



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

**DISEÑO DE LA RED DE CONDUCCIÓN  
DE AGUAS RESIDUALES Y  
AMPLIACIÓN DE ESCUELA  
SAN DIEGO ZACAPA**

**Emerson Giovanni Ruiz Lemus**  
**Asesorado por: Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta**

**Guatemala, noviembre de 2005**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**DISEÑO DE LA RED DE CONDUCCIÓN  
DE AGUAS RESIDUALES Y  
AMPLIACIÓN DE ESCUELA  
SAN DIEGO ZACAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**EMERSON GIOVANNI RUIZ LEMUS**

ASESORADO POR: MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE**

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DEL 2005

# UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



## FACULTAD DE INGENIERÍA

### MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issor Estrada Barrera
VOCAL V	Br. Elisa Yasminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

### GENERAL PRIVADO

### TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Gordillo García
SECRETARIO	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DISEÑO DE LA RED DE CONDUCCIÓN  
DE AGUAS RESIDUALES Y AMPLIACIÓN DE  
ESCUELA SAN DIEGO ZACAPA**

tema que me fue asignado por la dirección de escuela de Ingeniería Civil,  
con fecha 11 de abril del 2005.

.....  
Emerson Giovanni Ruiz Lemus

## **ACTO QUE DEDICO**

<b>A DIOS</b>	Por iluminarme y guiarme en el transcurso de mi vida.
<b>MI MADRE</b>	<b>Marina Ester Lemus Vides</b> por su amor y comprensión en todo momento de mi vida.
<b>MIS HERMANAS</b>	Angie Johanna Ruiz de Pons Leslie Corina Ruiz de Lemus
<b>MIS ABUELOS</b>	Joaquín Lemus Rivera Q.E.P.D. Héctor Haroldo Ruiz Penagos Q.E.P.D. María Ofelia Vides de Lemus Yolanda Calderón de Ruiz
<b>MI ESPOSA</b>	Luz María del Pilar Gómez González Por su amor, apoyo y comprensión.
<b>MIS TÍOS</b>	Con mucho cariño y agradecimiento.
<b>MIS PRIMOS</b>	Por su apoyo moral.
<b>LA FACULTAD DE INGENIERÍA</b>	Por haberme formado.
<b>LA GLORIOSA</b>	Universidad de San Carlos de Guatemala.
<b>O.M.P. de San Diego, Zacapa</b>	Por brindarme la oportunidad de realizar mis prácticas y su amistad.



## ÍNDICE GENERAL

LISTADO DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTADO DE ABREVIATURAS.....	VII
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XV

### FASE DE INVESTIGACIÓN

1. Características generales del municipio.....	1
1.1. Características físicas.....	1
1.1.1. Límites.....	1
1.2. Extensión y localización geográfica.....	2
1.2.1. Extensión.....	2
1.2.2. Localización geográfica.....	2
1.3. Clima.....	2
1.4. Características fisiográficas.....	2
1.4.1. Precipitación pluvial.....	3
1.4.2. Vegetación.....	3
1.4.3. Fauna.....	3
1.5. Suelos.....	4
1.5.1. Contaminación ambiental en el agua y el suelo.....	4
1.5.2. Referencia de los suelos predominantes.....	4
1.5.3. Características de los suelos predominantes en el municipio.....	5
1.6. Hidrografía.....	8

1.7. Vías de comunicación.....	9
1.8. Vías de acceso.....	9
1.9. División administrativo.....	10
1.10. Potenciales de uso y explotación.....	12
1.10.1 Áreas con potencial agrícola.....	12
1.11. Transporte.....	13
1.12. Vías de acceso de la cabecera municipal a las aldeas y caseríos....	14
1.13. Problemática, análisis y descripción.....	15
1.13.1. Salud.....	15
1.13.2. Educación.....	15
1.13.3. Vivienda.....	16
1.13.4. Transporte.....	16
1.13.5. Agricultura.....	17
1.13.6. Servicios.....	17
1.14. Descripción geográfica.....	18
2. Diseño de la red de conducción de aguas residuales desde la cabecera municipal de San Diego Zacapa hasta terreno donde se piensa construir la planta de tratamiento.....	19
2.1. Descripción general del sistema de drenajes.....	19
2.1.1. Descripción de la cabecera municipal de San Diego Zacapa....	19
2.1.2. Descripción de la aldea Venecia.....	20
2.1.3. Importancia del proyecto.....	21
2.1.4. Diseño de alcantarillados.....	22
2.1.5. Flujos de diseño.....	24
2.1.6. Fórmulas de velocidad.....	25
2.1.7. Velocidad Mínima.....	26
2.1.8. Pendientes.....	26
2.1.9. Captación de aguas superficiales.....	27
2.1.10. Captación de agua potable por gravedad o bombeo.....	29



2.1.11. Captación por medio de caja ubicada por debajo del vertedor de rebose.....	31
2.2. Resultados de encuesta poblacional y machote de boleta de censo..	32
2.3. Levantamiento topográfico.....	35
2.4. Diseño del sistema a mano	
Cálculo de población actual y futura, calculo del factor de Hasbúm, caudal de diseño, sumir tuberías, verificar en tablas para P.V.C. V, Velocidad, Q, Caudal Comparar resultados de $q/Q$ , $v/V$ , $d/D$ comprobando si se encuentran dentro de los rangos de diseño y encontrar las cotas Invert.....	36
2.5. Resumen de diseño a computadora.....	42
2.6. Estudio de impacto ambiental del proyecto de red de conducción de aguas residuales en área de desfogue.....	45
• Datos generales	
• Descripción general del proyecto	
• Identificación de los factores que puedan causar impacto ambiental	
• Medidas de mitigación	
2.7. Análisis de costos.....	53
2.8. Factibilidad del proyecto.....	61
2.10. Cronograma.....	61
3. Diseño de ampliación de escuela el Terrero.....	63
3.1. Planificación.....	68
3.1.1. Definir el área dónde se desea hacer la ampliación.....	68
3.1.2. Libreta topográfica del terreno.....	69
3.2. Diseño estructural, planificación.....	70
3.2.1. Datos del diseño.....	71
3.2.2 Análisis.....	72

3.2.2.1. Diseño de techos, Estructura metálica.....	72
3.2.2.2. Análisis de marcos.....	79
3.2.2.3. Integración de peso de la estructura.....	80
3.2.2.4. Análisis estructural por el método de Cross.....	82
3.2.2.5. Diseño de vigas.....	92
3.2.2.6. Diseño de columnas.....	97
3.2.2.7. Diseño de muros.....	104
3.2.2.8. Diseño de zapatas.....	117
3.2.3. Resumen de dimensiones y confinamiento de: zapatas, columnas, vigas y muros.....	121
3.3. Presupuesto de escuela El Terrero, detallado.....	123
3.4. Presupuesto desglosado .....	125
3.5. Factibilidad del proyecto.....	139
3.6. Cronograma de actividades: ampliación escuela El Terrero.....	139
 CONCLUSIONES.....	 141
RECOMENDACIONES.....	143
BIBLIOGRAFÍA.....	145
ANEXOS.....	147

## LISTADO DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Vertedor de rebose.....	31
----------------------------	----

### FOTOGRAFÍAS

1. Cabecera Municipal San Diego, Zacapa.....	20
2. Aldea Venecia.....	21
3. Captación de agua potable San Diego, Zacapa.....	27
4. Zanjeo para construcción de drenajes.....	48
5. Planta de tratamiento 1.....	50
6. Planta de tratamiento 2.....	51
7. Área de ampliación de aulas Escuela El Terrero.....	69

### MAPAS

1. Descripción geográfica.....	18
2. Cabecera Municipal San Diego, Zacapa.....	46
3. Municipio San Diego, Zacapa.....	46

### TABLAS

I. Resumen encuesta poblacional.....	32
II. Encuesta poblacional 1.....	33
III. Encuesta poblacional 2.....	34
IV. Levantamiento tipográfica.....	35
V. Resumen de diseño.....	42
VI. Análisis de costos.....	53
VII. Planilla de pozos de visita.....	55
VIII. Cronograma de actividades.....	61

IX. Libreta tipográfica del terreno.....	69
X. Tabla de Cross No. 1.....	83
XI. Tabla de Cross No. 2.....	86
XII. Tabla de Cross No. 3.....	88
XIII. Tabla de calculo de valor de K No. 1.....	108
XIV. Tabla de calculo de valor de K No. 2.....	114
XV. Presupuesto de Escuela El Terrero detallado.....	123
XVI. Cronograma de actividades.....	139

## LISTADO DE ABREVIATURAS

### DRENAJES

S% = pendiente

v = velocidad e P.V.C.

Pa = población actual

Pf = población futura

F.H. = factor de Hasboom

qdis = caudal de diseño

V = velocidad de tablas

Q = caudal de tablas

D/D = división de diámetros

v/V = división de velocidades

q/Q = división de caudales

C.lo = cota Invert inicial

C.If = cota Invert final

### ESTRUCTURAS

Asmin = área de acero mínimo

Asmax = área de acero máximo

Az = área de la zapata

Bd = factor de flujo plástico

C.M (Wv) = carga muerta

C.T (Wm) = carga total

C.V = carga viva

D = momento de distribución  
EI = rigidez a la flexión  
Es = módulo de elasticidad  
ex = excentricidad de la carga axial en el eje x  
ey = excentricidad de la carga axial en el eje y  
F'c = resistencia del concreto a los 28 días  
FD = factor de distribución  
Fy = esfuerzo de fluencia del acero  
K = rigideces  
k = factor de longitud efectiva  
Klu/r = relación de esbeltez  
L = longitud de un elemento  
Lo = longitud mínima de confinamiento  
MB = momento balanceado  
MEP = momento de empotramiento  
M(+) = momento de flexión positivo  
M(-) = momento de flexión negativo  
Mx = momento de trabajo en dirección x  
My = momento de trabajo en dirección y  
Mdx ó Mdy = momento último en dirección x ó y  
Pcr = carga crítica que produce pandeo  
p'ó = carga axial nominal ( compresión pura )  
p'ú = Carga axial de falla nominal  
Pu = carga axial última  
p'x = carga axial nominal con excentricidad ex  
Pz = carga axial sobre la base de la zapata  
q = presión ejercida por el suelo sobre la zapata  
s = carga de sismo  
so = separación máxima entre estribos de confinamiento

T = transporte

Vc = fuerza de corte nominal que resiste el concreto

Vp = fuerza de corte punzonante crítica

Vr = fuerza de corte a rostro interior

Vs = fuerza de corte simple crítico

VS = valor soporte del suelo  $\delta = \text{magnificador.de.momentos}$

Wc = peso volumétrico del concreto  $\psi = \text{grado.de.empotramiento}$

Ws = peso volumétrico del suelo

X = longitud crítica para el refuerzo en el sentido

largo de la zapata

Y = longitud crítica para el refuerzo en el sentido

corto de la zapata





## **RESUMEN**

### **DISEÑO DE LA RED DE CONDUCCIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y AMPLIACIÓN DE ESCUELA EL SAN DIEGO ZACAPA**

En el siguiente trabajo de investigación, se proponen dos posibles soluciones a distintas necesidades de la población. Planteando y diseñando estudios detallados, para los posibles proyectos que se podrían llevar a cabo por medio de las autoridades municipales del municipio de San Diego Zacapa.

Estos estudios, son los de el diseño de una red de conducción de agua residual desde la cabecera municipal, pasando por la Aldea Venecia y desfogándose en un área determinada para la posible construcción de una planta de tratamiento. Como también la ampliación de dos aulas en la Aldea El Terrero del mismo municipio.

De los anteriores proyectos se realizaron estudios, topográficos, de suelos y ambientales. Los cuales llevaron a plantear, características de cada uno de los proyectos y así dar la oportunidad de considerar, las soluciones mas factibles a los mismos. Llegado a determinar, las factibilidades de cada uno de ellos por medio de costos y beneficios a la población.

De esta forma se llega a la conclusión de la poca factibilidad de la red de conducción de aguas residuales, debido a la topografía que dispone el tramo considerado, generando grandes volúmenes de excavación y consecuente con esto la realización de pozos de visita de dimensiones muy profundas, esto no solo causando problemas constructivos, sino que también de un alto costo monetario.

Por ultimo en el proyecto de la escuela El Terrero, se llego a determinar la factibilidad de realizar la ampliación de las dos aulas ya que debido a la gran necesidad de espacio para cubrir la creciente población estudiantil y su aceptable costo monetario se determino como un proyecto aceptable. Considerando el estudio detallado de cada uno de ellos.

## **OBJETIVOS**

### **General**

- Tomando en consideración algunos de los problemas de la población, del municipio de San Diego Zacapa, con el fin de poder ayudar, por medio de los estudios de los proyectos de la Red de Conducción de Aguas Residuales y el proyecto de Ampliación de La escuela en la Aldea El Terrero. Se busco encontrar la alternativa más adecuada, que pueda contrarrestar sus problemas por medio de diseños, que si son tomados de manera responsable por las autoridades y ejecutados podrán mejorar las condiciones de la calidad de vida de las comunidades.

### **Específicos**

- El diseño de los proyectos, busca proporcionar un estudio responsable de los mismos, por medio de conocimientos adquiridos y por medio de la investigación en fuentes confiables.
- Poner en práctica los conocimientos de marcos rígidos y de diseños de drenajes, apoyándose en la realización de mediciones y levantamientos topográficos correspondientes para los proyectos de diseño que se realizaran.
- Utilización correcta de los procedimientos de diseño y proporcionar un presupuesto detallado del costo de cada uno de los proyectos.

- Identificar la factibilidad de los proyectos, utilizando la relación de costo y beneficio y proponer de una forma general, las posibles soluciones si no fuese factible su ejecución.

## INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo de graduación, contiene dos proyectos que fueron considerados de alta prioridad para la población, por la oficina de la Oficina Municipal de Planificación (O.M.P.) de San Diego Zacapa y estos son: DISEÑO Y PRESUPUESTO DE LA RED PRINCIPAL DE CONDUCCIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y AMPLIACIÓN DE ESCUELA SAN DIEGO ZACAPA.

El municipio de San Diego, ubicado en la parte Sur-oeste del departamento de Zacapa, pertenece a la jurisdicción de este departamento a partir del año 1908. Está limitado al norte con los municipios de cabañas y Huité del departamento de Zacapa; al este con Huité del departamento de Zacapa y con los municipios de San José La Arada y Chiquimula, del departamento de Chiquimula; al sur con los municipios de San Luis Jilotepeque y San Pedro Pinula del departamento de Jalapa; al oeste con los municipios de San Pedro Pinula, del departamento de Jalapa y el Jícaro del departamento del Progreso.

Hace algún tiempo, la cabecera municipal y la aldea Venecia se cuenta con agua potable que cubre la necesidad de la mayoría de sus pobladores, pero se encontraron con el problema de las aguas residuales que aunque cuentan con un sistema de drenajes en funcionamiento, es muy poco funcional. Esto debido a que la solución tanto en la Cabecera Municipal como en la Aldea Venecia fue la de hacer que estos drenajes desembocarán en fosas sépticas que aunque resuelvan el problema a corto plazo son muy poco funcionales por causa de que se llenan demasiado rápido y producen que las aguas residuales se regresen por la misma tubería hacia las ultimas casas del sistema produciendo un alto grado de contaminación a los vecinos, por lo tanto, la municipalidad se encuentra con el problema que deben de estar haciendo constantemente fosas de absorción nuevas y desviando las aguas residuales muchas veces

directamente al río para hacer los trabajos de reparación que tienen un alto costo ambiental y económico.

Adicionalmente, en la Aldea El Terrero, es necesario cubrir la necesidad educativa de los pobladores de la comunidad que aunque cuentan con una escuela de nivel primario, la cual ya no es suficiente para la demanda de la población que va en crecimiento. En reuniones con los COCODES se determinó la necesidad de la ampliación de la escuela, construyendo dos aulas para mejorar las condiciones de los ya existentes, que con el tiempo han sufrido deterioro.

La construcción quiere hacerse en el terreno que se encuentra siempre dentro de la misma institución educativa.

Debido a lo expuesto, es de urgencia el estudio de factibilidad de una red de drenajes que tendrá el fin de conducir las aguas residuales a un terreno alejado de las dos poblaciones por motivos de salubridad y económicas.

Es de suma necesidad, para la población de la Aldea El Terrero, el diseño y construcción de la ampliación de la escuela ya que en estos momentos muchos niños están recibiendo clases al aire libre por la falta de espacio suficiente para cumplir con la demanda de la población.

Cuyo diseño estaría implementado al Programa de Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la Facultad de Ingeniería, con el apoyo de la Oficina Municipal de Planificación (O.M.P.), del Municipio de San Diego Zacapa y comunidad, cuyo interés e insistencia ha sido constante.







# 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MUNICIPIO

**NOMBRE DEL MUNICIPIO: SAN DIEGO ZACAPA**

**DEPARTAMENTO: ZACAPA**

**Descripción de la Cultura del Municipio:**

La población en casi un 90% es de origen ladina y el 10% restante son emigrantes de origen indígena de otras etnias.

**Idioma:** castellano

**Religiones:** católica, evangélica, adventistas.

**Feria patronal:** del 12 al 17 de noviembre

**Fuentes de trabajo:** en su mayoría se dedican a la agricultura tradicional y ganadería en pequeña escala.

## 1.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

### 1.1.1. LÍMITES:

El municipio de San Diego, ubicado en la parte Sur-oeste del departamento de Zacapa, pertenece a la jurisdicción de este departamento a partir del año 1908. Está limitado al norte con los municipios de cabañas y Huité del departamento de Zacapa; al este con Huité del departamento de Zacapa y con los municipios de San José La Arada y Chiquimula, del departamento de Chiquimula; al sur con los municipios de San Luis Jilotepeque y San Pedro Pinula del departamento de Jalapa; al oeste con los municipios de San Pedro Pinula, del departamento de Jalapa y el Jícaro del departamento del Progreso.

## **1.2. EXTENSIÓN Y LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.**

### **1.2.1. EXTENSIÓN:**

La extensión territorial aproximada de este municipio es de 112 Km.<sup>2</sup>, distribuidos en forma poligonal irregular de 12Km. de longitud, en orientación de norte a sur 9.34 Km. a lo ancho, de oriente a poniente.

### **1.2.2. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA:**

La localización geográfica del municipio de San Diego, según EL ATLAS GEOGRÁFICO NACIONAL es a 14 grados. 47 minutos 24 seg. de latitud y 89 grados 46 min. 42 seg. de longitud.

Su altura sobre el nivel del mar es de 396.24 msn.

## **1.3. CLIMA:**

El Clima imperante en la zona municipal de San Diego es cálido seco, aunque en ninguna época del año alcanza el exceso de calidez de los demás lugares del departamento de Zacapa, exceptuando la Unión, por lo que se puede afirmar que su clima es agradable y saludable; tiene una media anual de 20 grados centígrados. Una mínima de 15 grados centígrados y una máxima de 25 grados centígrados.

## **1.4. CARACTERÍSTICAS FISIAGRÁFICAS:**

El municipio se encuentra localizado en la altiplanicie central; su topografía está compuesta por pendientes inclinadas que en la parte baja, forman áreas planas de poca extensión que no permiten los cultivos agrícolas mecanizados. Toda el área está drenada por el Río San Diego, el cual corre hacia el Río Motagua para desembocar en el Atlántico.

#### **1.4.1. PRECIPITACIÓN PLUVIAL:**

San Diego al igual que todo el departamento de Zacapa se encuentra en una región de lluvia deficiente y muy variable; durante los meses de Junio a Octubre tiene una precipitación pluvial promedio de 50 mm que es un mínimo para el crecimiento de las plantas, siendo posible de cualquiera de estos meses tenga menos de esa cantidad.

La estación seca se presenta de octubre a abril y provoca verdaderos problemas a la actividad agrícola y ganadera de la región. La precipitación promedio anual, oscila entre los 750 y los 1000 mm.

#### **1.4.2. VEGETACIÓN:**

Hasta hace unos veinticinco años San Diego, contaba con el 60% de su extensión cubierta de bosques de pino en su mayoría y otras maderas finas en menor proporción; bosques que durante años han sido talados para venta de sus maderas y/o para la habilitación de nuevas áreas destinadas a cultivo agrícolas.

Fue estimado por habitantes de la región de la disminución de sus bosques es del orden del 20% lo que hace contar actualmente con un máximo del 30% del área total del Municipio, como área de bosques; las fincas taladas en las cuales el área no fue utilizada para el cultivo agrícola, se poblaron nuevamente de arbustos espinosos y pastos utilizados actualmente como potreros, la disminución de estos bosques bajo como consecuencia una fuerte baja en el recurso agua que año con año se torna mas escasa.

#### **1.4.3. FAUNA:**

En lo relativo a la fauna el Municipio de San Diego cuenta con animales domésticos, ganado vacuno, porcino, equino, aves, perros, etc.

Entre los animales salvajes podemos mencionar conejos, gatos de monte, onzas, mapaches, ardillas, aves del campo (zanate, clarineros, pericos, ciguamonta, codorniz, etc.).

### **31.5. SUELOS:**

Este municipio, al igual que todos los municipios de la República, cuenta con diferentes tipos de suelos, los cuales se enuncian en este estudio, con el objeto de dar una información sobre este importante recurso, a fin de que la misma sea utilizada sobre el punto de vista económico.

#### **1.5.1. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN EL AGUA Y EL SUELO:**

En los últimos años para realizar los principales cultivos, los agricultores ya no utilizan las herramientas (azadón, machete pando), si no que utilizan productos químicos los cuales sin control contaminan los suelos y el agua, estos químicos son utilizados en su mayoría en el invierno.

#### **1.5.2. REFERENCIA DE LOS SUELOS PREDOMINANTES:**

- I Suelo sobre Material Volcánico.
- II Suelo sobre Materiales Sedimentarios y Metamórficos

### **SUBGRUPOS**

#### **I-A Suelos Profundos:**

Tipo Antombran Tahuaini.

#### **I-B Poco Profundos sobre Relieves Escarbados:**

Tipo Jalapa, Jigua y Zacapa.

**II-B Poco Profundos sobre Esquitos Arcillosos y Caliza:**

Tipo Capucal, Subinal, Talquesal, Tamahu, Zarzal.

**II-C Poco Profundo Sobre Serpentina y Esquistos en Clima Seco:**

Tipo Acasaguastlán, Chol, Cholamina.

La mayor cantidad de terreno, del municipio esta constituido por suelos de los subgrupos I-A, I-B, la menor cantidad corresponde a los suelos del subgrupo II-C.

**1.5.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS PREDOMINANTES EN EL MUNICIPIO.**

Los suelos enunciados con anterioridad reúnen las características siguientes:

a) Desarrollo de los suelos sobre el Material Volcánico

Granito, Gneis, Esquisto, Brecha de toba volcánica o pórfido andesítico, ceniza volcánica cementada.

**Sobre Material Sedimentario y metamórfico:**

Esquisto arcilloso, Caliza impura, Caliza, Roca serpentina.

**Clima Predominante:**

Clima seco, húmedo-seco, seco a húmedo seco y cálido, cálido y húmedo a húmedo-seco, cálido-seco, húmedo, cálido-seco, a húmedo-seco, de húmedo a húmedo-seco, semiáridos.

**Profundidad:**

Suelos profundos, poco profundos.

### **Drenajes de los Suelos:**

Bien drenados, excesivamente drenados, mal drenados, de bien a excesivamente drenados.

### **Reacción de los Suelos:**

La Reacción de estos suelos es de ligeramente a fuertemente ácido y el PH del suelo varía del 4.5 al 6.5; existente también suelos neutros y suelos ligeramente alcalinos, con PH de 6.5 a 8.0.

### **Altitud:**

Estos tipos de suelos, se localizan a una altitud de 300 a 1,300 metros sobre el nivel del mar, siendo los de menor altitud, los suelos tipo Acasaguastlán, que son los que se encuentran a una altitud de 300 a 90 metros sobre el nivel del mar.

### **Pendientes.**

Todos forman pendientes inclinados que varían del 25 al 75 por ciento de inclinación, siendo las de 75 por ciento casos extremos. La mayoría de los suelos ocupan relieves de ondulados a escarpados a latitudes medianas.

### **Composición del Suelo Superficial:**

El suelo superficial está compuesto por materiales franco arcilloso-arenosos fino a franco limoso de color café-grisáceo oscuro, franco limoso café oscuro a negra, arcilla limosa friable, de color café, arcilla negra, franco arcilloso franco arcilloso friable, arcilla plástica.

### **Utilización Recomendable:**

Todos los suelos tienen amplia vocación para bosques de pinos y de maderas duras, también para potreros y cultivos de pastos mejorados; su uso en potreros debe tener un control técnico para evitar la erosión ya que el uso desmedido de ellos puede dar lugar a ese problema en vista que se encuentra con pendientes fuertes. Tipo de cosechas que no necesitan mucha agua, sorgo y otros. En esta área se tiene un bajo nivel de fertilidad lo que consecuentemente da lugar a un escaso rendimiento por manzana.

Lo inclinado de la mayoría de las unidades productivas trae como consecuencia que éstas no sean recomendables para cultivos intercalados. Dentro de las principales recomendaciones para los suelos de la región, se encuentra que los cultivos de pastos deben hacerse en curvas a nivel.

### **Observación Directa sobre los suelos del Municipio:**

Aun cuando la clasificación de suelos de la República de Guatemala es un instrumento generalizado para cada una de las regiones o para varias de ellas, las enunciadas para este municipio son de características detectables en cada una de las distintas zonas de la región; por observación directa se puede afirmar que de los usos indicados para los suelos existentes en San Diego, el de vocación para potreros y para cultivos de pastos es un uso cien por ciento posible en el municipio, quedando que los demás, (vocación para el cultivo del café por ejemplo) sujetos a experimentación, aunque de ser posible su producción, se lograría una base económica fuerte para el municipio y al mismo tiempo se evitaría la erosión constante a que actualmente está sometida por los cultivos que se practica.

Asimismo se puede afirmar que el tipo de suelo predominante en el municipio es el Tipo de Suelo Jalapa y que la Fisiografía del mismo contempla un 5% de tierra semiplana en el total de área, de la cual únicamente es el 1% es susceptible de riego.

**Orografía:**

San Diego se localiza en la montaña de los URILES que recibe en este municipio el nombre de Montaña de San Diego.

**1.6. Hidrografía:**

Los accidentes hidrográficos del municipio son:

*Ríos*

- a) San Diego
- b) Pampur
- c) Chiquito

*Quebradas*

- d) Del Chagüiton
- e) De Pinula
- f) De la Hacienda
- g) De Santa Elena

El río San Diego es el que drena las aguas de la región hacia el río Motagua y el que recorre la mayoría de tierras rentables del municipio, por lo que se puede indicar que es el río más importante de la región.



### **1.7. Vías de Comunicación:**

Durante la actual administración Municipal, se ejecuta el programa de mantenimiento para la comunicación de todas las aldeas del Municipio, reconstruyéndose para el efecto los caminos que son transitables durante todo el año, aún en época de lluvia, ya sea en bestia, a pie y/o en vehículo.

Son caminos anchos, de tierra compacta en los que la única maquinaria utilizada en su construcción es tractor de oruga y otras herramientas como la pala y el pico, accionadas directamente por la fuerza de trabajo del hombre. Con excepción del camino que conduce a la Aldea de San Antonio Las Lomas, los demás caminos son transitables durante toda época del año.

### **1.8 Vías de Acceso:**

El municipio cuenta con dos vías de acceso: Una que lo comunica con la cabecera departamental de Zacapa que se localiza a una distancia de 68 Kilómetros y con la capital de la República localizada a una distancia de 145 kilómetros, por medio de la carretera al Atlántico (CA-9) en la cual se entronca:

- a) A la altura del Kilómetro 130, en la aldea de Santa Cruz del Municipio de Río Hondo (Zacapa), pasando para ello por las siguientes localidades: Del pueblo de San Diego a Aldea el Rosario; Cabañas, Huité, La Reforma, San José Teculután y aldea Santa Cruz.
- b) Entronque a la altura del Kilómetro 80 de la carretera al Atlántico (CA-9) en la aldea El Rancho del departamento de El Progreso, pasando por el Paso de los Jalapas, el Jícaro hasta entroncar con la carretera que viene del municipio de Cabañas. Este se ve interrumpido durante el invierno por las crecientes del río Tambor que desemboca en el río Motagua, el cual hay que pasarlo vadeándolo junto al puente del ferrocarril, entre los municipios del Jícaro del departamento de El Progreso y Cabañas del departamento de Zacapa, dejando como vida útil la comprendida entre las localidades de San Diego-Santa Cruz.

La otra vía de acceso comunica el pueblo de San Diego con el municipio de San Pedro Pinula del departamento de Jalapa, municipio localizado a una distancia de 22 Kilómetros. En el momento de la encuesta, (mes de noviembre de 1,979) este camino, importante por tratarse de una vía de acceso a otro municipio con el cual se tienen relaciones comerciales, tales como centro de mercado con el departamento de Jalapa y a menor distancia que los demás mercados, se encontraba abandonado por completo y sólo era transitable por vehículo de doble transmisión en un 33 por ciento a partir del pueblo de San Diego al caserío El Cobán del mismo municipio. Ahora es transitable por completo ya sea en bestia, a pie y/o en vehículo.

#### **1.9 División Administrativa:**

Legalmente, la división político-administrativa del municipio se encuentra bajo la jurisdicción del Departamento de Zacapa a partir del año 1,920 según Decreto 756 del 9 de junio de 1,920 y está integrado en la forma siguiente:

a) El pueblo de **SAN DIEGO** (*cabecera municipal*)

Barrió El Triunfo

b) **Siete Aldeas:**

B-1 San Antonio Las Lomas

B-2 Pampur

B-3 El Porvenir

B-4 Venecia

B-5 Santa Elena

B-6 La Ensenada

B-7 El Terrero

c) **Nueve Caseríos:**

- C-1 El Chucte
- C-2 La Esperanza
- C-3 Loma de La Luca
- C-4 Los Pozos
- C-5 El Cobán
- C-6 El Mojón Chagüiton
- C-7 Las Delicias
- C-8 La Joya
- C-9 El Paraíso

El Gobierno local, ejercido por el Alcalde municipal, ejecuta sus funciones en todas las aldeas y caseríos por medio de los Alcaldes Auxiliares que juegan papel de mucha importancia en la realización de todas las actividades de administración del municipio, representando en cada localidad, la autoridad del Gobierno Civil.

Cada una de las aldeas y caseríos cuenta con un Alcalde Auxiliar que es el responsable de ejecutar las ordenes de Alcalde del municipio; los auxiliares nombrados por el Alcalde en funciones los cuales no devengan ningún salario, dichos nombramientos son ejecutados por temporada de un año.

## **1.10 POTENCIALES DE USO Y EXPLOTACIÓN:**

### **1.10.1.Áreas con Potencial Agrícola:**

EL uso general de la tierra en el municipio de San Diego esta limitado por las condiciones naturales, básicamente por la topografía y la precipitación pluvial; la topografía mencionada anteriormente esta por formada por terreno montañoso de grandes pendientes y quebradas, compuesto por dos tipos de suelo Jalapa, característica presentada por 95% del total de las tierras del municipio, la precipitación pluvial promedio es de 50ml mensuales, es apenas suficiente para dar vida a las plantas que crecen en la región, por lo que la actividad agrícola y ganadera de la misma están sujetas al régimen de lluvias anuales, lo que deja prácticamente suspendida toda actividad durante la época de verano.

Con las restricciones descritas anteriormente el uso de la tierra es agrícola principalmente, actividad que se realiza en un 5% de terreno semiplano; esta actividad es acompañada por la explotación pecuaria que existe en forma complementaria en la mayoría de las fincas.

El uso agrícola lo constituye la producción de granos básicos para el consumo familiar, indicados en una actividad de subsistencia con poca participación en el mercado.

Tomando en consideración la importancia de estos en la actividad del municipio, el uso de la tierra se enfocara de la siguiente forma:

#### **1- Área Cultivada:**

Utilizada para el cultivo de granos básicos.

#### **2- Área no Cultivada:**

Utilizada para pastos, bosques y montes de otros destinos.

El área no cultivada según la muestra es del 70%, lo que demuestra que la economía agrícola descansa en el uso intensivo del área cultivada (30%) representada en su mayoría por parcelas de 1 a 10 manzanas.

### **USO GENERAL DE LA TIERRA**

CONCEPTO	MANZANA	PORCENTAJE
Área Cultivada	2,668.8	30%
Área No Cultivada	6,227.2	70%
<b>Total</b>	<b>8,896.0</b>	<b>100%</b>

#### **1.11 TRANSPORTE:**

El transporte de personas del municipio hacia la capital o cabecera departamental de Zacapa y puntos intermedios.

Se realiza por los medios de transporte privado que hace recorrido diariamente tiene como punto de origen y destino en el municipio la aldea del porvenir situado a tres kilómetros de distancia al pueblo de San Diego.

<b>DE SAN DIEGO:</b>	<b>SALIDA</b>	<b>ENTRADA</b>
De San Diego a la Capital	3:30 a.m.	4:00 p.m.
De San Diego a Zacapa	5:00 a.m.	11:00 a.m.
De San Diego a Zacapa	6:00 a.m.	12:00 a.m.
De San Diego a Zacapa	7:00 a.m.	2:00 p.m.
De San Diego a Zacapa	7:30 a.m.	4:00 p.m.
De San Diego a Zacapa	12:30 p.m.	6:00 p.m.
De San Diego a la Capital	1:30 p.m.	4:00 p.m.

<b>DE LA CAPITAL A SAN DIEGO:</b>	<b>SALIDA</b>	<b>ENTRADA</b>
De la capital a San Diego	8:30 a.m.	11:00 a.m.
De la capital a San Diego	12:00 a.m.	4:00 p.m.

<b>DE ZACAPA A SAN DIEGO:</b>	<b>SALIDA</b>	<b>ENTRADA (San Diego)</b>
De Zacapa a San Diego	9:30 a.m.	11:00 a.m.
De Zacapa a San Diego	11:00 a.m.	12:00 a.m.
De Zacapa a San Diego	12:00 a.m.	2:00 p.m.
De Zacapa a San Diego	2:30 a.m.	4:00 p.m.
De Zacapa a San Diego	3:30 a.m.	6:00 p.m.

#### **1.12 VÍAS DE ACCESO DE LA CABECERA MUNICIPAL A LAS ALDEAS Y CASERÍOS**

<b>De cabecera Municipal a:</b>	<b>Tipo de Carretera</b>	<b>Pob. Beneficiada</b>
Aldea La Ensenada 6 Km.	Carretera de terracería.	498
Aldea Santa Elena 4 Km.	Carretera de terracería	433
Aldea Venecia 3 Km.	Carretera de Terracería	742
San Antonio Las Lomas 8 Km.	Carretera de Terracería	1273
Aldea El Terrero 6 Km.	Carretera de Terracería	543
Aldea Pampur 8 Km.	Carretera de Terracería	478
Aldea El Porvenir 3 Km.	Carretera de Terracería	927
Caserío El Paraíso 4 Km.	Carretera de Terracería	404
Caserío El Mojón 10 Km.	Carretera de Terracería	217
Caserío El Cobán 6 Km.	Carretera de Terracería	211
Caserío Hierba Buena 15 Km.	Carretera de Terracería	137
Caserío El Chute 14 Km.	Carretera de Terracería	152
Caserío Las Delicias 10 Km.	Carretera de Terracería	239
Caserío Los Pozos 5 Km.	Carretera de Terracería	191
<b>POBLACIÓN BENEFICIADA</b>	<b>total</b>	<b>6,445</b>

## **1.13 PROBLEMÁTICA, ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN**

### **1.13.1 SALUD:**

Uno de los problemas es que el Centro de Salud no cuenta con encamamiento para la atención en el área de maternidad, no se cuenta con transporte definido o perteneciente al Centro para auxiliar a los pacientes en casos de emergencia.

No se cuenta con farmacias estatales donde la población pueda acudir para comprar los medicamentos a menor precio.

No se cuenta con clínicas ni Doctores, para la atención de pacientes a excepción de la Doctora encargada del Centro de Salud.

En el área rural se cuenta con 2 Puestos de Salud los cuales no prestan el servicio, debido a la falta del recurso humano.

### **1.13.2 EDUCACIÓN:**

En el municipio de San Diego, sufre con la falta de personal Docente el cual este especializado en determinada materia, ya que no son suficientes con los existentes, y a maestros de otros municipios no les conviene viajar para impartir una cátedra por la distancia y condición física de la carretera.

Educación y Alfabetismo en San Diego

En total, hay 1,835 estudiantes en el sistema escolar:

- 125 de ellos asisten a párvulos,
- 1,250 asisten a primaria,
- 260 asisten a básico
- 200 asisten a diversificado.

San Diego cuenta con un alto porcentaje de analfabetismo donde se estima que unas 1,013 personas ó el (17% de la población) no sabe leer ni escribir.

\* Comité Nacional de Alfabetización (CONALFA) año de 2002

Biblioteca de San Diego, Zacapa:

Fundada e inaugurada en marzo del 2003 Estabilizada con la ayuda del Centro de Estudio Canadiense Centroamericanos (CECC)

Aún en la actualidad se cuenta con escuelas que sus paredes son de adobe y esta son vulnerables a sismos o a la humedad de la tierra.

No todos los edificios escolares cuentan con las seguridades deseadas, por la falta de circulación del perímetro del terreno.

### **1.13.3 VIVIENDA:**

Las viviendas del municipio de San Diego, la mayoría están construidas de adobe, bajareque y en una mínima parte de block, los techos son de teja y lámina. Las viviendas que son de adobe son vulnerables a los sismos lo que presenta un riesgo a la población que tiene este tipo de vivienda.

### **1.13.4 TRANSPORTE:**

La carretera que comunica al Municipio de San Diego con el Municipio de Cabañas, no cuenta con las medidas reglamentarias y por el estado en que se encuentra la misma únicamente contamos con el transporte extraurbano, camiones y vehículos pequeños.



#### **1.13.5 AGRICULTURA:**

A pesar de que la economía se basa en la agricultura, esta es posible solamente en el período de invierno, siendo los principales cultivos el maíz y frijol.

El Municipio de San Diego por no contar con un Río que tenga suficiente caudal de agua, no es posible cultivar toda el área que se encuentra a las riveras del Río por lo que en el verano, es posible cultivar un 10% de la tierra que pudiera ser regable.

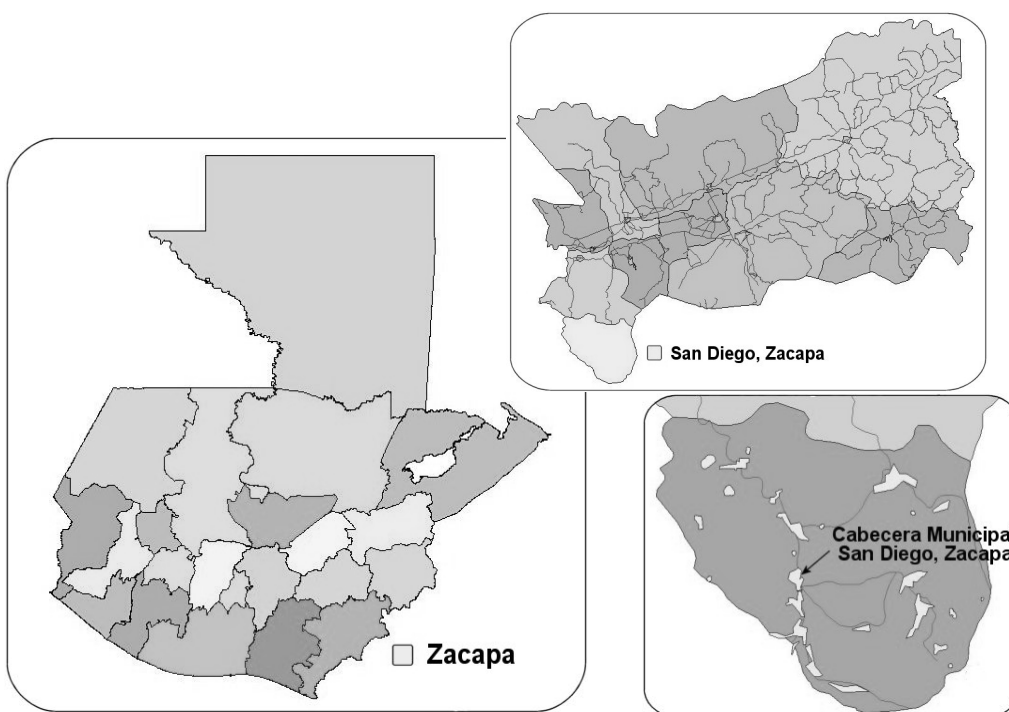
#### **1.13.6 SERVICIOS:**

Una de las problemáticas en el municipio de San Diego, es con los servicios urbanos, tales como el servicio de agua potable que es irregular principalmente en el verano y no cuentan con un sistema adecuado para la sedimentación para que el agua sea potable, las calles tanto de la cabecera municipal como la de las aldeas se encuentran en mal estado lo cual afecta en parte la salud y el ornato de las comunidades, la falta de un tren de aseo para la recolección de basura, no todas las comunidades cuentan con el servicio de luz pública.

#### 1.14. Descripción Geográfica

Mapa 1. Descripción Geográfica

La cabecera Municipal de San Diego se encuentra localizada a 70 Kms de la Cabecera Departamental y a 172 Kms de la Ciudad de Capital.



Fuente: Revista semestral San Diego Zacapa 2da edición diciembre del 2001

## **2. DISEÑO DE LA RED DE CONDUCCIÓN DE AGUAS RESIDUALES DESDE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN DIEGO ZACAPA HASTA EL TERRENO DONDE SE DESEA CONSTRUIR LA PLANTA DE TRATAMIENTO**

### **2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE DRENAJES:**

Este proyecto por su importancia sanitaria para la población y por la gran necesidad de sus pobladores en poder drenar sus aguas residuales que producen cada día y de suma importancia ya que las viviendas ya cuentan con agua entubada para cada una de las viviendas. El estudio de este sistema de drenajes se llevara acabo tomado desde la cabecera de San Diego hasta la población de Venecia. El tramo aproximadamente s de 2.5 Kms y beneficiara a unas 309 viviendas y una población de, 061 personas.

#### **2.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN DIEGO ZACAPA:**

En general la cabecera municipal de san diego Zacapa es donde se encuentran concentradas todas las instituciones gubernamentales del municipio, escuelas primarias y secundarias, salón municipal, canchas deportivas y casas de habitación. En lo que respecta a calles en su mayoría se encuentran adoquinadas. Cabe recalcar que en administraciones pasadas ya se dejaron colocadas tuberías de drenajes en este lugar pero no se encuentran en funcionamiento ya que no se ha construido la planta de tratamiento.

Fotografía 1. Cabecera Municipal de San Diego Zacapa



Fuente: fotografías Emerson Ruiz, noviembre del 2004

### 2.1.2. DESCRIPCIÓN DE LA ALDEA VENECIA:

Venecia es una aldea eminentemente agrícola, en la cual el maíz y el frijol son sus principales productos. En lo que respecta a infraestructura cuentan con una escuela de nivel primario, un campo de fútbol, iglesias, oficina de Digesa, cementerio, tiendas, locales de reparaciones eléctricas y talleres mecánicos.

Fotografía 2. Aldea Venecia



Fuente: fotografías Emerson Ruiz, noviembre del 2004

### 2.1.3. IMPORTANCIA DEL PROYECTO:

Este proyecto es de suma importancia para estas dos poblaciones ya que en la actualidad sufren de grandes problemas para poder conducir las aguas residuales que se producen y producen contaminación de los ríos y quebradas aledañas del sector.

#### **2.1.4. DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO:**

Antes de diseñar un sistema de alcantarillado, se deben estimar las cantidades de agua de desecho y caudal medio que se han de manejar. Esto requiere un estudio de la comunidad o zona a la que se ha de dar servicio. En seguida puede hacerse una distribución preliminar del alcantarillado. También pueden seleccionarse tentativamente las dimensiones de las tuberías, pendientes y profundidades por debajo de la rasante.

Los planos preliminares deben incluir un plano del sistema propuesta y mostrar, en elevación y planta, la situación de los caminos, calles, corrientes de agua, edificios, sótanos, servicios subterráneos y la geología. Además han de estimarse los costos de construcción.

Después de aceptar el diseño preliminar deben situarse, por un levantamiento topográfico preliminar en elevación y planta, todas las estructuras existentes y servicios subterráneos que puedan afectar el diseño. Preferiblemente se han de hacer perforaciones para determinar las características del suelo a lo largo de la alineación, y en los lugares donde irán las estructuras del sistema. Las características físicas de la zona, incluso las curvas de nivel, han de mostrarse en un plano topográfico. La escala puede ser de una pulgada a 200ft, a menos que la cantidad de detalles requiera una escala mayor. Las curvas de nivel a intervalos de cinco a 10 ft son suficientes en general. Deben indicarse elevaciones de calles en intersecciones y los cambios abruptos en la rasante.

Se requiere profundidad suficiente del recubrimiento para evitar daños por las cargas del tráfico. Las alcantarillas también deben quedar por debajo del nivel de las heladas. Siempre hay que revisar los reglamentos municipales y estatales sobre el recubrimiento antes de elaborar el diseño para una localización específica.

La localización de las alcantarillas debe mostrarse en elevación en los perfiles. La escala horizontal puede ser de una pulgada a 40ft o una pulgada a 100 ft, según sea la cantidad de detalles. La escala vertical suele ser diez veces mayor que la horizontal.

El diseño final debe incluir un mapa general de toda la zona con la localización de alcantarillas, servicios subterráneos, áreas drenadas ; planos detallados y perfiles de alcantarillas que muestren los niveles del terreno, dimensiones de tuberías, pendientes y localización de anexos; planos detallados de dichos anexos y estructuras; un informe completo con gráficas y tablas necesarias para dejar bien clara la naturaleza exacta del proyecto; especificaciones completas; y una estimación confidencial de los costos para el propietario o dependencia responsable del proyecto.

Los planos extensos requieren tabulación de los datos, comenzando en el extremo superior del sistema y procedimiento aguas abajo, de registro en registro. Hay que incluir el aumento del flujo debido a las alcantarillas que conecten con el sistema.

Para las alcantarillas combinadas, también deben tenerse en cuenta provisiones para manejar el flujo en época de secas o el flujo sanitario con velocidades apropiadas dentro de las alcantarillas que puedan transportar grandes cantidades de agua después de un aguacero. El diseño se complica por la necesidad de desviar las aguas que no fluyan a una planta de tratamiento. Las estructuras de desviación deben situarse en o cerca de corrientes de agua en que pueda descargarse el agua pluvial.

#### 2.1.5. FLUJOS DE DISEÑO:

A menos que se requieran alcantarillas a presión debido haya que bombear las aguas negras, o que se requieran sifones invertidos debido a un desnivel en el terreno o tropiezos con obstáculos, las alcantarillas se diseñan para flujo en canales abiertos. El máximo flujo tiene lugar cuando el conducto no está totalmente lleno. Por ejemplo, en una tubería circular, la descarga máxima tiene lugar alrededor de 0.9 de altura total de sección; las alcantarillas deben diseñarse para resistir alguna presión hidráulica.

Para alcantarillas de aguas pluviales, lo común es dejar que un tubo lleve el caudal de diseño en toda su capacidad. Las alcantarillas de aguas negras deben diseñarse para llevar un caudal máximo de diseño con una profundidad parcialmente llena, para las alcantarillas más pequeñas, hasta llenas para las más grandes. Por ejemplo, las alcantarillas de menos de 15'' de diámetro se diseñan por lo general para un caudal de parcialmente lleno durante periodos de caudal máximo, mientras que las alcantarillas de 15'' a 60'' de diámetro pueden diseñarse para un caudal de su capacidad total y, las alcantarillas mayores de 60'', para caudal a sección llena. Las laterales pueden diseñarse para llevar un caudal



esencial de la zona a la que se va a prestar servicio. Los conductos secundarios se diseñan con una anticipación de 10 a 40 años. Los colectores pueden planificarse para largos periodos, haciendo la provisión en el diseño para trazados paralelos, o separados, de las alcantarillas muestras de menor tamaño, que se construirán según se necesiten. Los anexos pueden tener diferente duración ya que es posible que se requiera cambiar el equipo mecánico. En general, se diseñan con una anticipación de 20 a 25 años, y durante ese periodo se programa una tabla de mejoras.

En general, el flujo puede suponerse uniforme en alcantarillas rectas, a un cuando ocurren cambios de velocidad en los obstáculos y cambios en la sección transversal de las alcantarillas, los cuales deben tenerse en consideración al hacer cálculos hidráulicos.

#### **2.1.6. FÓRMULAS DE VELOCIDAD:**

La velocidad de flujo, en pies (ft) por segundo (s) en alcantarillas rectas, sin obstrucciones., puede estimarse con una precisión satisfactoria de la fórmula de Manning.

$$V = C/n (R)^{2/3} (S)^{1/2}$$

Donde:

n = coeficiente que depende de la rugosidad de la superficie del conducto.

R = radio hidráulico.

S = pendiente de tubería.

C = 1.486 (factor de conversión para explicar el cambio de unidades métricas usadas en el desarrollo de la formula)

Un valor común para n es 0.013 apropiado para albañilería bien hecha, tubo liso de concreto para tubería PVC, se puede usar 0.011.

Se puede utilizar valores de  $n$  más pequeños que los antes citados, para tubos lisos nuevos, pero es posible que la rugosidad y el valor de  $n$  aumenten con el tiempo.

$$Q = AV$$

Donde:

A = Sección transversal del área de flujo, en  $m^2$ .

V = Velocidad

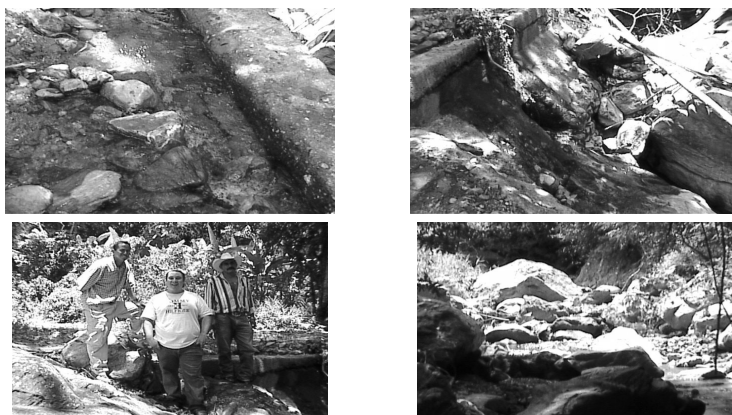
#### **2.1.7. VELOCIDAD MÍNIMA:**

La velocidad mínima debe ser, cuando menos, de 0.6 m/s en alcantarillas sanitarias para evitar la sedimentación de sólidos. Han de escogerse las secciones transversales y pendientes para alcanzar esta velocidad, o mayor, para flujos de diseño. Son deseables mayores velocidades para las alcantarillas pluviales y combinadas porque el flujo puede acarrear arena gruesa y arenilla; es deseable una velocidad mínima de 0.6 m/s. Cuando se dimensionan las alcantarillas para velocidades más bajas que las mínimas recomendadas, debe hacerse lo necesario en el diseño para el lavado y remoción de obstrucción.

#### **2.1.8. PENDIENTES:**

Las pendientes de las tuberías, en general, deben sobrepasar el mínimo deseable a fin de mantener la velocidad mínima para el flujo de diseño, ya que los flujos reales, en especial antes que la urbanización.

Fotografía 3. Captación de agua potable, San Diego Zacapa



Fuente: fotografías Emerson Ruiz, noviembre del 2004

### 2.1.9. CAPTACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES:

Para el diseño de obras de captación superficiales se requiere obtener lo siguiente:

#### a) *Datos Hidrológicos*

- Ø Gastos medio, máximo y mínimo
- Ø Niveles de agua normal, extraordinario y mínimo
- Ø Características de la cuenca; erosión y sedimentación
- Ø Estudio de inundaciones y arrastre de cuerpos flotantes

#### b) *Aspectos Económicos*

- Ø Generación de alternativas y elección de la más económica que cumpla con los requerimientos técnicos
- Ø Menores costos de construcción, operación y mantenimiento
- Ø Costo de las obras de protección
- Ø Tipo de tenencia del terreno Etc.

Dependiendo de las características hidrológicas de la corriente, las obras de captación pueden agruparse en los cuatro tipos generales siguientes:

1. Para grandes variaciones en los niveles de la superficie libre

- Ø Torres para captar el agua a diferentes niveles, en las márgenes o en el punto más profundo del río.
- Ø Estaciones de bombeo flotantes. También pueden usarse en lagos o embalses.

2. Para pequeñas oscilaciones en los niveles de la superficie libre.

- Ø Estaciones de bombeo fijas, con toma directa en el río o en un cárcamo.
- Ø Canales de derivación con, o sin desarenadores. Una estructura de este tipo comprende esencialmente
  - Un muro equipado corrientemente de una compuerta en prevención de las crecidas ( $V_1$ ).
  - Una incisión de la margen provista de compuertas que permitan detener las aguas en exceso y cerrar la toma; ( $V_z$ ).
  - Un canal (c) que, partiendo de la incisión, lleve en su origen un vertedor (D) que permita el retorno del agua sobrante al río y
  - Una compuerta ( $V_2$ ) que permita cerrar completamente el canal.

3. Para escurrimientos con pequeños tirantes.

3 a) Presas derivadoras o diques con toma directa:

El proyecto estructural de la cortina estará sujeto a las Normas de Proyecto y aprobación de Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

3 b) Dique con caja y vertedor lateral.

3.c) Dique con vertedor y caja central.

### **2.1.10. CAPTACIÓN DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD O BOMBEO:**

Cuando las aguas de un río están relativamente libres de materiales de arrastre en toda época del año, el dispositivo de captación más sencillo es un tubo sumergido. Es conveniente orientar la entrada del tubo en forma tal que no que enfrente de la dirección de la corriente protegerla con malla metálica contra el paso de objetos flotantes.

La sumergencia del dispositivo debe ser suficiente para asegurar la entrada del agua previsto en el sistema. En vista de que la dirección y velocidad del agua corriente no puede determinarse con exactitud en la zona del acercamiento, es conveniente asumir una pérdida por entrada de  $V^2/2g$ , siendo  $V$  la velocidad de flujo en el tubo para el diámetro y gasto dados y  $g$  la aceleración de la gravedad. Esa pérdida se aumenta considerablemente si la entrada está protegida con rejillas y su valor puede estimarse tomando en cuenta el área libre de penetración y el coeficiente de contracción del flujo a través de la rejilla. Si por ejemplo una rejilla reduce el área libre del tubo en un 40% y el coeficiente de contracción es del orden de 0.5, la pérdida por entrada será de:

$$\frac{1}{0.6 \times 0.5} \times \frac{V^2}{2g}$$

Si la captación es por gravedad, normalmente es necesario represar las aguas por medio de un dique a fin de instalar la tubería por encima del nivel de la máxima crecida.

En el caso en que la captación por gravedad sea factible, debido a la topografía, el método de captación recomendable es por bombeo. Bombas disponibles comercialmente, la t centrífuga horizontal tiene la ventaja de ubicación del equipo de bombeo y los puntos de captación pueden ser distintos, o sea que la estación de bombeo puede construirse en el sitio mas favorable desde el punto de vista de cimentación, acceso, protección contra inundaciones, etc. Su desventaja principal es que la altura de succión queda limitada y el desnivel máximo permisible entre la bomba y el nivel de bombeo, es relativamente pequeño.

La bomba centrífuga vertical (tipo pozo profundo) tiene mayor eficiencia que la horizontal, pero al costo inicial del equipo es mayor y la estación de bombeo tiene que ubicarse directamente por encima del punto de captación. Esta condición a veces representa problemas graves de cimentación, resultando obras de costo sumamente elevado.

Se puede afirmar que cuando se trata de la captación directa de las aguas superficiales, el tipo de bomba más comúnmente empleada es la centrífuga horizontal Su localización recomendable es en curvas.

Dependiendo de la máxima altura de succión, el equipo de bombeo puede instalarse fijo; en una estructura móvil que se desplaza sobre una plataforma inclinada, siguiendo la variación horizontal y vertical del río, o bien sobre estructuras flotantes.

### 2.1.11. CAPTACIÓN POR MEDIO DE CAJA UBICADA POR DEBAJO DEL VERTEDOR DE REBOSE:

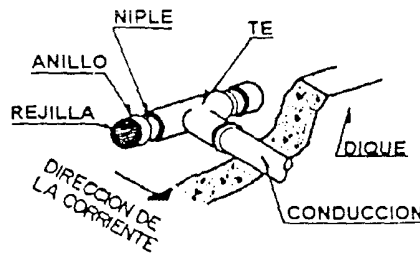


Fig. 1. Vertedor de rebose

Un dispositivo de este tipo tiene la ventaja los anteriores de que no se ve afectado por la cantidad de sedimentos depositados por el río; esto es que cumple sus propósitos aun en el caso extremo en el cual el pequeño embalse formado por el dique se llene por completo de material de arrastre. El dispositivo en cuestión consiste en un tanque, caja central o canal, ubicado en el mismo cuerpo del dique-toma, por sobre debajo del vertedor de rebose del mismo, ocupando todo el ancho de dicho vertedor. El funcionamiento del dispositivo es como sigue:

El caudal medio del río pasa a través del vertedor de rebose del dique. Una parte de dicho caudal cae en el canal ubicado por debajo del vertedor, y es conducido por un tubo hasta cerca del anclaje lateral del dique, de donde arranca la "línea de abducción o toma". La entrada al canal está protegida contra el paso de material grueso de arrastre o materia flotante, por medio de una rejilla, cuyas barras están orientadas paralelas a la dirección de la corriente.

Por la alta velocidad del flujo, no puede ocurrir sedimentación en esa zona, y en el tanque o canal entrarán solamente aquellas partículas en suspensión que ningún dispositivo de captación directa puede eliminar.

Este dispositivo de captación tiene sin embargo el inconveniente de permitir la inclusión de gran cantidad de aire a la línea de conducción, debido a la turbulencia que se reduce en la rejilla. El aire en las tuberías supone una condición altamente perjudicial.

## 2.2. RESULTADO DE ENCUESTA POBLACIONAL Y MACHOTE DE BOLETA DE CENSO:

Tabla I. Resultado de encuesta

No.	LUGAR	VIVIENDAS	FAMILIAS	POBLACIÓN	TOTAL POR SEXO	
					H	M
1	San Diego (Cab. Mpal.)	156	97	553	262	291
2	Triunfo	179	154	693	346	347
3	Porvenir	121	111	408	202	206
4	La Esperanza	29	29	149	75	74
5	Loma de la Luca	30	31	141	69	72
6	El Paraíso	60	72	321	164	157
7	El Cobán	25	21	138	70	68
8	El Mojón	32	28	105	46	59
9	El Terrero	106	93	528	272	256
10	Pampur	73	78	403	219	184
11	Los Pozos	20	16	79	36	43
12	Hierba Buena	14	17	90	44	46
13	Venecia	148	133	508	257	251
14	Santa Elena	67	67	257	126	131
15	La Ensenada	62	76	365	198	167
16	Las Delicias	26	23	122	60	62
17	San Antonio Las Lomas	199	187	900	433	467
18	El Chucte	28	28	131	65	66
	<b>TOTALES</b>	1375	1261	<b>5891</b>	<b>2944</b>	<b>2947</b>





Tabla III. Encuesta poblacional

<p><b>Cuántas personas de esta casa trabajan fuera del Municipio, incluyendo en el extranjero:</b></p> <p>Hombres: <input type="text"/></p> <p>Mujeres: <input type="text"/></p>	<p><b>Religión que profesa:</b></p> <p>Católica: <input type="text"/></p> <p>Adventista: <input type="text"/></p> <p>Amigos: <input type="text"/></p> <p>Asamblea de Dios <input type="text"/></p> <p>Otros <input type="text"/></p>	<p><b>Materiales de Construcción</b></p> <p><b>5.1 Del Techo.</b></p> <p>Teja <input type="text"/></p> <p>Cemento <input type="text"/></p> <p>Lamina Galvanizada <input type="text"/></p> <p>Otros (Especifique) <input type="text"/></p> <p><b>5.2 Del Piso</b></p> <p>Ladrillo de Cemento <input type="text"/></p> <p>Ladrillo de Barro <input type="text"/></p> <p>Torta de Cemento <input type="text"/></p> <p>Madera <input type="text"/></p> <p>Tierra <input type="text"/></p> <p>Otros <input type="text"/></p> <p><b>5.3 De las Paredes</b></p> <p>Ladrillo <input type="text"/></p> <p>Block <input type="text"/></p> <p>Adobe <input type="text"/></p> <p>Madera <input type="text"/></p> <p>Lamina <input type="text"/></p> <p>Bajareque <input type="text"/></p> <p>Repello <input type="text"/></p> <p>Cerrido <input type="text"/></p> <p><b>Estado General de la Vivienda</b></p> <p>Bueno <input type="text"/></p> <p>Regular <input type="text"/></p> <p>Malo <input type="text"/></p>	<p><b>6. Ambientes</b></p> <p>6.1 No. de Cuartos en la Vivienda <input type="text"/></p> <p>6.2 La Cocina es Independiente.</p> <p>Si <input type="radio"/></p> <p>No <input type="radio"/></p>	<p><b>7. Servicio Sanitario</b></p> <p>Si <input type="checkbox"/></p> <p>No <input type="checkbox"/></p> <p>Lavable <input type="checkbox"/></p> <p>Fosa Séptica <input type="checkbox"/></p> <p>Pozo absorción <input type="checkbox"/></p> <p><b>7.1 Letrina</b> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/></p> <p>Fibra de Vidrio <input type="radio"/></p> <p>Cemento <input type="radio"/></p> <p>Otros <input type="radio"/></p> <p><b>7.2 Condiciones del Sanitario</b></p> <p>Buena <input type="checkbox"/></p> <p>Regular <input type="checkbox"/></p> <p>Mala <input type="checkbox"/></p> <p><b>7.3 Uso del Sanitario</b></p> <p>Uso Propio <input type="checkbox"/></p> <p>Varios Hogares <input type="checkbox"/></p>
--	--	--	---	---

**2.3. Tabla IV. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO:**

**PROYECTO:** TOPOGRAFÍA DRENAJES

**LUGAR:** Cabecera Municipal y Aldea Venecia

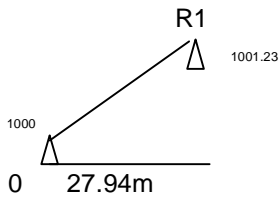
**MUNICIPIO:** SAN DIEGO

**DEPARTAMENTO:** ZACAPA

EST.	P.O	AZIMUT			ANGULO VERTICAL			HILOS			A.I.	D.I.	D.A.	COTA	Xp	Yp	Xt	Yt	Zt	E	PO
		GRA.	MIN.	SEG.	GRA.	MIN.	SEG.	SUP.	MED.	INF.											
	NORTE	0	0	0																	
	0												0.00	1000			0	0	1000		0
0	r1	312	40	0	87	24	0	1.64	1.500	1.360	1.460	27.94	27.94	1001.23	-20.5463	18.9374	-20.5463	18.9374	1001.2289	0	r1
0	1	310	18	0	86	43	0	1.770	1.500	1.230	1.460	53.82	81.77	1003.05	-41.0490	34.8121	-41.0490	34.8121	1003.0477	0	1
1	2	307	32	0	91	45	0	2.110	1.500	0.890	1.460	121.89	203.65	996.24	-96.6557	74.2559	-96.6557	74.2559	996.2360	1	2
2	3	307	31	0	91	38	0	1.750	1.500	1.250	1.460	49.96	253.61	998.54	-39.6266	30.4249	-39.6266	30.4249	998.5354	2	3
3	4	307	33	0	92	21	0	1.920	1.500	1.080	1.460	83.86	337.47	996.52	-66.4851	51.1080	-66.4851	51.1080	996.5186	3	4
4	r1	280	36	0	88	10	0	1.620	1.500	1.380	1.460	23.98	361.45	997.25	-23.5663	4.4103	-90.0514	55.5183	997.2460	4	r1
4	5	262	10	0	86	42	0	1.790	1.500	1.210	1.460	57.81	419.25	999.81	-57.2684	-7.8787	-123.7534	43.2293	999.8118	4	5
5	r1	340	12	0	91	41	0	1.720	1.500	1.280	1.460	43.96	463.21	995.19	-14.8916	41.3630	-81.3767	92.4711	995.1866	5	r1
5	6	329	34	0	90	49	0	2.100	1.500	0.900	1.460	119.98	583.19	994.77	-60.7719	103.4453	-127.2570	154.5533	994.7684	5	6
6	7	306	53	0	92	30	0	1.860	1.500	1.140	1.460	71.86	655.05	993.34	-57.4803	43.1313	-123.9654	94.2393	993.3410	6	7
7	8	314	32	0	92	45	0	1.640	1.500	1.360	1.460	27.94	682.99	991.96	-19.9136	19.5919	-143.8790	113.8312	991.9591	7	8
8	9	315	28	0	91	45	0	1.780	1.500	1.220	1.460	55.95	738.94	991.59	-39.2375	39.8820	-163.2029	134.1213	991.5916	8	9
9	r1	329	23	0	90	58	0	2.150	1.500	0.850	1.460	129.96	868.90	991.11	-66.1891	111.8454	-190.1544	206.0847	991.1081	9	r1
9	10	325	59	0	90	60	0	2.500	1.500	0.500	1.460	199.94	1068.84	989.81	-111.8527	165.7245	-235.8181	259.9638	989.8110	9	10
10	11	309	34	0	89	59	0	2.850	1.500	0.150	1.460	270.00	1338.84	993.38	-208.1386	171.9834	-332.1040	266.2227	993.3795	10	11
11	12	310	42	0	91	7	0	2.400	1.500	0.600	1.460	179.93	1518.77	989.83	-136.4124	117.3331	-468.5164	383.5558	989.8323	11	12
12	r1	309	20	0	89	27	0	1.660	1.500	1.340	1.460	32.00	1550.77	993.65	-24.7488	20.2807	-356.8528	286.5034	993.6467	12	r1
12	13	306	26	0	90	60	0	2.200	1.500	0.800	1.460	139.96	1690.72	990.90	-112.6025	83.1189	-444.7065	349.3416	990.8966	12	13
13	14	308	57	0	88	10	0	1.990	1.500	1.010	1.460	97.90	1788.62	996.47	-76.1361	61.5439	-408.2401	327.7666	996.4732	13	14
14	r1	45	36	0	86	7	0	1.590	1.500	1.410	1.460	17.92	1806.54	994.56	12.8015	12.5362	-319.3025	278.7589	994.5558	14	r1
14	15	293	28	0	92	22	0	1.790	1.500	1.210	1.460	57.90	1864.44	992.12	-53.1122	23.0571	-372.4147	301.8160	992.1227	14	15
15	16	317	18	0	89	46	0	1.670	1.500	1.330	1.460	34.00	1898.44	994.65	-23.0570	24.9867	-342.3595	303.7456	994.6542	15	16
16	r1	42	57	0	86	58	0	1.800	1.500	1.200	1.460	59.83	1958.27	997.69	40.7671	43.7939	-278.5354	322.5528	997.6863	16	r1
16	17	298	23	0	90	34	0	1.950	1.500	1.050	1.460	89.99	2048.27	993.63	-79.1731	42.7790	-398.4756	321.5378	993.6257	16	17
17	r1	31	11	0	86	35	0	1.850	1.500	1.150	1.460	69.75	2118.02	998.68	36.1157	59.6733	-283.1867	338.4322	998.6801	17	r1
17	18	304	35	0	89	40	0	1.770	1.500	1.230	1.460	54.00	2172.02	998.95	-44.4568	30.6496	-327.6435	369.0818	998.9543	17	18
18	r1	32	26	0	87	3	0	1.840	1.500	1.160	1.460	67.82	2239.84	1002.14	36.3730	57.2411	-246.8137	395.6733	1002.1351	18	r1
18	19	310	2	0	88	25	0	2.070	1.500	0.930	1.460	113.91	2353.75	1001.79	-87.2198	73.2726	-370.4065	411.7048	1001.7888	18	19
19	r1	35	12	0	81	47	0	1.690	1.500	1.310	1.460	37.22	2390.97	1004.02	21.4570	30.4173	-261.7297	368.8495	1004.0152	19	r1
19	20	310	55	0	90	33	0	1.700	1.500	1.300	1.460	40.00	2430.97	998.26	-30.2237	26.1960	-313.4105	364.6282	998.2562	19	20
20	21	255	32	0	89	11	0	1.560	1.500	1.440	1.460	12.00	2442.97	998.39	-11.6172	-2.9972	-325.0276	361.6310	998.3872	20	21
21	r1	359	25	0	82	55	0	1.730	1.500	1.270	1.460	45.30	2488.27	1003.85	-0.4612	45.2982	-313.8717	409.9264	1003.8453	21	r1
21	22	271	40	0	93	11	0	1.990	1.500	1.010	1.460	97.70	2585.96	992.78	-97.6565	2.8415	-411.0669	367.4698	992.7825	21	22
22	23	281	31	0	90	58	0	2.200	1.500	0.800	1.460	139.96	2725.92	995.85	-137.1423	27.9435	-450.5528	392.5717	995.8546	22	23
23	r1	13	44	0	86	11	0	1.780	1.500	1.220	1.460	55.75	2781.68	1001.94	13.2357	54.1580	-300.1748	418.7862	1001.9355	23	r1
23	24	284	10	0	90	28	0	2.050	1.500	0.950	1.460	109.99	2891.67	1001.00	-106.6476	26.9200	-406.8224	445.7062	1000.9996	23	24
24	25	288	44	0	90	30	0	2.700	1.500	0.300	1.460	239.98	3131.65	999.80	-227.2684	77.0735	-527.4432	495.8597	999.8012	24	25
25	26	287	8	0	90	26	0	1.610	1.500	1.390	1.460	22.00	3153.65	1001.73	-21.0225	6.4807	-321.1973	425.2670	1001.7291	25	26
26	27	259	15	0	96	20	0	1.640	1.500	1.360	1.460	27.66	3181.31	998.83	-27.1739	-5.1591	-327.3487	413.6271	998.8256	26	27
27	28	201	14	0	91	5	0	1.700	1.500	1.300	1.460	39.99	3221.29	1001.14	-14.4815	-37.2712	-314.6563	381.5150	1001.1394	27	28
28	29	180	57	0	90	52	0	1.660	1.500	1.340	1.460	31.99	3253.29	1000.62	-0.5304	-31.9883	-315.1867	349.5268	1000.6154	28	29
29	30	173	20	0	89	20	0	1.590	1.500	1.410	1.460	18.00	3271.28	1001.31	2.0894	-17.8759	-312.5669	363.6392	1001.3088	29	30

**2.4. DISEÑO DEL SISTEMA A MANO: Calculo de : población, factor de Hasbún, caudal de diseño, asumir tuberías, tablas de:( V,Q,q/Q,v/V,d/D )  
PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO DE LA RED DE CONDUCCIÓN DE AGUAS RESIDUALES DESDE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN DIEGO ZACAPA HASTA EL TERRENO DESTINADO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTOS**

Tramo 0 - R1



**Datos:**

$$v(Pvc) = 0.4 \leftrightarrow 4.00$$

$$\frac{d}{D} (Pvc) = 0.1 \leftrightarrow 0.75$$

$$Fqm = 0.003$$

Fqm = factor de caudal máximo

**Calculo de pendiente:**

$$S = \frac{\text{Cota inicial} - \text{Cota final} * 100}{L}$$

L = Longitud entre punto y punto

$$S = \frac{1000 - 1001.23 * 100}{27.94} = -4.40\%$$

**Calculo de población Presente y futuro:**

Pa = No. De familias \* No. De integrantes por familia

$$Pf = Pa(1 + \text{factor.crecimiento.poblacional.particular})^{\text{No.de.años.a.diseñar}}$$

$$Pa = 107 * 4 = 428$$

$$Pf = 428(1 + 0.025)^{21} = 719$$

Presente

Calculando Factor de Hasboom:

$$F.H = \frac{18 + \sqrt{Pa / 1000}}{4 + \sqrt{Pa / 1000}}$$

$$F.H = \frac{18 + \sqrt{428 / 1000}}{4 + \sqrt{428 / 1000}} = 4.008$$

Futuro

Calculando Factor de Hasboom:

$$F.H = \frac{18 + \sqrt{Pf / 1000}}{4 + \sqrt{Pf / 1000}}$$

$$F.H = \frac{18 + \sqrt{719 / 1000}}{4 + \sqrt{719 / 1000}} = 3.888$$

	<b>Presente</b>		<b>Futuro</b>
	Calculando el caudal de diseño: $q_{dis}$		Calculando el caudal de diseño: $q_{dis}$
	$q_{dis} = Pa * Fqm * F.H$		$q_{dis} = Pf * Fqm * F.H$
	$q_{dis} = 428 * 0.003 * 4.008 = 5.146 \text{ lts / s}$		$q_{dis} = 719 * 0.003 * 3.888 = 8.386 \text{ lts / s}$
	Asumo tubería de 6" de diámetro y una Pendiente del 1%		
	Coprobando que funcione el diámetro propuesto		
	velocidad: $V=1.12\text{m/s}$		
	Caudal: $Q=19.80\text{lts/s}$		
	<b>Presente</b>		<b>Futuro</b>
	$\frac{q}{Q} = \frac{q_{dist.}}{Q}$		$\frac{q}{Q} = \frac{q_{dist.}}{Q}$
	$\frac{q}{Q} = \frac{5.146}{19.8} = 0.259899$		$\frac{q}{Q} = \frac{8.386}{19.8} = 0.423535$
	$\frac{v}{V} = 0.840454$		$\frac{v}{V} = 0.958258$
	$\frac{v}{V} = 0.840454 * V$		$\frac{v}{V} = 0.958258 * V$
	$\frac{v}{V} = 0.840454 * 1.12 = 0.94 \text{ m/s. OK}$		$\frac{v}{V} = 0.958258 * 1.12 = 1.07 \text{ m/s. OK}$
	$\frac{d}{D} = 0.348. OK$		$\frac{d}{D} = 0.454. OK$
	<u>Cotas invert:</u>		
	$Co.Io. = 1000 - 0.75 = 999.25\text{m}$		
	$Co.If = Co.Io - \left( \frac{S\% \text{ tubo} * \text{Distancia horizontal}}{100} \right)$		
	$Co.If = 999.25 - \left( \frac{1 * 27.94}{100} \right) = 998.97\text{m}$		

			<b>Datos:</b>
Tramo R1-1		$v(Pvc) = 0.4 \leftrightarrow 4.00$	
		$\frac{d}{D}(Pvc) = 0.1 \leftrightarrow 0.75$	
		$Fqm = 0.003$	
		Fqm = factor de caudal máximo	
<b>Calculo de pendiente:</b>			
$S = \frac{\text{Cota inicial} - \text{Cota final}}{L} * 100$			
L = Longitud entre punto y punto			
$S = \frac{1001.23 - 1003.05 * 100}{25.88} = -6.96\%$			
<b>Calculo de población Presente y futuro:</b>			
Pa = No. De familias * No. De integrantes por familia			
<i>No. de años a diseñar</i>			
$Pf = Pa(1 + \text{factor.crecimiento.poblacional.particular})$			
$Pa = 110 * 4 = 440$			
$Pf = 440(1 + 0.025)^{21} = 739$			
<b>Presente</b>		<b>Futuro</b>	
Calculando Factor de Hasboom:		Calculando Factor de Hasboom:	
$F.H = \frac{18 + \sqrt{Pa/1000}}{4 + \sqrt{Pa/1000}}$		$F.H = \frac{18 + \sqrt{Pf/1000}}{4 + \sqrt{Pf/1000}}$	
$F.H = \frac{18 + \sqrt{440/1000}}{4 + \sqrt{440/1000}} = 4.002$		$F.H = \frac{18 + \sqrt{739/1000}}{4 + \sqrt{739/1000}} = 3.881$	

<b>Calculando el caudal de diseño: qdi</b>	Calculando el caudal de diseño: qdis
$qdis = Pa * Fqm * F.H$	$qdis = Pf * Fqm * F.H$
$qdis = 440 * 0.003 * 4.002 = 5.283 \text{ lts / s}$	$qdis = 739 * 0.003 * 3.881 = 8.604 \text{ lts / s}$
<b>Asumo tubería de 6" de diámetro y una Pendiente del 1%</b>	
<b>Coprobando que funcione el diámetro propuesto ( Tablas P.V.C )</b>	
velocidad: V=1.12m/s	
Caudal: Q=19.80lts/s	
<b>Comparar resultados de q/Q, v/V, d/D</b>	
<b>Presente</b>	<b>Futuro</b>
$\frac{q}{Q} = \frac{qdist.}{Q}$	$\frac{q}{Q} = \frac{qdist.}{Q}$
$\frac{q}{Q} = \frac{5.283}{19.8} = 0.266818$	$\frac{q}{Q} = \frac{8.604}{19.8} = 0.434545$
$\frac{v}{V} = 0.846735$	$\frac{v}{V} = 0.964962$
$\frac{v}{V} = 0.846735 * V$	$\frac{v}{V} = 0.964962 * V$
$\frac{v}{V} = 0.846735 * 1.12 = 0.94 \text{ m / s.OK}$	$\frac{v}{V} = 0.964962 * 1.12 = 1.08 \text{ m / s.OK}$
$\frac{d}{D} = 0.353.OK$	$\frac{d}{D} = 0.461.OK$
<b>Cotas invert:</b>	
Co.lo.=1001.23 - 2.26 = 998.97m	
$Co.If = Co.lo - \left( \frac{S\% \text{ tubo} * \text{Distancia horizontal}}{100} \right)$	
$Co.If = 998.97 - \left( \frac{1 * 25.88}{100} \right) = 998.71 \text{ m}$	

		Datos:	
Tramo R1-1		$v(Pvc) = 0.4 \leftrightarrow 4.00$	
		$\frac{d}{D}(Pvc) = 0.1 \leftrightarrow 0.75$	
		$Fqm = 0.003$	
		Fqm = factor de caudal máximo	
<b>Calculo de pendiente:</b>			
$S = \frac{\text{Cota inicial} - \text{Cota final} * 100}{L}$			
L = Longitud entre punto y punto			
$S = \frac{1003.05 - 999.645 * 100}{60.945} = -5.915\%$			
<b>Calculo de población</b>			
<b>Presente y futuro:</b>			
Pa = No. De familias * No. De integrantes por familia			
<i>No. de años a diseñar</i>			
$Pf = Pa(1 + \text{factor.crecimiento.poblacional.particular})$			
$Pa = 121 * 4 = 484$			
$Pf = 484(1 + 0.025)^{21} = 813$			
<b>Presente</b>		<b>Futuro</b>	
Calculando Factor de Hasboom:		Calculando Factor de Hasboom:	
$F.H = \frac{18 + \sqrt{Pa/1000}}{4 + \sqrt{Pa/1000}}$		$F.H = \frac{18 + \sqrt{Pf/1000}}{4 + \sqrt{Pf/1000}}$	
$F.H = \frac{18 + \sqrt{484/1000}}{4 + \sqrt{484/1000}} = 3.981$		$F.H = \frac{18 + \sqrt{813/1000}}{4 + \sqrt{813/1000}} = 3.856$	



<b>Presente</b>	<b>Futuro</b>
Calculando el caudal de diseño: $q_{dis}$	Calculando el caudal de diseño: $q_{dis}$
$q_{dis} = Pa * Fqm * F.H$	$q_{dis} = Pf * Fqm * F.H$
$q_{dis} = 484 * 0.003 * 3.981 = 5.78 \text{ lts / s}$	$q_{dis} = 813 * 0.003 * 3.856 = 9.405 \text{ lts / s}$
Asumo tubería de 6" de diámetro y una Pendiente del 1%	
Coprobando que funcione el diámetro propuesto	
velocidad: $V=1.12 \text{ m/s}$	
Caudal: $Q=19.80 \text{ lts/s}$	
<b>Presente</b>	<b>Futuro</b>
$\frac{q}{Q} = \frac{q_{dist.}}{Q}$	$\frac{q}{Q} = \frac{q_{dist.}}{Q}$
$\frac{q}{Q} = \frac{5.78}{19.8} = 0.291919$	$\frac{q}{Q} = \frac{9.405}{19.8} = 0.4750$
$\frac{v}{V} = 0.867528$	$\frac{v}{V} = 0.986983$
$\frac{v}{V} = 0.867528 * V$	$\frac{v}{V} = 0.986983 * V$
$\frac{v}{V} = 0.867528 * 1.12 = 0.97 \text{ m/s.OK}$	$\frac{v}{V} = 0.986983 * 1.12 = 1.11 \text{ m/s.OK}$
$\frac{d}{D} = 0.37.OK$	$\frac{d}{D} = 0.485.OK$
<b>Cotas invert:</b>	
$Co.lo. = 1001.23 - 2.26 = 998.97 \text{ m}$	
$Co.If = Co.lo - \left( \frac{S\%tubo * Distancia.horizonta}{100} \right)$	
$Co.If = 998.97 - \left( \frac{1 * 25.88}{100} \right) = 998.71 \text{ m}$	

**2.5. Tabla V. RESUMEN DEL DISEÑO A COMPUTADORA:**

De	A	cota inicial	cota final	longitud metros	pendiente terreno	numero de casas	Población Futura	Población Actual	Factor del Caudal de Diseño	Factor de hardmon futuro	Factor de hardmon actual	caudal l/s actual	caudal l/s futuro	diámetro pulgadas	s %	área tubería m^2
0	R1	1000	1001.23	27.94	-4.40	107	719	428	0.0030	3.89	4.01	5.15	8.38	6	1.00	0.0182415
R1	1	1001.23	1003.05	25.88	-7.03	110	739	440	0.0030	3.88	4.00	5.28	8.60	6	1.00	0.0182415
1	R1	1003.05	999.65	60.95	5.58	121	813	484	0.0030	3.86	3.98	5.78	9.40	6	1.00	0.0182415
R1	2	999.65	996.24	60.95	5.59	132	887	528	0.0030	3.83	3.96	6.28	10.20	6	4.00	0.0182415
2	3	996.24	998.54	49.96	-4.60	140	941	560	0.0030	3.82	3.95	6.63	10.77	6	0.40	0.0182415
3	4	998.54	996.52	83.86	2.41	155	1041	620	0.0030	3.79	3.92	7.30	11.84	6	0.60	0.0182415
4	R1	996.52	997.25	23.98	-3.04	157	1055	628	0.0030	3.78	3.92	7.39	11.98	6	0.60	0.0182415
R1	5	997.25	999.81	33.83	-7.57	157	1055	628	0.0030	3.78	3.92	7.39	11.98	6	0.60	0.0182415
5	R1	999.81	995.19	43.96	10.51	163	1095	652	0.0030	3.77	3.91	7.65	12.40	6	0.60	0.0182415
5	PV	995.19	994.98	59.99	0.35	169	1135	676	0.0030	3.76	3.90	7.92	12.82	6	0.60	0.0182415
PV	6	994.98	994.77	59.99	0.35	175	1176	700	0.0030	3.75	3.89	8.18	13.24	6	0.60	0.0182415
6	7	994.77	993.34	71.86	1.99	175	1176	700	0.0030	3.75	3.89	8.18	13.24	6	1.00	0.0182415
7	8	993.34	991.96	27.94	4.94	190	1276	760	0.0030	3.73	3.87	8.83	14.28	6	5.00	0.0182415
8	9	991.96	991.59	55.95	0.66	200	1344	800	0.0030	3.71	3.86	9.26	14.97	6	1.00	0.0182415
9	PV	991.59	991.35	64.98	0.37	212	1424	848	0.0030	3.70	3.85	9.78	15.79	6	1.00	0.0182415
PV	R1	991.35	991.11	64.98	0.37	224	1505	896	0.0030	3.68	3.83	10.30	16.61	6	1.00	0.0182415
R1	10	991.11	989.81	69.04	1.88	260	1747	1040	0.0030	3.63	3.79	11.82	19.03	8	0.60	0.0324293
10	PV	989.81	990.7	67.5	-1.32	265	1780	1060	0.0030	3.62	3.78	12.03	19.36	8	0.60	0.0324293
PV	PV	990.7	991.59	67.5	-1.32	270	1814	1080	0.0030	3.62	3.78	12.24	19.69	8	0.60	0.0324293
PV	PV	991.59	992.48	67.5	-1.32	275	1848	1100	0.0030	3.61	3.77	12.45	20.02	8	0.60	0.0324293
PV	11	992.48	993.38	67.5	-1.33	280	1881	1120	0.0030	3.61	3.77	12.66	20.35	8	0.60	0.0324293
11	PV	993.38	992.2	59.98	1.97	295	1982	1180	0.0030	3.59	3.75	13.28	21.34	8	0.60	0.0324293
PV	PV	992.2	991.02	59.98	1.97	295	1982	1180	0.0030	3.59	3.75	13.28	21.34	8	0.60	0.0324293
PV	12	991.02	989.83	59.98	1.98	295	1982	1180	0.0030	3.59	3.75	13.28	21.34	8	0.60	0.0324293
12	R1	989.83	993.65	32	-11.94	295	1982	1180	0.0030	3.59	3.75	13.28	21.34	8	0.60	0.0324293
R1	PV	993.65	992.28	62.98	2.18	302	2029	1208	0.0030	3.58	3.75	13.57	21.80	8	0.60	0.0324293
PV	13	992.28	990.9	62.98	2.19	309	2076	1236	0.0030	3.57	3.74	13.86	22.25	8	0.60	0.0324293
13	PV	990.9	994.38	48.95	-7.11	316	2123	1264	0.0030	3.57	3.73	14.15	22.71	8	0.60	0.0324293
PV	14	994.38	996.51	48.95	-4.35	323	2170	1292	0.0030	3.56	3.73	14.44	23.16	8	0.60	0.0324293
R1	14	996.51	996.47	17.92	0.22	10	67	40	0.0030	4.29	4.33	0.52	0.86	4	1.20	0.0081073
14	15	996.47	992.12	57.9	7.51	337	2264	1348	0.0030	3.54	3.71	15.01	24.07	8	0.60	0.0324293
15	16	992.12	997.69	34	-16.38	343	2304	1372	0.0030	3.54	3.71	15.26	24.45	8	0.60	0.0324293
R1	16	997.69	994.65	59.83	5.08	8	54	32	0.0030	4.31	4.35	0.42	0.69	4	1.00	0.0081073
16	PV	994.65	994.14	44.5	1.15	351	2358	1404	0.0030	3.53	3.70	15.59	24.97	8	0.60	0.0324293
PV	17	994.14	998.68	44.5	-10.20	369	2479	1476	0.0030	3.51	3.68	16.32	26.12	8	0.60	0.0324293
R1	17	998.68	993.63	69.75	7.24	14	94	56	0.0030	4.25	4.30	0.72	1.20	4	1.00	0.0081073
17	18	993.63	1002.14	54	-15.76	393	2640	1572	0.0030	3.49	3.66	17.28	27.64	8	0.60	0.0324293
R1	18	1002.14	998.95	67.82	4.70	10	67	40	0.0030	4.29	4.33	0.52	0.86	4	1.00	0.0081073
18	PV	998.95	1000.37	56.96	-2.49	403	2707	1612	0.0030	3.48	3.66	17.68	28.27	8	0.6	0.0324293
PV	19	1000.37	1004.02	56.96	-6.41	423	2842	1692	0.0030	3.46	3.64	18.48	29.52	8	0.6	0.0324293
R1	19	1004.02	1001.79	37.22	5.99	10	67	40	0.0030	4.29	4.33	0.52	0.86	4	1.00	0.0081073
19	21	1001.79	1003.85	62	-3.32	436	2929	1744	0.0030	3.45	3.63	19.00	30.33	8	0.60	0.0324293
R1	21	1003.85	998.39	45.3	12.05	10	67	40	0.0030	4.29	4.33	0.52	0.86	4	1.00	0.0081073
21	PV	998.39	995.58	48.85	5.75	454	3050	1816	0.0030	3.44	3.62	19.71	31.44	8	0.80	0.0324293
PV	22	995.58	992.78	48.85	5.73	462	3104	1848	0.0030	3.43	3.61	20.03	31.94	8	0.80	0.0324293
22	PV	992.78	994.32	69.98	-2.20	472	3171	1888	0.0030	3.42	3.61	20.42	32.55	8	0.80	0.0324293
PV	23	994.32	1001.94	69.98	-10.89	482	3238	1928	0.0030	3.41	3.60	20.81	33.17	8	0.80	0.0324293
R1	23	1001.94	995.85	55.75	10.92	8	54	32	0.0030	4.31	4.35	0.42	0.69	4	1.00	0.0081073
23	PV	995.85	998.43	55	-4.69	500	3359	2000	0.0030	3.40	3.59	21.51	34.27	8	0.80	0.0324293
PV	24	998.43	1001.94	55	-6.38	512	3440	2048	0.0030	3.39	3.58	21.98	35.00	10	0.60	0.0506707
24	PV	1001.94	1001.41	60	0.88	517	3473	2068	0.0030	3.39	3.57	22.18	35.30	10	0.60	0.0506707
PV	PV	1001.41	1000.88	60	0.88	523	3514	2092	0.0030	3.38	3.57	22.41	35.66	10	0.60	0.0506707
PV	PV	1000.88	1000.35	60	0.88	528	3547	2112	0.0030	3.38	3.57	22.60	35.96	10	0.60	0.0506707
PV	25	1000.35	999.8	59.98	0.92	533	3581	2132	0.0030	3.38	3.56	22.80	36.27	10	0.60	0.0506707
25	26	999.8	1001.73	22	-8.77	533	3581	2132	0.0030	3.38	3.56	22.80	36.27	10	0.60	0.0506707
26	27	1001.73	998.83	27.66	10.48	533	3581	2132	0.0030	3.38	3.56	22.80	36.27	10	0.60	0.0506707
27	28	998.83	1001.14	39.99	-5.78	533	3581	2132	0.0030	3.38	3.56	22.80	36.27	10	0.60	0.0506707
28	29	1001.14	1000.62	31.99	1.63	533	3581	2132	0.0030	3.38	3.56	22.80	36.27	10	0.60	0.0506707
29	30	1000.62	1000.31	18	1.72	533	3581	2132	0.0030	3.38	3.56	22.80	36.27	10	0.60	0.0506707

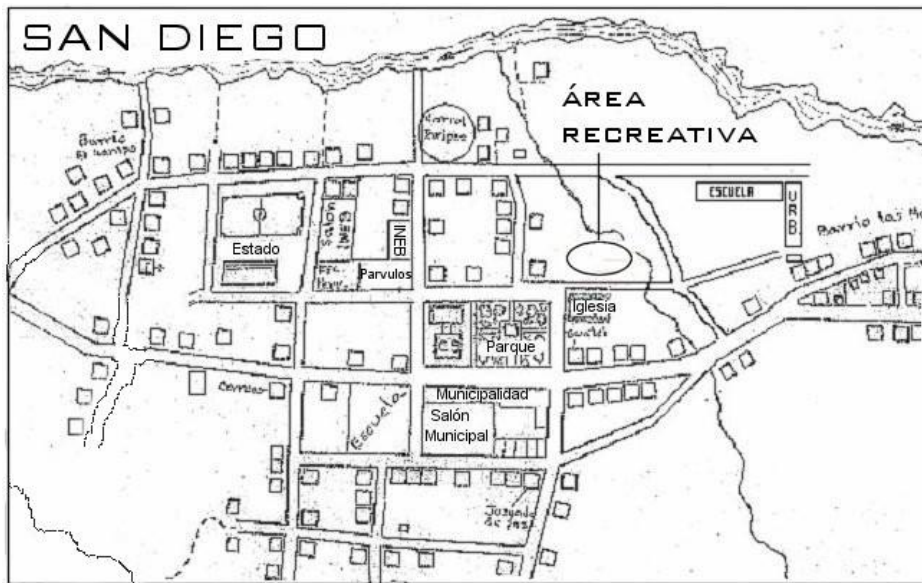
velocidad sección	capacidad l/s	relaciones actual q/Q	relación v/V actual	velocidad v(m/s) actual	verificar v actual	tirante d/D actúan	verificar d/D actual	relaciones futuro q/Q	relación v/V futuro	velocidad v(m/s) futuro	verificar v futuro	tirante d/D futuro	verificar d/D futuro	altura agua	cota agua	altura agua
1.1200	19.80	0.25991	0.35	0.39	correcto	0.35	correcto	0.4235	0.45	0.51	correcto	0.45	correcto	0.75	999.25	2.26
1.1200	19.80	0.26681	0.35	0.39	correcto	0.352	correcto	0.4345	0.46	0.52	correcto	0.46	correcto	2.26	998.97	4.34
1.1200	19.80	0.29197	0.37	0.41	correcto	0.37	correcto	0.4750	0.49	0.54	correcto	0.49	correcto	4.34	998.71	1.55
2.2400	39.60	0.15848	0.27	0.60	correcto	0.269	correcto	0.2575	0.35	0.78	correcto	0.35	correcto	1.55	998.1	0.58
0.7100	12.60	0.52645	0.52	0.37	correcto	0.52	correcto	0.8548	0.71	0.50	correcto	0.71	correcto	0.58	995.66	2.88
0.8700	15.30	0.47708	0.49	0.42	correcto	0.49	correcto	0.7736	0.66	0.57	correcto	0.66	correcto	2.88	995.66	1.56
0.8700	15.30	0.48285	0.49	0.43	correcto	0.49	correcto	0.7828	0.67	0.58	correcto	0.67	correcto	1.56	994.96	2.43
0.8700	15.30	0.48285	0.49	0.43	correcto	0.49	correcto	0.7828	0.67	0.58	correcto	0.67	correcto	2.43	994.82	5.19
0.8700	15.30	0.50014	0.50	0.44	correcto	0.50	correcto	0.8104	0.68	0.59	correcto	0.68	correcto	5.19	994.62	0.83
0.8700	15.30	0.51737	0.51	0.44	correcto	0.51	correcto	0.8379	0.70	0.61	correcto	0.70	correcto	0.83	994.36	0.98
0.8700	15.30	0.53455	0.52	0.45	correcto	0.52	correcto	0.8653	0.72	0.62	correcto	0.72	correcto	0.98	994	1.13
1.1200	19.80	0.41306	0.45	0.50	correcto	0.45	correcto	0.6687	0.60	0.67	correcto	0.60	correcto	1.13	993.64	0.42
2.5000	44.30	0.19937	0.30	0.76	correcto	0.30	correcto	0.3224	0.39	0.98	correcto	0.39	correcto	0.42	992.92	0.44
1.1200	19.80	0.46793	0.48	0.54	correcto	0.48	correcto	0.7560	0.65	0.73	correcto	0.65	correcto	0.44	991.52	0.63
1.1200	19.80	0.49403	0.50	0.56	correcto	0.50	correcto	0.7975	0.68	0.76	correcto	0.68	correcto	0.63	990.96	1.04
1.1200	19.80	0.51998	0.51	0.57	correcto	0.51	correcto	0.8388	0.70	0.78	correcto	0.70	correcto	1.04	990.31	1.69
1.0600	34.30	0.34465	0.40	0.43	correcto	0.40	correcto	0.5547	0.53	0.56	correcto	0.53	correcto	1.69	989.42	0.56
1.0600	34.30	0.35078	0.41	0.43	correcto	0.41	correcto	0.5644	0.54	0.57	correcto	0.54	correcto	0.56	989.25	1.85
1.0600	34.30	0.35689	0.41	0.44	correcto	0.41	correcto	0.5741	0.54	0.58	correcto	0.54	correcto	1.85	988.85	3.14
1.0600	34.30	0.36299	0.42	0.44	correcto	0.42	correcto	0.5837	0.55	0.58	correcto	0.55	correcto	3.14	988.45	4.43
1.0600	34.30	0.36908	0.42	0.45	correcto	0.42	correcto	0.5934	0.55	0.59	correcto	0.55	correcto	4.43	988.05	5.53
1.0600	34.30	0.38728	0.43	0.46	correcto	0.43	correcto	0.6221	0.57	0.61	correcto	0.57	correcto	5.53	987.85	4.91
1.0600	34.30	0.38728	0.43	0.46	correcto	0.43	correcto	0.6221	0.57	0.61	correcto	0.57	correcto	4.91	987.29	4.09
1.0600	34.30	0.38728	0.43	0.46	correcto	0.43	correcto	0.6221	0.57	0.61	correcto	0.57	correcto	4.09	986.93	3.26
1.0600	34.30	0.38728	0.43	0.46	correcto	0.43	correcto	0.6221	0.57	0.61	correcto	0.57	correcto	3.26	986.57	7.27
1.0600	34.30	0.39574	0.44	0.46	correcto	0.44	correcto	0.6355	0.58	0.61	correcto	0.58	correcto	7.27	986.38	6.28
1.0600	34.30	0.40418	0.44	0.47	correcto	0.44	correcto	0.6488	0.59	0.62	correcto	0.59	correcto	6.28	986	5.28
1.0600	34.30	0.41260	0.45	0.47	correcto	0.45	correcto	0.6621	0.59	0.63	correcto	0.59	correcto	5.28	985.62	9.05
1.0600	34.30	0.42099	0.45	0.48	correcto	0.45	correcto	0.6753	0.60	0.64	correcto	0.60	correcto	9.05	985.33	11.43
0.9400	7.50	0.06933	0.18	0.17	revisar	0.18	correcto	0.1152	0.23	0.22	correcto	0.23	correcto	11.43	985.08	2.00
1.0600	34.30	0.43772	0.46	0.49	correcto	0.46	correcto	0.7017	0.62	0.65	correcto	0.62	correcto	2.00	994.47	7.43
1.0600	34.30	0.44487	0.47	0.50	correcto	0.47	correcto	0.7129	0.62	0.66	correcto	0.62	correcto	7.43	984.69	10.16
0.8600	6.90	0.06052	0.17	0.14	revisar	0.17	correcto	0.1007	0.21	0.18	correcto	0.21	correcto	10.16	987.53	3.00
1.0600	34.30	0.45437	0.47	0.50	correcto	0.47	correcto	0.7279	0.63	0.67	correcto	0.63	correcto	3.00	991.65	9.22
1.0600	34.30	0.47567	0.49	0.51	correcto	0.49	correcto	0.7614	0.65	0.69	correcto	0.65	correcto	9.22	984.92	9.68
0.6700	5.30	0.13644	0.25	0.17	revisar	0.25	correcto	0.2263	0.32	0.22	correcto	0.32	correcto	9.68	989	5.00
1.0600	34.30	0.50388	0.50	0.53	correcto	0.50	correcto	0.8057	0.68	0.72	correcto	0.68	correcto	5.00	988.63	15.32
0.8600	6.90	0.07536	0.19	0.16	revisar	0.19	correcto	0.1252	0.24	0.20	correcto	0.24	correcto	15.32	986.82	3.00
1.0600	34.30	0.51557	0.51	0.54	correcto	0.51	correcto	0.8241	0.69	0.73	correcto	0.69	correcto	3.00	995.95	17.08
1.0600	34.30	0.53884	0.52	0.55	correcto	0.52	correcto	0.8606	0.72	0.76	correcto	0.72	correcto	17.08	983.29	18.84
0.8600	6.90	0.07536	0.19	0.16	revisar	0.19	correcto	0.1252	0.24	0.20	correcto	0.24	correcto	18.84	985.18	3.00
1.0600	34.30	0.55390	0.53	0.56	correcto	0.53	correcto	0.8842	0.73	0.77	correcto	0.73	correcto	3.00	998.79	15.81
0.8600	6.90	0.07536	0.19	0.16	revisar	0.19	correcto	0.1252	0.24	0.20	correcto	0.24	correcto	15.81	988.04	6.00
1.2300	39.60	0.49775	0.50	0.61	correcto	0.50	correcto	0.7940	0.67	0.83	correcto	0.67	correcto	6.00	992.39	13.39
1.2300	39.60	0.50571	0.50	0.62	correcto	0.50	correcto	0.8065	0.68	0.84	correcto	0.68	correcto	13.39	982.19	10.98
1.2300	39.60	0.51564	0.51	0.63	correcto	0.51	correcto	0.8220	0.69	0.85	correcto	0.69	correcto	10.98	981.8	13.08
1.2300	39.60	0.52554	0.51	0.63	correcto	0.51	correcto	0.8375	0.70	0.86	correcto	0.70	correcto	13.08	981.24	15.17
0.8600	6.90	0.06052	0.17	0.14	revisar	0.17	correcto	0.1007	0.21	0.18	correcto	0.21	correcto	15.17	986.77	6.50
1.2300	39.60	0.54330	0.53	0.65	correcto	0.53	correcto	0.8653	0.72	0.88	correcto	0.72	correcto	6.50	989.35	18.19
1.2300	62.30	0.35284	0.41	0.50	correcto	0.41	correcto	0.5617	0.54	0.66	correcto	0.54	correcto	18.19	980.24	22.03
1.2300	62.30	0.35595	0.41	0.51	correcto	0.41	correcto	0.5666	0.54	0.66	correcto	0.54	correcto	22.03	979.91	21.86
1.2300	62.30	0.35969	0.41	0.51	correcto	0.41	correcto	0.5724	0.54	0.67	correcto	0.54	correcto	21.86	979.55	21.69
1.2300	62.30	0.36280	0.42	0.51	correcto	0.42	correcto	0.5773	0.55	0.67	correcto	0.55	correcto	21.69	979.19	21.52
1.2300	62.30	0.36590	0.42	0.51	correcto	0.42	correcto	0.5821	0.55	0.67	correcto	0.55	correcto	21.52	978.83	21.33
1.2300	62.30	0.36590	0.42	0.51	correcto	0.42	correcto	0.5821	0.55	0.67	correcto	0.55	correcto	21.33	978.47	23.39
1.2300	62.30	0.36590	0.42	0.51	correcto	0.42	correcto	0.5821	0.55	0.67	correcto	0.55	correcto	23.39	978.34	20.67
1.2300	62.30	0.36590	0.42	0.51	correcto	0.42	correcto	0.5821	0.55	0.67	correcto	0.55	correcto	20.67	978.16	23.22
1.2300	62.30	0.36590	0.42	0.51	correcto	0.42	correcto	0.5821	0.55	0.67	correcto	0.55	correcto	23.22	977.92	22.89
1.2300	62.30	0.36590	0.42	0.51	correcto	0.42	correcto	0.5821	0.55	0.67	correcto	0.55	correcto	22.89	977.73	23.69

cota invert agua abajo	pendiente tubería	condición pendiente >11%	volumen excavación entre pozo	velocidad
998.97	1.00	continuar	37.84	0.51
998.71	1.00	continuar	76.86	0.52
998.1	1.00	continuar	161.55	0.54
995.66	4.00	continuar	58.42	0.78
995.66	0.40	continuar	77.79	0.50
994.96	0.60	continuar	167.55	0.57
994.82	0.60	continuar	43.06	0.58
994.62	0.60	continuar	116.00	0.58
994.36	0.60	continuar	119.09	0.59
994	0.60	continuar	48.86	0.61
993.64	0.60	continuar	56.96	0.62
992.92	1.00	continuar	50.12	0.67
991.52	5.00	continuar	10.81	0.98
990.96	1.00	continuar	26.94	0.73
990.31	1.00	continuar	48.83	0.76
989.42	1.00	continuar	79.83	0.78
989.25	0.60	continuar	69.90	0.56
988.85	0.60	continuar	73.20	0.57
988.45	0.60	continuar	151.57	0.58
988.05	0.60	continuar	229.94	0.58
987.85	0.60	continuar	302.54	0.59
987.29	0.60	continuar	281.79	0.61
986.93	0.60	continuar	242.92	0.61
986.57	0.60	continuar	198.38	0.61
986.38	0.60	continuar	151.63	0.61
986	0.60	continuar	384.02	0.61
985.62	0.60	continuar	327.62	0.62
985.33	0.60	continuar	315.65	0.63
985.08	0.60	continuar	451.12	0.64
985.04	1.20	continuar	108.30	0.22
984.69	0.60	continuar	245.70	0.65
987.53	0.60	continuar	269.13	0.66
984.49	1.00	continuar	354.31	0.18
984.22	0.60	continuar	244.71	0.67
989	0.60	continuar	378.47	0.69
983.63	1.00	continuar	460.77	0.22
986.82	0.60	continuar	493.78	0.72
983.53	1.00	continuar	559.11	0.20
983.29	0.6	continuar	514.69	0.73
985.18	0.6	continuar	920.70	0.76
982.95	1.00	continuar	365.80	0.20
988.04	0.60	continuar	524.80	0.77
982.58	1.00	continuar	444.60	0.20
982.19	0.80	continuar	426.24	0.83
981.8	0.80	continuar	535.71	0.84
981.24	0.80	continuar	757.67	0.85
986.77	0.80	continuar	889.62	0.86
980.68	1.00	continuar	543.65	0.18
980.24	0.80	continuar	611.08	0.88
979.91	0.60	continuar	995.45	0.66
979.55	0.60	continuar	1185.03	0.66
979.19	0.60	continuar	1175.85	0.67
978.83	0.60	continuar	1166.67	0.67
978.47	0.60	continuar	1156.56	0.67
978.34	0.60	continuar	442.73	0.67
978.16	0.60	continuar	548.41	0.67
977.92	0.60	continuar	789.82	0.67
977.73	0.60	continuar	663.78	0.67
976.62	0.60	continuar	377.30	0.67
			22511.24	

## **2.6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO DE LA RED DE CONDUCCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN ÁREA DE DESFOGUE**

- **Datos Generales**

En el municipio de San Diego Zacapa, la necesidad de tener un sistema de drenajes surgió desde el momento en que los pobladores empezaron a contar con un sistema de agua municipal, trasladándose de esta manera de un problema a otro, ya que después de contar con el vital líquido se vieron en la necesidad de verter sus aguas residuales. Por lo tanto la municipalidad realizo los trabajos de la elaboración de los drenajes en la cabecera municipal y en la aldea Venecia pero la solución al final de la red de drenajes en cada una de estas comunidades fue la elaboración de fosas sépticas y tanques de absorción, con lo cual han tenido una infinidad de problemas ya que estas fosas de absorción nunca son suficientes para la cantidad de aguas residuales que son producidas por la población, por lo cuál constantemente se necesita estar realizando pozos de absorción elevando demasiado el costo municipal. Por lo que les ha ido dando una infinidad de soluciones algunas aunque solucionaban el problema en el lugar solo trasladaban el problema a otras comunidades, ya que contaminaban ríos o lagos que posteriormente eran consumidas por otras comunidades. Así pues la municipalidad como la comunidad se vieron en la necesidad de poder tratar las aguas residuales de una forma responsable y sin consecuencias al medio ambiente ni al ser humano. Por lo tanto creo que es necesaria la implementación en el Municipio de San Diego Zacapa de un sistema de drenajes que de una mejor alternativa al actual sistema de drenajes, para evitar la contaminación del medio ambiente y mejorar la salud de sus habitantes.



Mapa 2. Cabecera Municipal San Diego, Zacapa



Mapa 3. Municipio San Diego, Zacapa

FUENTE: Instituto Geográfico Nacional Mapa 1:50,000

- **Descripción General del Proyecto**

La red de conducción de drenajes servirá a un total de 1,061 personas directamente. Se inicia en un pozo ya existente dentro del sistema de drenajes de la cabecera municipal de San Diego Zacapa, la tubería inicia desde un diámetro de 6 pulgadas y finaliza en un diámetro de 10 pulgadas. En algunos tramos la tubería de diseño se toman de 4 pulgadas por ser ingreso de calles secundarias de poco nivel de caudal, debido a su poca densidad poblacional y por ser calles secundarias de pequeña extensión longitudinal. Se ha tomado como la solución al final de las tuberías o de la red de conducción de aguas residuales del municipio de San Diego Zacapa, la de la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales con el fin de no contaminar los recursos naturales y evitar serios problemas a el ambiente, así como también evitar que se sigan contaminando los ríos del municipio y los mantos acuíferos del municipio. Los pozos de visitas se construirán según normas y reglamentos en Guatemala regidos por UNEPAR . Los detalles y perfiles pueden ser observados en los planos que se encuentran en anexos de esta misma tesis.

- **Identificación De los Factores que Puedan Causar Impacto Ambiental**

Adicionalmente, como parte del plan de manejo ambiental se tienen contemplado que el constructor mantenga planes de seguridad especialmente durante las etapas de excavación para la colocación de la tuberías en las calles, por medio de estar rociando con agua constantemente para reducir al mínimo el polvo que pudiera afectar a los trabajadores y a las viviendas que se encuentran a las orillas de la carretera y cuadras aledañas a esta. Adicionalmente todo el material excedente de la excavación y relleno ( para la colocación de tuberías y hechura de pozos de visitas ) deberá ser trasladada el terreno donde se desea construir el parque infantil en la cabecera municipal con el fin de contar con el material

necesario para la nivelación y relleno del mismo y aprovechar todo el material excedente del proyecto de la red de conducción.

El plan de seguridad también estipula el constante movimiento de camiones que se mantendrá en el proyecto. En las distintas fases del mismo se mantendrán los camiones únicamente en el área de trabajo y no se podrán tener más de dos camiones al mismo tiempo en el área de trabajo de la retroexcavadora para evitar tapar las dos vías de la calle y prevenir accidentes.

Adicionalmente se contara en el proyecto con sanitarios del tipo móvil que serán de vital importancia ya que el que sean portátiles da una gran flexibilidad a su constante traslado de un lugar a otro ya que el proyecto no es estacionario en un solo punto sino que es móvil.

Los desechos sólidos generados, durante el período de construcción, serán recolectados y serán transportados por el constructor hacia sitios autorizados por la municipalidad de San Diego Zacapa.



Fotografía 4. Zanqueo para construcción de drenajes.  
Fuente: fotografías tomadas Emerson Ruiz



- **Medidas de Mitigación**
  - **Reducir altos tonos de sonido**

**Durante la excavación de zanjas:**

Esto se lograra por medio de la utilización de maquinaria pesada como lo son retroexcavadoras que realizaran el trabajo en un menor tiempo y proporcionaran menor ruido que la utilización de taladros eléctricos ó mayor cantidad de personal que con sus gritos y murmullos causarían mayor ruido y durante un período más largo de tiempo.

- Rociar con agua el área de excavaciones

Plan para salud humana:

1. Durante el período de construcción los trabajadores usarán el equipo de protección adecuado como: guantes, botas, mascarillas, cascos y otros para salvaguardar la salud y la vida; además se contará con un botiquín de primeros auxilios y estarán afiliados al Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, IGSS.
2. Cuando proyecto de la red de conducción de Aguas Residuales del Municipio de San Diego Zacapa este en fase de excavación y nivelación del terreno el material excedente de los mismos será rociado con agua con el fin de poder levantar el menor porcentaje de polvo posible evitando de esta manera las enfermedades de los tipos bronco respiratorias a los habitantes que se encuentren Colindantes a las zonas de trabajo. Y evitar también el damnificar las construcciones existentes en el lugar.
3. Adicionalmente los trabajadores contarán con sistemas con dos letrinas portátiles, con el fin de poder ser transportadas constante mente dentro del avance de la obra.

4. Los desechos sólidos serán trasladados durante el tiempo de construcción de la obra por medio de camiones del mismo proyecto hacia sitios autorizados por la municipalidad.

## **5. IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS**



Fotografía 5. Planta de tratamieto

Fuente: internet

### **Características del sistema:**

El sistema se compone de varios elementos fisicoquímicos y biológicos, que conjugados permiten el manejo conjunto de las aguas Negras y Grises en una misma planta que garantiza una eficiencia de remoción superior al 90 % de acuerdo a los parámetros contemplados en el Decreto 1594 de 1984.

El sistema consta de:

- Trampa de sólidos para las aguas negras, que separa las aguas de elementos sólidos antes de entrar al tanque equalizador.

- Trampa de grasas y criba de sólidos para las aguas grises, antes de entrar al tanque ecualizador.
- Tanque ecualizador de aguas servidas, Negras y grises pretratadas.
- Bomba sumergible de trasiego controlado por director de nivel a la primera cámara de la planta donde se realiza la adición de floculante y la mezcla rápida.
- Cámara de floculación.
- Cámara de aireación extendida con lodos activados.
- Cámara de sedimentación en placas paralelas
- Filtro gravitacional descendente.
- Cámara de afinado con filtro biológico
- Filtro gravitacional descendente en arena
- Elemento de desinfección clorador.



Fotografía 6. Planta de tratamiento 2

Fuente: internet

Las aguas descargadas de residuos gruesos se conducen a la caja ecualizadora general de donde son trasegadas por bombeo controlado a la primera cámara de la planta donde se adicionan químicos floculantes no iónicos

para iniciar el proceso de lodos activos al paso a la cámara dos de aireación extendida con filtro biológico por lodos ascendentes.

Las aguas digeridas por los lodos y mezcladas con estos pasan a un sistema de sedimentación en placas paralelas inclinadas que permiten la separación de los sólidos y los líquidos clarificados sobre nadantes que rebosan a la segunda cámara de aireación extendida con filtro de tipo biológico por contracorriente en columnas de relleno raching.

Las aguas biodegradadas pasan a un filtro gravitacional donde son halogenadas para su desinfección y una vez filtradas pasan al tanque dispuesto para su almacenamiento antes de ser vertidas.

La calidad de las aguas producidas en este tipo de plantas permite su utilización dentro de las instalaciones como aguas de proceso industrial o su vertimiento directo al ambiente por aspersion sin causar impacto, ya que se puede garantizar un vertimiento dentro de los términos establecidos.

<b>2.7. Tabla VI. ANÁLISIS DE COSTOS:</b>					
<b>Presupuesto de red de conducción de aguas residuales de la cabecera municipal de san diego hasta terreno donde se desea hacer la construcción de la planta de tratamientos</b>					
<b>Cálculo de tuberías:</b>					
<b>De</b>	<b>A</b>	<b>Tubo 4"(mtl)</b>	<b>Tubo6"(mtl)</b>	<b>Tubo8"(mtl)</b>	<b>Tubo10"(mtl)</b>
0	R1		27.94		
R1	1		25.88		
1	R1		60.95		
R1	2		60.95		
2	3		49.96		
3	4		83.86		
4	R1		23.98		
R1	5		33.83		
5	R1		43.96		
5	PV		59.99		
PV	6		59.99		
6	7		71.86		
7	8		27.94		
8	9		55.95		
9	PV		64.98		
PV	R1		64.98		
R1	10			69.04	
10	PV			67.5	
PV	PV			67.5	
PV	PV			67.5	
PV	11			67.5	
11	PV			59.98	
PV	PV			59.98	
PV	12			59.98	
12	R1			32	
R1	PV			62.98	
PV	13			62.98	
13	PV			48.95	
PV	14			48.95	
R1	14	17.92			
14	15			57.9	
15	16			34	
R1	16	59.83			
16	PV			44.5	
PV	17			44.5	
R1	17	69.75			
17	18			54	
R1	18	67.82			
18	PV			56.96	
PV	19			56.96	
R1	19	37.22			
19	21			62	
R1	21	45.3			
21	PV			48.85	
PV	22			48.85	
22	PV			69.98	
PV	23			69.98	
R1	23	55.75			
23	PV			55	
PV	24				55
24	PV				60
PV	PV				60
PV	PV				60
PV	25				59.98
25	26				22
26	27				27.66
27	28				39.99
28	29				31.99
29	30				18
<b>Total mtl:</b>		<b>353.59</b>	<b>817</b>	<b>1478.32</b>	<b>434.62</b>
		<b>4"</b>	<b>6"</b>	<b>8"</b>	<b>10"</b>

Tubería 4":	59	Unidades
Tubería 6":	136	Unidades
Tubería 8"	246	Unidades
Tubería 10"	72	Unidades

**Costo de Tuberías:**

<b>Material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Tubería 4":	Unidades	59	Q 261.69	Q 15,421.83
Tubería 6":	Unidades	136	Q 586.88	Q 79,913.49
Tubería 8"	Unidades	246	Q 594.59	Q 146,499.05
Tubería 10"	Unidades	72	Q 768.60	Q 55,674.82
<b>Total Q:</b>				<b>Q 297,509.19</b>
<b>Total \$:</b>				<b>\$ 39,197.52</b>

Costo mano de obra:

40% del Material: Q 119,003.68

Compostura de Carretera y Adoquín :( 1km adoquín y 2.08Km  
asfalto)

<b>Material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
selecto	m3	104	Q 200.00	Q 20,800.00
Asfalto	m3	208	Q 150.00	Q 31,200.00
Adoquín	Unidades	67000	Q 3.00	Q 201,000.00
<b>Total Q:</b>				<b>Q 253,000.00</b>
<b>Total \$:</b>				<b>\$ 33,333.33</b>

Tabla VII. Planilla de pozos de visita:

De	A	cota inicial	cota final	altura pozo agua
0	R1	1000	1001.23	2.26
R1	1	1001.23	1003.05	4.34
1	R1	1003.05	999.65	1.55
R1	2	999.65	996.24	0.58
2	3	996.24	998.54	2.88
3	4	998.54	996.52	1.56
4	R1	996.52	997.25	2.43
R1	5	997.25	999.81	5.19
5	R1	999.81	995.19	0.83
5	PV	995.19	994.98	0.98
PV	6	994.98	994.77	1.13
6	7	994.77	993.34	0.42
7	8	993.34	991.96	0.44
8	9	991.96	991.59	0.63
9	PV	991.59	991.35	1.04
PV	R1	991.35	991.11	1.69
R1	10	991.11	989.81	0.56
10	PV	989.81	990.7	1.85
PV	PV	990.7	991.59	3.14
PV	PV	991.59	992.48	4.43
PV	11	992.48	993.38	5.53
11	PV	993.38	992.2	4.91
PV	PV	992.2	991.02	4.09
PV	12	991.02	989.83	3.26
12	R1	989.83	993.65	7.27
R1	PV	993.65	992.28	6.28
PV	13	992.28	990.9	5.28
13	PV	990.9	994.38	9.05
PV	14	994.38	996.51	11.43
R1	14	996.51	996.47	2.00
14	15	996.47	992.12	7.43
15	16	992.12	997.69	10.16
R1	16	997.69	994.65	3.00
16	PV	994.65	994.14	9.22
PV	17	994.14	998.68	9.68
R1	17	998.68	993.63	5.00
17	18	993.63	1002.14	15.32
R1	18	1002.14	998.95	3.00
18	PV	998.95	1000.37	17.08
PV	19	1000.37	1004.02	18.84
R1	19	1004.02	1001.79	3.00
19	21	1001.79	1003.85	15.81
R1	21	1003.85	998.39	6.00
21	PV	998.39	995.58	13.39
PV	22	995.58	992.78	10.98
22	PV	992.78	994.32	13.08
PV	23	994.32	1001.94	15.17
R1	23	1001.94	995.85	6.50
23	PV	995.85	998.43	18.19
PV	24	998.43	1001.94	22.03
24	PV	1001.94	1001.41	21.86
PV	PV	1001.41	1000.88	21.69
PV	PV	1000.88	1000.35	21.52
PV	25	1000.35	999.8	21.33
25	26	999.8	1001.73	23.39
26	27	1001.73	998.83	20.67
27	28	998.83	1001.14	23.22
28	29	1001.14	1000.62	22.89
29	30	1000.62	1000.31	23.69
<b>Total :</b>				<b>520.17</b>

### Costo desglosado de pozos de visita:

Materiales:

Excavación:  $(1.20*1.20*1) = 1.44 \text{ m}^3$

M2 de levantado de block:  $2*3.141618*0.60 = 3.77 \text{ m}^2$

Ladrillo:  $0.065*0.11*0.29 = 0.01885 \text{ m}^2$

No. de ladrillos:  $(3.77\text{m}^2/0.01885) = 200.00 \text{ ud}$

Mortero a utilizar ( 1:3):

Cemento:  $0.4147*12 = 5 \text{ sacos}$

Arena de río:  $0.4147*1.33 = 0.55 \text{ m}^3$

Fundiciones:

Piso:  $(0.15*1.20*1.20) = 0.22 \text{ m}^3$

Mezcla: 1:2:3

Cemento:  $0.13\text{m}^3*8.40 = 1.85 \text{ sacos}$

Arena de río:  $0.22*0.47 = 0.10 \text{ m}^3$

Piedrín 3/8:  $0.22*0.71 = 0.16 \text{ m}^3$

Agua lts:  $0.22*216 = 47.52 \text{ lts}$

Bordillo de concreto para tapadera:

$(0.10*3.39*0.26) + (0.10*3.39*0.12) = 0.13 \text{ m}^3$

Acero:

Hierro de 1/2"  $3*3.39 = (10.17\text{mtl}/5.40\text{mtl}/\text{ud}) = (1.88/7\text{ud}) = 0.27 \text{ qq}$

Hierro de 1/4"  $3.39/0.15 = 24\text{ud} * 0.56 = (13.44\text{mtl}/5.40\text{mtl}/\text{ud}) = (2.490\text{ud}/30\text{ud}) = 0.08 \text{ qq}$

Alambre de amarre:  $0.35 \text{ qq} \times 5 \text{ lbs}/\text{qq} = 1.75 \text{ lbs}$

Mezcla 1:2:3

Cemento:  $1.09 \text{ sacos}$

Arena de río:  $0.06 \text{ m}^3$

Piedrín 3/8:  $0.09 \text{ m}^3$

Agua lts:  $28.08 \text{ lts}$

Tapadera:

$V = 3.141618 * (0.42)^2 * 0.10 = 0.055 \text{ m}^3$

Acero:

Hierro de 1/2":

$c = (0.75/2) * 2 * 3.141618 = 2.36 \text{ mtl}$

hierro en 2 sentidos:  $10 * 0.75 = 7.50 \text{ mtl}$

Base para agarradores =  $2 * 0.20 = 0.40 \text{ mtl}$

Agarradores =  $2 * 0.30 = 0.60 \text{ mtl}$

Total mtl =  $10.86 \text{ mtl}$



Alambre de amarre :  $0.29 \text{ qq} * 5 \text{ lbs/qq} = 1.45 \text{ lbs}$

Fundición: Mezcla 1:2:3  
 Cemento: 0.46 sacos  
 Arena de río: 0.03 m3  
 Piedrín 3/8": 0.04 m3  
 Agua lts: 11.88 lts

Escalones:  
 N.o. =  $(1\text{mtl}/0.065\text{mtl/ud}) + 1 = 18 \text{ ud}$

Hierro de 3/4":  
 $2.70 \text{ mtl/ud} * 18 \text{ ud} = 48.60 \text{ mtl} / 5.40 \text{ mtl} = 9 \text{ ud} / 3 \text{ ud/qq} = 3 \text{ qq}$   
 Soldadura de gradas:  
 18 gradas  
 Costo Q75.00

Presupuesto general de materiales para pozo de visitas de  $(1.20*1.20*1)$

Material	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Agua:	lts	88	Q 0.28	Q 25.00
Arena de río	m3	0.74	Q 125.00	Q 92.50
Cemento 4000Psi	sacos	8.4	Q 40.00	Q 336.00
Hierro 1/4"	qq	0.08	Q 240.00	Q 19.20
Hierro 1/2"	qq	0.56	Q 325.00	Q 182.00
Hierro 3/4"	qq	3	Q 425.00	Q 1,275.00
Ladrillo	ud	230	Q 4.00	Q 920.00
Transporte	m3	1.44	Q 125.00	Q 180.00
Piedrín 3/8"	m3	0.29	Q 200.00	Q 58.00
<b>Total Q:</b>				<b>Q 3,087.70</b>
<b>Total \$:</b>				<b>\$ 406.81</b>

Equipo:

Material	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Mezcladora	Horas	4	Q 15.63	Q 62.50
Palas	ud	0.1694915	Q 35.00	Q 5.93
Piochas	ud	0.1694915	Q 35.00	Q 5.93
Barretas	ud	0.0847458	Q 175.00	Q 14.83
Cabos extra	ud	0.3389831	Q 20.00	Q 6.78
<b>Total Q:</b>				<b>Q 95.97</b>
<b>Total \$:</b>				<b>\$ 12.64</b>

Mano de Obra:

Excavación:	1.44 m3
Levantado:	3.77 m2
Piso:	0.18 m2
Bordillo:	1.29 m2
Tapadera:	0.55 m2
Gradas:	18 ud
<b>Total M.o.=</b>	<b>Q 1,273.47</b>

Costo del pozo por mtl: Q 3,183.67  
 Total Altura de todos los pozos: 520.17 mtl

**Sub- Total:**

Costo Total de los 59 P.V. = Q 1,656,052.01  
 Costo Tubería = Q 297,509.19  
 Costo compostura calles = Q 253,000.00  
 Costo Instalación = Q 119,003.68

Sub-Total:	Q 2,325,564.87
	\$ 306,398.53

Al tipo de cambio de Q7.59 por \$ 1.00 U.S.A.

Excavación entre pozos: 22,511.24 m3  
 Transporte: 22,511.24 m3  
 Alquiler retroexcavadora = 3meses

Material	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
retroexcavadora	meses	3	Q 13,500.00	Q 40,500.00
Compactadoras	meses	4	Q 3,750.00	Q 15,000.00
Transporte	m3	22,511.24	Q 50.00	Q1,125,562.00
			Total:	Q1,181,062.00
			Al tipo de cambio de Q7.59 por \$ 1.00 U.S.A.	\$ 155,607.64

Mano de obra:

Material	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Maestro obra	días	256	Q 116.67	Q 29,866.67
Albañiles	días	1280	Q 85.00	Q 108,800.00
Ayudantes	días	1,280	Q 42.00	Q 53,333.32
Operadores Maquinas	días	256	Q 110.00	Q 28,160.00
			Total:	Q 220,159.99
			Al tipo de cambio de Q7.59 por \$ 1.00 U.S.A.	\$ 29,006.59

**COSTO DE MANO DE OBRA**  
**1.COSTO DE MANO DE OBRA POR DÍA**

**1.1). CALCULO DE TIEMPO CALENDARIO**

- 10 Albañiles
- 10 Avudantes
- 2 Operadores de maquinas
- 2 Maestros de obra
- 1 Ingeniero

Fecha de inicio: 2 de noviembre del 2005

Fecha de conclusión: 30 de marzo del 2006

1.1.1). Jornada: 8 horas diarias

1.1.2). Año 2005: 365 días

1.1.3). Días no trabajados:

1.1.3.1). Asuetos laborales:

<b>Asuetos</b>	<b>días</b>
24 de diciembre	0.5
25 de diciembre	1
31 de diciembre	0.5
1 de enero	1
<b>Total:</b>	<b>3</b>

1.1.3.2).Feriados

Feriados	días
	0
<b>Total:</b>	<b>0</b>

1.1.3.3). Domingos

Domingos	días
Noviembre	4
Diciembre	3
Enero	0
<b>Total:</b>	<b>7</b>

1.1.3.4). Sábados

Sábados	días
Noviembre	2
Diciembre	1.5
Enero	0
<b>Total:</b>	<b>3.5</b>

365 días----- 15 días

65 días----- x

X = 3 días de vacaciones

**1.1.3). Total de días no trabajados = 17 días**

Nota: pago de día extraordinario = 1.5 el valor del día normal (según la ley)

**1.2). TOTAL DE DÍAS LABORADOS**

	Días laborales	días
1.2.1).	Días no	17
1.2.2).	Días	48
	<b>Total:</b>	<b>85</b>

**1.3). RELACIÓN DE PORCENTAJES**

1.3.1). Días no trabajados =  $17 / 65 = 0.2615 * 100\% = 26.15\%$

1.3.2). Indemnización =  $30 / 365 = 8.22\%$

1.3.3). Aguinaldo =  $30 / 365 = 8.22\%$

1.3.4). Bono 14 =  $30 / 365 = 8.22\%$

**TOTAL : 57.60%**

1.3.5). IGSS = 10.67%

1.3.6). INTECAP = 1%

1.3.7). IRTRA = 1%

**TOTAL : 12.67 %12.67%**

Prestaciones que debemos pagar por cada quetzal que  $50.81\% + 12.67\% =$

No.	PERSONAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO		COSTO TOTAL
1	Albañiles	1280	días	Q	85.00	Q 108,800.00
2	Ayudantes	1280	días	Q	42.00	Q 53,333.32
3	Maestro de obras	256	días	Q	116.67	Q 29,866.67
4	Operador maquinaria	256	días	Q	110.00	Q 28,160.00
					<b>Total:</b>	<b>Q 220,159.99</b>
					Al tipo de cambio de Q7.59 por \$ 1.00 U.S.A.	<b>\$ 29,006.59</b>

Costo de mano de obra por el porcentaje

de prestaciones =  $Q 220,159.99 * 65.41\% = Q 154,706.43$

**TOTAL DE MANO DE OBRA Q 220,159.99 + Q 154,706.43 = Q 374,866.42**

Costo parcial de la obra: Q 3,881,493.29

Imprevistos: 10% = Q 388,149.33

Gastos de Administración Q 388,149.33

**TOTAL COSTO DE LA OBRA: Q 4,657,791.95** A todo esto se suma el costo de la planta de \$ 613,674.83 Al tipo de cambio de Q7.59 por \$ 1.00 U.S.A.

**Costo por mtl = Q 1,510.31= \$ 198.99**

**\$ 198.99**

## 2.8. FACTIBILIDAD DEL PROYECTO:

Los costos del proyecto por la profundidad a la que se tienen que hacer los pozos de visitas y las excavaciones entre pozo y pozo de visitas para la colocación de la tubería son demasiado elevados, a pesar de que las pendientes de la tubería es bastante pequeña no es posible disminuir la profundidad de los pozos. En conclusión se puede decir que por la topografía del terreno no se puede llevar a cabo de una manera económica la realización del proyecto.

- Alternativa para el proyecto:
  2. La ejecución de un sistema en el que se puedan diseñar un sistema con dos plantas de tratamiento para cada uno de las poblaciones

## **2.10. Tabla VII. Cronograma de actividades: Ampliación escuela el Terrero San Diego Zacapa**

No.	Actividades	Tiempo en semanas días hábiles												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Hechura de campamento	■												
2	Excavaciones	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
3	Compactación de terreno				■	■	■	■	■	■	■	■		
4	Transporte de tierra		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
5	Colocación de tuberías		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
6	Hechura de pozos		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
7	Relleno de zanjas			■	■	■	■	■	■	■	■	■		
8	Reparación de calles								■	■	■	■	■	
9	Limpieza general												■	■
10	Retirar materiales												■	■

Total Días laborados: 110días = 3 meses y 20 días



### **3. DISEÑO DE AMPLIACIÓN DE ESCUELA EL TERRERO**

#### **Especificaciones Técnicas**

**Proyecto: Construcción Escuela Aldea El Terrero**

**Municipio: San Diego**

**Departamento De: Zacapa**

#### **Materiales:**

##### **Cemento:**

Se usará del tipo Pórtland Nacional ó importado y deberá llenar las especificaciones C- 150 de la ASTM.

##### **Arena De Río:**

Será de granos limpios y consistentes, libre de arcilla, cieno y materia orgánica, debiendo cumplir con las especificaciones C-150 de la ASTM.

##### **Piedrín:**

Se usara pedrín de  $\frac{3}{4}$ " , deberá de estar limpio ó libre de: arcilla, lodo o polvo, para poder realizar una mezcla trabajable y de buenas características en la mezcla.

##### **Agua:**

El agua a utilizar en la mezcla del concreto deberá de estar libre de materia orgánica, aceites, ácidos, sales álcalis u otras sustancias que puedan perjudicar la eficiencia del concreto.

##### **Concreto:**

La resistencia del concreto para las columnas, solerás, banquetas y pisos será de 4000 libras sobre pulgada cuadrada, resistencia mínima a los 28 días de fundido, con un asentamiento (SLUMP); entre dos pulgadas y cuatro pulgadas.

## **Proceso de Construcción:**

### **1. Limpieza, Trazo Y Nivelación Para Nueva Construcción:**

El trazo y nivelación para la nueva construcción consiste en el trazo de ejes y colocación de niveles para trabajar la nueva construcción.

### **2. Cimentaciones:**

La excavación no deberá de ser mayor de las cotas de cimentación indicada de los planos. El subsuelo deberá de tener las capacidades de soporte mínima, en condiciones de carga o esfuerzos de trabajo: Escuela de 1 nivel de 12 toneladas el metro cuadrado.

### **3. Solera Hidrófuga (De Humedad):**

Se construirá con 2 hierros de 3/8" y estribos de hierro de 1/4 " a cada 0.20 metros, la fundición será con una resistencia de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, incluye los materiales y trabajos así como la desencofrada.

### **4. Rellenos:**

El relleno de la cimentación se efectuará hasta que el supervisor de la obra inspeccione la fundición y compruebe que la misma tenga la resistencia para soportar presiones y además que el levantado esta de acuerdo a los planos, luego se procederá a rellenar con el mismo material excavado en capas de 0.20 metros.

### **5. Levantado De Muros:**

Este se hará con block de 0.20X0.20 x 0.40 metros, block ligero a base de arena blanca, piedra pómez y cemento Pórtland de dimensiones y color uniformes, con aristas rectas para edificios de un nivel.



## **6. Columnas:**

Estructura principal de 0.20X0.2metros será el refuerzo principal vertical armadas con 4 hierros de ½" y estribos de hierro de 3/8" a cada 0.20 metros. Confinada a cada 0.11 metros en una longitud de 1 metro en los extremos. Se fundirán con concreto reforzado con resistencia de 210 Kg/ cm<sup>2</sup> talladas en ambas caras.

## **7. Solera de Humedad:**

Las dimensiones son de 0.20 x 0.20 metros. Se armara con 4 hierros de 3/8" y eslabones de ¼" a cada 0.15 metros. Se fundirán con concreto reforzado con una resistencia de 165Kg. /cm<sup>2</sup>.

## **8. Soleras Intermedias Y Sillares:**

Las dimensiones serán de 0.20 x 0.10 metros. Se armaran con 2 hierros de 3/8" y eslabones de hierro de ¼" a cada 0.20 metros. Se fundirán con concreto reforzado con una resistencia de 210 Kg. / cms<sup>2</sup>.

## **9. Vigas:**

Ubicadas longitudinalmente tendrá las dimensiones de 0.15 x 0.20 metros. Se armara con 4 hierros de ½" y estribos de hierro de 3/8" a cada 0.10 metros. Y bastón con hierro de 3/8" en la cama inferior en la parte del vano de la ventana y en la cama superior sobre las columnas. Se fundirá con concreto reforzado de 210 Kg/ cms<sup>2</sup>.

## **10. Formaletas:**

Deberán ajustarse a la forma y dimensiones de los elementos a fundir, sólidos y estables para resistir la presión debida a la colocación del concreto, se apuntalaran y se sujetarán de manera adecuada. El tiempo de permanencia de las formaletas será:

1. columnas 7 días
2. Vigas 15 días
3. Voladizos 28 días

### **11. Estructura Metálica:**

Se construirá con costaneras de metal de 8" x 2" x 6 metros. Y costaneras de 4" x 2" x 6 metros tipo C, fijadas con pines de 3/8" ó platinas (angulares de 1/16" x 4" x 5") la unión entre costaneras será con soldadura o cordón o por medio un empalme de platina de 1' de largo por 7" de ancho con tornillos de 3/8" x 1" o remache industrial, el empalme de la unión deberá de ser de 1' como mínimo de longitud, la fabricación y el montaje será conforme a detalles de los planos.

### **12. Techo:**

El techo será de lámina galvanizada de 26" y será sujeta con pernos de fijación de 1/8" y 1/4" galvanizados, con arandelas de hule y asfalto.

### **13. Pisos:**

El piso a colocarse será un piso de granito color gris, sobre una base de mezcla de 8 cms de espesor con una proporción de 1:4 y 10% de cemento.

### **14. Banqueta Exterior:**

Se construirá en el perímetro de construcción de la escuela, tendrá un espesor de 0.07 metros. Con una resistencia de 175 Kg./ cm<sup>2</sup>.

### **15. Instalación Eléctrica:**

Se identificará al suministro, almacenaje, colocación y pruebas de elementos como: acometida, tableros, lámparas, conductores y accesorios.

#### **15.1. Tuberías**

La tubería instalar visita será del tipo ducto PVC de 3/4", con conectores, fijándola a una distancia de 2 metros; la tubería a instalar dentro de elementos de concreto será ducto de diámetro de 3/4".

#### **15.2. Cajas:**

Las cajas para tomacorrientes, interruptores y lámparas serán metálicas rectangulares tipo pesado de 4" x 2" x 1/2" y se colocaran en forma alineada. Las cajas para lámparas serán octogonales de tipo pesado de 4" x 4" x 2 1/8" y se colocarán de acuerdo a los planos

**15.3. Tablero:**

El tablero de distribución tendrá la capacidad que se indica en el plano.

**15.4 Conductores (Alambres):**

Serán forrados con aislamiento termo plástico tipo THW, calibre según las normas de la AWG. El calibre mínimo a instalar será No. THW 12 AWG. Los empalmes se harán en las cajas.

**15.5. Iluminación:**

Será con lámparas fluorescentes de alto factor de potencia, de encendido rápido, con tubo de 40 vatios. Serán de 2 tubos según se indique en los planos, utilizando para el techo de lámina lámparas con pantalla.

**16. Ventanas:**

La ventanearía será de aluminio del tipo mil finish con paletas.

**17. Puertas:**

Las dimensiones de las puertas serán las que se indican en los planos proporcionándose todos sus herrajes, cerraduras, pasadores y elementos necesarios para su funcionamiento. Las puertas llevan chapas tipo yale o similares de buena calidad, las puertas se abrirán en un ángulo de 90 grados hacia fuera, serán de metal haciéndose dobleces donde se indique, serán de lámina lisa sin deformaciones e irán colocadas con un marco el cuál ira soldado a los hierros de las columnas.

### **3.1. PLANIFICACIÓN:**

#### **3.1.1. DEFINIR EL ÁREA DONDE SE DESEA HACER LA AMPLIACIÓN:**

La ampliación de dos aulas en la escuela el Terrero es indispensable para esta comunidad y necesario el poder contar con más aulas para los niños, ya que la escuela que se encuentra funcionando en esta comunidad, no se da abasto para poder brindar educación a todos los niños que la requieren. Ya que actualmente las instalaciones de la escuela cuentan únicamente con tres aulas y tiene la responsabilidad de educar a más de 100 alumnos, desde el primer grado hasta sexto grado primaria. Actualmente la escuela esta utilizando para poder cubrir la necesidad de educación varias instalaciones que no son las indicadas para poder educar en un ambiente adecuado, por lo tanto en mi opinión personal la necesidad de la ampliación de la escuela es muy necesaria. Aunque mi trabajo será el de únicamente el diseño de la ampliación, creo que es un buen paso para que las autoridades lo tomen en cuenta y traten de mejorar la situación.

El terreno para la ampliación de las dos aulas se encuentra dentro de la antigua escuela que se encuentra funcionando hasta el día de hoy y es un terreno bastante regular y no estropeará ninguna área de circulación dentro de la escuela ya existente.

**Fotografía 7. Área de ampliación de aulas de la escuela el terrero**

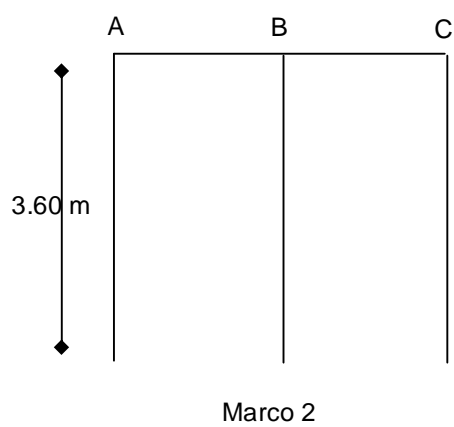
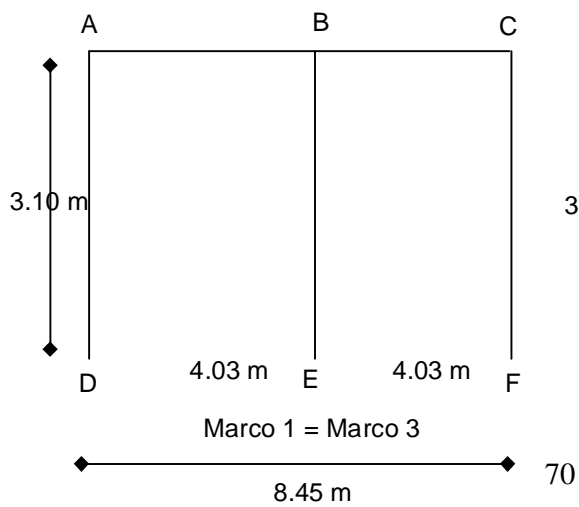
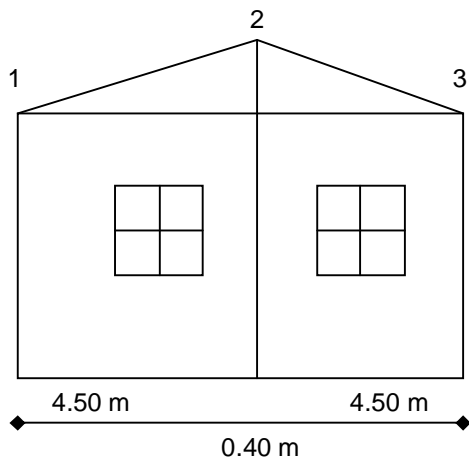
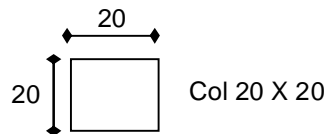
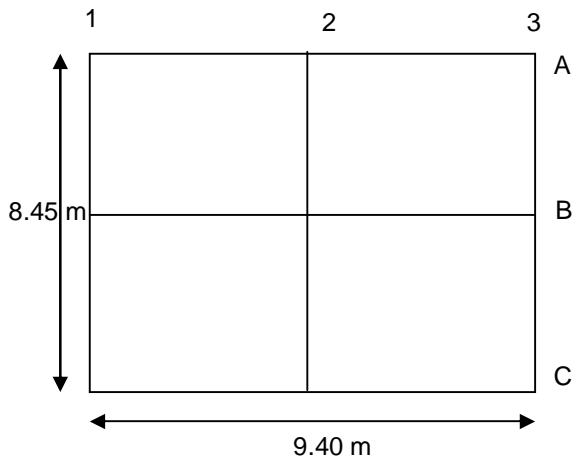


Fuente: fotografía tomada por Emerson Ruiz Lemus enero del 2004

**3.1.2. Tabla IX. LIBRETA TOPOGRÁFICA DEL TERRENO:  
LIBRETA TOPOGRÁFICA  
TERRENO A UTILIZAR EN ESCUELA  
EL TERRERO**

Po	DISTANCIA (m)	AZIMUT	ORIENTACION
0 - 1	2.20	57 <sup>a</sup>	N - O
1 - 2	5.50	38°	S - E
2 - 3	2.70	40°	N - O
3 - 4	6.30	81°	S - E
4 - 5	5.50	60°	S - E
5 - 6	1.00	90°	N - O
6 - 7	3.40	61°	S - E
7 - 8	1.30	5°	S - O
8 - 9	19.60	90°	N - O
9 - 10	9.80	90°	S - O
10 - 11	19.60	90°	S - E
11 - 12	6.01	6°	N - O
12 - 13	7.10	2°	E - N
13 - 14	9.72	75°	N - O
14 - 0	2.00	63°	S - E

### 3.2. DISEÑO ESTRUCTURAL, Planificación



Marco 2

Materiales:

Resistencia del concreto = 210 kg/cm<sup>2</sup> = 0.21 t/cm<sup>2</sup>

Resistencia del Acero = 2810 kg/cm<sup>2</sup> = 2.81 t/cm<sup>2</sup>

Modulo de Elasticidad del Acero =  $E_s = 2.1 \times 10^4$  kg y cm<sup>2</sup>

### 3.2.1. DATOS DE DISEÑO:

$U_s = 20$  t/m<sup>2</sup> (valor soporte del suelo)

Peso Volumétrico del Concreto =  $W_c = 2,400$  kg/m<sup>3</sup> = 2.4 t/m<sup>3</sup>

Peso Volumétrico del Suelo =  $W_s = 1,600$  kg/m<sup>3</sup> = 1.6 t/m<sup>3</sup>

1. Proponer solución Estructura Metálica
2. Analizar y Diseñar el marco A(X – X), Marco 1 y Marco 2 (Y – Y)
3. Diseñar 2 columnas típicas

A – 1 y A – 2

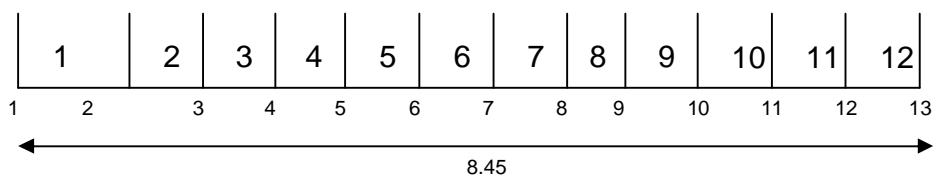
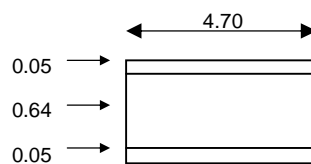
4. Diseñar 3 vigas típicas (viga Marco A, viga Marco 1 y 2)

5. Diseñar 2 zapatas típicas (A – 1 y A – 2)

$$7.16 \text{ kg/m}^2 * 1\text{m} = 7.16 \text{ kg/m}$$

$$CM = \frac{7.16 \text{ kg/m}^2}{0.64} = 11.19 \text{ kg/m}$$

6. Integración de cargas



### 3.2.2 ANÁLISIS

#### 3.2.2.1 DISEÑO DE TECHO ESTRUCTURA METÁLICA:

$\gamma_{acero}$

$\gamma_{acero}$

#### Calculo de costanera Integración de cargas

Donde:  $= 7.85 \text{ T/m}^3$   
 $= 7850 \text{ Kg/m}^3$

Carga Muerta

W Lámina 2.87 Kg/m<sup>2</sup>

W Costanera -

W Instalaciones 0.34 Kg/m<sup>2</sup>

WC.M. = **3.21 Kg/m<sup>2</sup>**

Nota:

Costanera

(12% W lámina)



Base 2"	alto 4"	Espesor 1/16"	dimensional (pulg)
5.080	10.160	0.159	(cms)

$$C = \left[ \frac{(alto) + 2(base)}{100} \right] * espesor * \gamma_{acero}$$

**C = 2.53 Kg/m**

Carga Viva

Carga Viva de servicio CV = 80.00 Kg/m<sup>2</sup>

La carga viva puede ser la carga de servicio o bien la carga de viento, se tomará la de mayor valor, el procedimiento es el siguiente:

Carga de viento

$q = 0.005 V^2$  donde V = mayor velocidad del viento registrada para Guatemala

$q = 0.005 * (110 \text{ Km/h})^2$  V = 110 Km/h

Entonces el valor será de q = **60.5 Kg/m<sup>2</sup>**

Sin embargo la carga de viento debe afectarse por un factor, el cual resulta del contacto que la estructura, como existen aberturas (ventanas) en el edificio escolar, cuando el viento golpea externamente la fuerza ejerce sobre edificación el factor es 0.8, y cuando el viento produce contacto en el interior de la estructura el factor toma el valor de 0.5, para este caso como suceden ambas situaciones, se tomará como factor el promedio de ambos.

PV = factor \* q factor = 0.8 golpe externo

factor promedio = factor golpe externo + factor golpe interno  
factor promedio = 0.80+0.50  
=1.3

PV = factor promedio \* q 0.5 golpe interno

PV = 1.3 \* 60.5 Kg/m<sup>2</sup>

**PV = 78.65 Kg/m<sup>2</sup>**

**CV > PV**

**Como la carga de servicio es mayor a la carga de viento se toma la mayor**



## CÁLCULO DE LA SEPARACIÓN DE COSTANERAS

$$W = \text{separacion} \times (W_{cm} + W_{cv}) + W_{costanera}$$

$$W = \text{separacion} \times \left( 3.21 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 80 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) + 2.53 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \rightarrow 1$$

Nota:

De acuerdo a Hoja No. 8 Planta de Acabados la mayor luz es de: 9.40mts.

Luz = L = luz mayor / 3

$$L = 9.40 \text{ mts} / 3$$

$$L = 3.13 \text{ mts.}$$

Cálculo de momento:  $M = \frac{wL^2}{8}$

$$M = \left( W * (3.13)^{2/8} \right)$$

$$M = 1.22 * w \longrightarrow 2$$

Ecuación II

Cálculo del momento resistente:

Donde:

M = momento

I = inercia

De  $f = \frac{Mc}{I} = \frac{M}{S}$  despejando  $S = \frac{I}{C}$  S = modulo de sección

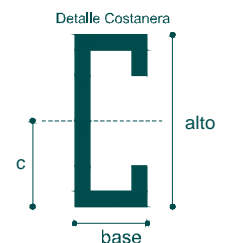
C = distancia al eje neutro

Por teorema de ejes paralelos se calcula la inercia con:

$$\Sigma I = \frac{bh^3}{12} + Ad^2$$

$$I = \frac{(t)(a l t o)^3}{12} * 2 + \left[ \frac{(a l t o)(t)^3}{12} + (a l t o)(t)(b a s e)^2 \right] * 2$$

$$I = \left( (0.59) * (10.16)^{3/12} \right) * 2 + \left( \left( (10.16) * (0.159)^{3/12} + (10.16 * 0.159 * (5.08)^2 \right) \right) * 2$$



$$I = 55.50 \text{ cm}^4$$

Cálculo del modulo de acción:

$$S = \frac{I}{C}$$

$$S = 55.50 \text{ cm} / 5.08 \text{ cm.}$$

$$S = 10.93 \text{ cm.}$$

Cálculo del momento resistente:

de AISC  $F_b = 0.6 * F_y$

$$F_b = 0.6 * 2531.16 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_b = 1518.70 \text{ Kg/cm}^2$$

$$M_r = S * F_b$$

$$M_r = 10.93 \text{ cm}^3 * 2531.16 \text{ Kg/cm}^2$$

Kg/cm<sup>2</sup>

$$M_r = 16599.39 \text{ Kg - cm}$$

$$M_r = 165.99 \text{ Kg - m}$$

Donde:

$$F_y = 36 \text{ ksi}$$

$$1 \text{ ksi} = 70.31 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_y = 36 \text{ ksi} * 70.31$$

$$F_y = 2531.16 \text{ Kg/cm}^2$$

Igualando ecuaciones 1 y 2:

$$M = 1.22 * w \quad \longrightarrow \quad \textcircled{2} \quad \longrightarrow \quad \textcircled{1}$$

$$w = \text{separacion} * (3.21 \text{ Kg/m}^2 + 80 \text{ Kg/m}^2) + 2.53 \text{ Kg/m}$$

$$1.22 * (\text{separacion} * (3.21 \text{ Kg/m}^2 + 80 \text{ Kg/m}^2) + 2.53 \text{ Kg/m}) = M_r$$

$$83.21 * 1.22 * \text{separación} = M_r - 2.53 (0.76)$$

$$101.52 \text{ separación} = 165.99 - 1.92$$

$$101.52 \text{ separación} = 164.07$$

$$\text{Separación} = 164.07 / 101.52$$

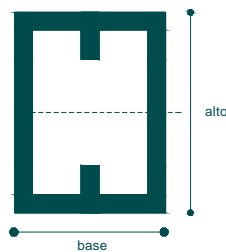
$$\text{Separación} = 1.62 \text{ mts.}$$

En el caso de colocar las costaneras con una separación de 1.62mts, la cubierta corre el riesgo de flexionarse en caso de hacer algún tipo de mantenimiento en el techo de la edificación, además con colocar costaneras con una separación de 0.64 mts.

### CÁLCULO DE LA VIGA METÁLICA

Nota: se toma como una viga simplemente apoyada, conformada por la unión de dos costaneras, ver detalle en la Hoja No. 14 detalle armado de techo.

Detalle Viga



Debido a que la viga esta formada por la unión de dos costaneras, la inercia y el modulo de sección serán el doble del dato calculado para una costanera

$$I = 111 \text{ cm}^4$$

$$S = 21.86 \text{ cm}^3$$

$$F_b = 1518.70 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Cálculo del peso de la costanera en Kg/m<sup>2</sup>

Si usamos costaneras @ 0.64 m de separación,

$$\text{y } C = 2.53 \text{ Kg/m, peso calculado de } \textcircled{R} C = \left[ \frac{(\text{alto}) + 2(\text{base})}{100} \right] * \text{espesor} * \gamma_{\text{acero}}$$

$$W_{\text{costanera}} = \frac{C}{0.64}$$

$$W_{\text{costanera}} = 2.53 \text{ Kg / m / 0.64 mts.}$$

**W costanera = 3.95 Kg/m<sup>2</sup>**

Cálculo del momento resistente para la viga:

$$M_r = S \times F_b$$

$$M_r = 21.86 \text{cm}^3 * 1518.70 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$M_r = 33198.78 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

**M<sub>r</sub> = 331.99 Kg - m**

**Integración de cargas para la viga metálica:**

### **Carga Muerta**

W Lámina                      2.87 Kg/m<sup>2</sup>

W Costanera                  3.95 Kg/m<sup>2</sup>

W Instalaciones              0.34 Kg/m<sup>2</sup>

(12% W lamina)

$$W_{C.M.} = 7.16 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_{C.V.} = 80.00 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_{C.V.} + W_{C.M.} = 87.16 \text{ Kg/m}^2$$

Cálculo del peso de la viga = Peso de la costanera \* 2 = 3.95 \* 2 = 7.90 Kg/m<sup>2</sup>

$$w = \text{separación} * (W_{CM} + W_{CV}) + W_{viga}$$

$$w = 1.62 \text{mts} * (87.16 \text{Kg/m}^2) + 5.06 \text{Kg/m}$$

**w = 146.26 Kg/m**

**Igualando el momento para una viga simplemente apoyada con el momento resistente se tiene:**

$$M_r = S \times F_b \qquad M = \frac{wL^2}{8}$$

$$WL^{\frac{2}{8}} = S \times F_b$$

$$WL^{\frac{2}{8}} = S \times F_s$$

Ver desde aquí verificar el L

Despejando Fs:

Donde: L = 3.13 mts.

$$F_s = WL^{\frac{2}{8}} \times S$$

$$F_s = 146.26 \text{ Kg/m} (3.13 \text{ m})^2 \times \frac{100}{8} (21.86 \text{ cm}^3)$$
$$F_s = 819.36 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_s \leq F_b, F_s = 819.36 \text{ Kg/cm}^2 \text{ es menor a } F_b = 1518.70 \text{ Kg/cm}^2$$

### CÁLCULO DE PERNOS

Donde:

L = 3.13 mts.

separación = 0.64 MTS.

$$w = \text{separación} * (W_{CM} + W_{CV}) + W_{VIGA}$$

$$w = 0.64 \text{ mts} * (87.16 \text{ Kg/m}^2) + 5.06 \text{ Kg/m}$$

$$w = 60.84 \text{ Kg/m}$$

Tensión en apoyos = wl

$$T = W \times l$$

$$T = 60.84 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \times 3.13 \text{ m}$$

$$T = 190.43 \text{ Kg}$$

$$F_y = 2531.16 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_{pt} = 0.5 \times F_y$$

$$F_{pt} = 0.5 \times 2,531.16 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$F_{pt} = 1265.58 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T = A \times F_s$$

Despejando A:

$$A = \frac{T}{F_{pt}}$$

$$A = \frac{T}{F_{pt}}$$

$$A = \frac{190.43 \text{ Kg}}{1265.58 \text{ Kg/cm}^2}$$

$$A = 0.15 \text{ cm}^2$$

$$\text{No. de Pernos} = \frac{A}{A_{perno}}$$

$$\text{No. de Pernos} = \frac{0.15 \text{ cm}^2}{0.71 \text{ cm}^2}$$

$$\text{No. de Pernos} = 0.21 < 1$$

No. de pernos = 1 perno de Ø 3/8"

Pero por razones de seguridad se utilizarán 2 pernos de Ø 3/8"

### Revisando acciones en apoyos de pieza de metal

$$W = \text{Separación} (W_{c.m.} + W_{c.v.}) + W_{wiga}$$

$$W = 1.62 \text{ m} \left( 87.16 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} \right) + 5.06 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

$$w = 146.26 \text{ Kg/m}$$

$$V = \frac{Wl}{2}$$

$$V = \frac{(146.26 \text{ Kg/m} \times 9.40 \text{ m})}{2}$$

$$V = 687.42 \text{ Kg}$$

$$P = Ac \times f$$

Despejando Ac:

$$A_c = \frac{P}{f}$$

$$A = \frac{V}{F_c}$$

$$A = \frac{687.42 \text{ Kg}}{1,012.46 \text{ Kg/cm}^2}$$

$$A = 0.68 \text{ cm}^2$$

$$\text{No.de Pernos} = \frac{A}{A_{\text{perno}}}$$

$$\text{No.de Pernos} = \frac{0.68 \text{ cm}^2}{0.71 \text{ cm}^2}$$

No. de pernos = 0.96 es menor que 1

No. de pernos = 2 pernos de Ø 3/8"

Pero por razones de seguridad se utilizarán 2 pernos de Ø 3/8"

### 3.2.2.2. ANÁLISIS DE MARCOS

$$CM = 7.16 \text{ kg/m}^2$$

$$C.V. + C.M. = 87.16 \text{ Kg/m}^2 \text{ (estructura metàlica)}$$

#### Momentos Modelos Matemáticos

a) Momentos de Inercia

$$I_{\text{viga}} = \frac{(20)(15)^3}{12} = 5,625 \text{ cm}^4$$

$$I_{\text{columna}} = \frac{(20)(20)^3}{12} = 13,333.33 \text{ cm}^4$$

S: (I col) = I, por lo que la (I viga) = 2.37 I

$$F_c = 0.4 \times F_y$$

$$F_c = 0.4 \times 2,531.16 \text{ Kg/cm}^2$$

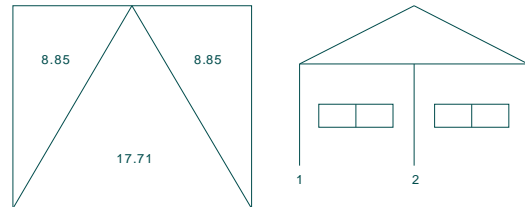
Donde:

$$F_c = 1012.46 \text{ Kg/cm}^2$$

Distribución de cargas en vigas, según el método de Áreas tributarias

Carga Muerta:

Tramo 1 – 2 = 2 – 3



$$W_m = \frac{(20\text{Kg}) + (0)(11.19\text{Kg})}{4.6} + (0.20 \times 0.15)(2,400) + 9\text{Kg} = 92\text{Kg}$$

Tramo 1 – 2 = 2 – 3

$$W_v = \frac{(0)(80)}{4.6} = 0$$

### 3.2.2.3. INTEGRACIÓN PESO DE LA ESTRUCTURA

Ventanas = 40 kg

$$\text{Losa} = (35.42 + 35.42)(11.19) = 792.70\text{Kg}$$

$$\text{Vigas} = (0.20 \times 0.15)(3 \times 8.45 + 3 \times 9.40)(2,400) = 3,855.60\text{Kg}$$

$$\text{Columnas} = 9 \left( (0.20)^2 \times 3.10 \times 2,400 \right) = 2,678.40\text{Kg}$$

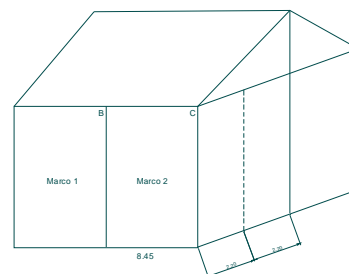
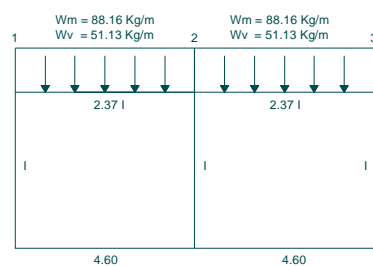
$$\text{Zapatas} = 6(0.75 \times 0.75 \times 0.20 \times 2,400) + 3(0.50 \times 0.50 \times 0.20 \times 2,400) = 9,346.70\text{Kg}$$

Fuera de Sismo(s)

$$S = 0.1(9,346.70\text{Kg} + 0.25(8.45 \times 9.40 \times 80)) = 1,093.53\text{Kg}$$

Sismo

$$S_A = S_B = \frac{1,093.53}{2} = 546.77 \text{ @ } 547$$



Modelo Matemático Macro A



### Marco 1 = Marco 3

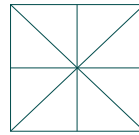
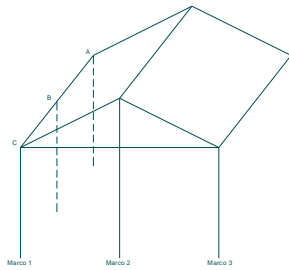
Carga Muerta : 
$$W_m = \frac{(19.86)(11.19)}{4.13} + (0.20 + 0.151)(2,400) = 125.81 \text{ Kg/m}$$

Carga Viva: 
$$W_v = \frac{(19.86)(80)}{4.13} = 384.70 \text{ Kg/m}$$

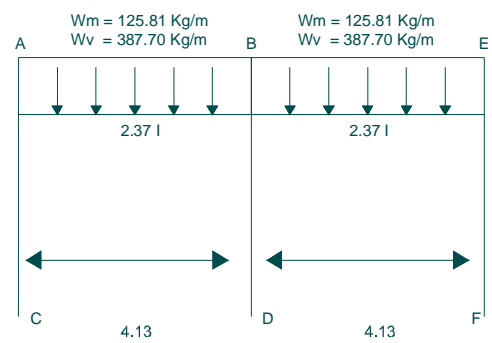
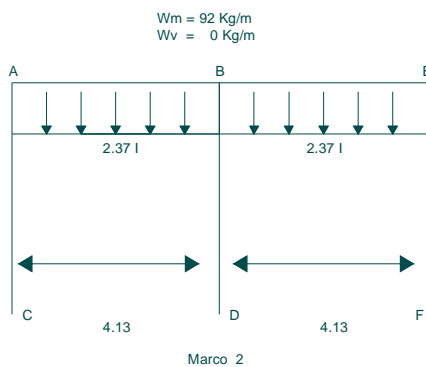
Sismo : 
$$S_1 = S_2 = S_3 = \left( \frac{769.49}{3} \right) = 364.51 \text{ Kg}$$

### Marco 2

$$W_m = 20 \text{ Kg} + \frac{(0)(11.19)}{4.13} + (0.20 + 0.15)(2,400) = 92 \text{ Kg/m}$$



$$W_v = (0)(80) = 0 \text{ Kg/m}$$
  
 Sismo = Marco 1: 364.51 Kg



### 3.2.2.4.) Análisis Estructural, por el método de Cross

Utilizar método de Cross para c/u de los marcos

#### 1º Marco 2 (I = II)

##### 1º 1) Momentos de Empotramiento (M.E.P.)

$$MEP_{AB} = -\frac{1}{12} Wl^2 = -\frac{1}{12} (1.4(92) + 1.7(0))l^2 = -183.08$$

$$MEP_{BA} = \frac{1}{12} Wl^2 = \frac{1}{12} (1.4(Wm) + 1.7(Wv))l^2 = 183.08$$

$$MEP_{CA} = 0 \qquad \qquad \qquad MEP_{DB} = 0$$

$$MEP_{AC} = 0 \qquad \qquad \qquad MEP_{BD} = 0$$

##### 1º 2) Rigideces ( $K = I / L$ )

$$K_{AC} = K_{AC} = \frac{I}{H} = \frac{1}{3.10} = 0.32$$

$$K_{AB} = K_{BA} = \frac{2.37I}{H} = \frac{2.37}{4.13} = 0.57$$

$$K_{BD} = K_{DB} = 3/4 K_{BD} = \left(\frac{3}{4}\right) \frac{I}{H} = \left(\frac{3}{4}\right) \frac{1}{3.10} = 0.24$$

##### 1º 3)

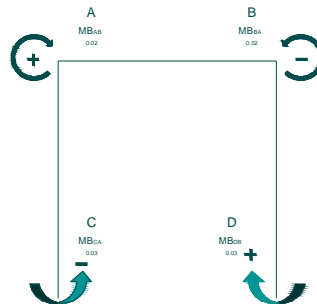
$$FD_{AC} = \frac{0.32}{0.57 + 0.32} = 0.36$$
$$FD_{AB} = \frac{0.57}{0.57 + 0.32} = 0.64 \quad \left. \vphantom{\begin{matrix} FD_{AC} \\ FD_{AB} \end{matrix}} \right\} 1$$

$$FD_{BA} = \frac{0.57}{0.57 + 0.24} = 0.70$$
$$FD_{BD} = \frac{0.24}{0.57 + 0.24} = 0.30 \quad \left. \vphantom{\begin{matrix} FD_{BA} \\ FD_{BD} \end{matrix}} \right\} 1$$

1º Cross Marco 2 (I = II)

	CA	AC	AB	BA	BD	DB
FD	0	0.36	0.64	0.7	0.3	0
MEP	0	0	-183.08	183.08	0	0
MB <sub>1</sub>	0	183.08		-183.08		0
D <sub>1</sub>	0	65.91	117.17	-128.16	-54.92	0
T <sub>1</sub>	32.96	0	-64.08	58.59	0	-27.46
MB <sub>2</sub>	-32.96	64.08		-58.59		27.46
D <sub>2</sub>	0	23.07	41.01	-41.01	-17.58	0
T <sub>2</sub>	11.54	0	-20.51	20.51	0	-8.79
MB <sub>3</sub>	-11.54	20.51		-20.51		8.79
D <sub>2</sub>	0	7.38	13.13	-14.36	-6.15	0
T <sub>2</sub>	3.69	0	-7.18	6.57	0	-3.08
MB <sub>4</sub>	-3.69	7.18		-6.57		3.08
D <sub>4</sub>	0	2.58	4.6	-4.6	-1.97	0
T <sub>4</sub>	1.29	0	-2.3	2.3	0	-0.99
MB <sub>5</sub>	-1.29	2.3		-2.3		0.99
D <sub>5</sub>	0	0.83	1.47	-1.61	-0.69	0
T <sub>5</sub>	0.42	0	-0.81	0.74	0	-0.35
MB <sub>6</sub>	-0.42	0.81		-0.74		0.35
D <sub>6</sub>	0	0.29	0.52	-0.52	-0.22	0
T <sub>6</sub>	0.15	0	-0.26	0.26	0	-0.11
MB <sub>7</sub>	0.15	0.26		-0.26		0.11
D <sub>7</sub>	0	0.09	0.17	-0.18	-0.08	0
T <sub>7</sub>	0.05	0	-0.09	0.09	0	-0.04
MB <sub>8</sub>	-0.05	0.09		-0.09		0.04
D <sub>8</sub>	0	0.03	0.06	-0.06	-0.03	0
T <sub>8</sub>	0.02	0	-0.03	0.03	0	-0.02
MB <sub>9</sub>	-0.02	0.03		-0.03		0.02
D <sub>9</sub>	0	0.01	0.02	-0.02	-0.01	0
T <sub>9</sub>	0.005	0	-0.01	0.01	0	-0.005

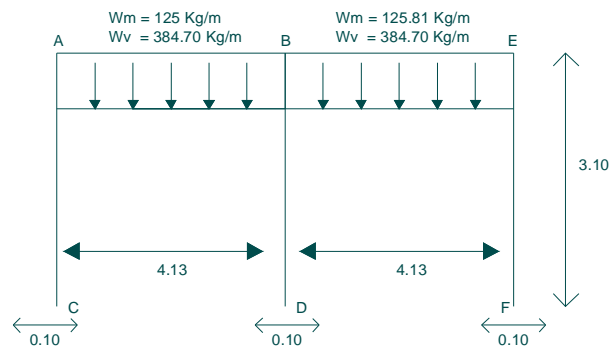
Tabla X. Tabla de Cross No. 1



### Envolvente de Momentos

- 8.5 →  $1.4 \times C.M. + 1.7 \times C.V.$
- 8.6 →  $0.75(1.4 \times C.M. + 1.7 \times C.V. \pm 1.87S)$
- 8.7 →  $0.9(C.M.) \pm 1.43S$

### Marco 1 = 3



### 2º Marco (1 - 3)

#### 2º 1) Momentos de Empotramiento (M.E.P.)

$$MEP_{AB} = -\frac{1}{12} Wl^2 = -\frac{1}{12} (1.4(125.81) + 1.7(384.70)) l^2 = -1,179.95 \text{ Kg} \times \text{m}^2$$

$$MEP_{BA} = 1,179.95 \text{ kg} \times \text{m}^2$$

$$MEP_{CA} = 0$$

$$MEP_{AC} = 0$$

2° 2) Rigideces (K = I / L)

$$K_{AC} = K_{CA} = \frac{I}{H} = \frac{1}{3.10} = 0.32$$

$$K_{AB} = K_{BA} = \frac{2.37 \times I}{H} = \frac{2.37}{4.13} = 0.57$$

$$K_{BD} = K_{DB} = 3 / 4 K_{BD} = \frac{3}{4} \left( \frac{I}{H} \right) = \frac{3}{4} \left( \frac{1}{3.10} \right) = 0.24$$

2° 3)

$$\begin{aligned} FD_{AC} &= \frac{0.32}{0.57 + 0.32} = 0.36 \\ FD_{AB} &= \frac{0.57}{0.57 + 0.32} = 0.64 \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} FD_{AC} \\ FD_{AB} \end{aligned}} \right\} 1$$

$$\begin{aligned} FD_{BA} &= \frac{0.57}{0.57 + 0.24} = 0.70 \\ FD_{BD} &= \frac{0.24}{0.57 + 0.24} = 0.30 \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} FD_{BA} \\ FD_{BD} \end{aligned}} \right\} 1$$

## 2º Marco Cross Marco 1 y 3 ( I = II )

	CA	AC	AB	BA	BD	DB
FD	0	0.36	0.64	0.7	0.3	0
MEP	0	0	-1,179.95	1,179.95	0	0
MB <sub>1</sub>	0	1,179.95		-1,179.95		0
D <sub>1</sub>	0	424.78	755.17	-825.97	-353.99	0
T <sub>1</sub>	212.39	0	-412.99	377.59	0	-177
MB <sub>2</sub>	-212.39	412.99		-377.59		177
D <sub>2</sub>	0	148.68	264.31	-264.31	-113.28	0
T <sub>2</sub>	74.34	0	-132.16	132.16	0	-56.64
MB <sub>3</sub>	-74.34	132.16		-132.16		56.64
D <sub>3</sub>	0	47.58	84.58	-92.51	-39.65	0
T <sub>3</sub>	23.79	0	-46.26	42.29	0	-19.83
MB <sub>4</sub>	-23.79	46.26		-42.29		19.83
D <sub>4</sub>	0	16.69	29.6	-29.6	-12.69	0
T <sub>4</sub>	8.33	0	-14.8	14.8	0	-6.35
MB <sub>5</sub>	-8.33	14.8		-14.8		6.35
D <sub>5</sub>	0	5.33	9.47	-10.36	-4.44	0
T <sub>5</sub>	2.67	0	-5.18	4.74	0	-2.22
MB <sub>6</sub>	-2.67	5.18		-4.74		2.22
D <sub>6</sub>	0	1.86	3.32	-3.32	-1.42	0
T <sub>6</sub>	0.93	0	-1.66	1.66	0	-0.71
MB <sub>7</sub>	-0.93	1.66		-1.66		0.71
D <sub>7</sub>	0	0.6	1.06	-1.16	-0.5	0
T <sub>7</sub>	0.3	0	-0.58	0.53	0	-0.25
MB <sub>8</sub>	-0.3	0.58		-0.53		0.25
D <sub>8</sub>	0	0.2	0.37	-0.37	-0.16	0
T <sub>8</sub>	0.1	0	-0.19	0.19	0	-0.08
MB <sub>9</sub>	-0.1	0.19		-0.19		0.08
D <sub>9</sub>	0	0.07	0.12	-0.13	-0.06	0
T <sub>9</sub>	0.04	0	-0.07	0.06	0	-0.03
MB <sub>10</sub>	-0.04	0.07		-0.06		0.03
D <sub>10</sub>	0	0.03	0.04	-0.04	-0.02	0
T <sub>10</sub>	0.015	0	-0.02	0.02	0	-0.01

Tabla XI. Tabla de Cross No. 2

### 3° Marco 1 = Marco 2

3° 1) Momentos de Empotramiento (M.E.P.)

$$MEP_{12} = -\frac{1}{12}(1.4(92)+1.7(0))(4.60)^2 = 0.32$$

$$MEP_{21} = -\frac{1}{12}(1.4(92)+1.7(0))(4.60)^2 = -227.12$$

$$MEP_{1-c1} = 0$$

$$MEP_{c1-1} = 0$$

3° 2) Rigideces (  $K = I / L$  )

$$K_{c1-1} = K_{1-c1} = I / H = 1 / 3.10 = 0.32$$

$$K_{12} = K_{21} = 2.37 I / H = 2.37 / 4.60 = 0.52$$

$$K_{2-c2} = K_{c2-2} = 3 / 4 ( 1 / 3.10 ) = 0.24$$

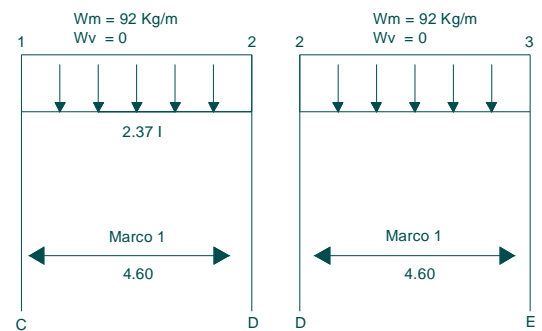
2° 3)

$$\left. \begin{aligned} FD_{1-c1} &= 0.32 / 0.52 + 0.32 = 0.38 \\ FD_{12} &= 0.52 / 0.52 + 0.32 = 0.62 \end{aligned} \right\} 1$$

$$\left. \begin{aligned} FD_{2-c2} &= 0.24 / 0.52 + 0.24 = 0.32 \\ FD_{21} &= 0.52 / 0.52 + 0.24 = 0.68 \end{aligned} \right\} 1$$

$$FD_{c1-1} = 0$$

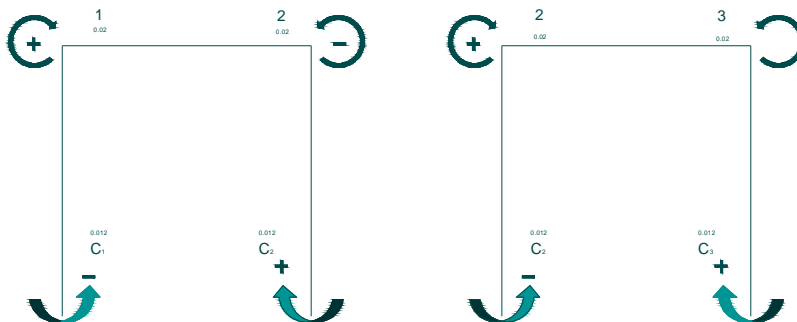
$$FD_{c2-2} = 0$$



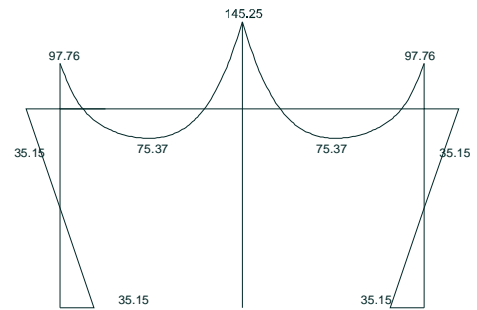
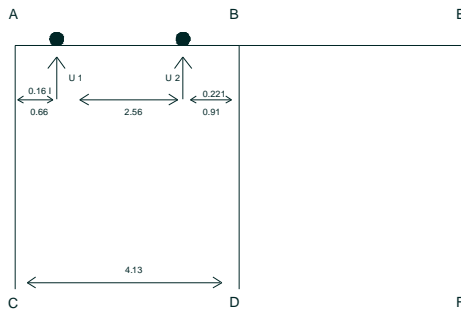
### 3° Macro Cross Marco 1 y Marco 3

	C <sub>1</sub> 1	1 C <sub>1</sub>	1 2	2 1	2 C <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> 2
FD	0	0.38	0.62	0.68	0.32	0
MEP	0	0	-227.12	212.12	0	0
MB <sub>1</sub>	0	212.12		-227.12		0
D <sub>1</sub>	0	86.31	140.81	-144.24	-67.88	0
T <sub>1</sub>	43.16	0	-72.12	70.41	0	33.94
MB <sub>2</sub>	-43.16	72.12		-70.41		-33.94
D <sub>2</sub>	0	27.41	44.71	-47.88	-22.53	0
T <sub>2</sub>	13.71	0	-23.94	22.36	0	-11.27
MB <sub>3</sub>	-13.71	23.94		-22.36		11.27
D <sub>3</sub>	0	9.1	14.48	-15.21	-7.15	0
T <sub>3</sub>	4.55	0	-7.61	7.42	0	-3.58
MB <sub>4</sub>	-4.55	7.61		-7.42		3.58
D <sub>4</sub>	0	2.89	4.72	-5.05	-2.37	0
T <sub>4</sub>	1.45	0	-2.53	2.36	0	-1.19
MB <sub>5</sub>	-1.45	2.53		-2.36		1.19
D <sub>5</sub>	0	0.96	1.57	-1.6	-0.76	0
T <sub>5</sub>	0.48	0	-0.8	0.79	0	-0.38
MB <sub>6</sub>	-0.48	0.8		-0.79		0.38
D <sub>6</sub>	0	0.3	0.5	-0.54	-0.25	0
T <sub>6</sub>	0.15	0	-0.27	0.25	0	-0.13
MB <sub>7</sub>	-0.15	0.27		-0.25		0.13
D <sub>7</sub>	0	0.1	0.17	-0.17	-0.08	0
T <sub>7</sub>	0.05	0	-0.09	0.09	0	-0.04
MB <sub>8</sub>	-0.05	0.09		-0.09		0.04
D <sub>8</sub>	0	0.03	0.06	-0.06	0.03	0
T <sub>8</sub>	0.02	0	-0.03	0.03	0	-0.02
MB <sub>9</sub>	-0.02	0.03		-0.03		0.02
D <sub>9</sub>	0	0.01	0.02	-0.02	0.01	0
T <sub>9</sub>	0.005	0	-0.01	0.061	0	0.005

Tabla XII. Tabla de Cross No. 3







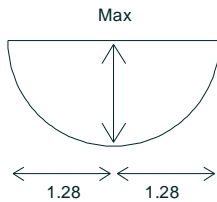
**Marco 2**

Tramo 1 - 2

$EM_1 = 0$

$$2.56 \times V_2 - \frac{(92)(2.56)^2}{2} = 0 \longrightarrow V_2 = 117.76 \uparrow$$

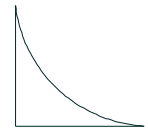
$$V_1 = 117.76 \uparrow$$



$$M_{max} = \frac{(92)(2.56)^2}{8} = M_{max} = 75.37 \text{ kg-m}$$

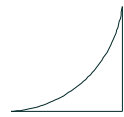
Tramo A - 1

$$M_{AB} = \frac{(92)(0.66)^2}{2} + 117.76(0.66) \longrightarrow M_{AB} = 97.76 \text{ kg/m}$$



Tramo 2 - B

$$M_{BA} = \frac{(92)(0.91)^2}{2} + 117.76(0.91) \longrightarrow M_{BA} = 145.25 \text{ kg/m}$$

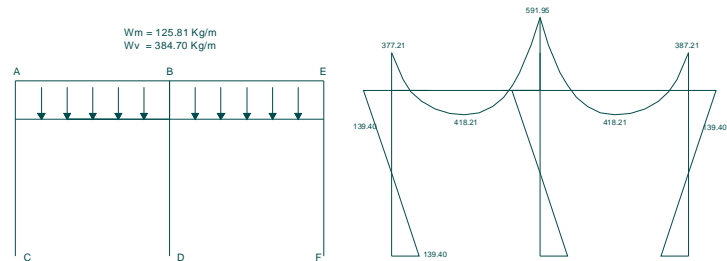


$$M_{AC} = \frac{M_{AB} \times K_{CA}}{\sum K_{col}} \longrightarrow 97.76 \times (0.32 / (0.57 + 0.32)) = 35.15 \text{ kg-m}$$

$$M_{CA} = \frac{M_{BA} \times K_{AC}}{\sum K_{col}} \longrightarrow 145.25 \times (0.32 / (0.57 + 0.32)) = 35.15 \text{ kg-m}$$



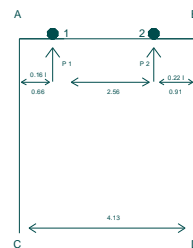
### Marco 1 y 3



Tramo 1 – 2

$$EM_1 = 0$$

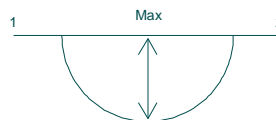
$$2.56V_2 - \frac{(510)(2.56)^2}{2} = 0$$



$$V_2 = 653.45 \text{ t-m}$$

$$V_1 = 653.45 \text{ kg-m}$$

$$M_{\max} = 0$$



Tramo A - 1

$$M_{AB} = (510.51)(0.66)^2 + 418.21(0.66) = 387.21 \text{ kg-m}$$

Tramo 2 - B

$$M_{BA} = (510.51)(0.91)^2 + 418.21(0.91) = 591.95 \text{ kg-m}$$

$$M_{AC} = \frac{M_{AB} \times K_{CA}}{\Sigma K_{COL}} = 387.21 * \left( \frac{0.32}{(0.57 + 0.32)} \right) = 139.40 \text{ kg-m}$$

$$M_{CA} = \frac{M_{BA} \times K_{AC}}{\Sigma K_{COL}} = 387.21 * \left( \frac{0.32}{(0.57 + 0.32)} \right) = 139.40 \text{ kg-m}$$

**Marco 1 2 3**

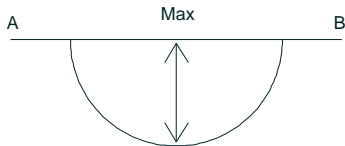
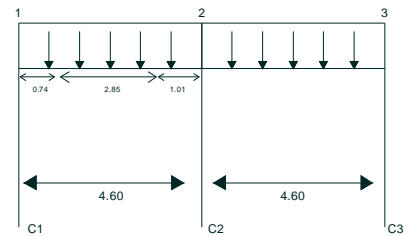
Tramo A - B

$$\Sigma M_A = 0$$

$$2.85U_2 - \frac{(92)(2.85)^2}{2} = 0$$

$$U_2 = 131.10 \text{ kg-m} \quad \uparrow$$

$$U_1 = 131.10 \text{ kg-m} \quad \uparrow$$



$$M_{\max} = \frac{(92)(2.85)^2}{2} = 93.41 \text{ Kg-m}$$

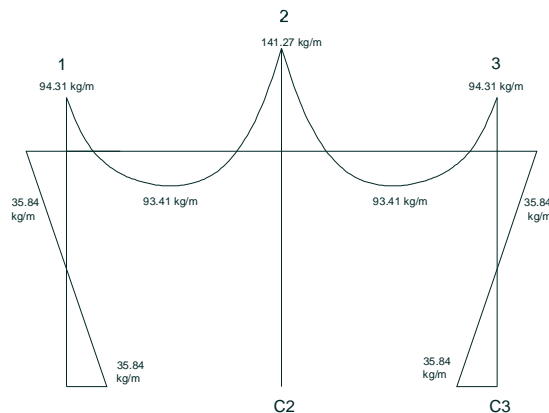
Tramo 1 - A

$$M_{1-2} = (92)(0.74)^2 + 93.41(0.74) = 94.31 \text{ kg-m}$$

$$M_{2-1} = (92)(1.01)^2 + 93.41(1.01) = 141.27 \text{ kg-m}$$

$$M_{1-C} = 94.31 \left( \frac{K_{AC}}{\Sigma K_{col}} \right) = 35.84 \text{ Kg-m}$$

$$M_{C-1} = 94.31 \left( \frac{K_{AC}}{\Sigma K_{col}} \right) = 94.31 \left( \frac{0.32}{(0.32 + (0.52))} \right) = 35.84 \text{ Kg-m}$$



### 3.2.2.5. DISEÑO DE VIGAS

#### Vigas A-B

Marco (1 y 3)

a) Refuerzo Longitudinal

$$b = 20 \text{ cm.} \quad d = 15 - 5 = 10 \text{ cm.}$$

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 \quad fy = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{smin} = (0.01)(15 \times 20) = 3 \text{ cm}^2$$

Momentos

$$M(-) = 387.21 \rightarrow As \rightarrow 0.43 \text{ cm}^2 \text{ Colocar acero min (cm}^2\text{) } 2 \# 3 \rightarrow 3 \text{ cm}^2$$

$$M(-) = 591.95 \rightarrow As \rightarrow 0.65 \text{ cm}^2 \text{ Colocar acero min } 2 \# 3 \rightarrow 3 \text{ cm}^2$$

$$M(-) = 591.95 \rightarrow As \rightarrow 0.65 \text{ cm}^2 \rightarrow 3 \text{ cm}^2$$

$$M(-) = 387.21 \rightarrow As \rightarrow 0.43 \text{ cm}^2 \rightarrow 3 \text{ cm}^2 \text{ (Acero mínimo)}$$

Momentos Positivos

$$M(+) = 418.21 \rightarrow As \rightarrow 0.46 \text{ cm}^2 \text{ acero mínimo } 2 \# 3$$

$$M(+) = 418.21 \rightarrow As \rightarrow 0.46 \text{ cm}^2$$

Momentos de Inversion

$$M = 325.80 \rightarrow As \rightarrow 0.36 \text{ cm}^2$$

$$M = 325.80 \rightarrow As \rightarrow 0.36 \text{ cm}^2$$

b) Limites para el acero de refuerzo

$$A_{smin(-)} = \frac{14.1(20)(10)}{2,810} = 1.00 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin(-)} = 0.4(1) = 0.4 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin(+)} = 0.5(0.0373299)(20)(10) = 3.73 \text{ cm}^2$$

c) Acero corrido

$$\text{Arriba : } 0.33 \times A_s \left( - \right) = 0.33 (3) = 0.99 \text{ cm}^2 \quad 2 \# 3 \text{ Asmin}$$

$$\text{Abajo: } 0.32 A_s (-) = 0.26 \text{ cm}^2$$

$$\text{Ar } A_s (+) = 0.50 (30) = 1.50 \text{ cm}^2$$

2 # 3 Asao mínimo

d) Longitud de Desarrollo (d)

$$\text{Bastones --> } L = 1.10$$

$$\text{Tensiones --> } L = 3.50$$

Sin embargo se recomienda (en el caso de ser mayores que la longitud de desarrollo)

$$\text{Bastones --> } \frac{L}{4} = \frac{8.85}{4} = 2.11$$

$$\text{Tensiones --> } \frac{L}{5} = \frac{8.85}{5} = 1.69$$

e) Refuerzo Transversal

$$V_{\max} = 653.45 \text{ kg}$$

Corte máximo del concreto ( $V_c$ )

$$V_c = \phi 0.53 \sqrt{f_c} (bd) = 0.85 (0.53) \sqrt{(210)(20)(10)} = 1,305.67 \text{ Kg}$$

$$V_{\max} < V_c \text{ no necesita estribos}$$

Sin embargo colocar estribo --> #3@ d/2 = 10 / 2 = 5 cms

## Vigas (A-E) Eje Z Marco

### a) Refuerzo Longitudinal

$$b = 20 \text{ cm.} \quad d = 15 - 5 = 10$$

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 \quad fy = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

#### Momentos Negativos

$$M(-) = 97.76 \rightarrow As \rightarrow 0.11 \text{ cm}^2 \text{ Asum (As mínimo)} \rightarrow 3 \text{ cm}^2$$

$$M(-) = 145.25 \rightarrow As \rightarrow 0.10 \text{ cm}^2 \text{ Asum (As mínimo)} \rightarrow 3 \text{ cm}^2$$

$$M(-) = 145.25 \rightarrow As \rightarrow 0.10 \text{ cm}^2 \text{ Asum (As mínimo)} \rightarrow 3 \text{ cm}^2$$

$$M(-) = 97.76 \rightarrow As \rightarrow 0.11 \text{ cm}^2 \text{ Asum (As mínimo)} \rightarrow 3 \text{ cm}^2$$

#### Momentos Positivos

$$M(+) = 75.37 \rightarrow As \rightarrow 0.08 \text{ (usar acero min)} \rightarrow 3 \text{ cm}^2$$

$$M(+) = 75.37 \rightarrow As \rightarrow 0.08 \text{ (usar acero min)} \rightarrow 3 \text{ cm}^2$$

#### Igual Marco 1 y 3

### b) Limites para el acero de refuerzo

$$As \text{ min}(-) = 1.00 \text{ cm}^2$$

$$As \text{ min}(-) = 0.4 \text{ cm}^2$$

$$As \text{ min}(+) = 3.73 \text{ cm}^2$$

### c) Acero corrido

$$\text{Arriba: } 0.33 As(-) = 0.33 (3) = 0.99 \text{ cm}^2$$

2 # 3 Acero mínimo

$$\text{Abajo: } 0.5 As (+) = 0.50 (3) = 1.50 \text{ cm}^2 = 1.42 \text{ cm}^2$$

2 # 3 As mínimo

d) Longitud de Desarrollo (d)

Bastones -->  $L = 1.10$

Tensiones -->  $L = 3.50$

Sin embargo se recomienda (en el caso de ser mayores que la longitud de desarrollo)

Bastones -->  $\frac{L}{4} = \frac{8.25}{4} = 2.06$

Tensiones -->  $\frac{L}{5} = \frac{8.25}{5} = 1.05$

$V_{max} = 2,652 \text{ kg}$

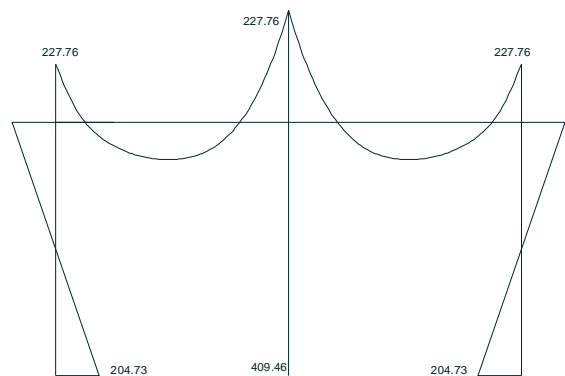
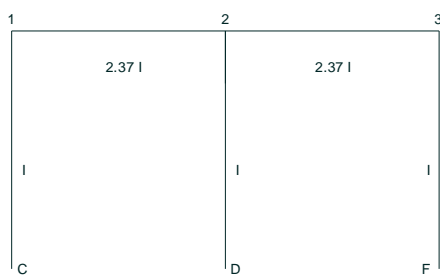
$V_c = 1,305.67 \text{ kg}$

$V_{max} > V_c \text{ --> } 3 @ 0.05 //$

Dibujo Igual al marco 1 y 3

Sin embargo colocar estribo -->  $\#3 @ d/2 = 10 / 2 = 5 \text{ cms}$

### ANÁLISIS DE VIGAS:



a) Refuerzo Longitudinal:

$b = 20 \text{ cm.}$

$d = 15 - 5 = 10$

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$      $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$      $As_{min} = 0.01 (15 * 20) = 3 \text{ cm.}$

### Momentos Negativos

$$M (-) = 94.31 \rightarrow As \rightarrow 0.10 \text{ cm}^2 \text{ (usar acero mínimo) } 4 \text{ No } 3 \rightarrow 3 \text{ cm}^2$$

$$M (-) = 141.27 \rightarrow As \rightarrow 0.16 \text{ cm}^2 \text{ (usar acero mínimo) } 4 \text{ No } 3 \rightarrow 3 \text{ cm}^2$$

$$M (-) = 141.27 \rightarrow As \rightarrow 0.16 \text{ cm}^2 \text{ (usar acero mínimo) } 4 \text{ No } 4 \rightarrow 3 \text{ cm}^2$$

$$M (-) = 94.31 \rightarrow As \rightarrow 0.10 \text{ cm}^2$$

### Momentos Positivos

$$M(+) = 93.41 \rightarrow As \rightarrow 0.10 \text{ cm}^2 \text{ (usar acero min) } \rightarrow 3 \text{ cm}^2$$

$$M(+) = 93.41 \rightarrow As \rightarrow 0.10 \text{ cm}^2 \text{ (usar acero min) } \rightarrow 3 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto el diseño es igual que para las otras vigas diseñadas

### d) Longitud de Desarrollo (d)

$$\text{Bastones} \rightarrow L = 1.10 \rightarrow \frac{L}{4} \rightarrow \frac{9.40}{4} = 2.35$$

$$\text{Tensiones} \rightarrow L = 3.50 \rightarrow \frac{L}{5} \rightarrow \frac{9.40}{5} = 1.88$$

$$V_{\max} = 131.10 \text{ kg-m}$$

Corte máximo del concreto ( $V_c$ )

$$V_c = (0.85)(0.53)\sqrt{(210)(20)(10)} = 1,305.67 \text{ Kg}$$

$V_c > U_{\max} \rightarrow$  no necesita estribo pero sin embargo

le serán colocados # 3 @  $(d/2) = 0.05 \text{ mts}$



### 3.2.2.6. DISEÑO DE COLUMNAS

#### Columna A1

$$\text{Carga última: } W_v = 1.4(11.19) + 1.7(80) = 151.67$$

$$\text{TCU} = 1 * (\text{CU} / \text{CT}) = 1 * (151.67 / 11.19) = 13.55$$

#### 3.1) Diseño de Columna A1

a) Carga Axial ( $P_{A-1}$ ):  $A = 3.30 * 4.025$

$$P_{A-1} = 13.24 (151.67) + (0.20)^2 (3.30) (2,400) * (13.55) = 6,040.19 \quad 6 \text{ TON}$$

b) Maganificadores  $\delta_x$  y  $\delta_y$

Sentido x - x

$$K_{\text{Col}} = I / L = \frac{(1/12)(20)(20)^3}{310} = 43.01 \text{ cm}^3$$

$$K_{\text{Col}} = I / L = \frac{(1/12)(20)(15)^3}{235} = 23.94 \text{ cm}^3$$

$$\Psi_A = (43.01 / 23.94) = 1.80; \quad \Psi_B = 0 \text{ (empotramiento en la base)}$$

$$\Psi_P = (1.80 + 0) / 2 = 0.90$$

$$K = \left( 20 - 0.90 \right) / \left( 20 + \sqrt{1 + 0.90} \right) = 1.32$$

Relación de esbeltez:

$$K = Lu/r = \frac{(1.32 \times 3.10)}{(0.30 \times 0.20)} = 68.20$$

Columna esbelta  $22 < 68.20 < 100$

$$Bd = \frac{(1.4)(11.19)}{(1.4)(11.19) + (1.7)(80)} = 0.10$$

$$EI = \frac{Ec \times Ig}{2.5 / (1 + Bd)} \text{ ó bien } EI = \sqrt{((1 + 0.90)(Ec \times Ig / 5) + Es \times Ig)(L / (L + Bd))}$$

$$EI = \frac{15,100 \sqrt{210} \frac{1}{12} (20)(20)^3 / 25}{1 + 0.10} = 1.06 \times 10^9 = 106 \text{ + - CM}^2$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 (106)}{(1.32 \times 3.10)^2} = 62.48 \text{ T}$$

$$\delta x = 1 / (1 - (6 / (0.7 * 62.48))) = 1.16$$

$$Mx = 94.31 \text{ kg-m}$$

$$Mdx = \delta$$

$$Mdx = (1.16) (94.31) = 118.83 \text{ kg-m } 0.109 \text{ +- m}$$

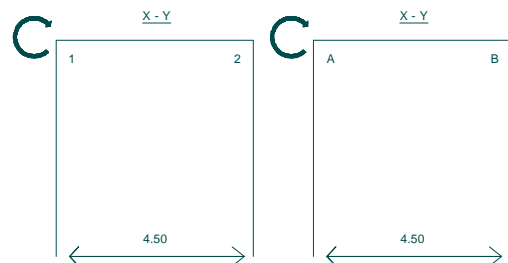
Sentido Y - Y

$$K_{col} = 43.01 \text{ cm}^3; K_{viga} = \frac{(1/12)(20)(15)^3}{211} = 25.66 \text{ cm}^3$$

$$\Psi_A = (43.01 / 26.66) = 1.61; \Psi_B = 0$$

$$\Psi_P = (1.61 + 0) / 2 = 0.81$$

$$K = (20 - 0.81) / 20 + \sqrt{1 + 0.81}$$



$$\text{Relación de esbeltez: } K L_u / r = (1.32 * 3.10)/(0.30*0.20) = 66.65$$

$$66.65 > 22$$

$$22 < 66.65 \leq 100$$

$$B_d = 0.10 \quad EI = 106 \text{ t-cm}^2 \text{ (Igual que en x-x)}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 (106)}{(1.29 \times 3.10)^2} = 65.42 \text{ T}$$

$$\delta_y = 1 / (1 - (6 / (0.7 \times 65.42))) = 1.15$$

$$M_y = 387.21 \text{ kg-m}$$

$$M_{dy} = (1.15) (387.21) = 445.29 \text{ kg-m} = 0.45 \text{ +-m}$$

$$M_{dx} = (1.16) (94.31) = 118.83 \text{ kg-m}$$

### c) Refuerzo Longitudinal

Datos de diseño:

$$P_o = 7 \text{ t} \quad M_{ux} = 0.109 \text{ t-m} \quad M_{uy} = 0.45 \text{ t-m}$$

$$\text{Recubrimiento} = 2.5 \text{ cms} \quad F'_c = 0.21 \text{ t/cm}^2 \quad F_y = 2.81 \text{ t/cm}^2$$

$$e_x = 0.109 / 6 = 0.018 \quad (e/n)_x = 0.018 / 0.20 = 0.09$$

$$e_y = 0.45 / 6 = 0.075 \quad (e/n)_y = 0.075 / 0.20 = 0.375$$

$$\gamma_x = \gamma_y = (20 - 5) / 20 = 0.75$$

$$\text{Promediar } \gamma = 0.7 \text{ y } \gamma = 0.8$$

$$\text{Carga de falla} = 6 / 0.70 = 8.57 \text{ T}$$

$$A_s (\text{min}) = 0.01 (400) = 4 \text{ cm}^2 \quad \text{a sumir } 4 \text{ No } 4 = 2.84 \text{ m}^2$$

$$P_{\tau\mu} = (5.16 / 400) * (2.81 / (0.85 * 0.21)) = 0.20 \quad K_{x'} = K_{y'} = 0.07$$

$$P'_{xo} = P'_{oy} = 0.20 (0.21) (400) = 16.80 + 9.24$$

$$P'_o = 0.85 * 0.21 * 400 + 5.16 * 2.81 = 85.90$$

$$P'_u = 1 / ((2/16.80) - (1/85.90)) = 9.31 \text{ T}$$

b) Confinamiento de Columnas A-1

Por lo que 4 No 4 resisten, no se incrementa  $A_s$

Longitud de Confinamiento (L6)

a)  $L / 6 = 3.10 / 6 = 0.51$

b) Lado mayor = 0.20 m

c) 0.45

Aceptar  $L_o = 0.60 \text{ m}$

Espaciamiento ( 50 )

$$P_s = 0.45 \left( \left( \frac{(20)^2}{(15)^2} \right) - 1 \right) (210/2,810) = 0.026157$$

Utilizando estibo # 13 =  $0.71 \text{ cm}^2$

$$S_o = (2 (0.71)) / (15 (0.026157)) = 3.61 \quad 3 \text{ cms}$$

Confinamiento Típico de Columnas

## Columnas A-2

$$\text{Carga Ultima} = 1.1(20) + 17(0) = 28$$

$$\text{FCU} = (28/20) = 1.40$$

$$P_{A-Z} = 20 + (0)(100.3) + (0.20)^2 (3.10)(2,400)(1.90) = 436.64\text{Kg} \approx 0.44\text{Ton}$$

b) Magnificadores  $\delta x$  y  $\delta y$

Sentido X - X

$$K_{\text{COL}} = I/L = (1/12(20)(15)^3 / 310) = 43.01\text{cm}^3$$

$$K_{\text{vigas}} = (1/12(20)(15)^3 / 235) = 23.94\text{cm}^3$$

$$\Psi_A = (43.01 / 23.94) = 1.80 ; \Psi_B = 0$$

$$\Psi_P = (1.80 + 0) / 2 = 0.90$$

$$\Psi_P = (1.80 + 0) / 2 = 0.90$$

$$K = (20 - 0.90) / 20 + \sqrt{(1 + 0.90)} = 1.32$$

Relación de esbeltez:

$$KLu/r = (1.32 \times 3.10) / (0.30 \times 20) \qquad 22 < 68.20 < 100$$

$$Bd = (1.4)(20) / 1.4(20) + 1.7(0) = 1.00$$

$$EI = \left( 15,100 \sqrt{210} (1/12) (20) (20)^3 / (1+1) \right) = 5.3 \times 10^8 = 58.5\text{cm}^2$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 (58.30)}{(1.32 \times 3.10)^2} = 34.36 \text{ T}$$

$$\delta x = 1 / \left( 1 - \left( 0.44 / (0.7 \times 34.36) \right) \right) = 1.02$$

$$M_y = 141.27 \text{ kg-m}$$

$$M_{dx} = (1.02) (141.27) = 144.10 \text{ kg-m} = 0.14 \text{ +-m}$$

$$M_{dx} = (1.16) (94.31) = 118.83 \text{ kg-m}$$

Sentido X - X

$$K_{col} = 43.01 \text{ cm}^3$$

$$K_{viga} = \frac{(1/12)(20)(15)^3}{211} = 25.66 \text{ cm}^3$$

$$\Psi_A = (43.01 / 25.66) = 1.61 ; \Psi_B = 0$$

$$\Psi_P = (1.61 + 0) / 2 = 0.81$$

$$K = (20 - 0.81) / 20 + \sqrt{(1 + 0.81)} = 1.29$$

Relación de esbeltez

$$K L_u / r = (1.29 * 310) / (0.30 * 20) \quad 22 \angle 66.65 \angle 100$$

$$B_d = 1.00$$

$$E I = 58.30 \text{ +- cm}^2$$

$$P_{cr} = \pi^2 (58.30) / (1.29 * 3.10)^2 = 35.98 \text{ Ton}$$

$$\delta y = 1 / \left( 1 - \left( 0.44 / (0.7 * 35.98) \right) \right) = 1.02$$

$$M_y = 97.76 \text{ kg-m}$$

$$M_{dy} = (1.02) (455.52) = 99.71 \text{ kg-m} = 0.10 \text{ +-m}$$

$$M_{dx} = (1.16) (94.31) = 118.83 \text{ kg-m}$$

c) Refuerzo longitudinal

Datos de Diseño

$$P_o = 0.44 \text{ T} \quad M_{ux} = 0.14 \text{ t-m} \quad M_{uy} = 0.10 \text{ t-m}$$

$$\text{Recubrimiento} = 2.5 \text{ cm} \quad f'_c = 0.21 \text{ t/cm}^2 \quad f_y = 2.81 \text{ t/cm}^2$$

$$e_x = 0.14/0.44 = 0.32 \quad (e/n)_x = 0.32/0.20 = 1.60$$

$$e_y = 0.10/0.44 = 0.23 \quad (e/n)_y = 0.23/0.20 = 1.15$$

$$\gamma_x = \gamma_y = (20 - 5) / 20 = 0.7$$

$$\text{Promediar } \gamma = 0.7 \text{ y } \gamma = 0.8$$

$$\text{Carga de falla} = 0.44 / 0.70 = 0.63 \text{ T}$$

$$A_s (\text{min}) = 0.01 (400) = 4 \text{ cm}^2 \quad \text{a sumir } 4 \# 3 = 2.84 \text{ m}^2$$

$$P_{\tau\mu} = (2.84/400) * (2.81/(0.85 * 0.21)) = 0.11 \quad K_x' = K_y' = 0.07$$

$$P'_{x0} = P'_{y0} = 0.11(0.21)(400) = 9.24 \text{ T}$$

$$P'_0 = 0.85 * 0.21 * 400 + 2.84 * 2.81 = 79.38 \text{ T}$$

$$P'_u = 1 / \left( \left( \frac{2}{9.24} \right) - \left( \frac{1}{79.38} \right) \right) = 4.91 \text{ T} > 8.57 \text{ T}$$

4 # 3 resiste

col. tipo A-2 = 4 # 3 //

b) Confinamiento de Columnas A-2

Longitud de Confinamiento (Lo)

a)  $L / 6 = 3.10 / 6 = 0.51$

b) Lado mayor = 0.20 m

c) 0.45

Aceptar  $L_o = 0.60 \text{ m}$

Espaciamiento ( 50 )                      ACI 318 = 10.9

$$P_s = 0.45 ((20^2 / 15^2) - 1) (210 / 2810) = 0.026157$$

Utilizando estribo # 3 =  $0.71 \text{ cm}^2$

$$S_o = ( 2 (0.71) ) / ( 15 (0.026157) ) = 3.61 > 3 \text{ cms}$$

Colocar estribo # 3 @ 0.03 m

### 3.2.2.7. DISEÑO DE MUROS

#### ▪ Muro de 9.45mts

Para esta estructura que tiene diafragma flexible encima, el corte y momento por sismo se calcula por área tributaria

WT= peso a sostener

$$WT = W_{C.M.} + W_{C.V.}$$

#### Carga Muerta

0			2.87
0	$W_{\text{costanera}} / l$	$l=0.64 \text{ mts.}$	3.95 Kg/m <sup>2</sup>
0	(12% $W_{\text{lámina}}$ )		0.34
Viga	$W_{\text{viga}} / L$	$L=L/3=8.45/3$	2.81 Kg/m <sup>2</sup>
			<hr/> <hr/>
<b><math>W_{C.M.} =</math></b>			<b>9.97</b>

Nota: la separación  $l$  es igual a 0.64 m, que es la separación entre costaneras

Nota: la separación  $L$  es igual a 8.45 m, que es la luz del aula, y se divide en tres ya que existen dos vigas entre los muros, ver detalle de techos.



### Carga Viva

$$W_{c.v.} = 80.00$$

$$W_{c.m.} = 9.97$$

---

---

$$W_{c.v.} + W_{c.m.} = 89.97$$

### Para un muro interior de aulas

L muro = 8.23 mts.

$W_1 =$  Carga Distribuida= P= Peso Total x ancho tributario x largo del muro

$$W_1 = 89.97 \text{ Kg/m}^2 \times 4.23 \text{ mts.} \times 4.70 \text{ mts.}$$

$$W_1 = 1,788.69 \text{ Kg}$$

Cálculo de la carga de sismo para el muro

$$F_s = 0.20W$$

$$F_s = 0.20 * 1788.69 \text{ Kg}$$

$$F_s = 357.74 \text{ Kg}$$

Cálculo del Momento generado por la fuerza de sismo

$$M_s = F_s x h$$

h muro = 3 mts.

$$M_s = 357.74 \text{ Kg} * 3.10 \text{ mts.}$$

$$M_s = 1,108.99 \text{ Kg-m}$$

Chequeo a Compresión

$$f_c = \frac{P}{A} \quad A_{\text{muro}} = \text{espesor del muro} \times \text{largo del muro}$$
$$A_{\text{muro}} = 20 \text{ cms} \times 423 \text{ cms} = 8,460 \text{ cm}^2$$

$$f_c = W_1 / A_{\text{muro}}$$

$$f_c = 1,788.69 \text{ Kg} / 8,460 \text{ cm}^2$$

$$f_c = 0.21 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_c = 0.21 \text{ Kg/cm}^2 < < f_u = 25 \text{ Kg/cm}^2$$

Chequeo a Flexión

Hay un procedimiento conocido como

### TÉCNICA UNIVERSAL DE DISEÑO A FLEXIÓN ELÁSTICA

Llamando  $F_b = f_b$  permisible

y a  $F_s = f_s$  permisible

el momento basado en el esfuerzo a compresión de la mampostería es

$$M = b d^2 ( j k / 2 ) F_b, \text{ puede despejarse } ( 2 / j k ) = ( b d^2 ) * F_b / M$$

de la misma forma ya que el momento basado en el esfuerzo del acero es

$$M = b d^2 ( \rho j ) F_s, \text{ puede despejarse } n j = n M ( b d^2 ) * F_s$$

Entonces, pueden tabularse valores de  $( 2 / j k )$  y de  $( n j )$  que puede encontrarse en algunas publicaciones sobre mampostería, ó pueden calcularse, y de ellos despejar el valor de  $( \rho )$ .

$$E_m = 400 * f'_m \quad \text{cuando} \quad f'_m \quad k = \sqrt{(\rho * n)^2 + (2 * \rho * n)} - \rho * n < 50$$

$$E_m = 600 * f'_m \quad \text{cuando} \quad f'_m < 50$$

$$E_m = 800 * f'_m \quad \text{cuando} \quad f'_m < 100$$

Asumiendo un valor para  $f_u$  de 25 -kg/cm<sup>2</sup>:

$$f_u = \quad \quad \quad 25 \quad \quad \text{Kg/cm}^2$$

$$f'_m = 0.7 f_u = \quad \quad \quad 17.5 \quad \quad \text{Kg/cm}^2$$

$$f_b = 0.3 f'_m = \quad \quad \quad 5.25 \quad \quad \text{Kg/cm}^2$$

$$E_m = 400 f'_m = \quad \quad \quad 7000 \quad \quad \text{Kg/cm}^2$$

$$f_s = 0.5 f_y = \quad \quad \quad 1405 \quad \quad \text{Kg/cm}^2 \text{ donde } F_y = 2810 \text{ kg/c}$$

Calculando el valor de n

$$n = E_{\text{acero}} / E_{\text{mampostería}}$$

$$n = 2 \times 10^6 / E_m$$

$$n = 2000000 \text{ Kg/cm}^2 / 7000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$n = 286$$

Por mampostería:

$$\frac{2}{jk} = \frac{bd^2 fb}{M} = \frac{(20\text{cm})(470\text{cm})^2 (5.25\text{Kg/cm}^2)}{263,541\text{Kg/cm}}$$

$$\frac{2}{jk} = \frac{bd^2 fb}{M} = \mathbf{88.01}$$

Por acero:

$$n\rho j = \frac{nM}{bd^2 F_s} = \frac{(286\text{cm})(263,541\text{Kg/cm}^2)}{(20\text{cm})(470\text{cm})^2 (1,405 \text{Kg/cm})}$$

$$n\rho j = \frac{nM}{bd^2 F_s} = \mathbf{0.0121}$$

Tabla XIII. Asumimos un valor de  $\rho$  n  
 Calculamos el valor de k, el valor de j, y los valores de  $(2/jk)$  y  $(n^\rho j)$

$n^\rho$	k	j	$(2/jk)$	$(n^\rho j)$
0.0001800	0.00598203	0.99800599	335.00283199	0.00001796
0.0002500	0.00704611	0.99765130	284.51271639	0.00002494
0.00020000	0.01980100	0.99339967	101.67609600	0.00019868
0.00025000	0.02211208	0.99262931	91.11992604	0.00024816
0.00026000	0.02254499	0.99248500	89.38321722	0.00025805
0.00026500	0.02275825	0.99241392	88.55196651	0.00026299
0.00026800	0.02288522	0.99237159	88.06442165	0.00026596
0.00026900	0.02292739	0.99235754	87.90372210	0.00026694
0.00027000	0.02296947	0.99234351	87.74391624	0.00026793
0.00030000	0.02419673	0.99193442	83.32786903	0.00029758
0.00035000	0.02610983	0.99129672	77.27202848	0.00034695
0.00040000	0.02788710	0.99070430	72.39067078	0.00039628
0.00041300	0.02833018	0.99055661	71.26910703	0.00040910
0.00041600	0.02843141	0.99052286	71.01778046	0.00041206
0.00370000	0.08240279	0.97253240	24.95651921	0.00359837
0.00370100	0.08241344	0.97252885	24.95338342	0.00359933
0.00370200	0.08242410	0.97252530	24.95024891	0.00360029
0.00370300	0.08243475	0.97252175	24.94711567	0.00360125
0.00370400	0.08244540	0.97251820	24.94398369	0.00360221
0.00370500	0.08245605	0.97251465	24.94085299	0.00360317
0.00370600	0.08246670	0.97251110	24.93772356	0.00360413
0.00370700	0.08247735	0.97250755	24.93459539	0.00360509
0.00370800	0.08248799	0.97250400	24.93146849	0.00360604
0.00370900	0.08249864	0.97250045	24.92834286	0.00360700
0.00371000	0.08250928	0.97249691	24.92521849	0.00360796
0.00371100	0.08251992	0.97249336	24.92209539	0.00360892
0.00371200	0.08253056	0.97248981	24.91897355	0.00360988
0.00371300	0.08254120	0.97248627	24.91585297	0.00361084
0.00371400	0.08255183	0.97248272	24.91273366	0.00361180
0.00371500	0.08256247	0.97247918	24.90961560	0.00361276
0.00371600	0.08257310	0.97247563	24.90649881	0.00361372
0.00390000	0.08450368	0.97183211	24.35359888	0.00379015
0.00390100	0.08451403	0.97182866	24.35070142	0.00379110
0.00400000	0.08553212	0.97148929	24.06926090	0.00388596
0.00400100	0.08554233	0.97148589	24.06647153	0.00388692
0.00400200	0.08555254	0.97148249	24.06368322	0.00388787
0.00400300	0.08556275	0.97147908	24.06089594	0.00388883
0.00400400	0.08557296	0.97147568	24.05810972	0.00388979
0.00400500	0.08558317	0.97147228	24.05532453	0.00389075
0.00400600	0.08559338	0.97146887	24.05254040	0.00389170
0.00400700	0.08560358	0.97146547	24.04975730	0.00389266
0.00400800	0.08561378	0.97146207	24.04697525	0.00389362
0.01000000	0.13177447	0.95607518	15.87474212	0.00956075
0.01250000	0.14610722	0.95129759	14.38937472	0.01189122
0.01280000	0.14771118	0.95076294	14.24112747	0.01216977
0.01500000	0.15885339	0.94704887	13.29416691	0.01420573
0.01600000	0.16359955	0.94546682	12.93009121	0.01512747

$$\rho^n \quad A_s = \rho * b * d$$

$$\rho = 0.0128 / n \quad A_s = 0.000045 * 20 \text{ cm} * 470 \text{ cm}$$

$$\rho = 0.0128 / 286 = 0.000045 \quad A_s = 0.42 \text{ cm}^2$$

Como el área de acero calculada anteriormente es menor al área de acero mínimo entonces, los muros de mampostería reforzada se diseñaran con refuerzo mínimo de acuerdo con las normas del Instituto de Fomento de Hipotecas (FHA), las que recomiendan ubicar columnas principales con 4 varillas No. 3, estribos No. 2 @ 0.20 mts. al centro de la luz. Para marcos de puertas y ventanas se recomiendan columnas intermedias.

Revisando Corte:

$$f_u = \frac{P}{A} \quad P = F_s = 357.74 \text{ Kg}$$

$$A = t * l = 20 \text{ cms} * 470 \text{ cms} = 9,400 \text{ cms}^2$$

$$f_u = 357.74 \text{ Kg} / 9,400 \text{ cms}^2$$

$$u = 0.038 \text{ Kg/cm}^2$$

**Refuerzo horizontal**

$$\rho_h = \frac{A_s h}{d * t} \geq 0.0007$$

Donde:

b= longitud del muro

t = espesor del muro

Diseño de muros longitudinales

a) Diseño a flexión:

$$\text{As vertical} = 0.0007 * (470 \text{ cms}) * (20 \text{ cms})$$

$$\text{As vertical} = 6.58 \text{ cm}^2$$

Usando varillas No. 4 ( $1.27 \text{ cm}^2$ ) tenemos

$$\text{Número de varillas} = \frac{6.58}{1.27}$$

Número de varillas = 4.66  $\approx$  5 varillas a lo largo del muro.

Por ser un muro de más de 4 mts. Se usarán dos columnas con 4 varillas No. 4 y estribos No. 2 @ cada 0.15 mts. Y una columna con 2 No. 3 y eslabones No.2 @ cada 0.15mts. Proporcionando un área de acero de  $11.58 \text{ cm}^2$  a lo largo del muro, cubriendo de esta manera el área de acero requerida ( $6.58 \text{ cm}^2$ ).

b) Diseño a corte:

As horizontal =  $0.0009 (470\text{cms})(20\text{cms})$  se utilizó un 0.0009 tomando en cuenta

As horizontal =  $8.46 \text{ cm}^2$  que estamos en un país altamente sísmico.

Usando varillas No. 4 ( $1.27 \text{ cm}^2$ ) tenemos

$$\text{Número de varillas} = \frac{8.46}{0.71}$$

Número de varillas = 11.92  $\approx$  12 varillas a lo largo del muro.

Se usarán 1 viga y 1 solera de humedad y dos soleras intermedias, según la altura del muro 4 varillas No. 3 y estribos No. 2 @ cada 0.20 mts., proporcionando de esta manera un área de acero de  $8.52 \text{ cms}^2$  cubriendo así el área de acero requerida  $8.46 \text{ cm}^2$ .

▪ **Muro de 8.45mts**

Para esta estructura que tiene diafragma flexible encima, el corte y momento por sismo se calcula por área tributaria:

WT= peso a sostener

$$WT = W_{c.M.} + W_{c.v.}$$

Carga Muerta

$$\begin{aligned} & 2.87 \\ W_{\text{costanera}}/l &= 9.97 \\ (12\%W_{\text{lamina}}) &= 0.34 \\ \text{viga } W_{\text{viga}}/L \left( L = \frac{L}{3} = \frac{8.45}{3} \right) &= \frac{2.81}{9.97} \end{aligned}$$

Nota: la separación l es igual a 0.64 m, que es la separación entre costaneras.

Nota: la separación L es igual a 8.45 m, que es la luz del aula, y se divide en tres ya que existen dos vigas entre los muros, ver detalle de techos.

Carga Viva

$$W_{c.M.} = 9.97$$

$$W_{c.v.} = \frac{80.00}{89.97}$$

**Para un muro interior de aulas**

L muro = 8.23 mts.

$W_1 = \text{Carga Distribuida} = P = \text{Peso Total} \times \text{ancho tributario} \times \text{largo del muro}$

$$W_1 = 89.97 \text{ Kg/m}^2 \times 4.70 \text{ mts.} \times 4.23 \text{ mts.}$$

$$W_1 = 1,788.69 \text{ Kg}$$

Cálculo de la carga de sismo para el muro

$$F_s = 0.20W$$

$$F_s = 0.20 * 1,788.69 \text{ Kg}$$

$$F_s = 357.74 \text{ Kg}$$

Cálculo del Momento generado por la fuerza de sismo

$$M_s = F_s x h$$

h muro = 3 mts.

$$M_s = 357.74 \text{ Kg} * 3.10 \text{ mts.}$$

$$M_s = 1,108.99 \text{ Kg-m}$$

Chequeo a Compresión

$$f_c = \frac{P}{A} \quad A_{\text{muro}} = \text{espesor del muro} \times \text{largo del muro}$$
$$A_{\text{muro}} = 20 \text{ cms} \times 423 \text{ cms} = 8,460 \text{ cm}^2$$

$$f_c = \frac{W_1}{A_{\text{muro}}}$$

$$f_c = 1,788.69 \text{ Kg} / 8,460 \text{ cm}^2$$

$$f_c = 0.21 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_c = 0.21 \text{ Kg/cm}^2 < < f_u = 25 \text{ Kg/cm}^2$$

Chequeo a Flexión

Hay un procedimiento conocido como

### TÉCNICA UNIVERSAL DE DISEÑO A FLEXIÓN ELÁSTICA

Llamando  $F_b = f_b$  permisible

y a  $F_s = f_s$  permisible

el momento basado en el esfuerzo a compresión de la mampostería es

$$M = b d^2 ( j k / 2 ) F_b, \text{ puede despejarse } ( 2 / j k ) = ( b d^2 ) * F_b / M$$

de la misma forma ya que el momento basado en el esfuerzo del acero es

$$M = b d^2 ( \rho j ) F_s, \text{ puede despejarse } n \rho j = n M ( b d^2 ) * F_s$$

Entonces, pueden tabularse valores de  $( 2 / j k )$  y de  $( n \rho j )$  que puede encontrarse en algunas publicaciones sobre mampostería, ó pueden calcularse, y de ellos despejar el valor de  $( \rho )$ .



$$E_m = 400 * f'm \quad \text{cuando } f'm < 50$$

$$E_m = 600 * f'm \quad \text{cuando } f'm < 50$$

$$E_m = 800 * f'm \quad \text{cuando } f'm > 100$$

$$k = \sqrt{(\rho * n)^2 + (2 * \rho * n)} - \rho * n$$

Asumiendo un valor para  $f_u$  de 25 -kg/cm<sup>2</sup>:

$$f_u = 25 \quad \text{Kg/cm}^2$$

$$f'm = 0.7 f_u = 17.5 \quad \text{Kg/cm}^2$$

$$f_b = 0.3 f'm = 5.25 \quad \text{Kg/cm}^2$$

$$E_m = 400 f'm = 7000 \quad \text{Kg/cm}^2$$

$$f_s = 0.5 f_y = 1405 \quad \text{Kg/cm}^2 \quad \text{donde } F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

Calculando el valor de  $n$

$$n = E_{\text{acero}} / E_{\text{mampostería}}$$

$$n = 2 \times 10^6 / E_m$$

$$n = 2000000 \text{ Kg/cm}^2 / 7000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$n = 286$$

Por mampostería:

$$\frac{2}{jk} = \frac{bd^2 f_b}{M} = \frac{(20 \text{ cms})(423 \text{ cms})^2 \left( \frac{5.25 \text{ Kg}}{\text{cms}^2} \right)}{263.541 \text{ kg} \times \text{cms}} = 71.29$$

Por acero:

$$n \rho j = \frac{nM}{bd^2 F_s} = \frac{(286)(263.541 \text{ Kg-m})}{(20 \text{ cms})(423 \text{ cms})^2 (1,405 \text{ Kg/cm}^2)} = 0.015$$

Tabla XIV. Asumimos un valor de  $\rho$  n  
 Calculamos el valor de k, el valor de j, y los valores de  $(2/jk)$  y  $(n\rho j)$

$n \rho$	k	j	$(2/jk)$	$(n\rho j)$
0.00030000	0.02419673	0.99193442	83.32786903	0.00029758
0.00035000	0.02610983	0.99129672	77.27202848	0.00034695
0.00040000	0.02788710	0.99070430	72.39067078	0.00039628
0.00041300	0.02833018	0.99055661	71.26910703	0.00040910
0.00041600	0.02843141	0.99052286	71.01778046	0.00041206
0.00370000	0.08240279	0.97253240	24.95651921	0.00359837
0.00370100	0.08241344	0.97252885	24.95338342	0.00359933
0.00370200	0.08242410	0.97252530	24.95024891	0.00360029
0.00370300	0.08243475	0.97252175	24.94711567	0.00360125
0.00370400	0.08244540	0.97251820	24.94398369	0.00360221
0.00370500	0.08245605	0.97251465	24.94085299	0.00360317
0.00370600	0.08246670	0.97251110	24.93772356	0.00360413
0.00370700	0.08247735	0.97250755	24.93459539	0.00360509
0.00370800	0.08248799	0.97250400	24.93146849	0.00360604
0.00370900	0.08249864	0.97250045	24.92834286	0.00360700
0.00371000	0.08250928	0.97249691	24.92521849	0.00360796
0.00371100	0.08251992	0.97249336	24.92209539	0.00360892
0.00371200	0.08253056	0.97248981	24.91897355	0.00360988
0.00371300	0.08254120	0.97248627	24.91585297	0.00361084
0.00371400	0.08255183	0.97248272	24.91273366	0.00361180
0.00371500	0.08256247	0.97247918	24.90961560	0.00361276
0.00371600	0.08257310	0.97247563	24.90649881	0.00361372
0.00390000	0.08450368	0.97183211	24.35359888	0.00379015
0.00390100	0.08451403	0.97182866	24.35070142	0.00379110
0.00400000	0.08553212	0.97148929	24.06926090	0.00388596
0.00400100	0.08554233	0.97148589	24.06647153	0.00388692
0.00400200	0.08555254	0.97148249	24.06368322	0.00388787
0.00400300	0.08556275	0.97147908	24.06089594	0.00388883
0.00400400	0.08557296	0.97147568	24.05810972	0.00388979
0.00400500	0.08558317	0.97147228	24.05532453	0.00389075
0.00400600	0.08559338	0.97146887	24.05254040	0.00389170
0.00400700	0.08560358	0.97146547	24.04975730	0.00389266
0.00400800	0.08561378	0.97146207	24.04697525	0.00389362
0.01500000	0.15885339	0.94704887	13.29416691	0.01420573
0.01600000	0.16359955	0.94546682	12.93009121	0.01512747

$$\rho^n$$

$$\rho=0.016/n$$

$$\rho=0.016/286=0.000056$$

$$As=\rho*b*d$$

$$As=0.000056*20cm*423cm$$

$$As=0.47cm^2$$

Como el área de acero calculada anteriormente es menor al área de acero mínimo entonces, los muros de mampostería reforzada se diseñaran con refuerzo mínimo de acuerdo con las normas del Instituto de Fomento de Hipotecas (FHA), las que recomiendan ubicar columnas principales con 4 varillas No. 3, estribos No. 2 @ 0.20 mts. al centro de la luz. Para marcos de puertas y ventanas se recomiendan columnas intermedias.

Revisando Corte:

$$f_u = \frac{P}{A} \quad P = F_s = 357.74 \text{ Kg}$$

$$A = t * l = 20 \text{ cms} * 423 \text{ cms} = 8,460 \text{ cms}^2$$

$$f_u = 357.74 \text{ Kg} / 8,640 \text{ cms}^2$$

$$f_u = 0.041 \text{ Kg/cm}^2$$

**Si  $f_u$  es  $\ll 0.50$  utilizar refuerzo mínimo**

**Refuerzo**

**horizontal**

$$\rho_h = \frac{A_s h}{d * t} \geq 0.0007$$

**Refuerzo Vertical**

$$\rho_h = \frac{A_s h}{d * t} \geq 0.0007$$

Donde :

b= longitud del muro

t = espesor del muro

Diseño de muros longitudinales

a) Diseño a flexión:

$$\text{As vertical} = 0.0007 * (423 \text{ cms}) * (20 \text{ cms})$$

$$\text{As vertical} = 5.92 \text{ cm}^2$$

Usando varillas No. 4 ( $1.27 \text{ cm}^2$ ) tenemos

$$\text{Número de varillas} = \frac{14.63 \text{ cm}^2}{1.27}$$

Número de varillas =  $4.66 \approx 5$  varillas a lo largo del muro.

Por ser un muro de más de 4 mts. Se usarán dos columnas con 4 varillas No. 4 y estribos No. 2 @ cada 0.15 mts. Y una columna con 2 No. 3 y eslabones No.2 @ cada 0.15mts. Proporcionando un área de acero de  $11.58 \text{ cm}^2$  a lo largo del muro, cubriendo de esta manera el área de acero requerida,  $5.92 \text{ cm}^2$ .

b) Diseño a corte:

As horizontal =  $0.0009 (423\text{cms})(20\text{cms})$  se utilizó un 0.0009 tomando en cuenta

As horizontal =  $7.61 \text{ cm}^2$  que estamos en un país altamente sísmico.

Usando varillas No. 4 ( $1.27 \text{ cm}^2$ ) tenemos:

$$\text{Número de varillas} = \frac{15.00\text{cm}^2}{1.27}$$

Número de varillas =  $10.71 \approx 11$  varillas a lo largo del muro.

Se usarán 1 viga y 1 solera de humedad y dos soleras intermedias, según la altura del muro 4 varillas No. 3 y estribos No. 2 @ cada 0.20 mts. Proporcionando de esta manera un área de acero de  $8.52\text{cms}^2$  cubriendo así el área de acero requerida ( $7.61 \text{ cm}^2$ ).

### 3.2.2.8. DISEÑO DE ZAPATAS

#### Zapatas A-1 y A-2

Zapata A-1

$$P_u = 6 \text{ t}$$

$$M_{ux} = 35.84 = 0.04 \text{ t-m}$$

$$M_{uy} = 139.40 = 0.14 \text{ t-m}$$

$$\text{Altura de Col} = 3.10 \text{ m}$$

$$\text{Seccion de col} = 0.20 * 0.20$$

$$\text{Profundidad de Zapata} = n' = 0.8$$

$$W_c = 2.4 \text{ t/m}^3$$

$$W_s = 1.6 \text{ t/m}^3$$

$$V_s = 20 \text{ t/m}^3$$

$$FCU = 13.55$$

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

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

a) Área de Zapata

$$A = \frac{P_u}{V_s} = \frac{6}{20} = 0.30 \text{ @ } \sqrt{A} = 0.55 \text{ m}^2$$

$$\text{Asumir} = (0.75 * 0.75) = 0.56 \text{ m}^2$$

Cargas de Trabajo

$$P = 6 / 13.55 = 0.44 \text{ t}$$

$$M_x = 0.04 \text{ t-m} / 13.55 = 0.003 \text{ t-m}$$

$$M_y = 0.14 \text{ t-m} / 13.55 = 0.01 \text{ t-m}$$

$$\text{Chequeo de Presiones: espesor asumido} \quad t = 0.20$$

$$P_z = 0.44 + ((0.20)^2 * 3.10 + (0.75)^2 * 0.20)(2.4) + ((0.75)^2 * 0.8)(1.6) = 1.73 \text{ ton}$$

$$q = (1.73 / (0.75)^2) \pm ((6 * 0.003) / (1 * (0.75)^2)) \pm ((6 * 0.01) / ((0.75)^2 + 1)) =$$

$$q_{\min} = 2.94 \text{ t/m}^2 > 0$$

$$q_{\max} = 3.22 \text{ t/m}^2 < V_s = 20 \text{ t/m}^2$$

} Si cumple

$$A = 0.75 * 0.75$$

b) Carga Ultima ( $q_u$ )

$$q_u = (F C U) q_{m a x}$$

$$q_u = 13.55 (3.22) = 43.63 \text{ t/m}^2$$

c) Chequeo a Corte Punzonante ( $V_p$ )

to ( $V_{r1}$ )

$$V_r = \phi * 1.06 \sqrt{f'c} = 0.85 (1.06) \sqrt{210} = 13.06 \text{ Kg/cm}^2 @ 130.6 \text{ T/m}^2$$

Fuerza de Corte Punzonante ( $V_p$ )

$$V_p = 43.63 ( (0.75)^2 - (0.20 + (0.175)^2) ) = 18.41$$

Esfuerzo de Corte Punzonante ( $V_p$ )

$$V_p = V_p / bd = 18.41 / (4(0.20 * 0.175(0.175))) = 70.13 \text{ T/m}^2$$

$$V_r > V_p \rightarrow 130.60 \text{ t/m}^2 > 70.13 \text{ t/m}^2$$

Por Tanteos, Obtenemos:

$$d(\text{m}) \quad \rightarrow \quad 10 \quad \rightarrow \quad 0.15$$

$$V_p(\text{t/m}^2) \quad \rightarrow \quad 171.75 \quad \rightarrow \quad 94.43 < 130.60 \quad \text{OK}$$

$$V_{p0.10} = 20.61 / 0.12 = 171.75$$

$$V_{p0.15} = 19.20 / 0.21 = 91.43$$

Asumiendo un recubrimiento de 5 cms

$$t_{real} = 0.15 + 0.05 = 0.20 \text{ m}$$

Chequeando de nuevo las presiones

$$q_{min} = 2.94 \text{ t/m}^2$$

$$q_{max} = 3.22 \text{ t/m}^2 < V_s = 20 \text{ t/m}^2 \quad \text{OK}$$

Chequeo de corte simple: (Vs)

$$V_c = 0.85 (0.53) \sqrt{210} = 6.53 \text{ Kg/cm}^2 = 65.3 \text{ T/m}^2$$

Esfuerzo corte simple

$$V_s = \frac{V_s}{b \cdot d} = \frac{4.09}{(0.75 \cdot 0.15)} = 36.36 \text{ T/m}^2$$

com  $V_s = 36.36 \text{ t/m}^2 < V_c = 65.3 \text{ t/m}^2 \rightarrow$  esta bien

e) Acero de refuerzo por flexión:

Si calculamos el acero para una franja de 1.00m

(100 cm) entonces  $w = 43.63 \text{ t/m}$

$$x = (0.75 - 0.20) / 2 = 0.28$$

$$M = wx^2 / 2 = 43.63 (0.28)^2 / 2 = 1.71 \text{ t-m}$$

Datos de diseño

$$M = 1,710 \text{ kg-m} \quad f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 \quad fy = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 100 \text{ cm.} \quad d = 20$$

$$A_{smin} = 4 \text{ cm}^2$$

$$A_{req} = (100 \cdot 20) - \sqrt{(100 \cdot d)^2 - (1,710 \cdot 100 / 0.003525 \cdot f'c)} (0.85) (210 / 2,810) =$$

$$A_{req} = 3.72 \text{ cm}^2$$

$A_{smin} \rightarrow 4 \text{ cm}^2 \quad 6 \# 3 @ 0.18 \text{ mts}$  en cada cama

Zapata A - 2

$$P_o = 0.44 \text{ ton}$$

$$W_c = 2.4 \text{ t/m}^3$$

$$M_{ux} = 35.84 \text{ kg-m} \rightarrow 0.036 \text{ t-m}$$

$$W_s = 1.6 \text{ t/m}^3$$

$$M_{uy} = 35.15 \text{ kg-m} \rightarrow 0.035 \text{ t-m}$$

$$V_s = 20 \text{ t/m}^2$$

$$h_{col} = 3.10$$

$$FCU = 1.40$$

$$\text{sección de col} = 0.20 \cdot 0.20$$

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

$$\text{Profundidad de zapata} = h' = 0.8$$

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

$$P1 = 0.44 \text{ ton} / 1.40 = 0.31 \text{ ton}$$

$$M_{tx} = 0.036 \text{ t-m} / 1.40 = 0.03 \text{ t-m}$$

$$M_{ty} = 0.035 \text{ t-m} / 1.40 = 0.025 \text{ t-m}$$

$$A_z = 1.5 (0.31) / 20 \text{ r/m}^2 = 0.02 \text{ m}^2$$

$$Z_{ap} = 0.50 * 0.50 = 0.25 \text{ m}^2$$

$$P_z = 0.31 + \left( (0.20)^2 3.10 + (0.50)^2 0.20 \right) (2.4) + (0.50)^2 (0.8) (1.6) =$$

$$P_z = 1.05$$

$$q = \left( 1.05 / (0.5)^2 \right) \pm \left( 6 * 0.03 / 1(0.5)^2 \right) \pm \left( 6 * 0.025 / 1(0.5)^2 \right) =$$

$$q_{\min} = 2.88$$

$$q_{\max} = 5.52 \text{ t-m} < 20 \text{ t-m} \quad \text{OK}$$

b) Carga Ultima ( $q_u$ )

$$q_u = \text{FCU} = 1.40 * q_{\max} = 1.40 * 5.52 = 7.73$$

c) Chequeo de corte punzonante

$$\gamma_r = \phi (1.06) \sqrt{(r \cdot c)} = 0.85 (1.06) \sqrt{210} = 13.06 \text{ Kg/cm}^2$$



### **3.2.3. RESUMEN DE DIMENSIONES Y CONFINAMIENTO DE: ZAPATAS, COLUMNAS, VIGAS, MUROS.**

#### **● ZAPATAS**

##### **• ZAPATAS TIPO A1**

6 Unidades de zapatas A1 de (0.75m \* 0.75m \* 0.20m )

Resistencia del concreto: 217 Kg/cm<sup>2</sup> (igual a una proporción volumétrica 1:2:2)

##### **• ZAPATAS TIPO A2**

3 Unidades de Zapatas A2 de (0.50m \* 0.50m \* 0.20m)

Resistencia del concreto: 217 Kg/cm<sup>2</sup> (igual a una proporción volumétrica 1:2:2)

#### **● COLUMNAS**

##### **• COLUMNAS TIPO A1**

6 Unidades de columnas A1 de (0.20m\* 0.20m) 3.90m

Resistencia del concreto: 217 Kg/cm<sup>2</sup> (igual a una proporción volumétrica 1:2:2)

##### **• COLUMNAS TIPO A2**

3 Unidades de columnas A2 de (0.20m\* 0.20m) 3.90m

Resistencia del concreto: 217 Kg/cm<sup>2</sup> (igual a una proporción volumétrica 1:2:2)

## ● VIGAS

### ● VIGAS eje " Y " de A - C

3 Unidades de vigas de (0.20m\* 0.15m) 8.45m. Resistencia del concreto: 217 Kg/cm<sup>2</sup> (igual a una proporción volumétrica 1:2:2)

### ● VIGAS eje " X " de 1 - 3

2 Unidades de vigas de (0.20m\* 0.15m) 9.40m

Resistencia del concreto: 217 Kg/cm<sup>2</sup> (igual a una proporción volumétrica 1:2:2)

## ● MUROS

### ● CALCULO DE BLOCK

1,724 ud de Block pómez de ( 0.20m \* 0.20m \* 0.40 ). Resistencia 25 Kg/cm<sup>2</sup>

### ● SOLERA DE HUMEDAD

1 Unidad de solera de humedad de (0.20m\* 0.20m) 44.15m

Resistencia del concreto: 165 Kg/cm<sup>2</sup> (igual a una proporción volumétrica 1:2:3)

### ● SOLERAS INTERMEDIAS

2 Unidad de soleras intermedias: (0.20m\* 0.10m) 88.30m

Resistencia del concreto:165 Kg/cm<sup>2</sup> (igual a una proporción volumétrica 1:2:3)

### ● COLUMNAS INTERMEDIAS

10 Unidades columnas intermedias: 10ud\*(0.20m\* 0.10m) 3.30m

Resistencia del concreto:165 Kg/cm<sup>2</sup> (igual a una proporción volumétrica 1:2:3)

### 3.3. PRESUPUESTO ESCUELA EL TERRERO DETALLADO

Tabla XV. PRESUPUESTO ESCUELA EL TERRERO, SAN DIEGO, ZACAPA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Agua lts	1540	lts	Q 0.25	Q 385.00
Alambre de amarre	158	lbs	Q 4.25	Q 673.12
Alambre No. 10	130	mts	Q 3.75	Q 487.50
Apagadores	2	ud	Q 15.00	Q 30.00
Arena amarilla cernida 1/4"	18	m3	Q 250.00	Q 4,622.50
Arena de río	7	m3	Q 125.00	Q 927.82
Barretas	2	ud	Q 100.00	Q 200.00
Block pomez	1724	ud	Q 3.25	Q 5,602.03
Brochas de 1/2"	2	ud	Q 26.50	Q 53.00
Caja exagonal	6	ud	Q 7.00	Q 42.00
Caja rectangular	6	ud	Q 7.00	Q 42.00
Cal hidratada	161	bolsas	Q 30.00	Q 4,830.00
Carretas	2	ud	Q 200.00	Q 400.00
Cemento portland 4,000PSI	105	sacos	Q 40.00	Q 4,192.84
Cubetas	6	ud	Q 30.00	Q 180.00
Estructura metálica	80	m2	Q 400.00	Q32,000.00
Flipones (4 flipones de 20 amp)	1	ud	Q 130.00	Q 130.00
Hierro No. 3	27	qq	Q 280.00	Q 7,590.80
Hierro No. 4	2	qq	Q 260.00	Q 644.80
Hierro No.2	2	qq	Q 240.00	Q 444.00
Palas	4	ud	Q 40.00	Q 160.00
Parales (3"*3"*10')	75	pie/tabla	Q 4.50	Q 337.50
Piedrín de 3/4"	5	m3	Q 200.00	Q 904.51
Pintura color blanco de hule	23	gal	Q 130.00	Q 2,990.00
Piochas	4	ud	Q 40.00	Q 160.00
Piso de granito	104	m2	Q 48.00	Q 4,989.60
Poliducto	65	mtl	Q 4.00	Q 260.00
Puertas de metal( con chapa )	2	ud	Q 300.00	Q 600.00
Rodillos	2	ud	Q 56.75	Q 113.50
Tablas ( 1'*12"*12')	60	pie/tabla	Q 4.50	Q 270.00
Tablones ( 1 1/2"*12"*8 )	120	pie/tabla	Q 4.50	Q 540.00
Tomacorrientes	4	ud	Q 15.00	Q 60.00
Toneles	3	ud	Q 100.00	Q 300.00
Transporte	25	m3	Q 125.00	Q 3,125.00
Ventanas	25	m2	Q 360.00	Q 8,920.80
TOTAL:				Q87,208.30

**TOTAL DE MATERIALES = Q87,208.30**

## MANO DE OBRA

PERSONAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Albañiles	65	días	Q 75.00	Q 4,875.00
Ayudantes	65	días	Q 40.00	Q 2,600.00
Maestro de obras	65	días	Q 100.00	Q 6,500.00
			<b>Total:</b>	<b>Q13,975.00</b>

Costo de mano de obra por el porcentaje de prestaciones = Q 13,975.00 \* 65.41%= Q 9,141.05

**TOTAL DE MANO DE OBRA = Q13,975.00 + Q9,141.05 = Q23,116.05**

## COSTO PROVISIONAL DE LA OBRA

COSTO MATERIALES	<b>Q 87,208.30</b>	\$ 11,489.89
COSTO MANO DE OBRA	<b><u>Q 23,116.05</u></b>	\$ 3,045.59
COSTO PROVISIONAL	<b>Q 110,324.35</b>	\$ 14,535.49

**Nota: tipo de cambio de Q 7.59 x \$1.00 de U.S.A.**

## COSTO DE GASTOS IMPREVISTOS

GASTOS IMPREVISTOS **Q 11,032.44**

## COSTO TOTAL DE LA OBRA

**COSTO TOTAL EN Q GUATEMALA: Q 121,356.79**

**COSTO TOTAL EN \$ U.S.A : \$15,989.04**

**Nota: tipo de cambio de Q 7.59 x \$1.00 de U.S.A.**

**AREA TOTAL = 79.43 M2**

**COSTO POR M2 =Q 1,527.85**

**COSTO POR M2 = \$ 201.30**

**Nota: tipo de cambio de Q 7.59 x \$1.00 de U.S.A.**

### 3.4. PRESUPUESTO DESGLOSADO

Con detalle y dimensionamiento de cada elemento

#### ESCUELA EL TERRERO, SAN DIEGO, ZACAPA

##### COSTO DE MATERIALES

Nota: tipo de cambio de Q 7.59 x \$1.00 de U.S.A.

#### 1. ZAPATAS

##### 1.1) ZAPATAS TIPO A1

6 Unidades de zapatas A1 de (0.75m \* 0.75m\* 0.20m )

Resistencia del concreto: 217 Kg/cm<sup>2</sup> (igual a una proporción volumétrica 1:2:2)

No.	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cemento portland 4,000PSI	7	sacos	Q40.00	Q 280.00
2	Arena de río	0.38	m <sup>3</sup>	Q125.00	Q 47.50
3	Piedrín de 3/4"	0.38	m <sup>3</sup>	Q200.00	Q 76.00
4	Agua lts	155	lts	Q0.25	Q 38.75
5	Hierro No. 3	0.72	qq	Q280.00	Q 201.60
6	Alambre de amarre	3.58	lbs	Q4.25	Q 15.22
				TOTAL Q:	Q 659.07
				TOTAL \$:	\$ 86.83

##### 1.1.1) TACOS PARA ZAPATAS A1

36 Unidades de tacos tipo A1 (0.05 \* 0.05 \* 0.05)

Resistencia del concreto:217 Kg/cm<sup>2</sup> (igual a una proporción volumétrica 1:2:2)

No.	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cemento portland 4,000PSI	0.00098	sacos	Q40.00	Q 0.04
2	Arena de río	0.000055	m <sup>3</sup>	Q125.00	Q 0.01
3	Piedrín de 3/4"	0.000055	m <sup>3</sup>	Q200.00	Q 0.01
4	Agua lts	0.02	lts	Q0.25	Q 0.01
5	Alambre de amarre	0.4	lbs	Q4.25	Q 1.70
				TOTAL Q:	Q 1.76
				TOTAL \$:	\$ 0.23

## 1.2) ZAPATAS TIPO A2

3 Unidades de Zapatas A2 de (0.50m \* 0.50m \* 0.20m)

Resistencia del concreto: 217 Kg/cm<sup>2</sup> (igual a una proporción volumétrica 1:2:2)

No.	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cemento portland 4,000PSI	1.47	sacos	Q40.00	Q 58.80
2	Arena de río	0.0825	m <sup>3</sup>	Q125.00	Q 10.31
3	Piedrín de 3/4"	0.0825	m <sup>3</sup>	Q200.00	Q 16.50
4	Agua lts	34	lts	Q0.25	Q 8.50
5	Hierro No. 3	0.19	qq	Q280.00	Q 53.20
6	Alambre de amarre	1	lbs	Q4.25	Q 4.25
				TOTAL Q :	Q 151.56
				TOTAL \$ :	\$ 19.97

### 1.2.1) TACOS PARA ZAPATAS A2

25 Unidades de tacos tipo A2 (0.075 \* 0.10 \* 0.10)

Resistencia del concreto: 217 Kg/cm<sup>2</sup> (igual a una proporción volumétrica 1:2:2)

No.	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cemento portland 4,000PSI	0.18	sacos	Q40.00	Q 7.20
2	Arena de río	0.01	m <sup>3</sup>	Q125.00	Q 1.25
3	Piedrín de 3/4"	0.01	m <sup>3</sup>	Q200.00	Q 2.00
4	Agua lts	4.27	lts	Q0.25	Q 1.07
5	Alambre de amarre	0.4	lbs	Q4.25	Q 1.70
				TOTAL Q :	Q 13.22
				TOTAL \$ :	\$ 1.74

## 2. COLUMNAS

### 2.1.) COLUMNAS TIPO A1

6 Unidades de columnas A1 de (0.20m\* 0.20m) 3.90m

Resistencia del concreto:217 Kg/cm<sup>2</sup> (igual a una proporción volumétrica 1:2:2)

No.	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cemento portland 4,000PSI	9.21	sacos	Q40.00	Q 368.40
2	Arena de río	0.52	m3	Q125.00	Q 65.00
3	Piedrín de 3/4"	0.52	m3	Q200.00	Q 104.00
4	Agua lts	213	lts	Q0.25	Q 53.25
5	Hierro No. 3	4.19	qq	Q280.00	Q 1,173.20
6	Hierro No. 4	2.48	qq	Q260.00	Q 644.80
7	Alambre de amarre	34	lbs	Q4.25	Q 144.50
				TOTAL Q :	Q 2,553.15
				TOTAL \$ :	\$ 336.38

### 2.2) COLUMNAS TIPO A2

3 Unidades de columnas A2 de (0.20m\* 0.20m) 3.90m

Resistencia del concreto: 217 Kg/cm<sup>2</sup> (igual a una proporción volumétrica 1:2:2)

No.	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cemento portland 4,000PSI	4.61	sacos	Q40.00	Q 184.40
2	Arena de río	0.26	m3	Q125.00	Q 32.50
3	Piedrín de 3/4"	0.26	m3	Q200.00	Q 52.00
4	Agua lts	106.69	lts	Q0.25	Q 26.67
5	Hierro No. 3	4.86	qq	Q280.00	Q 1,360.80
6	Alambre de amarre	24	lbs	Q4.25	Q 102.00
				TOTAL Q :	Q 1,758.37
				TOTAL \$ :	\$ 231.67

### 3. VIGAS

#### 3.1) VIGAS eje " Y " de A - C

3 Unidades de vigas de (0.20m\* 0.15m) 8.45m. Resistencia del concreto: 217

Kg/cm<sup>2</sup> (igual a una proporción volumétrica 1:2:2)

No.	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cemento portland 4,000PSI	2.55	sacos	Q40.00	Q 102.00
2	Arena de río	0.14	m3	Q125.00	Q 17.50
3	Piedrín de 3/4"	0.14	m3	Q200.00	Q 28.00
4	Agua lts	59	lts	Q0.25	Q 14.75
5	Hierro No. 3	6.43	qq	Q280.00	Q 1,800.40
6	Alambre de amarre	32.15	lbs	Q4.25	Q 136.64
				TOTAL Q :	Q 2,099.29
				TOTAL \$ :	\$ 276.58

#### 3.2.) VIGAS eje " X " de 1 - 3

2 Unidades de vigas de (0.20m\* 0.15m) 9.40m

Resistencia del concreto: 217 Kg/cm<sup>2</sup> (igual a una proporción volumétrica 1:2:2)

No.	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cemento portland 4,000PSI	2.55	sacos	Q40.00	Q 102.00
2	Arena de río	0.14	m3	Q125.00	Q 17.50
3	Piedrín de 3/4"	0.14	m3	Q200.00	Q 28.00
4	Agua lts	59	lts	Q0.25	Q 14.75
5	Hierro No. 3	4.74	qq	Q280.00	Q 1,327.20
6	Alambre de amarre	23.7	lbs	Q4.25	Q 100.73
				TOTAL Q :	Q 1,590.18
				TOTAL \$ :	\$ 209.51



#### 4. MUROS

##### 4.1) SOLERA DE HUMEDAD

1 Unidad de solera de humedad de (0.20m\* 0.20m) 44.15m

Resistencia del concreto: 165 Kg/cm<sup>2</sup> (igual a una proporción volumétrica 1:2:3)

No.	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cemento portland 4,000PSI	14.87	sacos	Q40.00	Q 594.80
2	Arena de río	0.83	m3	Q125.00	Q 103.75
3	Piedrín de 3/4"	1.26	m3	Q200.00	Q 252.00
4	Agua lts	383	lts	Q0.25	Q 95.75
5	Hierro No.2	1	qq	Q240.00	Q 240.00
6	Hierro No. 3	2.52	qq	Q280.00	Q 705.60
7	Alambre de amarre	17.6	lbs	Q4.25	Q 74.80
				TOTAL Q :	Q 2,066.70
				TOTAL \$ :	\$ 272.29

##### 4.2) SOLERAS INTERMEDIAS

2 Unidad de soleras intermedias: (0.20m\* 0.10m) 88.30m

Resistencia del concreto:165 Kg/cm<sup>2</sup> (igual a una proporción volumétrica 1:2:3)

No.	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cemento portland 4,000PSI	14.87	sacos	Q40.00	Q 594.80
2	Arena de río	0.83	m3	Q125.00	Q 103.75
3	Piedrín de 3/4"	1.26	m3	Q200.00	Q 252.00
4	Agua lts	383	lts	Q0.25	Q 95.75
5	Hierro No.2	0.7	qq	Q240.00	Q 168.00
6	Hierro No. 3	2.52	qq	Q280.00	Q 705.60
7	Alambre de amarre	16.1	lbs	Q4.25	Q 68.43
				TOTAL Q :	Q 1,988.33
				TOTAL \$ :	\$ 261.97

#### 4.3) COLUMNAS INTERMEDIAS

10 Unidades columnas intermedias: 1Oud\*(0.20m\* 0.10m) 3.30m

Resistencia del concreto:165 Kg/cm<sup>2</sup> (igual a una proporción volumétrica 1:2:3)

No.	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cemento portland 4,000PSI	5.54	sacos	Q40.00	Q 221.60
2	Arena de río	0.31	m3	Q125.00	Q 38.75
3	Piedrín de 3/4"	0.47	m3	Q200.00	Q 94.00
4	Agua lts	143	lts	Q0.25	Q 35.75
5	Hierro No.2	0.15	qq	Q240.00	Q 36.00
6	Hierro No. 3	0.94	qq	Q280.00	Q 263.20
7	Alambre de amarre	5.45	lbs	Q4.25	Q 23.16
				TOTAL Q :	Q 712.46
				TOTAL \$ :	\$ 93.87

#### 4.4) CALCULO LEVANTADO DE MURO

##### 4.4.1) CALCULO DE BLOCK

1,724 ud de Block pómez de ( 0.20m \* 0.20m \* 0.40 ). Resistencia 25 Kg/cm<sup>2</sup>

No.	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Block pómez	1,724	ud	Q3.25	Q 5,602.03
				TOTAL Q :	Q 5,602.03
				TOTAL \$ :	\$ 738.08

##### 4.4.2) CALCULO DE SABIETA

Proporción: 1 cemento y 3 de arena de río (1:3)

No.	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cemento Pórtland 4,000PSI	22	sacos	Q40.00	Q 880.00
2	Arena de río	2.42	m3	Q125.00	Q 302.50
				TOTAL Q :	Q 1,182.50
				TOTAL \$ :	\$ 155.80

## 5. ACABADOS

### 5.1) ENSABIETADO DE PAREDES

Proporción: 1 cemento y 3 de arena de río (1:3)

No.	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cemento portland 4,000PSI	17.72	sacos	Q40.00	Q 708.80
2	Arena de río	1.5	m3	Q125.00	Q 187.50
				TOTAL Q :	Q 896.30
				TOTAL \$ :	\$ 118.09

### 5.2) REPELLOS

Proporción: 1 cal y 3 de arena amarilla cernida tamiz 1/4" (1:3) 10% cemento.

No.	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cemento portland 4,000PSI	1	sacos	Q40.00	Q 40.00
2	Cal hidratada	103	bolsas	Q30.00	Q 3,090.00
3	Arena amarilla cernida 1/4"	6.07	m3	Q250.00	Q 1,517.50
				TOTAL Q :	Q 4,647.50
				TOTAL \$ :	\$ 612.32

### 5.3) MEZCLÓN

Proporción: 1 cal y 4 de arena amarilla (8cm de espesor) + 10% cemento

No.	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cemento portland 4,000PSI	1	sacos	Q40.00	Q 40.00
2	Cal hidratada	45	bolsas	Q30.00	Q 1,350.00
3	Arena amarilla	9.12	m3	Q250.00	Q 2,280.00
				TOTAL Q :	Q 3,670.00
				TOTAL \$ :	\$ 483.53

#### 5.4) VENTANERÍA

Nota: ventanería de aluminio tipo mil finish (de paletas)

No.	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Ventanas eje " Y "	4.03	m2	Q 360.00	Q 1,450.80
2	Ventanas eje " X "	16.72	m2	Q 360.00	Q 6,019.20
3	Ventanas eje " X "	4.03	m2	Q 360.00	Q 1,450.80
				TOTAL Q :	Q 8,920.80
				TOTAL \$ :	\$ 1,175.33

#### 5.5) PUERTAS

Nota: puertas de metal (1m \* 2.10m) 2 ud

No.	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Puertas de metal( con chapa )	2	ud	Q 300.00	Q 600.00
				TOTAL Q :	Q 600.00
				TOTAL \$ :	\$ 79.05

#### 5.6) PISO

Piso de granito color gris claro de (0.20m \* 0.20m)

No.	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Piso de granito	103.95	m2	Q 48.00	Q 4,989.60
				TOTAL Q :	Q 4,989.60
				TOTAL \$ :	\$ 657.39

### 5.6.1) MEZCLA PARA COLOCACIÓN DE PISO

Proporción: 1 de cal y 6 de arena amarilla cernida 1/4" + 10 % cemento

No.	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cemento portland 4,000PSI	0.25	sacos	Q40.00	Q 10.00
2	Cal hidratada	13	bolsas	Q30.00	Q 390.00
3	Arena amarilla	3.3	m3	Q250.00	Q 825.00
				TOTAL Q :	Q 1,225.00
				TOTAL \$ :	\$ 161.39

### 5.7) PINTURA

Pintura color blanco de hule

No.	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Pintura color blanco de hule	23	gal	Q 130.00	Q 2,990.00
				TOTAL Q :	Q 2,990.00
				TOTAL \$ :	\$ 393.93

## 6. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

No.	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Flipones (4 flipones de 20 amp)	1	caja	Q 130.00	Q 130.00
2	Apagadores	2	ud	Q 15.00	Q 30.00
3	Tomacorrientes	4	ud	Q 15.00	Q 60.00
4	Poliducto	65	ml	Q 4.00	Q 260.00
5	Caja hexagonal	6	ud	Q 7.00	Q 42.00
6	Caja rectangular	6	ud	Q 7.00	Q 42.00
7	Alambre No. 10	130	ml	Q 3.75	Q 487.50
				TOTAL Q :	Q 1,051.50
				TOTAL \$ :	\$ 138.54

## 7. CÁLCULO DE MADERA

No.	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Parales (3''*3''*10')	75	pies/tabla	Q 4.50	Q 337.50
2	Tablones ( 1 1/2''*12''*8 )	120	pies/tabla	Q 4.50	Q 540.00
3	Tablas ( 1'*12''*12')	60	pies/tabla	Q 4.50	Q 270.00
				TOTAL Q :	Q 1,147.50
				TOTAL \$ :	\$ 151.18

## 8. CÁLCULO DE ESTRUCTURA METÁLICA

Cotización hecha en San Diego Zacapa por el dueño del único taller de estructura metálica:

No.	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Estructura metálica	80	m2	Q 400.00	Q32,000.00
				TOTAL Q :	Q32,000.00
				TOTAL \$ :	\$ 4,216.07

## 9. CÁLCULO DE HERRAMIENTAS

No.	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Barretas	2	ud	Q 100.00	Q 200.00
2	Brocha de 1/2"	2	ud	Q 26.50	Q 53.00
3	Carretas	2	ud	Q 200.00	Q 400.00
4	Cubetas	6	ud	Q 30.00	Q 180.00
5	Palas	4	ud	Q 40.00	Q 160.00
6	Piochas	4	ud	Q 40.00	Q 160.00
7	Rodillo	2	ud	Q 56.75	Q 113.50
8	Toneles	3	ud	Q 100.00	Q 300.00
				TOTAL Q :	Q 1,566.50
				TOTAL \$ :	\$ 206.39

## 10. CÁLCULO DE TRANSPORTE

Los camiones que se utilizaran son de 5m3

No.	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Transporte	25	m3	Q 125.00	Q 3,125.00
				TOTAL Q :	Q 3,125.00
				TOTAL \$ :	\$ 411.73

## COSTO DE MANO DE OBRA

### 1. COSTO DE MANO DE OBRA POR DÍA

#### 1.1) CÁLCULO DE TIEMPO CALENDARIO

2 Albañiles

2 Ayudantes

Fecha de inicio: 2 de noviembre del 2005

Fecha de conclusión: 5 de enero del 2005

#### 1.1.1) Jornada: 8 horas diarias

1.1.2) Año 2005: 365 días

1.1.3) Días no trabajados:

1.1.3.1) Asuetos laborales:

Asuetos	días
24 de diciembre	0.5
25 de diciembre	1
31 de diciembre	0.5
1 de enero	1
<b>Total:</b>	<b>3</b>

1.1.3.2) Feriados

Feriados	días
	0
<b>Total:</b>	<b>0</b>

1.1.3.3) Domingos

Domingos	días
Noviembre	4
Diciembre	3
Enero	0
<b>Total:</b>	<b>7</b>

1.1.3.4) Sábados

Sábados	días
Noviembre	2
Diciembre	1.5
Enero	0
<b>Total:</b>	<b>3.5</b>

365 días----- 15 días

65 días----- x

X = 3 días de vacaciones

**1.1.3) Total de días no trabajados = 17 días**

Nota: pago de día extraordinario =1.5 el valor del día normal (según la ley)



## 1.2) TOTAL DE DÍAS LABORADOS

	Días laborales	días
1.2.1).	Días no laborados	17
1.2.2).	Días laborados	48
	<b>Total:</b>	<b>65</b>

## 1.3) RELACIÓN DE PORCENTAJES

1.3.1) Días no trabajados =  $17 / 65 = 0.2615 * 100\% = 26.15\%$

1.3.2) Indemnización =  $30 / 365 = 8.22\%$

1.3.3) Aguinaldo =  $30 / 365 = 8.22\%$

1.3.4) Bono 14 =  $30 / 365 = 8.22\%$

**TOTAL: 50.81%**

1.3.5) IGSS = 10.67%

1.3.6) INTECAP = 1%

1.3.7) IRTRA = 1%

**TOTAL: 12.67%**

Prestaciones que debemos

Pagar por cada quetzal que =  $50.81\% + 12.67\% = 63.48\%$

Paguemos a los trabajadores

No.	PERSONAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Albañiles	65	días	Q 75.00	Q 4,875.00
2	Ayudantes	65	días	Q 40.00	Q 2,600.00
3	Maestro de obras	65	días	Q 100.00	Q 6,500.00
				<b>Total Q :</b>	<b>Q13,975.00</b>
				<b>Total \$ :</b>	<b>\$ 1,841.24</b>

Costo de mano de obra por el porcentaje de prestaciones

$CMO * \%P = Q 13,975.00 * 65.41\% = Q9, 141.05$

**TOTAL DE MANO DE OBRA Q = Q13, 975.00 + Q9, 141.05= Q23, 116.05**

**TOTAL DE MANO DE OBRA \$ = \$ 3,045.59**

**COSTO PROVISIONAL DE LA OBRA**

COSTO MATERIALES	<b>Q 87,208.30</b>	<b>\$ 11,489.89</b>
COSTO MANO DE OBRA	<b><u>Q23,116.05</u></b>	<b><u>\$ 3,045.59</u></b>
COSTO PROVISIONAL	<b>Q110,324.35</b>	<b>\$ 14,535.49</b>

**COSTO DE GASTOS IMPREVISTOS**

1.1) Gastos imprevistos = 10% del total del costo provisional de la obra

GASTOS IMPREVISTOS: **Q 11,032.44**

GASTOS IMPREVISTOS: **\$ 1,453.55**

**COSTO TOTAL DE LA OBRA**

**COSTO TOTAL : Q 121, 356.79**

**COSTO TOTAL : \$ 15,989.04**

**ÁREA TOTAL = 79.43 M2**

**COSTO POR M2 = Q 1,527.85**

**COSTO POR M2 = \$ 201.30**

### 3.5. FACTIBILIDAD DEL PROYECTO:

Según los análisis anteriores, se puede deducir y recomendar que según la relación del presupuesto de la obra está dentro de los márgenes aceptables del costo por metro cuadrado de construcción que se manejan dentro del mismo municipio. Siendo así satisfactorio para que el proyecto pueda ser ejecutado. Ya que su costo es bien fundamentado en relación a la gran necesidad de aulas, que tiene la escuela de la aldea el Terrero del municipio de San Diego Zacapa, para cubrir la demanda inmediata de la población estudiantil.

Adicionalmente, Sus características constructivas y amplio análisis son buenos determinantes de sus cualidades como un proyecto factible de construir.

### 3.6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES: AMPLIACIÓN ESCUELA EL TERRERO SAN DIEGO ZACAPA:

Tabla XVI

Tiempo en semanas

No.	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Chapeo y nivelación	■											
2	Hechura Zapatas	■											
3	Hechura de Columnas		■										
4	Hechura de vigas			■									
5	Levantado paredes				■	■							
6	Inst.poliducto electric.					■							
6	Colocación techo						■	■					
7	Mezclón							■					
8	Ensabetado paredes								■				
9	Repello									■			
10	Colocación ventanas										■		
11	Colocación pisos											■	
12	Inst. electricas												■



## CONCLUSIONES

### Generales

En el anterior trabajo de graduación, se presentó la oportunidad de desarrollar los estudios y diseños necesarios, para la posible elaboración de los dos proyectos antes mencionados, donde se consideraron las soluciones y se proponen las que son de mejor desempeño funcional y económico. También, es importante tomar en cuenta en el momento de diseñar la importancia de:

- Reconocer las distintas alternativas a los problemas y la posibilidad de plantear soluciones a las mismas.
- Diseñar la alternativa que satisfaga de mejor manera, las necesidades del proyecto, habiendo considerado algunas otras soluciones, sin desarrollarlas que aunque practicas no llenaban los requisitos indispensables para realizarse en el proyecto.
- Por medio de la investigación, permitir a los interesados, un estudio detallado de los distintos proyectos y soluciones, que se propuso a cada uno de ellos.

## **Específica**

### **Proyecto 1**

#### **DISEÑO DE LA RED PRINCIPAL DE CONDUCCIÓN DE AGUAS RESIDUALES**

Después del diseño y presupuesto del proyecto, para cualquier persona interesada en este estudio, hacer saber de la poca factibilidad del proyecto, debido a los costos elevados del proyecto. Ya que, a pesar de haber tomado pendientes de tuberías bastante bajas en el diseño, no se evitaba la gran profundidad de los pozos de visita, debido a la topografía del terreno. Haciendo que estas profundidades de excavación generaran costos muy elevados en lo que respecta a: maquinaria, mano de obra, equipo, transporte en materiales a remover y problemas de seguridad para los trabajadores en la construcción de los pozos de visitas.

En conclusión se puede decir que por la topografía del terreno, no se puede llevar a cabo de una manera económica la realización del proyecto.

Lo cual nos lleva a considerar alguna solución alterna a el proyecto como lo es:

La ejecución de un proyecto en el que se pueda diseñar un sistema con dos plantas de tratamiento para cada uno de las poblaciones.

### **Proyecto 2**

#### **AMPLIACIÓN DE ESCUELA EL TERRERO DE SAN DIEGO ZACAPA**

El anterior trabajo de graduación propone el diseño y presupuesto para la posible construcción de dos aulas en la escuela el Terrero, donde se determinó una de las soluciones más factibles a las alternativas de diseño utilizando métodos conocidos como Cross, integraciones de cargas y diseño de cada uno de los elementos actuantes dentro de la estructura y que en relación de costos hacen factible su posible ejecución.

## **RECOMENDACIONES**

### **Generales**

La experiencia que da el poder realizar el ejercicio de prácticas supervisadas, es de vital importancia para un futuro profesional en la rama de la ingeniería civil. Ya que, proporciona muchas experiencias laborales, técnicas y profesionales, al plantear posibles soluciones a situaciones reales, en las distintas comunidades. Es importante presentar este reporte final, ya que muestra los distintos métodos de diseño que se implementaron en la solución de los dos proyectos.

### **Específica**

#### **Proyecto 1**

#### **DISEÑO DE LA RED PRINCIPAL DE CONDUCCIÓN DE AGUAS RESIDUALES**

Debido a que el proyecto que se analizó no es factible para su realización se proponen algunas posibles soluciones al mismo tiempo que tendrán que ser, posteriormente, objeto de investigación.

1. Plantear la posibilidad de realizar una planta de tratamientos de aguas residuales en cada una de las comunidades.
2. Determinar la posibilidad del mejoramiento de los sistemas de fosas de absorción existentes en cada comunidad y ver posibles soluciones para hacerlos eficientes.
3. Plantear la construcción de fosas sépticas más grandes con pozos de absorción con mucha mayor capacidad para cumplir con su función.

## **Proyecto 2**

### **AMPLIACIÓN DE ESCUELA EL TERRERO DE SAN DIEGO ZACAPA**

En el siguiente proyecto se determinó que es factible su ejecución en función económica, estructuralmente, eficiente y de características arquitectónicas funcionales, por lo que podría catalogarse como un diseño con grandes posibilidades de aprovechamiento para su ejecución.

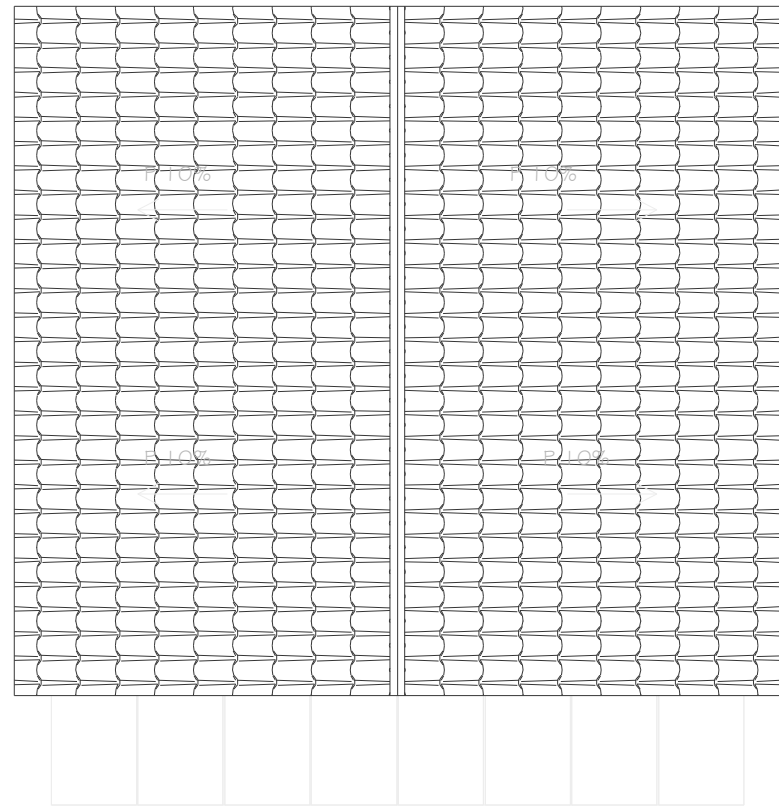


## BIBLIOGRAFÍA

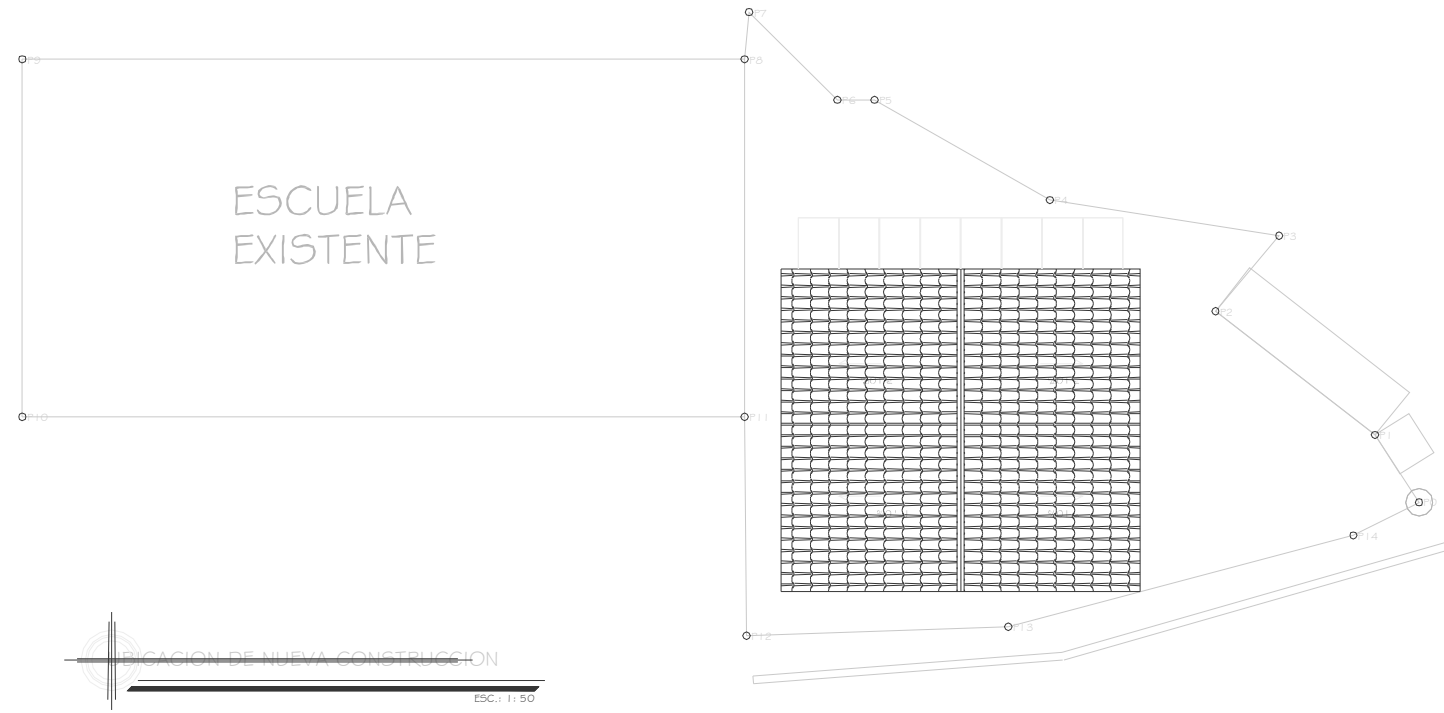
1. Ángel Roberto Sic García. GUÍA TEÓRICA Y PRÁCTICA DEL CURSO DE CONCRETO ARMADO 2. Tesis, Fac. Ingeniería USAC. Guatemala Octubre de 1988.
2. Comisión Nacional del Medio Ambiente. REGLAMENTO SOBRE ESTUDIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. Presidencia de la República. Guatemala 1998.
3. Comentarios al Reglamento para las construcciones de Concreto Estructural ACI 318 – 95.
4. CRITERIOS NORMATIVOS PARA EL DISEÑO DE EDIFICIOS ESCOLARES. Ministerio de educación No de registro Biblioteca CEDAR 727.1G918
5. DISEÑO DE CENTROS EDUCATIVOS. Castladi, Bacil No de registro CEDAR 727.3C346
6. Danilo Antonio Perdomo Cordón. GUÍA TEÓRICA Y PRÁCTICA DEL CURSO DE “CONCRETO ARMADO 1”. Tesis, Fac. Ingeniería USAC. Guatemala Junio de 1987.

7. Federico S. Marrito y M. Kent Loftin. MANUAL DEL INGENIERO CIVIL, Editorial McGraw-Hill, Cuarta Edición, Programas Educativos S.A. México D.F. Abril del 2004.
  
8. W.A. Hardenbergh y Edward B. Rodie. INGENIERÍA SANITARIA. 1ra Edición. Compañía Editorial Continental, S.A. México D.F.1968

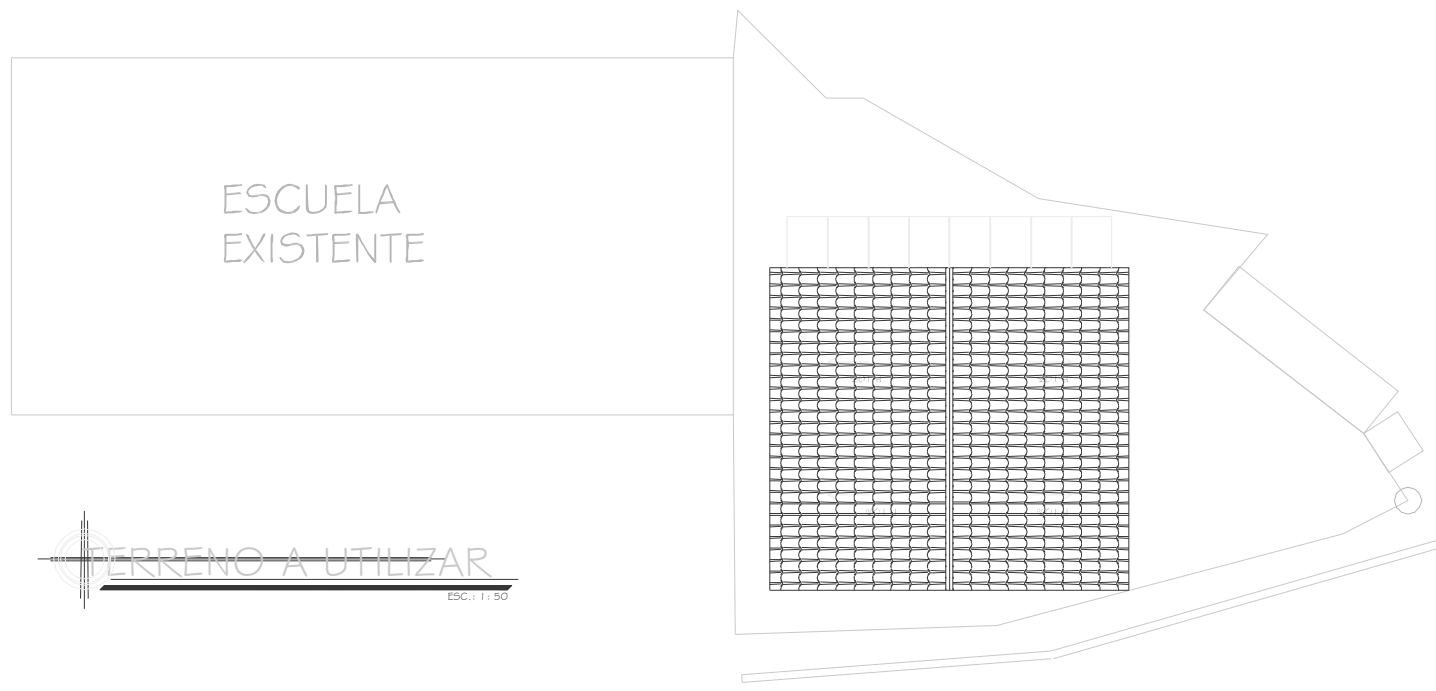
## **ANEXOS**



Planta de Techos  
 ESC.: 1:100



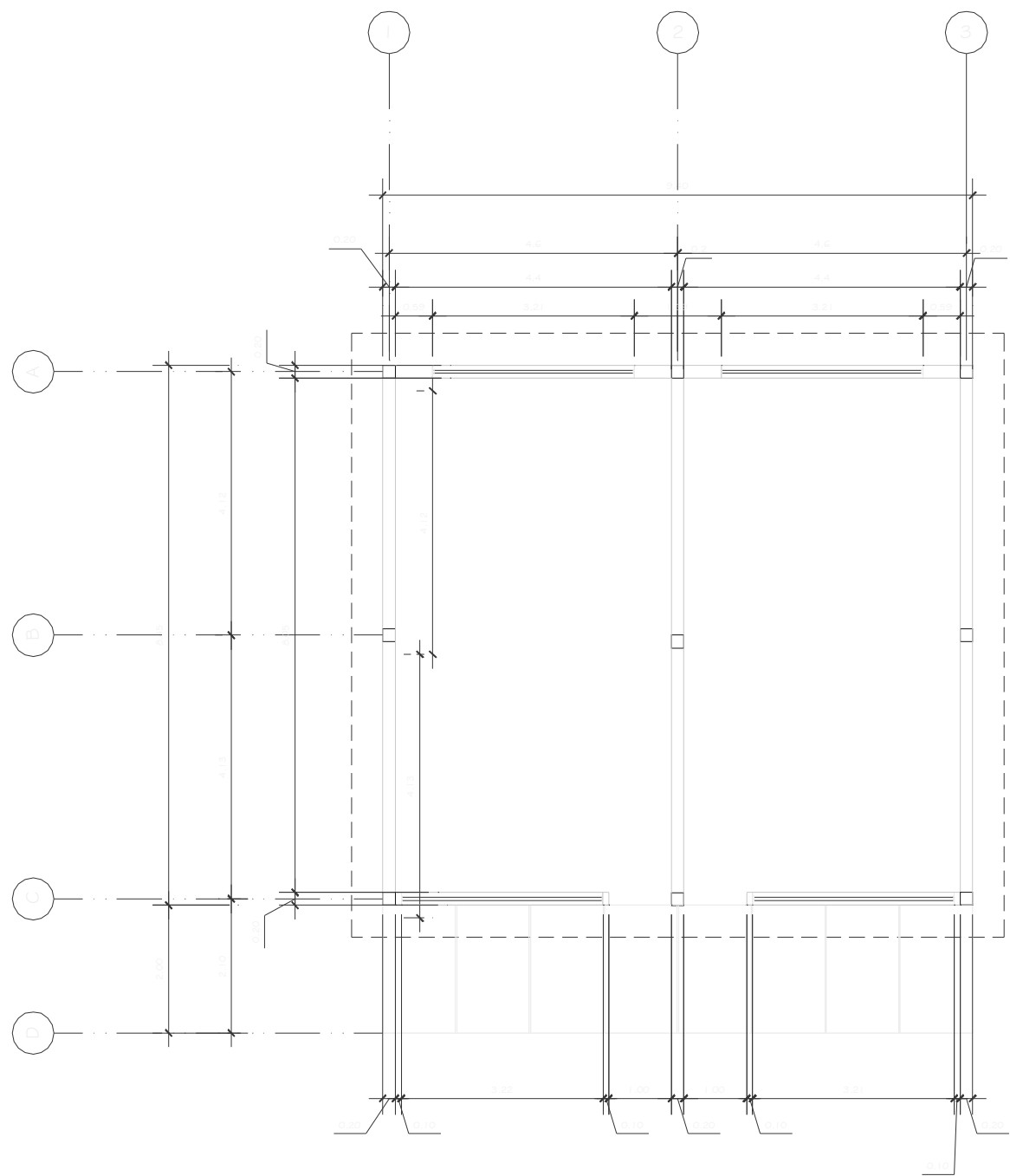
UBICACION DE NUEVA CONSTRUCCION  
 ESC.: 1:50



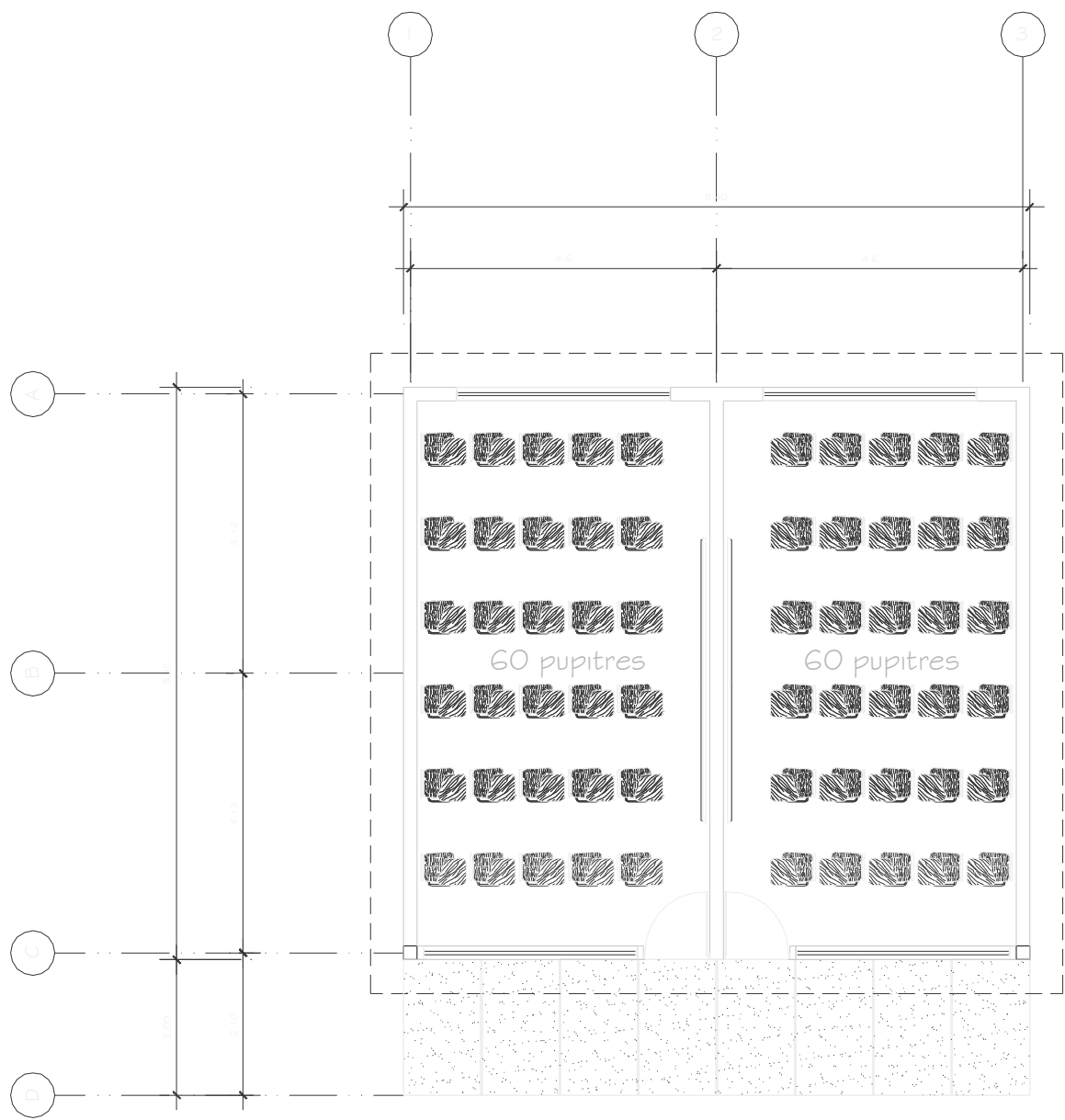
TERRENO A UTILIZAR  
 ESC.: 1:50

Pto	Distancia	Asmet	Orientacion
1-1	2.20	57°	N-O
1-2	5.50	30°	S-E
1-3	6.70	40°	N-O
1-4	6.30	81°	S-E
1-5	3.90	30°	S-E
1-6	1.00	30°	N-O
1-7	3.30	31°	S-E
1-8	1.30	5°	S-O
1-9	18.00	80°	N-O
1-10	9.00	80°	S-O
1-11	18.60	80°	S-E
1-12	6.00	0°	N-O
1-13	7.10	2°	E-S
1-14	3.72	75°	N-O
1-15	2.00	43°	S-E

PROYECTO: ESCUELA EL TERRERO, SAN DIEGO ZACAPA		FECHA: Mayo/2005
		ESCALA: INDICADA
DISEÑO: EMERSON RUIZ	DIBUJO: EMERSON RUIZ	ASESOR: ING. MANUEL ARROYUELA
		Va. Bn.
		Va. Bn. AUTORIDAD
CONTENIDO: PLANTA DE TECHOS Y UBICACION		HOJA: No. 1/4

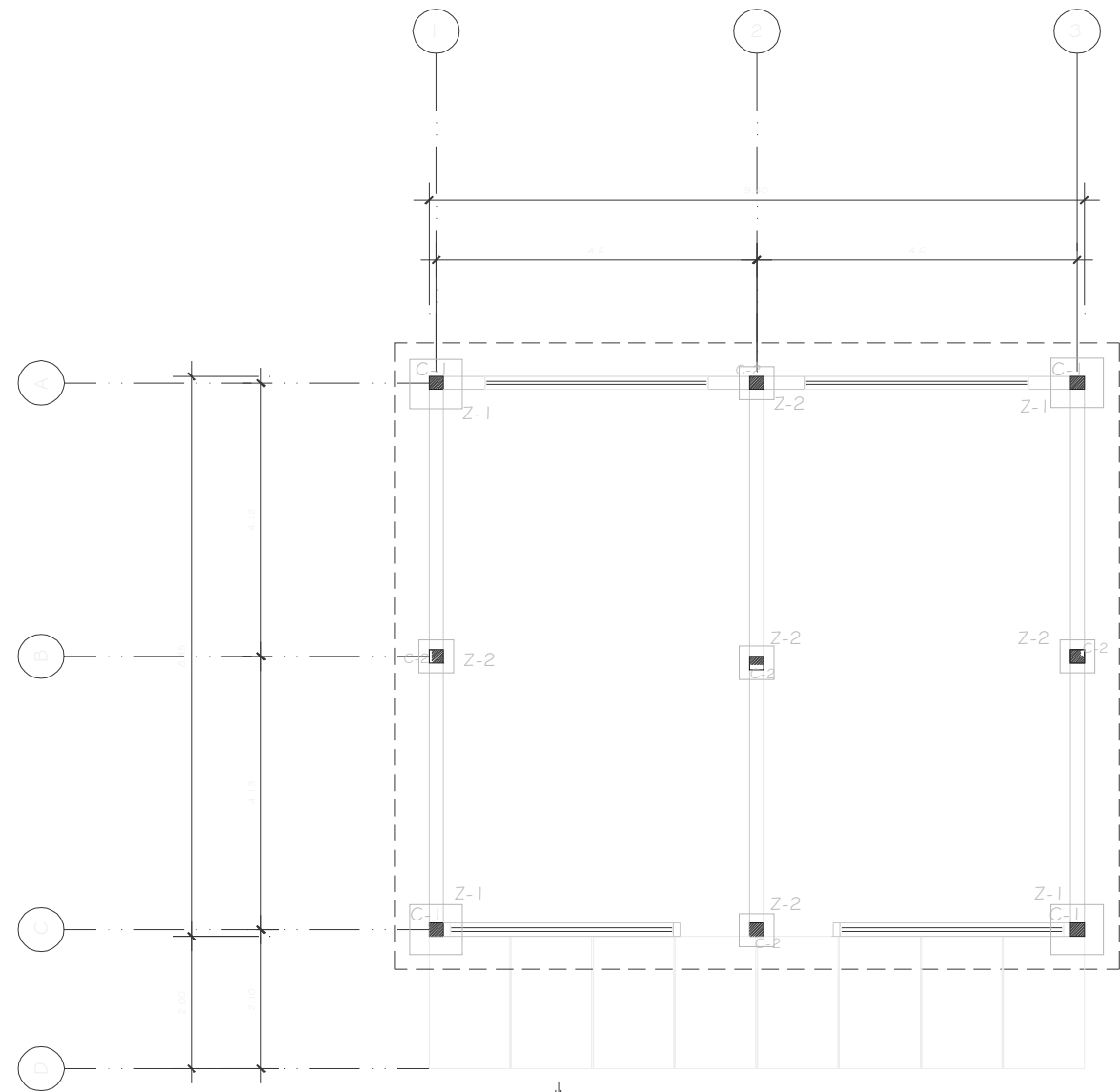


Planta acotada  
ESC.: 1:100

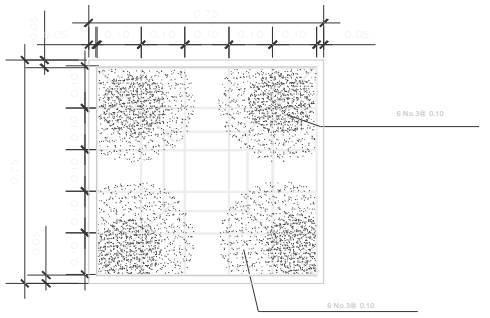


Planta amueblada  
ESC.: 1:100

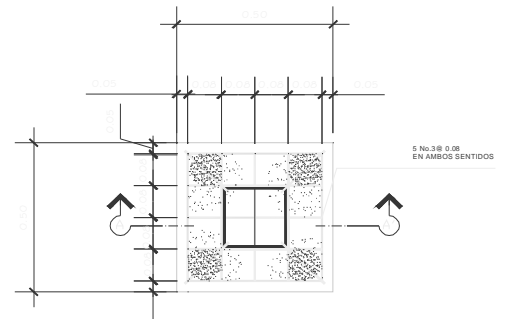
PROYECTO: ESCUELA EL TERRERO, SAN DIEGO ZACAPA			FECHA: Mayo/2005
DISEÑO: EMISSION BIZ			ESCALA: INDICADA
DIBUJO: EMISSION BIZ	ASESOR: ING. MARQUEL ABOVELAGA	U A E I	
CONTENIDO: PLANTA ACOTADA Y PLANTA AMUEBLADA			HOJA: No.



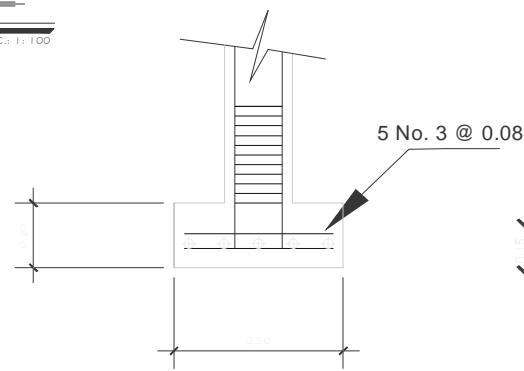
Planta de Cimentación  
ESC.: 1:100



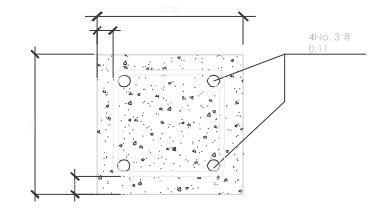
PLANTA ZAPATA A-1



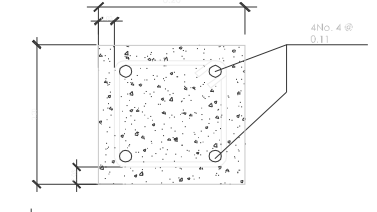
PLANTA ZAPATA A-2



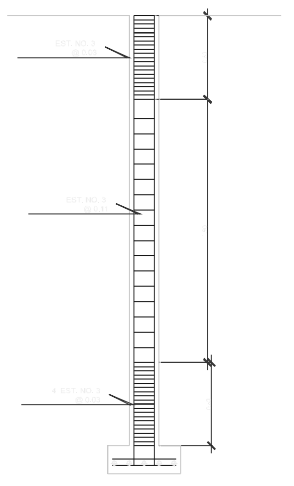
SECCION ZAPATA



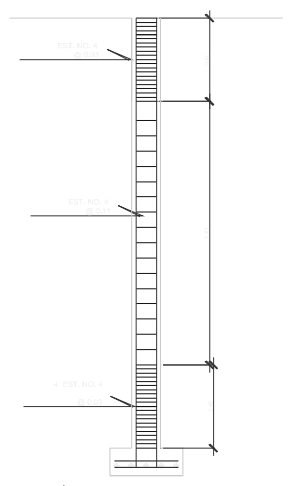
PLANTA COLUMNA TIPO A-1



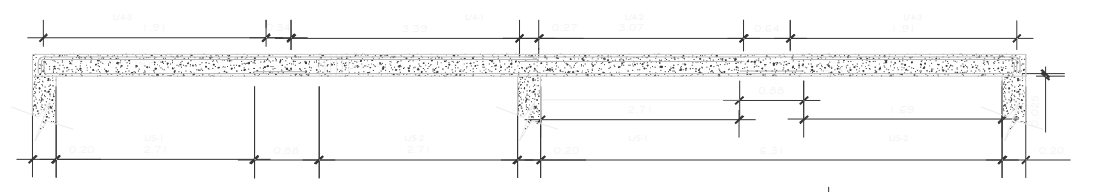
PLANTA COLUMNA TIPO A-2



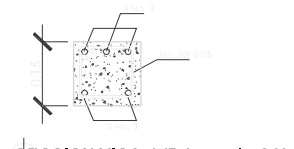
SECCION COLUMNA TIPO A-1



SECCION COLUMNA TIPO A-2



DETALLE VIGA A - E



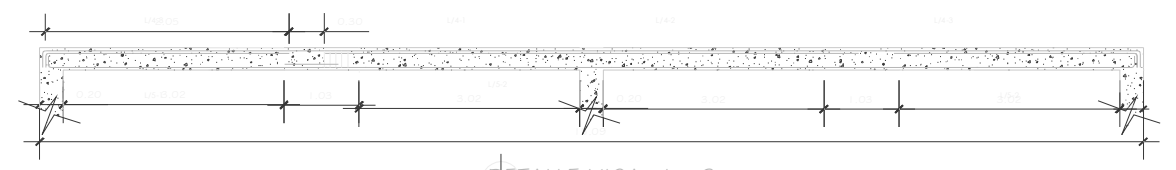
SECCION VIGA L/5-1 igual a L/4-3



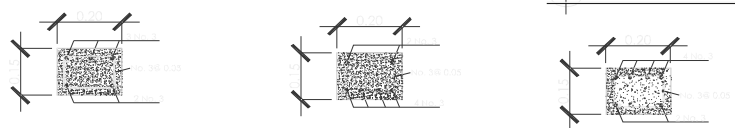
SECCION VIGA L/52



SECCION VIGA L/4-1 ò L/4-2

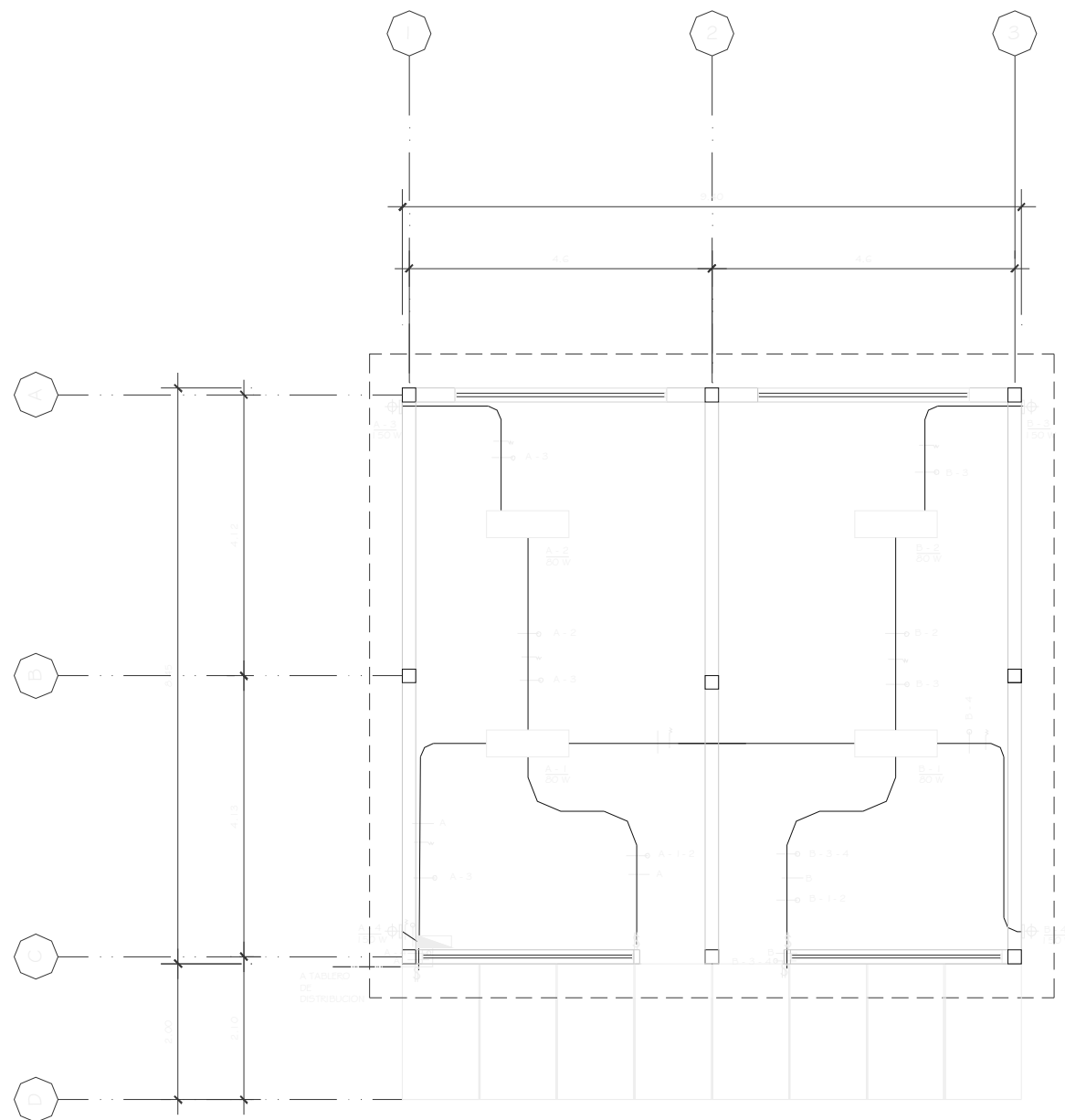


DETALLE VIGA I - 3

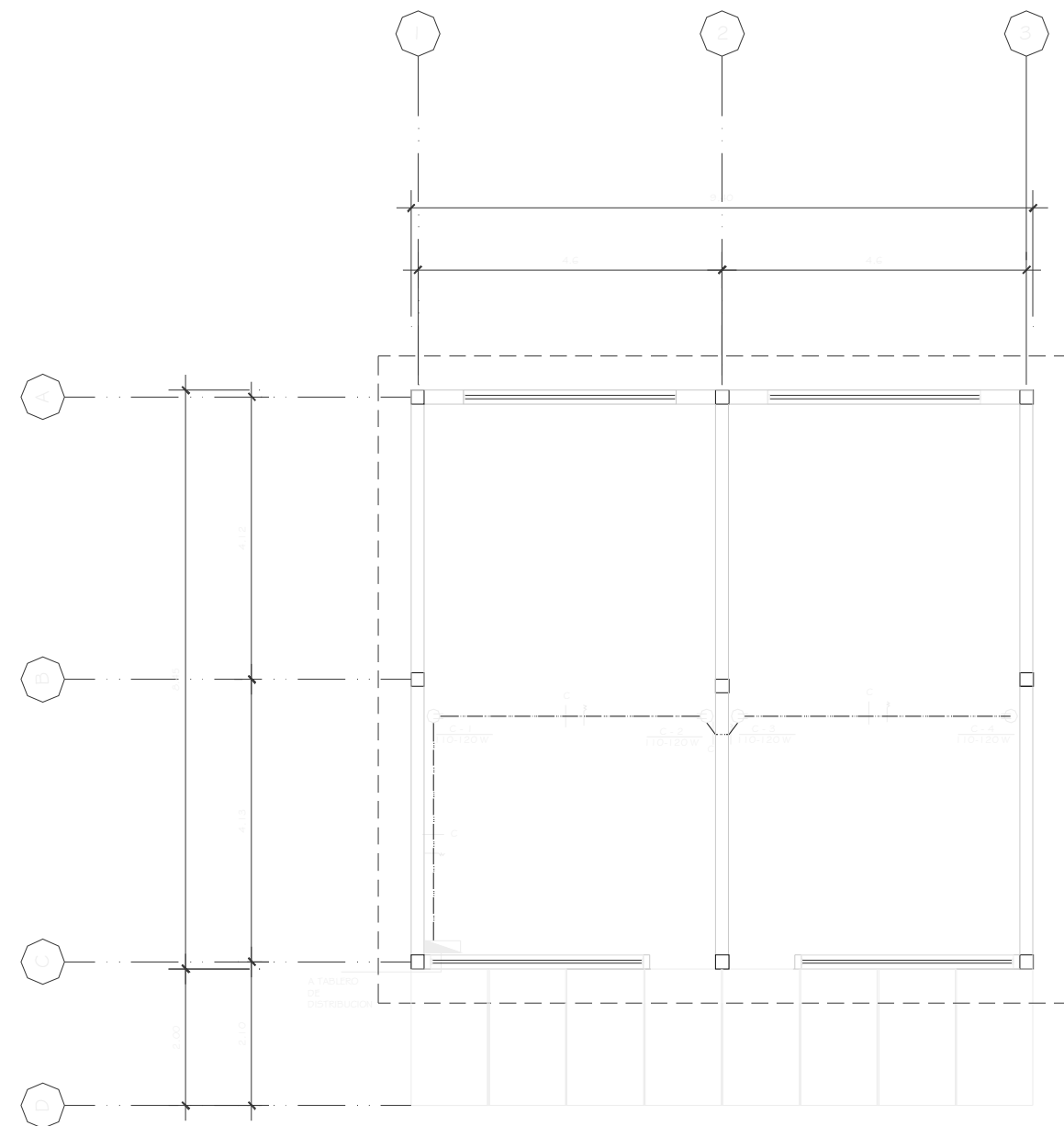


SIMBOLOGIA		
Z-1	ZAPATA No. 1	0.70 x 0.70 x 0.20 m
Z-2	ZAPATA No. 2	0.50 x 0.50 x 0.20 m

PROYECTO: ESCUELA EL TERRERO, SAN DIEGO ZACAPA		FECHA: Mayo/2005
DISEÑO: [ ]		ESCALA: INDICADA
DIBUJO: [ ]	ASESOR: [ ]	
CONTENIDO: PLANTA CIMENTACIONES Y DETALLES		HOJA: No. [ ]



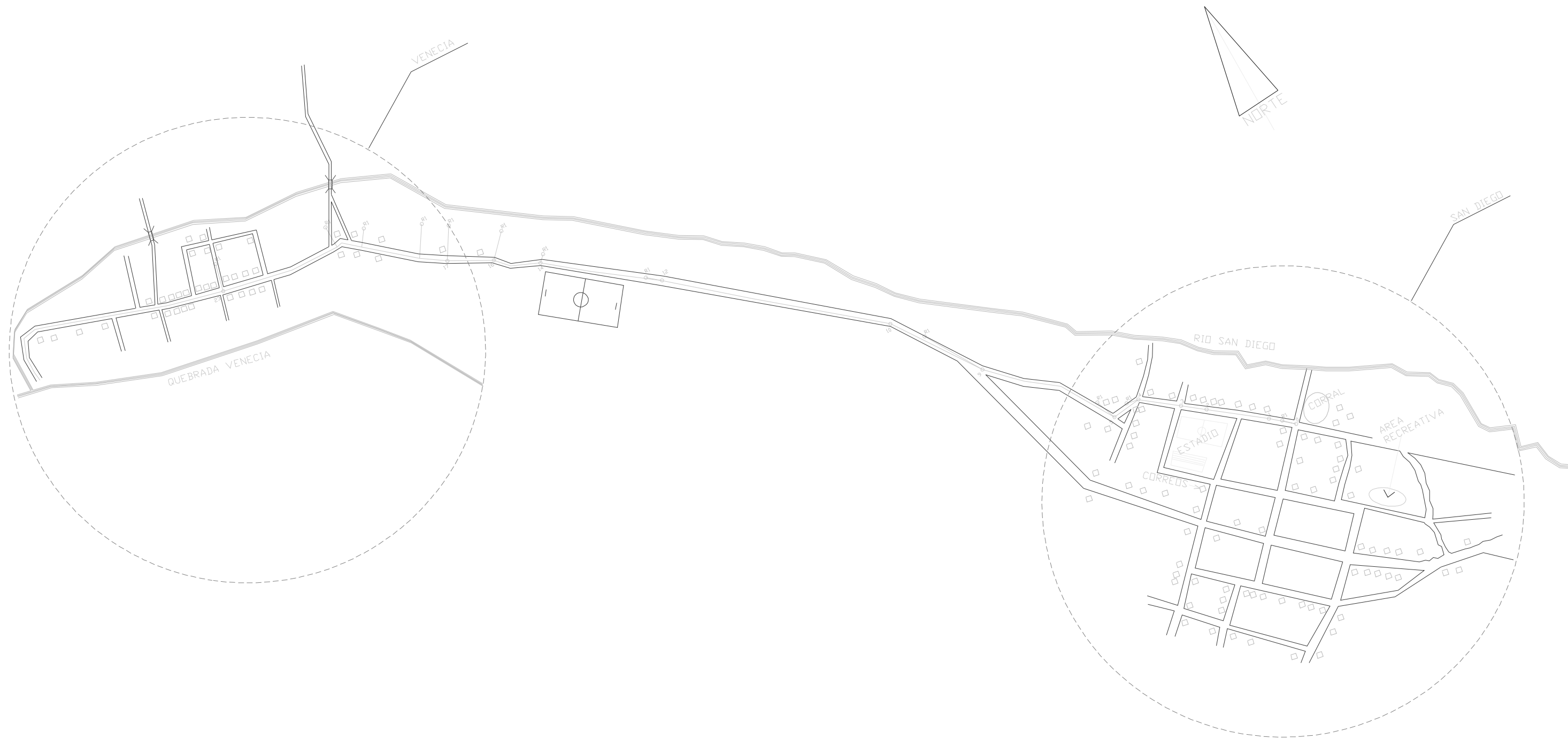
Planta de Electricidad  
ESC.: 1:100



Planta de Fuerza  
ESC.: 1:100

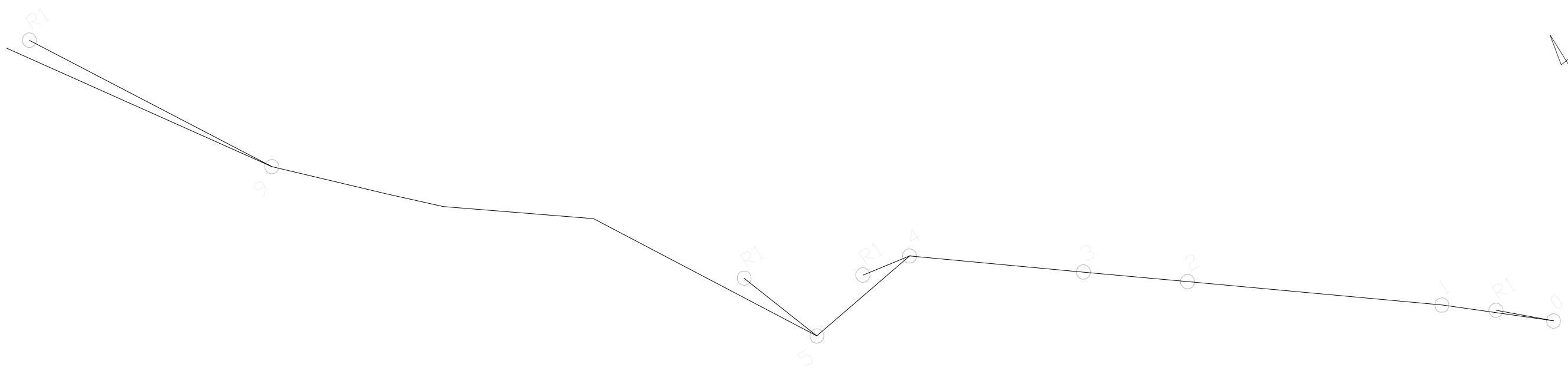
SIMBOLOGIA	
	TABLERO DE DISTRIBUCION DE CABLES
	LAMPARA DE PARED
	LAMPARA FLUORESCENTE DE 2 LAMPARAS
	INTERRUPTOR DOBLE
	TOMACORRIENTE
	TUBERIA EN CIELO PVC ELECTRICO DE 30'
	TUBERIA EN SUELO Y PARED PVC ELECTRICO DE 30'
	CIRCUITO - LINEA CONDUCTOR EN WATS
	CONDUCTOR LINEA VIVA
	CONDUCTOR NEUTRO
	RETORNO - CIRCUITO/UNIDAD

PROYECTO: ESCUELA EL TERRERO, SAN DIEGO ZACAPA		REVISOR: Mayo/2005
DISEÑO: EMERSON RUIZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO: EMERSON RUIZ	ASESOR: ING. MARCELO MATELAGA	
	Vo. R.	
	Vo. R. AUTORIDAD	
CONTENIDO: PLANTA DE ILUMINACION Y FUERZA	HOJA: No.	



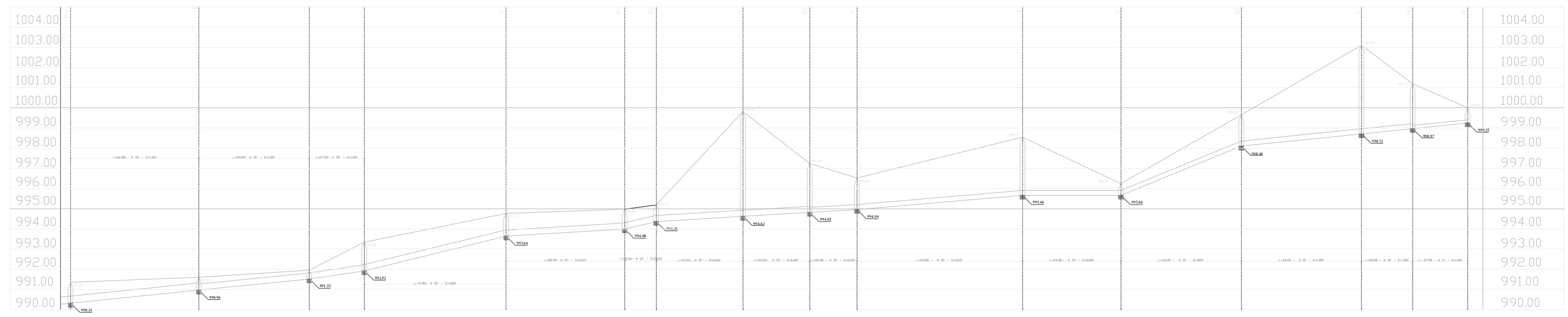
<b>PROYECTO:</b> RED DE CONDUCCION DE AGUAS RESIDUALES SAN DIEGO ZACAPA		<b>FECHA:</b> Mayo/2005	
<b>DISEÑO:</b> <small>MANUEL RUIZ</small>	<b>DIBUJO:</b> <small>MANUEL RUIZ</small>	<b>ASESOR:</b> <small>ING. MANUEL ARRIOLA</small>	
		<b>Vo. Bo.</b>	
		<b>Vo. Bo. AUTORIDAD</b>	
<b>CONTENIDO:</b> DISEÑO DE POZOS DE VISITA		<b>HOJA:</b> 1	<b>No.</b> 5

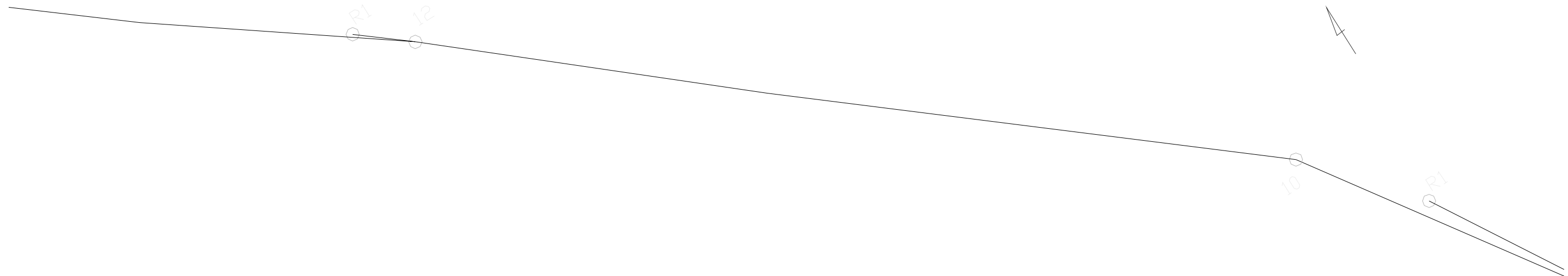




ESC. HORIZONTAL 1:1000  
 ESC. VERTICAL 1:100

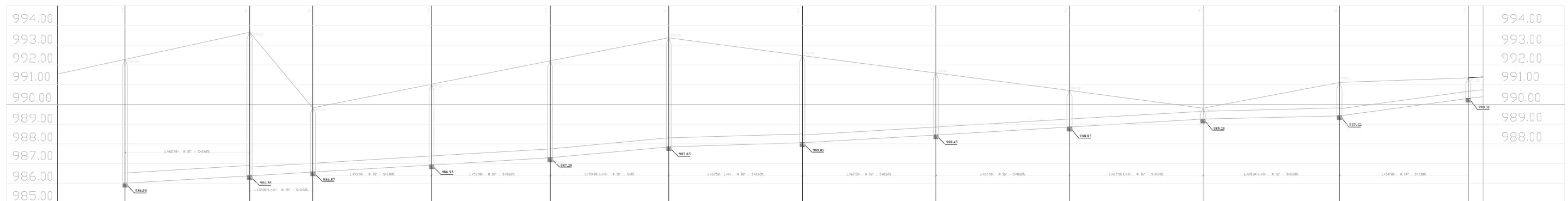
PROYECTO: RED DE CONDUCCION DE AGUAS RESIDUALES SAN DIEGO ZACAPA		FECHA: Mayo/2005
DISEÑO: EMERSON BUIE	DIBUJO: EMERSON BUIE	ASESOR: ING. MANUEL AREVILLAGA
		Vo. Bo.
		Vo. Bo. AUTORIDAD
CONTENIDO: DISEÑO DE POZOS DE VISITA		HOJA: 2 / No. 5

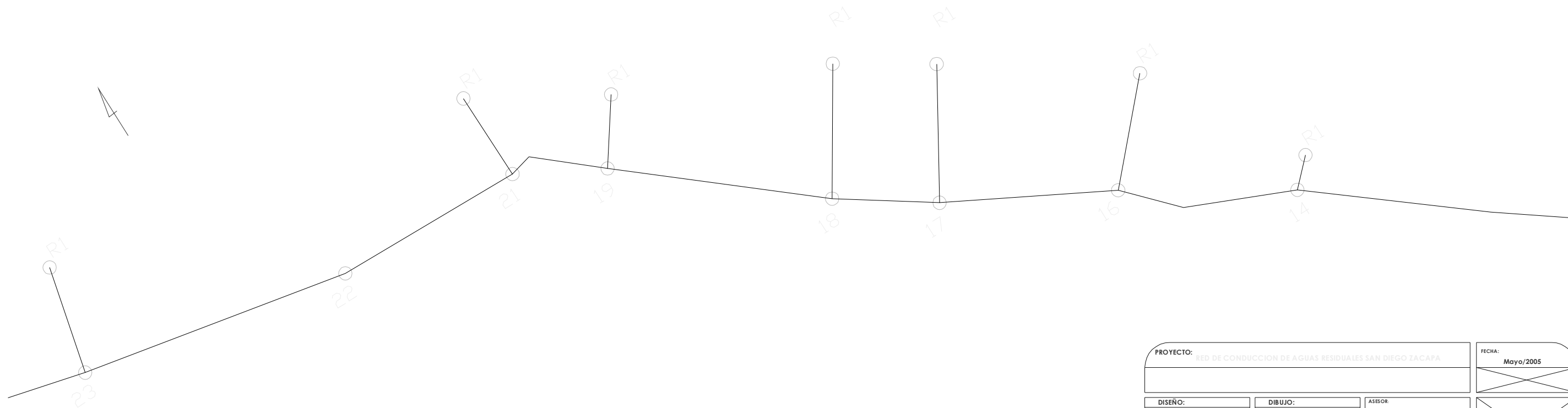




ESC. HORIZONTAL 1:1000  
 ESC. VERTICAL 1:100

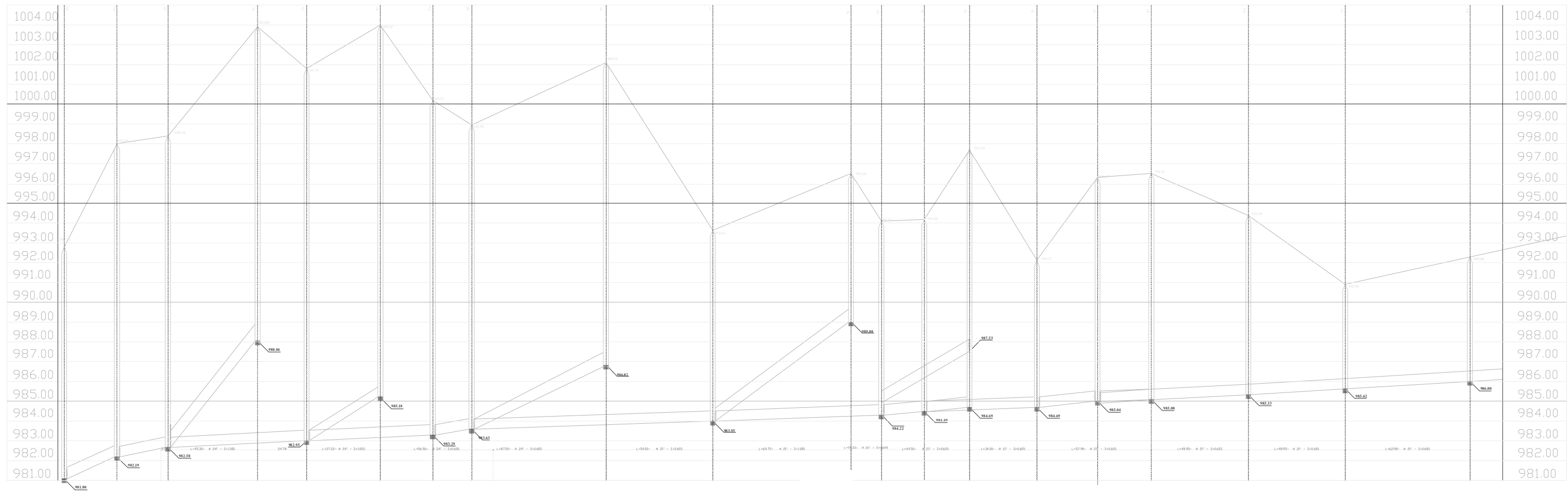
<b>PROYECTO:</b> RED DE CONDUCCION DE AGUAS RESIDUALES SAN DIEGO ZACAPA			<b>FECHA:</b> Mayo/2005
<b>DISEÑO:</b> EMERSON RUIZ	<b>DIBUJO:</b> EMERSON RUIZ	<b>ASESOR:</b> ING. MANUEL ARRIVELAGA	
		Vo. Bo.	
		Vo. Bo. AUTORIDAD	
<b>CONTENIDO:</b> DISEÑO DE POZOS DE VISITA			<b>HOJA:</b> 3 / 5

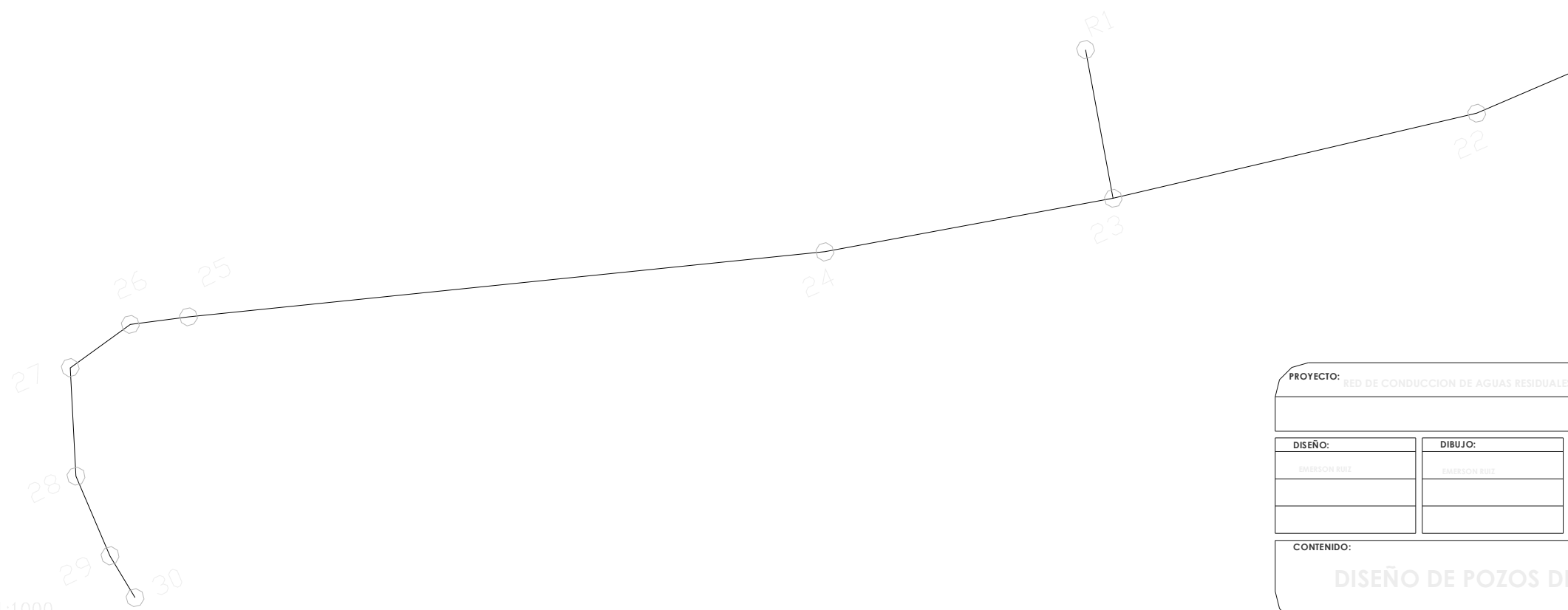




ESC. HORIZONTAL 1:1000  
 ESC. VERTICAL 1:100

<b>PROYECTO:</b> RED DE CONDUCCION DE AGUAS RESIDUALES SAN DIEGO ZACAPA			<b>FECHA:</b> Mayo/2005	
<b>DISEÑO:</b> EMERSON RUIZ	<b>DIBUJO:</b> EMERSON RUIZ	<b>ASESOR:</b> ING. MANUEL ARRIVLAGA		
		<b>Vo. Bo.</b>		
		<b>Vo. Bo. AUTORIDAD</b>		
<b>CONTENIDO:</b> DISEÑO DE POZOS DE VISITA			<b>HOJA:</b> 4	<b>No.</b> 5





ESC. HORIZONTAL 1:1000  
ESC. VERTICAL 1:100

<b>PROYECTO:</b> RED DE CONDUCCION DE AGUAS RESIDUALES SAN DIEGO ZACAPA			<b>FECHA:</b> Mayo/2005
<b>DISEÑO:</b> EMERSON RUIZ	<b>DIBUJO:</b> EMERSON RUIZ	<b>ASESOR:</b> ING. MANUEL ARREVELAGA	
		<b>Vo. So.</b>	
		<b>Vo. So. AUTORIDAD</b>	
<b>CONTENIDO:</b> DISEÑO DE POZOS DE VISITA			<b>HOJA:</b> 5
			<b>No.</b> 5

