



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

**DISEÑO DE LA ESCUELA EN LA ALDEA SAN LORENZO Y  
DRENAJE SANITARIO PARA EL CASERIO EL MIRADOR, EN EL  
MUNICIPIO DE TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO**

**Walter Alfredo Santizo Torres**

**Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano**

Guatemala, septiembre de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**DISEÑO DE LA ESCUELA EN LA ALDEA SAN LORENZO Y  
DRENAJE SANITARIO PARA EL CASERIO EL MIRADOR, EN EL  
MUNICIPIO DE TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**WALTER ALFREDO SANTIZO TORRES**

ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUÉZ SERRANO  
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA SEPTIEMBRE DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I:	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II:	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III:	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV:	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR:	Ing. Fernando Amílcar Boiton Velásquez
EXAMINADOR:	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR:	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**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 ESCUELA EN LA ALDEA SAN LORENZO Y  
DRENAJE SANITARIO PARA EL CASERIO EL MIRADOR, EN EL  
MUNICIPIO DE TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 23 de abril de 2007.

WALTER ALFREDO SANTIZO TORRES

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- DIOS:** Por todas las bendiciones derramadas en mi vida, y por que sin Él en mi vida no alcanzaría mis metas.
- MIS ABUELOS:** Por ser un ejemplo de vida.
- MIS PADRES:** Juan Rigoberto Santizo Caracún y Carmen Judith Torres Juárez, por su amor, dedicación, tiempo, sacrificios, ejemplos y apoyo, porque esto triunfo es para ustedes.
- MIS HERMANOS:** Juan Rigoberto, Manuel Enrique, Francisco Xavier y Samuel Eduardo, que esto sirva de ejemplo para que alcancen sus metas.
- MI FAMILIA:** Tíos y primos, por todos los momentos y apoyo durante mi carrera universitaria y mi vida.
- MIS AMIGOS:** Por su amistad, les agradezco por todo lo que vivimos y viviremos.

## **AGRADECIMIENTO A:**

**Ing. Silvio Rodríguez:** Por su apoyo y valiosa asesoría.

**Mis amigos de la OMP:** En especial a Byron Fuentes, Mariko Takasaki, Carolina Salvador, Adolfo Simón, gracias por su apoyo y amistad brindada, durante mi ejercicio profesional.

**Karen Aguilar:** Por tu apoyo durante el transcurso de mi carrera, que Dios te bendiga y te dé éxitos.

**Facultad de Ingeniería:** Por todos los conocimientos adquiridos.

A todas las personas que han confiado y creído en mí, e hicieron esto posible, agradezco a Dios hayan estado en los momentos importantes de mi vida.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>V</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>IX</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	<b>XIII</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XVII</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XIX</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XXI</b>

### **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Monografía del municipio de Tecpán Guatemala, Chimaltenango**

1.1.1. Generalidades	1
1.1.1.1. Límites y localización	1
1.1.1.2. Accesos y comunicaciones	2
1.1.1.3. Topografía	3
1.1.1.4. Aspectos climáticos	3
1.1.1.5. Servicios públicos	3
1.1.1.6. Actividades económicas	4
1.1.1.7. Población	5
1.1.2. Principales necesidades del municipio	6
1.1.2.1. Descripción de las necesidades	6
1.1.2.2. Priorización de las necesidades	7

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

#### **2.1. Diseño de una escuela en la aldea San Lorenzo**

2.1.1. Descripción del proyecto a desarrollar	9
2.1.1.1. Ubicación	9

2.1.1.2. Tamaño	9
2.1.1.3. Entorno	11
2.1.1.4. Infraestructura física	11
2.1.1.5. Ventilación	11
2.1.2. Levantamiento topográfico	12
2.1.2.1. Planimetría	12
2.1.2.2. Altimetría	12
2.1.3. Tipos de cargas	12
2.1.3.1. Carga muerta	13
2.1.3.2. Carga viva	13
2.1.3.3. Carga de sismo	16
2.1.4. Ensayo de suelos	17
2.1.4.1. Ensayo triaxial	17
2.1.4.2. Análisis de resultados	18
2.1.5. Diseño arquitectónico	20
2.1.6. Análisis estructural	20
2.1.7. Diseño	25
2.1.7.1. Elementos de mampostería	25
2.1.7.2. Sistema constructivo	25
2.1.7.3. Corte basal	30
2.1.7.4. Diseño de losas	50
2.1.7.5. Diseño de vigas	60
2.1.7.6. Diseño de columnas	66
2.1.7.7. Diseño de cimientos	77
2.1.8. Planos	86
2.1.9. Presupuesto del proyecto	86
2.1.9.1 Costo del proyecto	87
2.1.9.2. Cuadro de resumen	88
2.1.9.3. Precios unitarios	89

2.1.9.10. Cronograma de ejecución	99
<b>2.2. Diseño de drenaje sanitario en el caserío El Mirador</b>	
2.2.1. Estudio de la población a servir	100
2.2.2 Levantamiento topográfico	100
2.2.2.1. Planimetría	101
2.2.2.2 Altimetría	101
2.2.3. Trazo de la red	101
2.2.4. Localización del punto de descarga	101
2.2.5. Período de diseño	101
2.2.6. Diseño de la red	102
2.2.6.1 Población de diseño	102
2.2.6.1. Dotación	103
2.2.6.3. Factor de retorno	103
2.2.6.4. Factor de flujo instantáneo	103
2.2.6.5. Relación diámetro y caudales	104
2.2.6.6. Caudal sanitario	104
2.2.6.6.1. Caudal domiciliar	105
2.2.6.6.2. Caudal de infiltración	105
2.2.6.6.3 Caudal de conexiones ilícitas	106
2.2.6.7. Caudal de diseño	107
2.2.6.8. Velocidades mínimas y máximas	108
2.2.6.9 Cotas invert	108
2.2.6.10. Pozos de visita	109
2.2.6.11 Conexiones domiciliarias	111
2.2.6.12 Profundidades mínimas de tubería	112
2.2.6.13. Diseño de la red del alcantarillado sanitario	112
2.2.7. Evaluación de impacto ambiental	125

2.2.8. Evaluación socio – económica	125
2.2.8.1. Valor presente neto	125
2.2.8.2. Tasa interna de retorno	125
2.2.9. Presupuesto	126
2.2.9.1. Costo del proyecto	126
2.2.9.2. Cuadro resumen	126
2.2.9.3. Precios unitarios	127
2.2.10. Cronograma de ejecución	133
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>135</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>137</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>139</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>141</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Ubicación del municipio de Tecpán Guatemala	2
2. Área tributaria columna	21
3. Aéreas tributarias	26
4. Integración de Cargas Verticales sentido $x$	28
5. Integración de Cargas Verticales sentido $y$	29
6. Muros o columnas en voladizo	40
9. Muros o columnas doblemente empotrados	41
8. Centro de masa y centro de rigidez	43
7. Carga horizontal sentido $x$	45
10. Carga horizontal sentido $y$	46
11. Diagrama de momentos en vigas para carga muerta (Kg-m)	47
12. Diagrama de momentos en vigas para carga viva (kg-m)	47
13. Diagramas de corte en vigas y columnas para carga de sismo (kg-m)	47
14. Diagramas de corte en vigas para cargas vivas (kg-m)	48
15. Diagramas de corte en vigas para cargas muertas (kg-m)	48
16. Diagramas de corte en columnas para carga viva (kg-m)	48
17. Diagramas de corte en columnas para carga muerta (kg-m)	49
18. Diagrama de momentos últimos en vigas (kg-m)	49
19. Diagrama de momentos últimos en vigas (kg-m)	49
20. Planta de distribución de losas	50
21. Distribución de momentos en losa nivel 1 (Kg-m)	55
22. Distribución de momentos en losa nivel 1 (Kg-m)	57
23 Refuerzo longitudinal de viga	62

24. Armado longitudinal y transversal	65
25: Armado longitudinal y transversal de columna	76
26. Área de zapata donde actúa el corte simple	80
27. Área de zapata donde actúa el corte punzonante	80
28: Longitud H donde actúa el momento último	81
29: Módulo de escaleras	83
30. Sección de pozo de visita típico	110
31. Sección de conexión domiciliar	112
32. Fosa séptica de dos compartimentos	119
33. Fosa séptica de tres compartimentos	119
34. Prueba de absorción	121
35. Ensayo triaxial no consolidado	141
36. Plano de distribución de ambientes (planta amueblada)	150
37. Plano de planta acotada	151
38. Plano de planta de acabados	152
39. Plano de planta de cimentación y columnas	153
40. Plano de losa y vigas	154
41. Plano de detalles (vigas + columnas+ corte de muros)	155
42. Plano de planta instalación de agua potable y drenaje	156
43. Plano de planta de instalaciones eléctricas (iluminación)	157
44. Plano de planta de instalaciones eléctricas (fuerza)	158
45. Plano de servicios sanitarios	159
46. Planta conjunto (drenaje sanitario)	160
47. Planta general (drenaje sanitario)	161
48. Planta – perfil (drenaje sanitario)	162
49. Planta – perfil (drenaje sanitario)	163
50. Planta – perfil (drenaje sanitario)	164
51. Planta – perfil (drenaje sanitario)	165
52. Planta – perfil (drenaje sanitario)	166

53. Planta – perfil (drenaje sanitario)	167
54. Planta – perfil (drenaje sanitario)	168
55. Detalles (drenaje sanitario)	169

## **TABLAS**

I. Población total en el municipio de Tecpán Guatemala	6
II. Densidad de población urbano y rural	6
III. Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas	13
IV. Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas	15
V. Alturas o espesores de viga	23
VI. Factor Z de zona sísmica	32
VII. Factor de importancia de la estructura	32
VIII. Valores de coeficiente K	33
IX. Coeficientes de sitio	36
X. Peso total de la estructura por nivel módulo 1	37
XI. Coeficientes para el cálculo del corte basal	38
XII: Fuerzas por nivel	39
XIII. Cálculo de rigidez por marco	42
XIV. Fuerzas por marco	45
XV. Refuerzo de losas nivel 1	59
XVI. Refuerzo de losas nivel 2	59
XVII. Áreas de acero requeridas en las vigas del primer nivel	65
XVIII. Áreas de acero requeridas en las vigas del segundo nivel	66
XIX. Inercias de vigas y columnas	68
XX. Dimensiones de las fosas sépticas de dos compartimentos	120
XXI. Porosidad del terreno	123
XXII. Coeficientes para momentos negativos en losas	142

XXIII. Elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular	143
XXIV. Hoja de cálculo hidráulico	145

## GLOSARIO

<b>Altura útil de la sección (d)</b>	Es la distancia medida desde la fibra extrema en compresión, hasta el centroide del elemento sujeto a tensión.
<b>Análisis estructural</b>	Proceso que se realiza para determinar las respuestas de la estructura ante las acciones exteriores que puedan afectarla.
<b>Carga mayorada</b>	Carga multiplicada por los factores de mayoración apropiados, y que se utiliza con el objeto de dimensionar los elementos.
<b>Concreto:</b>	Es un material pétreo, artificial, obtenido de la mezcla en proporciones determinadas de cemento, agregado fino, agregado grueso y agua.
<b>Conexión domiciliar:</b>	Es la conexión que abastece de agua a una casa que tiene varios artefactos para el consumo.
<b>Cota del terreno:</b>	Es la altura de un punto del terreno referido a un nivel determinado.

<b>Cota invert</b>	Distancia existente entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería
<b>Descarga:</b>	Lugar a donde se vierten las aguas negras provenientes de un colector; pueden estar crudas o tratadas.
<b>Diseño estructural</b>	Es la actividad que se realiza, por medio de una serie de cálculos, con el fin de definir las características detalladas de los distintos elementos que componen una estructura.
<b>Dotación:</b>	Término que se utiliza para designar la cantidad de agua que una persona necesita por día para satisfacer sus necesidades.
<b>Dúctil</b>	Admite grandes deformaciones sin llegar a romperse.
<b>Especificaciones:</b>	Son normas generales y técnicas de construcción contenidas en un proyecto, disposiciones o cualquier otro documento, que se emita antes o durante la ejecución de un proyecto.
<b>Estribo</b>	Armadura empleada para resistir esfuerzos de corte y torsión en un elemento estructural.

<b>Período de diseño:</b>	Es el tiempo durante el cual un sistema (agua potable, drenajes, pavimentación, etc.) dará un servicio satisfactorio a la población, estableciendo su límite en el momento que su uso sobrepase las condiciones de diseño.
<b>Planimetría:</b>	Es la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario, que es la superficie media de la tierra y que toma un punto de referencia para su orientación, que puede ser el norte magnético o astronómico, y partiendo de él, conocer la orientación de los puntos que definen el terreno en estudio.
<b>Pozos de visita</b>	Es una obra de arte de un sistema de alcantarillado que permite el acceso al colector y cuya finalidad es facilitar el mantenimiento del sistema para que funcione eficientemente.
<b>Resistencia de diseño</b>	Resistencia nominal multiplicada por un factor de reducción.
<b>Tirante:</b>	Altura de las aguas negras dentro de la alcantarilla.



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>A</b>	Área
<b>Ag</b>	Área gruesa, área total de la sección
<b>Ap</b>	Área de punzonamiento
<b>As</b>	Área de acero de refuerzo
<b>Asmáx</b>	Área de acero máximo permitido
<b>Asmin</b>	Área de acero mínimo permitido
<b>Astemp</b>	Área de acero por temperatura
<b>At</b>	Área tributaria
<b>b</b>	Ancho del elemento en sección
<b>C</b>	Coefficiente para el cálculo de momentos en losas, tomado del ACI
<b>CM</b>	Carga muerta
<b>CMu</b>	Carga muerta última
<b>Cm</b>	Centro de masa
<b>CR</b>	Centro de rigidez
<b>CU</b>	Carga última
<b>CV</b>	Carga viva
<b>CVu</b>	Carga viva última
<b>DH</b>	Distancia horizontal
<b>d</b>	Peralte efectivo del elemento en sección, distancia medida desde la fibra extrema en compresión al centroide del refuerzo en tensión.
<b>E</b>	Esbeltez de la columna
<b>e</b>	Excentricidad
<b>ex</b>	Excentricidad en el sentido X

<b>ey</b>	Excentricidad en el sentido Y
<b>f'c</b>	Resistencia a la compresión del concreto
<b>Fy</b>	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo
<b>Fcu</b>	Factor de carga última
<b>Fni</b>	Fuerza por nivel, en el nivel i
<b>h</b>	Peralte total del elemento en sección
<b>I o Ig</b>	Inercia de la sección total del concreto respecto al eje centroidal, sin tomar en cuenta el acero de refuerzo
<b>K'x</b>	Coeficiente tomado del diagrama de iteración para el sentido X
<b>K'y</b>	Coeficiente tomado del diagrama de iteración para el sentido Y
<b>L</b>	Longitud del elemento
<b>Lo</b>	Longitud de confinamiento de estribos
<b>Lu</b>	Longitud libre de pandeo de la columna
<b>M</b>	Momento
<b>m</b>	Relación entre los claros de la losa
<b>M(+)</b>	Momento positivo
<b>M(-)</b>	Momento negativo
<b>MCM</b>	Momento inducido por la carga muerta
<b>MCV</b>	Momento inducido por la carga viva
<b>MS</b>	Momento inducido por la fuerza sísmica
<b>Mb</b>	Momento balanceado
<b>Mx</b>	Momento último actuando en el sentido X
<b>My</b>	Momento último actuando en el sentido Y
<b>Md</b>	Momento de diseño (magnificado)
<b>Mdx</b>	Momento de diseño (magnificado) actuando en el sentido X
<b>Mdy</b>	Momento de diseño (magnificado) actuando en el sentido Y
<b>P</b>	Carga aplicada a la columna
<b>Pu</b>	Carga última
<b>P'</b>	Carga de trabajo actuando en la columna

<b>pv</b>	Pozo de visita
<b>P'u</b>	Carga de resistencia de la columna
<b>P'ux</b>	Carga de resistencia de la columna a una excentricidad ex
<b>P'uy</b>	Carga de resistencia de la columna a una excentricidad ey
<b>P'o</b>	Carga axial de resistencia de la columna
<b>Q</b>	Caudal
<b>Qdis</b>	Caudal de diseño
<b>Qinf</b>	Caudal de infiltración
<b>Qci</b>	Caudal de conexiones ilícitas
<b>Qcom</b>	Caudal comercial
<b>qo</b>	Presión sobre el suelo
<b>qu</b>	Presión última sobre el suelo
<b>K</b>	Rigidez de un elemento
<b>Km</b>	Rigidez total del marco rígido i
<b>S</b>	Espaciamiento del acero de refuerzo
<b>Sx</b>	Módulo de sección en el sentido X
<b>Sy</b>	Módulo de sección en el sentido Y
<b>Vmáx</b>	Corte máximo actuante
<b>VR</b>	Resistencia al esfuerzo cortante proporcionado por el concreto
<b>Vs</b>	Valor soporte del suelo
<b>Wc</b>	Peso volumétrico del concreto
<b>Ws</b>	Peso volumétrico del suelo
$\delta$	Magnificador de momentos
$\psi$	Factor de flujo plástico del concreto
<b><math>\rho</math> bal</b>	Porcentaje de acero en la falla balanceada
<b><math>\rho</math> máx</b>	Porcentaje de acero máximo permitido en un elemento
<b><math>\rho</math> min</b>	Porcentaje de acero mínimo permitido en un elemento
$\phi$	Coefficiente de reducción de resistencia



## **RESUMEN**

El presente trabajo de graduación contiene el desarrollo de los proyectos: Diseño de la escuela en la aldea San Lorenzo y diseño de drenaje sanitario en el caserío El Mirador, ambos ubicados en el municipio de Tecpán Guatemala, Chimaltenango, como un aporte del programa del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El primer capítulo contiene la fase de investigación donde se detalla la monografía del municipio, así como un diagnóstico de necesidades de servicios básicos e infraestructura, describiéndolas y realizando una priorización.

En la segunda parte se presenta la fase de servicio técnico profesional, desarrollando tanto el diseño estructural del edificio escolar de dos niveles, como el diseño hidráulico del drenaje sanitario.

Para el proyecto de la escuela, se diseñó la estructura física necesaria para el funcionamiento de ésta, haciendo énfasis en el diseño estructural, considerando una estructura de marcos dúctiles, con losas planas de concreto reforzado y utilizando especificaciones del ACI-318-99, normas AGIES, para la seguridad de los estudiantes y docentes que utilizarán el establecimiento.

En el caso del diseño del drenaje sanitario, se estudió el punto en donde se descargará el agua residual y el lugar en donde se puede colocar una planta de tratamiento para dichas aguas; teniendo definidos los parámetros anteriormente mencionados, se procedió a los trabajos de topografía usando los métodos de planimetría y altimetría, definiéndose una longitud de 2,300 metros

lineales, posteriormente se tomaron parámetros de diseño; como el período de diseño, tasa de crecimiento de la población, la dotación de agua potable que recibe la población, la cantidad de habitantes por vivienda y número de viviendas, proponiéndose así un sistema de tubería de PVC Norma D – 3034 y pozos de visita.

En la parte final se adjuntan las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos, planos constructivos, presupuestos, cronogramas y resultados como complemento a la fase de servicio técnico profesional.

## **OBJETIVOS**

- **GENERAL**

Contribuir con el desarrollo de las comunidades, diseñando los proyectos de infraestructura como son una escuela y un drenaje sanitario en el municipio de Tecpán Guatemala, Chimaltenango.

- **ESPECÍFICOS**

1. Realizar una investigación monográfica del municipio de Tecpán Guatemala, sobre necesidades y servicios que se encuentren en dicho municipio.
2. Realizar el diseño de la escuela para la aldea San Lorenzo, ubicada en Tecpán Guatemala, Chimaltenango.
3. Realizar el diseño del drenaje sanitario del caserío El Mirador, ubicado en Tecpán Guatemala, Chimaltenango.
4. Capacitar a los miembros de comités de desarrollo, así como al personal municipal, en lo referente a manejo y operación de estructuras y drenaje sanitario.



## **INTRODUCCIÓN**

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

Tal es el caso de las aldeas del municipio de Tecpán Guatemala, que carece de infraestructura, en lo que respecta a edificios escolares, así como al igual carecen de un sistema de drenaje sanitario, que agrava las condiciones de salud para los vecinos del lugar.

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



## **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO**

#### **1.1.1 Generalidades**

La Ciudad de Tecpán Guatemala fue fundada por el conquistador Pedro de Alvarado, el 25 de julio 1,524, con el nombre de Villa de Santiago, el lugar que los Cakchiqueles llamaban Iximché, y los indios Mexicanos dieron el nombre de Tecpán Quauhtemalan, de donde se derribó el nombre que hoy conlleva la ciudad capital. En esta misma fecha se realizó la celebración por el Padre Juan Godínez, Capitán del ejército que comandaba Alvarado. La villa de Tecpán Guatemala fue elevada a la categoría de Ciudad el 24 de julio de 1,524.

Tecpán es una geonomía mexicana formada de tec, "apócope de teculli", "soberano"; y de pan, "proposición locativa que equivale a residencia, palacio"; "Palacio del Soberano" o "Residencia del Soberano o Monarca".

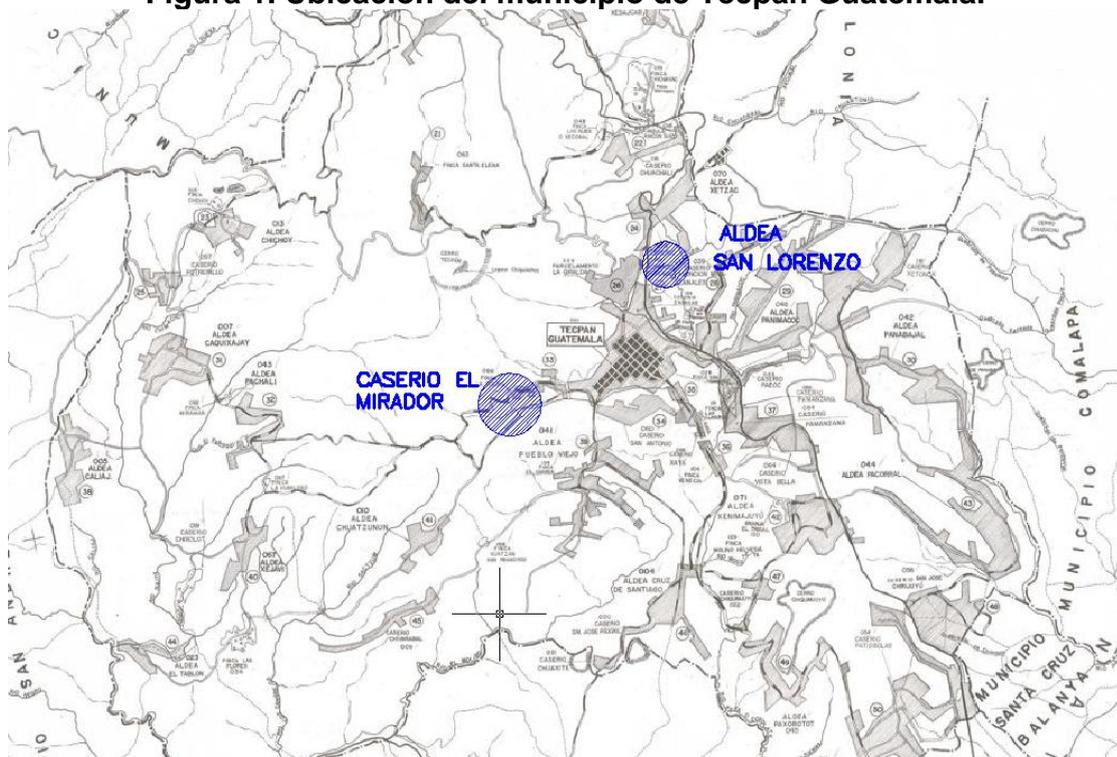
La fiesta titular se celebra del 1 al 8 de octubre de cada año, diversas actividades culturales, deportivas, religiosas y recreativas, resaliendo la solemne procesión de San Francisco de Asís, Patrono de este municipio que recorre las principales calles de la ciudad, ya que es un honor estas festividades, siendo el día principal 4 de octubre, fecha en la que se lleva a cabo el tradicional desfile alegórico y alborada en la madrugada, cabe mencionar que también se llevan a cabo bailes sociales en honor a las diferentes reinas.

### 1.1.1.1 Límites y localización

Tecpán Guatemala pertenece al departamento de Chimaltenango, y esta ubicada en la cordillera de los Andes, dentro del Altiplano Central de la república, tiene una extensión territorial de 201 Km<sup>2</sup>. Nombre Geográfico Oficial Tecpán Guatemala.

Colinda al Norte de Joyabaj (Quiché), al Este con Santa Apolonia y Comalapa (Chimaltenango), al Sur con Santa Cruz Balanza y Patzún (Chimaltenango), al Oeste con Chichicastenango (Quiché), y San Andrés Semetabaj y San Antonio Palopó (Sololá), entronca con la carretera interamericana CA-1 aproximadamente a 1/2 Km.

**Figura 1. Ubicación del municipio de Tecpán Guatemala.**



Fuente: Municipalidad de Tecpán Guatemala

### **1.1.1.2 Accesos y comunicaciones**

La carretera interamericana CA-1 occidente al llegar al kilómetro 88, se desvía hacia la ciudad, la cual cuenta con otras entradas que comunican los municipios, con caminos de terracería en buen estado de Patzicía, Santa Apolonia y Comalapa, dista de la cabecera Departamental a 34 kilómetros.

### **1.1.1.3 Topografía e hidrografía**

El territorio de Tecpán Guatemala es generalmente accidentado, encontrándose alternativamente cerros, barrancos y planicies. Entre los cerros más grandes se encuentran el de la Cruz de Santiago.

Cuenta con ríos de importancia debido a su caudal, entre ellos el Grande o Motagua, límite entre el Departamento de Chimaltenango y Quiché. El río Xayá, sirve de fuente de energía en el molino Helvetía. Existen 28 ríos, mas 10 riachuelos, un arroyo, 6 quebradas y 2 lagunas.

### **1.1.1.4 Aspectos climáticos**

El municipio se encuentra localizado dentro del tipo de temperatura templada, con invierno benigno, clima húmedo y las lluvias con estación seca bien definida.

La máxima temperatura promedio anual es de 22.6°C; mínima de 9.1°C. La temperatura promedio anual es de 16.1°C. En los meses de diciembre a febrero se experimenta descensos en la temperatura ambiente, con un promedio mínimo de 6.3°C.

El clima promedio a la clasificación de Thorwaite, corresponde a la unidad B b Bi templado con invierno benigno y húmedo con invierno seco. Ecológicamente en el área presenta una zona de vida de bosque húmedo, montaña baja subtropical (bmh-mb(b)) en toda la región.

#### **1.1.1.5 Servicios públicos**

El objetivo de estos es mejorar el nivel de vida de la población del municipio de Tecpán a través de los servicios que presta.

Servicios básicos que operan al servicio de la comunidad son los siguientes: Registro de Vecindad, Registro civil, Tesorería municipal, Receptoría municipal, Farmacia municipal, oficina municipal de planificación o. m. p. ( integrándose con la oficina de planificación, oficina forestal, oficina de medio ambiente, un representante del maga), casa del deportista, secretaria municipal , biblioteca municipal, policía municipal y casa del deportista.

Cuenta también con un centro de salud, policía nacional civil, juzgado de paz, bomberos, mercado municipal y radioemisoras comunitarias.

#### **1.1.1.6 Actividades económicas**

El día principal de mercado es el jueves de cada semana. La mayoría de puestos en las calles, sobre el suelo, son de mujeres del municipio. Sus principales productos son frutas y verduras. En los puestos provisionales construidos con tablas de madera hay hombres que vienen de otros municipios, venden ropa, sombreros, calzado, herramientas y ponchos, por ejemplo. Los principales productos agrícolas de la región son: maíz, frijol, café, caña de azúcar, jengibre, trigo, avena, diversas frutas y verduras según la temporada.

Es importante distinguir la producción orientada al comercio interno y la destinada a la exportación. Generalmente, el maíz y frijol son para el propio consumo de quienes los siembran. Muchas verduras (zanahorias, por ejemplo) y frutas son llevadas el día de mercado para la venta local. Para la exportación, la actividad más rentable, se concentran en la horticultura: lechuga, arveja china, repollos y remolachas. En lo referente a la producción pecuaria de la zona destaca la crianza de ganado vacuno, caballar, lanar y porcino, que tiene

su lugar de comercialización en el mercado de Chimaltenango (cabecera departamental). También es importante, para el comercio local, la venta de gallinas, gallos y pollos.

Existen importantes fábricas de hilados de algodón y lana que son muy demandados para elaborar los tejidos distintivos de cada municipio. La elaboración y venta de tejidos de algodón para el vestuario de las mujeres es una de las actividades más importantes. El comercio de indumentaria tradicional es una de las características distintivas del mercado de Tecpán. Grandes cantidades de huipiles y cortes se venden y compran para mujeres de diversas regiones del país. Se estima el monto de los inventarios que mostraban los vendedores de trajes típicos en un día de plaza en Tecpán de 68 puestos observados, se calcula que el monto de los huipiles ofrecidos sobrepasaba el millón de quetzales y los cortes representaban, al menos, Q.2.8 millones.

#### **1.1.1.7 Población**

Según el X Censo de Población efectuado en 1994, habría un total de 41,152 habitantes, de los cuales más del 80% son indígenas que hablan el idioma kaqchikel, que es el predominante en el departamento de Chimaltenango. En la actualidad, se estima que la población del municipio supera los 60 mil habitantes. Como todo municipio, Tecpán tiene su pueblo (centro urbano) que, de acuerdo a la tipología de Tax, podría catalogarse como un pueblo vacío. Esto quiere decir que la mayoría de la población indígena no es residente permanente en el pueblo sino que tienen sus hogares en los alrededores (área rural), donde viven y trabajan o donde tienen su centro de operaciones, si se trata de comerciantes o trabajadores por día. El pueblo funciona como punto de referencia o como eje, en torno al cual giran las actividades cotidianas. En el pueblo está la iglesia (templo católico) y el lugar de mercado, por eso muchos llegan a él al menos el día de mercado y para las fiestas religiosas. Las

personas van y vienen del pueblo a su hogar, al ritmo de la actividad económica, que generalmente es semanal. En el caso de Tecpán también se observa que en el pueblo vive gran cantidad de ladinos: el 35% de la población urbana, según datos estadísticos de la Municipalidad, es decir unas 5 mil personas, aproximadamente.

Población Total Censada y locales de habitación particulares (viviendas) censados al 24/11/2002:

**Tabla I. Población total en el municipio de Tecpán Guatemala**

MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL	VIVIENDAS
Tecpán Guatemala	59,859	11,447

Fuente: INE

**Tabla II. Densidad de población urbano y rural**

Población total	Densidad de la población distribución espacial urbano			Densidad de la población distribución espacial rural		
	%	x Km2	Total de población	%	x Km2	Total de población
59,859	22	65.51	13,168.98	78	232.3	46,690.02

Fuente: INE

## 1.1.2 Principales necesidades del municipio

### 1.1.2.1 Descripción de necesidades

Entre las necesidades en lo que a infraestructura y obra civil se refiere, en el municipio de Tecpán Guatemala, podemos encontrar, la falta de instalaciones

educativas, vías de acceso, sistemas de drenaje sanitario y agua potable, en las aldeas de este municipio.

#### **1.1.2.2 Priorización de necesidades**

Actualmente en la aldea San Lorenzo, no se cuenta con un establecimiento educativo con las condiciones adecuadas, provocando esto que mucha de la población estudiantil se traslade a escuelas muy distantes y otros se queden sin acceso a la misma.

El Caserío el Mirador no cuenta con un sistema colectivo de evacuación de las aguas servidas, teniendo cada vivienda que disponer de las aguas residuales a flor de tierra, o letrinas, formando charcos de agua contaminada, lo cual contribuye a la proliferación de enfermedades de tipo gastrointestinales, también cabe mencionar que es un foco de enfermedades epidémicas y contamina el entorno ambiental, es por esto que se hace necesario el diseño de un sistema de drenaje sanitario para el caserío el mirador.



## **2 FASE DE SERVICIO TECNICO PROFESIONAL**

### **2.1 Diseño de la escuela en la aldea San Lorenzo**

#### **2.1.1 Descripción del proyecto a desarrollar.**

EL proyecto consistirá en diseñar los dos niveles de la escuela para la aldea San Lorenzo.

El edificio escolar se diseñara de acuerdo a las necesidades que se tengan, estará limitado por el espacio disponible, los recursos, materiales y las normas de diseño.

La estructura será del tipo de estructura de marcos dúctiles con nudos rígidos y de losas planas de concreto reforzado.

Para este caso se necesitaran 8 aulas de enseñanza, dirección, cocina y servicios sanitarios.

#### **2.1.1.1 Ubicación**

El lugar del proyecto se ubica a 11 kilómetros de la cabecera municipal sobre el camino de terracería que conduce a la aldea, el terreno se localiza a un costado del centro de salud, y tiene un área de 2275 m<sup>2</sup>.

#### **2.1.1.2 Tamaño**

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

tiempo, las recomendaciones para el diseño de un aula teórica aquí se generalizan, ya que en los niveles primario, básico y diversificado, son similares. Dichas recomendaciones generalizadas son las siguientes

La capacidad óptima en el nivel básico es de 30 alumnos, pero se permite un máximo de 40 alumnos.

Para la superficie total del aula debe considerarse el caso crítico, es decir, cuando se da la capacidad máxima de 40 alumnos. Pero podrá ser diseñada de acuerdo a los requerimientos existentes. La forma del aula será cuadrada o rectangular, se recomienda que el lado mayor no exceda 1.5 veces el lado menor. La fuente principal de iluminación natural debe provenir del lado izquierdo del alumno sentado frente al pizarrón.

La distancia máxima desde la última fila al pizarrón, será de 8m; y el ángulo horizontal de visión de un alumno sentado, será como máximo 30°.

Tendrá instalaciones de energía eléctrica, con luminarias adecuadas que proporcionen iluminación artificial abundante y constante; además, tendrá dos tomacorrientes, uno al frente y otro en la parte posterior, colocados a 0.40m sobre el nivel del piso.

Según normas de de diseño, se sugiere de  $1.35\text{m}^2$  por alumno en el área rural y  $1.50\text{m}^2$  por alumno en el área urbana.

Como nos encontramos en un área rural y el estimado para ocupar las aulas es de 40 alumnos tenemos.

$$\text{Área de aula} = 1.35\text{m}^2 \cdot 40 = 54\text{m}^2.$$

Lo que nos da un aula de 7.50m de largo por 7.20 de ancho.

### **2.1.1.3 Entorno**

#### **a) Fuera de la escuela:**

Las calles de acceso al establecimiento se encuentran señalizadas con señales preventivas y restrictivas, las entradas contarán con accesos independientes para los escolares y para los vehículos.

#### **b) Dentro de la escuela:**

No existirán, plantas peligrosas, cuerpos punzantes sobre las paredes, vidrios o aristas cortantes, árboles de fácil acceso para los alumnos, tablas indebidamente cortadas utilizadas como escalones, tacos o dados de hormigón en el piso, etc.

### **2.1.1.4 Infraestructura física**

Teniendo en cuenta el área del terreno y las necesidades de espacios por aula, se hace necesaria la construcción de un edificio de dos niveles para este caso se ha elegido el sistema estructural de marcos dúctiles con nudos rígidos de concreto reforzado, muros de mampostería y losa planas de concreto reforzado.

### **2.1.1.5 Ventilación**

La dirección de los vientos en Guatemala es de norte a sur, por lo que el área de ventilación debe estar orientada en este sentido, el área recomendada para la ventilación debe de ser del 50% del área de ventanas.

## **2.1.2 Levantamiento Topográfico**

### **2.1.2.1 Planimetría**

La forma del terreno es irregular. Tiene un área de 700 mts<sup>2</sup> distribuidos en un polígono de seis lados con dimensiones asimétricas.

### **2.1.2.2 Altimetría**

Es un terreno sin desnivel a partir de la calle, por lo que no se requiere de movimiento de tierras.

## **2.1.3 Tipos de cargas**

La estimación precisa de las cargas que pueden aplicarse a una estructura durante su periodo de vida útil, es tal vez la tarea más importante y difícil en el diseño estructural, no pueden dejar de considerarse cargas que puedan presentarse con cierta probabilidad razonable. Una vez estimadas las cargas, el siguiente problema consiste en determinar cuál será la peor o más desfavorable combinación de éstas que pueda presentarse en un momento dado.

Por lo general, las cargas son modeladas como cargas puntuales concentradas, cargas lineales o cargas superficiales. Una carga puntual puede, representar la acción de otro componente estructural que entra en contacto con un miembro, como el soporte de una viga en una columna o el soporte de una escalera en una viga. Las cargas lineales son cargas expresadas en fuerza por unidad de longitud, como el peso de una pared divisoria que actúa sobre un trabe de apoyo. Las cargas superficialmente distribuidas, se dan en términos de fuerza por unidad de área y se suelen transformar a cargas lineales para el análisis de las estructuras.

Uno de los aspectos importantes es de reconocer que cargas actúan sobre las estructuras y estas se pueden dividir en tres categorías: cargas muertas, cargas vivas y cargas ambientales.

### 2.1.3.1 Carga muerta

Esta carga incluye el peso de todos los componentes que permanecen en una estructura, como lo son, vigas, columnas, losas de entrepiso y techos. También se toma en consideración los elementos arquitectónicos, como cielos rasos, herrajes de ventanas, muros divisorios y acabados.

### 2.1.3.2 Carga viva

Esta es la que soporta el edificio de manera transitoria, se aplican por varias horas o por años, la magnitud es variable y va a depender del uso de la edificación. Entre lo que se considera como carga viva se incluye; peso de los ocupantes, muebles, vehículos etc.

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

<b>Tipo de ocupación o uso</b>	<b>(Kg / m<sup>2</sup>)</b>
Vivienda	200
Oficina	250
Hospitales – encamamiento y habitaciones	200
Hospitales – servicios médicos y laboratorios	350
Hoteles – alas de habitaciones	200
Hoteles – servicios y áreas públicas	500
Escaleras privadas	300
Escaleras públicas o de escape	500
Balcones, cornisas y marquesinas Áreas de salida y/o escape	300 500
Vestíbulos públicos	500
Plazas y áreas públicas a nivel de calle	500
Salones de reunión	
Con asientos fijos	300
Sin asientos fijos	500
Escenarios y circulaciones	500

**Continúa**

<b>Tipo de ocupación o uso</b>	<b>(Kg / m2)</b>
Instalaciones deportivas públicas	
Zonas de circulación	500
Zonas de asientos	400
Canchas deportivas	Carga depende del tipo de cancha
Aulas y escuelas	200
Bibliotecas	
Áreas de lectura	200
Depósito de libros	600
Almacenes	
Minoristas	350
Mayoristas	500
Estacionamientos y garajes	
Automóviles	250
Vehículos pesados	Según vehículo
Rampas de uso colectivo	750
Corredores de circulación	500
Servicio y reparación	500
Bodegas	
Cargas livianas	600
Cargas pesadas	1200
Fábricas	
Cargas livianas	400
Cargas pesadas	600
Azoteas de concreto con acceso	200
Azoteas sin acceso horizontal o inclinadas	100
Azoteas inclinadas más de 20°	75
Techas de láminas, tejas, cubiertas plásticas, lonas, etc. (aplica a la estructura que soporta la cubierta final)	
	50

**Fuente: Normas AGIES NR – 2:200**

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

Tipo de ocupación o uso	(lb / pie <sup>2</sup> )	(Kg / m <sup>2</sup> )
Escuelas y colegios		
Salones de clase	40	200
Corredores en pisos superiores al primero	80	400
Andenes, vías vehiculares y patios sometidos a tráfico	250	1200
Graderías de estadios y plazas de toros	100	500
Escaleras y vías de salida	100	500
Bodegas de almacenamiento		
Liviana	125	600
Pesadas	250	1200
Almacenes		
Al por menor		
Primer piso	100	500
Pisos superiores	75	350
Al por mayor, todos los pisos	125	600
Vías peatonales y plataformas elevadas (diferentes a vías de salida)	60	300
Patios y terrazas (peatonales)	100	500
Armerías y cuartos de adiestramiento	150	750
Áreas de reunión y teatros		
Con sillas fijas (sujetas al piso)	60	300
Vestíbulos	100	500
Con sillas móviles	100	500
Plataformas	100	500
Pisos de escenarios	150	750
Balcones (exterior)	100	500
Para residencias de una o dos familias únicamente sin exceder 100 pie <sup>2</sup>	60	300
Boleras, salones de piscinas y áreas de recreación similares	75	350
Corredores		
Primer piso	100	500
Salones de baile	100	500
Comedores y restaurantes	100	500
Escaleras de incendio	100	500
Para vivienda unifamiliar únicamente	40	200
Garajes (para carros de pasajeros únicamente)	50	250

## Continúa

Tipo de ocupación o uso	(lb / ft <sup>2</sup> )	(Kg / m <sup>2</sup> )
Gimnasios, pisos principales y balcones	100	500
Hospitales		
Salas de operación, laboratorios	60	300
Cuartos privados	40	200
Salas	40	200
Corredores en pisos superiores al primero	80	400
Bibliotecas		
Cuartos de lectura	60	300
Cuartos de almacenamiento	150	750
Corredores en pisos superiores al primero	80	400
Fábrica e industrias		
Liviano	125	600
Pesado	250	1200
Marquesinas y pabellones	75	350
Edificios de oficinas		
Vestíbulos	100	500
Oficinas	50	250
Instituciones penales		
Celdas	40	200
Corredores	100	500
Residencial		
Casas (uni o bifamiliares) Áticos no habitables sin almacenamiento	10	50
Áticos no habitables con almacenamiento	20	100
Áticos habitables, dormitorios	30	350
Todas las demás áreas	40	200
Hoteles y casas multifamiliares		
Cuartos privados y corredores que los atienden	40	200
Cuartos públicos y corredores que los atienden	100	500

Fuente: Arthur Nilson, Diseño de estructuras de concreto

### 2.1.3.3 Carga de sismo

Esta se debe a las vibraciones de la corteza terrestre provocadas por fallas en el suelo. Estos ocurren diariamente en diversos lugares del planeta, aunque son pocos los que alcanzan una magnitud para producir daños significativos en los edificios

## **2.1.4 Ensayo de suelos**

### **2.1.4.1 Ensayo triaxial**

Debido a que el suelo es un material tan complejo, ninguna prueba bastará por si sola para estudiar todos los aspectos importantes del comportamiento esfuerzo-deformación.

El ensayo triaxial constituye el método más versátil en el estudio de las propiedades esfuerzo-deformación. Con este ensayo es posible obtener una gran variedad de estados reales de carga.

Esta prueba es la más común para determinar las propiedades esfuerzo-deformación. Una muestra cilíndrica de un suelo es sometida a una presión de confinamiento en todas sus caras. A continuación se incrementa el esfuerzo axial hasta que la muestra se rompe. Como no existen esfuerzos tangenciales sobre las caras de la muestra cilíndrica, el esfuerzo axial y la presión de confinamiento, son los esfuerzos principal mayor y principal menor respectivamente. Al incremento de esfuerzo axial, se denomina esfuerzo desviador.

En una prueba de compresión cilíndrica, la falla ocurre debido al corte, por ello es necesario considerar la relación entre la resistencia al corte y la tensión normal que actúa sobre cualquier plano dentro del cuerpo a compresión.

En una prueba de compresión, una muestra de suelo esta sujeta a fuerzas compresivas que actúa en tres direcciones, en ángulos rectos entre sí, respectivamente; uno en la dirección longitudinal, los otros dos lateralmente. Los tres planos perpendiculares sobre los cuales estas tensiones actúan, son conocidos como los planos principales, y las tensiones como las tensiones principales.

Muchos de los problemas de mecánica de suelos son considerados en dos dimensiones, y solo son usadas las tensiones principales mayor y menor. A la influencia de la tensión principal intermedia se le resta importancia.

#### 2.1.4.2 Análisis de resultados

El suelo encontrado en esta área es limo areno arcilloso color café, este se define como granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial, y cuyas partículas varían entre 2mm y 0.05mm de diámetro. Para evaluar la calidad y el valor soporte del suelo, se realizó una excavación a 1.50 metros de profundidad, donde se obtuvo una muestra inalterada de 1 pie<sup>3</sup> que se sometió al ensayo de compresión triaxial; mediante la prueba de no consolidado y no drenado, para obtener los parámetros de corte, siendo éstos:

Ángulo de fricción interna  $\phi = 28^\circ$

Carga última CU= 2.6 ton/m<sup>2</sup>

Descripción del suelo= Limo areno-arcilloso color café

Densidad seca= 1.84 ton/m<sup>2</sup>

Para el cálculo del valor soporte del suelo se utilizó el método propuesto por el Dr. Karl Terzaghi. La siguiente resolución es para un suelo areno-limoso.

Datos: Base B= 1.00mts

Peso específico del suelo  $\gamma_{\text{suelo}} = 1.84 \text{ ton/m}^3$

Ángulo de fricción interna  $\phi = 28^\circ$

Carga última CU= 2,6 ton/m<sup>2</sup>

Desplante (profundidad a la que se tomó la muestra) D= 1.20mts

Factor de flujo de carga (Hq)

$$Hq = e^{(\pi \tan \phi)^*} \tan (45 + \phi/2)^2$$

$$Hq = e^{(\pi \tan 28^\circ)^*} \tan (45 + 28^\circ/2)^2$$

$$Hq = 14.70 \text{ Ton/m}^2$$

Factor de flujo de carga última  $N_c$

$$N_c = \cot(\phi) \cdot (H_q - 1)$$

$$N_c = \cot(28^\circ) \cdot (14.70 \text{ ton/m}^2 - 1 \text{ ton/m}^2)$$

$$N_c = 25.76 \text{ Ton/m}^2$$

Factor de flujo del suelo  $N_\gamma$

$$N_\gamma = 2 \cdot (H_q + 1) \cdot \tan(\phi)$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (14.70 \text{ ton/m}^2 - 1) \cdot \tan(28^\circ)$$

$$N_\gamma = 13.119 \text{ ton/m}^2$$

Valor soporte último  $q_o$

$$q_o = 0.4 \cdot \gamma_{\text{suelo}} \cdot B \cdot N_\gamma + 1.3 \cdot C_u \cdot N_c + \gamma_{\text{suelo}} \cdot D \cdot H_q$$

$$q_o = 0.4 \cdot 1.84 \text{ ton/m}^3 \cdot 1.5 \text{ m} \cdot 13.119 \text{ ton/m}^2 +$$

$$1.3 \cdot 2.6 \text{ ton/m}^2 \cdot 25.76 \text{ ton/m}^2 + 1.84 \text{ ton/m}^3 \cdot 1.50 \text{ m} \cdot 14.70 \text{ ton/m}^2$$

$$q_o = 145 \text{ ton/m}^2$$

Valor soporte neto último  $q_u$

$$q_u = q_o - \gamma \cdot D$$

$$q_u = 145 \text{ ton/m}^2 - 1.53 \text{ ton/m}^3 \cdot 1.20 \text{ m}$$

$$q_u = 143.164 \text{ ton/m}^2$$

El factor de seguridad FS es un número que puede estar comprendido entre 1.5 y 3, dependiendo del tipo de suelo, para este cálculo del valor soporte del suelo se utilizará el valor de 3.

Valor soporte de diseño  $q_d$

$$q_d = q_u / FS$$

$$q_d = 143.164 \text{ ton/m}^2 / 3$$

$$q_d = 47.75 \text{ ton/m}^2.$$

Por lo tanto, se diseñará utilizando un valor soporte de  $40 \text{ ton/m}^2$

### **2.1.5 Diseño arquitectónico**

La relación de la edificación con su entorno, contactos visuales y auditivos, así como las influencias del ambiente que repercuten alrededor de ella tienen una importancia decisiva para su calidad. Estos elementos deben considerarse dentro de la planificación del diseño arquitectónica, para asegurar las relaciones positivas o bien suprimir las influencias negativas.

Los criterios de ubicación empleados buscan la correcta orientación del edificio, norte a sur, para una óptima iluminación, iluminación, circulación y asoleamiento de todos los ambientes.

Finalmente se aplicaron criterios de superficie y altura del edificio que están en función de las necesidades a satisfacer, tanto en capacidad de concentración de personas, en este caso los estudiantes, así como funcionalidad e importancia del edificio.

Se considero que las instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas deban garantizar seguridad de operación, capacidad adecuada para prestar el servicio de forma constante, así como proporcionar protección contra agentes nocivos principalmente ambientales.

### **2.1.6 Análisis estructural**

Análisis estructural es el proceso para determinar las respuestas de la estructura ante las acciones exteriores que puedan afectarla.

Para iniciar el análisis de nuestra escuela tendremos un predimensionamiento estructural, con lo cual se darán medidas preliminares a los elementos que componen la misma, ya que uno de los aspectos fundamentales del diseño de estructuras resistentes a sismos es el relativo a las dimensiones.

Para predimensionar se puede recurrir a las experiencias en obras similares o utilizar métodos analíticos cortos que se describen continuación.

### Columnas:

El método que se utiliza para predimensionar las columnas determina la sección y se basa en la carga aplicada a esta. En este caso en particular se desea guardar simetría en las dimensiones de las columnas, por tal razón se toma la columna crítica, es decir, la que soporta mayor carga. La medida resultante se aplica a todas las columnas.

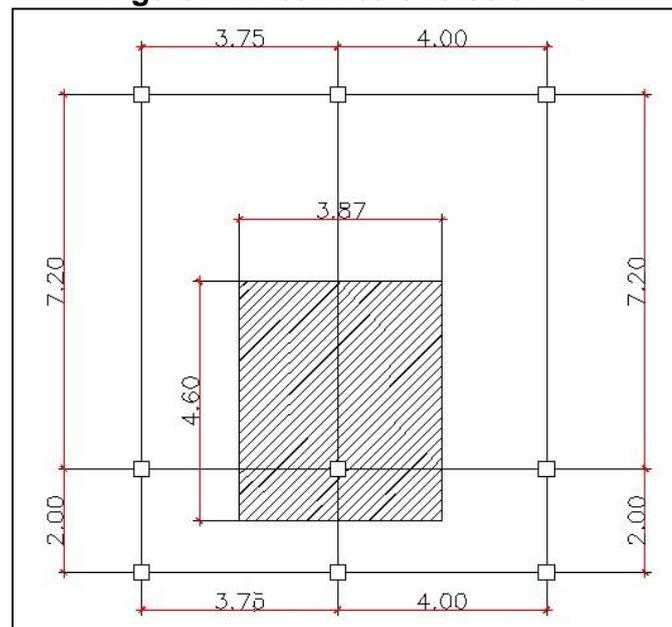
Cálculo de la carga aplicada a la columna, para elementos con estribos.

$$P = 0.8 * (0.225 * f'c * Ag + Fy * As)$$

Donde  $A_g$  es el área total de la sección y  $A_s$  es el área de acero del elemento que oscila entre  $0.01A_g < A_s < 0.08A_g$ , según el código ACI 318-99 capítulo 10, sección 9.1.

El área tributaria de la columna más crítica es la siguiente:

**Figura 2. Área tributaria columna**



$$\text{Área} = 3.87\text{mts} \times 4.60\text{mt}$$

$$\text{Área} = 17.80 \text{ mts}^2$$

$$P = A_t \cdot \gamma_c$$

$$P = 17.80\text{m}^2 \cdot 2400\text{kg} / \text{m}^3$$

$$P = 41040 \text{ kg.}$$

$$A_s = 0.01A_g$$

$$41040 \text{ kg} = 0.8 \cdot (0.225 \cdot 210\text{kg} / \text{cm}^2 \cdot A_g + 2810\text{kg} / \text{cm}^2 \cdot 0.01 \cdot A_g)$$

$$A_g = 680.8228 \text{ cms}^2$$

$$\text{Se propone una columna de } 0.35\text{cms} \cdot 0.35\text{cms} = 1225\text{cms}^2$$

### **Vigas:**

Para predimensionar las vigas, el método utilizado determina el peralte o altura de la viga, ésta depende de la luz que cubre la misma. La base de la viga queda a criterio del diseñador, se usa aquí el ancho de las columnas.

En este caso sólo se calcula la viga crítica, es decir, la de mayor longitud.

$$H_{\text{viga}} = L \cdot 0.08$$

$$H_{\text{viga}} = 7.20\text{m} \cdot 0.08$$

$$H_{\text{viga}} = 0.60\text{cm}$$

El código ACI 318R-99 en el capítulo 9 sección 9.53, especifica que la altura de la viga está dada por:

**Tabla V. Alturas o espesores de viga**

Alturas o espesores mínimos de vigas no pretensadas o losas armadas en una dirección a menos que se calculen las deformaciones*.				
	Simplemente apoyados	Espesor Mínimo, h		
		Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse por grandes deformaciones.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{\ell}{20}$	$\frac{\ell}{24}$	$\frac{\ell}{28}$	$\frac{\ell}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{18.5}$	$\frac{\ell}{21}$	$\frac{\ell}{8}$

\* La luz  $\ell$  está en mm.  
 Los valores dados en esta tabla se deben usar directamente en elementos de hormigón de peso normal ( $w_c = 2400 \text{ kg/m}^3$ ) y refuerzo grado 420 MPa. Para otras condiciones, los valores deben modificarse como sigue:  
 (a) Para hormigón liviano estructural de peso unitario dentro del rango de 1500 a 2000  $\text{kg/m}^3$ , los valores de la tabla deben multiplicarse por  $(1.65 - 0.0003 w_c)$ , pero no menos de 1.09, donde  $w_c$  es la densidad en  $\text{kg/m}^3$ .  
 (b) Para otros valores de  $f_y$  distintos de 420 MPa, los valores de esta tabla deben multiplicarse por  $(0.4 + f_y/700)$ .

Fuente ACI-318-99

$$H_{\text{viga}} = \frac{L_{\text{viga}}}{18.5}$$

$$H_{\text{viga}} = \frac{7.20}{18.5}$$

$$H_{\text{viga}} = 0.40$$

Por lo que se usará el promedio de ambos predimensionamientos, teniendo una viga de 0.30m\*0.60m

**Losas:**

Se predimensiona el peralte de la losa. El método usa como variable las dimensiones de la superficie de la losa y el tipo de apoyos que tiene. En este caso, todas las losas están apoyadas en los cuatro lados y aunque se tienen diferentes medidas, se toma el área crítica y el peralte resultante se aplica para todas las demás.

Cuando el claro largo  $b$  es mayor que el doble del claro corto  $a$ , casi no se aplica carga en la dirección mayor, por lo que se convierte en una losa en una dirección cuyo claro es  $a$ .

Para conocer si la losa trabaja en una dirección o en dos direcciones, se obtiene el valor de:

$$m = \frac{a}{b}$$

En donde si  $m \geq 0.50$ , la losa trabaja en dos sentidos, y si  $m < 0.50$ , la losa trabaja en un sentido, entonces:

$$m = \frac{3.75}{7.20} = 0.52 \text{ Trabaja en dos sentidos}$$

$$t = \text{perímetro} / 180 = 2 * (7.20 + 4) / 180 = 0.1244\text{m}$$

Se diseñará la losa con un espesor de 13 cms.

### **Cimientos:**

Para este proyecto se estima una cota de cimentación de 1.5m y zapatas aisladas concéntricas.

$$\text{Área de zapata} = P_{\text{trabajo}} / \text{Valor soporte}$$

$$P_{\text{trabajo}} = PU / FCU$$

Donde:

PU = carga última (tomado de áreas tributarias)

FCU = 1.49 (factor de carga última)

$$P_{\text{trabajo}} = 41040 / 1.49 = 27543.62 \text{ Kg} = 27.54\text{T}$$

$$\text{Área de zapata} = 27.54 \text{ T} / 40\text{T/m}^2 = 0.68\text{m}^2 \sim 0.70 \text{ m}^2$$

Espesor propuesto: 30cm

$$\text{Área de zapata propuesta} = 1 \text{ m}^2.$$

## **2.1.7 Diseño**

### **2.1.7.1 Elementos de mampostería**

La función estructural está ligada a la capacidad del muro para soportar o no carga, diferente a la de su propio peso, por lo cual se tendrán los siguientes tipos de mampostería.

#### **Muros de relleno**

Es aquella cuya función principal es la de conformar muros que sirvan para dividir espacios, sin tener una función expresa o tácita de soportar techos o niveles superiores. Este tipo de mampostería conforma las particiones o fachadas en edificios con sistemas portantes en pórticos de concreto, acero o, incluso, madera.

#### **Muros de carga**

La mampostería para muros de carga impone, adicionalmente a las características enunciadas anteriormente, de acuerdo al tipo de exposición, la necesidad de una resistencia superior en los elementos, suficiente para soportar las cargas que debe soportar, o que tengan una resistencia tal que se diseñe la estructura para ella. Esto en cuanto a las unidades, pero como conjunto, aparece la participación del refuerzo, lo que le ha dado la dimensión que posee la mampostería en la actualidad, dentro de los sistemas estructurales.

### **2.1.7.2 Sistema constructivo**

#### **Modelos matemáticos de marcos dúctiles**

Los modelos matemáticos son gráficas que representan la forma de las cargas que soporta el marco dúctil, y se utilizan para hacer el análisis estructural. A continuación se presentan los marcos dúctiles de la edificación.

Carga muerta (CM)

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

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

$$\text{Peso del concreto} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso de acabados} = 100 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Peso de muros} = 80 \text{ kg/m}^2$$

Carga viva (CV), según especificaciones de AGIES NR-2:2000 cuadro 8.1

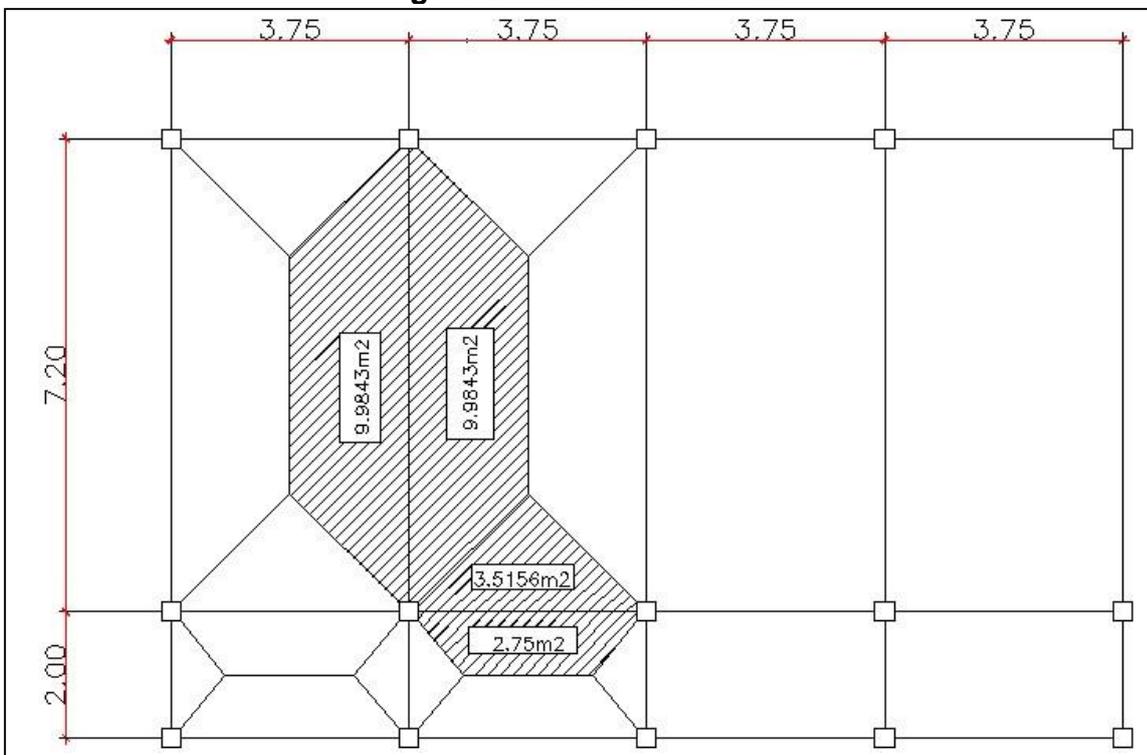
$$\text{Carga viva en techos inaccesibles} = 100 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga viva en aulas} = 200 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga viva en pasillos y gradas de acceso} = 400 \text{ kg/m}^2$$

Para realizar el análisis estructural, se determinan las cargas linealmente distribuidas, tomando en cuenta los valores anteriores y la geometría de la planta utilizando el siguiente procedimiento:

**Figura 3. Aéreas tributarias**



Nivel 2

Sentido "x"

$$CM = W_{\text{losas}} + W_{\text{vigas}}$$

= (área tributaria \* peso específico del concreto \* espesor de losa) + (sección de viga \* longitud de viga \* peso específico del concreto)

$$CM = (9.984\text{m}^2 * 0.13\text{m} * 2400 \text{ kg/m}^3) + (0.30\text{m} * 0.60\text{m} * 7.20\text{m} * 2400\text{kg/m}^3) \\ = 6255.408\text{kg}$$

$$CM_{\text{distribuida}} = \frac{6255.408\text{kg}}{7.2\text{m}} = 864.64\text{kg} / \text{m}$$

$$CV = \text{área tributaria} * CV_{\text{techo}} = 9.984\text{m}^2 * 100\text{kg/m}^2 = 998.42 \text{ kg}$$

$$CV_{\text{distribuida}} = \frac{998.4\text{kg}}{7.2\text{m}} = 138.66\text{kg} / \text{m}$$

Sentido "y"

$$CM = (6.266\text{m}^2 * 0.13\text{m} * 2400 \text{ kg/m}^3) + (0.30\text{m} * 0.60\text{m} * 3.75\text{m} * 2400 \text{ kg/m}^3) \\ = 3574 \text{ kg}$$

$$CM_{\text{distribuida}} = \frac{3574\text{kg}}{3.75\text{m}} = 953\text{kg} / \text{m}$$

$$CV = 6.266\text{m}^2 * 100\text{kg/m}^2 = 626.60 \text{ kg}$$

$$CV_{\text{distribuida}} = \frac{626.60\text{kg}}{3.75\text{m}} = 167.09\text{kg} / \text{m}$$

Nivel 1

Sentido "x"

$$CM = W_{\text{losas}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{muros}}$$

= (área tributaria \* peso específico del concreto \* espesor de losa) + (sección de viga \* longitud de viga \* peso específico del concreto) + (área de muro \* peso de muro)

$$CM = (9.984m^2 * 0.13m * 2400 \text{ kg/m}^3) + (0.3m * 0.60m * 7.20m * 2400\text{kg/m}^3) \\ + (7.20m * 3m * 80 \text{ kg/m}^2) \\ = 7953 \text{ kg}$$

$$CM_{\text{distribuida}} = \frac{7953\text{kg}}{7.2m} = 1104\text{kg/m}$$

$$CV = \text{área tributaria} * CV_{\text{intermedia}} = 9.984m^2 * 200\text{kg/m}^2 = 1996.8 \text{ kg}$$

$$CV_{\text{distribuida}} = \frac{1996\text{kg}}{7.2m} = 277.33\text{kg/m}$$

Sentido “y”

$$CM = (6.266m^2 * 0.13m * 2400 \text{ kg/m}^3) + (0.3m * 0.60m * 3.75m * 2400 \text{ kg/m}^3) \\ + (3.75m * 3m * 80 \text{ kg/m}^2) \\ = 4474.992\text{kg}$$

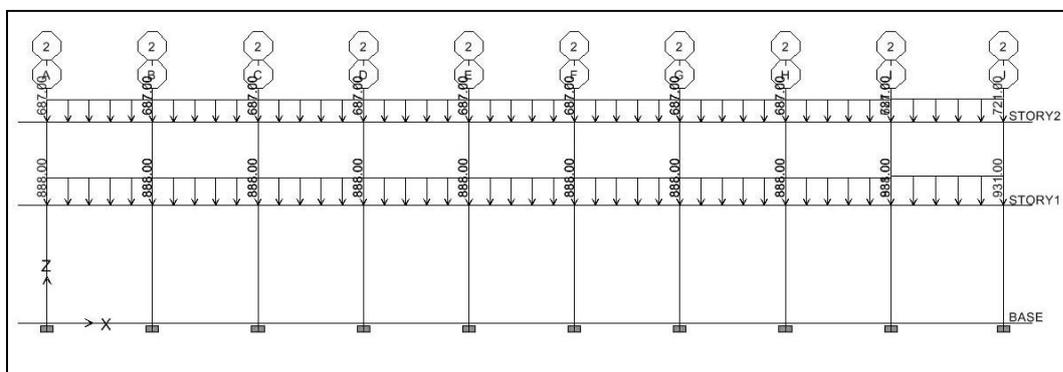
$$CM_{\text{distribuida}} = \frac{4474.992\text{kg}}{3.75m} = 1193.33\text{kg/m}$$

$$CV = 6.266m^2 * 600\text{kg/m}^2 = 3759.60 \text{ kg}$$

$$CV_{\text{distribuida}} = \frac{3759.60\text{kg}}{3.75m} = 1002.56\text{kg/m}$$

Los valores de cargas uniformemente distribuidas en los marcos de todos los fueron calculados según el procedimiento anterior.

**Figura 4. Integración de cargas verticales sentido x**



Continúa

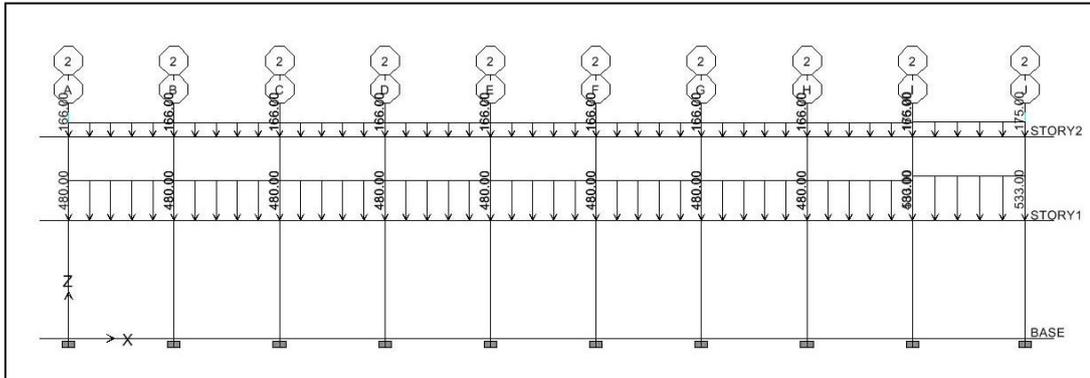
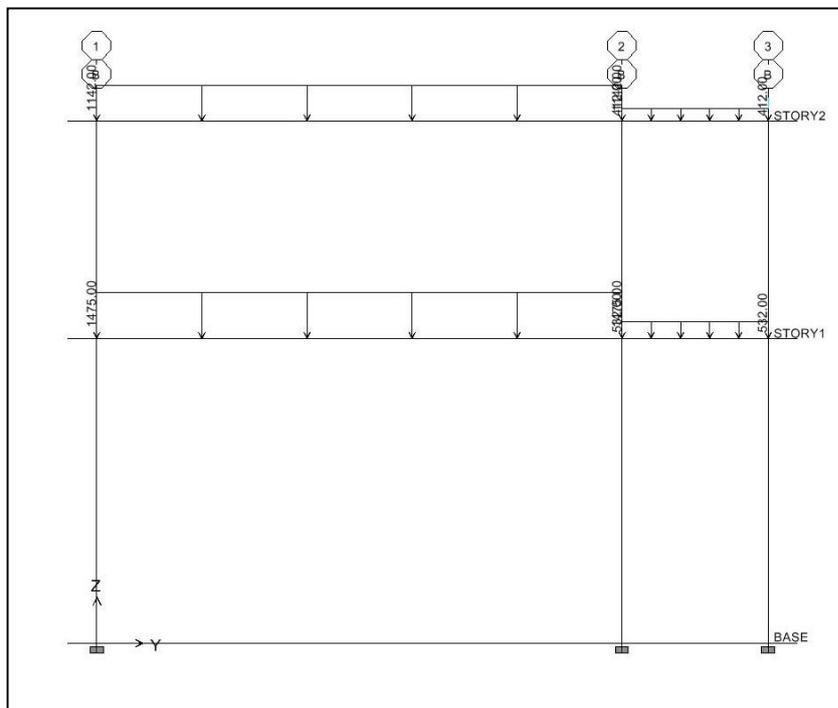
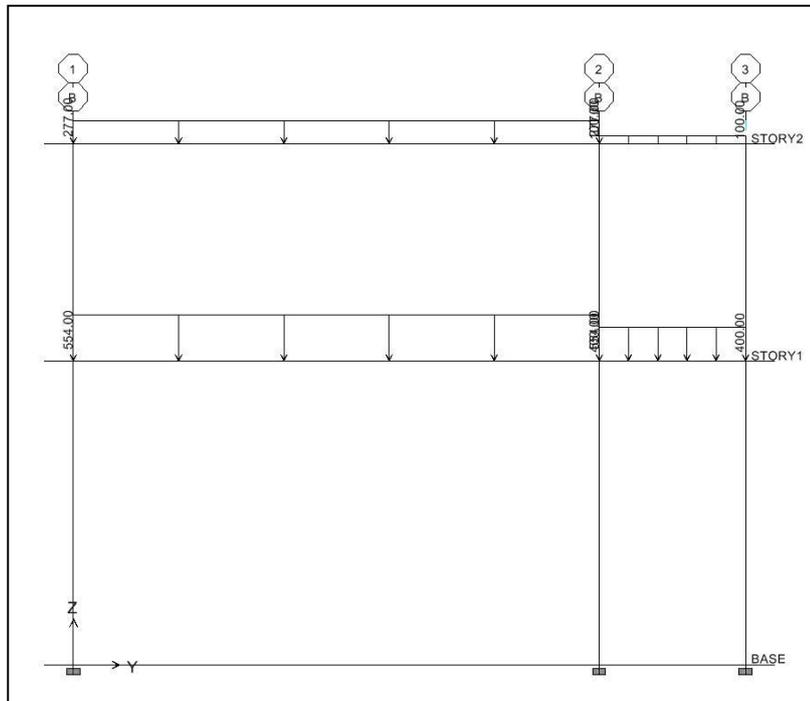


Figura 5. Integración de cargas verticales sentido y



Continúa



### 2.1.7.3 Corte basal

Para hallar las fuerzas sísmicas aplicadas a los marcos del edificio escolar, se utilizará el método SEAOC.

Los requisitos de cargas laterales propuestas por el código SEAOC son normas mínimas para poder diseñar edificios y estructuras resistentes a fuerzas horizontales. Consideran las estructuras como una unidad, tomando en cuenta cada una de sus partes integrantes inclusive pórticos o paredes estructurales.

Cada estructura será diseñada y construida para resistir los esfuerzos provocados por cargas laterales, las cuales serán asumidas en cualquier dirección.

El código SEAOC se basa en que la fuerza cortante en la base será de:

$$V = ZIKCSW$$

En donde:

V = Fuerza de corte total en la base de la estructura causada directamente por la acción del sismo.

Z = Factor que depende de las características de la región donde actúa el sismo.

K = Factor que refleja la ductilidad de la estructura.

I = Factor que depende de la importancia de la estructura.

C = Coeficiente numérico que están en función de la flexibilidad de la estructura.

S = Factor relativo al suelo donde está colocada la estructura.

W = Carga muerta total, que incluye el peso total de la estructura más equipo permanente, cielo falso, etc.

### **Coeficiente Z**

Es el coeficiente de variaciones de sismicidad o de riesgo sísmico que ciertos códigos, principalmente el U.B.C, reconocen para las regiones o áreas donde se aplica el código, atendiendo a su riesgo sísmico. A continuación se presentan los valores del coeficiente Z para distintas zonas:

**Tabla VI. Factor Z de zona sísmica**

<b>ZONA</b>	<b>1</b>	<b>2A</b>	<b>2B</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Z</b>	0.075	0.15	0.20	0.30	0.40

**Fuente: James Ambrose, Diseño simplificado de edificios**

El valor que se le asigne al factor de importancia debe ser mayor que 1 y menor que 1.25, como se dijo, el valor de este coeficiente depende de la importancia del edificio y de sus características, en la tabla VI se dan estos valores.

### **Coeficiente I**

Se agrega este coeficiente a la fórmula del corte en la base, según sea la importancia de utilidad de la estructura o de uso inmediato después de que ha ocurrido un sismo. Para estructuras como hospitales, centros de comunicación, estación de bomberos y otros, se utiliza el valor de 1.5. para otro tipo de estructuras, los valores no deben ser mayores de 1.0.

**Tabla VII. Factor de importancia de la estructura**

<b>Categoría de ocupación</b>	<b>Factor de importancia I</b>
I. Instalaciones esenciales	1.25
II. Instalaciones peligrosas	1.25
III. Estructuras de ocupación especial	1.0
IV. Estructuras de ocupación estándar	1.0

**Fuente: James Ambrose, Diseño simplificado de edificios**

## Coeficiente K

El valor numérico de K depende del tipo de sistema estructural de la naturaleza de la estructura en sí. Estos valores reflejan experiencia en diseño y construcción, al igual que análisis cuidadoso y evoluciones del comportamiento de estructuras durante la acción de sismos mayores y moderados. Los valores de K no deben ser menores que los presentados a continuación:

**Tabla VIII. Valores de coeficiente K**

TIPO O ARREGLO DE ELEMENTOS RESISTENTES	VALORES DE K
Todos los sistemas estructurales de edificios excepto los clasificados más abajo	1
Edificios con sistema "CAJA"	1.33
Edificios con sistema doble consistente de: un marco espacial resistente a momento y muros de corte o marcos embreizados diseñados de acuerdo a los siguientes criterios: 1. Marcos y muros de corte o marcos embreizados deben resistir la fuerza lateral total de acuerdo con sus rigideces relativas considerando la interacción de paredes de corte y marcos. 2. Los muros de corte o marcos embreizados actuando independientemente del marco espacial resistente a momento debe resistir la total fuerza lateral requerida. 3. El marco espacial resistente a momento, el cual cuando se supone que actúa independientemente debe tener la capacidad resistente no menos que 25% de la fuerza lateral requerida.	0.8
Edificios con un marco espacial resistente a momento, el cual cuando se supone que actúa independientemente de cualquier otro elemento más rígido, es capaz de resistir el 100% del total de las fuerzas laterales requeridas.	0.67

## Coeficiente C

El valor numérico de C está en función de la flexibilidad de la estructura cuando está sujeta a la acción de cualquier sismo. La medida de flexibilidad de la estructura estará dada en base del período de vibración de la misma, mediante la fórmula:

$$C = \frac{1}{15\sqrt{T}}$$

Donde:

T = período de vibración de la estructura en segundos. El máximo valor es de 0.12.

### Período de vibración

Para edificios se dan tres ecuaciones empíricas:

1. Usando las propiedades de la estructura y tomando en cuenta las características de la deformación de los elementos resistentes se puede determinar el período de vibración, el cual será:

$$T = 2\pi \sqrt{\left( \sum_{i=1}^n W_i d_i^2 \right) \div g \left[ \sum_{i=1}^n F_i d_i + (F_t + F_n) d_n \right]}$$

Donde:

n= número de niveles de la estructura.

W<sub>i</sub>= carga asignada al nivel i

d<sub>i</sub>= deflexión del nivel i con respecto a la base causada por la fuerza.

f<sub>i</sub>= fuerza lateral aplicada al nivel i

f<sub>n</sub>= fuerza lateral aplicada al último nivel n

f<sub>t</sub>= fuerza lateral concentrada en la parte más alta del edificio, o sea el último nivel

dn= deflexión del último nivel n con respecto a la base

g= aceleración de la gravedad.

2. Si el período no se puede calcular en la forma anterior, se podrá calcular de la siguiente forma:

$$T = \frac{0.05hn}{\sqrt{D}}$$

hn= a la altura del nivel N sobre la base del cimiento de la estructura.

D= dimensión en planta de la base del edificio, en dirección paralela a la línea de aplicación de las fuerzas laterales, en pies.

3. En el caso de que se tenga una estructura que está constituida por marcos rígidos (vigas, columnas) capaces de resistir el 100% de la fuerza lateral y un sistema tal que no esté encajonado o colinde con un elemento más rígido, T será:

$$T = 0.10 N$$

N= número total de niveles sobre la base hasta el nivel n

### **Coeficiente S**

Depende de la resonancia del suelo que soportará la estructura, atendiendo a qué distancia se encontrará el edificio de una posible falla. El valor de S se determina por las fórmulas siguientes:

a) Para  $T/T_s$   $1.0 < S < 1.0 + T/T_s - 0.5 (T/T_s)^2$

b) Para  $T/T_s$   $1.0 < S < 1.2 + 0.6 T/T_s - 0.3 (T/T_s)^9$

Para dichos casos el valor mínimo de S será de 1.0 y el mínimo valor de T será 0.3 segundos. Ts será el período característico del suelo donde estará asentada la estructura, es obtenido de los datos geológicos siendo su mínimo a usar 0.5 segundos y con un máximo valor de 2.5 segundos. En el caso de que T no pueda ser establecido, se puede tomar un valor de S de 1.5.

**Tabla IX. Coeficientes de sitio**

<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Factor S</b>
S <sub>1</sub>	Un perfil de suelo con alguna de las siguientes características: a) Un material parecido a la roca caracterizado por una velocidad de onda de cortante mayor a 2500 pies por segundo o mediante otro método adecuado de clasificación, o bien. b) Una condición de suelo rígido o denso, donde la profundidad es menor a 200 pies.	1.0
S <sub>2</sub>	Un perfil de suelo con condiciones de suelo rígido o denso, donde la profundidad excede 200 pies.	1.2
S <sub>3</sub>	Un perfil de suelo de 40 pies de profundidad mayor, que contiene más de 20 pies de arcilla blanda a medianamente rígida, pero no más de 40 pies de arcilla blanda.	1.5
S <sub>4</sub>	Un perfil de suelo que contiene más de 40 pies de arcilla blanda.	2.0

**Fuente: James Ambrose, Diseño simplificado de edificios**

### **Coeficiente W**

En este valor se incluirá:

- a) El valor total de la carga muerta producida por el peso de todos los elementos estructurales y no estructurales que permanecerán en el edificio.
- b) Otras cargas como separaciones no permanentes, equipo permanente de oficina, etc.
- c) Por lo menos 25% de la carga viva sobre cada piso, cuando se trate de almacenes o de bodegas.

Limitaciones:

- a) El producto CS no será mayor que 0.14
- b) Si el valor de T es mayor de 2.5 segundos, el valor de S se calculará tomando Ts con un valor de 2.5 segundos.
- c) Los valores establecidos de K son mínimos permisibles, los cuales pueden ser mayores que éstos. Para estructuras que pueden ser tanques elevados, chimeneas y toda aquella que sea soportada por una sola columna o una hilera de columnas en dirección perpendicular al sismo: 0.12 - 0.25.

El sismo no actúa en una dirección determinada con respecto al edificio.

Por tal razón se necesita evaluar el corte basal en las direcciones x y (y) (longitudinal y transversal respectivamente). Con los valores resultantes se puede diseñar el edificio contra un sismo en cualquier dirección.

Cálculo del peso de la estructura + 25% de las cargas vivas

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

$$W_{\text{nivel}} = W_{\text{losas}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{columnas}} + W_{\text{muros}} + W_{\text{acabados}} + 0.25CV$$

$$W_{\text{losas}} = \text{Área} * t * \gamma_c$$

$$W_{\text{vigas}} = H * B * L_{\text{total}}$$

$$W_{\text{columnas}} = B * B * H * L_{\text{total}} * \gamma_c$$

$$W_{\text{muro}} = C_{\text{muros}} * L_{\text{total}}$$

**Tabla X. Peso total de la estructura por nivel módulo 1**

Wvigas	Wcolumna	Wmuros		0.25*CV	Wtotal nivel
kg	kg	kg		kg	kg
67651.2	23328	25410	92960	23240	262635.2
55699	7776	25410	38180	9545	221436
				Wtotal	484071.2

Cálculo del coeficiente C

$$T = \frac{0.05 * H}{\sqrt{B}}$$

$$T_x = \frac{0.05 * 7.2}{\sqrt{34}} = 0.061739$$

$$T_y = \frac{0.05 * 6}{\sqrt{9.2}} = 0.11868$$

El coeficiente C para el sentido x y (y).

$$C = \frac{1}{15 * \sqrt{T}}$$

$$C_x = \frac{1}{15 * \sqrt{0.061739}} = 0.2683$$

$$C_y = \frac{1}{15 * \sqrt{0.11868}} = 0.1250$$

**Tabla XI. Coeficientes para el cálculo del corte basal**

Eje		H(edificio) mts.	B(edificio) mts.	T(vibración)	C
x	0.05	7.2	30	0.061739491	0.268304045
y	0.05	7.2	9.2	0.118688485	0.193510461

En la comparación del producto de C\*S, en los resultados que exceden de 0.14, se usará el valor de 0.14, entonces, se tiene:

$$V = 0.15 * 1 * 1 * 0.67 * 0.14 * 493262.2 \text{ kg} = 13300.59646 \text{ kg}$$

$$V = 0.15 * 1 * 1 * 0.67 * 0.1250 * 493262.2 \text{ kg} = 9592.865266 \text{ kg}$$

Cálculo de las fuerzas por nivel (Fni)

El cortante en la base del edificio se distribuirá a lo alto de toda la estructura de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

$$F_{ni} = (V - F_t) * \frac{W_{hi}}{\sum(W_{hi})}$$

Donde:

Fni=Fuerza por nivel

V= Corte basal

Ft= Fuerza de cúspide, cuando el periodo natural de vibración (t) es menor que 0.25, Ft=0, de lo contrario, Ft=0.07\*T\*V

El valor de Ft no debe ser mayor de 0.25V. Este valor se incluye para tomar el efecto de chicoteo que se produce en una estructura durante un sismo.

W= Peso propio de la estructura + 25% de las cargas vivas

Wi= Peso propio de la estructura + 25% de las cargas vivas por nivel

Hi= Altura medida desde la cimentación al nivel considerado.

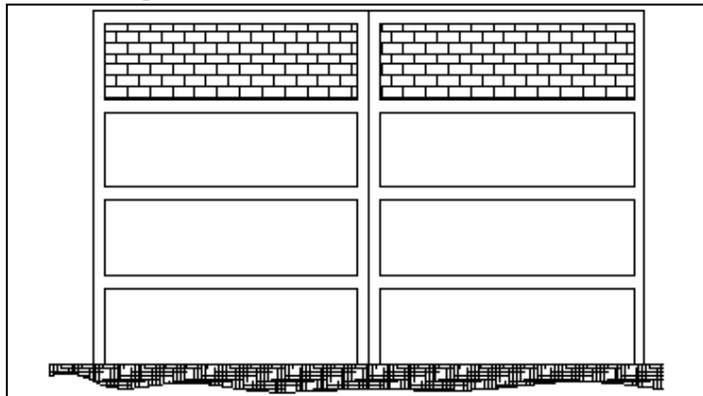
**Tabla XII. Fuerzas por nivel**

Nivel	Eje	W	Hi mts.	W*Hi mts.	Ft	V-Ft	Fni
1	x1	257405.6	4.2	1081103.52	0	13300.59646	5173.774506
2	x2	235856.6	7.2	1698167.52	0	13300.59646	8126.821954
1	y1	257405.6	4.2	1081103.52	0	9592.865266	3731.510981
2	y2	235856.6	7.2	1698167.52	0	9592.865266	5861.354285

Según el tipo de estructura que se esté analizando, así será el tipo de apoyo y, por lo tanto, la ecuación de rigidez que se debe usar existen apoyos en voladizo y doblemente empotrado.

Voladizo: se refiere a edificios de un nivel o a los últimos niveles de edificios multiniveles como se puede observar en la figura. Para muros o columnas en voladizo, la fórmula de rigidez K es:

**Figura 6. Muros o columnas en voladizo**



Fuente: Antonio Tampan, Guía práctica y teórica para uso de software ETABS

$$K = \frac{1}{\frac{F * H^3}{3 * E_c * I} + \frac{1.2 * F * H}{A * G}}$$

Donde:

K=Rigidez

F = Fuerza lateral asumida.

H = altura del muro o columna analizada.

$E_c$  = módulo de elasticidad del concreto. Donde  $E_c = 15100 (f'c)^{1/2}$ ,  $f'c$  esta en  $Kg/cm^2$ .

I = inercia del elemento. Donde b es la base del elemento y h la altura del elemento.

A = sección transversal del muro o columna analizado.

G = módulo de rigidez, donde  $G = 0.4 * E_c$ .

A manera de recordatorio se dirá que en el cálculo de la inercia, b es el lado perpendicular a la carga aplicada y h es el lado paralelo a la misma.

Doblemente empotrados: se refiere a los primeros niveles o niveles intermedios de edificios multiniveles. Para muros o columnas doblemente empotrados como se puede observar en la figura. Para muros o columnas doblemente empotrados, la fórmula de rigidez K es:

$$K = \frac{1}{\frac{F * H^3}{12 * E_c * I} + \frac{1.2 * F * H}{A * G}}$$

Donde

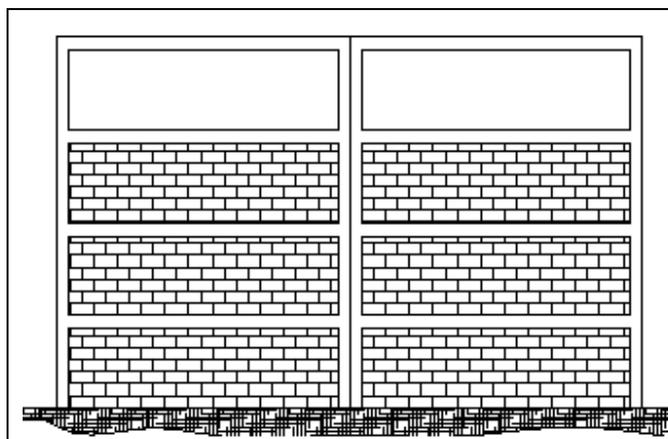
F = Fuerza lateral asumida.

H = altura del muro o columna analizada.

$E_c$  = módulo de elasticidad del concreto. Donde  $E_c = 15100 (f'c)^{1/2}$ ,  $f'c$  esta en  $Kg/cm^2$ .

I = inercia del elemento. Donde b es la base del elemento y h la altura del elemento.

**Figura 7. Muros o columnas doblemente empotrados**



Fuente: Antonio Tampan, Guía práctica y teórica para uso de software ETABS

Cálculo de rigidez por marco.

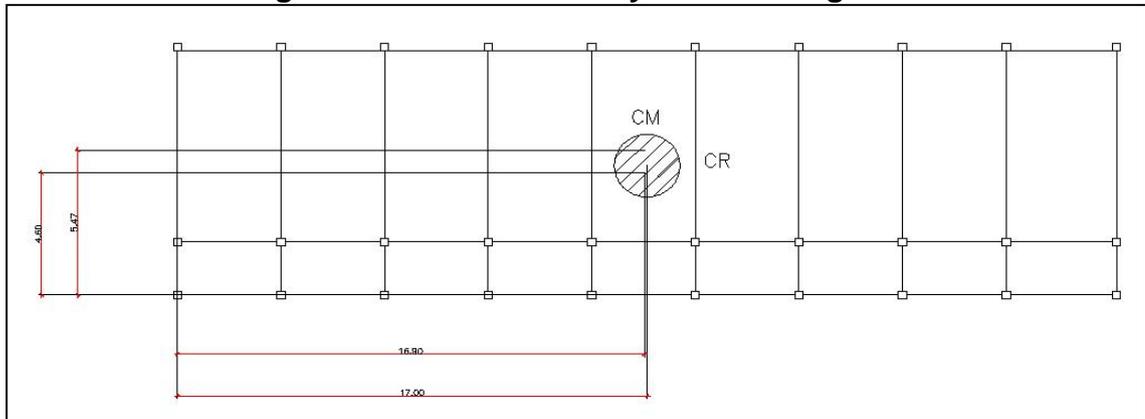
KM = Rigidez del marco

**Tabla XIII. Cálculo de rigidez por marco**

MARCO	KC		CANTIDAD	KM	L	KM*L
A	0.434	0	3	1.3025	0	0
B	0.434	3.75	3	1.3025	3.75	4.88437
C	0.434	3.75	3	1.3025	7.5	9.768741
D	0.434	3.75	3	1.3025	11.25	14.65311
E	0.434	3.75	3	1.3025	15	19.53748
F	0.434	3.75	3	1.3025	18.75	24.42185
G	0.434	3.75	3	1.3025	22.5	29.30622
H	0.434	3.75	3	1.3025	26.25	34.19059
I	0.434	3.75	3	1.3025	30	39.07496
L	0.434	4	3	1.3025	34	44.28496
				<b>13.02</b>		<b>220.122</b>

MARCO	EN PLANOS EJES	KC		CANTIDAD	KM	L	KM*L
1	3	0.434	0	10	4.342	0	0
2	4	0.434	2	10	4.342	2	8.68332
3	5	0.434	7.2	10	4.342	9.2	39.9433
					<b>13.02</b>		<b>48.6266</b>

**Figura 8. Centro de masa y centro de rigidez**



CR=Centro de rigidez

$$CR = \frac{\sum KM * L}{KM}$$

CM=centro de masa

$$CM = \frac{B}{2}$$

e=excentricidad de la estructura.

$$e_x = CM - CR$$

$$e_{min} = 0.05 * \text{altura total del edificio}$$

Cálculo de la excentricidad (e)

Marco en sentido "x"

$$CR_x = \frac{48.62}{13.02} = 3.73333mts$$

$$CM_x = \frac{B}{2}$$

$$CM_x = \frac{9.2}{2} = 4.6mts$$

$$e_x = 4.6 - 3.7333$$

$$e_x = 0.8667$$

$$e_{\min} = 0.05 * 7.20 = 0.36$$

**$e_x > e_{\min} =$  existe torsión en el sentido “X”**

Marco en sentido “y”

$$CR_y = \frac{220.122}{13.02} = 16.9mts$$

$$CM_y = \frac{34}{2} = 17mts$$

$$e_y = CM - CR$$

$$e_y = 17 - 16.9$$

$$e_y = 0.10$$

$$e_{\min} = 0.05 * 7.2 = 0.36$$

**$e_y < e_{\min} =$  no existe torsión en el sentido “Y”**

Por lo tanto, se utilizará el valor de la excentricidad mínima.

Cálculo de las fuerzas por marco (FM)

Para el cálculo de las fuerzas por marco se utiliza el siguiente procedimiento:

$$FM = FM' + FM''$$

Donde:

$$FM' = \frac{KM}{\sum KM} * Fn$$

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

$$Ei = \frac{\sum KM * di^2}{\sum KM * di}$$

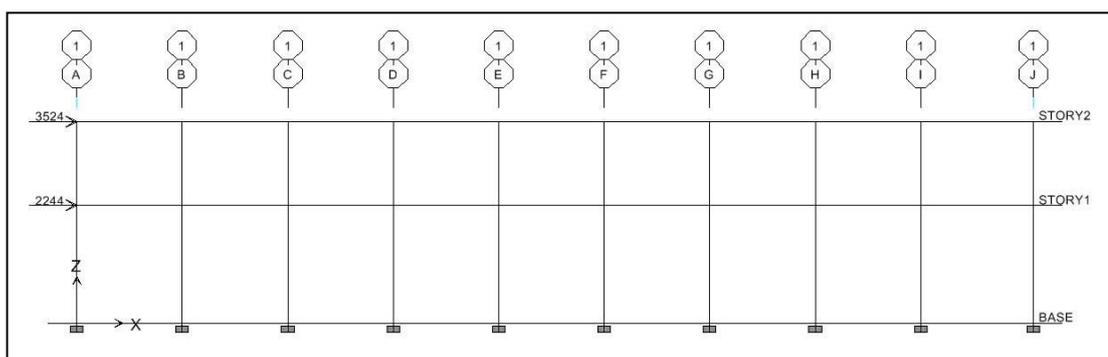
**Tabla XIV. Fuerzas por marco**

MARCO	DI	Ei	Fn	F'	F''	Fm
1	-3.733333333	-12.54285714	5173.774506	1725.252123	-354.7394365	1370.512686
2	-1.733333333	-27.01538461	5173.774506	1725.252123	-164.7004527	1560.55167
3	5.466666667	8.565853658	5173.774506	1725.252123	519.4398892	2244.692012

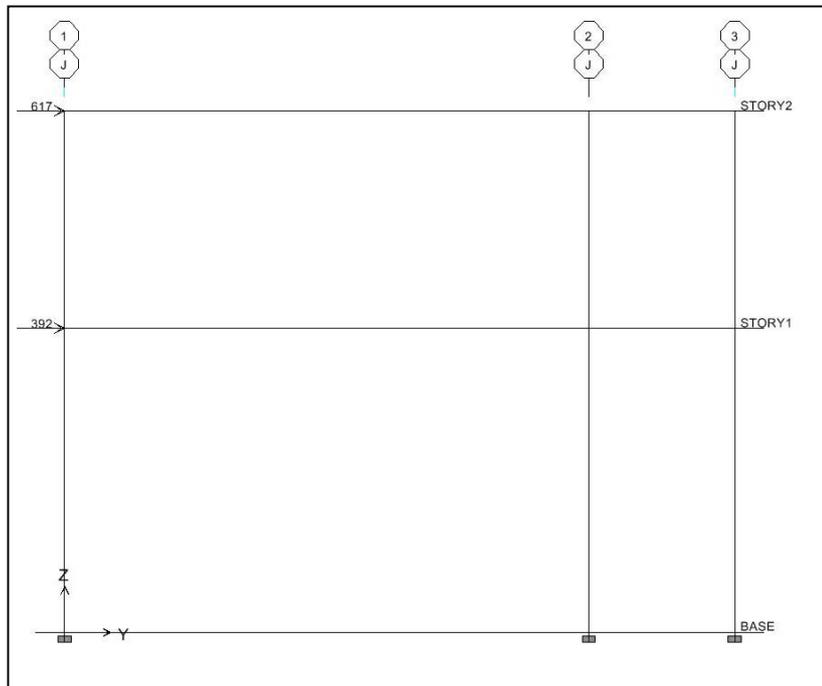
MARCO	DI	Ei	Fn	F'	F''	Fm
A	-16.9	-69.15088756	3731.510981	373.2940371	-19.42627204	353.8677651
B	-13.15	-88.87072242	3731.510981	373.2940371	-15.11570871	358.1783284
C	-9.4	-124.3244681	3731.510981	373.2940371	-10.80514539	362.4888917
D	-5.65	-206.8407079	3731.510981	373.2940371	-6.494582071	366.7994551
E	-1.9	-615.0789473	3731.510981	373.2940371	-2.18401875	371.1100184
F	1.85	631.7027026	3731.510981	373.2940371	2.126544572	375.4205817
G	5.6	208.6875	3731.510981	373.2940371	6.437107893	379.731145
H	9.35	124.9893048	3731.510981	373.2940371	10.74767121	384.0417083
I	13.1	89.20992365	3731.510981	373.2940371	15.05823454	388.3522717
J	17.1	68.34210525	3731.510981	373.2940371	19.65616875	392.9502059

Si el valor de  $F_m < F_i'$ , se debe tomar  $F_i'$  como la fuerza del marco. Si el valor de  $F_m > F_i'$ ,  $F_m$ , será el valor del marco analizado.

**Figura 9. Carga horizontal sentido x**



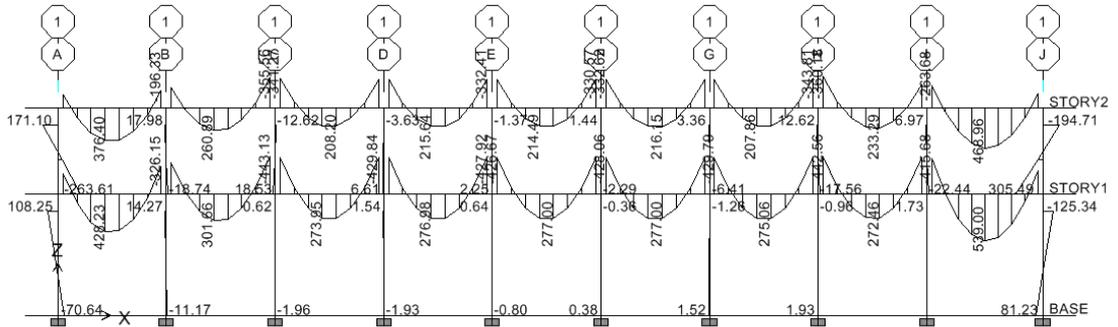
**Figura 10. Carga horizontal sentido y**



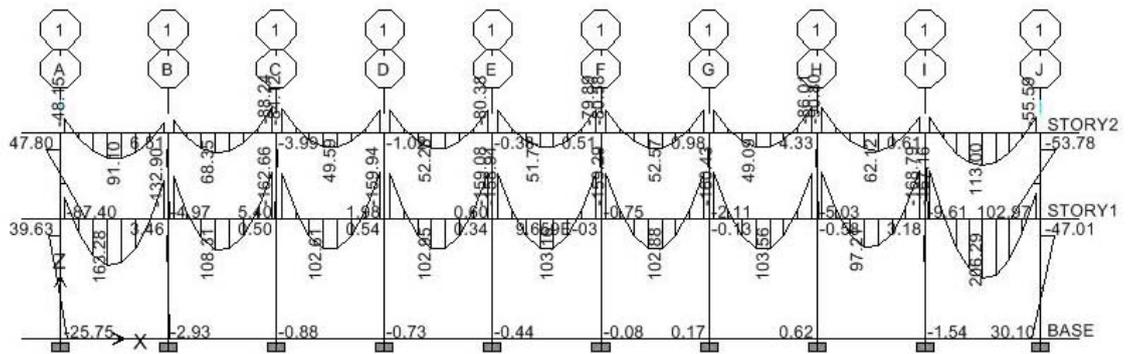
Con la integración de cargas definidas, se procede al Análisis estructural de los marcos y de esta manera verificar si los valores de los elementos predimensionados son correctos.

Se utilizó el programa ETABS como método de análisis, éste programa crea un modelo consistente de los sistemas de piso, pórtico vertical y pórtico lateral para analizar y diseñar toda la edificación.

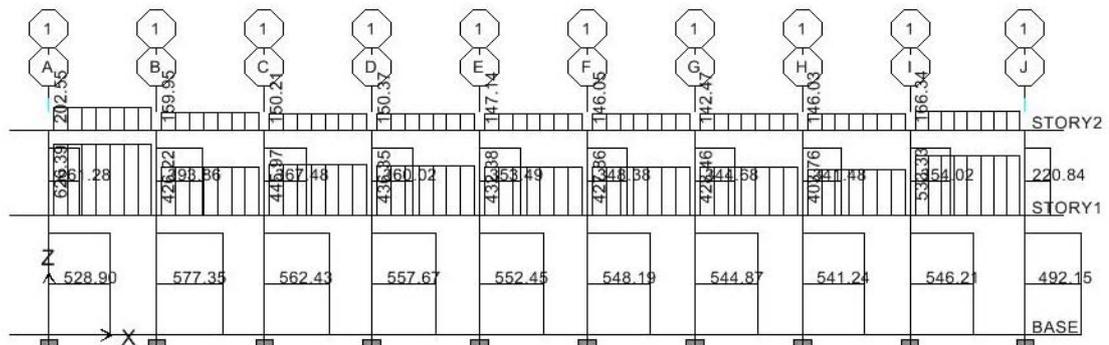
**Figura 11. Diagrama de momentos en vigas para carga muerta (Kg-m)**



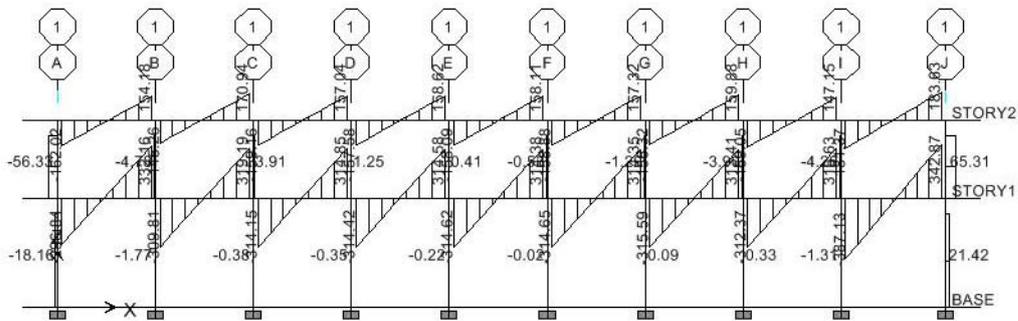
**Figura 12. Diagrama de momentos en vigas para carga viva (kg-m)**



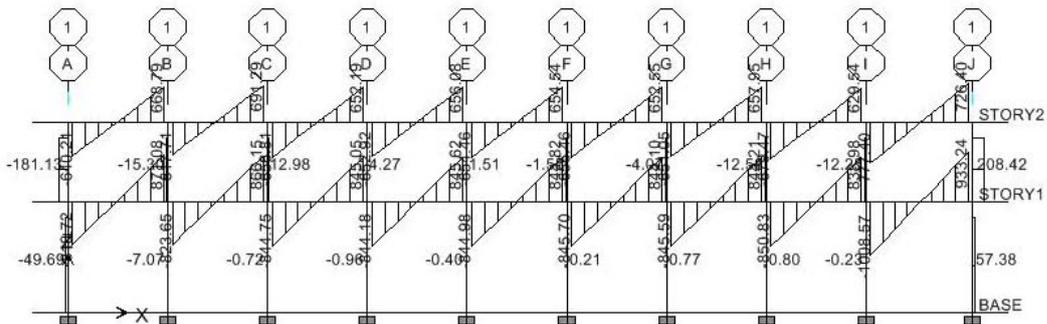
**Figura 13. Diagramas de corte en vigas y columnas para carga de sismo (kg-m)**



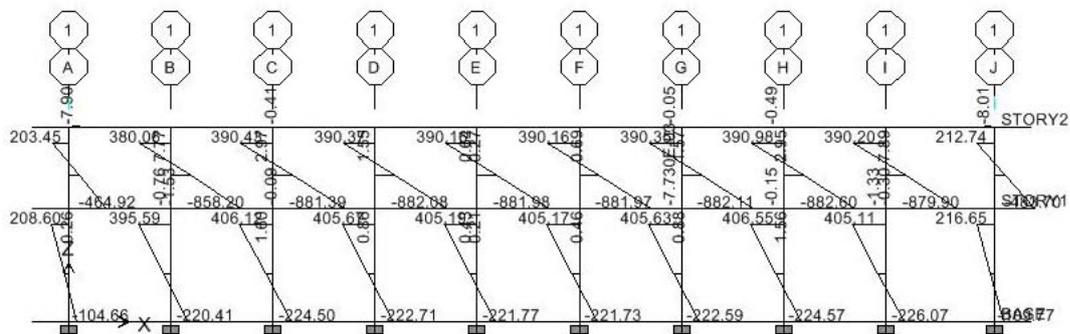
**Figura 14. Diagramas de corte en vigas para cargas vivas (kg-m)**



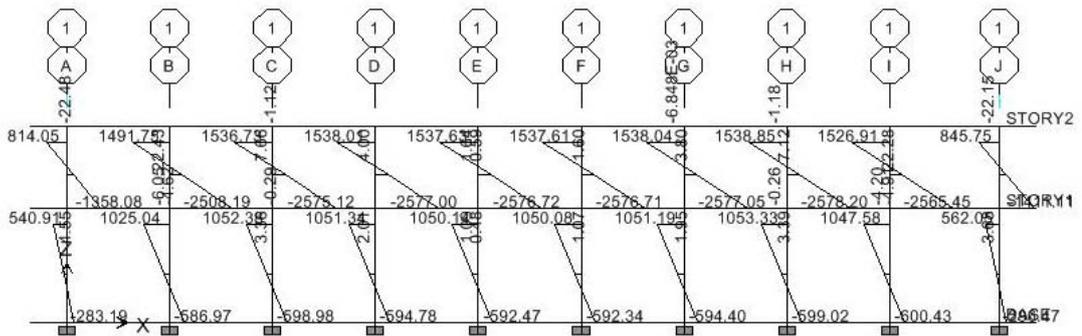
**Figura 15. Diagramas de corte en vigas para cargas muertas (kg-m)**



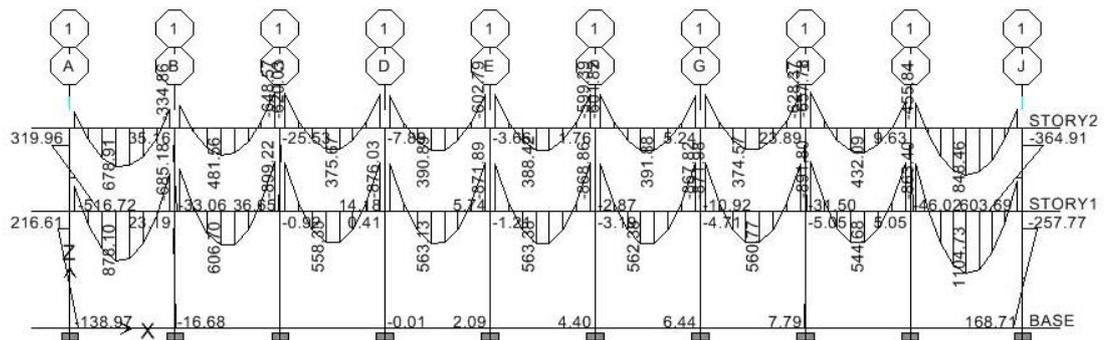
**Figura 16. Diagramas de corte en columnas para carga viva (kg-m)**



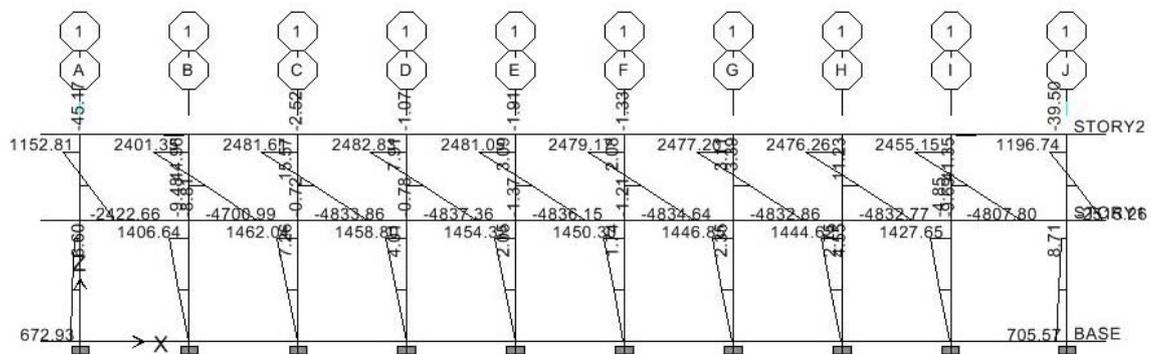
**Figura 17. Diagramas de corte en columnas para carga muerta (kg-m)**



**Figura 18. Diagrama de momentos últimos en vigas (kg-m)**



**Figura 19. Diagrama de momentos últimos en vigas (kg-m)**

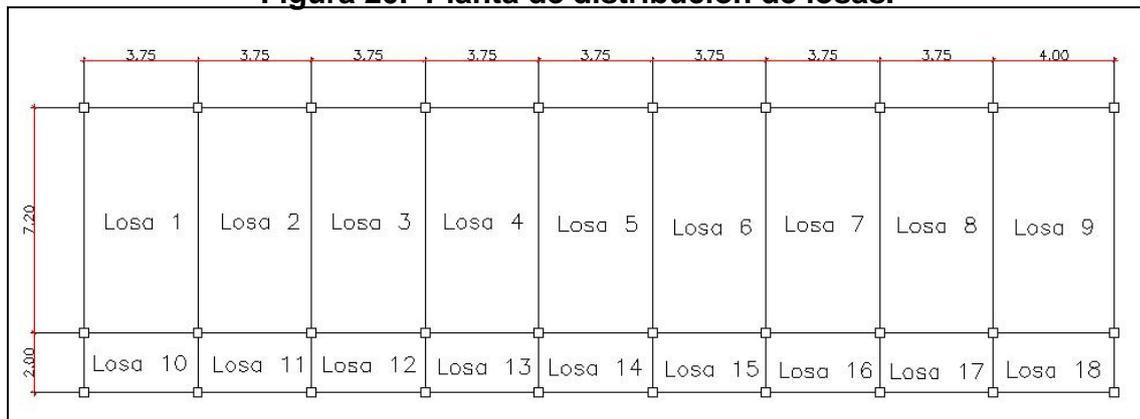


#### 2.1.7.4 Diseño de losas

Las losas serán apoyadas en los cuatro lados, a modo de obtener una acción de losas en dos direcciones. El acero de refuerzo se colocará en dirección paralela a las superficies. A menudo se utilizan barras de refuerzo rectas aunque para losas continuas las barras inferiores se doblan hacia arriba para proporcionar el refuerzo para cubrir los esfuerzos negativos sobre los apoyos.

Del predimensionamiento estructural, se obtuvo el espesor de la losa, de trece centímetros (losa plana), para diseñarla se aplicará los métodos del código ACI -318R-99.

**Figura 20. Planta de distribución de losas.**



Cálculo de la carga última o carga de diseño:

$$CM = (t * W_c) + W_{\text{acabados}} + W_{\text{muros}}$$

$$CM = 0.13\text{m} * 2400\text{kg /m} + 150\text{kg /m} + 100\text{kg /m} = 562 \text{ kg /m}$$

$$CV = 200\text{kg /m (aulas)}$$

$$CV = 400\text{kg /m (pasillos)}$$

$$CMU = 1.4 * 562 = 786.8 \text{ kg /m}$$

$$CVU = 1.7 * 200 = 340 \text{ kg/m (oficinas)}$$

$$CVU = 1.7 * 400 = 680\text{kg /m (pasillos)}$$

$$\text{CUT} = \text{CMU} + \text{CVU}$$

$$\text{CUT} = 1126.8 \text{ kg /m (oficinas)}$$

$$\text{CUT} = 1466.8 \text{ kg /m (pasillos)}$$

Se diseñará con base a una franja unitaria de 1m.

$$\text{CMU} = 786.8 \text{ kg /m} * 1\text{m} = 786.8 \text{ kg /m}$$

$$\text{CVU} = 680 \text{ kg /m} * 1\text{m} = 680 \text{ kg /m (pasillos)}$$

$$\text{CVU} = 340 \text{ kg /m} * 1\text{m} = 340 \text{ kg /m (oficinas)}$$

$$\text{CUT} = 1126.8 \text{ kg /m (oficinas)}$$

$$\text{CUT} = 1466.8 \text{ kg /m (pasillos)}$$

Cálculo de los momentos actuantes

Momentos negativos

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

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

Momentos positivos

$$M_a (+) = C_{acv} * \text{CVU} * a^2 + C_{acm} * \text{CMU} * a^2$$

$$M_b (+) = C_{bcv} * \text{CVU} * b^2 + C_{bcm} * \text{CMU} * b^2$$

$-C_a$  y  $-C_b$ : coeficientes para momentos negativos en losas

$C_{acv}$  y  $C_{bcv}$ : coeficientes para momentos por carga viva

$C_{acm}$  y  $C_{bcm}$ : coeficientes para momentos por carga muerta

CUT: carga última total

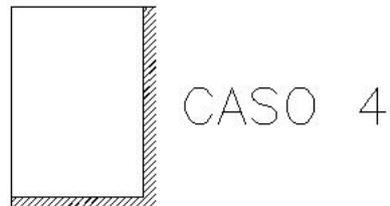
CVU: carga viva última

CMU: carga muerta última

a: lado corto de la losa

b: lado largo de la losa

### Losa 1



#### a

$$Ma (-) = -Ca \cdot C_{UT} \cdot a^2$$

$$Ma (-) = 0.093 \cdot 1126 \cdot 3.75^2 = \mathbf{1473.64 \text{ kg-m}}$$

$$Ma (+) = C_{acv} \cdot C_{VU} \cdot a^2 + C_{acm} \cdot C_{MU} \cdot a^2$$

$$Ma (+) = 0.057 \cdot 768.80 \cdot 3.75^2 + 0.0745 \cdot 340 \cdot 3.75^2 = \mathbf{986.8725 \text{ kg-m}}$$

#### b

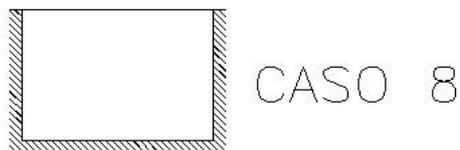
$$Mb (-) = -Cb \cdot C_{UT} \cdot b^2$$

$$Mb (-) = 0.007 \cdot 1126.80 \cdot 7.2^2 = \mathbf{408.89 \text{ kg-m}}$$

$$Mb (+) = C_{bcv} \cdot C_{VU} \cdot b^2 + C_{bcm} \cdot C_{MU} \cdot b^2$$

$$Mb (+) = 0.0045 \cdot 768.8 \cdot 7.2^2 + 0.006 \cdot 340 \cdot 7.2^2 = \mathbf{289.2983 \text{ kg-m}}$$

### Losa 2



#### a

$$Ma (-) = -Ca \cdot C_{UT} \cdot a^2$$

$$Ma (-) = 0.087 \cdot 1126 \cdot 3.75^2 = \mathbf{1378.56 \text{ kg-m}}$$

$$Ma (+) = C_{acv} \cdot C_{VU} \cdot a^2 + C_{acm} \cdot C_{MU} \cdot a^2$$

$$Ma (+) = 0.054 \cdot 768.80 \cdot 3.75^2 + 0.073 \cdot 340 \cdot 3.75^2 = \mathbf{986.8725 \text{ kg-m}}$$

**b**

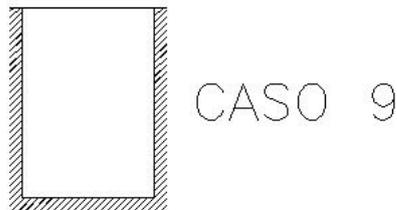
$$M_b (-) = -C_b \cdot C_{UT} \cdot b^2$$

$$M_b (-) = 0.012 \cdot 1126.80 \cdot 7.2^2 = \mathbf{700.95 \text{ kg-m}}$$

$$M_b (+) = C_{bcv} \cdot C_{VU} \cdot b^2 + C_{bcm} \cdot C_{MU} \cdot b^2$$

$$M_b (+) = 0.0045 \cdot 768.8 \cdot 7.2^2 + 0.006 \cdot 340 \cdot 7.2^2 = \mathbf{289.2983 \text{ kg-m}}$$

### **Losa 3**



**a**

$$M_a (-) = -C_a \cdot C_{UT} \cdot a^2$$

$$M_a (-) = 0.087 \cdot 1126 \cdot 3.75^2 = \mathbf{1378 \text{ kg-m}}$$

$$M_a (+) = C_{acv} \cdot C_{VU} \cdot a^2 + C_{acm} \cdot C_{MU} \cdot a^2$$

$$M_a (+) = 0.036 \cdot 768.80 \cdot 3.75^2 + 0.065 \cdot 340 \cdot 3.75^2 = \mathbf{709.09 \text{ kg-m}}$$

**b**

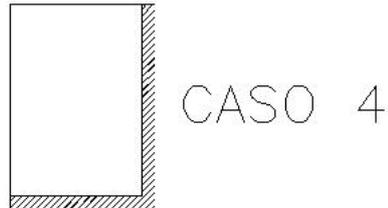
$$M_b (-) = -C_b \cdot C_{UT} \cdot b^2$$

$$M_b (-) = 0.004 \cdot 1126.80 \cdot 7.2^2 = \mathbf{233.65 \text{ kg-m}}$$

$$M_b (+) = C_{bcv} \cdot C_{VU} \cdot b^2 + C_{bcm} \cdot C_{MU} \cdot b^2$$

$$M_b (+) = 0.0035 \cdot 768.8 \cdot 7.2^2 + 0.005 \cdot 340 \cdot 7.2^2 = \mathbf{230.88 \text{ kg-m}}$$

#### Losa 4



#### a

$$M_a (-) = -C_a \cdot C_{UT} \cdot a^2$$

$$M_a (-) = 0.087 \cdot 1126 \cdot 4^2 = \mathbf{1568.56 \text{ kg-m}}$$

$$M_a (+) = C_{acv} \cdot C_{VU} \cdot a^2 + C_{acm} \cdot C_{MU} \cdot a^2$$

$$M_a (+) = 0.054 \cdot 768.80 \cdot 4^2 + 0.073 \cdot 340 \cdot 4^2 = \mathbf{1076 \text{ kg-m}}$$

#### b

$$M_b (-) = -C_b \cdot C_{UT} \cdot b^2$$

$$M_b (-) = 0.012 \cdot 1126.80 \cdot 7.2^2 = \mathbf{700 \text{ kg-m}}$$

$$M_b (+) = C_{bcv} \cdot C_{VU} \cdot b^2 + C_{bcm} \cdot C_{MU} \cdot b^2$$

$$M_b (+) = 0.0045 \cdot 768.8 \cdot 7.2^2 + 0.006 \cdot 340 \cdot 7.2^2 = \mathbf{289 \text{ kg-m}}$$

En los bordes discontinuos se usará un momento negativo igual a un tercio (1/3) del momento positivo.



M1: momento menor

M2: momento mayor

MB: momento balanceado

K1 y K2: rigideces de losas 1 y 2

D1 y D2: factores de distribución de losas 1y 2

### Losas nivel 1:

1. Eje X

$$M_1 = 1378 \text{ Kg-m}$$

$$M_2 = 1473.64 \text{ Kg- m}$$

$$80 \% M_2 = 1178 < M_1$$

$$(1378+1473.64)/2 = \mathbf{1425 \text{ Kg-m}}$$

2. Eje Y

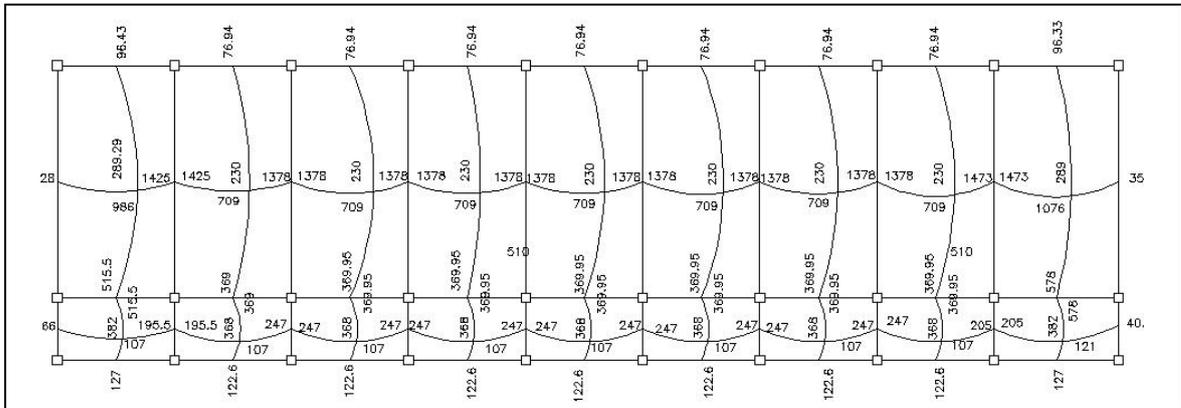
$$M_1 = 408 \text{ Kg-m}$$

$$M_2 = 545 \text{ Kg- m}$$

$$80 \% M_2 = 436 > M_1 \rightarrow \text{se determina por rigideces}$$

0.7826	0.2173
(+) 408	545 (-)
$408+(545-408)*0.7826$	$408+(545-408)*0.2173$
515.2162	515.2162

**Figura 22. Distribución de momentos en losa nivel 1 (Kg-m)**



Diseño del acero de refuerzo

Cálculo de límites para el acero (losa 1)

Peralte efectivo (d):

d = espesor – (recubrimiento)

$$d = 13 - (2.50) = 10.5 \text{ cm}$$

As mínimo de la losa: 40% de  $A_{s\text{min}}$  de viga en base a una franja unitaria de 1 metro.

$$A_{s \text{ min}} = 0.4 \left( \frac{f_y}{2810} \right) (b)(d)$$

$$0.4 \left( \frac{14.1}{2810} \right) (100)(10.5) = 2.1 \text{ cm}^2 \text{ (utilizando varillas No. 3)}$$

$$2.10 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm}$$

$$0.71 \text{ cm}^2 \rightarrow x$$

$$\text{Espaciamiento} = 33.80 \text{ cm}$$

Espaciamiento S para  $A_{s\text{min}}$

Pero el espaciamento de la armadura en las secciones no debe exceder de dos veces el espesor de la losa según el código ACI 318R-99 en el capítulo 13, sección 13.3.2

Espaciamento máx. recomendado = 2\* espesor = 2\*13 = 26 cm

Área de acero requerida, utilizando el espaciamento máximo:

$$0.71 \text{ cm}^2 \rightarrow 26 \text{ cm}$$

$$\text{As req.} \rightarrow 100 \text{ cm}$$

$$\text{As. Requerida} = 2.73 \text{ cm}^2$$

$$\text{Acero: No. 3 @ 30 cm}$$

El área de acero para el espaciamiento máximo es:

Cálculo del momento máximo que resiste el Asmin:

$$M = \Phi \left( A_s * f_y * \left( d - \frac{(A_s * f_y)}{1.7 f'c * b} \right) \right)$$

$$M = 0.9 \left( 2.73 * 2810 \left( 10.5 - \frac{(2.73 * 2810)}{(1.7 * 210 * 100)} \right) \right) = 71010.20 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M = 710.10 \text{ Kg-m}$$

Áreas de acero para momentos mayores a As min.

$$M = 1473 \text{ kg-m}$$

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

$$A_s = \left[ 100 * 10.5 - \sqrt{(100 * 10.5)^2 - \frac{(1473 * 100)}{(0.003825 * 210)}} \right] * 0.85 \left( \frac{210}{2810} \right) = 5.79 \text{ cm}^2$$

$$5.79 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm}$$

$$0.71 \text{ cm}^2 \rightarrow x$$

$$\text{Espaciamiento} = 12.26 \text{ cm}$$

$$\text{Acero: No. 3 @ 15cm}$$

**Tabla XV. Refuerzo de losas nivel 1**

<b>Áreas de acero requeridas para losas típicas,</b>			
<b>M</b>	<b>As</b>	<b>φ</b>	<b>S</b>
kg-m	cm <sup>2</sup>	cm	cm
710	2.73	0.71	25
1473	5.79	0.71	15

**Tabla XVI. Refuerzo de losas nivel 2**

<b>Áreas de acero requeridas para losas típicas</b>			
<b>M</b>	<b>As</b>	<b>φ</b>	<b>S</b>
kg-m	cm <sup>2</sup>	Cm	cm
710	2.73	0.71	25
1033	4.010	0.71	15

Chequeo por corte

Todas las losas están sometidas a esfuerzos de corte, los cuales deben ser resistidos por los materiales que la conforman. En este caso, por el tipo de losa que se utiliza, estos esfuerzos deben resistirse por el concreto, por tal razón, se debe chequear si el espesor de la losa es el adecuado. Para poder realizar el chequeo se procede de la siguiente manera.

CUT = 1466.8 kg /m (pasillos)

$$V \text{ máx.} = \frac{CUT * L}{2} = \frac{1466 * 7.20}{2} = 5277.6Kg$$

Cálculo del corte máximo resistente (Vrc)

$$Vrc = 45 * \sqrt{f'c} * t$$

$$V_{rc} = 45 * \sqrt{210} * 13 = 8477 \text{ Kg}$$

Como el corte que resiste el concreto es mayor que el corte máximo actuante, se concluye que el espesor utilizado es el adecuado.

Las losas del nivel 2 fueron analizadas de la misma forma que la del nivel 1. El armado y detalles finales pueden observarse en la hoja de planta de losas y vigas del conjunto de planos mostrados en el apéndice.

### 2.1.7.5 Diseño de vigas

Las vigas son elementos estructurales sometidos a esfuerzos de compresión, tensión y corte, esta parte tratará el análisis y diseño de las vigas de la estructura, incluyendo la medición de las secciones transversales de concreto y la selección y ubicación del acero de refuerzo.

Los datos necesarios para su diseño son los momentos últimos y cortes últimos actuantes que se calcularon en el análisis estructural. El procedimiento a seguir es el siguiente.

$$A_s = \frac{0.85 * f'_c}{f_y} * \left( (b * d) - \left( (b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * f'_c} \right)^{1/2} \right)$$

Donde: b = base de la viga  
d = peralte de la viga  
Mu = momento último

$$M_1 = -6746 \text{ Kg-m}$$

$$M_2 = 9851 \text{ kg-m}$$

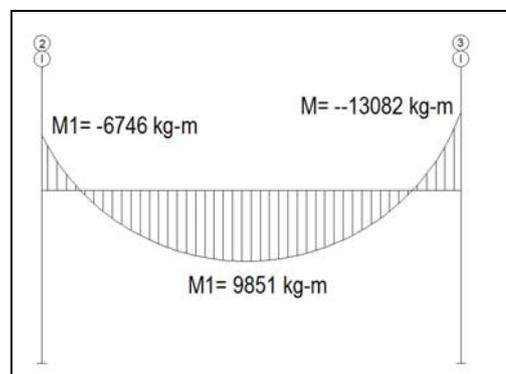
$$M_3 = -13082 \text{ kg-m}$$

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

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

$$d = 60 - 5 = 55 \text{ cm}$$

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



Calculando el Área de acero para cada momento:

$$As_1 = \frac{0.85 * 210}{2810} * \left( (30 * 55) - \sqrt{\left( (30 * 55)^2 - \frac{6746 * 30}{0.003825 * 210} \right)} \right) = 4.967 \text{ cm}^2$$

$$As_2 = \frac{0.85 * 210}{2810} * \left( (30 * 55) - \sqrt{\left( (30 * 55)^2 - \frac{9851 * 30}{0.003825 * 210} \right)} \right) = 7.33 \text{ cm}^2$$

$$As_3 = \frac{0.85 * 210}{2810} * \left( (30 * 55) - \sqrt{\left( (30 * 55)^2 - \frac{13082 * 30}{0.003825 * 210} \right)} \right) = 10.442 \text{ cm}^2$$

Determinando el área de acero mínimo ( $As_{min}$ )

$$As_{min} = \frac{14.1}{2810} * 30 * 55 = 8.27 \text{ cm}^2$$

Determinando el área de acero máximo ( $As_{m\acute{a}x.}$ )

$$As_{max} = \rho_{max} * b * d$$

$$\rho_{max} = 0.5 * \rho_{balanceado}$$

$$\rho_{balanceado} = \frac{0.85 * \beta_1 * f'_c}{f_y} * \frac{6090}{(f_y + 6090)} = \frac{0.85 * 0.85 * 210}{2810} * \frac{6090}{2810 + 6090} = 0.0369$$

$$\rho_{max} = 0.5 * 0.0369 = 0.01847$$

$$As_{max} = 0.01847 * 30 * 55 = 30.48 \text{ cm}^2$$

Chequeando límites de áreas de acero mínimo

$As_2 > As_{min} \rightarrow$  están dentro del rango permitido

$As_1$  y  $As_3 < As_{min} \rightarrow$  no cumple, utilizaré el valor de  $As_{min}$ .

Chequeando límites de áreas de acero máximo:

$As_1, As_2$  y  $As_3 < As_{max} \rightarrow$  el valor del refuerzo esta dentro del rango permitido.

Refuerzo longitudinal:

Para diseñar éste refuerzo, se debe cumplir con los siguientes requisitos:

En la cama superior se debe colocar como mínimo dos varillas corridas o tomar el mayor de:

$$\text{As min} \left\{ \begin{array}{l} \text{As min} = 8.27 \text{ cm}^2 \\ 33\% \text{ As } (-) \rightarrow 0.33 \cdot 10.442 = 3.445 \text{ cm}^2 \\ \text{Tomando As} = 8.27 \text{ cm}^2, \text{ colocar } 3\text{No. } 6 = 8.55 \text{ cm}^2 \end{array} \right.$$

En la cama inferior en apoyos se debe colocar como mínimo dos varillas corridas tomando el mayor de:

$$\text{As min} \left\{ \begin{array}{l} \text{As min} = 8.27 \text{ cm}^2 \\ 50\% \text{ As } (-) \rightarrow 0.50 \cdot 10.442 = 5.221 \text{ cm}^2 \\ 50\% \text{ As } (+) \rightarrow 0.50 \cdot 4.967 = 2.4835 \text{ cm}^2 \\ \text{Tomando As} = 8.27 \text{ cm}^2, \text{ colocar } 3\text{No. } 6 = 8.55 \text{ cm}^2 \end{array} \right.$$

La diferencia entre el As requerido menos el As corrido, en ambas camas, se coloca como bastones adicionales al armado existente.

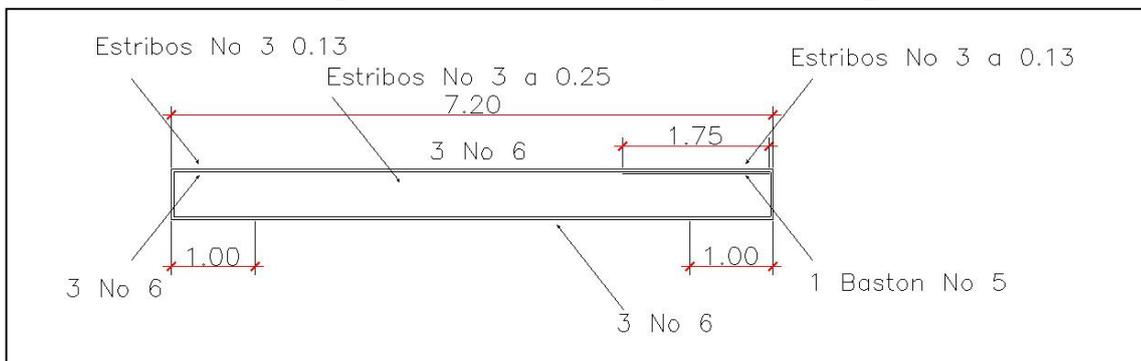
### Armado propuesto:

M (-) 1 = colocar 3 No. 6 corridos

M (+) 2 = colocar 3 No. 6 corridos

M (-) 3 = colocar 3 No. 6 corridos + 1 bastón No. 5

**Figura. 23 Refuerzo longitudinal de viga**



Refuerzo transversal (estribos):

También se le llama refuerzo en el alma, en general éste se suministra en forma de estribos espaciados a intervalos variables a lo largo del eje de la viga según lo requerido. Los objetivos de colocar acero transversal son: por armado, manteniendo el refuerzo longitudinal en la posición deseada y para contrarrestar los esfuerzos de corte; esto último en caso de que la sección de concreto no fuera suficiente para cumplir con esta función.

De acuerdo con el ACI 318 -99 en su capítulo 21 se debe colocar estribos cuando:

- En una longitud igual a dos veces el peralte de la viga, medida desde la cara del elemento de apoyo hasta la mitad del claro, en ambos extremos de la viga :  $Lo = 2d = 2*55 = 110$  cm
- En una longitud igual a dos veces el peralte de la viga, medida desde la cara del el elemento de apoyo hasta la mitad del claro, donde puede ocurrir fluencia por flexión en conexión con desplazamientos laterales inelásticos del marco.

Cuando no se requiere estribos, estos deben espaciarse a no más de:

- $d/2 = 55/2 = 27.5 \sim 27$  cm en toda la longitud del elemento

Diseño de refuerzo transversal en vigas:

Corte que resiste el concreto:

$$V_{cu} = \phi C * b * d$$

$$\phi C = \phi * 0.53 * f'c^{1/2}$$

$$V_{cu} = 0.85 * 0.53 * 210^{1/2} * 30 * 60 = 11751.05 \text{ kg}$$

$$V_{\text{max}} = 11400 \text{ kg}$$

Como  $V_{cu} > V_{max}$ , la viga necesita estribos sólo por armado; el espaciamiento de éstos es,  $S_{max}=d/2$ , usando para ellos, varillas No.3. Como  $d=55\text{cms}$ , entonces,  $S_{max}=28\text{ cms.}$ , en este caso tomaremos  $25\text{cms}$ .

#### Espaciamientos de estribos en área confinada

El espaciamiento de estribos ( $S_{zc}$ ) en esta zona será el menor de los siguientes valores:

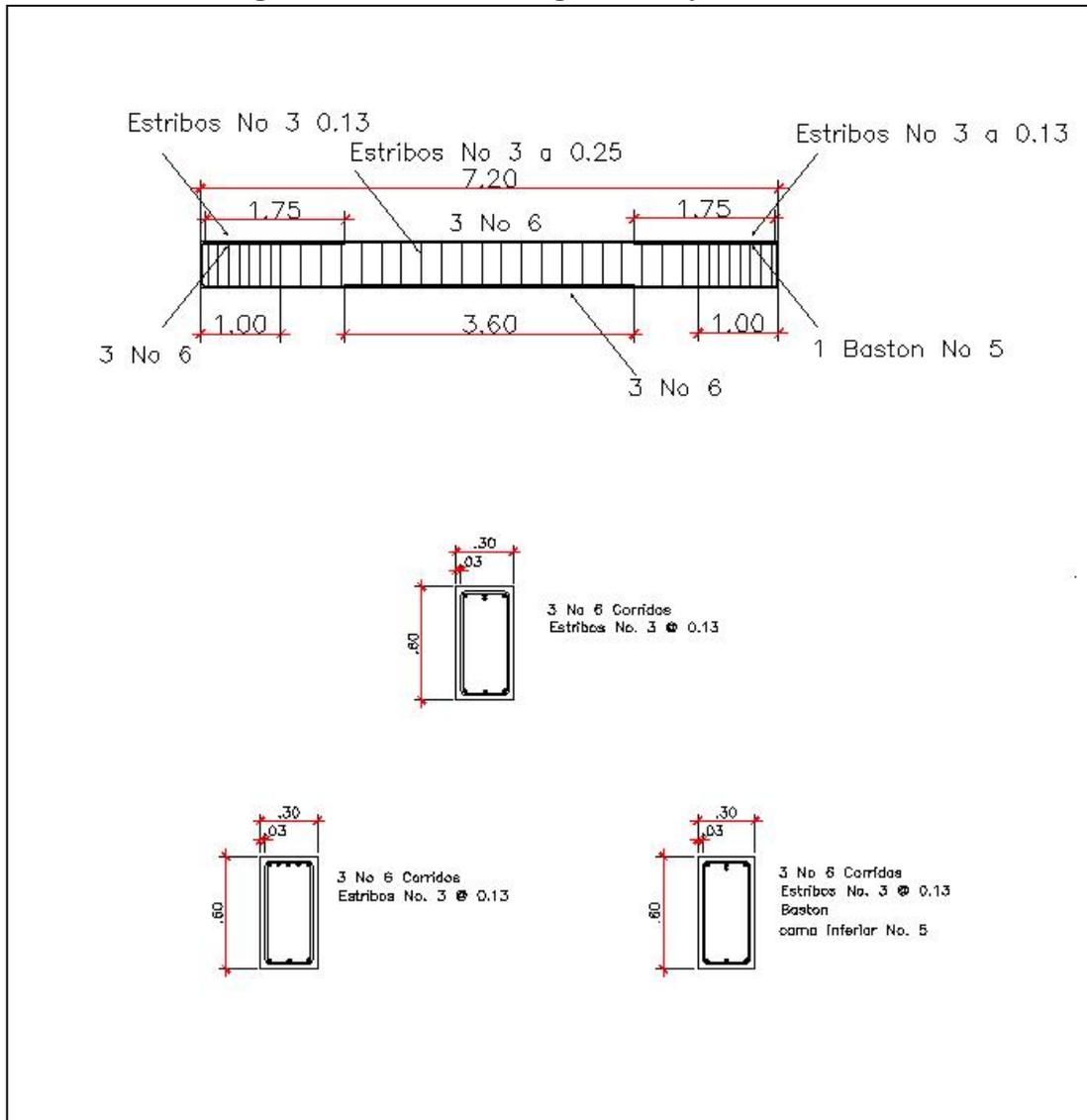
El primer estribo debe estar situado a no más de  $50\text{ mm}$  de la cara del elemento de apoyo. El espaciamiento máximo de los estribos no debe exceder:

- $d/4 = 55/4 = 13.75 \sim 13\text{ cm}$
- $8 * \Phi \text{ barra longitudinal} = 8 * 1.91 = 15.28\text{ cm}$
- $24 * \Phi \text{ barra de estribo} = 24 * 0.95 = 22.8\text{ cm}$
- $300\text{ mm} \rightarrow 30\text{ cm}$

Por lo que se usará un  $S_{zc}$  de  $13\text{ cms}$ . Este procedimiento se debe realizar de igual forma para todas las vigas, a manera de no sobredimensionar alguna de ellas o que no se cubra el área de acero requerido por los momentos actuantes.

Longitud de confinamiento será igual  $60\text{ cm}$  pero se aumentará a un metro.

**Figura 24. Armado longitudinal y transversal**



**Tabla XVII. Áreas de acero requeridas en las vigas del primer nivel.**

AREAS DE ACERO REQUERIDAS EN VIGAS							
VIGA	AS MIN	M1	M2	M3	ARMADO	ARMADO	ARMADO
	cm <sup>2</sup>	kg - m	kg - m	kg - m	M1	M2	M3
2	8.27	-5,249	8,697	3,244	3 No. 6	3 No. 6	3 No. 6
3	8.27	-3913	2,509	-3,807	3 No. 6	3 No. 6	3 No. 6

**Tabla XVIII. Áreas de acero requeridas en las vigas del segundo nivel.**

AREAS DE ACERO REQUERIDAS EN VIGAS							
VIGA	AS MIN	M1	M2	M3	ARMADO	ARMADO	ARMADO
	cm <sup>2</sup>	kg - m	kg - m	kg - m	M1	M2	M3
1	8.27	-4516	7181	-8272	3 No. 6	3 No. 6	3 No. 6
2	8.27	-3,782	5,101	-1,091	3 No. 6	3 No. 6	3 No. 6
3	8.27	-1633	1,380	-1,725	3 No. 6	3 No. 6	3 No. 6

### 2.1.7.6 Diseño de columnas

El refuerzo principal es longitudinal, paralelo a la dirección de la carga axial, que es el valor de todas las cargas últimas verticales que soporta la columna y está determinada por áreas tributarias. Los momentos flexionantes son tomados del análisis estructural, y se toma para el diseño, el mayor de los dos momentos actuantes en los extremos de la columna.

Para este caso, se diseña la columna más crítica,

Las cargas que actúan sobre las columnas se tomarán del área tributaria de losas y vigas sobre la columna crítica.

De los diagramas de Momentos últimos:

$$M_x = 2027 \text{ kg-m}$$

$$M_y = 2513 \text{ kg-m}$$

Basándome en el Código ACI 318 – 99 en su capítulo 21, el porcentaje de área mínima de acero longitudinal:  $0.01A_g$  y el porcentaje de área máxima de acero longitudinal:  $0.08A_g$  ( $A_g$  = área gruesa) para zona sísmica; y el número mínimo de barras longitudinales debe ser de 4 varillas en columnas rectangulares y 6 varillas en columnas circulares.

Diseño de refuerzo longitudinal y transversal de columnas:

$$\text{Área tributaria} = 17.80 \text{ m}^2$$

### **Nivel 2**

$$CV = 100 \cdot 17.80 = 1780 \text{ Kg}$$

$$CM_{\text{viga}} = 0.30 \cdot 0.60 \cdot (3.87 + 4.60) \cdot 2400 = 3659 \text{ Kg}$$

$$CM_{\text{losa}} = 312 \cdot 17.80 = 5553.60 \text{ Kg}$$

$$CT = 10992.60 \text{ Kg}$$

### **Nivel 1**

$$CV = 600 \cdot 17.80 = 10680$$

$$CM_{\text{viga}} = 3659 \text{ Kg}$$

$$CM_{\text{losa}} = 5553.60 \text{ Kg}$$

$$CT = 19892.60 \text{ Kg}$$

$$FCU = \text{factor de carga última} = \frac{1.4CM + 1.7CV}{CM + CV}$$

$$FCU_{\text{NIVEL 2}} = \frac{12897.64 + 3026}{10992.60} = 1.45$$

$$FCU_{\text{NIVEL 1}} = \frac{12897.6 + 18156}{19892.60} = 1.56$$

Cálculo de esbeltez de la columna (E)

Una columna es esbelta cuando los diámetros de su sección transversal son pequeños en relación con su longitud. Por el valor de su esbeltez, las columnas se clasifican en cortas ( $E < 21$ ), intermedias ( $21 < E < 100$ ), y largas ( $E > 100$ ). El objetivo de clasificar las columnas es para ubicarlas en un rango; si son cortas se diseñan con los datos originales del análisis estructural; si son

intermedias, se deben magnificar los momentos actuantes y si son largas, no se construyen. La esbeltez se calcula con el procedimiento siguiente:

**Tabla XIX. Inercias de vigas y columnas**

VIGA	EJE	LONGITUD	INERCIA
1	X	3.75	$b \cdot h^3 / 12 = 540000$
2	X	4	540000
3	Y	2	540000
4	Y	7.2	540000

COLUMNA	LONGITUD	INERCIA
A	3	$b \cdot h^3 / 12 = 125052$
B	4.2	125052

Cálculo de coeficientes que miden el grado de empotramiento en la rotación ( $\Psi$ )

Extremo superior de la columna

$$\Psi = \frac{\sum \left[ \frac{Em * I}{L} \right]_{columnas}}{\sum \left[ \frac{Em * I}{L} \right]_{vigas}}$$

Donde:

$m=1$  (porque todo el marco es del mismo material)

$I$ =Inercias de cada elemento estructural

$L$ =Longitud de cada elemento estructural

$$\Psi_{ax} = \frac{\frac{1*125052}{3} + \frac{1*125052}{4.20}}{\frac{1*540000}{3.75} + \frac{1*540000}{4}} = 0.25$$

$$\Psi_{ay} = 0.21$$

Extremo inferior de la columna

$$\Psi_{bx} = \Psi_{by} = 0$$

Promedio:

$$\Psi_x = \frac{(0.25 + 0)}{2} = 0.13$$

$$\Psi_y = 0.11$$

Cálculo del coeficiente K

$$K = \left( \frac{20 - \Psi_{PROMEDIO}}{20} \right) * (1 + \Psi_{PROMEDIO})^{1/2} \quad \text{para un } \Psi_{PROMEDIO} < 2$$

$$K = 0.9 * (1 + \Psi_{PROMEDIO})^{1/2} \quad \text{para un } \Psi_{PROMEDIO} \geq 2$$

$$K_x = \left( \frac{20 - 0.13}{20} \right) * (1 + 0.13)^{1/2} = 1.056$$

$$K_y = 1.057$$

Cálculo de la esbeltez de la columna (E)

$$E = \frac{K * L}{(\sigma)}$$

Donde  $\sigma = 0.30 * L_{\text{lado menor de columna}}$ , para columnas rectangulares.

$$E_x = \frac{1.057 * 4.20}{(0.30 * 0.35)} = 42.28$$

$E_y = 42.24$

Para ambos valores obtenidos de E, la columna se clasifica dentro de las intermedias, por lo tanto, se deben magnificar los momentos actuantes.

#### Magnificación de momentos

En este caso, se trabajará de acuerdo al método de magnificación de momentos del código ACI 318R-99 sección 10, capítulo 13, que se describe a continuación.

Carga crítica: 
$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I}{(K * L_u)^2}$$

Donde: E = Módulo de elasticidad del concreto

I = momento de inercia de la sección del concreto respecto al eje centroidal, sin tomar en consideración el esfuerzo

K = factor de pandeo

$L_u$  = longitud de la columna

Magnificador:

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{0.7 * P_{cr}}} < 1$$

Donde:  $P_u$  = carga de diseño última (41040kg)

$$E * I = \frac{E_c * I_g / 2.5}{1 + \beta d}$$

Donde:  $E_c$  = módulo de elasticidad del concreto

$$E_c = 15100 * (210)^{1/2} = 218819$$

$$I_g = b * h^3 / 12 = 125052 \text{ cm}^4$$

$\beta d$  = factor de flujo plástico

Cálculo del factor de flujo plástico del concreto (BD)

$$Bd = \frac{1.4CM}{1.4CM + 1.7CV} = \frac{1.4(9212.60)}{1.4(9212.60) + 1.7(10680)} = 0.066$$

$$E*I = \frac{218819 * 125052 / 2.5}{1 + 0.066} = 1.02678 * 10^{11}$$

$$P_{crx} = \frac{\pi^2 * 1.02678 E I 1}{(1.056 * 420)^2} = 5151701.95 kg$$

$$P_{cry} = 5141958.77 \text{ kg}$$

Cálculo del magnificador del momento ( $\delta$ )

$$\delta x = \frac{1}{1 - \frac{41040}{0.7 * 5151701.95}} = 1.01$$

$$\delta y = 1.01$$

Cálculo de los momentos de diseño (Md)

$$Md = Mu * \delta$$

$$Mdx = 1.01 * 2027 kg - m = 2047.27 kg$$

$$Mdy = 1.01 * 2513 kg - m = 2538.13 kg$$

### Refuerzo longitudinal

Para calcular el acero de refuerzo, se utilizó el método de Bresler, debido a que las columnas están sometidas a cargas axiales y momentos biaxiales. El método consiste en que dado un sistema de cargas actuantes, se debe calcular sistema de cargas resistentes. El procedimiento es el siguiente:

Cálculo de límites de acero: Estos fueron calculados según el código ACI 318R-99, capítulo 10, sección 9.1.

$$0.01A_g \leq A_s \leq 0.08A_g$$

$$A_{s\text{min}}: 0.01 \cdot 1225 = 12.25 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{max}}: 0.08 \cdot 1225 = 98 \text{ cm}^2$$

Se propone un  $\rho = 0.025 = 0.025 \cdot 1225 = 30.625 \text{ cm}^2$  equivalente a **6 varillas**

### **No.8**

Chequeando el armado:

Valor de la gráfica:

$$Y_x = d_x/h_x = 0.27/0.35 = 0.77$$

$$Y_y = d_y/h_y = 0.27/0.5 = 0.77$$

Valor de la curva  $= (A_s \cdot f_y) / (A_g \cdot 0.85 \cdot f'_c)$

$$= (30.625 \cdot 2810) / (1225 \cdot 0.85 \cdot 210) = 0.39$$

Excentricidad

$$e_x = M_x/P_u = 2047 / 41040 = 0.0498$$

$$e_y = M_y/P_u = 2538 / 41040 = 0.0618$$

Valor de la diagonal

$$e_y/h$$

$$0.0498/0.35 = 0.142$$

$$0.0618/0.35 = 0.1742$$

Con los datos obtenidos en los últimos cuatro pasos, se buscan los valores de los coeficientes  $K'_x$  y  $K'_y$  en los diagramas de iteración, siendo estos:

$$K'_x = 0.42 \text{ y } K'_y = 0.38$$

Cálculo de resistencia de la columna a una excentricidad e (P'u)

$$P'u = K * \phi * f'c * h * b$$

$$P'ux = 0.42 * 0.7 * 210 * 35 * 35 = 75631.50 \text{ kg}$$

$$P'uy = 0.38 * 0.7 * 210 * 35 * 35 = 68428.50 \text{ kg}$$

Cálculo de la carga axial de resistencia (P'o)

$$P'o = \phi * [0.85 * f'c (Ag - As) + As * fy]$$

$$P'o = 0.7 * (0.85 * 210 * (1225 - 30.625) + (30.625 * 2810)) = 209476.53 \text{ kg}$$

Cálculo de la carga de resistencia de la columna (P'u)

De la ecuación:

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

$$P'u = 353536 \text{ kg}$$

$$Pu = 41040 \text{ Kg}$$

Como P'u es mayor a Pu (carga axial), el armado propuesto si resiste las cargas aplicadas, si no fuera así, se debe aumentar el área de acero hasta que cumpla con la condición.

### **Refuerzo transversal**

Se proveerá de refuerzo transversal por medio de estribos para resistir los esfuerzos de corte y armado. Por otro lado, en zonas sísmicas como en Guatemala, se debe proveer suficiente ductilidad a las columnas, esto se logra por medio del confinamiento de estribos en los extremos de la misma. El resultado del confinamiento es un aumento en el esfuerzo de ruptura del concreto y además permite una deformación unitaria mayor del elemento. El procedimiento para proveer de refuerzo transversal a las columnas se describe a continuación:

Cálculo del esfuerzo de corte que resiste el concreto (VCU)

Refuerzo por corte:

$$V_{res} = 0.85 \cdot 0.53 \cdot (f'_c)^{1/2} \cdot b \cdot d = 0.85 \cdot 0.53 \cdot 210^{1/2} \cdot 35 \cdot 31 = 7083.27 \text{ kg}$$

El corte actuante, se toma del diagrama de corte último, y este es  $V_a = 3282 \text{ kg}$ , como VCU es mayor a  $V_a$ , se colocan estribos a  $d/2$ , con varillas No. 3, entonces:

$$S = d/2 = 31/2 = 15.5 \text{ cm}$$

Refuerzo por confinamiento: Según el código ACI 318R-99 en la sección 21 capítulo 10.5.1, la longitud de confinamiento se toma entre el mayor de los siguientes valores

$$S \left\{ \begin{array}{l} L/6 = 4/6 \text{ } 0.66\text{m} \\ L_{\text{columna}} = 0.30\text{m} \\ 0.50\text{m} \end{array} \right.$$

Se tomará la longitud de 0.66m para el confinamiento en las columnas del primer nivel y de 0.50m para las columnas del segundo nivel.

Se colocarán estribos No. 3 @ 15 cm en la longitud del centro de la columna hasta el punto de confinamiento.

### Espaciamiento de estribos en área confinada

Se utilizan las siguientes fórmulas:

$$S_o = \frac{2A_v}{\rho_s * L_n}$$
$$\rho_s = 0.45 \left( \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \left( 0.85 \frac{f'_c}{f_y} \right)$$

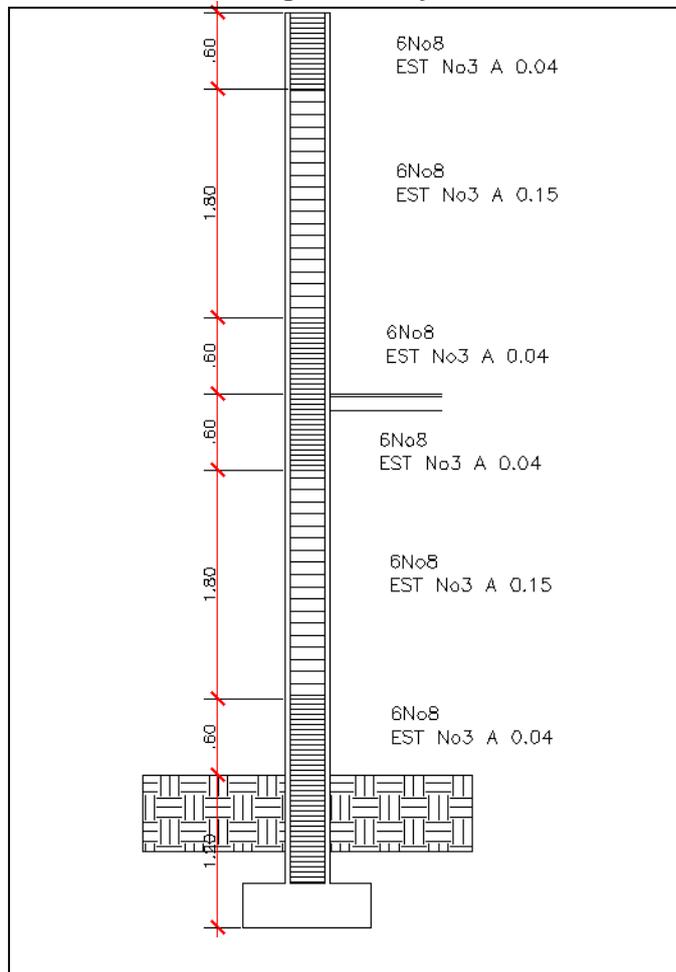
Donde:  $S_o$  = espaciamiento entre estribos en área confinada  
 $A_v$  = área transversal de la varilla que se utiliza como estribo  
 $A_{ch}$  = área chica  
 $A_g$  = área gruesa  
 $\rho_s$  = relación volumétrica de la columna  
 $L_n$  = longitud no soportada del estribo

$$S_o = \frac{2 * 0.66}{0.007585 * 42} = 4.14 \text{ cm}$$

$$\rho_s = 0.45 \left( \frac{35^2}{31^2} - 1 \right) \left( 0.85 \frac{210}{2810} \right) = 0.00785$$

Por tanto, se colocarán estribos No. 3 @ 0.04 m, en la longitud de confinamiento de 60 cm medidos desde la cara del nudo, y estribos No. 3 @ 0.15 m en la longitud del centro de la columna. El primer amarre debe estar colocado a no mayor de  $S_o = 15/2 = 7.5$  cm.

**Figura. 25: Armado longitudinal y transversal de columna**



### 2.1.7.7 Diseño de cimientos

Las zapatas se diseñan para transmitir las cargas de la estructura hasta los estratos más sólidos del suelo, serán de forma cuadrada, pensando en un armado sencillo y económico.

Los antecedentes a tomar para el diseño de las zapatas son las fuerzas y los momentos del análisis estructural y los datos del valor soporte del suelo, los datos a utilizar para el diseño de la zapata son:

$$P_u = 41.07 \text{ ton}$$

$$M_{ux} = 2.047 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$M_{uy} = 2.513 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$\text{Sección de columna} = 0.30 \text{ m} \cdot 0.30 \text{ m}$$

$$\gamma_s = 1.84 \text{ ton/m}^3$$

$$V_s = 40 \text{ ton/m}^2$$

$$\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$$

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

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

$$CM = 9212.60 \text{ kg}$$

$$CV = 10680 \text{ kg}$$

Determinando el Factor de carga última

$$FCU_{\text{NIVEL 1}} = \frac{12897.6 + 18156}{19892.60} = 1.56$$

Cálculo de cargas de trabajo

$$P' = \frac{41.70 \text{ ton}}{1.56} = 26.32 \text{ ton}$$

$$M_x = \frac{2.047 \text{ ton} \cdot \text{m}}{1.56} = 1.31 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$M_y = \frac{2.513 \text{ ton} * m}{1.56} = 1.6108 \text{ ton} * m$$

Calculando el área de la zapata

Si B = L

$$B^2 = \frac{1.5 * (26.32)}{40} = \sqrt{1} = 1.00$$

Se propone una zapata de 1.50m\*1.50m y un espesor de t=0.35m, debido a que el suelo tiene una alta resistencia, pero no ayuda a contrarrestar la presión debajo del suelo.

$$\mathbf{B = 1.50 m}$$

### Chequeo de presión sobre el suelo

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

$$q_{\max} = \frac{q}{(1.00 * 1.00)} + \frac{M_x}{S_x} + \frac{M_y}{S_y}$$

Donde:

$$S_x = \frac{a * b^2}{6}$$

$$S_x = \frac{b * a^2}{6}$$

Para este chequeo, se debe tomar en cuenta que q no debe ser negativa, ni mayor que el valor soporte del suelo, por consiguiente se tiene:

$$q = \frac{q}{(1.00 * 1.00)} \pm \frac{M_x}{S_x} \pm \frac{M_y}{S_y}$$

$$q_{\max} = \frac{34.408 \text{ ton}}{(1.50 * 1.50)} + \frac{1.31 \text{ ton} * m}{0.56} + \frac{1.61 \text{ ton} * m}{0.56}$$

$$q_{\min} = \frac{34.408 \text{ ton}}{(1.50 * 1.50)} - \frac{1.31 \text{ ton} * m}{0.56} - \frac{1.61 \text{ ton} * m}{0.56}$$

$$q_{\max} = 20.5067 \text{ ton}$$

$$q_{\min} = 10.07 \text{ ton}$$

$q_{\max} < V_s$  La presión máxima no excede el valor soporte del suelo.

$q_{\min} > 0$  No existe presiones negativas. Por lo que el área propuesta para la zapata es la adecuada, entonces, la presión última o presión de diseño será:

$$q_{\text{dis.}} = q_{\max} * FCU = 20.507 * 1.56 = 32 \text{ ton.}$$

### **Chequeo por corte simple**

La falla de las zapatas por esfuerzo cortante ocurre a una distancia igual a  $d$  (peralte efectivo) del borde de la columna. Por tal razón, se debe comparar en ese límite si el corte resistente es mayor que el actuante. Esto se chequeará con el siguiente procedimiento: (Se propone el armado de zapatas con varillas No. 6).

$$d = t - \phi/2 - \text{rec} = 35 - 1.905/2 - 7.5 = 26.55$$

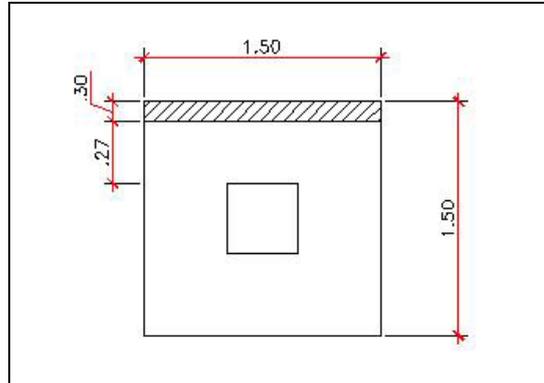
$$V_{\text{act}} = q_{\text{dist}} * b * d = 32 * 1 * 0.265 = 8.192 \text{ ton}$$

$$V_R = 0.85 * 0.53 * f_c^{1/2} * b * d = 0.85 * 0.53 * 210^{1/2} * 100 * 26.55 = 17332.80 \text{ kg} \\ = 17.33 \text{ ton}$$

$$V_{\text{act}} < V_R \rightarrow \text{ok el espesor resiste el corte simple}$$

Se observa que el corte actuante en ambos sentidos no excede del corte que resiste el concreto; el espesor de la zapata soporta adecuadamente el corte simple.

**Figura 26. Área de zapata donde actúa el corte simple**



**Chequeo por corte punzonante**

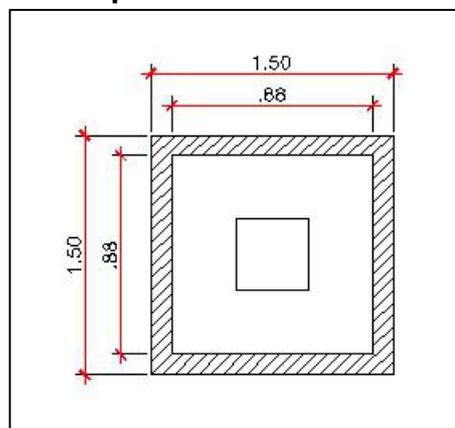
La columna tiende a punzonar a la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en ella alrededor del perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a  $d/2$  del perímetro de la columna. Para chequear el punzonamiento se procede de la siguiente manera:

$$V_{act} = q_{dist} * area = 32 * (150^2 - 0.88^2) = 47.2192 \text{ ton}$$

$$V_R = 0.85 * 1.06 * f'_c^{1/2} * b_o * d = 0.85 * 1.06 * 210^{1/2} * 352 * 26.55 = 122.1 \text{ ton}$$

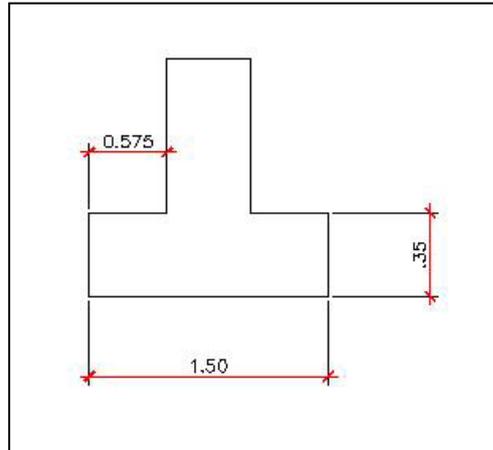
$V_{act} < V_R \rightarrow ok$ , el espesor resiste el corte punzonante

**Figura 27. Área de zapata donde actúa el corte punzonante**



## Diseño por flexión

Figura 28. Longitud H donde actúa el momento último



Calculando el área de acero mínima

$$A_{smin} = \frac{14.1}{2810} * 100 * 26.55 = 13.32 \text{ cm}^2$$

Utilizando varillas No. 6

$$M_u = \frac{q_{dis} * L^2}{2} = \frac{32 * 0.575^2}{2} = 5.29 \text{ ton} / m$$

$$A_s = \frac{0.85 * f'_c}{f_y} * (b * d) - \left( \sqrt{(b * d)^2 - \left( \frac{M_u * b}{0.003825 * f'_c} \right)} \right) = 7.8815 \text{ cm}^2$$

Como  $A_s$  es menor que  $A_{smin}$ , coloco  $A_{smin} = 13.32 \text{ cm}^2$

$$13.32 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm}$$

$$2.85 \rightarrow x \quad x = 21.39 \sim 20 \text{ cm}$$

Por lo tanto, se colocarán varillas No. 6 @ 0.20m. Por ser esta la zapata más crítica, todas las demás tendrán el mismo armado.

## **Diseño de la escalera**

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

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

Cuanto más se reduzca el espacio de la escalera más costosa será su construcción, por lo cual, muchas veces, la comparación y estudio de lo que representa la economía del sitio y el costo de su construcción será lo que puede decidir un determinado sistema para la misma.

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

$c < 20$  cm donde  $c$  = contrahuella y  $H$  = huella

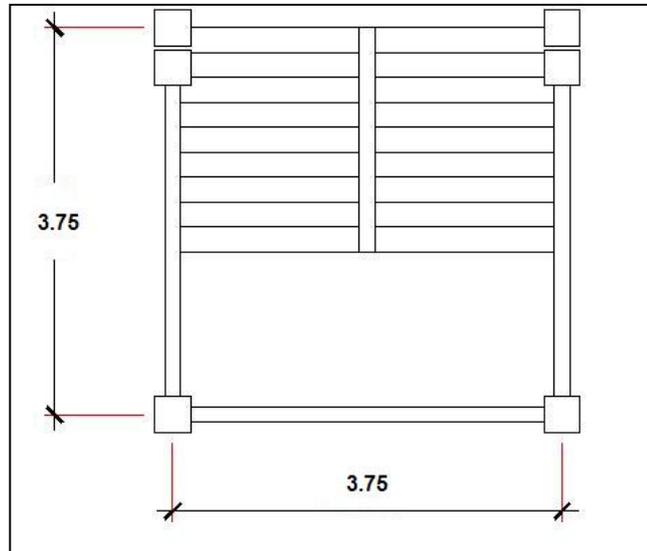
$H > c$

$2c + H < 64$  cm (valor cercano)

$c + H = 45$  a  $48$  cm

$c * H = 480$  a  $500$  cm<sup>2</sup>

**Figura 29: Modulo de escaleras**



Procedimiento para el diseño de la escalera

Datos

Carga viva = 500 Kg/m<sup>2</sup>

$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

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

Núm. escalones mínimo =  $\frac{h}{C_{\text{máx}}} = \frac{3.00}{0.2} = 15$  escalones, por lo tanto hay

8 escalones en subida (contrahuellas).

Núm. de huellas = Núm. Contrahuellas – 1 = 8 – 1 = 7 huellas

$H = 2.175/7 = 0.31$

$C = 3.00/17 = 0.176$

Chequeando las relaciones de comodidad

$c = 0.176 \text{ cm} < 20 \text{ cm} \rightarrow \text{ok}$

$H = 0.31 \text{ cm} > c = 20 \text{ cm} \rightarrow \text{ok}$

$2c + H = 2 \cdot 17.6 + 31 = 66.20 > 64 \text{ cm}$ , no chequea por lo que se debe aumentar el número de escalones, para reducir los valores de  $c$  &  $H$ .

Aumentando dos escalones se tiene:

Núm. contrahuellas = 10 y núm. huellas = 9

$$H = 2.175/9 = 0.241$$

$$C = 3.00/20 = 0.15$$

Chequeando las relaciones de comodidad

$$c = 0.15 \text{ cm} < 20 \text{ cm} \rightarrow \text{ok}$$

$$H = 0.241 \text{ cm} > c = 20 \text{ cm} \rightarrow \text{ok}$$

$$2c + H = 2*15\text{cm} + 24.10\text{cm} = 54.10\text{cm} < 64 \text{ cm} \rightarrow \text{ok}$$

$$c + H = 15\text{cm} + 24.1\text{cm} = 39.10 \text{ cm} \rightarrow \text{ok}$$

$$c*H = 15\text{cm}*24.10\text{cm} = 361.50\text{cm}^2 < 500 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{ok}$$

Por lo tanto se obtiene:

10 contrahuellas de 15 cm

9 huellas de 24 cm

Integración de cargas

Carga muerta

Peso propio de la escalera

$$1.4W_c * \left( t + \frac{c}{2} \right) = 1.4 * 2400 * \left( 0.13 + \frac{0.15}{2} \right) = 588 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Acabado} = \text{granito} = 1.4 * 100 = 140 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Total} = 728 \text{ kg/m}^2$$

Carga viva

$$\text{Edificación escolar} = 1.7 * 500 = 850 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga total} = 728 + 850 = W_u = 1578 \text{ kg/m}^2$$

Cálculo de momentos

$$M(+)=\left(\frac{W_u * l^2}{9}\right)=\left(\frac{1578 * 3.90^2}{9}\right)= 2666.80 \text{ kg-m}$$

$$M(-) = \left( \frac{Wu * l^2}{14} \right) = \left( \frac{1578 * 3.90^2}{14} \right) = 1714.38 \text{ kg-m}$$

Cálculo del refuerzo

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$d = 10.5 \text{ cm}$$

$$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

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

$$A_{smin} = \frac{14.1}{2810} * 100 * 10.5 = 5.26 \text{ cm}^2$$

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

$$M (+) = 10.93 \text{ cm}^2$$

Colocar Varillas núm. 5 @ 0.15 m

$$M (-) = 6.80 \text{ cm}^2$$

Colocar Varillas núm. 5 @ 0.20 m

$$P_{\text{máx}} = 0.5 (0.0369) = 0.01845$$

$$A_{s \text{ máx}} = 0.01845 (100) (10.5) = 19.37 \text{ cm}^2$$

Acero por temperatura

$$\text{Colocando el acero } A_s = 0.002bt = 0.002(100) (13) = 2.60 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento máximo:  $3t$  ó  $0.30 = 3(13) = 39 \text{ cm}$ , por lo tanto se refuerza con varillas núm. 3 @ 0.30 m.

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

Se debe alternar cuando exista cama doble de refuerzo principal.

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

### **2.1.8 Planos**

Los planos para el edificio escolar comprenden: Planta amueblada, planta acotada, elevaciones y cortes, planta de acabados, planta cimentación y columnas, planta de losas y vigas, detalles estructurales, planta de instalaciones eléctricas, planta de instalaciones hidráulicas y planta de instalaciones sanitarias, los cuales se presentan en los anexos.

### **2.1.9 Presupuesto del proyecto**

Para la planificación de este proyecto, se elaboró el presupuesto, el procedimiento para desarrollarlos es el siguiente:

Renglones de trabajo. Se separa cada uno de los componentes por unidades de ejecución y se enumeran por incisos ordenados, siguiendo la secuencia lógica de ejecución.

Cuantificación de renglones. Se le asigna a cada renglón, una unidad de medida. Luego se calculan todas las cantidades de trabajo de cada renglón.

Costo directo. Se incluyen los precios de los materiales y de mano de obra calificada y no calificada, necesaria en cada unidad de ejecución.

Costo indirecto. Es la suma de todos los gastos administrativos. Se valoriza como un porcentaje del costo directo, que se basa en la experiencia en obras similares e incluye imprevistos, supervisión, gastos administrativos e impuestos. Este porcentaje debe estar en el rango de 25% y 45%, Para este proyecto se tomó el valor de 35%

Precio unitario. Es el precio por unidad de medida o unidad de pago, este se obtuvo a través de la integración de valores del costo directo e indirecto.

Costo total por renglón. Se calcula como el producto entre la cantidad de trabajo por el precio unitario de cada renglón.

Costo total del proyecto. Se define como la sumatoria de todos los costos totales por renglón. El presupuesto de construcción se presenta en la siguiente página.

#### **2.1.9.1 Costo del proyecto**

El costo total del proyecto va a ser de Q.1,352,056.54 (un millón trescientos cincuenta y dos mil cincuenta y seis quetzales con cincuenta y cuatro centavos).

## 2.1.9.2 Cuadro de resumen.

### CUADRO DE RESUMEN

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: WALTER ALFREDO SANTIZO TORRES

MUNICIPALIDAD DE TECPÁN GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DE ESCUELA EN ALDEA SAN LORENZO



Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Preliminares	1	global	Q1,089.00	Q1,089.00
Limpia, chapeo, nivelación y trazo	1	global	Q1,260.00	Q1,260.00
zapatatas	30	unidad	Q803.06	Q24,091.88
cimiento corrido	140	ml	Q219.38	Q30,712.50
solera hidrófuga	280	ml	Q104.32	Q29,208.20
solera intermedia	280	ml	Q104.32	Q29,208.20
columna tipo 1	38	unidad	Q1,938.06	Q73,646.09
columna tipo 2	38	unidad	Q1,691.38	Q64,272.25
Columna tipo 3	16	unidad	Q458.00	Q.7328.00
muros	750	m2	Q296.66	Q222,491.25
Viga	388	ml	Q415.50	Q161,213.03
losas	625	m2	Q795.44	Q497,151.88
Módulos de gradas	26	m2	Q908.14	Q23,611.72
Drenajes	1	global	Q10,560.00	Q10,560.00
Agua Potable	1	global	Q5,520.00	Q5,520.00
Artefactos Sanitarios	20	unidad	Q947.00	Q18,940.00
Instalaciones Eléctricas	1	global	Q17,325.00	Q17,325.00
Piso de granito	646	m2	Q133.00	Q85,918.00
Puertas	1	global	Q15,000.00	Q1,800.00
Ventanas	1	global	Q46,709.60	Q46,709.60

Total	Q1,352,056.54
-------	---------------

### 2.1.9.3 Precios unitarios

#### PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

EPS INGENIERIA CIVIL

EPESISTA: WALTER ALFREDO SANTIZO TORRES

MUNICIPALIDAD DE TECPÁN GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DE ESCUELA EN ALDEA SAN LORENZO



DESCRIPCION: Zapatas

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Cemento de f'c = 4000 psi	sacos	3.5	46	Q 161.00
arena de río	m3	0.25	90	Q 22.50
pedrín	m3	0.3	160	Q 48.00
hierro 3/4 "	varilla	2	70	Q 140.00
alambre de amarre	lb	1	4.5	Q 4.50
GRAN TOTAL DE MATERIALES				Q 376.00
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Armado de parrilla	m^2	1	Q18.00	Q 18.00
Fundición de zapata	mt2	1	Q20.00	Q 20.00
Excavación	m^3	1.2	Q40.00	Q 48.00
MANO DE OBRA DIRECTA				Q 86.00
AYUDANTE				Q 34.40
PRESTACIONES				Q 51.60
GRAN TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 172.00
VALOR DE MATERIALES				Q 376.00
VALOR MANO DE OBRA				Q 172.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 548.75
FACTOR DE INDIRECTOS				Q 82.31
TOTAL				Q 803.06
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 803.06</b>

## PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

EPS INGENIERIA CIVIL

EPESISTA: WALTER ALFREDO SANTIZO TORRES

MUNICIPALIDAD DE TECPÁN GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DE ESCUELA EN ALDEA SAN LORENZO



### DESCRIPCION:

### Cimiento corrido

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Cemento de f'c = 4000 psi	sacos	1	46	Q 46.00
arena de río	m3	0.05	90	Q 4.50
pedrín	m3	0.06	160	Q 9.60
hierro 3/8 "	varilla	0.5	22	Q 11.00
alambre de amarre	lb	0.5	4.5	Q 2.25
GRAN TOTAL DE MATERIALES				Q 73.35
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Armado	m^2	0.4	Q18.00	Q 7.20
Fundición	mt2	0.4	Q20.00	Q 8.00
Excavación	m^3	0.4	Q40.00	Q 16.00
MANO DE OBRA DIRECTA				Q 31.20
AYUDANTE				Q 12.48
PRESTACIONES				Q 18.72
GRAN TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 62.40
VALOR DE MATERIALES				Q 73.35
VALOR MANO DE OBRA				Q 62.40
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 136.50
FACTOR DE INDIRECTOS				Q 20.48
TOTAL				Q 219.38
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 219.38</b>

**PRECIOS UNITARIOS**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

EPS INGENIERIA CIVIL

EPESISTA: WALTER ALFREDO SANTIZO TORRES

MUNICIPALIDAD DE TECPÁN GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DE ESCUELA EN ALDEA SAN LORENZO

**DESCRIPCION: Soleras**

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Cemento de f'c = 4000 psi	sacos	0.25	46	Q 11.50
arena de río	m3	0.02	90	Q 1.80
piedrín	m3	0.025	160	Q 4.00
hierro 3/8 "	varilla	0.66	22	Q 14.52
hierro 2/8 "	varilla	0.5	18	Q 9.00
alambre de amarre	lb	0.5	4.5	Q 2.25
GRAN TOTAL DE MATERIALES				Q 43.07
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Armado	m^2	0.33	Q18.00	Q 5.94
Fundición	mt2	0.33	Q20.00	Q 6.60
MANO DE OBRA DIRECTA				Q 12.54
AYUDANTE				Q 5.02
PRESTACIONES				Q 7.52
GRAN TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 25.08
VALOR DE MATERIALES				Q 43.07
VALOR MANO DE OBRA				Q 25.08
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 68.90
FACTOR DE INDIRECTOS				Q 10.34
TOTAL				Q 104.32
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 104.32</b>

## PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

EPS INGENIERIA CIVIL

EPELISTA: WALTER ALFREDO SANTIZO TORRES

MUNICIPALIDAD DE TECPÁN GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DE ESCUELA EN ALDEA SAN LORENZO



DESCRIPCION:

Columna 1

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Cemento de f'c = 4000 psi	sacos	5	46	Q 230.00
arena de río	m3	0.35	90	Q 31.50
pedrín	m3	0.45	160	Q 72.00
hierro 1 "	varilla	4.2	90	Q 378.00
hierro 3/8"	varilla	17	22	Q 374.00
alambre de amarre	lb	0.5	4.5	Q 2.25
GRAN TOTAL DE MATERIALES				Q 1,087.75
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Armado	m^2	4.2	Q18.00	Q 75.60
Fundición	mt2	4.2	Q20.00	Q 84.00
MANO DE OBRA DIRECTA				Q 159.60
AYUDANTE				Q 63.84
PRESTACIONES				Q 95.76
GRAN TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 319.20
VALOR DE MATERIALES				Q 1,087.75
VALOR MANO DE OBRA				Q 319.20
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 1,407.70
FACTOR DE INDIRECTOS				Q 211.16
TOTAL				Q 1,938.06
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 1,938.06</b>

## PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EPS INGENIERIA CIVIL  
 EPESISTA: WALTER ALFREDO SANTIZO TORRES  
 MUNICIPALIDAD DE TECPÁN GUATEMALA  
 PROYECTO: DISEÑO DE ESCUELA EN ALDEA SAN LORENZO



### DESCRIPCION:

### Columna 2

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Cemento de f'c = 4000 psi	sacos	5	46	Q 230.00
arena de río	m3	0.35	90	Q 31.50
pedrín	m3	0.45	160	Q 72.00
hierro 1 "	varilla	4.2	90	Q 378.00
hierro 3/8"	varilla	15	22	Q 330.00
alambre de amarre	lb	0.5	4.5	Q 2.25
			GRAN TOTAL DE MATERIALES	Q 1,043.75
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Armado	m^2	3	Q18.00	Q 54.00
Fundición	mt2	3	Q20.00	Q 60.00
			MANO DE OBRA DIRECTA	Q 114.00
			AYUDANTE	Q 45.60
			PRESTACIONES	Q 68.40
			GRAN TOTAL DE MANO DE OBRA	Q 228.00
VALOR DE MATERIALES				Q 1,043.75
VALOR MANO DE OBRA				Q 228.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 1,272.50
FACTOR DE INDIRECTOS				Q 190.88
TOTAL				Q 1,691.38
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 1,691.38</b>

## PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

EPS INGENIERIA CIVIL

EPESISTA: WALTER ALFREDO SANTIZO TORRES

MUNICIPALIDAD DE TECPÁN GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DE ESCUELA EN ALDEA SAN LORENZO



### DESCRIPCION: Columna 3

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Cemento de f'c = 4000 psi	sacos	0.76	46	Q 34.96
arena de río	m3	0.05	90	Q 4.50
pedrín	m3	0.063	160	Q 10.08
hierro 3/8 "	varilla	2.5	90	Q 225.00
hierro 1/4"	varilla	2	22	Q 44.00
alambre de amarre	lb	0.5	4.5	Q 2.25
GRAN TOTAL DE MATERIALES				Q 320.79
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Armado	m^2	0.54	Q18.00	Q 9.72
Fundición	mt2	0.54	Q20.00	Q 10.80
MANO DE OBRA DIRECTA				Q 20.52
AYUDANTE				Q 8.21
PRESTACIONES				Q 12.31
GRAN TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 41.04
VALOR DE MATERIALES				Q 320.79
VALOR MANO DE OBRA				Q 41.04
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 362.58
FACTOR DE INDIRECTOS				Q 54.39
TOTAL				Q 458.01
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 458.01</b>

## PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

EPS INGENIERIA CIVIL

EPESISTA: WALTER ALFREDO SANTIZO TORRES

MUNICIPALIDAD DE TECPÁN GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DE ESCUELA EN ALDEA SAN LORENZO



### DESCRIPCION: Muros

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Cemento de f'c = 4000 psi	sacos	1	46	Q 46.00
arena de río	m3	0.08	90	Q 7.20
Block 0.15*0.20*0.40	unidad	13	2.75	Q 35.75
GRAN TOTAL DE MATERIALES				Q 88.95
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Levantado de block cizado	m^2	1	Q45.00	Q 45.00
MANO DE OBRA DIRECTA				Q 45.00
AYUDANTE				Q 18.00
PRESTACIONES				Q 27.00
GRAN TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 90.00
VALOR DE MATERIALES				Q 88.95
VALOR MANO DE OBRA				Q 90.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 179.70
FACTOR DE INDIRECTOS				Q 26.96
TOTAL				Q 296.66
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 296.66</b>

## PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

EPS INGENIERIA CIVIL

EPESISTA: WALTER ALFREDO SANTIZO TORRES

MUNICIPALIDAD DE TECPÁN GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DE ESCUELA EN ALDEA SAN LORENZO



DESCRIPCION:		Vigas		
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Cemento de f'c = 4000 psi	sacos	2	46	Q 92.00
arena de río	m3	0.12	90	Q 10.80
pedrín	m3	0.15	160	Q 24.00
hierro 3/4 "	varilla	1	70	Q 70.00
hierro 5/8"	varilla	0.5	60	Q 30.00
hierro 3/8"	varilla	2	22	Q 44.00
alambre de amarre	lb	1	4.5	Q 4.50
GRAN TOTAL DE MATERIALES				Q 275.30
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Armado	m^2	0.6	Q18.00	Q 10.80
Fundición	mt2	0.6	Q20.00	Q 12.00
MANO DE OBRA DIRECTA				Q 22.80
AYUDANTE				Q 9.12
PRESTACIONES				Q 13.68
GRAN TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 45.60
VALOR DE MATERIALES				Q 275.30
VALOR MANO DE OBRA				Q 45.60
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 321.65
FACTOR DE INDIRECTOS				Q 48.25
TOTAL				Q 415.50
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 415.50</b>

**PRECIOS UNITARIOS**  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

EPS INGENIERIA CIVIL

EPESISTA: WALTER ALFREDO SANTIZO TORRES

MUNICIPALIDAD DE TECPÁN GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DE ESCUELA EN ALDEA SAN LORENZO



DESCRIPCION:		Losa		
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Cemento de f'c = 4000 psi	sacos	1.22	46	Q 56.12
arena de río	m3	0.08	90	Q 7.20
piedrín	m3	0.1	160	Q 16.00
hierro 3/8"	varilla	2	22	Q 44.00
alambre de amarre	lb	1.5	4.5	Q 6.75
GRAN TOTAL DE MATERIALES				Q 130.07
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Armado + Fundición	m^2	1	Q150.00	Q 150.00
MANO DE OBRA DIRECTA				Q 150.00
AYUDANTE				Q 60.00
PRESTACIONES				Q 90.00
GRAN TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 300.00
VALOR DE MATERIALES				Q 130.07
VALOR MANO DE OBRA				Q 300.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 430.82
FACTOR DE INDIRECTOS				Q 64.62
TOTAL				Q 795.44
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 795.44</b>

## PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

EPS INGENIERIA CIVIL

EPESISTA: WALTER ALFREDO SANTIZO TORRES

MUNICIPALIDAD DE TECPÁN GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DE ESCUELA EN ALDEA SAN LORENZO



DESCRIPCION:		Modulo de Gradass		
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Cemento de f'c = 4000 psi	sacos	1.22	46	Q 56.12
arena de río	m3	0.08	90	Q 7.20
piedrín	m3	0.1	160	Q 16.00
hierro 5/8"	varilla	2	60	Q 120.00
hierro 3/8"	varilla	1	22	Q 22.00
alambre de amarre	lb	1.5	4.5	Q 6.75
GRAN TOTAL DE MATERIALES				Q 228.07
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Armado+Fundicion	m^2	1	Q150.00	Q 150.00
MANO DE OBRA DIRECTA				Q 150.00
AYUDANTE				Q 60.00
PRESTACIONES				Q 90.00
GRAN TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 300.00
VALOR DE MATERIALES				Q 228.07
VALOR MANO DE OBRA				Q 300.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 528.82
FACTOR DE INDIRECTOS				Q 79.32
TOTAL				Q 908.14
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 908.14</b>

### 2.1.10 Cronograma de ejecución

Como resultado del diseño del edificio escolar, es necesario realizar un estimado en tiempo para la ejecución del proyecto, presentado por la secuencia lógica de construcción basado en los renglones de trabajo obtenidos anteriormente y el rendimiento de la mano de obra para la realización de las tareas. A continuación se presenta el presupuesto de construcción y cronograma de ejecución

**CRONOGRAMA DE EJECUCION**  
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**EPESISTA: WALTER ALFREDO SANTIZO TORRES**  
**MUNICIPALIDAD DE TECPAN GUATEMALA**  
**PROYECTO: DISEÑO DE ESCUELA EN ALDEA SAN LORENZO**



ACTIVIDAD	QUINCENAS												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Preliminares	■	■											
Cimentación		■	■	■	■	■	■						
Levantado de muros			■	■	■	■	■	■	■				
Instalaciones hidráulicas				■	■	■	■	■	■	■			
Instalaciones eléctricas					■	■	■	■	■	■	■		
Losas y vigas					■	■	■	■	■	■	■		
Acabados finales											■	■	

## **2.2 Diseño de drenaje sanitario en el caserío el mirador**

### **2.2.1 Estudio a la población a servir**

Un sistema de drenaje sanitario debe diseñarse para trabajar hidráulicamente bien, desde que se pone en funcionamiento hasta el final del período de diseño. Por lo tanto, se hace necesario conocer la población a servir, al inicio y al final de su período de diseño. Para lo cual se necesita primero conocer la población del lugar según los censos realizados con anterioridad y luego calcular la población para la fecha requerida.

El número de actual de habitantes en el caserío el Mirador es de 108 con un número de viviendas igual a 116.

Las actividades principales de la población son la agricultura, también se cuenta con una escuela en la cual asisten 125 entre niños y maestros. Las condiciones sanitarias son las siguientes: cuentan con un sistema de abastecimiento de agua potable domiciliar que les provee una dotación de 120 lts/hab/día, no cuentan con ningún sistema de recolección y disposición de basuras.

### **2.2.2 Levantamiento topográfico**

#### **2.2.2.1 Planimetría**

Es el conjunto de trabajos efectuados en el campo para tomar los datos geométricos necesarios y así proyectar una figura en un plano horizontal. Para el levantamiento planimétrico, se utilizaron radiaciones, para poder obtener el ancho de la calle; para esto, se utilizó un teodolito marca SOKKIA TM20H, un estadal y cinta métrica.

#### **2.2.2.2 Altimetría**

Es el conjunto de trabajos efectuados para determinar el perfil del terreno, para el levantamiento se utilizó un nivel marca SOKKIA modelo WILD NA20, un estadal, plomada y cinta métrica.

#### **2.2.3 Trazo de la red**

El trazo de la red se realizó en el centro de la calle, ubicando los pozos en las intersecciones de calle, en las curvas para mantener la dirección y tomando el criterio de que la distancia entre pozos no tiene que ser mayor a 100 metros.

#### **2.2.4 Localización de la descarga**

La localización de la descarga va a ser en un cuerpo receptor que va a estar después del proceso de tratamiento del agua residual, en este caso va a ser una quebrada del río la Giralda.

#### **2.2.5 Periodo de diseño**

Al momento de elaborar cualquier proyecto de drenaje sanitario, hay que tomar la decisión acerca del tiempo que la construcción servirá a la comunidad, antes de que debe abandonarse o ampliarse por resultar ya inadecuada. Es necesario, por lo tanto, estimar la población futura, así como las áreas probables de anexión a la comunidad que requieran de un drenaje sanitario y su tipo probable de desarrollo.

Este período se denomina período de diseño o período de vida, que en el caso de drenajes sanitarios suele ser de 30 a 40 años, a partir de la fecha de construcción. El periodo de tiempo se adoptará tomando como parámetros: los recursos económicos con que cuenta la municipalidad de

Tecpán, la vida útil de los materiales, normas del instituto de fomento municipal (INFOM).

Basado en las normas de las anteriormente mencionadas el periodo de diseño es de 30 años, pero es necesario agregarle un tiempo adicional de 2 años, debido a que el proyecto tiene que ser autorizado y se tiene que contar con desembolso económico.

Tomando estas consideraciones el periodo final de diseño va a ser de 32 años.

### **2.2.6 Diseño de la red**

Para el diseño de la red de recolección de aguas negras se deben considerar aspectos importantes como los que a continuación se presentan, los cuales servirán de ayuda para realizar un trabajo de acuerdo a las necesidades y condiciones que se presenten.

#### **2.2.6.1 Población de diseño**

Para determinar la población, con la que se va a diseñar el sistema, se opto por el método geométrico, para lo cual se aplico una tasa de crecimiento de 2.8% (fuente: INE).

Ecuación de crecimiento geométrico

$$Pf = Pa(1+r)^N$$

Donde:

Pf = Población futura

Pa = Población actual

r = Tasa de crecimiento

N = Periodo de diseño

La información con la que se cuenta en el proyecto es la siguiente:

Población actual (Pa) = 1008 habitantes

Tasa de crecimiento = 2.8%

Periodo de diseño = 32 años

$$Pf = 1008(1+0.028)^{32}$$

Pf = 2439 habitantes

#### **2.2.6.2 Dotación**

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada habitante y se expresa en litros por habitante por día (lts/hab/día).

Debido a que la comunidad esta ubicada en un clima templado y actividad productiva agrícola se utiliza una dotación de 120 lts/hab/día

#### **2.2.6.3 Factor de retorno**

Es un porcentaje que oscila entre 75% al 90% del consumo de agua de una población que retorna al alcantarillado.

Debido a los riegos y a la al uso del agua en la población se tomo un factor de retorno de 80%.

#### **2.2.6.4 Factor de flujo instantáneo (FH)**

Es un factor que esta en función del número de habitantes, localizados en el área de influencia. Se calcula por medio de la formula de Harmond.

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P/1000}}{4 + \sqrt{P/1000}}$$

Donde:

FH= Factor de Harmond

P= Población en miles de habitantes

Donde:

FH= Factor de flujo instantáneo de Harmond

P= Población de habitantes

#### **2.2.6.5 Relación de diámetro y caudales**

La relación  $q/Q$  deberá ser menor o igual a 0.75, la relación  $d/D$  debe ser mayor o igual a 0.10 y menor o igual a 0.75 para alcantarillado sanitario.

#### **2.2.6.6 Caudal sanitario**

El caudal sanitario está integrado por el caudal domiciliar ( $Q_{DOM}$ ), comercial ( $Q_{COM}$ ), industrial ( $Q_{IND}$ ), las infiltraciones ( $Q_{INF}$ ) y conexiones ilícitas ( $Q_{CI}$ ):

$$Q_{\text{sanitario}} = Q_{\text{domiciliar}} + Q_{\text{comercial}} + Q_{\text{infiltración}} + Q_{\text{c.ilicitas}}$$

El caudal comercial no se toma en cuenta en este caso en particular, ya que en la aldea El Mirador no existe ningún tipo de industria; mientras que el caudal de infiltración se desprecia, ya que la tubería a utilizar en el proyecto es de PVC norma ASTM 3034, cuyas juntas son herméticas, sin permitir el ingreso de agua del subsuelo.

#### **2.2.6.6.1 Caudal domiciliario**

Es el agua que habiendo sido utilizada para limpieza o producción de alimentos, es desechada y conducida a la red de alcantarillado. El agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación y suministro de agua potable.

Una parte de esta no será llevada al alcantarillado, de tal manera que el valor del caudal domiciliario está afectado por un factor que varía entre 0.75 a 0.90, el cual queda integrado de la siguiente manera:

$$Q_{dom} = \frac{(Hab)(Dot)(FR)}{86,400}$$

Donde:

Qd = Caudal domiciliario en l/s

FR = Factor de retorno

Dot = Dotación en litros/habitante/día

Hab = Número de habitantes futuros

#### **2.2.6.6.2 Caudal de infiltración**

Son las aguas que se infiltran en la tubería a lo largo de la línea, provenientes de humedad por nacimientos, aguas de lluvias, fugas del sistema de agua potable, así como aguas que se introducen por la tapadera de los pozos de visita. Se puede considerar un factor de infiltración entre 12,000 a 18,000 litros diarios por kilómetro de tubería.

$$Q_{inf} = F_{inf} * \frac{(metrostubo + No.decasas * 6m) / 1000}{86400}$$

Donde:

$F_{inf}$  = Factor de infiltración (lts/km/día)

### 2.2.6.6.3 Caudal de conexiones ilícitas

Es producido por las viviendas que conectan aguas pluviales al alcantarillado sanitario. Para el diseño, se puede estimar que un porcentaje de las viviendas de una localidad pueden hacer conexiones ilícitas, cuyo porcentaje puede variar de 0.5% a 2.5%.

$$Q = \frac{CIA(\%CASAS)}{360}$$

Donde:

Q = caudal de escorrentía, en metros cúbicos por segundo ( m<sup>3</sup>/s ).

C = coeficiente de escorrentía (adimensional)

I = intensidad de lluvia, en milímetros por hora (mm/h).

A = área de la cuenca en hectáreas (1 Ha = 10,000 mts<sup>2</sup>).

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

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

$$Q_{Cl} = \frac{\#hab * Dot.}{86,400}, \text{ents/seg}$$

En este caso se utilizara el método racional.

#### **2.2.6.7 Caudal de diseño**

Es el caudal con el que se diseñara cada tramo del sistema sanitario y será igual a multiplicar el factor de caudal medio, el factor de Harmond y el número de habitantes a servir.

Q diseño actual = fqm\*FH actual\*Num. Hab. actual

Q diseño futuro = fqm\*FH futuro\*Num. Hab. Futuro

Donde:

FH = Factor de flujo instantáneo de Harmond

fqm = Factor de caudal medio

$$fqm = \frac{Q_{sanitario}}{Num.hab.}$$

Donde:

fqm = factor de caudal medio

Q<sub>sanitario</sub> = Caudal sanitario

Num hab. = número de habitantes futuros

Es importante mencionar que el flujo que se encauzara y circulara dentro de las tuberías al construirse el sistema con la población actual, será menor al que existirá en el sistema cuando a este se le incorporen futuras conexiones domiciliarias y otros caudales.

En este estudio, el caudal de diseño futuro será el caudal de diseño crítico, el cual se estima que sucederá al final del periodo de diseño, con la velocidad y el tirante de agua, para cada tramo. Se realizo también una verificación para el caudal actual, para evitar taponamientos por pequeños flujos.

#### **2.2.6.8 Velocidades mínimas y máximas**

Se debe diseñar de modo que la velocidad mínima del flujo, para tubería de pvc, trabajando a cualquier sección, debe ser 0.60 m/s No siempre es posible obtener esa velocidad, debido a que existen ramales que sirven solo a unas cuantas casas y producen flujos bastante bajos; en tales casos, se acepta una velocidad de 0.30 m/s; una velocidad menor permite que ocurra decantación de sólidos.

La velocidad máxima será de 3.00 m/s, ya que las velocidades mayores causan efectos dañinos, debido a que los sólidos en suspensión (arena, cascajo, piedras, etc.) producen un efecto abrasivo en la tubería.

#### **2.2.6.9 Cotas invert**

Es la distancia entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería, tomando en cuenta que la cota invert sea, al menos, igual al recubrimiento mínimo necesario de la tubería.

Se debe tomar en cuenta para el cálculo de cotas invert, que la cota invert de salida de un pozo se coloca, al menos, tres centímetros más baja que la cota invert de llegada de la tubería más baja.

El diámetro mínimo de tubería, que ha de utilizarse para el diseño de alcantarillados sanitarios utilizando tubería de cemento, es de 8 pulgadas; para tuberías de PVC, el diámetro mínimo es de 6 pulgadas. Se utilizan estos diámetros debido a requerimientos de limpieza, flujo y para evitar obstrucciones. Para el diseño del caserío el Mirador, se utilizó tubería de PVC, con la utilización de un diámetro de 6 pulgadas.

#### **2.2.6.10 Pozos de visita**

Se localizarán tal como se indica en los planos y en el replanteo en el campo, se localizará su eje de simetría en la intersección de las diagonales de las esquinas.

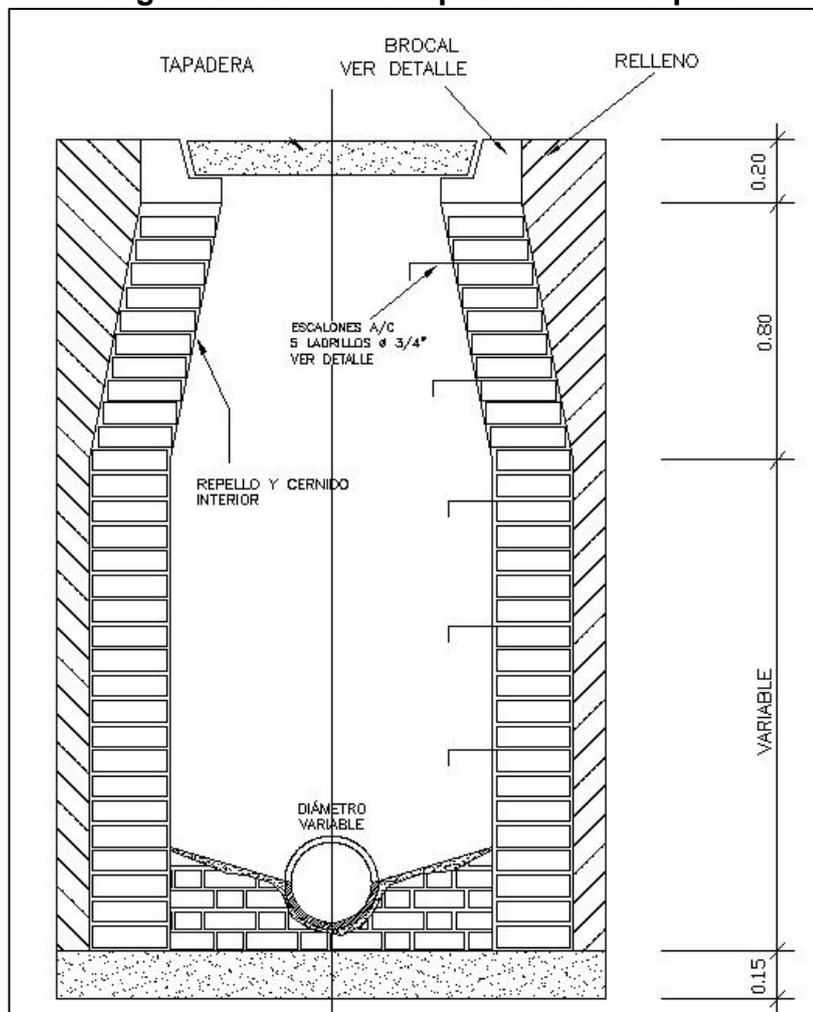
Sin embargo, si el trazo de las calles es irregular, dicha estructura podrá construirse en otro punto que permita la concurrencia de los otros colectores. El tipo de pozo será indicado en los planos de pozos de visita, adjuntos al proyecto. Los materiales usados serán de la calidad y características anotadas en estas especificaciones.

Todos los detalles de la estructura deben de ajustarse a los planos del proyecto. La cota de la tapadera de los pozos de visita, salvo disposiciones especiales, deberá quedar al mismo nivel de la rasante de la calle.

Según las normas para construcción de drenajes sanitarios, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- En toda intersección de tuberías
- Al comienzo de cada línea de red de drenaje
- En cambios de dirección de la línea central del alcantarillado
- En líneas de conducción rectas, a distancias no mayores a 100 metros
- En cambios de pendiente
- En cambios de diámetros

**Figura 30. Sección de pozo de visita típico**



### **2.2.6.11 Conexiones domiciliarias**

Estas deberán ser construidas de acuerdo con los planos del proyecto, las cuales generalmente constan de dos partes: caja de registro y tubería de empotramiento.

#### **a. Caja de registro**

Las dimensiones mínimas para la caja de registro deberán ser: 38 cms. (12 pulgadas) de diámetro por 1 metro de profundidad con tapadera y brocal, de concreto reforzado especificado en los planos.

Debe tenerse el cuidado necesario en la colocación de la caja de registro, dándoles a éstas la profundidad requerida para permitir hasta donde sea posible la conexión domiciliar interior por gravedad.

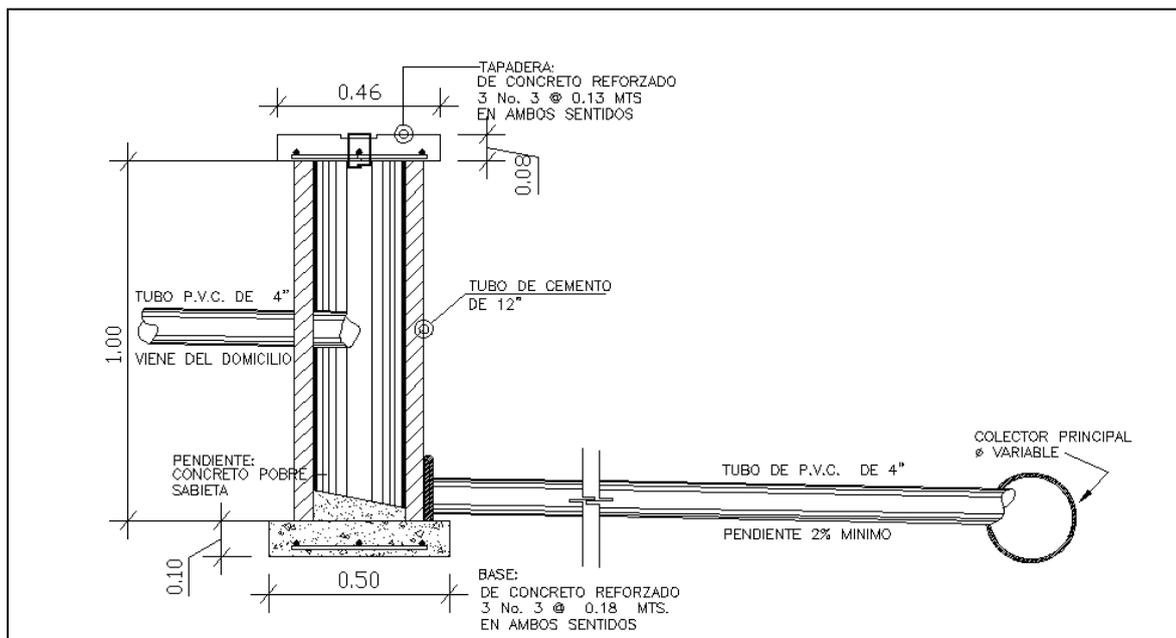
#### **b. Tubería de empotramiento**

Deberá tener un diámetro mínimo de 4 pulgadas, de PVC y una pendiente no menor de 2% dependiendo de la profundidad de la zanja, esta tubería podrá colocarse así: cuando la diferencia entre el fondo de la caja de registro y la cota del coronamiento del colector sea menor de 1.50 metros, usar dos pendientes unidas por medio de un codo, la primera 2% mínimo hasta la zanja del colector y la segunda pendiente infinita, con recubrimiento mínimo de 0.10 metros de concreto pobre.

Se deberá tener especial cuidado para que en la colocación de la tubería no queden rebabas en su interior que dificulten el flujo.

No se permitirá a ningún usuario conectar sus aguas negras y servidas al sistema de alcantarillado sin previo permiso de la municipalidad local o del comité encargado, quien solicitará asesoría técnica para efectuar una inspección a los trabajos de conexión domiciliar antes de proceder al relleno respectivo. No se permitirá también, sin autorización del supervisor, tener tubería de una casa a otra para conectarla al sistema.

**Figura 31. Sección de conexión domiciliar**



### 2.2.6.12 Profundidades mínimas de tubería

La profundidad mínima adoptada fue de 1.20m., por debajo de la rasante de la calle, para evitar que la tubería se rompa por el tránsito vehicular u otra carga viva o de impacto, que se pueda presentar.

### 2.2.6.13 Diseño de la red de alcantarillado sanitario

#### Parámetros de diseño

Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario
Período de diseño	32 años
Población actual	1008 habitantes
Población futura	2439 habitantes
Tasa de crecimiento	2.8%
Dotación	120 litros/habitante/día
Factor de retorno	0.80

Diámetro de tuberías	6 pulgadas
Tipo de tubería	PVC norma ASTM-3034

### **Cálculo del tramo P1 a P2**

Cota de terreno inicial (CTi) = 100.035 mts.

Cota de terreno final (CTf) = 99.5345 mts.

Distancia entre pozos (DH) = 50 mts.

Población actual en el tramo = 72 habitantes

Población futura en el tramo = 174 habitantes

### **Pendiente del tramo (%S)**

Fórmula:

$$S\%_{terreno} = \frac{CTi - CTf}{DH}$$

$$S\%_{terreno} = \frac{100.35 - 99.5345}{100} = 0.81\%$$

### **Factor de Harmond (FH)**

Fórmula:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{P}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{P}{1000}}}$$

$$FH_{actual} = \frac{18 + \sqrt{\frac{72}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{72}{1000}}} = 4.27$$

$$FH_{futuro} = \frac{18 + \sqrt{\frac{174}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{174}{1000}}} = 4.16$$

### Caudal de diseño (Qdiseño)

Fórmula:

Q diseño actual = (P actual) (FH actual) (fqm)

Q diseño actual = (72) (4.27) (0.002) = 0.61 l/s.

Q diseño futuro = (P futuro) (FH futuro) (fqm)

Q diseño futuro = (174) (4.16) (0.002) = 1.44 l/s.

### Diseño hidráulico

Diámetro = 6 pulgadas de PVC norma ASTM 3034

S% de tubería = 2.5%

Utilizando la formula de Manning, se encuentra la velocidad y caudal a sección llena.

Formula:

$$V = \frac{1}{n} \left( \frac{D \times 0.0254}{4} \right)^{2/3} S^{1/2}$$

$$Q = \frac{\pi}{4} (0.0254D)^2 (1000V)$$

donde:

V = velocidad de flujo a sección llena (m/s)

Q = caudal de flujo a sección llena (l/s)

D = diámetro de la sección circular (pulgadas)

S = pendiente del gradiente hidráulico (m/m)

n = coeficiente de rugosidad de Manning

$$V = \frac{1}{0.010} * \left( \frac{6 * 0.0254}{4} \right)^{2/3} * \frac{2.7^{1/2}}{100} = 1.78 \text{ m/s}$$

$$Q = \frac{\pi}{4} * (6 * 0.0254)^2 * 1.78 * 1000 = 32.46 \text{ l/s}$$

### Relaciones hidráulicas

$$\frac{q_{actual}}{Q} = \frac{0.61}{32.4692} = 0.018$$

$$\frac{v}{V} = 0.388$$

$$\frac{d}{D} = 0.0950$$

$$\frac{q_{\text{futuro}}}{Q} = \frac{1.44}{32.4692} = 0.044$$

$$\frac{v}{V} = 0.507$$

$$\frac{d}{D} = 0.1450$$

### Velocidad de diseño

$$\text{Velocidad de diseño} = \frac{v}{V} \times V \text{ sección llena}$$

$$\text{Velocidad actual} = (0.388) (1.78) = 0.69 \text{ m/s}$$

$$\text{Velocidad futura} = (0.507) (1.78) = 0.902 \text{ m/s}$$

La velocidad de diseño actual como la futura se encuentran entre el rango de velocidades admisibles de  $0.6 \text{ m/s} \leq v \leq 3.00 \text{ m/s}$  que permite el IMFOM.

### Calculo de cotas invert

Fórmulas:

$$\text{CIS1} = \text{cota de terreno} - \text{profundidad del pozo}$$

$$\text{CIE2} = \text{CIS1} - \frac{S\%}{100} (\text{distancia horizontal})$$

$$\text{CIS2} = \text{CIE2} - 0.03$$

$$\text{CIS1} = 100.035 - 1.20 = 98.835 \text{ m}$$

$$\text{CIE2} = 98.835 - \frac{2.5}{100} * 50 = 97.585 \text{ m}$$

$$\text{CIS2} = 97.585 - 0.03 = 97.555$$

### **Propuesta de diseño**

Debido a que en el tramo que comprende la estación (E-32) a la estación (E-36), se tiene un terreno que sus niveles provocan una contrapendiente, que al hacer el cálculo hidráulico del drenaje en esta sección, un pozo de visita, llega a tener una altura de ocho metros, provocando esto un mayor gasto en lo que se refiere a excavación y levantado del mismo, y en seguridad de construcción, se tiene el peligro de que al hacer la excavación, existan derrumbes, poniendo en peligro la vida de los trabajadores, se llega a la conclusión de que el ejecutar este tramo, no será factible, por lo que se propone como solución la construcción de fosas sépticas domiciliarias y pozos de absorción domiciliarias, lo que compensaría el gasto de la construcción de los pozos de este tramo y daría seguridad y factibilidad al proyecto.

### **Fosas sépticas**

Las fosas sépticas retienen el líquido durante 24 horas y los barros durante mucho más tiempo, para sufrir la descomposición bajo la acción de las bacterias anaerobias. Los dispositivos domésticos de tratamiento emplean generalmente la fosa séptica, de la cual se retiran los barros una vez cada tres años. Pueden construirse de ladrillo, piedra u hormigón, con paredes y fondo impermeables y con una cubierta de hormigón con agujero de hombre y tapa de hierro.

En viviendas y edificios análogos, la capacidad mínima de la cámara de sedimentación debería ser suficiente para retener los líquidos acumulados durante 24 horas, contándose de 200 a 300 litros por persona. Para edificios no ocupados durante la noche, como ocurre en las escuelas diurnas, con más de 100 ocupantes, la capacidad puede ser de 80 litros por persona, con una retención de 12 horas. En este caso, la superficie mínima debería ser como mínimo de 0,025 m<sup>2</sup> por persona, aun de que presente suficiente superficie

para la formación de espuma, y la profundidad mínima es de 1,50 m. Las cámaras de sedimentación tienen a veces el fondo en forma de tolva.

Las fosas sépticas pueden tener uno, dos o tres compartimientos, según las condiciones que se presentan en cada caso y la capacidad requerida.

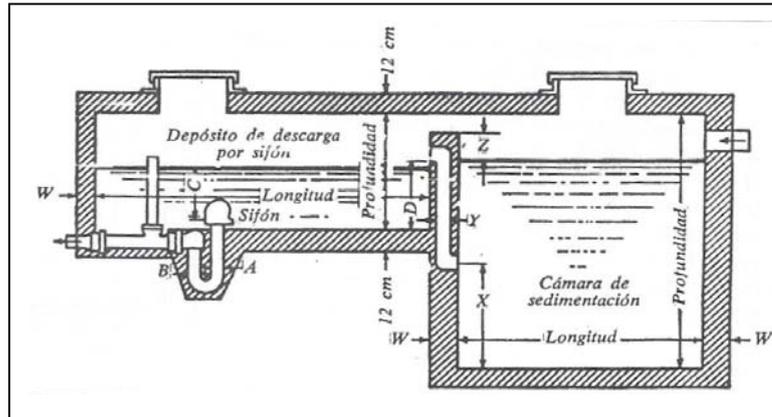
**a)** Las fosas sépticas con un solo compartimiento son apropiadas para familias reducidas. La figura 2 representa una fosa de 700 a 1000 litros de capacidad, para 4 a 7 personas. El tubo de salida tiene un codo que lo une a un tubo recto que penetra verticalmente en el líquido hasta 45 cm debajo del nivel libre. Delante de la abertura por la que los líquidos del albañal penetran en la fosa, a unos 20 cm de distancia, se pone una pantalla de madera o de hormigón, que atraviesa la fosa de un lado al otro. De esta manera la espuma superficial no se agita, la corriente interior está amortiguada y no se establece un paso directo entre la entrada y la salida.

Las aguas procedentes de una fosa de estas dimensiones pueden conducirse a uno o varios pozos absorbentes, si el subsuelo es suficientemente poroso; en caso contrario, deben llevarse a un campo de drenaje.

**b)** La figura 32 representa una fosa séptica de dos compartimientos. En grandes instalaciones, muchas veces es ventajoso que el desagüe de la fosa se haga por descargas periódicas, en vez de hacerse por un pequeño caudal irregular. A este objeto se pone un sifón en un segundo compartimiento separado de la cámara de sedimentación por un tabique de hormigón que atraviesa la fosa, llegando hasta de 15 a 20 cm del techo. Un tubo colocado en este tabique sirve para el paso del agua de uno a otro de los compartimientos. El sifón puede proyectarse para que emita descargas del volumen y caudal deseados.

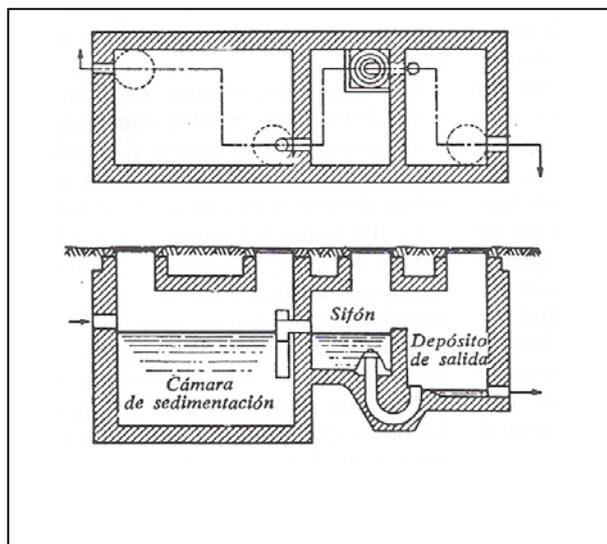
La tabla XX da las dimensiones de las fosas de dos compartimentos, con sifón, para 5 a 20 personas.

**Figura 32. Fosa séptica de dos compartimentos**



c) La figura 33 representa una fosa séptica de tres compartimentos: una cámara de sedimentación, un compartimiento para la dosificación de las descargas del sifón y un depósito de salida. Produce un desagüe más lento, menos brusco y da muy buenos resultados.

**Figura 33. Fosa séptica de tres compartimentos**



**Tabla XX. Dimensiones de las fosas sépticas de dos compartimentos**

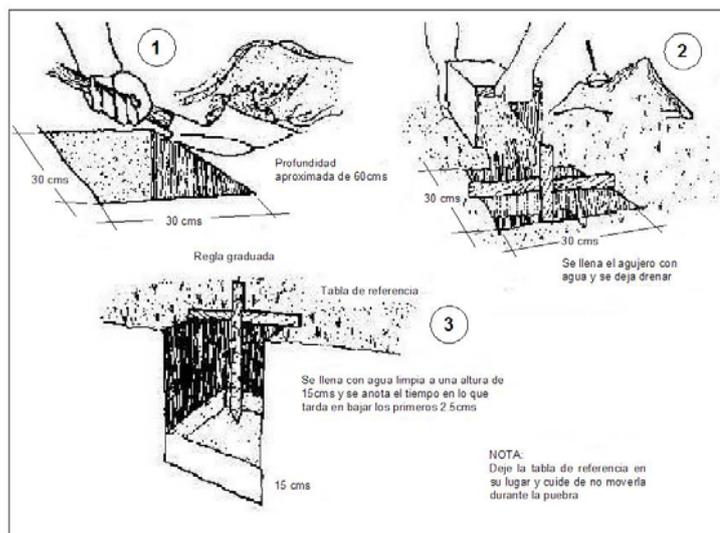
Número de personas	Volumen tratado en 24 horas litros	Cámara de sedimentación							
		Capacidad hasta el nivel libre del liquido litros	Longitud cm	Profundidad cm	Anchura cm	W cm	X cm	y cm	Z cm
		5	71000	900	120	150	60	15	60
10	1200-1800	1600	150	165	75	15	68	10	15
15	2000-2600	2400	165	180	90	20	76	12	20
20	2800-3600	3200	180	195	105	20	84	12	20
Número de personas	Volumen tratado en 24 horas litros	Deposito de descarga por sifón							
		Longitud cm	Profundidad cm	Anchura cm	A cm	B cm	e cm	D cm	
		5	700-1000	150	80	60	7,5	10	38
10	1200-1800	240	80	75	7,5	10	38	40	
15	2000-2600	265	85	90	10	10	43	51	
20	2800-3600	300	85	105	10	10	43	51	

Aunque los líquidos se purifican de una manera apreciable en la fosa séptica al salir de ella están aún contaminados y deben sufrir ulteriores tratamientos antes de darles la posibilidad de ponerse en contacto con seres humanos. Por consiguiente, a la salida de la fosa se conducen las aguas a pozos absorbentes o a drenajes subterráneos de tubos cerámicos, según sea la naturaleza y la porosidad del suelo.

## Pozos absorbentes.

Se llaman también pozos secos y son excavaciones revestidas con muros de ladrillo o de piedra en seco con juntas abiertas para que permitan al agua infiltrarse en el terreno. La cubierta es de hormigón con agujero de hombre y tapa de hierro y el fondo es el propio terreno. La superficie de paredes y fondo debe medir aproximadamente 1,40 m<sup>2</sup> por persona en los pozos comunes. Los pozos absorbentes dan buen resultado para instalaciones pequeñas cuando el terreno es poroso, de gravilla o arena, pero en terrenos de arcilla compacta la tierra se vuelve impermeable, el pozo se llena pronto y el agua sobresale. Se hacen a veces barrenos con dinamita en el pozo, antes de revestido, y por el terreno circundante para dislocado y dejar grietas que faciliten la absorción del agua. Se perfora algunas veces un segundo pozo para dejar descansar el primero o para utilizarlos alternativamente. No deben utilizarse ni la fosa séptica ni el pozo absorbente solo para el tratamiento de las aguas servidas. Combinándolos, en condiciones favorables, dan buenos resultados para muchos años.

**Figura 34. Prueba de absorción**



Mientras más poroso sea el suelo, mayor será el riesgo de infiltración del y la posible contaminación del agua subterránea. Los terrenos formados por poros grandes no son efectivos para retener las partículas pequeñas y los formados por poros muy pequeños prácticamente son impermeables. A fin de determinar el área necesaria para los sistemas de tratamiento, se deberá hacer el siguiente ensayo.

Se excavará un hoyo de 30 x 30 centímetros de lado y de la profundidad a la cual va a hacerse la excavación para el pozo de absorción. Se llenará con agua hasta saturarlo por espacio de una hora.

Se dejará drenar el agua completamente y de inmediato se volverá a llenar el hoyo con agua limpia hasta una altura de 15 centímetros (6 pulgadas). Se deberá anotar el tiempo que el nivel del agua tarda en bajar los primeros 2,5 centímetros (una pulgada), para lo cual deberá disponerse de una regla graduada o se podrá tomar un promedio del tiempo que demoró en bajar 15 centímetros.

Por ejemplo, si durante 30 minutos el nivel del agua desciende 2 centímetros, la tasa de percolación será de  $30 \text{ min}/2 \text{ cm} = 15 \text{ min/cm} = 37,5 \text{ min}/2,5 \text{ cm}$ .

Esta tasa de percolación se expresa frecuentemente en min/2,5 cm porque es equivalente a min/pulgada y muchas tablas y normas de diseño vienen expresadas en min/pulgada. Queda claro, entonces, que una tasa de percolación en min/2,5 cm es equivalente a una en min/pulgada

**Tabla XXI. Porosidad del terreno**

Tasa de filtración (tiempo requerido para que el agua baje 2,5 cm en minutos)	Porosidad del terreno Absorción del terreno	Tipo de suelo
1 ó menos 2 3	Absorción rápida	Arena gruesa o grava
4 5	Absorción media	Arena fina franco-arenosa
10 15 30 <sup>a</sup>	Absorción lenta	Franco-arcilloso
45 50 60 <sup>b</sup> o más	Terreno semipermeable Terreno impermeable	Arcilla compacta

Si sobrepasa los 30 min/2,5 cm, el terreno es inapropiado para pozos de absorción.

Si la tasa de filtración es mayor de 60 min/2,5 cm, el terreno es inapropiado para tratamientos que utilicen el suelo como medio de absorción.

### **Diseño de fosa séptica domiciliar**

Los datos para su diseño son los siguientes:

Período de retención 24 horas

Caudal de desecho 90 lt/hab/día

Habitantes a servir 8

Período de limpieza 1 año

Relación largo/ancho (L/A) 2

Cálculo de aguas residuales

QR = 8 hab\* 90lts/hab/día

QR = 720 lts/día

Cálculo del volumen

$$\text{Vol} = 4260 + 0.75 \cdot 720$$

$$\text{Vol.} = 4800 \text{ lts/día} \times 0.001 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol} = 4.80 \text{ m}^3$$

Detalles

$$\text{Vol.} = 4.80 \text{ m}^3$$

$$H = 0,75 - 1,50 \text{ tomaremos } 1,50 \text{ mts.}$$

$$\text{Vol} = \text{área} \times H$$

$$\text{Área} = \text{Vol} / H = 4.80 / 1,5 = 3.20 \text{ m}^2$$

Para el cálculo del área se usara la forma rectangular

$$\text{Área} = \text{Largo} \cdot \text{Ancho}$$

$$\text{Largo} = 2 \cdot \text{ancho}$$

$$\text{Área} = 2 \cdot \text{ancho}^2$$

$$\text{Ancho} = (\text{área} / 2)^{1/2} = (3.20/2)^{1/2}$$

$$\text{Ancho} = 1.25 \text{ mts.}$$

$$\text{Largo} = 2 \cdot 1.25 = 2.52 \text{ mts.}$$

Chequeo

$$A = 1.26 \text{ mts.} \cdot 2.52 \text{ mts.} = 3.20 \text{ m}^2$$

$$\text{Vol} = 1.26 \cdot 2.52 \cdot 1.5 = 4.76 \text{ m}^3$$

Se adoptan las siguientes dimensiones:

$$L = 2.60$$

$$A = 1.30$$

$$H = 1.50$$

### **2.2.7. Evaluación de impacto ambiental**

Este proyecto no tendrá impacto ambiental negativo permanente, ya que solo sucederá durante la época de construcción, donde el suelo sufrirá un leve cambio por ser removido al momento de la excavación y este a su vez provocara polvo en ocasiones, debido a las condiciones del clima, como el viento, etc.

Como impacto ambiental positivo se podría mencionar la no existencia de aguas servidas que fluyen sobre la superficie del suelo del lugar y la eliminación de fuentes de mosquitos y zancudos, y evitar enfermedades que estos puedan transmitir a los habitantes del lugar.

Otro impacto positivo, que este proyecto generara, es que el lugar mejorara visualmente; es decir, que el panorama general del lugar será más agradable, limpio y conjugara mas con el entorno natural que rodea a la localidad.

### **2.2.8. Evaluación socio-económica**

#### **2.2.8.1 Valor presente neto**

El valor presente neto del proyecto va a ser Q. -840,151.60 (ochocientos cuarenta mil ciento cincuenta y un quetzales con sesenta centavos). Este es el costo del proyecto y va a ser desembolsado en el periodo 0 y debido a que es una inversión social no se está estipulando ningún ingreso, ni rentabilidad al proyecto.

#### **2.2.8.2 Tasa interna de retorno**

La Tasa Interna de Retorno del proyecto es de 4.5%, esta tasa es el costo para el Estado de desembolsar esta cantidad de dinero para este proyecto.

La tasa fue calculada tomando en cuenta la tasa libre de riesgo de Guatemala que es la inversión en títulos públicos que actualmente pagan esa cantidad y es lo que le cuesta al Estado captar los fondos para invertirlos en obra pública.

## 2.2.9 Presupuesto

### 2.2.9.1 Costo del proyecto

El costo total del proyecto va a ser de Q.840,151.60 (ochocientos cuarenta mil ciento cincuenta y un quetzales con sesenta centavos).

El metro lineal de drenaje sanitario tendrá un costo de Q. 365.28 (trescientos sesenta y cinco quetzales con veintiocho centavos).

### 2.2.9.2 Cuadro de resumen

#### CUADRO DE RESUMEN

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EPS INGENIERIA CIVIL  
 EPESISTA: WALTER ALFREDO SANTIZO TORRES  
 MUNICIPALIDAD DE TECPÁN GUATEMALA  
 PROYECTO: DRENAJE SANITARIO ALDEA EL MIRADOR



DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Preliminares	2303	m	Q 21.36	Q 49,192.08
Línea de drenaje de 6"	2303	m	Q 213.39	Q 491,437.17
Conexiones domiciliarias de 6"	131	unidades	Q 587.45	Q 76,955.95
Pozos de visita	48	unidades	Q 4,636.80	Q 222,566.40
			<b>TOTAL</b>	<b>Q 840,151.60</b>

Son: Ochocientos cincuenta mil ciento cincuenta y un quetzales con sesenta centavos

**CUADRO DE RESUMEN DE MATERIALES**  
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**EPS INGENIERIA CIVIL**  
**EPESISTA: WALTER ALFREDO SANTIZO TORRES**  
**MUNICIPALIDAD DE TECPÁN GUATEMALA**  
**PROYECTO: DRENAJE SANITARIO ALDEA EL MIRADOR**



DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	TOTAL
Trazo + estaqueo	2300	m	Q 0.25	Q 575.00
Tubería PVC 6"	2150	m	Q 97.28	Q 209,152.00
Pegamento PVC 1/4 gal.	45	unidades	Q 94.17	Q 4,237.65
Yee de 6"x4"	131	unidades	Q 116.00	Q 15,196.00
Tubo de concreto de 12"	131	unidades	Q 45.00	Q 5,895.00
Tubería PVC 4"	66	unidades	Q 261.69	Q 17,271.54
Cemento	447	sacos	Q 45.00	Q 20,115.00
Piedrín	29	m <sup>3</sup>	Q 140.00	Q 4,060.00
Arena	27	m <sup>3</sup>	Q 70.00	Q 1,890.00
Hierro No.3	220	varillas	Q 25.00	Q 5,500.00
Ladrillo tayuyo	49000	unidades	Q 1.50	Q 73,500.00
Acero No. 6	84	varillas	Q 60.00	Q 5,040.00
Acero No. 4	137	varillas	Q 40.00	Q 5,480.00
Acero No. 2	91	varillas	Q 11.00	Q 1,001.00
Alambre de amarre	45.8	lb	Q 5.00	Q 229.00
Cal hidratada	91	bolsa	Q 24.00	Q 2,184.00
Regla de 2" x 3" x 8'	458	p-t	Q 35.00	Q 16,030.00
Tabla de 1" x 12" x 6'	549	p-t	Q 40.00	Q 21,960.00
Clavo de 3"	45	lb	Q 5.00	Q 225.00
Clavo de 2 1/2"	45	lb	Q 5.00	Q 225.00
			<b>TOTAL</b>	<b>Q 424,358.19</b>

**Mano de obra** **Total** Q 317,017.00

**Total de costo directo** Q 753,860.19

**Total de costo indirecto** Q 86,291.41

**GRAN TOTAL** Q 840,151.60

### 2.2.9.3 Precios unitarios

#### PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

EPS INGENIERIA CIVIL

EPESISTA: WALTER ALFREDO SANTIZO TORRES

MUNICIPALIDAD DE TECPÁN GUATEMALA

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO ALDEA EL MIRADOR



DESCRIPCION: Preliminares

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Trazo + estaqueo	m	1	0.25	Q 0.25
GRAN TOTAL DE MATERIALES				Q 0.25

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Trazo + estaqueo	m	1	8	Q 8.00
MANO DE OBRA DIRECTA				Q 8.00
AYUDANTE				Q 2.80
PRESTACIONES				Q 7.02
GRAN TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 17.82

VALOR DE MATERIALES		Q 0.25
VALOR DE MAQUINARIA Y EQUIPO		Q 0.50
VALOR MANO DE OBRA		Q 17.82
TOTAL COSTO DIRECTO		Q 18.57
FACTOR DE INDIRECTOS		Q 2.79
TOTAL		Q 21.36
<b>PRECIO UNITARIO</b>		<b>Q 21.36</b>

**PRECIOS UNITARIOS**  
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**EPS INGENIERIA CIVIL**  
**EPESISTA: WALTER ALFREDO SANTIZO TORRES**  
**MUNICIPALIDAD DE TECPÁN GUATEMALA**  
**PROYECTO: DRENAJE SANITARIO ALDEA EL MIRADOR**



**DESCRIPCION: Línea de drenaje de 6"**

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Tubería PVC 6"	m	1	Q 97.28	Q 97.28
Pegamento PVC 1/4 gal.	m	0.02	Q 94.17	Q 1.88
GRAN TOTAL DE MATERIALES				Q 99.16
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Excavación zanja 60 cm	m <sup>3</sup>	1.08	Q 20.00	Q 21.60
Colocar tubería	m	1	Q 3.50	Q 3.50
Relleno compactado	m	1	Q 12.00	Q 12.00
MANO DE OBRA DIRECTA				Q 37.10
AYUDANTE				Q 12.99
PRESTACIONES				Q 32.56
GRAN TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 82.64
VALOR DE MATERIALES				Q 99.16
VALOR MANO DE OBRA				Q 82.64
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 185.55
FACTOR DE INDIRECTOS				Q 27.83
TOTAL				Q 213.39
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 213.39</b>

## PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EPS INGENIERIA CIVIL  
 EPESISTA: WALTER ALFREDO SANTIZO TORRES  
 MUNICIPALIDAD DE TECPÁN GUATEMALA  
 PROYECTO: DRENAJE SANITARIO ALDEA EL MIRADOR



**DESCRIPCION:** Conexiones domiciliars de 6"

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Yee de 6"x4"	unidad	1	Q 116.00	Q 116.00
Tubo de concreto de 12"	unidad	1	Q 45.00	Q 45.00
Tubería PVC 4"	unidad	0.5	Q 261.69	Q 130.85
Cemento	sacos	0.5	Q 45.00	Q 22.50
Piedrín	m <sup>3</sup>	0.03	Q 140.00	Q 4.20
Arena	m <sup>3</sup>	0.02	Q 70.00	Q 1.40
Hierro No.3	varilla	1	Q 25.00	Q 25.00
<b>GRAN TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q344.95</b>

MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Herramientas	m	1	Q 10.00	Q 10.00
<b>GRAN TOTAL DE MAQ Y EQUIPO</b>				<b>10.00</b>

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Instalación candela	unidad	1	Q 22.00	Q 22.00
Colocar tubería	unidad	1	Q 10.00	Q 10.00
Excavación zanja 55 cm	m <sup>3</sup>	1.2	Q 20.00	Q 24.00
Relleno compactado	m <sup>3</sup>	1.165	Q 12.00	Q 13.98
<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>				<b>69.98</b>
<b>AYUDANTE</b>				<b>Q 24.49</b>
<b>PRESTACIONES</b>				<b>Q 61.41</b>
<b>GRAN TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>155.88</b>

VALOR DE MATERIALES		Q 344.95
VALOR DE MAQUINARIA Y EQUIPO		Q 10.00
VALOR MANO DE OBRA		Q 155.88
TOTAL COSTO DIRECTO		Q 510.83
FACTOR DE INDIRECTOS		Q 76.62
TOTAL		Q 587.45
<b>PRECIO UNITARIO</b>		<b>Q 587.45</b>

**PRECIOS UNITARIOS**  
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**EPESISTA: WALTER ALFREDO SANTIZO TORRES**  
**MUNICIPALIDAD DE TECPAN GUATEMALA**  
**PROYECTO: DRENAJE SANITARIO ALDEA EL MIRADOR**



**DESCRIPCION: Pozos de visita**

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Cemento	sacos	8	Q 45.00	Q 360.00
Arena	unidad	0.5	Q 70.00	Q 35.00
Piedrín	m³	0.5	Q 140.00	Q 70.00
Ladrillo tayuyo	unidad	700	Q 1.50	Q 1,050.00
Acero No. 6	varilla	1.5	Q 60.00	Q 90.00
Acero No. 4	varilla	3	Q 40.00	Q 120.00
Acero No. 2	varilla	2	Q 11.00	Q 22.00
Alambre de amarre	lb	1	Q 5.00	Q 5.00
Cal hidratada	bolsa	2	Q 24.00	Q 48.00
Regla de 2" x 3" x 8'	p-t	10	Q 35.00	Q 350.00
Tabla de 1" x 12" x 6'	p-t	12	Q 40.00	Q 480.00
Clavo de 3"	lb	1	Q 5.00	Q 5.00
Clavo de 2 1/2"	lb	1	Q 5.00	Q 5.00
GRAN TOTAL DE MATERIALES				Q 2,640.00
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Herramientas	global	1	Q 30.00	Q 30.00
GRAN TOTAL DE MAQ. Y EQUIPO				Q 30.00
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Excavación	m³	4.54	Q 20.00	Q 90.80
Fundición de base	u	1	Q 50.00	Q 50.00
Levan. De ladrillo de punta	m²	7.5	Q 51.50	Q 386.25
Repello	m²	7.5	Q 11.50	Q 86.25
Relleno compactado	m³	1	Q 12.00	Q 12.00
MANO DE OBRA DIRECTA				Q 625.30
AYUDANTE				Q 218.86
PRESTACIONES				Q 548.70
GRAN TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 1,392.86
VALOR DE MATERIALES				Q 2,640.00
VALOR DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q 30.00
VALOR MANO DE OBRA				Q 1,392.86
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 4,032.00
FACTOR DE INDIRECTOS				Q 604.80
TOTAL				Q 4,636.80
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 4,636.80</b>

**PRECIOS UNITARIOS**  
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**EPS INGENIERIA CIVIL**

**EPESISTA: WALTER ALFREDO SANTIZO TORRES**

**MUNICIPALIDAD DE TECPÁN GUATEMALA**

**PROYECTO: DRENAJE SANITARIO ALDEA EL MIRADOR**



**DESCRIPCION: Fosa Séptica + pozo de absorción**

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Cemento de f'c = 4000 psi	sacos	108	46	Q 4,968.00
arena de río	m3	10	90	Q 900.00
pedrín	m3	12	160	Q 1,920.00
hierro 1/2"	varilla	14	22	Q 308.00
alambre de amarre	lb	3	4.5	Q 13.50
GRAN TOTAL DE MATERIALES				Q 8,109.50

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Armado	m^2	10	Q18.00	Q 180.00
Fundición	mt2	10	Q20.00	Q 200.00
Excavación	m^3	12	Q40.00	Q 480.00
MANO DE OBRA DIRECTA				Q 860.00
AYUDANTE				Q 344.00
PRESTACIONES				Q 516.00
GRAN TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 1,720.00

VALOR DE MATERIALES	Q 8,109.50
VALOR MANO DE OBRA	Q 1,720.00
TOTAL COSTO DIRECTO	Q 9,830.25
FACTOR DE INDIRECTOS	Q 1,474.54
TOTAL	Q 13,024.79
<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>Q 13,024.79</b>

## 2.2.10 Cronograma de ejecución

**CRONOGRAMA DE EJECUCION**  
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**EPESISTA: WALTER ALFREDO SANTIZO TORRES**  
**MUNICIPALIDAD DE TECPAN GUATEMALA**  
**PROYECTO: DRENAJE SANITARIO ALDEA EL MIRADOR**



ACTIVIDAD	QUINCENAS						COSTO
	1	2	3	4	5	6	
Preliminares	■						Q49,192.08
Línea de drenaje de 6"		■		■			Q491,437.17
Conexiones domiciliarias de 6"					■		Q76,955.95
Pozos de visita				■			Q222,566.40
	<b>TOTAL</b>						Q840,151.60



## CONCLUSIONES

- El Ejercicio Profesional Supervisado realizado en el municipio de Tecpán Guatemala, departamento de Chimaltenango; permitirá el desarrollo de la población del municipio, lo cual es de importancia para la Universidad de San Carlos de Guatemala; ya que uno de sus objetivos es el de proyección a la población que necesite de recursos básicos por medio de las distintas facultades, tal es el caso de la facultad de ingeniería. A su vez, permite a los estudiantes poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el tiempo de estudio en dicha facultad.
- El Diseño de la escuela en la aldea San Lorenzo será de gran ayuda para los habitantes de la misma y comunidades aledañas, ya que contarán con el acceso a la educación escolar, en un lugar adecuado y con estándares de diseño estructural. Para el diseño se apreciaron diversos factores como sismo y sobrecargas en base a códigos de construcción para una mayor seguridad a los estudiantes.
- Al ser finalizado el proyecto del drenaje sanitario para el caserío el Mirador, lo más importante va ser que el lugar va a contar con un servicio básico de recolección de aguas residuales, ya que la población en la actualidad es víctima de enfermedades de tipo gastro-intestinal, debido a que las aguas negras corren a flor de tierra y no tienen un lugar adecuado de descarga de desechos sólidos. Demostrando así que con una correcta evacuación de las aguas residuales la población será beneficiada, ya que esto ayudará a mejorar el nivel de salud y desarrollo de la población de la comunidad.



## RECOMENDACIONES

- La Municipalidad y los vecinos del municipio de Tecpán, deben agilizar el trámite de gestiones con el fin de obtener el financiamiento y /o los materiales para la construcción de dichos proyectos.
- Garantizar la calidad de los materiales especificados en planos, sometiéndolos a pruebas para verificar si cumplen con las normas establecidas.
- Respetar las especificaciones técnicas, por medio de la supervisión de un profesional de la ingeniería civil, para garantizar que los proyectos cumplan su período de diseño en las mejores condiciones.
- Una vez terminado el proyecto del drenaje sanitario, se sugiere tener un plan de limpieza para el sistema de alcantarillado el cual se sugiere que se realice por lo menos dos veces al año, ya que el objetivo es evitar la acumulación de sedimentos en las tuberías, colectores y pozos de visita, así como, eliminar basura o material que perjudique el buen funcionamiento del sistema y por ende pueda producir un colapso del servicio de la red sanitaria.
- Se aconseja tomar en cuenta la colocación de una planta de tratamiento antes de llegar al lugar de desfogue, ya que es necesario darle un tratamiento a las aguas residuales antes de conducir las al cuerpo receptor, indicado en los planos.

- Realizar revisiones periódicas, una vez terminada la construcción de dichos proyectos, y realizar mantenimiento preventivo para prolongar la vida útil de los proyectos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- **CÓDIGO DE DISEÑO DE HORMIGÓN ARMADO**, ACI 318 – 99, Reglamento y Comentarios. American Concrete Institute, Estados Unidos 1999.
- **CRESPO, CARLOS**, Mecánica de suelos y cimentaciones. Cuarta Edición. Editorial Limusa, México 2000.
- **CRITES, RON**. Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones. 4ta. Edición. Colombia: McGraw Hill, febrero 2001.
- **INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL**. Normas generales para el diseño de alcantarillado sanitario. Guatemala: Noviembre 2001.
- **NILSON, ARTHUR H**. Diseño de estructuras de concreto. Duodécima Edición, McGraw-Hill , S.A. Colombia 1999



# ANEXOS

## Figura 35. Ensayo triaxial no consolidado

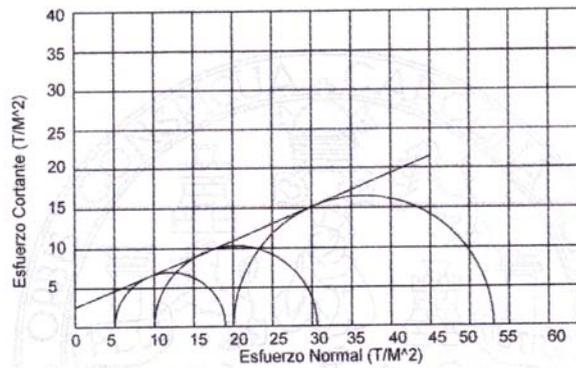


CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



### ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 105 S.S. O.T.No.: 21,256  
 INTERESADO: Walter Alfredo Santizo Torres  
 PROYECTO: Trabajo de Graduación Eps  
 UBICACION: Tecpán Guatemala, Chimaltenango FECHA: 22 de marzo de 2007  
 pozo: x Profundidad: x



#### PARAMETROS DE CORIE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA :  $\phi = 28^\circ$  COHESIÓN:  $C_u = 2,6 \text{ T/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.  
 DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Limo arenocilicoso color café  
 DIMENSIÓN Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"  
 OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m <sup>2</sup> )	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m <sup>2</sup> )	14,5	20,65	32,98
PRESION INTERSTICIAL u(T/m <sup>2</sup> )	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	2,5	5,5	9,5
DENSIDAD SECA (T/m <sup>3</sup> )	1,59	1,59	1,59
DENSIDAD HUMEDA (T/m <sup>3</sup> )	1,84	1,84	1,84
HUMEDAD (%H)	15,5	15,5	15,5

Vo. Bo.

*[Signature]*  
 Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvaraz  
 DIRECTOR CII/USAC

Atentamente,

*[Signature]*  
 DIRECCION

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



FACULTAD DE INGENIERIA -USAC  
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12  
 Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993  
 Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

**Tabla XXII. Coeficientes para momentos negativos en losas**

TABLA 12.3

Coeficientes para momentos negativos en losas<sup>a</sup>

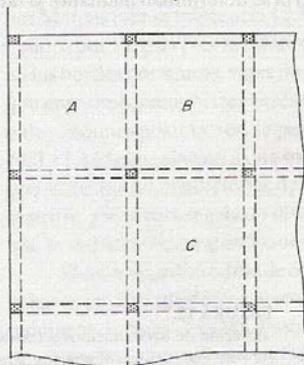
$$M_{a,neg} = C_{a,neg} w l_a^2$$

donde  $w$  = carga muerta más viva uniforme total

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

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.045 0.045	0.076	0.050 0.050	0.075	0.071	0.071	0.033 0.061	0.061 0.033
0.95	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.050 0.041	0.072	0.055 0.045	0.079	0.075	0.067	0.038 0.056	0.065 0.029
0.90	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.055 0.037	0.070	0.060 0.040	0.080	0.079	0.062	0.043 0.052	0.068 0.025
0.85	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.060 0.031	0.065	0.066 0.034	0.082	0.083	0.057	0.049 0.046	0.072 0.021
0.80	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.065 0.027	0.061	0.071 0.029	0.083	0.086	0.051	0.055 0.041	0.075 0.017
0.75	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.069 0.022	0.056	0.076 0.024	0.085	0.088	0.044	0.061 0.036	0.078 0.014
0.70	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.074 0.017	0.050	0.081 0.019	0.086	0.091	0.038	0.068 0.029	0.081 0.011
0.65	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.077 0.014	0.043	0.085 0.015	0.087	0.093	0.031	0.074 0.024	0.083 0.008
0.60	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.081 0.010	0.035	0.089 0.011	0.088	0.095	0.024	0.080 0.018	0.085 0.006
0.55	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.084 0.007	0.028	0.092 0.008	0.089	0.096	0.019	0.085 0.014	0.086 0.005
0.50	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.086 0.006	0.022	0.094 0.006	0.090	0.097	0.014	0.089 0.010	0.088 0.003

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



**FIGURA 12.8**  
Planta de una losa de piso típica en dos direcciones con vigas en los ejes de columnas.

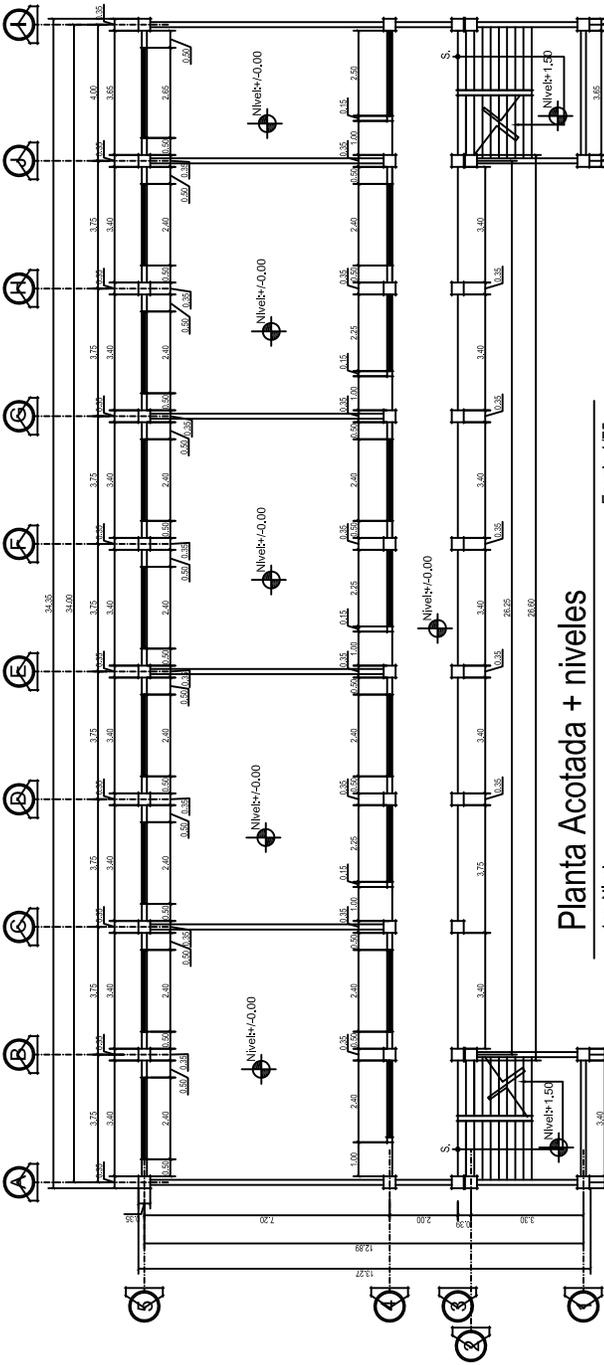
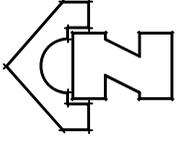
**Tabla XXIII. Elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular**

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0050	0.00060	0.050	0.000030	0.0975	0.05011	0.393	0.019693
0.0075	0.00110	0.074	0.000081	0.1000	0.05204	0.401	0.020868
0.0100	0.00167	0.088	0.000147	0.1025	0.05396	0.408	0.022016
0.0125	0.00237	0.103	0.000244	0.1050	0.05584	0.414	0.023118
0.0150	0.00310	0.116	0.000360	0.1075	0.05783	0.420	0.024289
0.0175	0.00391	0.129	0.000504	0.1100	0.05986	0.426	0.025500
0.0200	0.00477	0.141	0.000672	0.1125	0.06186	0.432	0.026724
0.0225	0.00569	0.152	0.000865	0.1150	0.06388	0.439	0.028043
0.0250	0.00665	0.163	0.001084	0.1175	0.06591	0.444	0.029264
0.0275	0.00768	0.174	0.001336	0.1200	0.06797	0.450	0.030587
0.0300	0.00874	0.184	0.001608	0.1225	0.07005	0.456	0.031943
0.0325	0.00985	0.194	0.001911	0.1250	0.07214	0.463	0.033401
0.0350	0.01100	0.203	0.002233	0.1275	0.07426	0.468	0.034754
0.0375	0.01219	0.212	0.002584	0.1300	0.07640	0.473	0.036137
0.0400	0.01342	0.221	0.002966	0.1325	0.07855	0.479	0.037625
0.0425	0.01468	0.230	0.003376	0.1350	0.08071	0.484	0.039064
0.0450	0.01599	0.239	0.003822	0.1375	0.08289	0.490	0.040616
0.0475	0.01732	0.248	0.004295	0.1400	0.08509	0.495	0.042120
0.0500	0.01870	0.256	0.004787	0.1425	0.08732	0.501	0.043747
0.0525	0.02010	0.264	0.005306	0.1450	0.08954	0.507	0.045397
0.0550	0.02154	0.273	0.005880	0.1475	0.09129	0.511	0.046649
0.0575	0.02300	0.281	0.006463	0.1500	0.09406	0.517	0.048629
0.0600	0.02449	0.289	0.007078	0.1525	0.09638	0.522	0.050310
0.0625	0.02603	0.297	0.007731	0.1550	0.09864	0.528	0.052082
0.0650	0.02758	0.305	0.008412	0.1575	0.10095	0.533	0.053806
0.0675	0.02916	0.312	0.009098	0.1600	0.10328	0.538	0.055565
0.0700	0.03078	0.320	0.009850	0.1650	0.10796	0.548	0.059162
0.0725	0.03231	0.327	0.010565	0.1700	0.11356	0.560	0.063594
0.0750	0.03407	0.334	0.011379	0.1750	0.11754	0.568	0.066763
0.0775	0.03576	0.341	0.012194	0.1800	0.12241	0.577	0.070630
0.0800	0.03747	0.348	0.013040	0.1850	0.12733	0.587	0.074743
0.0825	0.03922	0.355	0.013923	0.1900	0.13229	0.596	0.078844
0.0850	0.04098	0.361	0.014794	0.1950	0.13725	0.605	0.083036
0.0875	0.04277	0.368	0.015739	0.2000	0.14238	0.615	0.087564
0.0900	0.04459	0.375	0.016721	0.2050	0.14750	0.624	0.091040
0.0925	0.04642	0.381	0.017918	0.2100	0.15266	0.633	0.096634
0.0950	0.04827	0.388	0.018729	0.2150	0.15786	0.644	0.101662

Continúa

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.2200	0.16312	0.651	0.106191	0.5900	0.61396	1.066	0.654880
0.2250	0.16840	0.659	0.110976	0.6000	0.62646	1.072	0.671570
0.2300	0.17356	0.669	0.116112	0.6100	0.63892	1.078	0.688760
0.2350	0.17913	0.676	0.121092	0.6200	0.65131	1.083	0.705370
0.2400	0.18455	0.684	0.126232	0.6300	0.66363	1.089	0.722690
0.2450	0.19000	0.692	0.131480	0.6400	0.67593	1.094	0.739470
0.2500	0.19552	0.702	0.137260	0.6500	0.68770	1.098	0.755100
0.2600	0.20660	0.716	0.147930	0.6600	0.70053	1.104	0.773390
0.2700	0.21784	0.730	0.159020	0.6700	0.71221	1.108	0.789130
0.2800	0.22921	0.747	0.171220	0.6800	0.72413	1.112	0.805230
0.2900	0.24070	0.761	0.183170	0.6900	0.73596	1.116	0.821330
0.3000	0.25232	0.776	0.195800	0.7000	0.74769	1.120	0.837410
0.3100	0.26403	0.790	0.208580	0.7100	0.75957	1.124	0.853760
0.3200	0.27587	0.804	0.221800	0.7200	0.77079	1.126	0.867910
0.3300	0.28783	0.817	0.235160	0.7300	0.78219	1.130	0.883840
0.3400	0.29978	0.830	0.248820	0.7400	0.79340	1.132	0.897340
0.3500	0.31230	0.843	0.263270	0.7500	0.80450	1.134	0.912300
0.3600	0.32411	0.856	0.277440	0.7600	0.81544	1.136	0.926340
0.3700	0.33637	0.868	0.291970	0.7700	0.82623	1.137	0.939420
0.3800	0.34828	0.879	0.306490	0.7800	0.83688	1.139	0.953210
0.3900	0.36108	0.891	0.321720	0.7900	0.85101	1.140	0.970150
0.4000	0.37354	0.902	0.336930	0.8000	0.86760	1.140	0.989060
0.4100	0.38604	0.913	0.352460	0.8100	0.87759	1.140	1.000450
0.4200	0.39858	0.921	0.367090	0.8200	0.87759	1.140	1.000450
0.4300	0.40890	0.934	0.381910	0.8300	0.88644	1.139	1.009660
0.4400	0.42379	0.943	0.399630	0.8400	0.89672	1.139	1.021400
0.4500	0.43645	0.955	0.416810	0.8500	0.90594	1.138	1.031000
0.4600	0.44913	0.964	0.432960	0.8600	0.91491	1.136	1.047400
0.4700	0.46178	0.973	0.449310	0.8700	0.92361	1.134	1.047400
0.4800	0.47454	0.983	0.466470	0.8800	0.93202	1.131	1.054100
0.4900	0.48742	0.991	0.483030	0.8900	0.94014	1.128	1.060300
0.5000	0.50000	1.000	0.500000	0.9000	0.94796	1.124	1.065500
0.5100	0.51256	1.009	0.517190	0.9100	0.95541	1.120	1.070100
0.5200	0.52546	1.016	0.533870	0.9200	0.96252	1.116	1.074200
0.5300	0.53822	1.023	0.550600	0.9300	0.96922	1.109	1.074900
0.5400	0.55087	1.029	0.566850	0.9400	0.97554	1.101	1.074100
0.5500	0.56355	1.033	0.582150	0.9500	0.98130	1.094	1.073500
0.5600	0.57621	1.049	0.604440	0.9600	0.98658	1.086	1.071400
0.5700	0.58882	1.058	0.622970	0.9700	0.99126	1.075	1.065600
0.5800	0.60142	1.060	0.637500	0.9800	0.99522	1.062	1.056900

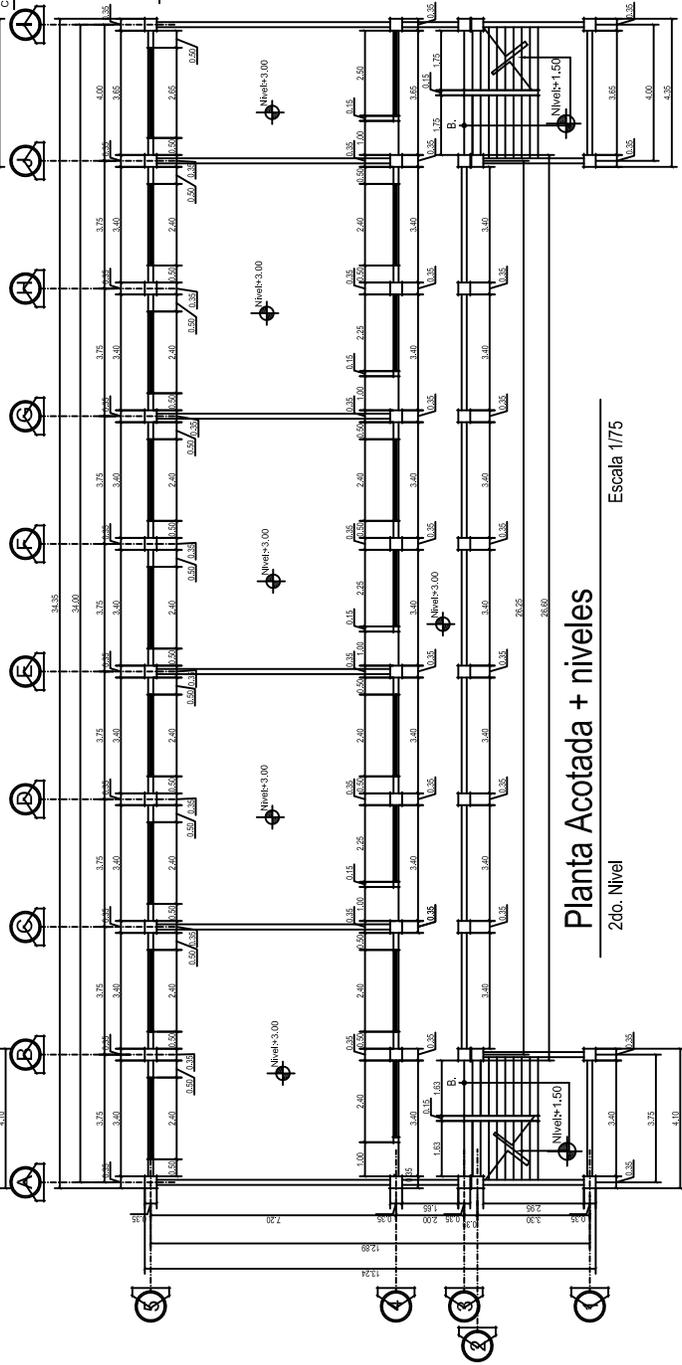




Planta Acotada + niveles

1er. Nivel

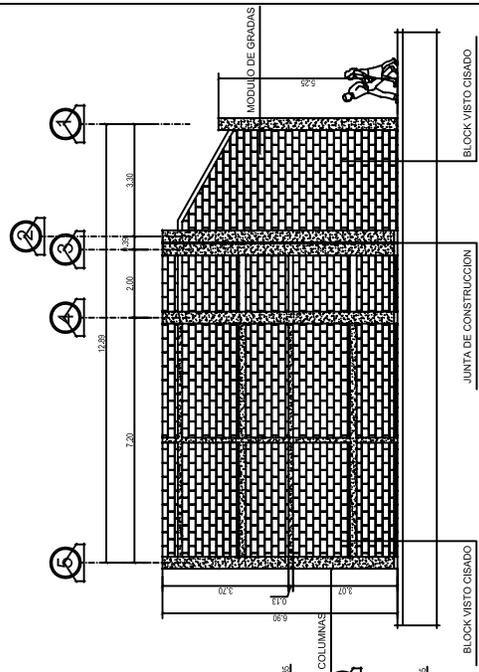
Escala 1/75



Planta Acotada + niveles

2do. Nivel

Escala 1/75



Elevación Este

Escala 1/75

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

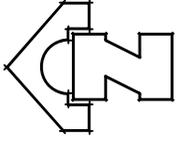
PROYECTO: DISEÑO DE ESCUELA EN LA ALDEA SAN LORONZO  
 FECHA: JULIO 2007

CONTEIDO: PLANTA ACOTADA + ELEVACIONES ESTE

EPS: INGENIERIA DE TERCER CATEGORIA  
 DISEÑO: WALTER SANTIZO  
 DIBUJO: WALTER SANTIZO

BOCA: 1  
 HOJA: 10

ING. WALTER JORGE RODRIGUEZ GONZALEZ  
 WALTER ALBERTO SANTIZO TORRES  
 ARQUITECTO



**NOMENCLATURA DE ACABADOS**

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
R	Rebollo
P-G	Piso de Granito
BVC	Bloque Vitrificado
GM	Tipo de Acabado Mantenido

Observaciones:

**PLANILLA DE VENTANAS**

TIPO	ANCHO	SILLAR S.A.P.	DIVIEL S.A.P.	MATERIAL	CANTIDAD	AREA
V-1	2.40	1.30	2.50	Vitrificados	24	691.12 mbs.
V-2	2.25	1.30	2.50	Vitrificados	8	21.60 mbs.
V-3	2.50	1.30	2.50	Vitrificados	2	6.00 mbs.
V-4	2.65	1.30	2.50	Vitrificados	2	6.90 mbs.

Observaciones:  
total 827.61 mbs.

**PLANILLA DE PUERTAS**

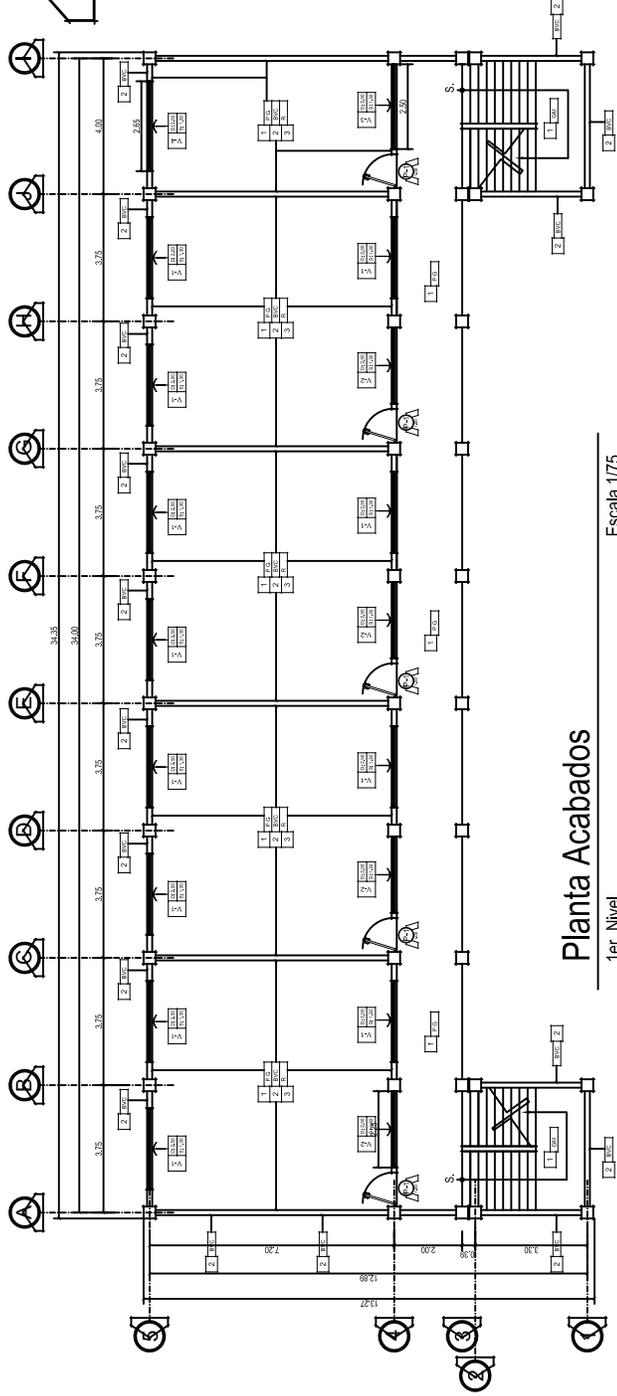
TIPO	ANCHO	ALTO	MATERIAL	CANTIDAD
P-1	1.00	2.00	metal	2

Observaciones:

**Planta Acabados**

1er. Nivel

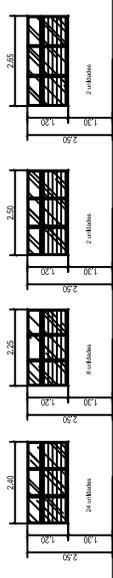
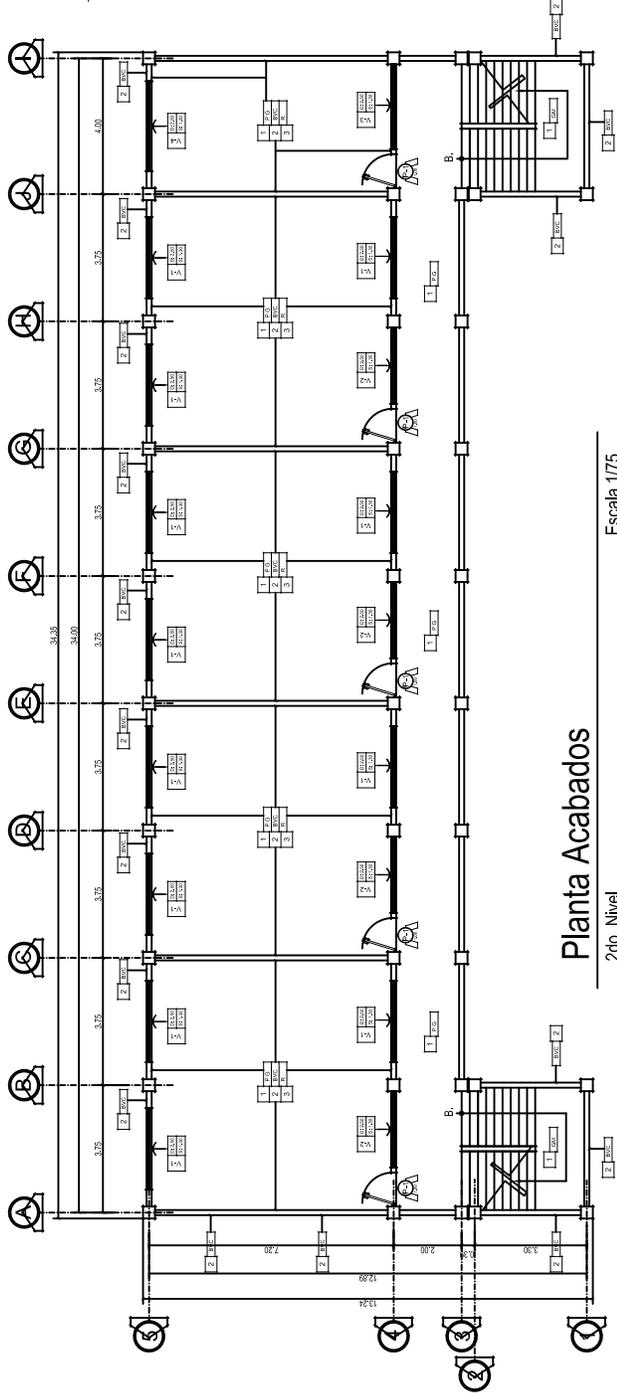
Escala 1/75



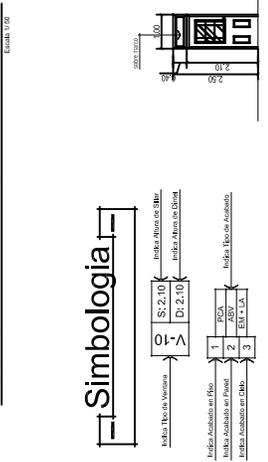
**Planta Acabados**

2do. Nivel

Escala 1/75



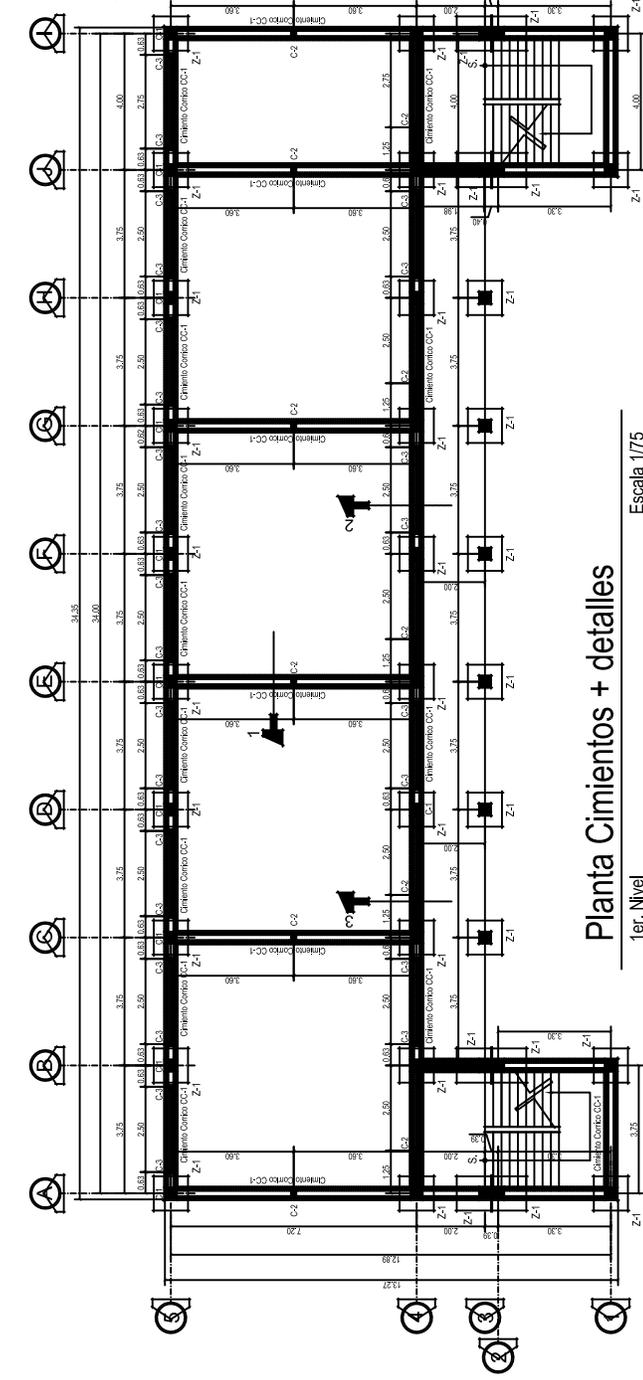
**Simbología**



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

PROYECTO: DISEÑO DE ESCUELA EN LA ALDEA SAN LORENZO  
CONTENIDO: PLAN DE ACABADOS Y PUERTAS Y VENTANAS  
ESCALA: JULIO 2007

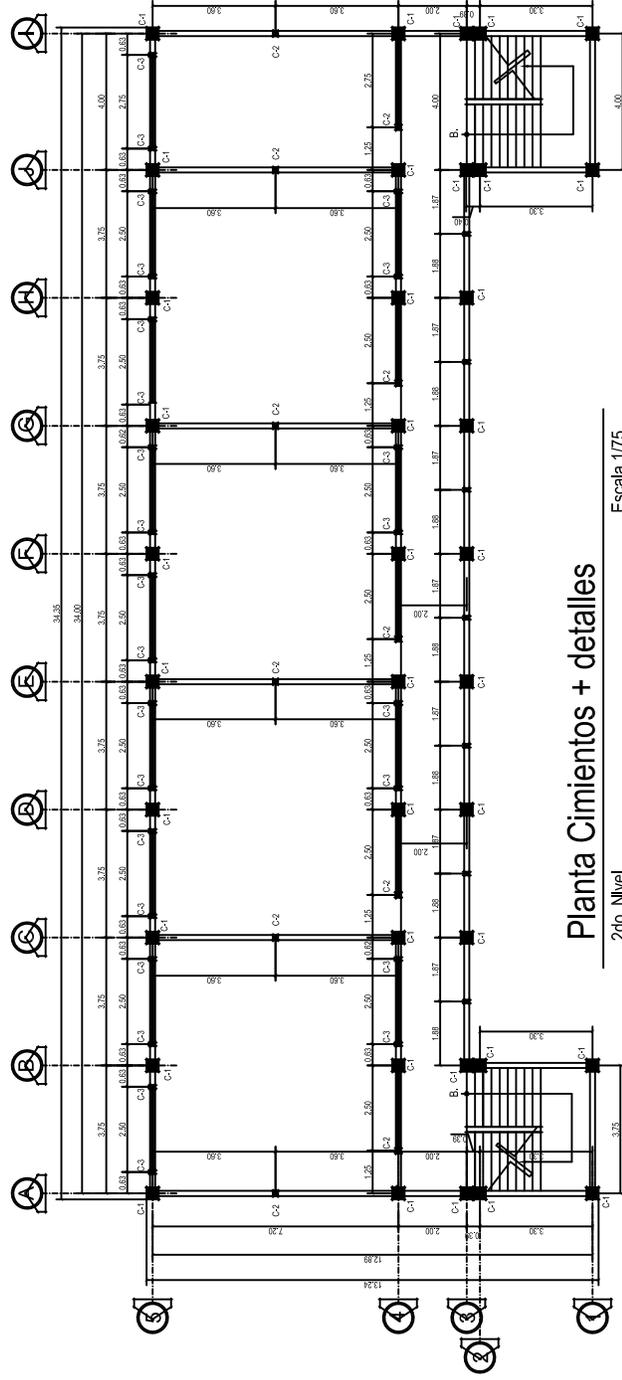
EPS:	PROYECTO	CALCULO:	HOJA
DISEÑO:	REVISOR	DISEÑO:	3
WALTER SANTIZO	WALTER SANTIZO	DISEÑO:	10
WALTER SANTIZO	WALTER SANTIZO	DISEÑO:	



### Planta Cimientos + detalles

1er. Nivel

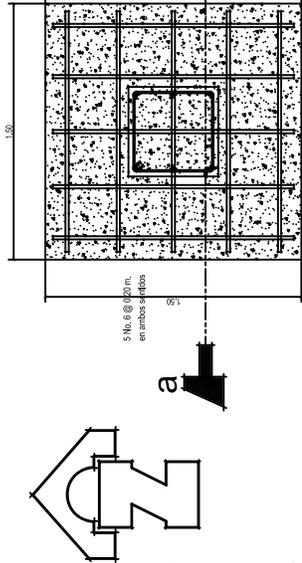
Escala 1/75



### Planta Cimientos + detalles

2do. Nivel

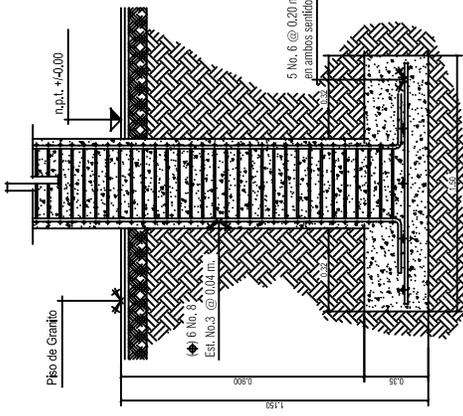
Escala 1/75



### Zapata Z-1

Escala 1/10

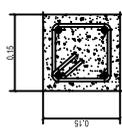
Especificaciones Técnicas:  
Resistencia del acero:  $f_y = 40000$  psi (2810 kg/cm<sup>2</sup>)  
Resistencia del concreto a los 28 días:  
 $f'_c = 4000$  psi (281 kg/cm<sup>2</sup>)



### Sección a-a

ZAPATA Z-1

Escala 1/10



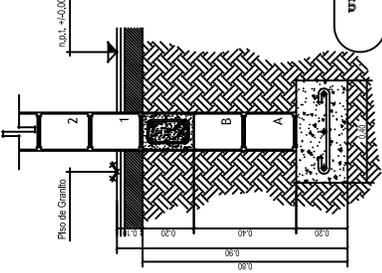
### Columna C-2

Escala 1/5



### Columna C-3

Escala 1/5



### Det. Cimiento Corrido

Escala 1/10

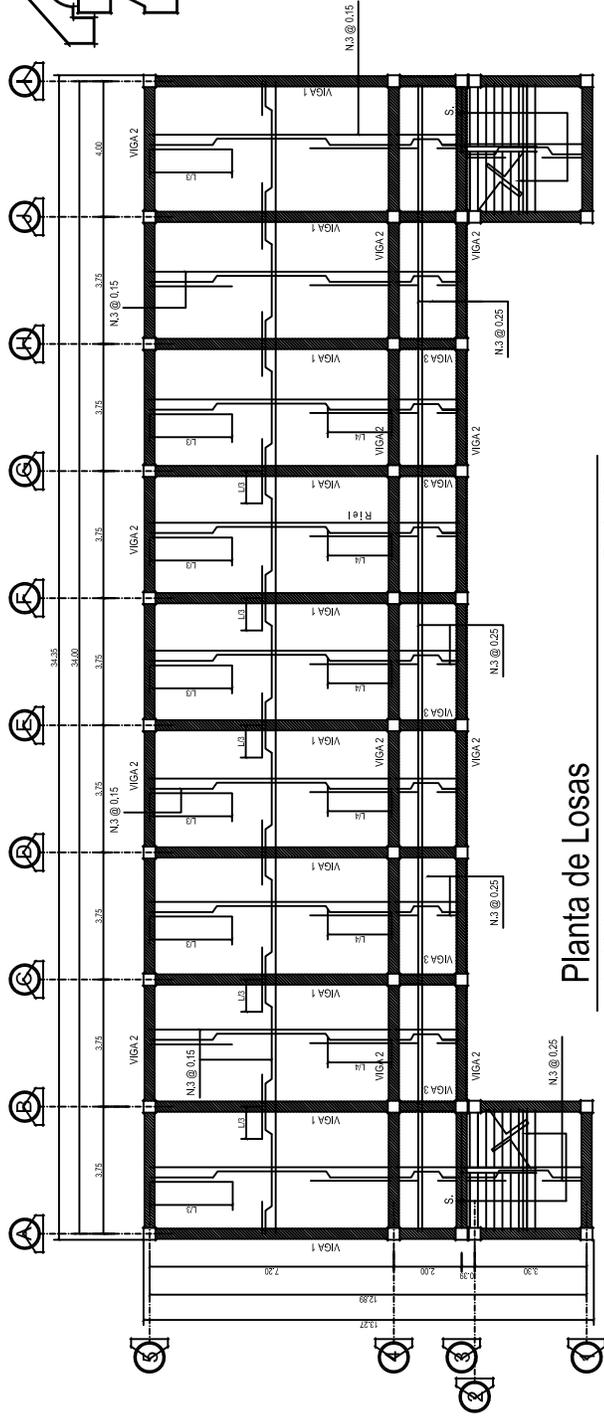
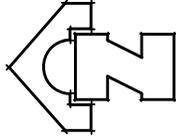
### Columna C-1

Escala 1/5

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: DISEÑO DE ESCUELA EN LA ZONA SAN LORENZO  
CONTENIDO: PLANTA DE CIMIENTOS + DETALLES  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: JULIO 2007

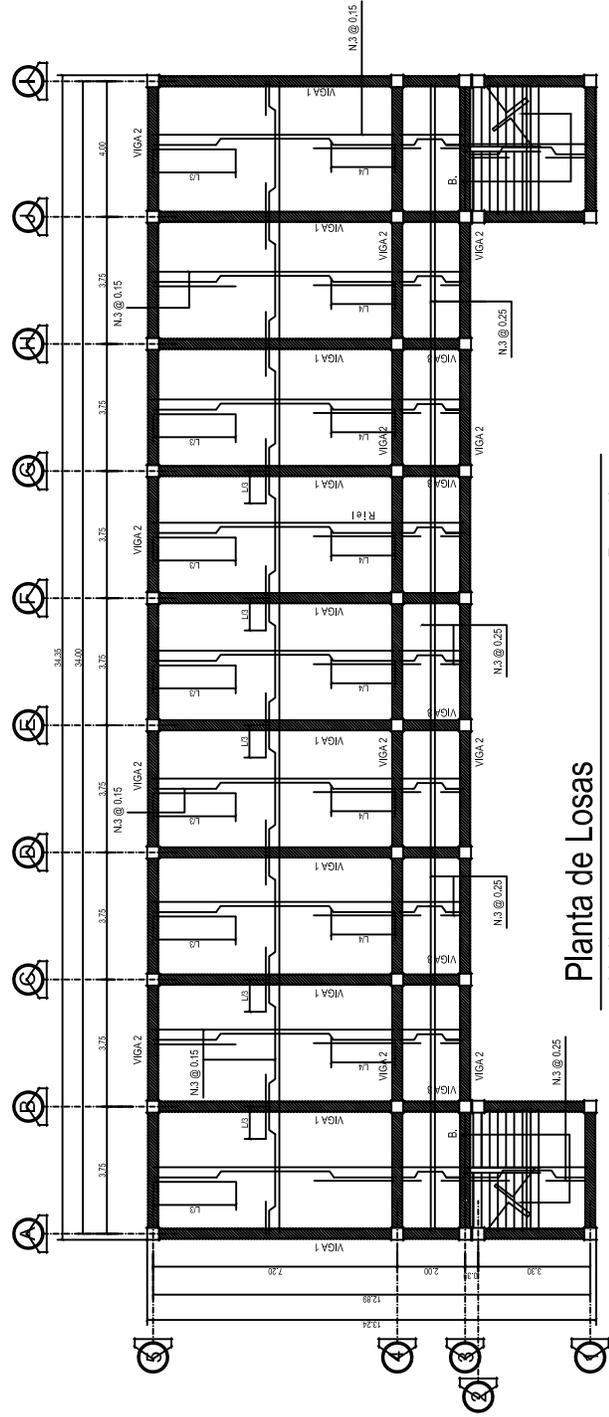
	CÁLCULO: WALTER SANTIZO DISEÑO: WALTER SANTIZO DIBUJO: WALTER SANTIZO	H.D.A. No. 10
(MAY. 2007) (DISEÑO DE ESCUELA EN LA ZONA SAN LORENZO) WALTER SANTIZO (AUTOR)		



**Planta de Losas**

1er. Nivel

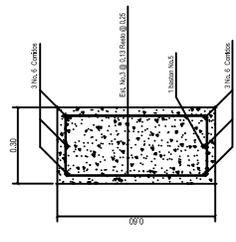
Escala 1/75



**Planta de Losas**

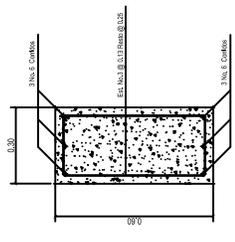
2do. Nivel

Escala 1/75



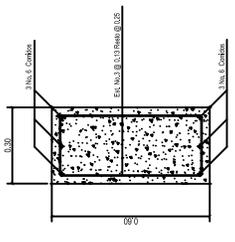
**Det. Viga No. 1**

Longitud 7.20m.  
Escala 1/10



**Det. Viga No. 1**

Longitud 3.75 m.  
Escala 1/10



**Det. Viga No. 1**

Longitud 2.00 m.  
Escala 1/10

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

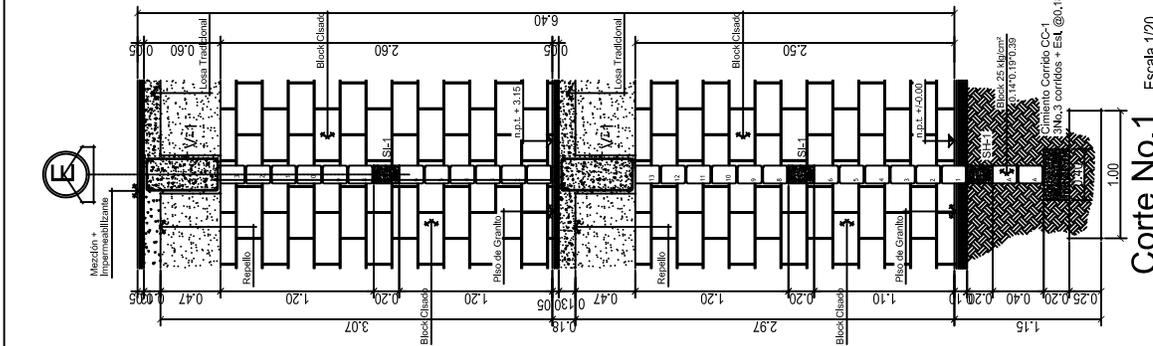
PROYECTO: DISEÑO DE ESCUELA EN LA ALDEA SAN LORENZO  
CONTENIDO: PLANTA DE LOSAS

ESCALA: INDICADA  
FECHA: JULIO 2007

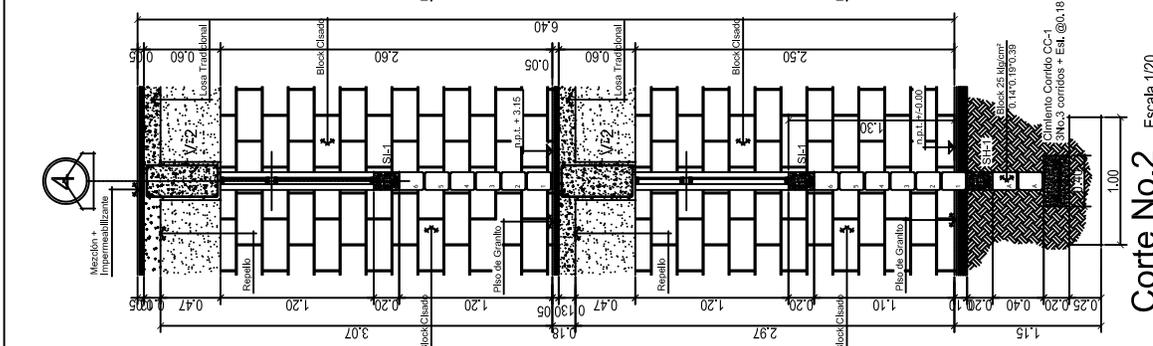
EPS: INGENIEROS DE TRABAJO CONTINUO  
DISEÑO: WALTER SANTIZO  
CALCULO: WALTER SANTIZO

HON. B. 10

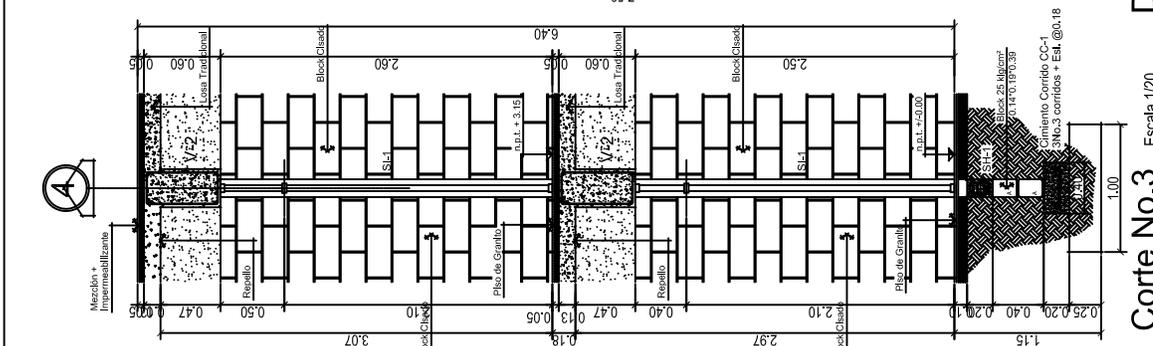
ING. RAFAEL JOSÉ DOMÍNGUEZ ESTRADA  
WALTER ALFONSO SANTIAGO VARELA  
FABIANA



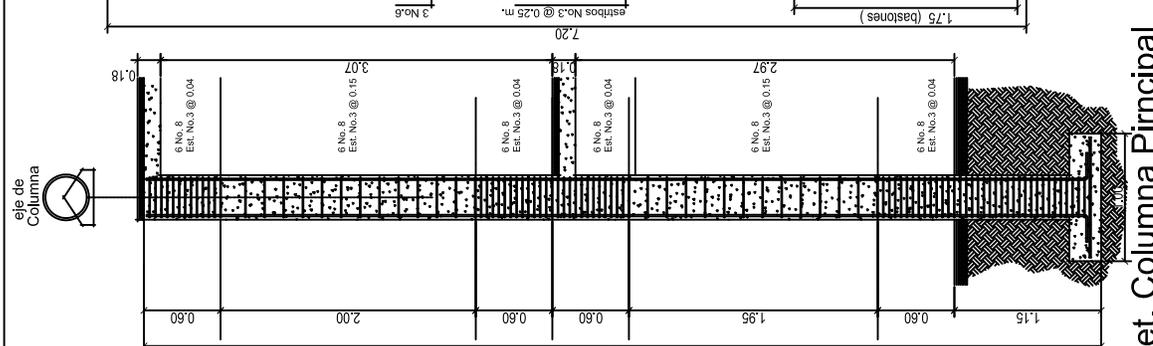
Corte No.1 Escala 1/20



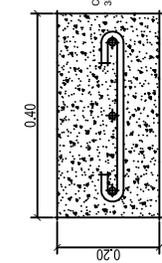
Corte No.2 Escala 1/20



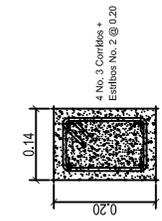
Corte No.3 Escala 1/20



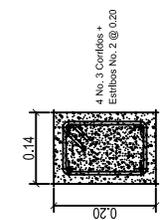
Det. Columna Principal Escala 1/20



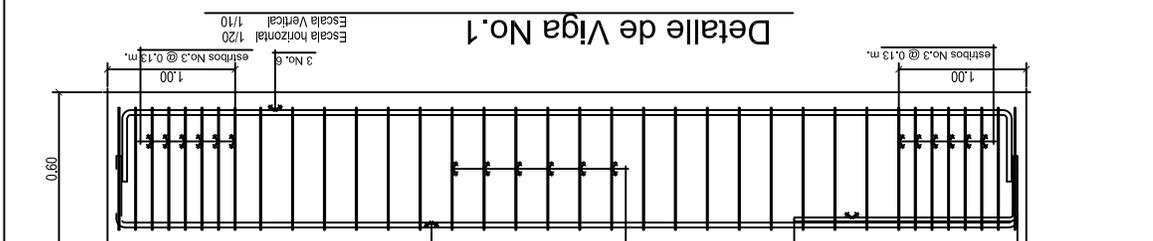
Det. CC - 1 Escala 1/5



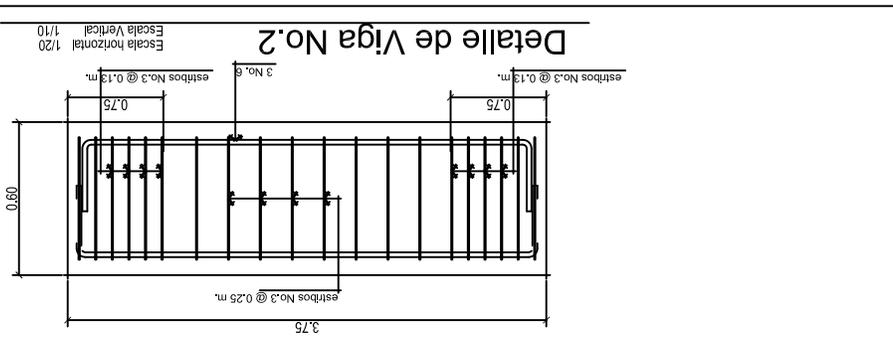
Det. SI-1 Escala 1/5



Det. SH-1 Escala 1/5



Detalle de Viga No.1 Escala Horizontal 1/10



Detalle de Viga No.2 Escala Horizontal 1/20

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

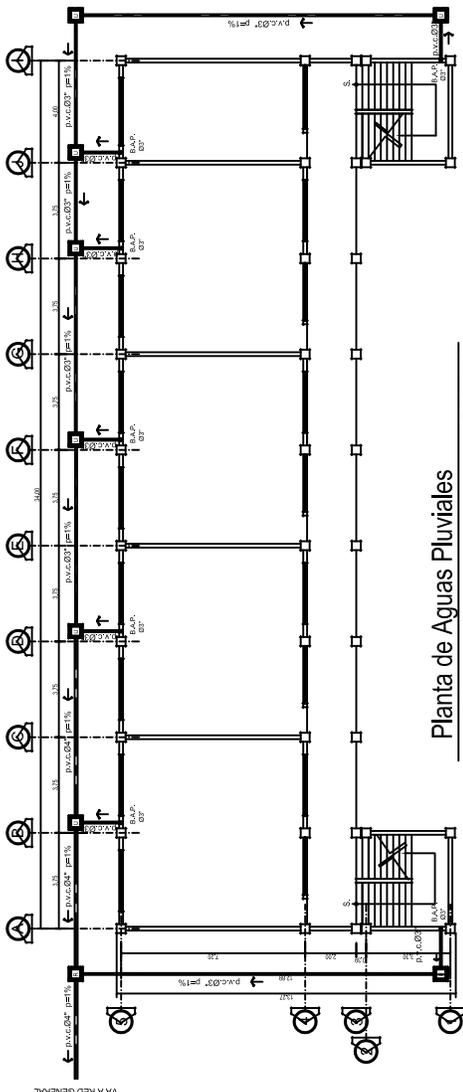
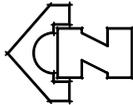
PROYECTO: DISEÑO DE ESCUELA EN LA ALDEA SAN LORENZO  
 ESCALA: INDICADA  
 FECHA: JULIO 2007

CONTENIDO: CORTES DE Muros + DETALLES DE VIGAS

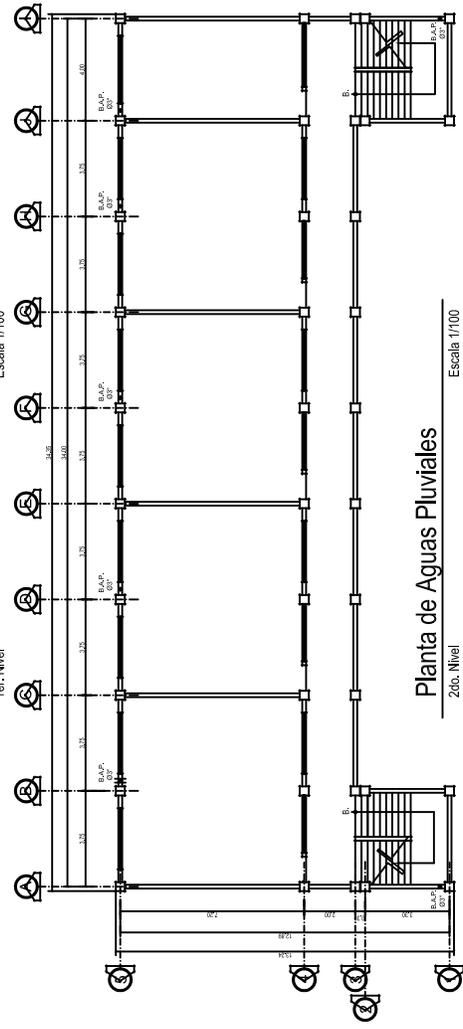
EPS: INGENIERIA DE ESTRUCTURAS  
 CALIFICADO: WALTER SANTIZO  
 DISEÑO: WALTER SANTIZO

HORA: 10

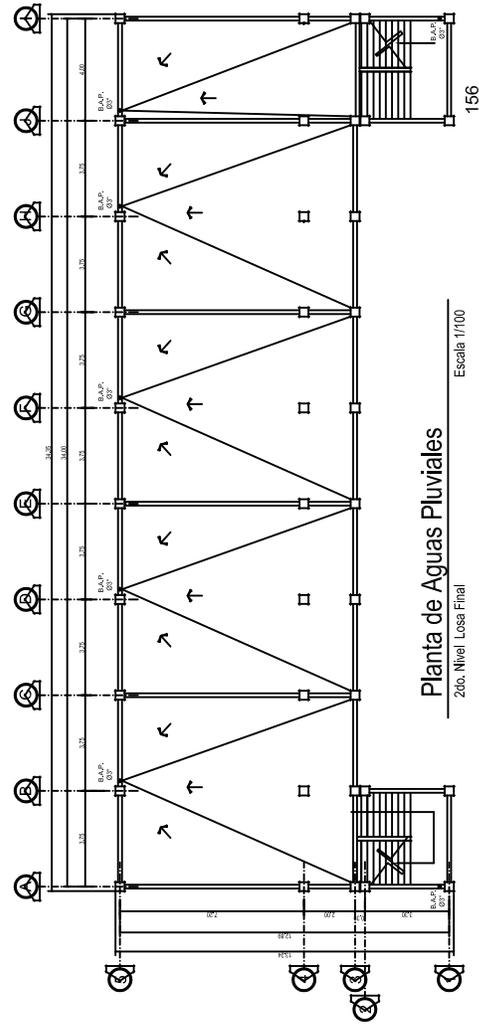
INC. INSTITUTO GUATEMALTECO DE INGENIERIA  
 WALTER ALVARADO SANTIZO TORRES  
 INGENIERO



Planta de Aguas Pluviales  
1er. Nivel  
Escala 1/100



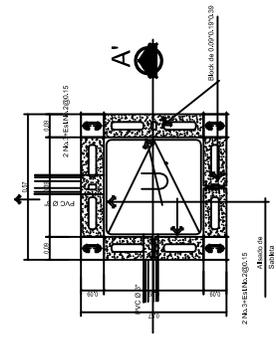
Planta de Aguas Pluviales  
2do. Nivel  
Escala 1/100



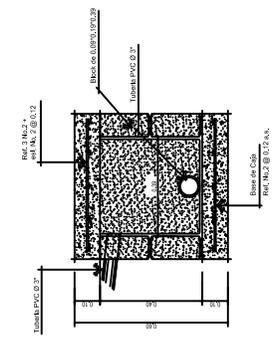
Planta de Aguas Pluviales  
2do. Nivel Lissa Final  
Escala 1/100

### Nomenclatura

Simbolo	Descripción
—	Indica Tubería Aguas Pluviales P.V.C. Ø Indicado
→	Indica Codo Vertical 90° P.V.C. Ø Indicado
□	Indica Caja de Registro
→	Indica Caja Unión
↘	Indica Sentido de la Pendiente (mínimo 2%)
B.A.P.	Indica Bajada de Aguas Pluviales Ø Indicado
∅	Díametro Indicado
<b>especificaciones:</b>	
1. La Tubería de Inodoro Sea de P.V.C., Norma ASTM D 2413 35 lb/100 PSI.	
2. El Codo de 90° sea de P.V.C., Norma ASTM D 2413 35 lb/100 PSI.	
3. Salir con Concreto La Conexión de Estribos Externos a la Canchala Donde sea.	



planta  
Caja de Unión  
Escala: 1/10



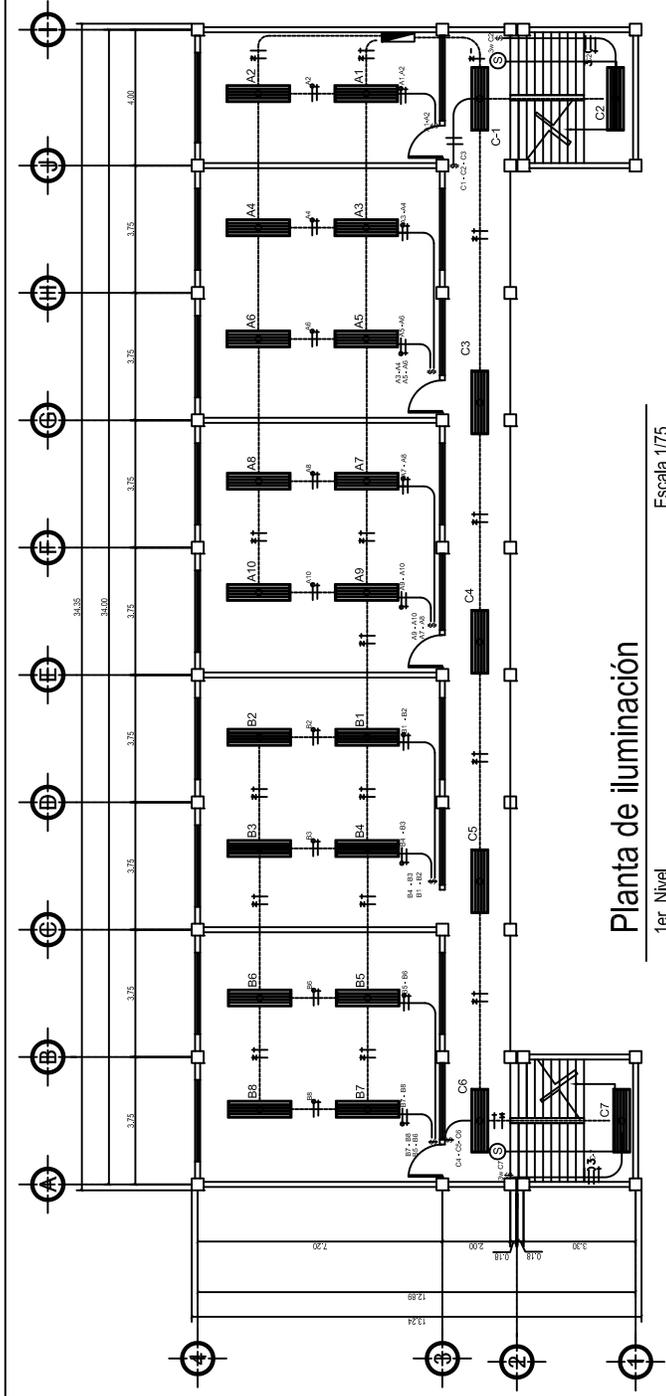
Sección A - A'  
Caja de Unión  
Escala: 1/10

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

PROYECTO	PLANTA DE AGUAS PLUVIALES + DETALLES	ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO	PLANTA DE AGUAS PLUVIALES + DETALLES	FECHA:	JULIO 2007

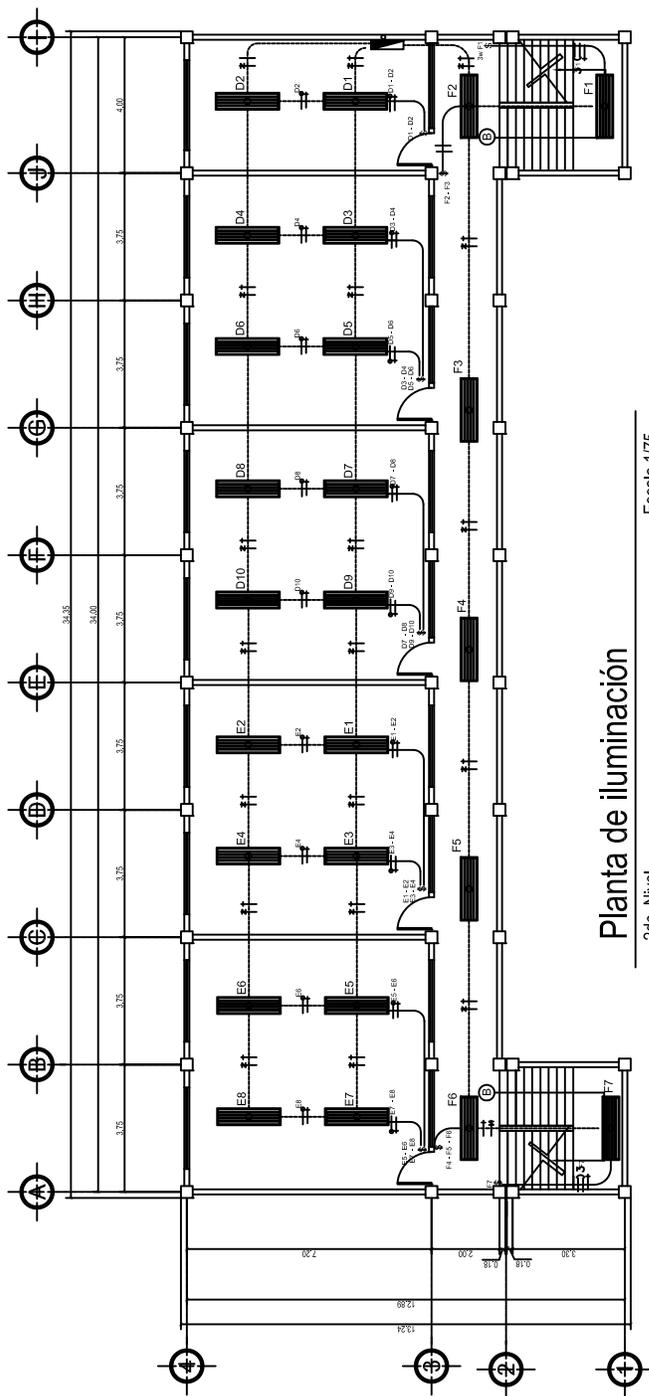
DPS:	ELABORADO:	PROYECTO:	REVISADO:
WALTER SANTIZO	WALTER SANTIZO	WALTER SANTIZO	WALTER SANTIZO
WALTER SANTIZO	WALTER SANTIZO	WALTER SANTIZO	WALTER SANTIZO
FECHA		FOLIO	
7		18	

INGENIERIA  
 WALTER SANTIZO TORRES  
 INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL



Planta de iluminación  
1er. Nivel

Escala 1/75



Planta de iluminación  
2do. Nivel

Escala 1/75

Nomenclatura iluminación

Simbolo	Descripción
	Tablero Secundario de Circuitos
	Acornelita Eléctrica Subterránea Ø 2"
	PVC Eléctrico Ø 3/4" en Pared o Cielo
	Interruptor Doble h : 1,10 mts
	Interruptor Simple h : 1,10 mts
	Línea Viva Cal. 12
	Línea Neutra Cal. 12
	Doble Línea Retorno Cal. 12 ( Puente )
A-3	Indicar Nombre de Circuito & No. de Unidad
	Interruptor con THREE WAY
	Lampara Fluorescente de 4 x 40
	Tipo de Cable a Utilzar THAWG No. 12

Observaciones:

- Nomenclatura Colores de cable
- Amarillo = Retorno,
  - Negro = Fase
  - Neutro = Blanco
  - Puente = Azul
  - Tierra = Verde

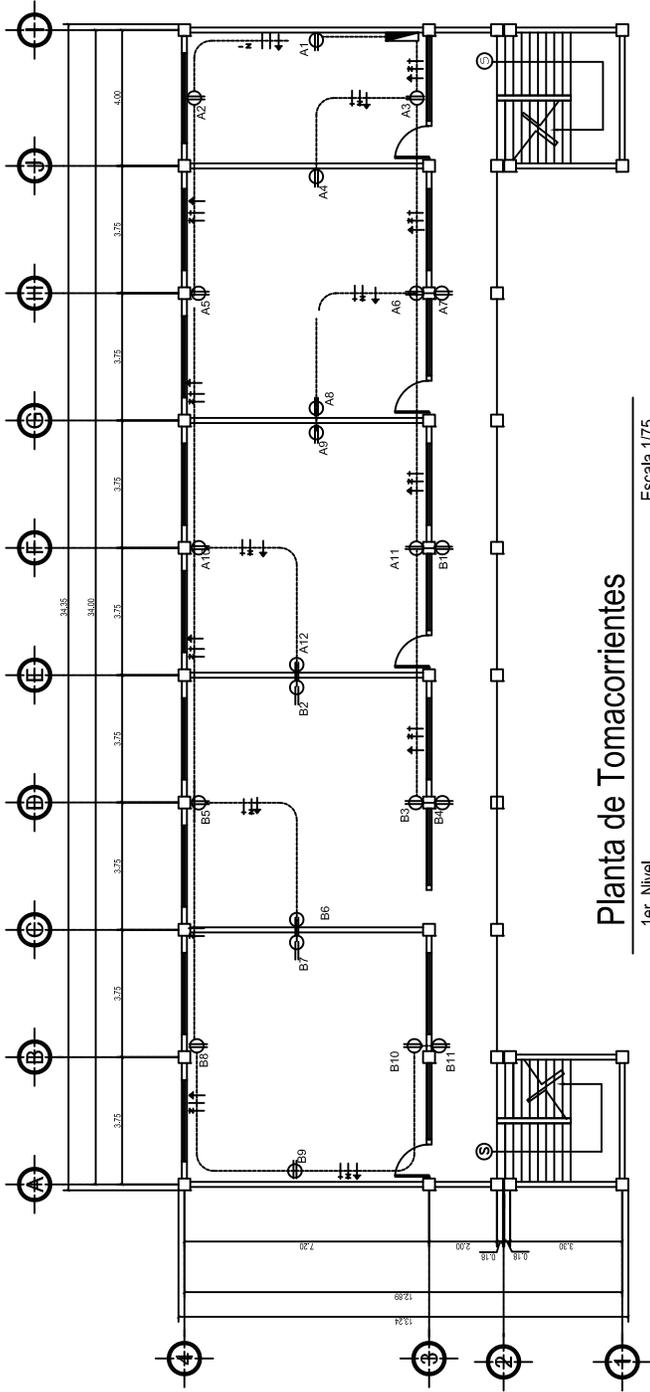
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**

PROYECTO: DISEÑO DE ESCUELA EN LA ALDEA SAN LORENZO  
CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACION ELECTRICA ILUMINACION  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: JULIO 2002

EPS: INGENIEROS DE TERCER GRADO  
DISEÑO: WALTER SANTOZ  
CALCULO: WALTER SANTOZ  
DIBUJO: WALTER SANTOZ

HOJA: 10

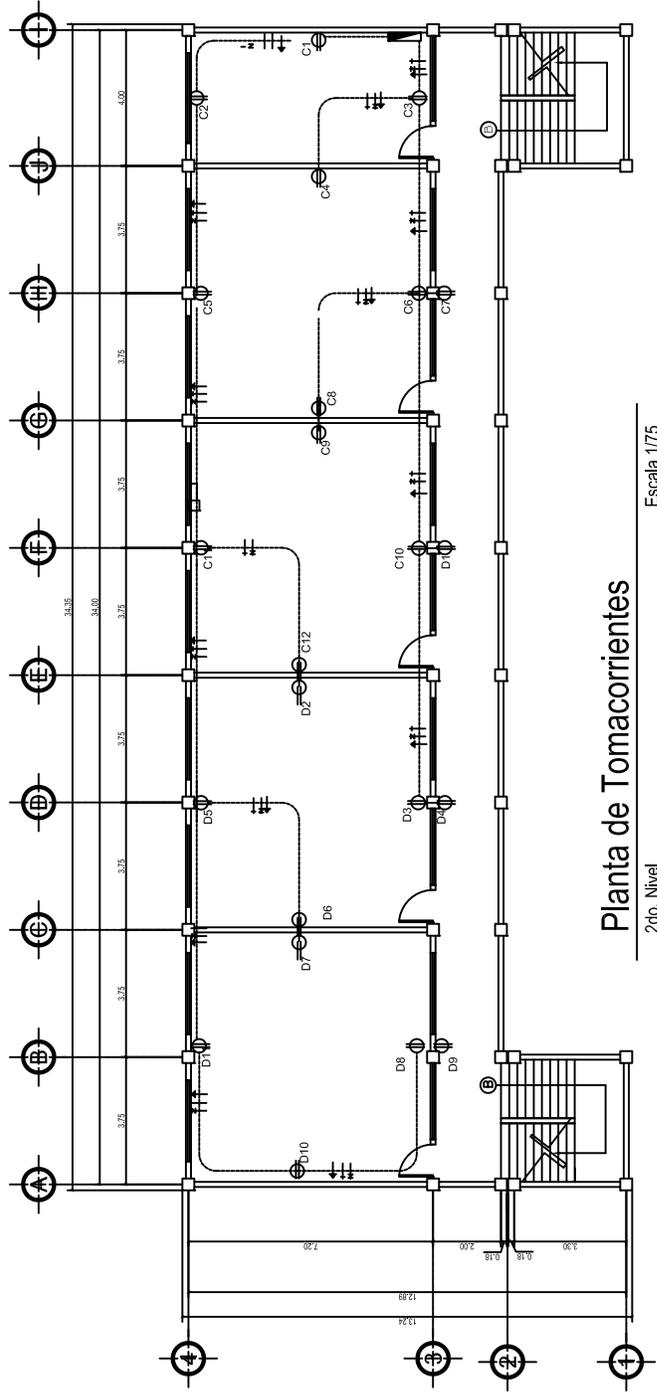
ING. ELVIO OSORIO AGUIRRE GUTIERREZ  
ING. WALTER ANTONIO GONZALEZ TORRES



Planta de Tomacorrientes

1er. Nivel

Escala 1/75



Planta de Tomacorrientes

2do. Nivel

Escala 1/75

158

Nomenclatura tomacorrientes

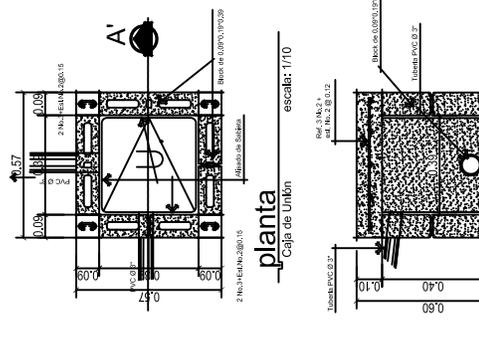
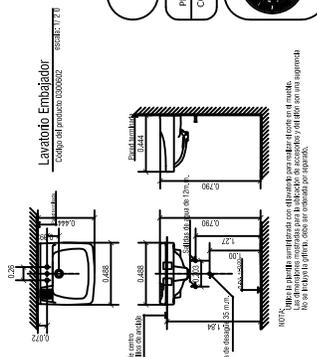
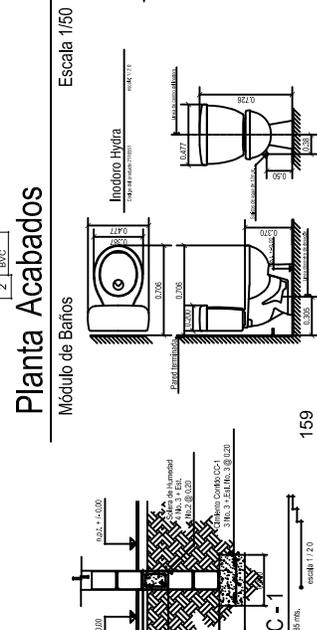
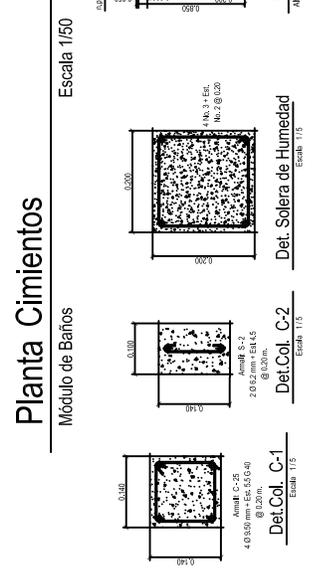
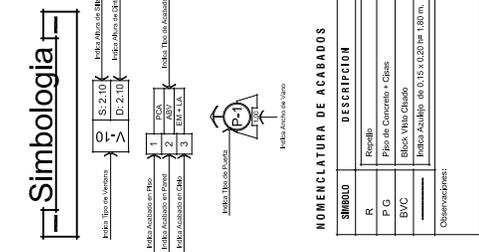
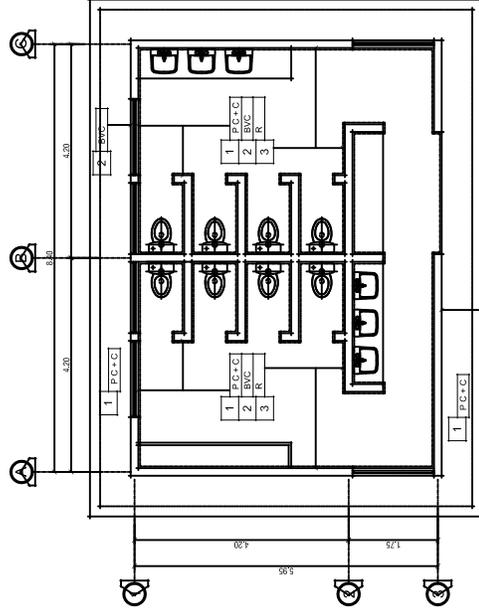
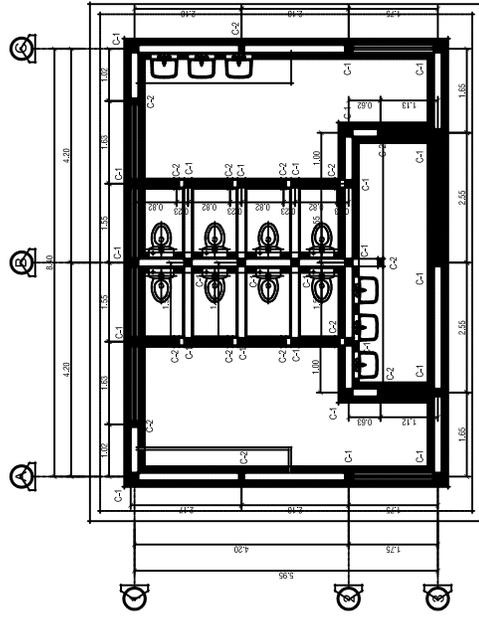
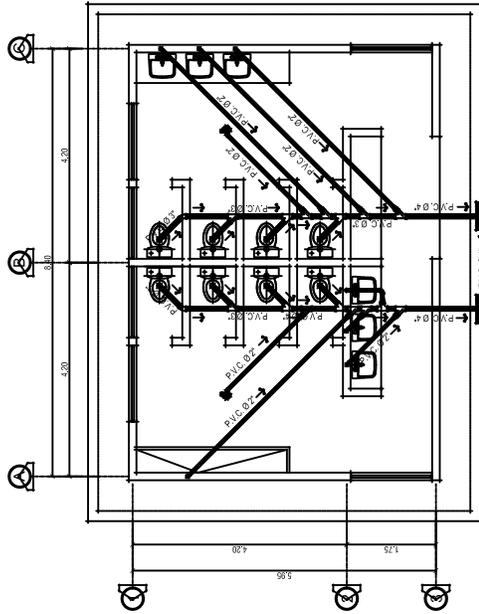
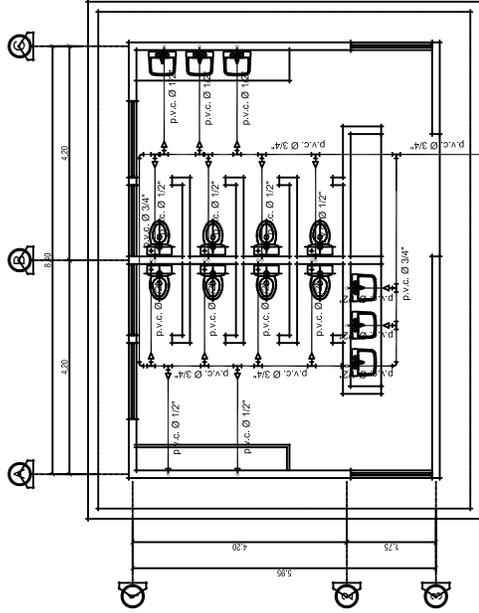
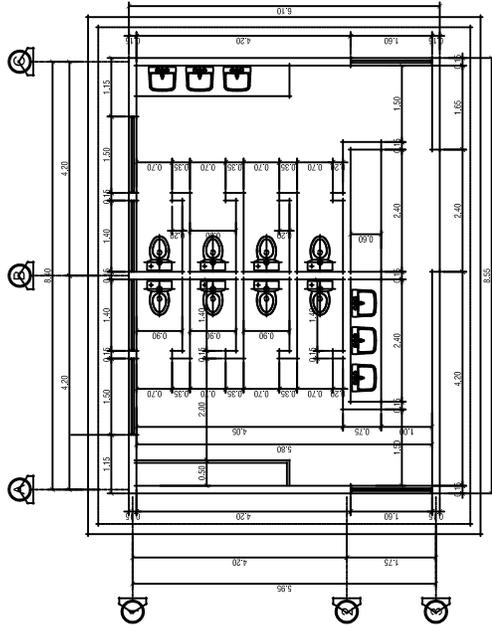
Simbolo	Descripción
	Tablero de Circuitos
	Acometida Eléctrica Subterránea
	PVC Eléctrico Ø 3/4" subterráneo o entrapado.
	Tomacorriente doble polarizado 110 V en Pared h: 0.30 mts
	Tipo de Cable a Utilizar THAWC No. 12
	Línea Viva Cal. 12
	Línea Neutra Cal. 12
	Línea Tierra fílica Cal. 12
	Indica Nombre de Circuito & No. de Unidad
A-3	

Observaciones:

Nomenclatura Colores de cable

- Anafillo = Rojo.
- Callejante = Rojo.
- Neutro = Blanco
- Fase = Negro
- Tierra = Verde





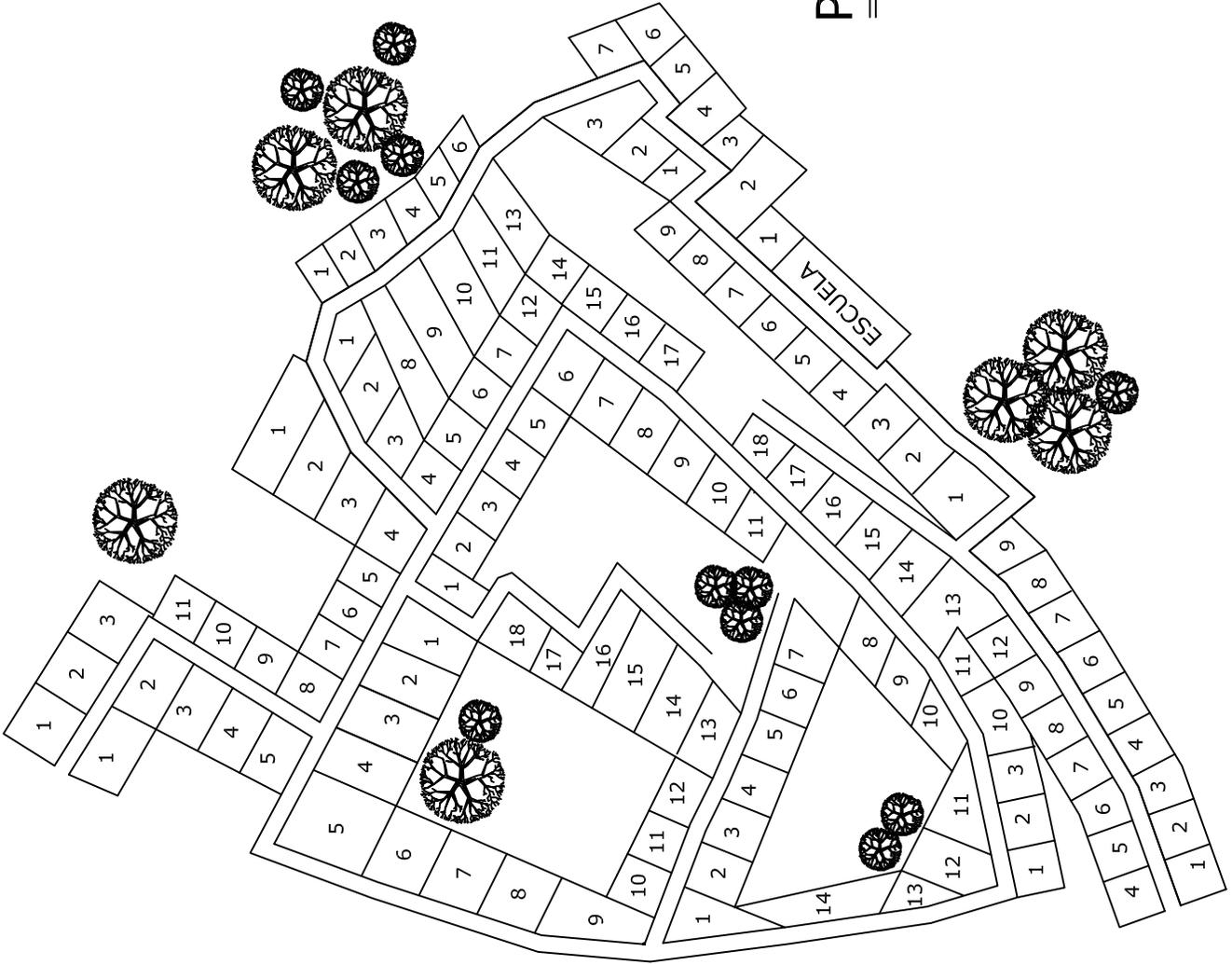
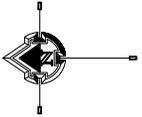
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**

**PROYECTO** DISEÑO DE ESCUELA EN LA ALDEA SAN LORENZO  
**CONTENIDO** PLANTA ACOTADA, ACABADOS, DRENAJES, AGUA POTABLE, CIMENTOS Y DETALLES. FECHA: JULIO 2007

**EPS:** INGENIEROS DE TERCERA CLASIFICACION  
**DISEÑO:** WALTER SANTOZ  
**COLABORADORES:** WALTER SANTOZ, DIEGO WALTER SANTOZ

**HOLA:** 10  
**NO:** 10

AV. LAUREL 2002, ZONA 13, GUATEMALA  
TEL: (502) 2332 0000 EXTENSIÓN 20000  
WWW.USC.GUATEMALA.EDU.GU

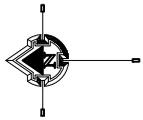


# PLANTA CONJUNTO

ESCALA: 1/1000

<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>	
PROYECTO	DISEÑO DE BARRIO SANITARIO CASERIO EL MIRADOR
CONTENIDO	PLANTA CONJUNTO
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	FEBRERO 2000
EPS:	INGENIERIA CIVIL
DISEÑO:	WALTER SANTOS
ELABORADO:	WALTER SANTOS
PROYECTADO:	WALTER SANTOS
REVISADO:	WALTER SANTOS
APROBADO:	WALTER SANTOS
FECHA:	1/10
ING. WILLY JOSE RODRIGUEZ BERRIO PROFESOR	

# LIBRETA TOPOGRAFICA EL MIRADOR



Estación	Punto Observado	Azmut	Distancia (mts)
E-0	Norte	000°00'00"	0.00
E-0	E-1	228°53'	45.00
E-1	E-2	239°16'	35.00
E-2	E-3	258°11'	24.67
E-3	E-4	258°10'	40.921
E-4	E-5	343°31'	34.00
E-5	E-6	351°39'	60.00
E-6	E-7	352°41'	56.00
E-7	E-8	4°59'	46.00
E-8	E-9	17°59'	72.00
E-9	E-10	20°18'	50.00
E-10	E-11	118°01'	53.00
E-11	E-12	31°53'	89.00
E-12	E-13	301°13'	87.41
E-11	E-14	118°24'	70.00
E-14	E-15	120°46'	87.00
E-15	E-16	121°41'	41.00
E-16	E-17	217°9'	53.00
E-17	E-0	223°9'	53.00
E-18	E-19	302°03'	15.00
E-19	E-20	287°32'	4.00
E-15	E-21	228°28'	4.47
E-21	E-22	286°58'	31.00
E-22	E-23	293°36'	30.00
E-23	E-24	298°16'	21.00
E-24	E-07	280°49'	55.00
E-14	E-25	212°44'	70.00
E-25	E-26	122°29'	35.00
E-26	E-27	158°20'	22.00
E-27	E-28	219°16'	3.00

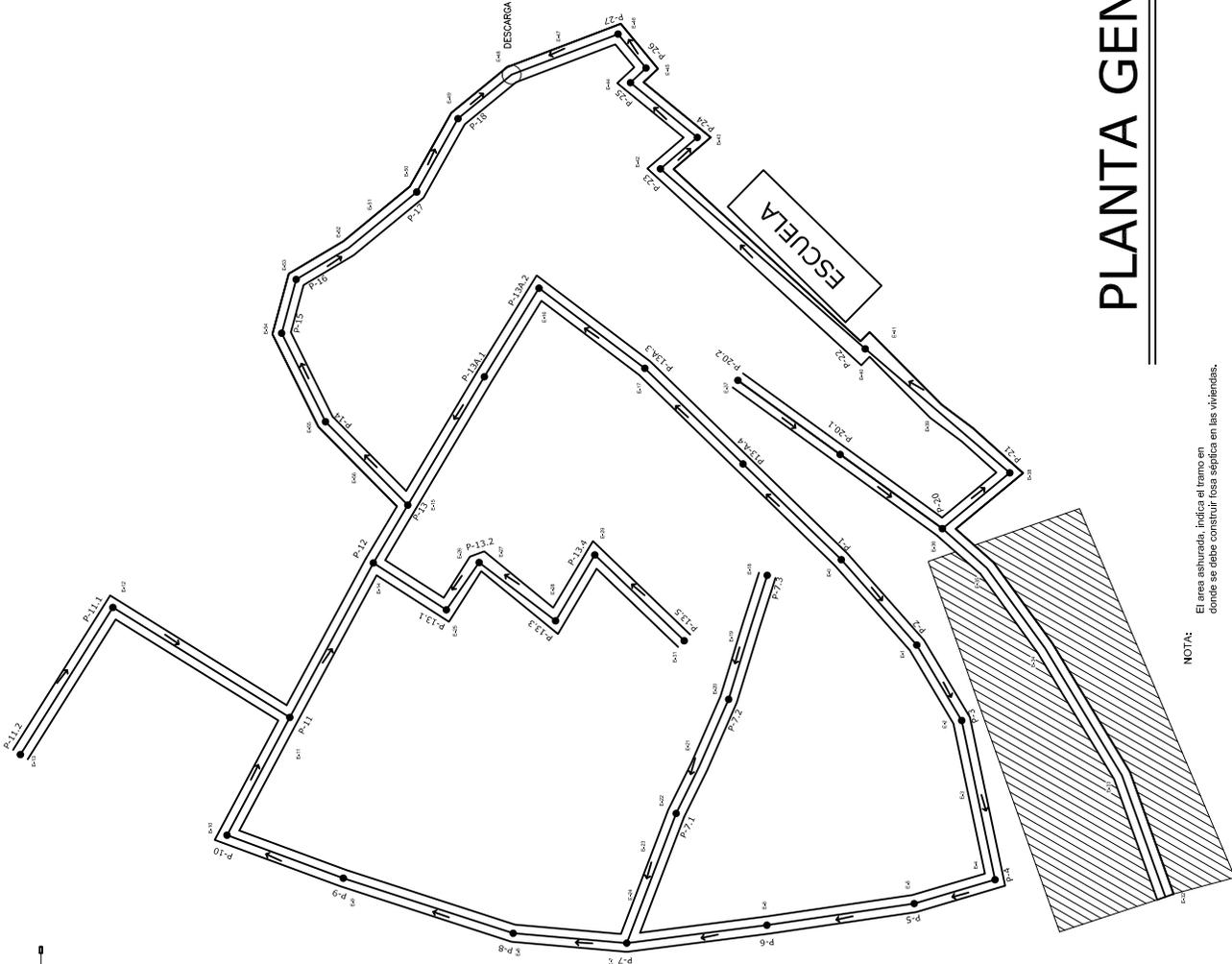
Estación	Punto Observado	Azmut	Distancia
E-28	E-30	120°53'	38.00
E-28	E-29	120°44'	30.00
E-29	E-31	223°53'	50.00
E-32	E-33	70°21'	52.00
E-33	E-34	58°52'	60.00
E-34	E-35	54°04'	40.00
E-35	E-36	41°33'	24.00
E-36	E-37	35°58'	101.862
E-38	E-38	140°22'	35.00
E-38	E-39	41°54'	23.00
E-38	E-40	38°57'	16.00
E-40	E-41	45°11'	38.00
E-41	E-42	314°19'	5.00
E-42	E-43	42°38'	110.00
E-43	E-44	138°39'	20.00
E-44	E-45	39°23'	35.00
E-46	E-46	138°44'	9.00
E-47	E-47	50°29'	18.00
E-47	E-48	338°06'	45.00
E-49	E-50	122°12'	71.00
E-50	E-51	45°23'	27.00
E-51	E-52	63°39'	48.00
E-52	E-53	105°07'	40.00
E-53	E-54	148°09'	22.00
E-54	E-55	140°31'	24.00
E-55	E-56	119°19'	35.00
E-56	E-14	140°39'	33.00

## NOMENCLATURA

SIMBOLO SIMBOLO

	ESTACION TOPOGRAFICA
	NUMERO DE POZO DE VISITA
	DIRECCION DE LAS AGUAS NEGRAS

NOTA: La libreta a utilizar en el drenaje sanitario es la de formato AS/MI D-3004, según diametro indicado en planos.



NOTA: El area ashurada, indica el tramo en donde se debe construir fosa séptica en las viviendas.

# PLANTA GENERAL

ESCALA: 1/1000

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

---

PROYECTO: DISEÑO DE PEBNALE SANITARIO CASERIO EL MIRADOR      ESCALA: INDICADA      FECHA: FEBRERO 2000

---

CONTENIDO: PLANTA GENERAL

---

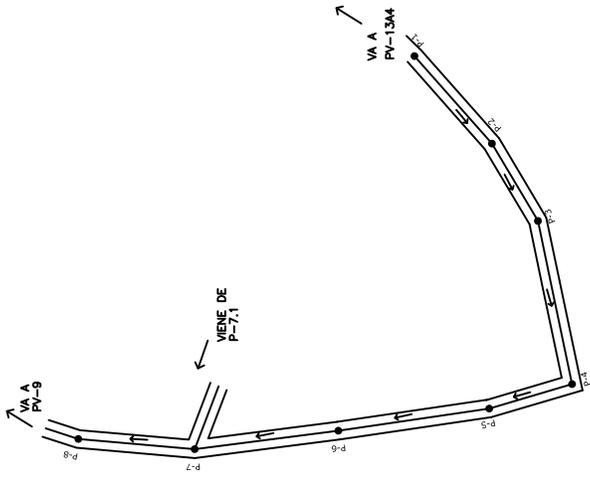
CALCULO: WALTER SANTIZO	REDA: <b>2</b>	HOJA: <b>10</b>
DISEÑO: WALTER SANTIZO	DEBIDO: WALTER SANTIZO	

---

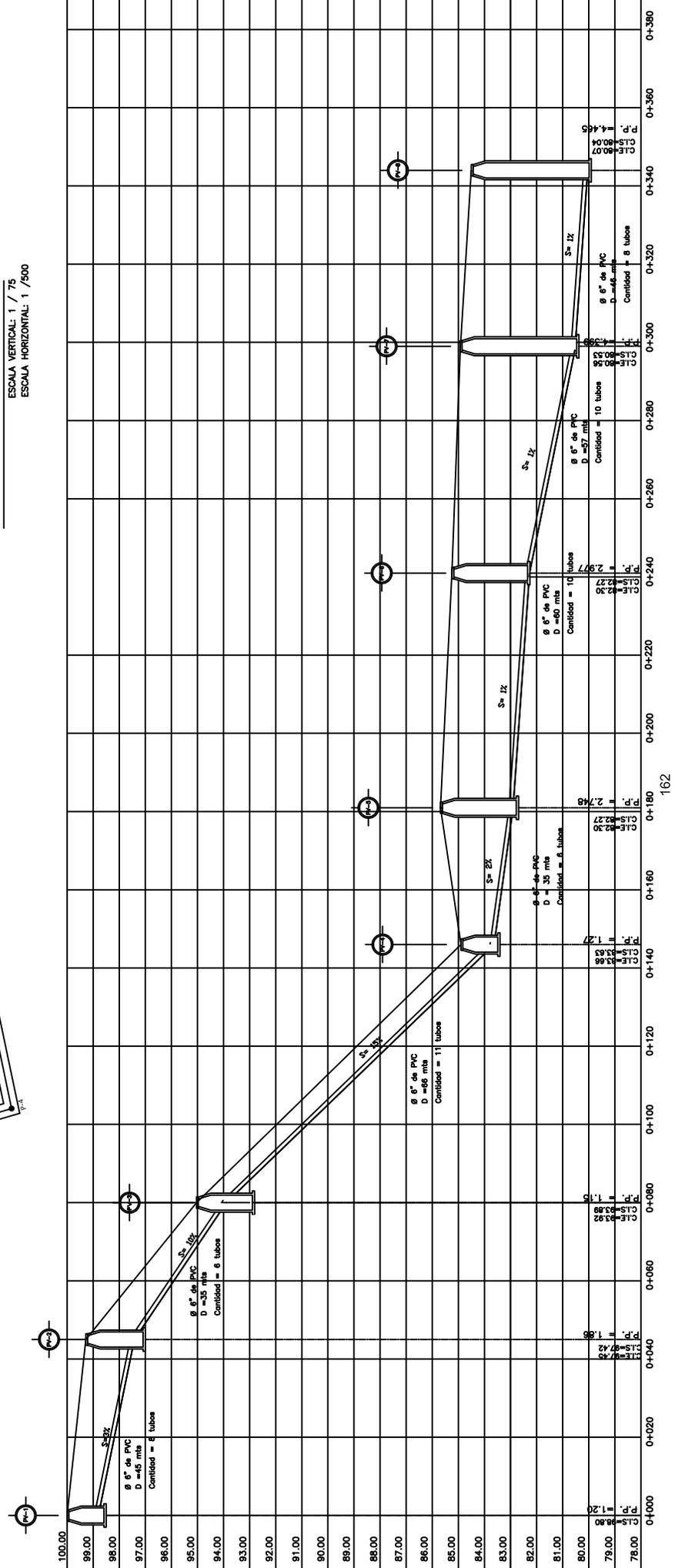
ING. SILVIO JOSÉ ROMÁN RAMÍREZ      WALTER RAMÍREZ SANTIZO  
ASESOR      PROYECTISTA

NOMENCLATURA	
	POZO DE VISTA PV. (PARED)
	POZO DE VISTA PV. (PARED)
	TUBERIA DE P.V.C. Ø INDIADO
	P.V.-Ø
	S = % PENDIENTE DE TUBERIA
	C. I. E. COTA INMET DE ENTUBA
	C. I. S. COTA INMET DE SALIDA
	P. P. PROFUNDIDAD DE POZO

COLECTOR PRINCIPAL  
ESCALA VERTICAL: 1 / 75  
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 500



PLANTA COLECTOR PRINCIPAL  
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 1000

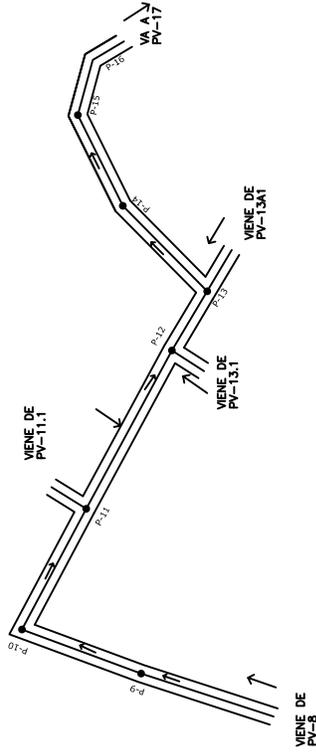




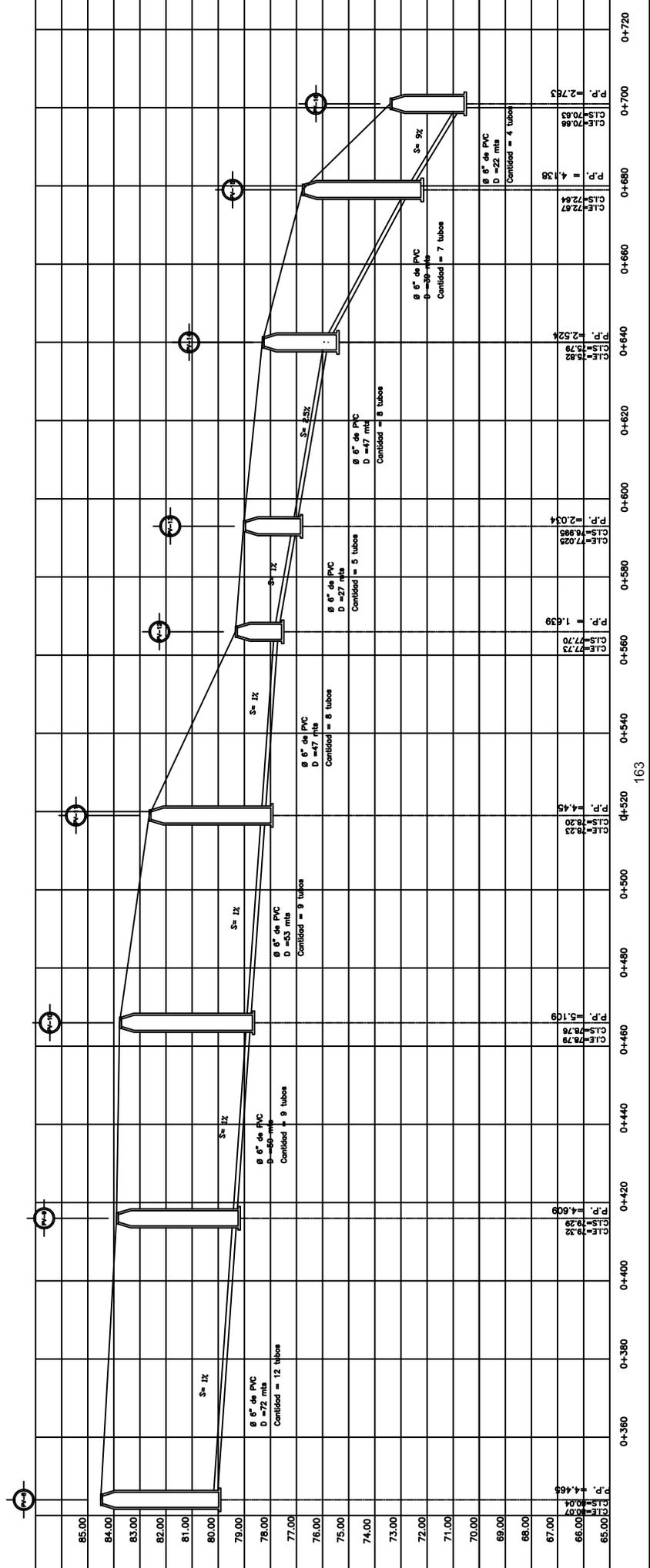
**NOMENCLATURA**

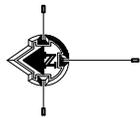
POZO DE VISTA P.V. (PLANO)
POZO DE VISTA P.V. (PERFIL)
TUBERIA DE P.V.C. Ø INDICADO
P.V.-Ø
S = Ø%
C.I.E. COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S. COTA INVERT DE SALIDA
P. P. PROFUNDIDAD DE POZO

COLECTOR PRINCIPAL  
ESCALA VERTICAL: 1 / 75  
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 500



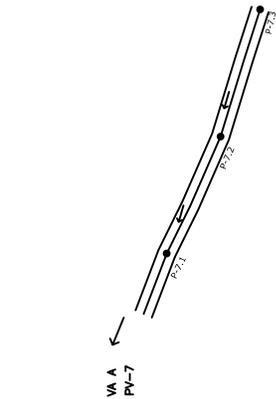
PLANTA COLECTOR PRINCIPAL  
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 1000





PROYECTO: DISEÑO DE ARENAL SANTIBARRO CASERIO EL HIRADOR  
CONTENIDO: SANTA Y PEPÉ COLECTOR PRINCIPAL, RAMAL 1

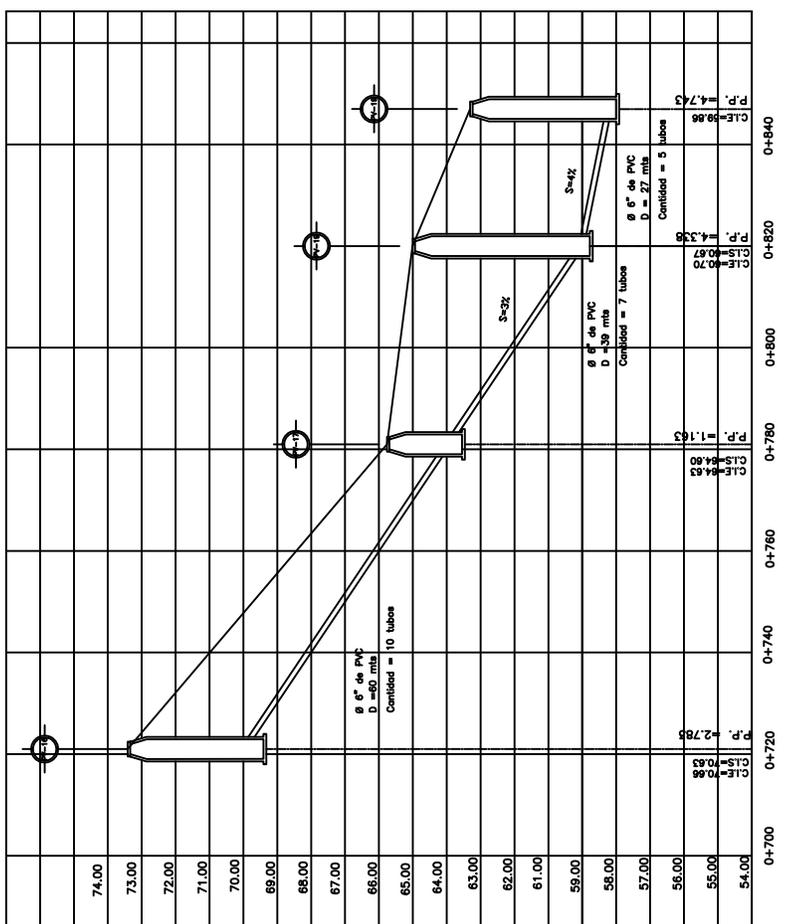
ESCALA: INDICADA	FECHA: FEBRERO 2007
HOJA: 9	10
E.P.S.: HERRERONJÓN	
E.CALCULO: WALTER SANTIZO	
DISEÑO: WALTER SANTIZO	
DIBUJO: WALTER SANTIZO	
INTEGRANTES: WALTER SANTIBARRO CASERIO EL HIRADOR, SANTA Y PEPÉ, WALTER SANTIBARRO CASERIO EL HIRADOR, WALTER SANTIBARRO CASERIO EL HIRADOR	



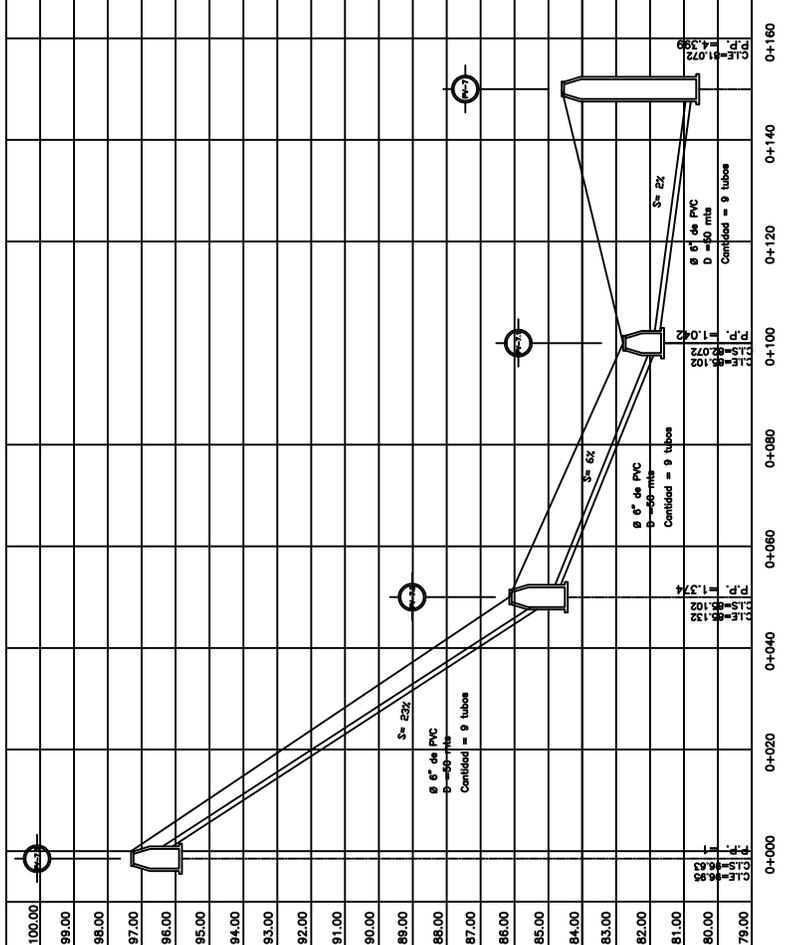
COLECTOR PRINCIPAL  
ESCALA VERTICAL: 1 / 75  
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 500

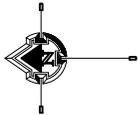
**NOMENCLATURA**

	POZO DE VISITA P.V. (PLAZÓN)
	POZO DE VISITA P.V. (SERIE)
	TUBERIA DE PVC. Ø 60 mm
	POZO DE VISITA NÚMERO
	S = 1% PENDIENTE DE TUBERIA
	C.T. S. COTA INVERT DE ENTUBADA
	C.T. S. COTA INVERT DE SALIDA
	P. P. PROPORCIONADO DE POZO

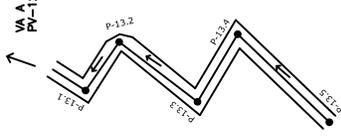


RAMAL 1  
ESCALA VERTICAL: 1 / 75  
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 500

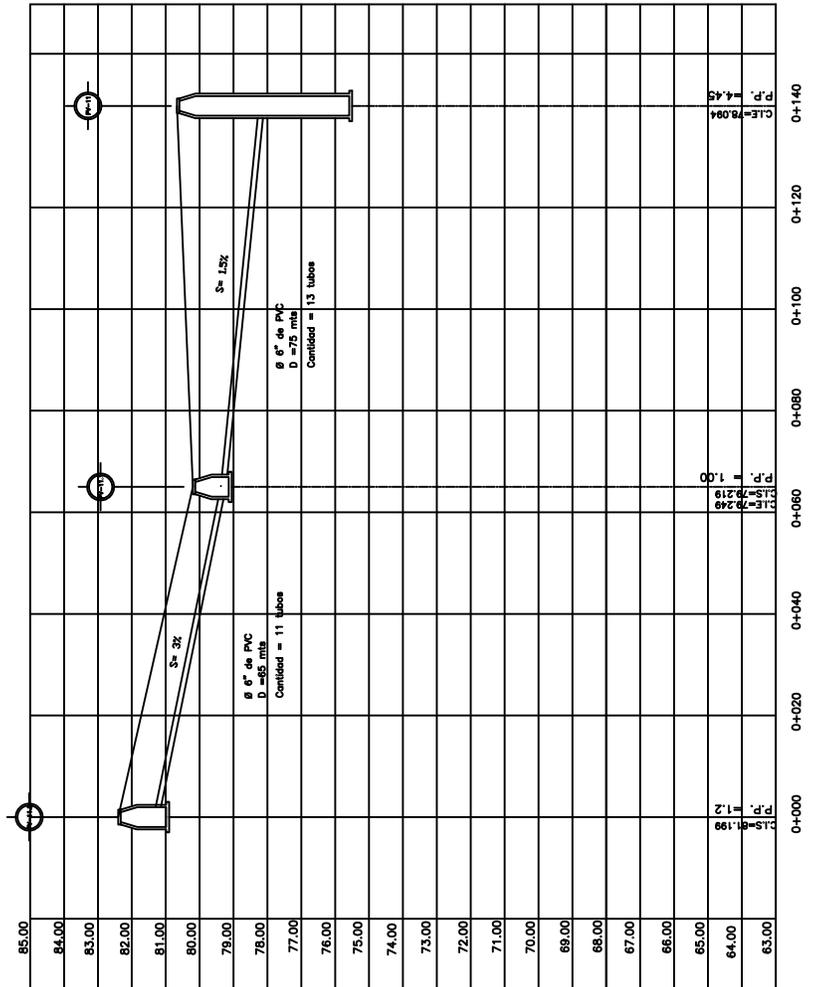




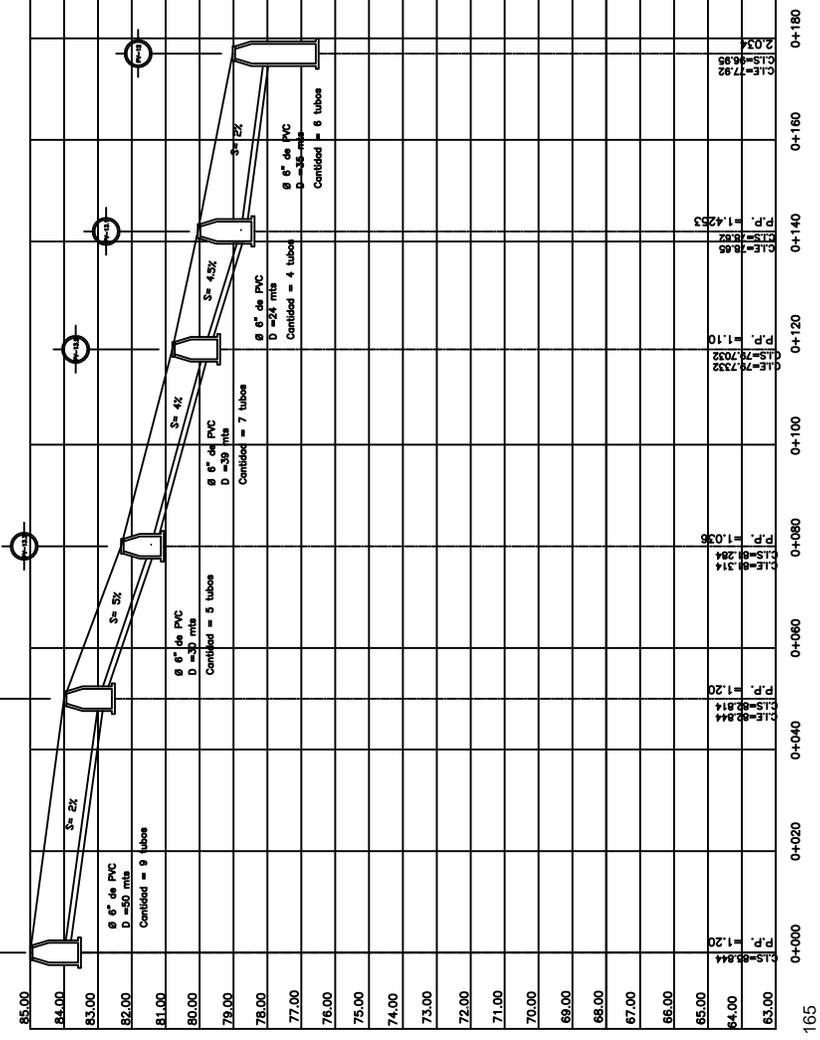
NOMENCLATURA	
	POZO DE VENTILACIÓN (P.V.)
	POZO DE VISIÓN (P.V.) (PREF.)
	TUBERÍA DE P.V.C. Ø INDICADO
	POZO DE VISIÓN NUMERADO
	S = % PENDIENTE DE TUBERÍA
	C.I.E. COTA INVERT DE ENTRADA
	C.I.S. COTA INVERT DE SALIDA
	P. P. PROFUNDIDAD DE POZO



RAMAL 2  
ESCALA VERTICAL: 1 / 75  
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 500



RAMAL 3  
ESCALA VERTICAL: 1 / 75  
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

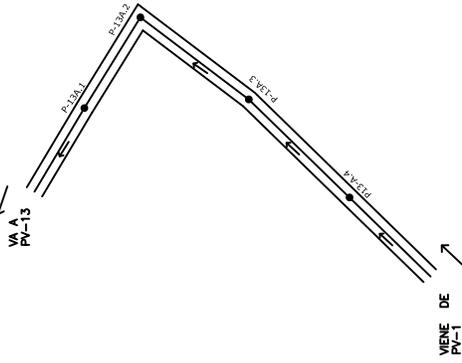
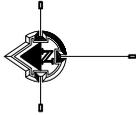
PROYECTO: DISEÑO DE ARENAL SANTIBARRIO CASERIO EL HIRADOR  
CONTENIDO: SANTA Y PEBEL RAMAL 2 Y RAMAL 3

ESCALA: INDICADA  
FECHA: FEBRERO 2007

BOJA: 10

EPS: INGENIERIA  
CALCULO: WALTER SANTIZO  
DISEÑO: WALTER SANTIZO  
DIBUJO: WALTER SANTIZO

INTEGRANTES:  
WALTER HENRIQUE MARTINEZ RAMIREZ  
WALTER HENRIQUE MARTINEZ RAMIREZ  
WALTER HENRIQUE MARTINEZ RAMIREZ



NOMENCLATURA	
	POZO DE VISITA PV. (RAMA)
	POZO DE VISITA PV. (PUNTO)
	TUBERIA DE PVC. Ø INDICADO
	P.V.-Ø
	S = Ø/2
	FOFONTE DE TUBERIA
	C. I. E.
	COTA INVERT DE ENTRADA
	C. I. S.
	COTA INVERT DE SALIDA
	P. P.
	PROFUNDIDAD DE POZO

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

---

PROYECTO: DISEÑO DE BRENDALE SANTIAGO CASERIO EL MIRADOR  
CONTENIDO: SANTA TERESA CANAL 5

ESCALA: INDICADA  
FECHA: FEBRERO 2007

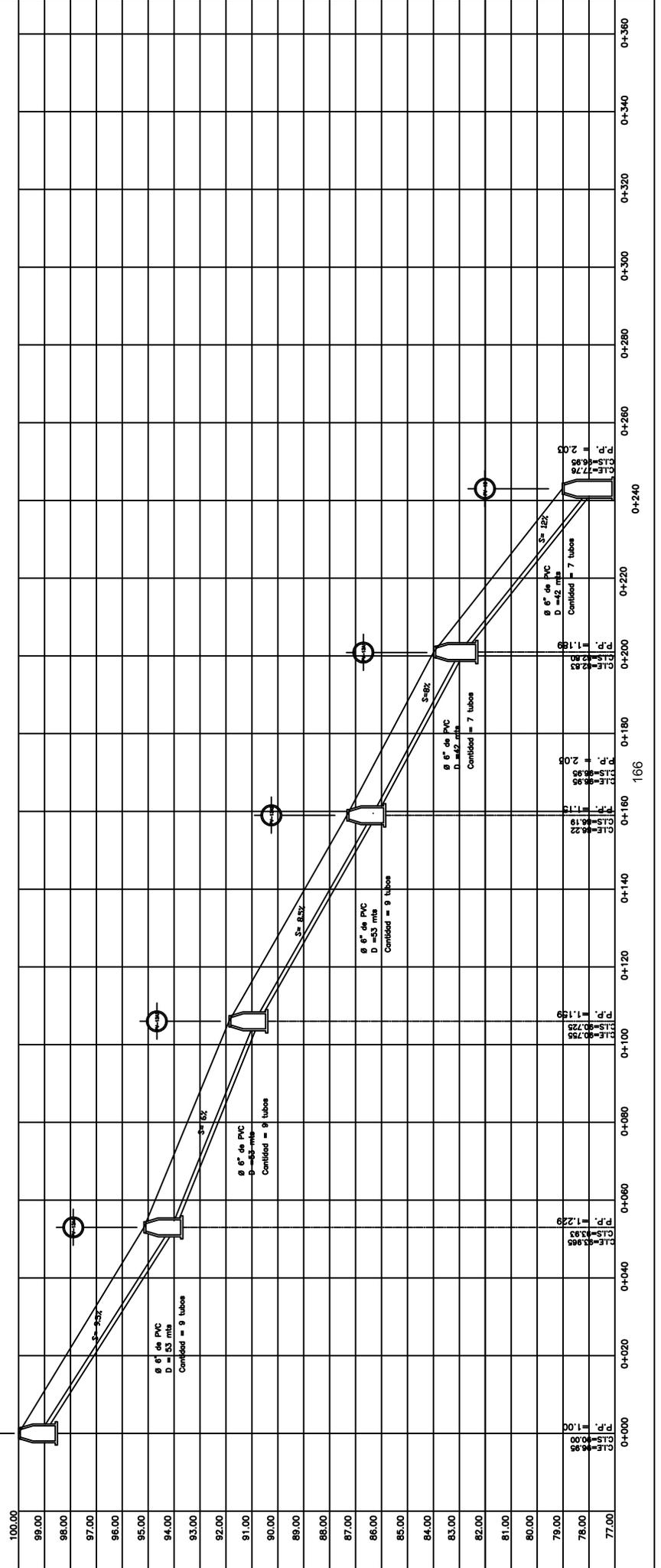
---

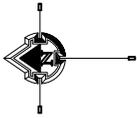
EPS: INGENIERIA  
DE DISEÑO: WALTER SANTIZO  
DISEÑO: WALTER SANTIZO  
DIBUJO: WALTER SANTIZO

EVALUADO: WALTER SANTIZO  
BOJA: 7 / 10

INGENIERO JOSE ANTONIO RAMOS  
WALTER SANTIZO  
WALTER SANTIZO

RAMAL 4  
ESCALA VERTICAL: 1 / 75  
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 500





NOMENCLATURA	
	POZO DE VISITA P.V. (RAMPA)
	POZO DE VISITA P.V. (PARED)
	TUBERIA DE PVC. Ø INDICADO
	P.V.-Ø
	S = %
	C. I. E.
	C. I. S.
	P. P.

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

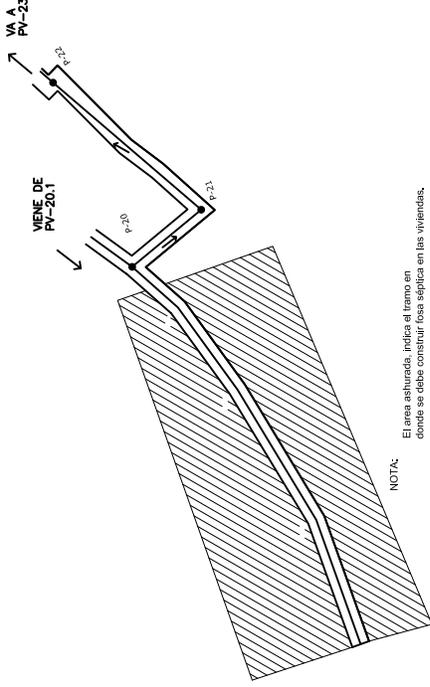
PROYECTO: DISEÑO DE ARENAL SANTIBARRO CASERIO EL MIRADOR  
CONTENIDO: SANTA Y PEBEL RAMAL 5

ESCALA: INDICADA  
FECHA: FEBRERO 2007

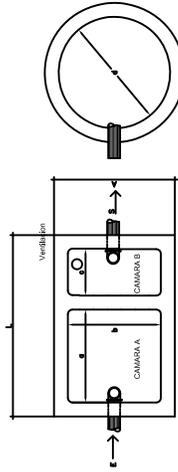
EPS: INGENIERIA  
DE DISEÑO: WALTER SANTIZO  
DIBUJO: WALTER SANTIZO

HOJA: 8 DE 10

INTEGRANTES: WALTER ANTONIO MARTINEZ TORRES  
WALTER SANTIZO



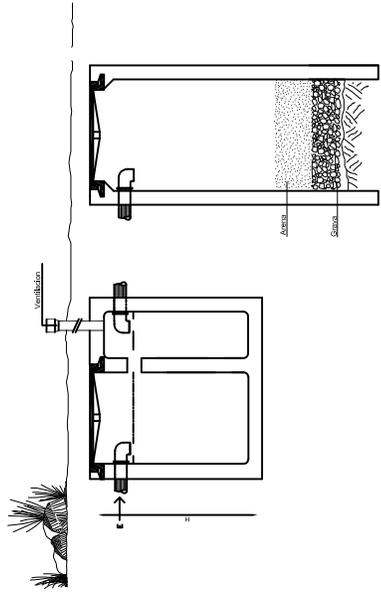
NOTA:  
El área ashuriada, indica el trazo en donde se debe construir fosa séptica en las viviendas.



**PLANTA FOSA SÉPTICA Y POZO DE ABSORCIÓN**  
SIN ESCALA

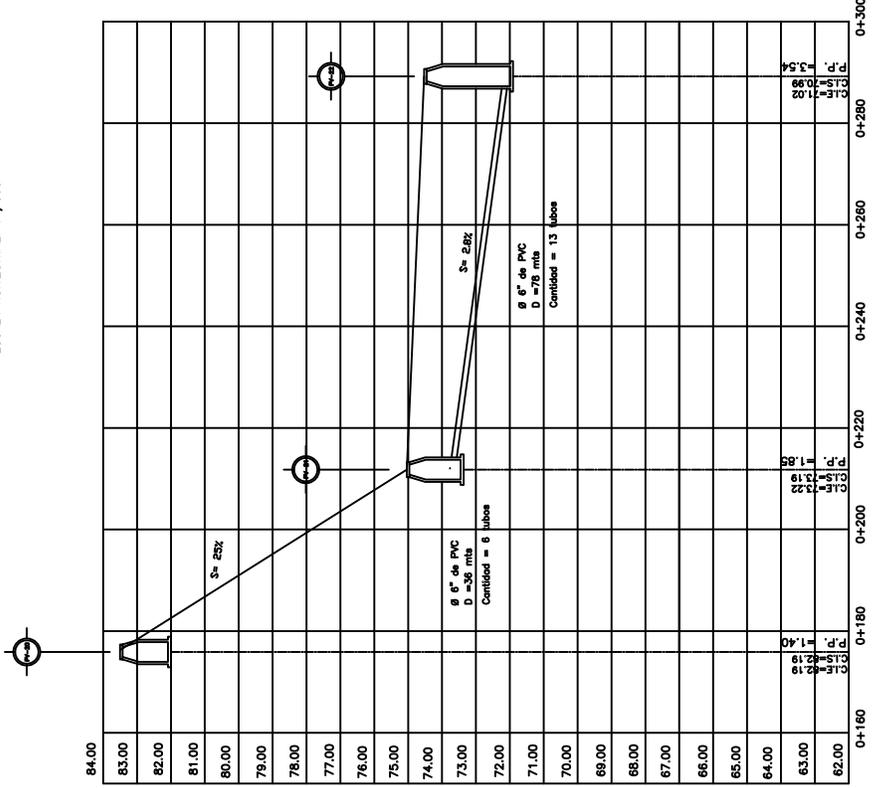
FOSA SÉPTICA	
COMPONENTES	VALORES
LONGITUD (L)	2,60 MTS
ANCHO (A)	1,30 MTS
ALTURA (H)	1,50 MTS
PROFUNDIDAD DE POZO DE ABSORCIÓN	10 MTS
DIÁMETRO DE POZO	Ø 1 M
DIÁMETRO DE TUBERÍA	4 PULG.

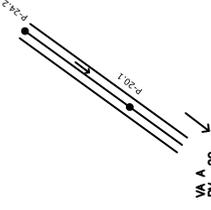
LONGITUD (L) = 2,60 MTS  
ANCHO (A) = 1,30 MTS  
ALTURA (H) = 1,50 MTS  
PROFUNDIDAD DE POZO DE ABSORCIÓN = 10 MTS  
DIÁMETRO DE POZO = Ø 1 M  
DIÁMETRO DE TUBERÍA = 4 PULG.



**ELEVACION FOSA SÉPTICA Y POZO DE ABSORCIÓN**  
SIN ESCALA

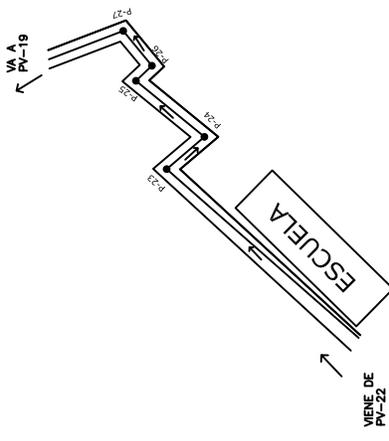
**RAMAL 5**  
ESCALA VERTICAL: 1 / 75  
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 500



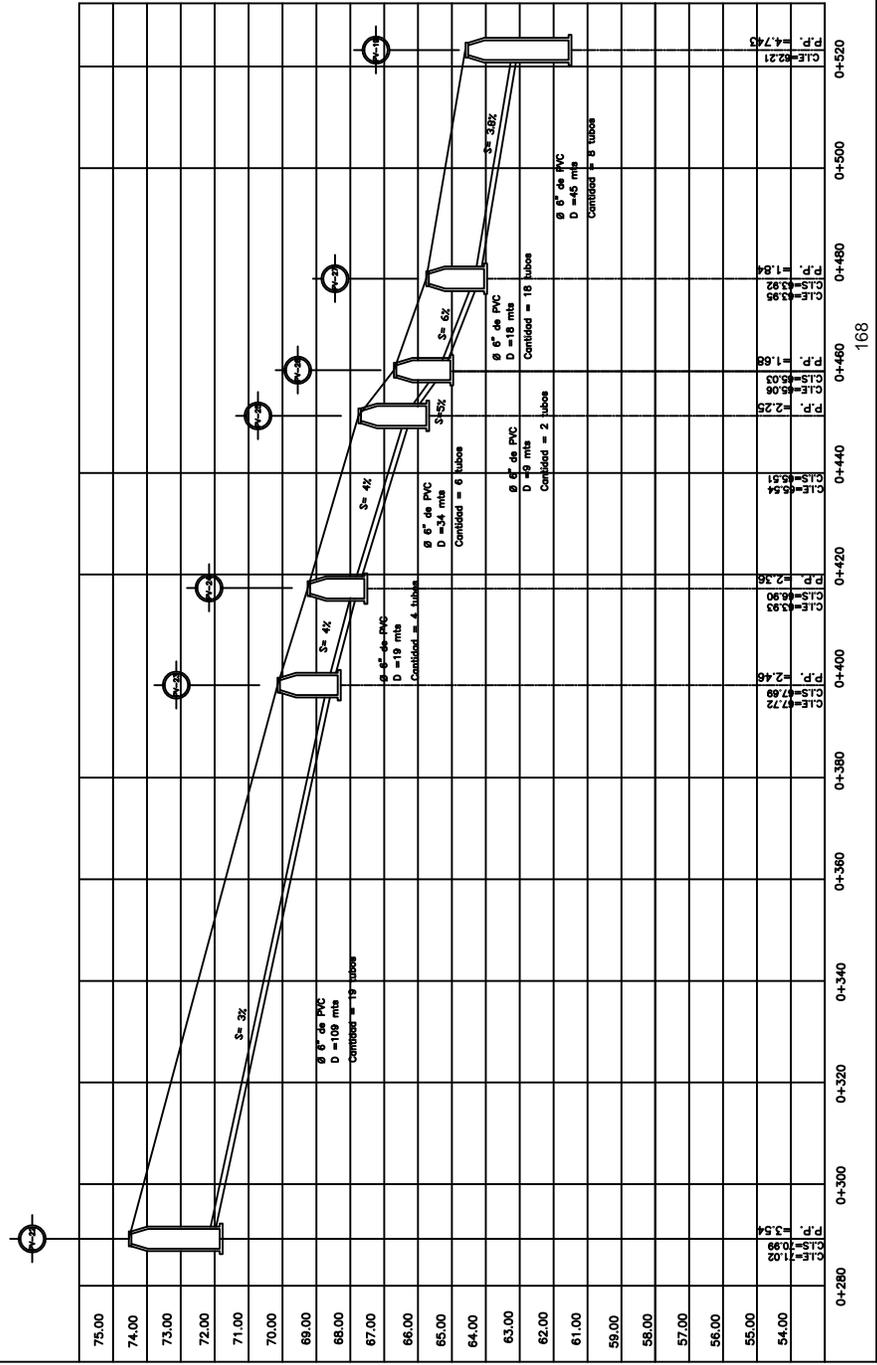


**NOMENCLATURA**

POZO DE VISTA PV. (RAMA)
POZO DE VISTA PV. (BARRIO)
TUBERIA DE PVC. Ø INDICADO
P.V.-Ø
POZO DE VISTA NUBRO
S = PK
PENDIENTE DE TUBERIA
C. I. E.
COTA INVENT DE ENTRADA
C. I. S.
COTA INVENT DE SALIDA
P. P.
IMPRESIONADO DE FOCO



RAMAL 5  
ESCALA VERTICAL: 1 / 75  
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 500



RAMAL 6  
ESCALA VERTICAL: 1 / 75  
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 500

