
BARRIOS DEPARTAMENTO DE  
IZABAL.

**DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO:**  
PLANTA DE ACABADOS

**REVISO:**

**APROBO:**

**CONTENIDO**  
*PLANTA DE ACABADOS*

<b>CALCULO:</b> NAZIR EDUARDO BARRON	<b>DIBUJO:</b> NAZIR EDUARDO BARRON
<b>DISEÑO:</b> NAZIR EDUARDO BARRON	<b>REVISO:</b> ING. JUAN MERCK COSS
<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>FECHA:</b> NOVIEMBRE 2010

**UBICACION DEL PROYECTO:**  
ALDEA ENTRE RIOS, MUNICIPIO DE  
PUERTO BARRIOS, IZABAL.

**OBSERVACIONES Y MODIFICACIONES**

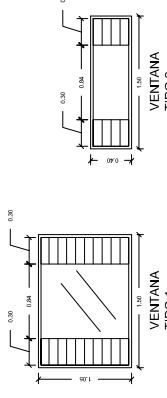
**FIRMA RESPONSABLE:** MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS.

ING. JUAN MERCK COSS  
ASESOR EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



HOJA No.  
**6/10**

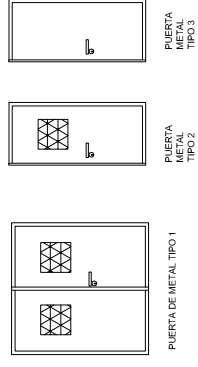
PLANILLA DE VENTANAS						
TIPO	SILLAR	DINTEL	ALTO	ANCHO	CANTIDAD	MATERIAL
V-1	1.300	2.400	1.050	1.500	21	ALUMINIO MILL FINISH Y VIDRO DE 5mm
V-2	2.000	2.400	0.400	1.500	02	ALUMINIO MILL FINISH Y VIDRO DE 5mm



**DETALLES DE VENTANAS**

S/E

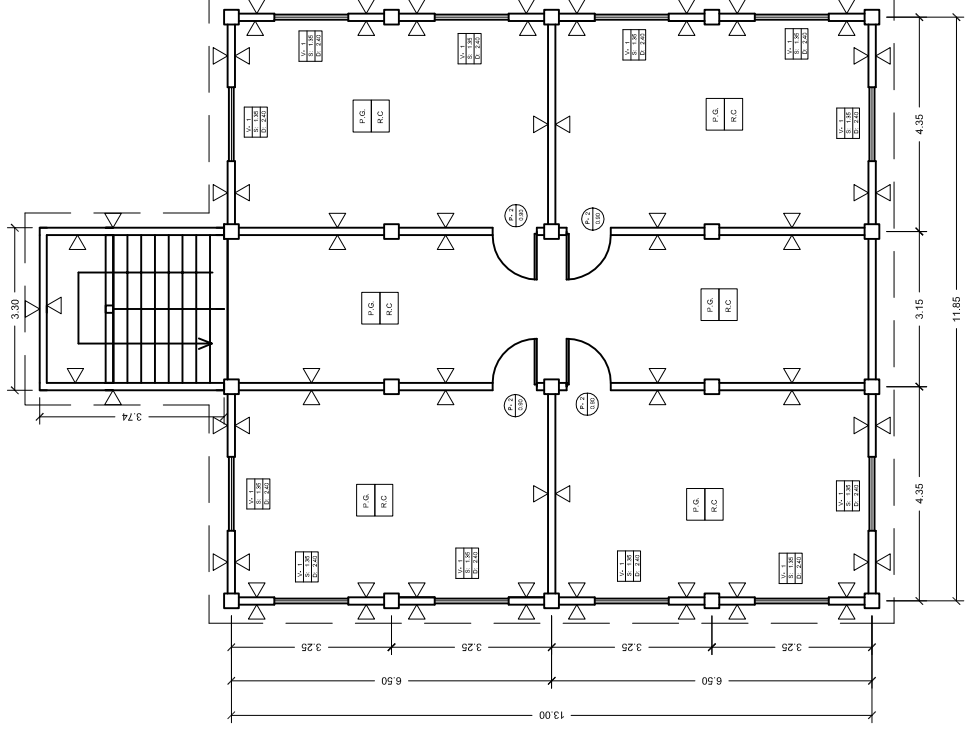
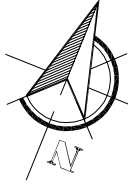
PLANILLA DE PUERTAS				
TIPO	ANCHO	DINTEL	CANTIDAD	MATERIAL
P-1	2.00	2	1	METAL
P-2	0.80	2	9	METAL
P-3	0.70	0M	0	METAL



**DETALLES DE PUERTAS**

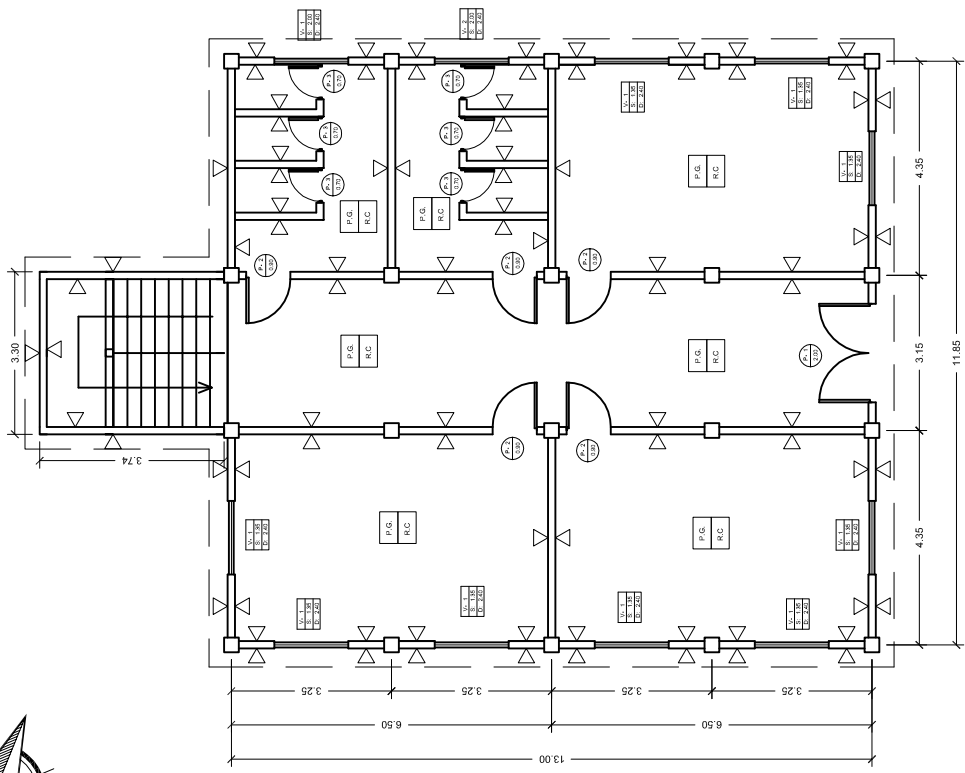
S/E

NOMENCLATURA	
<b>SIMBOLO</b>	<b>REFERENCIA</b>
P.G.	PISO DE GRANITO
R.C.	REPELLO+CERNIDO+PINTURA EN CIELO
△	REPELLO + CERNIDO + PINTURA
⊙	TIPO DE PUERTA
⊞	TIPO DE VENTANA



**SEGUNDO NIVEL**

ESCALA 1/75

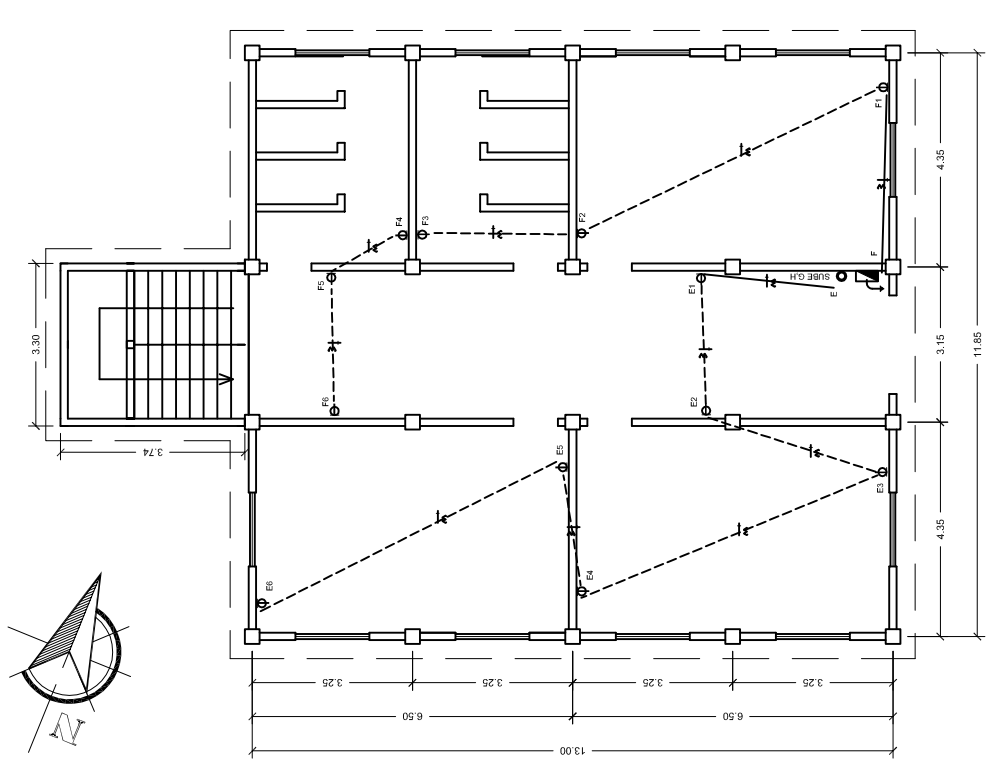
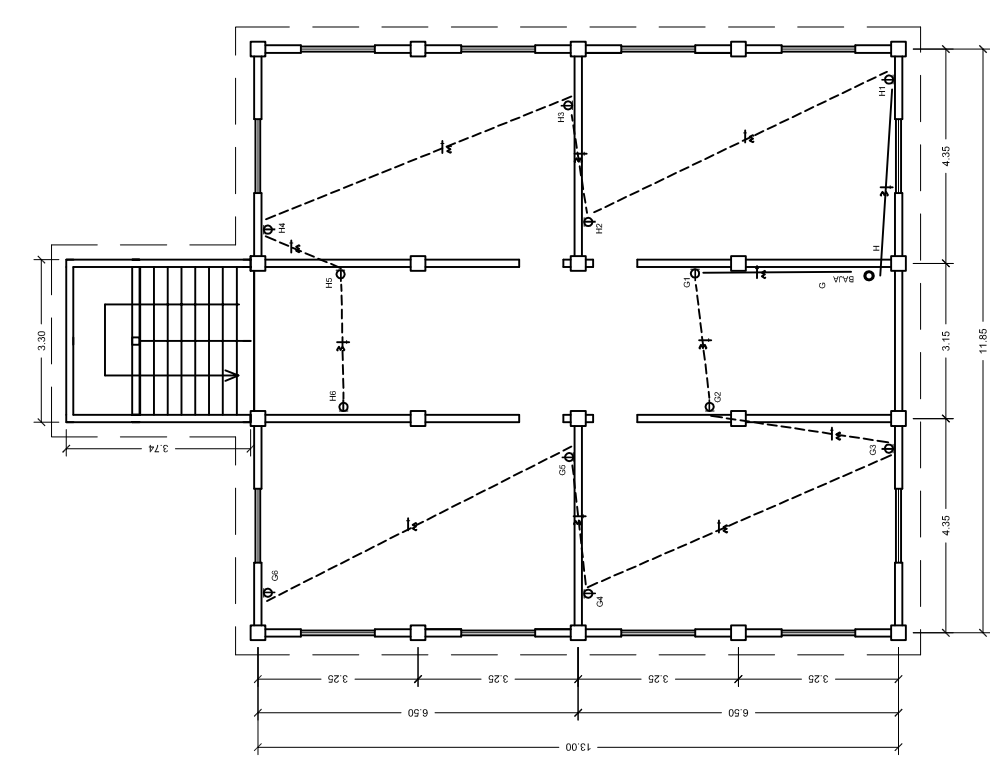
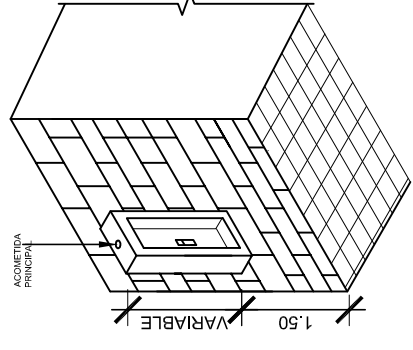
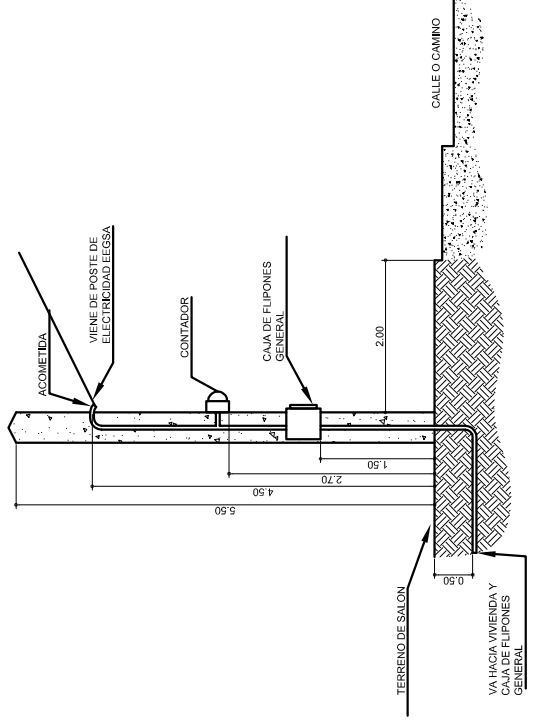
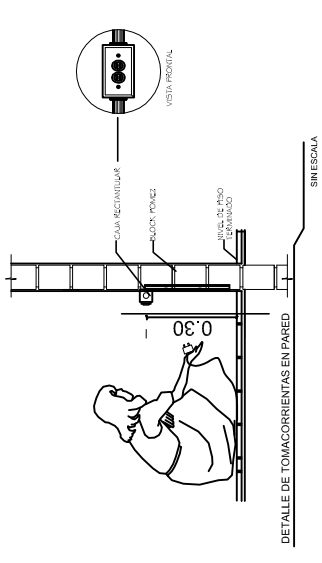


**PRIMER NIVEL**

ESCALA 1/75



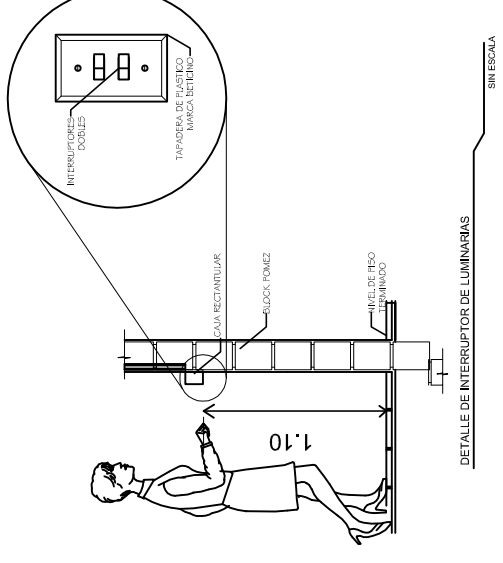




**SIMBOLOGIA:**

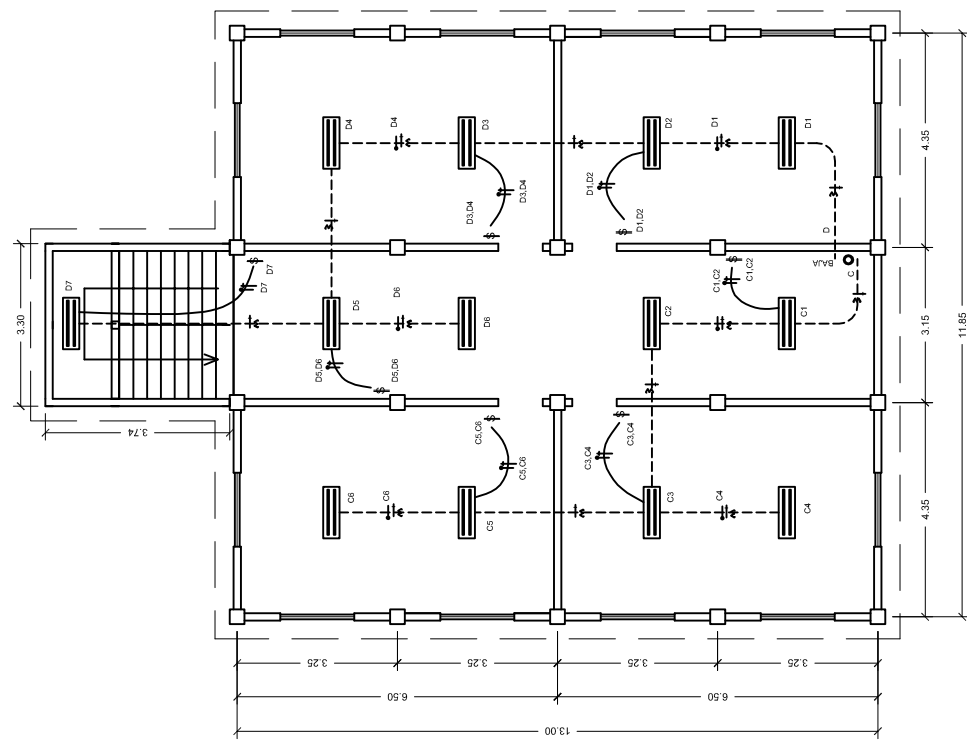
GRAFICA	DESCRIPCION
	TOMACORRIENTE DOBLE DE 115 VOLTIOS
	TABLERO PRINCIPAL
	INDICA CIRCUITO EN TABLERO PRINCIPAL
	NEUTRO CALIBRE 12TW
	INDICA CIRCUITO - LINEA ACTIVA CALIBRE 12TW
	TUBERIA EMPOTRADA EN PARED O PISO 3/4" PVC ELECT.
	TUBERIA EMPOTRADA EN TECHO 3/4" PVC ELECT.
	SUBIDA O BAJADA DE TUBERIA

EL DISEÑO DEL CIRCUITO FUERZA ESTA DISEÑADO PARA APARATOS DE OFICINA. LOS CUALES NO EXCEDEN LA CAPACIDAD DEL DISEÑO. LA IMPLEMENTACION DE AIRE ACONDICIONADO O CUALQUIER OTRO APARATO REQUIERE UN DISEÑO DIFERENTE

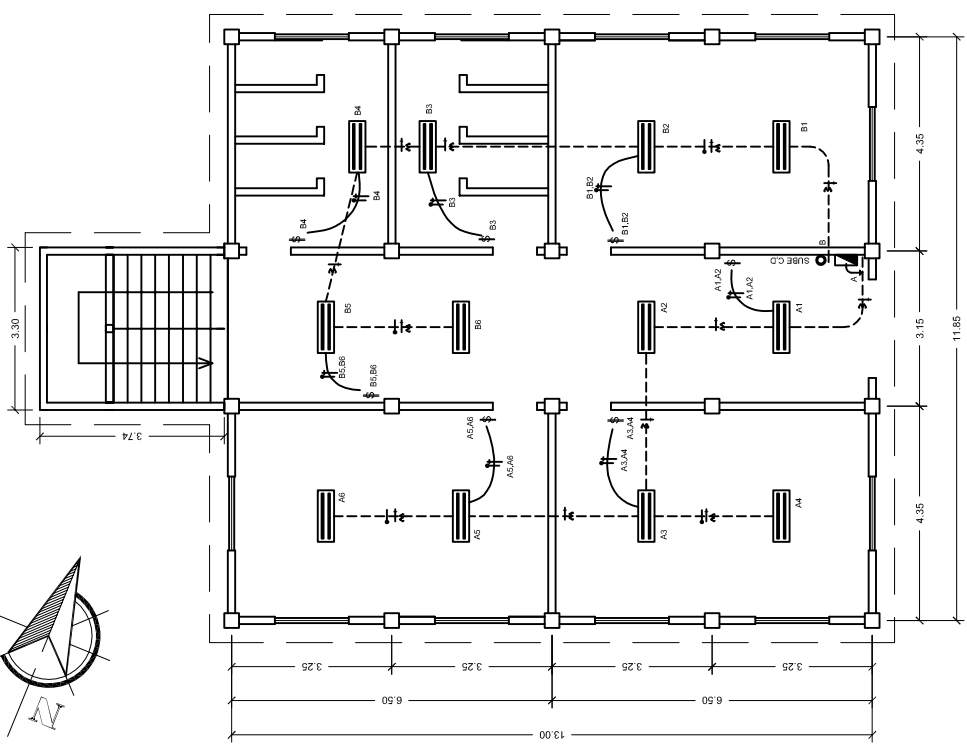


**SIMBOLOGIA:**

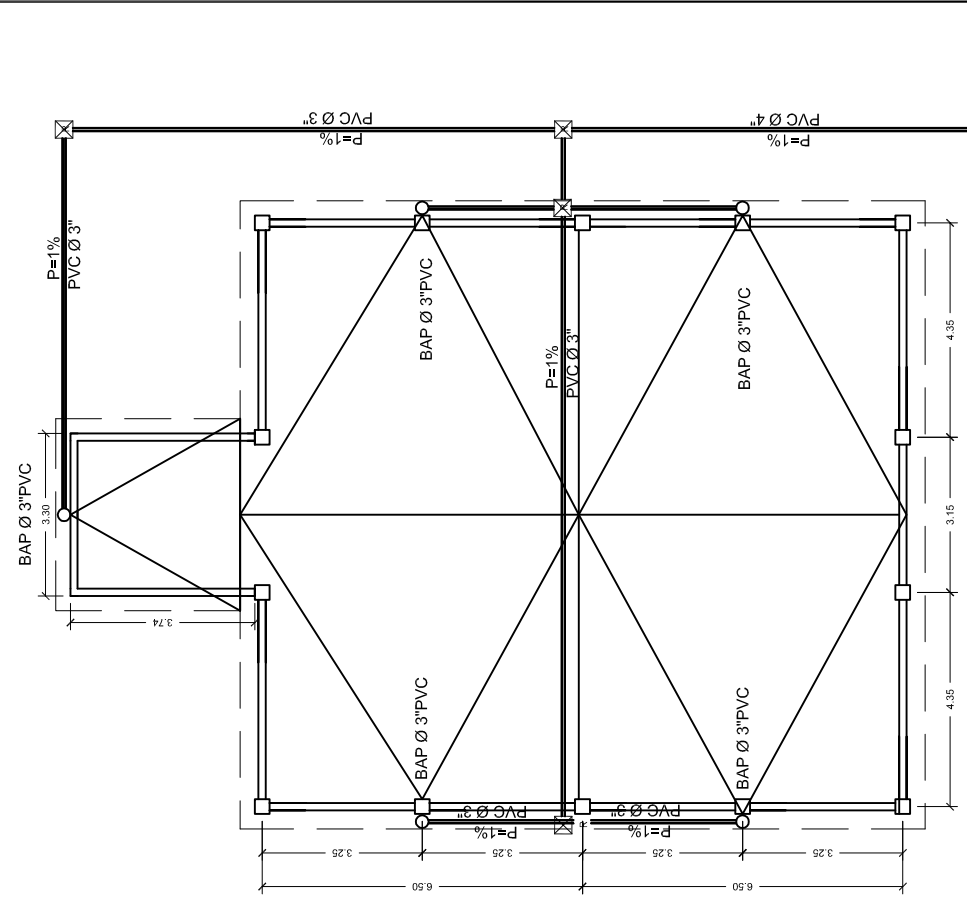
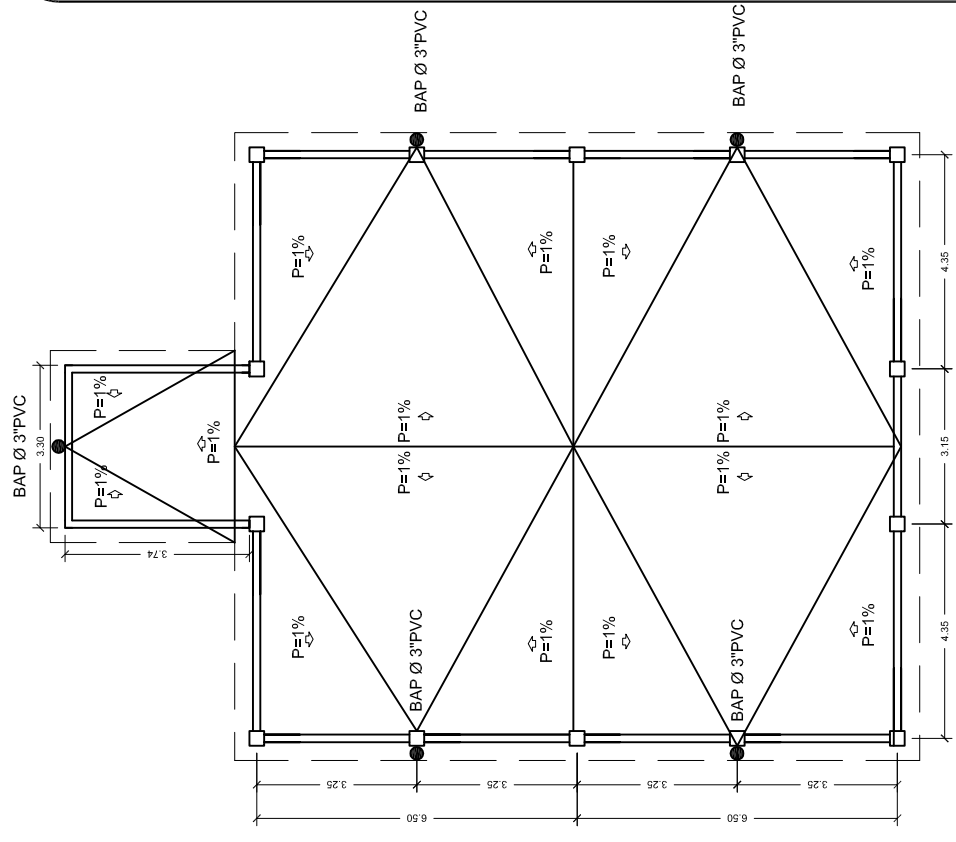
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	POLIDUCTO 3/4", EMPOTRADO EN LOSA
	PVC ELECT. 3/4", EMPOTRADO EN LOSA
	LAMPARA TIPO INDUSTRIAL CON PANTALLA DE 2440 WATTS
	TABLERO PRINCIPAL
	INDICA UNIDAD DEL CIRCUITO
	INTERRUPTOR DE PULSADOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DE PULSADOR DOBLE
	NEUTRO
	RETORNO
	INDICA CIRCUITO - LINEA ACTIVA
	INDICA CIRCUITO EN TABLERO PRINCIPAL
	SUBIDA O BAJADA DE TUBERIA



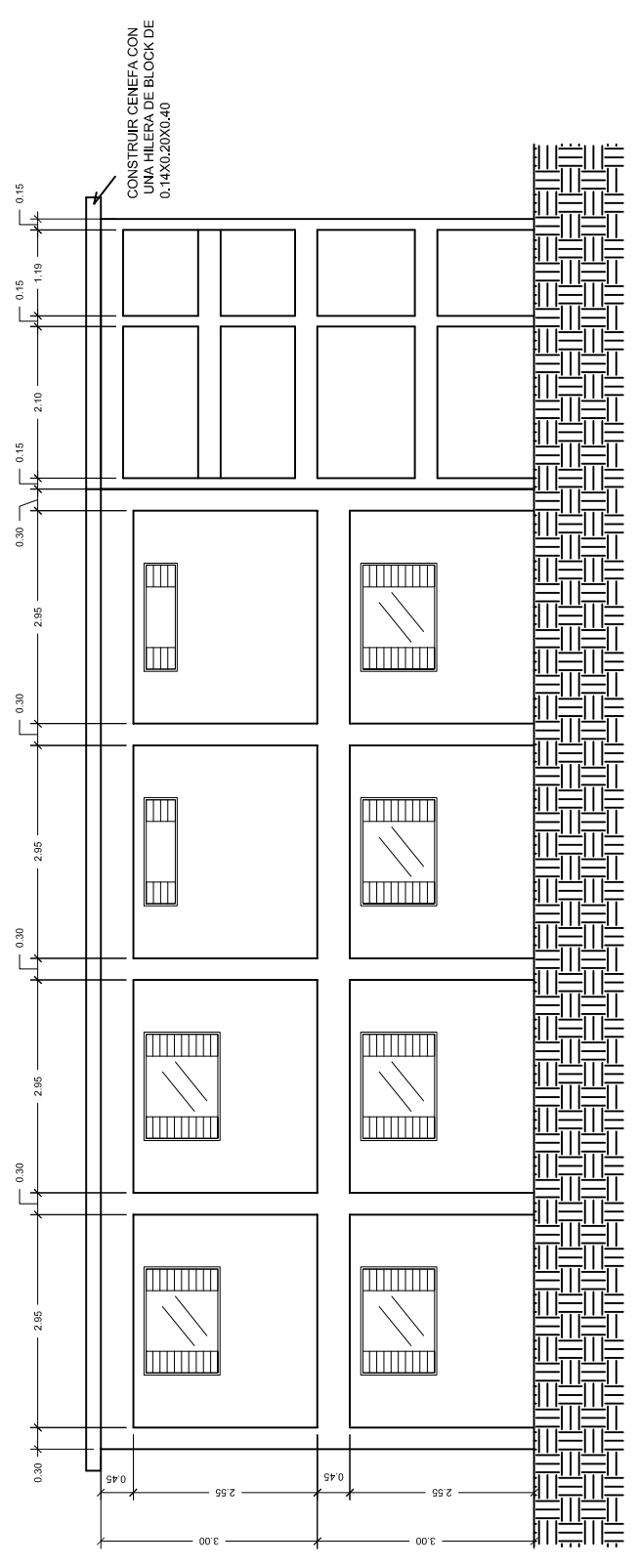
**SEGUNDO NIVEL**  
ESCALA 1/75



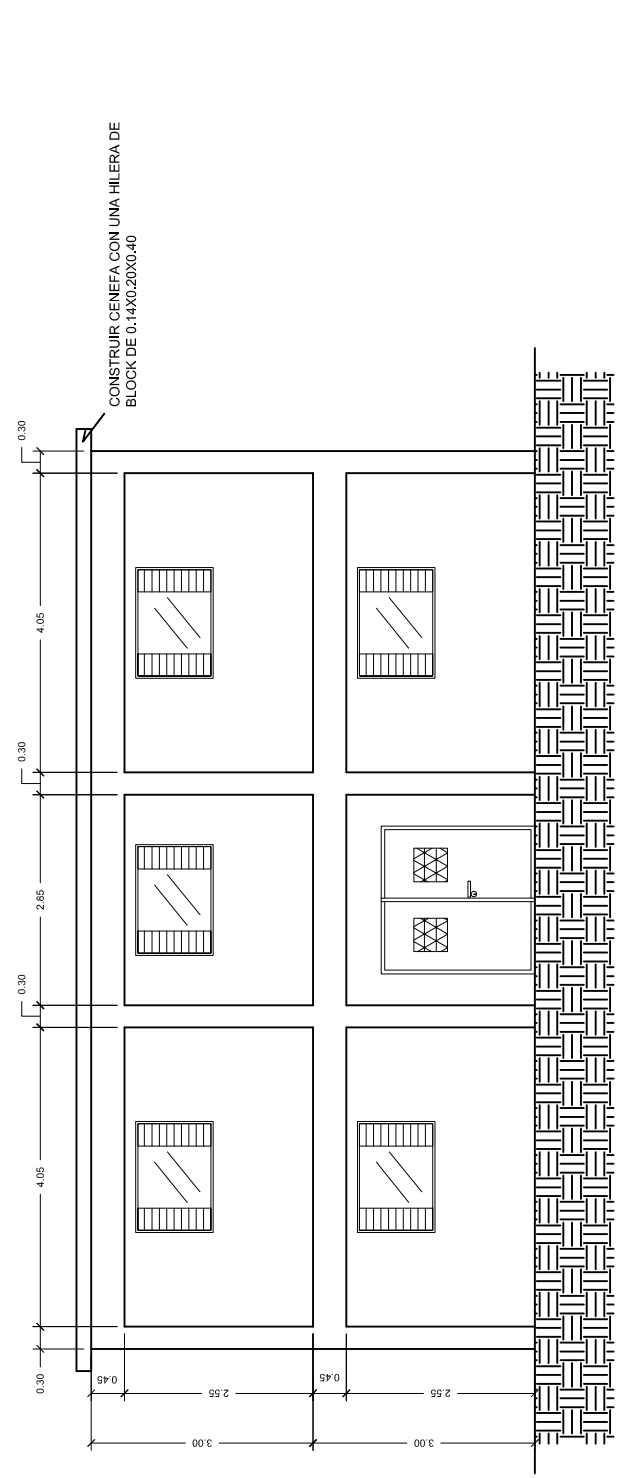
**PRIMER NIVEL**  
ESCALA 1/75



VAA DRENAJE PLUVIAL



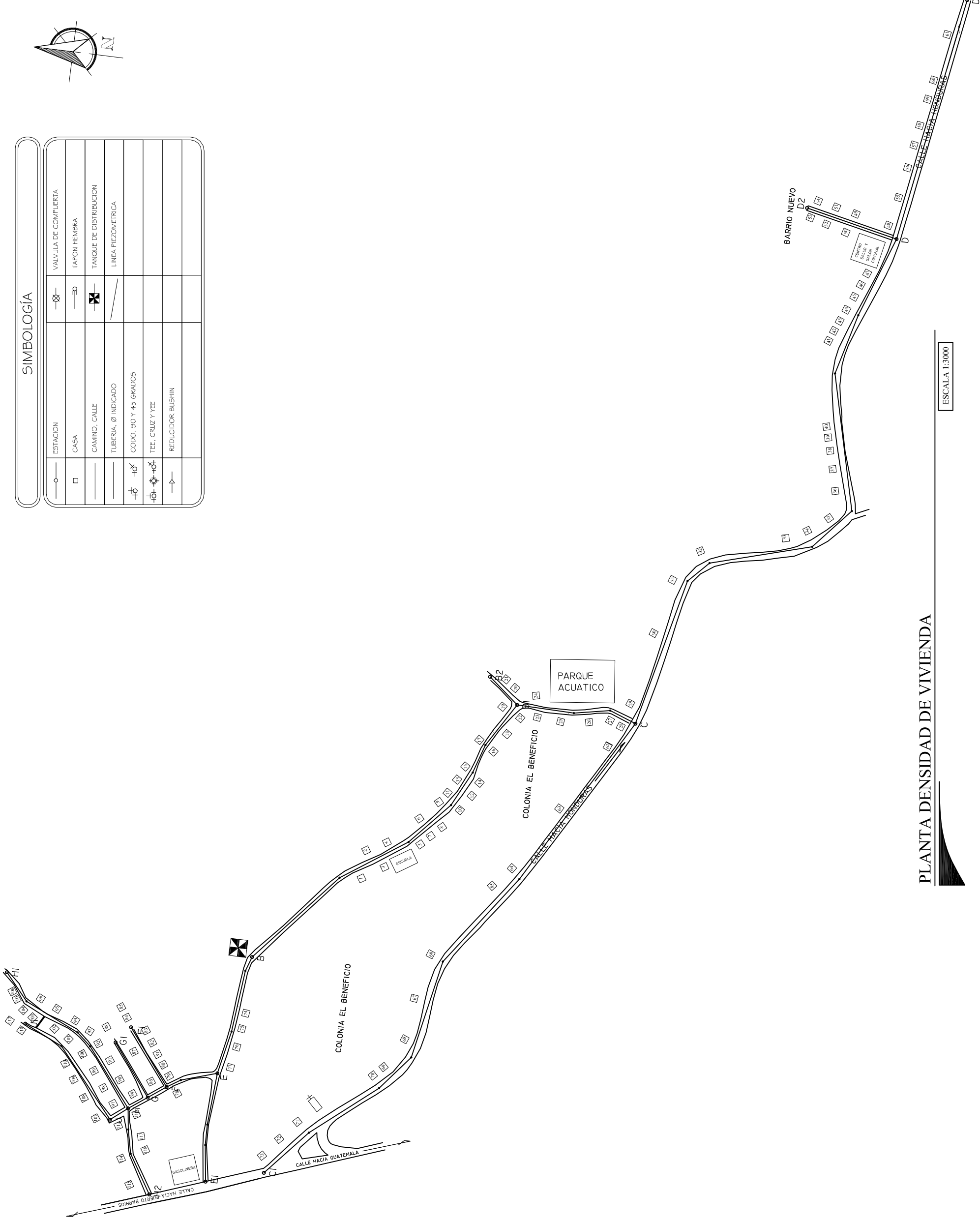
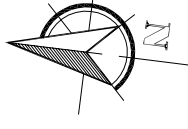
**ELEVACION LATERAL**  
ESCALA 1/50



**ELEVACION FRONTAL**  
ESCALA 1/50

**NOTA:** LA  
LONGITUD DEL  
VOLADIZO DE LA  
CENEFA ES DE 30  
CM MEDIDOS AL  
ROSTRO DEL MURO

SIMBOLOGÍA	
ESTACION	VALVULA DE COMPLEUERTA
CASA	TAPON HEMBRA
CAMINO, CALLE	TANQUE DE DISTRIBUCION
TUBERIA, Ø INDICADO	LINEA PIEZOMETRICA
CODO, 90 Y 45 GRADOS	
TEE, CRUZ Y YEE	
REDUCIDOR BUSHIN	



**U.S.A.C.**  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
**E.P.S.**  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

**PROYECTO:**  
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO  
DE AGUA POTABLE PARA LA  
ALDEA ENTRE RIOS,  
PUERTO BARRIOS  
DEPARTAMENTO DE  
IZABAL.

**DESCRIPCION DEL CONTENIDO:**  
DENSIDAD DE VIVIENDA

REVISO:

APROBO:

**CONTENIDO**  
**PLANO DE**  
**DENSIDAD DE**  
**VIVIENDA**

<b>CALCULO:</b> NAZIR EDUARDO BARRON	<b>DIBUJO:</b> NAZIR EDUARDO BARRON
<b>DISEÑO:</b> NAZIR EDUARDO BARRON	<b>REVISO:</b> ING. JUAN MERCEZ COSS
<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>FECHA:</b> NOVIEMBRE 2010

**UBICACION DEL PROYECTO:**  
ALDEA ENTRE RIOS, MUNICIPIO DE  
PUERTO BARRIOS, IZABAL.

**OBSERVACIONES Y MODIFICACIONES**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**FINA RESPONSABLE:** MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS.

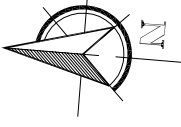
ING. JUAN MERCEZ COSS  
ASESOR EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



Hoja No:  
**1/10**

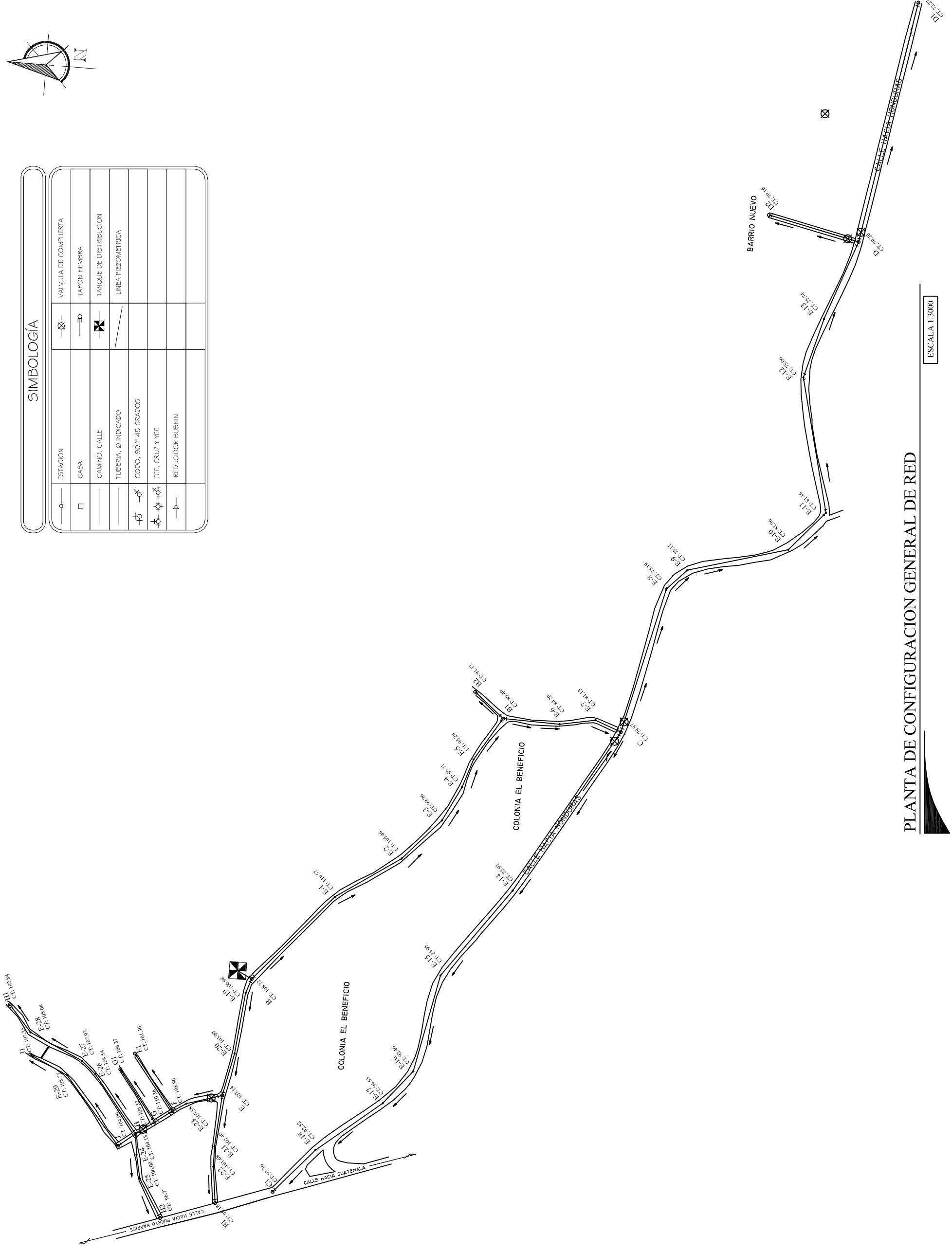
**PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA**

ESCALA 1:3000



**SIMBOLOGÍA**

	ESTACION		VALVULA DE COMPUERTA
	CASA		TAPON HEMBRA
	CAMINO, CALLE		TANQUE DE DISTRIBUCION
	TUBERIA, Ø INDICADO		LINEA PIEZOMETRICA
	CODO, 90 Y 45 GRADOS		
	TEE, CRUZ Y TEE		
	REDUCTOR BUSHIN		



**PLANTA DE CONFIGURACION GENERAL DE RED**

ESCALA 1:3000

**U.S.A.C.**  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
**E.P.S.**  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

**PROYECTO:**  
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO  
DE AGUA POTABLE PARA LA  
ALDEA ENTRE RIOS,  
PUERTO BARRIOS  
DEPARTAMENTO DE  
IZABAL.

**DESCRIPCION DEL CONTENIDO:**  
CONFIGURACION GENERAL

REVISO: \_\_\_\_\_

APROBO: \_\_\_\_\_

**CONTENIDO**  
PLANO DE  
CONFIGURACION  
GENERAL DE RED

<b>CALCULO:</b> NAZAR EDUARDO BARRON	<b>DIBUJO:</b> NAZAR EDUARDO BARRON
<b>DISEÑO:</b> NAZAR EDUARDO BARRON	<b>REVISO:</b> ING. JUAN MERCEZ COSS
<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>FECHA:</b> NOVIEMBRE 2010

**UBICACION DEL PROYECTO:**  
ALDEA ENTRE RIOS, MUNICIPIO DE  
PUERTO BARRIOS, IZABAL.

**OBSERVACIONES Y MODIFICACIONES**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

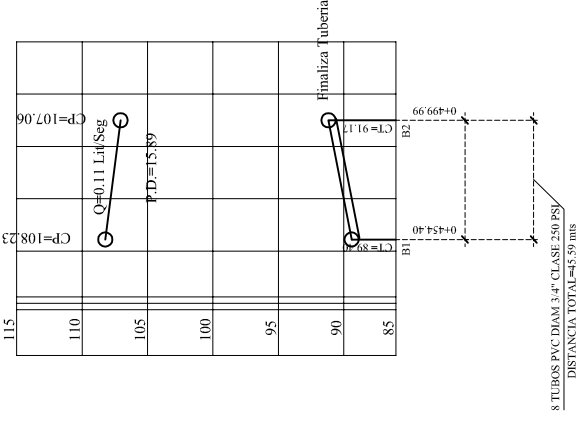
\_\_\_\_\_

**FINA RESPONSABLE:** MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS

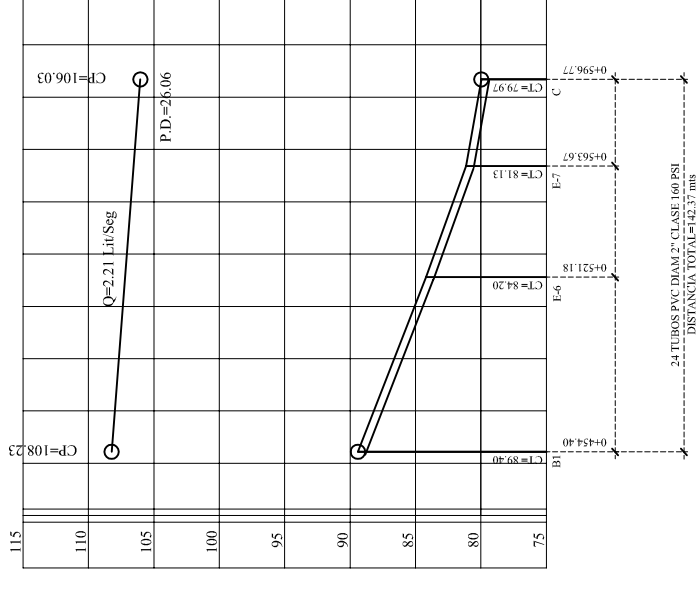
\_\_\_\_\_

**ING. JUAN MERCEZ COSS**  
ASESOR EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

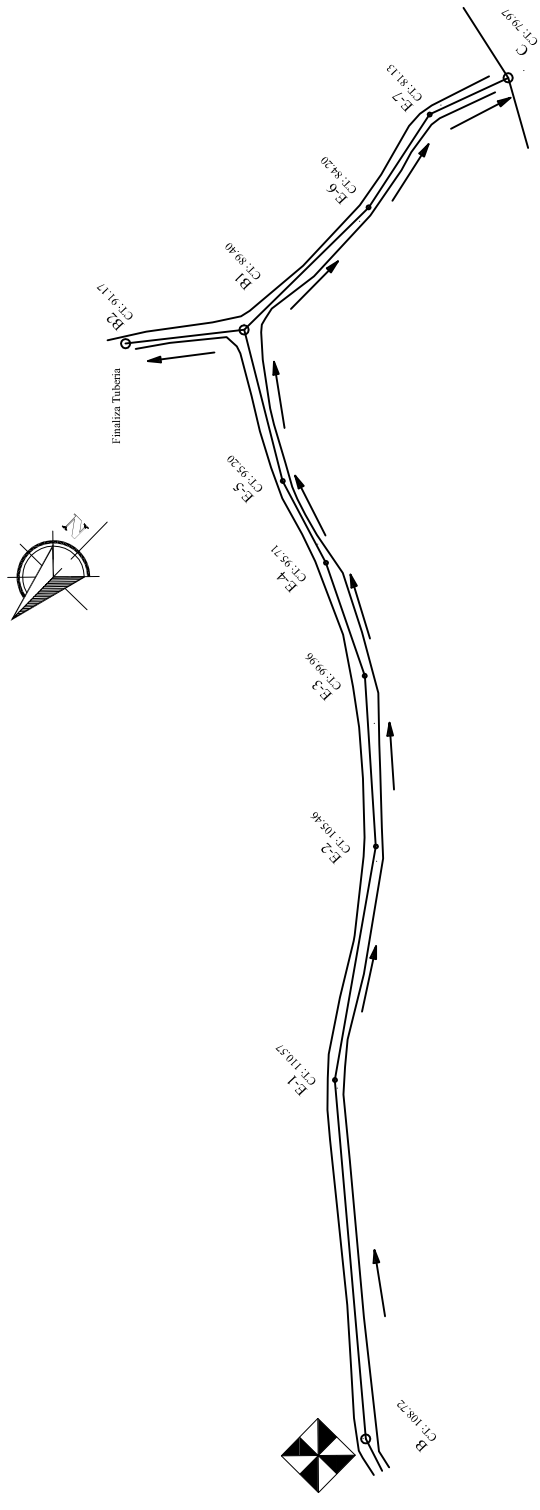
HOJA No. **2/10**



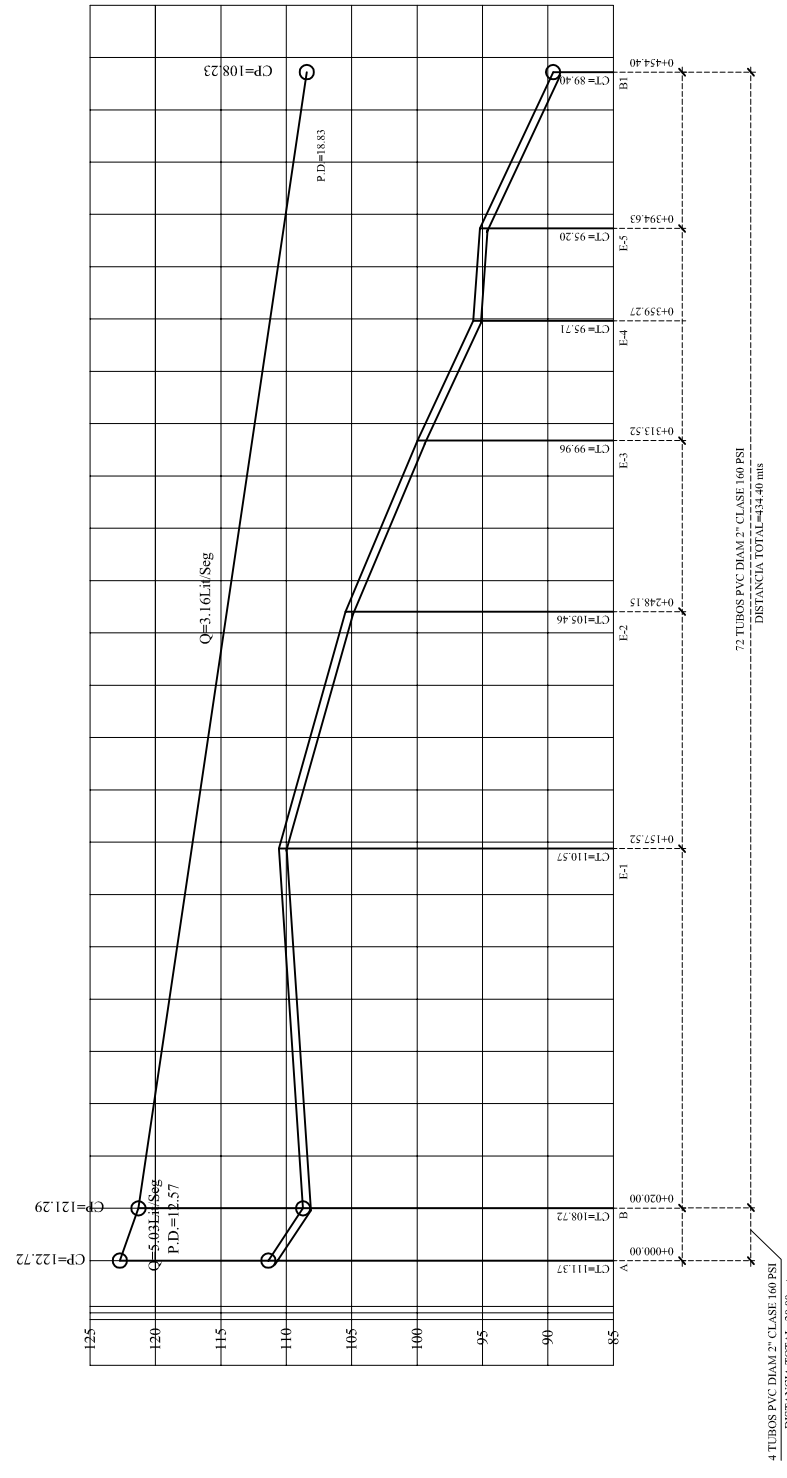
**PERFIL B1-B2**  
ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:400



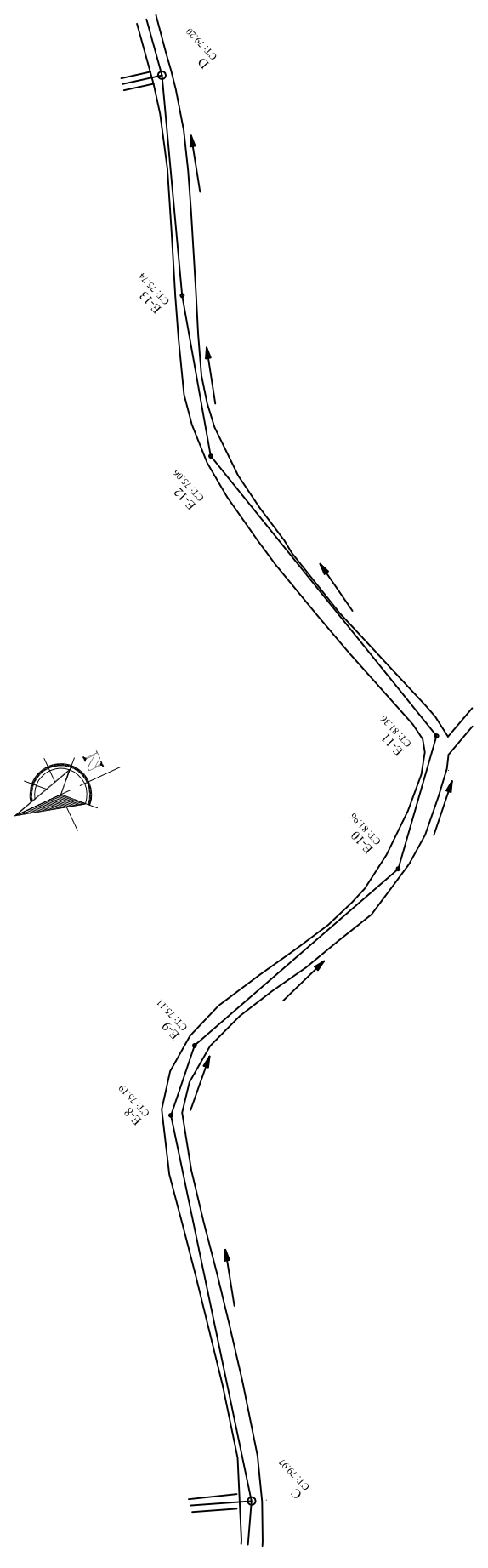
**PERFIL B1-C**  
ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:400



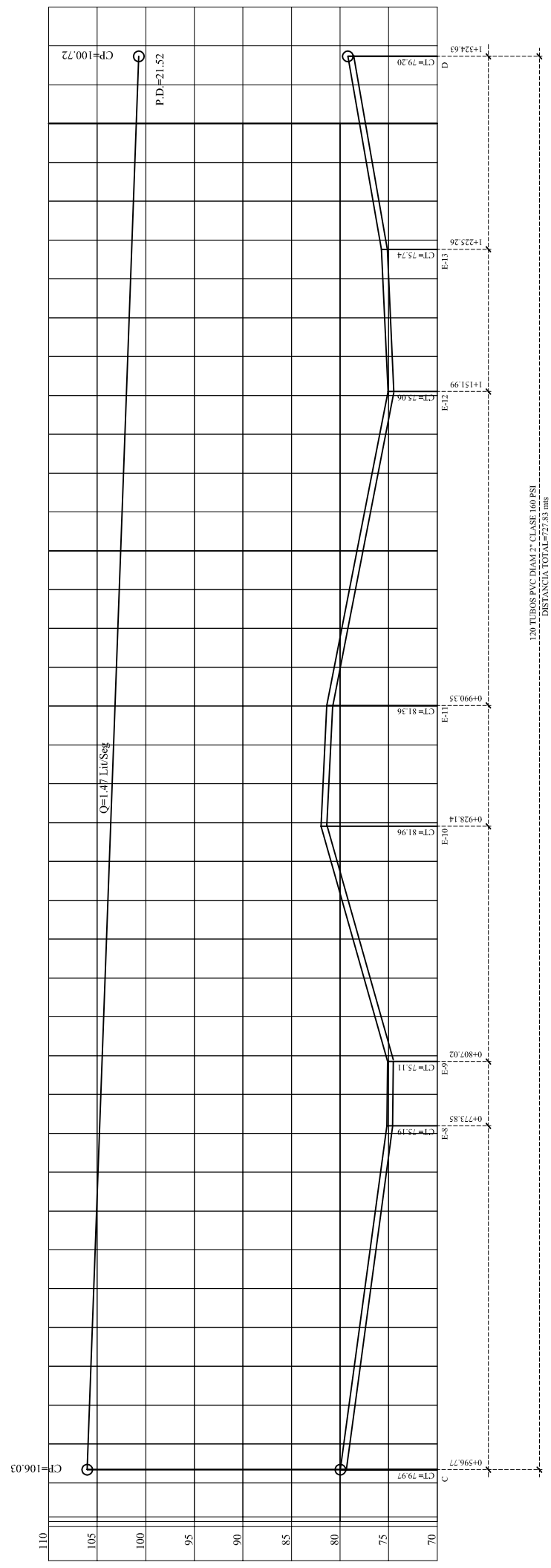
**PLANTA A-B1 PLANTA B1-B2**  
ESCALA 1:2000



**PERFIL A-B1**  
ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:400



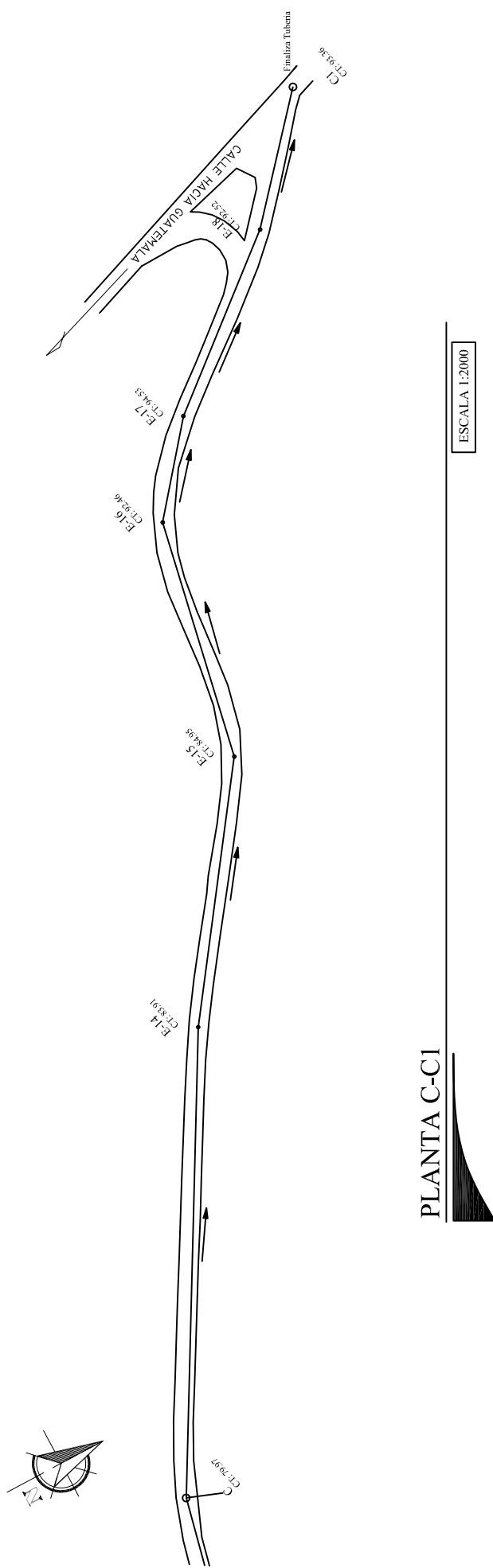
**PLANTA C-D**  
 ESCALA 1:2000



120 TUBOS PVC DIAM. 2" CLASE 160 PSI  
 DISTANCIA TOTAL=277.33 ms.

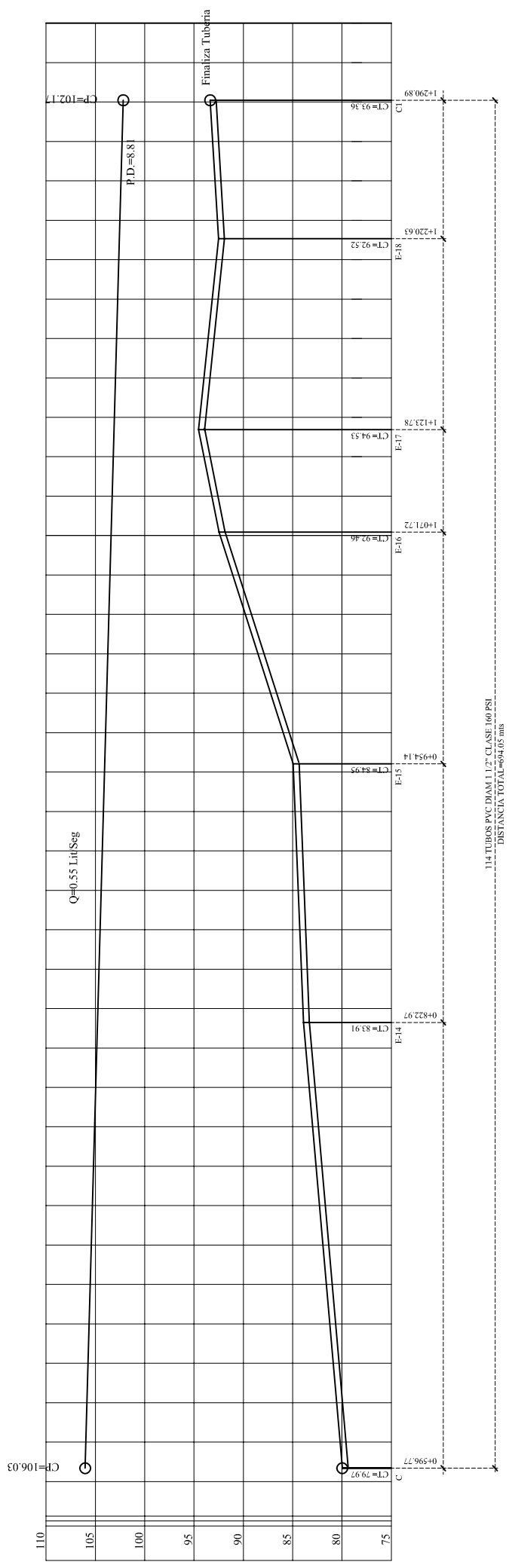
**PERFIL C-D**  
 ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
 ESCALA VERTICAL 1:400





**PLANTA C-CI**

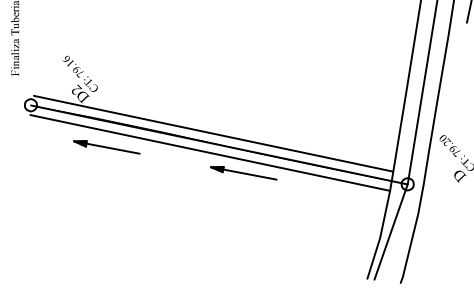
ESCALA 1:2000



**PERFIL C-CI**

ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
 ESCALA VERTICAL 1:400

**BARRIO NUEVO**

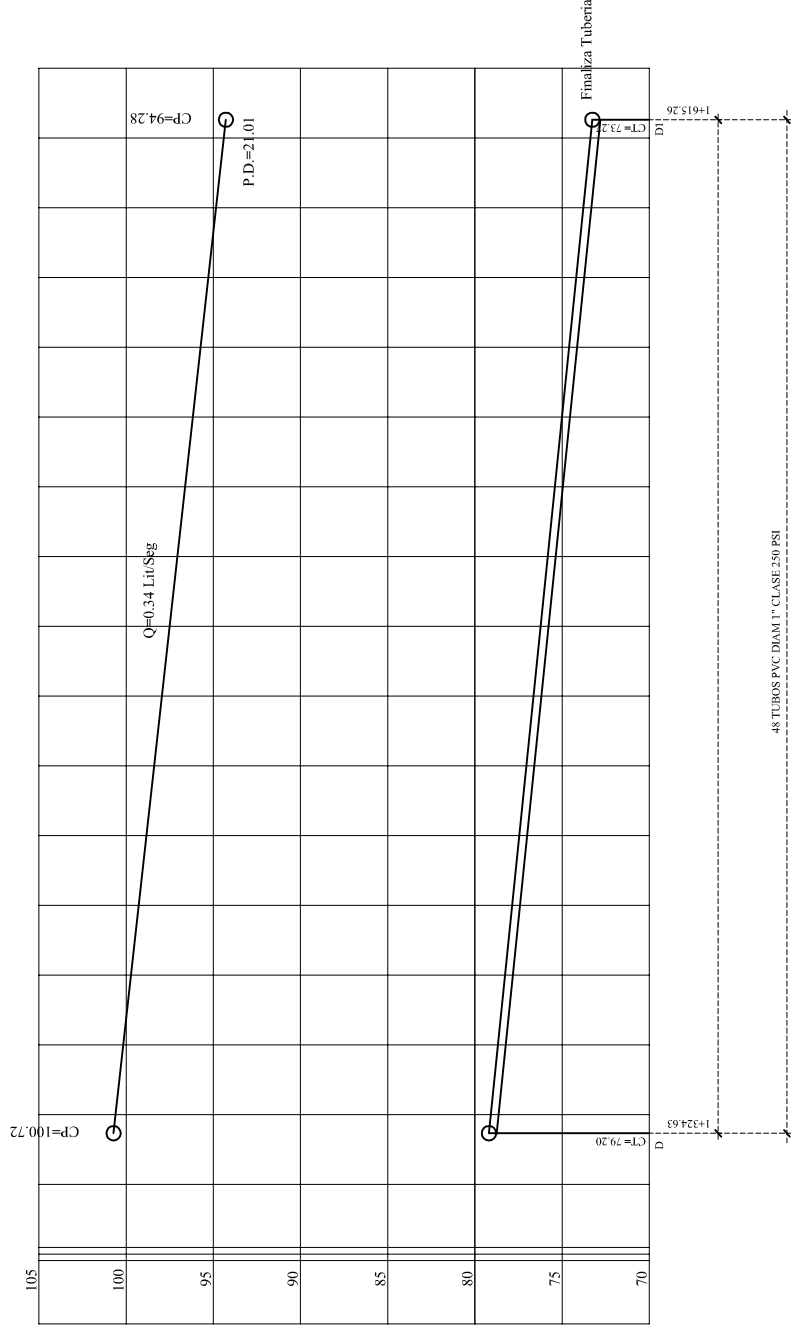


**CALLE HACIA HONBURAS**



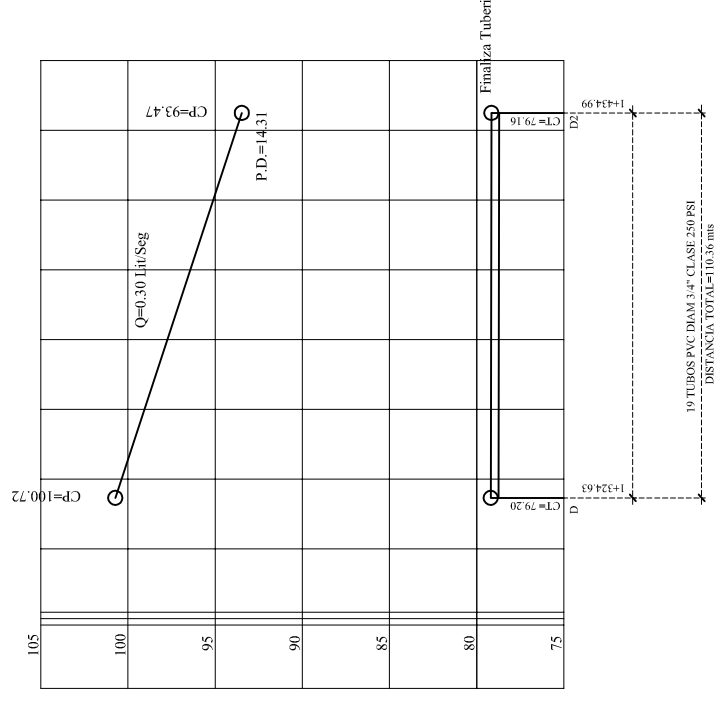
**PLANTA D-D1 Y D-D2**

ESCALA 1:1500



**PERFIL D-D1**

ESCALA HORIZONTAL 1:1500  
ESCALA VERTICAL 1:300



**PERFIL D-D2**

ESCALA HORIZONTAL 1:1500  
ESCALA VERTICAL 1:300

**U.S.A.C.**  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
**E.P.S.**  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

**PROYECTO:**  
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO  
DE AGUA POTABLE PARA LA  
ALDEA ENTRE RIOS,  
PUERTO BARRIOS  
DEPARTAMENTO DE  
IZABAL.

**DESCRIPCION DEL CONTENIDO:**  
PLANTA PERFIL  
**REVISO:** \_\_\_\_\_  
**APROBO:** \_\_\_\_\_

**CONTENIDO**  
PLANTA  
PERFIL TRAMOS  
D-D1 Y D-D2

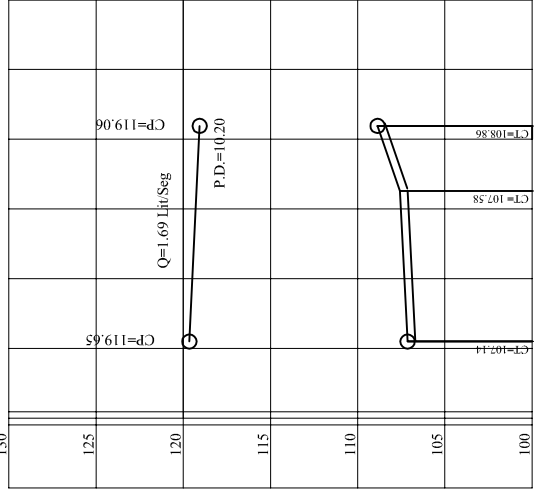
<b>CALCULO:</b> MAZIR EDUARDO BARRON	<b>DIBUJO:</b> MAZIR EDUARDO BARRON
<b>DISEÑO:</b> MAZIR EDUARDO BARRON	<b>REVISO:</b> ING. JUAN MERCEZ COSS
<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>FECHA:</b> NOVIEMBRE 2010

**UBICACION DEL PROYECTO:**  
ALDEA ENTRE RIOS, MUNICIPIO DE  
PUERTO BARRIOS, IZABAL.

**OBSERVACIONES Y MODIFICACIONES**

**FIRMA RESPONSABLE:** MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS.  
  
ING. JUAN MERCEZ COSS  
ASESOR EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

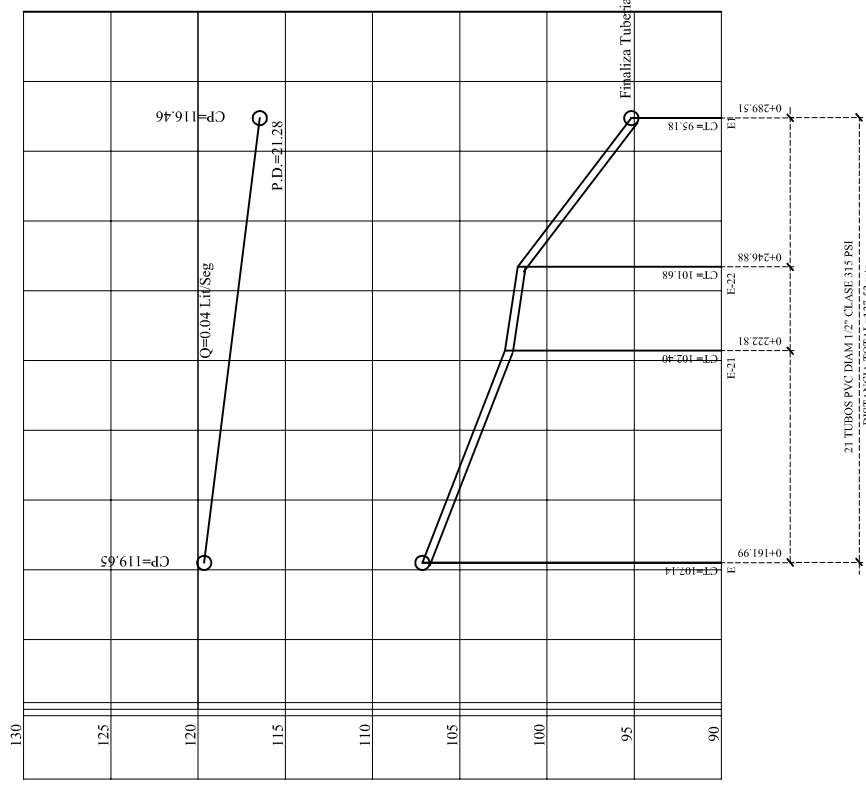




11 TUBOS PVC DIAM 2" CLASE 160 PSI  
DISTANCIA TOTAL=61.82 mts

**PERFIL E-F**

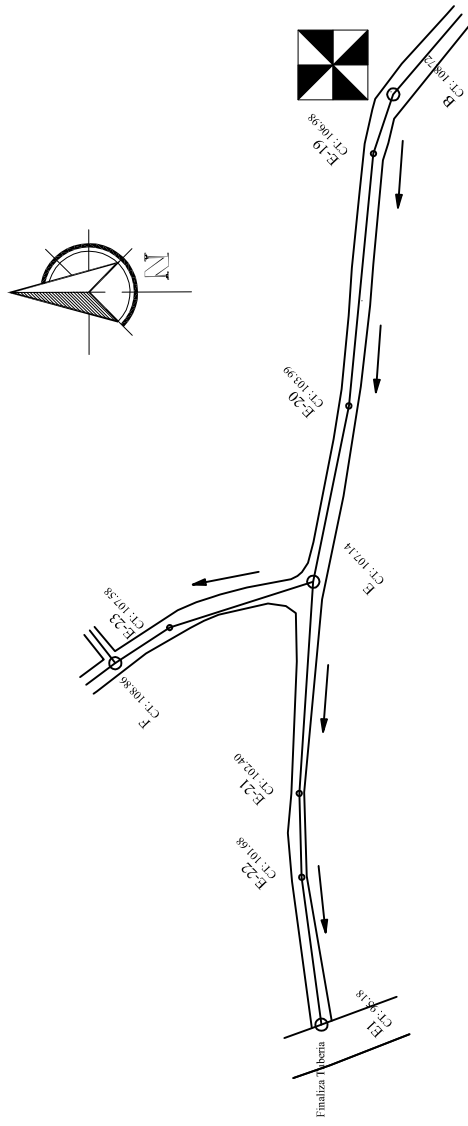
ESCALA HORIZONTAL 1:1500  
ESCALA VERTICAL 1:300



21 TUBOS PVC DIAM 1.2" CLASE 315 PSI  
DISTANCIA TOTAL=127.52 mts

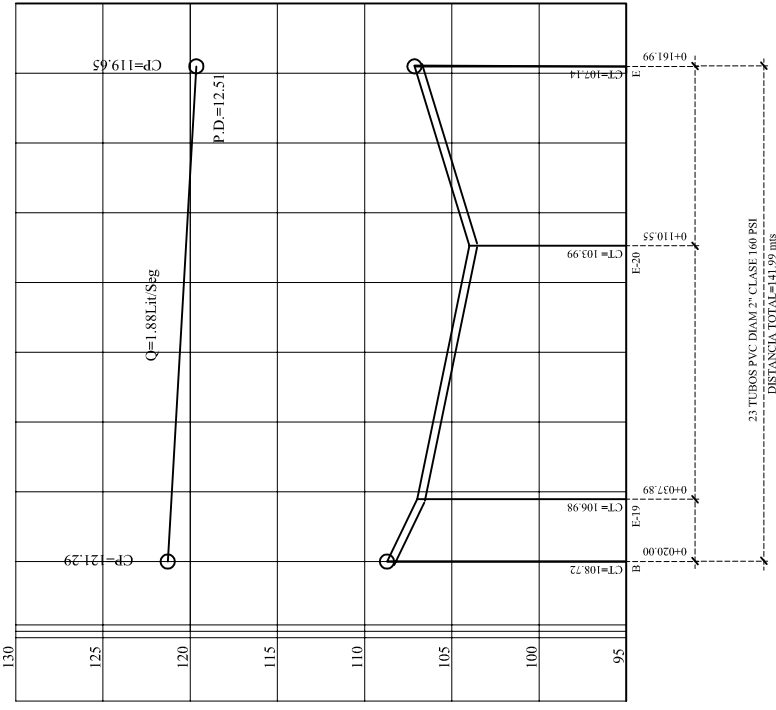
**PERFIL E-EI**

ESCALA HORIZONTAL 1:1500  
ESCALA VERTICAL 1:300



**PLANTA B-EI Y E-F**

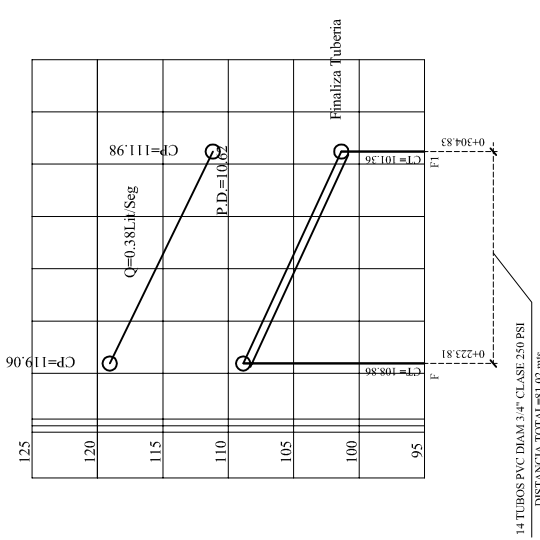
ESCALA 1:1500



23 TUBOS PVC DIAM 2" CLASE 160 PSI  
DISTANCIA TOTAL=141.99 mts

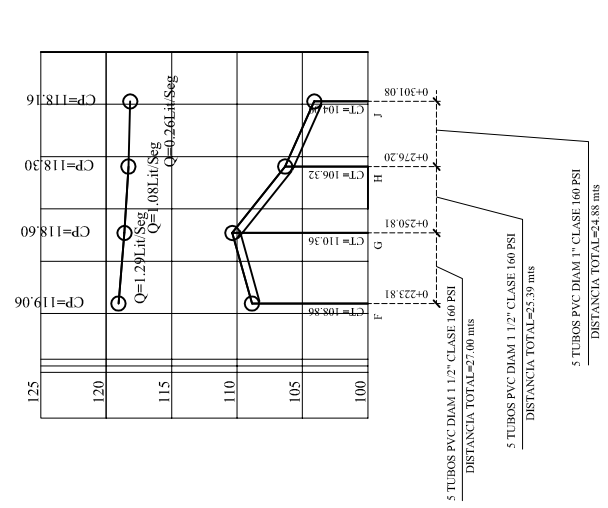
**PERFIL B-E**

ESCALA HORIZONTAL 1:1500  
ESCALA VERTICAL 1:300



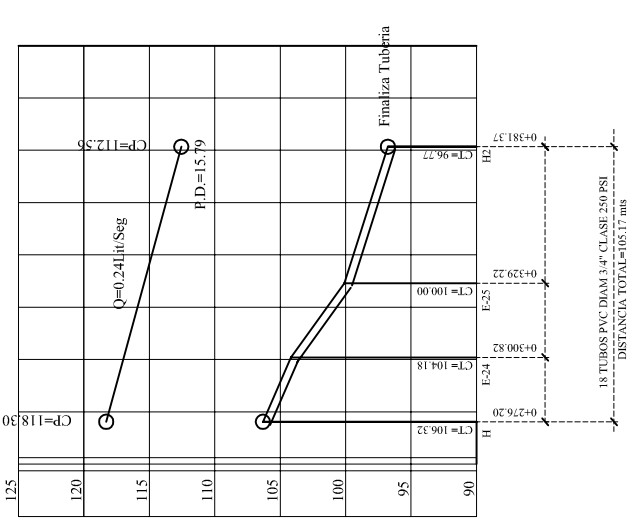
**PERFIL F-F1**

ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:400



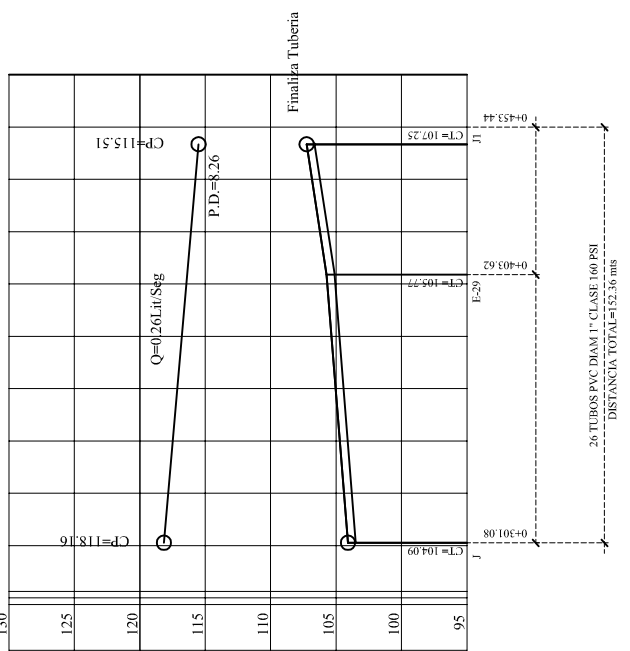
**PERFIL F-FJ**

ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:400



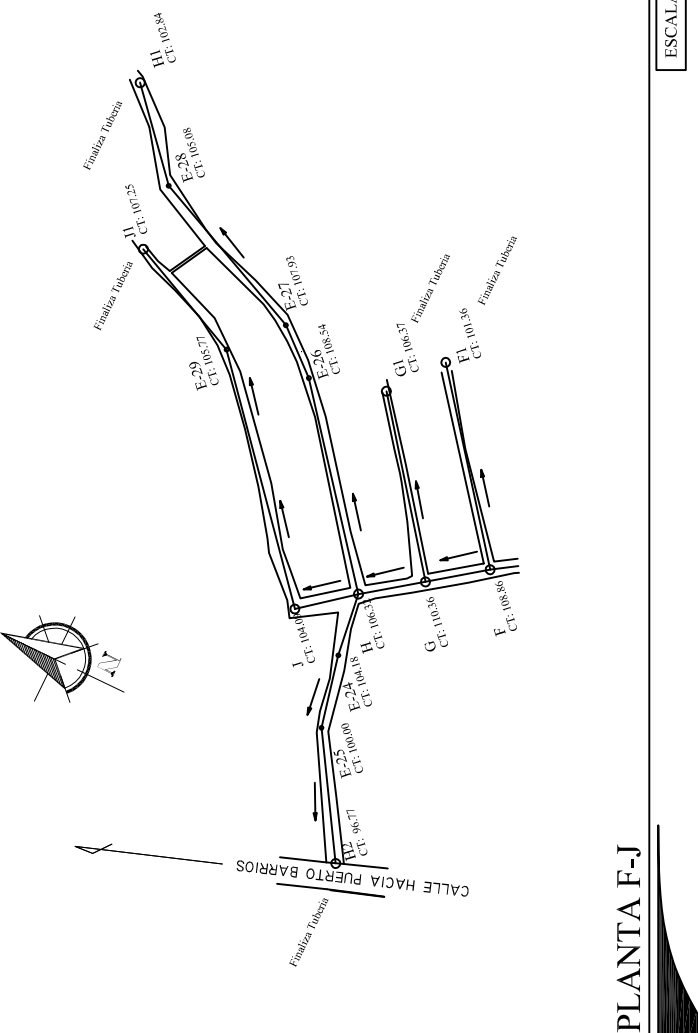
**PERFIL H-H2**

ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:400



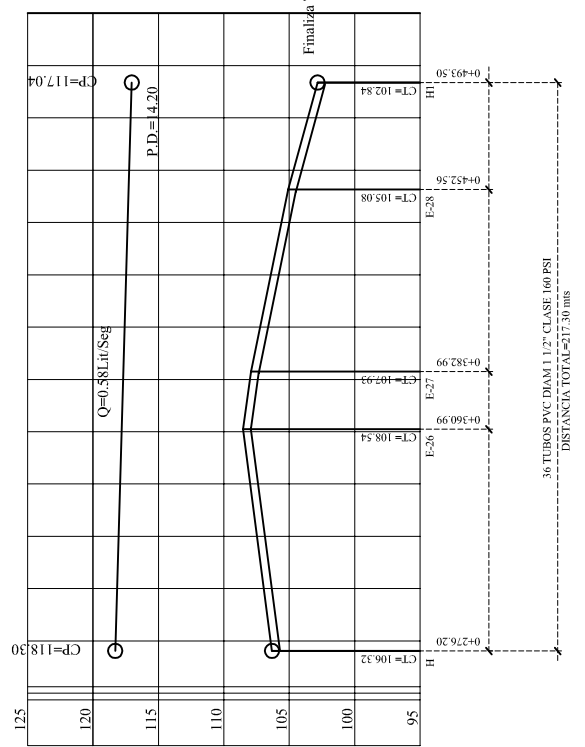
**PERFIL J-J1**

ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:400



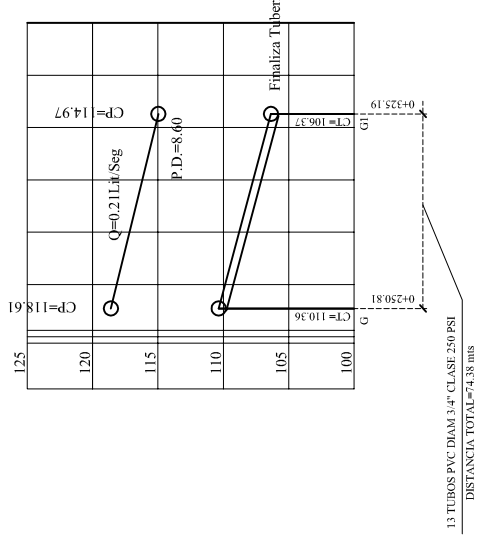
**PLANTA F-J**

ESCALA 1:2000



**PERFIL H-H1**

ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:400



**PERFIL G-G1**

ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:400

**PROYECTO:**  
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO  
DE AGUA POTABLE PARA LA  
ALDEA ENTRE RIOS,  
PUERTO BARRIOS  
DEPARTAMENTO DE  
IZABAL.

**DESCRIPCION DEL CONTENIDO:**  
DETALLE COMPUERTA Y ZANJA

REVISO: \_\_\_\_\_

APROBO: \_\_\_\_\_

**CONTENIDO**  
VALVULA DE  
COMPUERTA E INSTA-  
LACION DE TUBERIA

<b>CALCULO:</b> NAZIR EDUARDO BARRON	<b>DIBUJO:</b> NAZIR EDUARDO BARRON
<b>DISEÑO:</b> NAZIR EDUARDO BARRON	<b>REVISO:</b> ING. JUAN MERCK COSS
<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>FECHA:</b> NOVIEMBRE 2010

**UBICACION DEL PROYECTO:**  
ALDEA ENTRE RIOS, MUNICIPIO DE  
PUERTO BARRIOS, IZABAL.

**OBSERVACIONES Y MODIFICACIONES**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

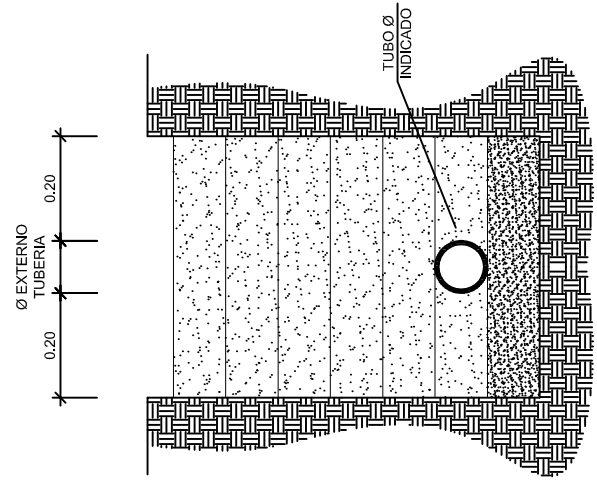
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**FINA RESPONSABLE:** MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS.

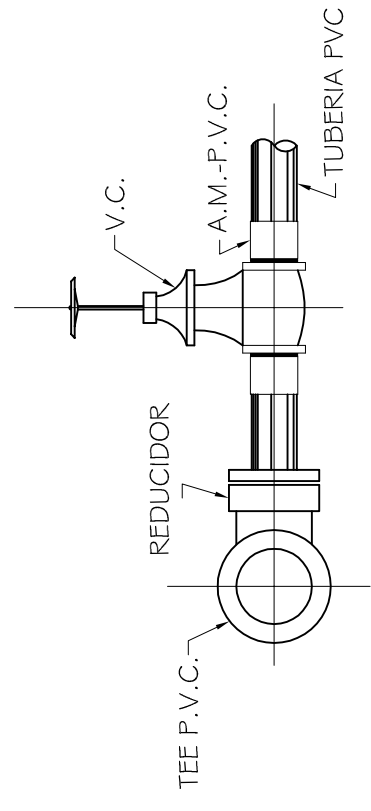
ING. JUAN MERCK COSS  
ASESOR EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



**ANCHO DE ZANJA**

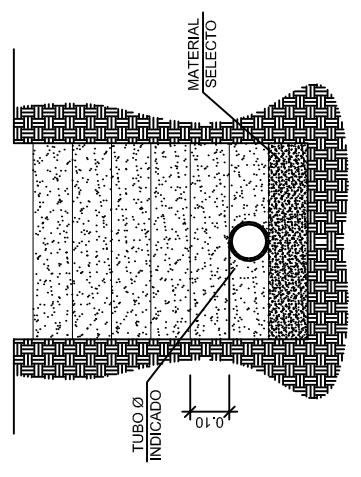
ESCALA 1:10

- INICIALMENTE SE COLOCARA UNA CAPA DE MATERIAL SELECTO DE ESPESOR IGUAL A 0.10m. SOBRE ESTA CAPA DEBIDAMENTE COMPACTADA SE COLOCARA LA TUBERIA.
- LUEGO, SE UTILIZARA COMO MATERIAL DE RELLENO, EL MISMO MATERIAL PROVENIENTE DE LA EXCAVACION, DEBIENDO ELIMINAR EN ESTE, ROCAS GRANDES Y MATERIAL ORGANICO. LA COMPACTACION DE ESTE MATERIAL DEBERA HACERSE EN CAPAS DE ESPESOR MAXIMO IGUAL A 0.10m.
- SI EL MATERIAL EXTRAIDO DE LA EXCAVACION NO ES EL ADECUADO A CRITERIO DE LA SUPERVISION, ESTE DEBERA SER SUSTITUIDO POR MATERIAL SELECTO U OTRO PREVIAMENTE EVALUADO Y APROBADO, PARA SER UTILIZADO COMO MATERIAL DE RELLENO.



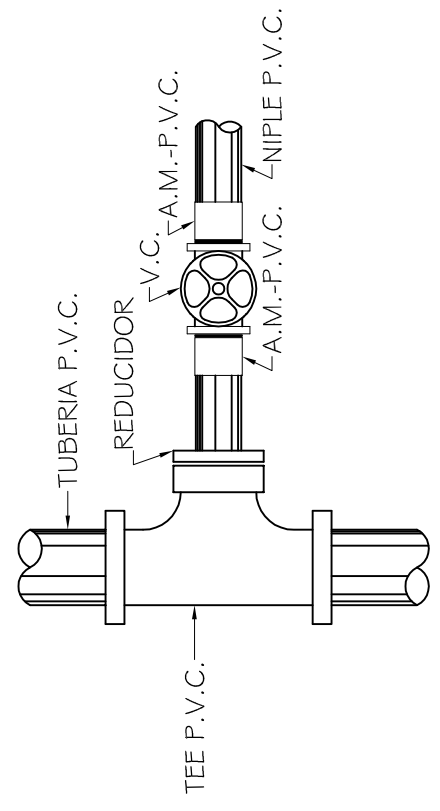
**ELEVACION VALVULA DE COMPUERTA**

SIN ESCALA



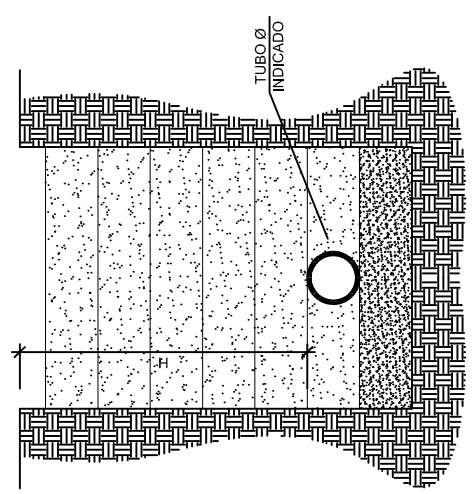
**RELLENO DE ZANJA**

ESCALA 1:10



**PLANTA VALVULA DE COMPUERTA**

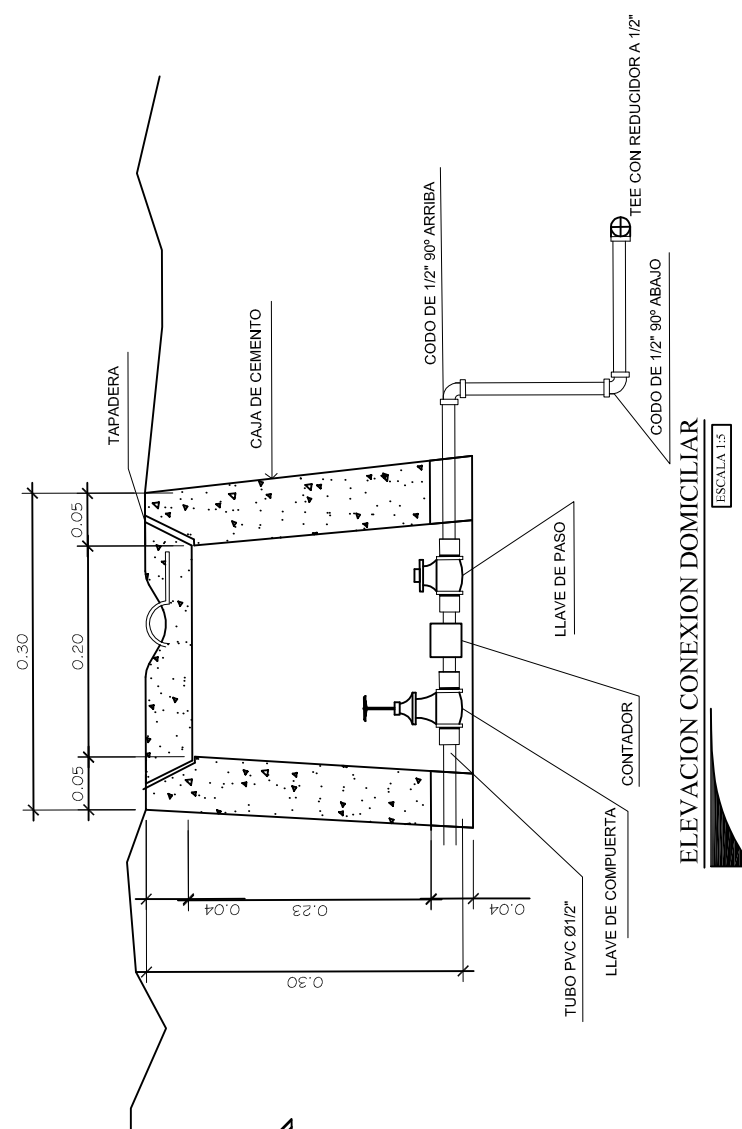
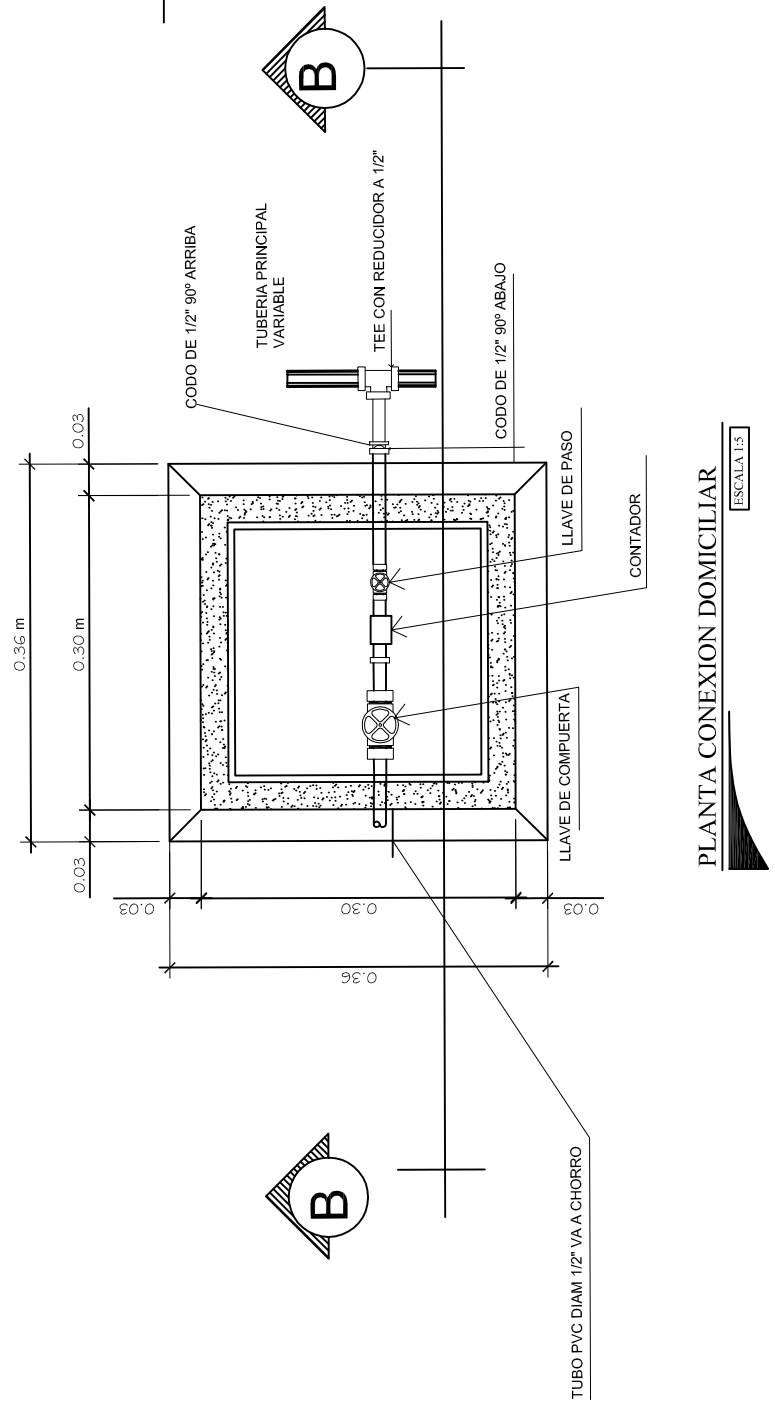
SIN ESCALA



**PROFUNDIDAD (H) DE ZENJA**

ESCALA 1:10

- EL VALOR MÍNIMO RECOMENDADO EN LUGARES DE CIRCULACION PEATONAL SERA IGUAL A 0.80 m.
- EL VALOR MÍNIMO RECOMENDADO EN LUGARES DE CIRCULACION VEHICULAR SERA IGUAL A 1.10 m.



V.G. = VÁLVULA DE GLOBO  
L.P. = LLAVE DE PASE

