



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

**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA
LA ALDEA EL CIELITO Y DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS
NIVELES PARA ESCUELA NORMAL INTERCULTURAL, DEL
MUNICIPIO DE CUILAPA, SANTA ROSA.**

Emir Estuardo del Cid Vásquez
Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, octubre de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA
EL CIELITO Y DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA ESCUELA
NORMAL INTERCULTURAL, DEL MUNICIPIO DE CUILAPA, SANTA ROSA.**

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EMIR ESTUARDO DEL CID VÁSQUEZ

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2008

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 Calderon
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADORA	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
EXAMINADOR	Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMIADOR

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

DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CIELITO Y DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA ESCUELA NORMAL INTERCULTURAL, DEL MUNICIPIO DE CUILAPA, SANTA ROSA,

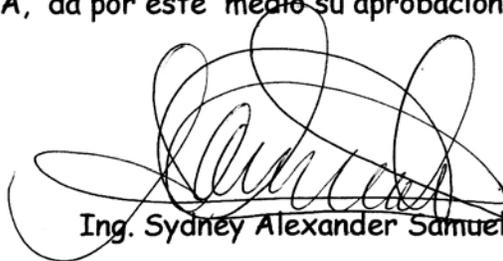
tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 29 de enero de 2007.

Emir Estuardo del Cid Vásquez.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Emir Estuardo del Cid Vásquez, titulado DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CIELITO Y DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA ESCUELA NORMAL INTERCULTURAL, DEL MUNICIPIO DE CUILAPA, SANTA ROSA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.



Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, octubre 2008.

/bbdeb.

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.359.2008

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CIELITO Y DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA ESCUELA NORMAL INTERCULTURAL, DEL MUNICIPIO DE CUILAPA, SANTA ROSA**, presentado por el estudiante universitario **Emir Estuardo del Cid Vásquez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A handwritten signature in black ink, enclosed within a hand-drawn oval shape.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, octubre de 2008



/gdech

AGRADECIMIENTO A:

- Dios** Por brindarme la oportunidad de alcanzar esta meta.
- Mi familia** Por apoyarme moral y económicamente, a lo largo de mi carrera universitaria.
- La Universidad de San Carlos de Guatemala** Por abrir sus puertas y brindarme la oportunidad de ser uno de sus estudiantes y, así, continuar mis estudios superiores.
- La Facultad de Ingeniería** Por brindarme la oportunidad de estar en sus aulas y compartir conmigo sus conocimientos en la carrera de ingeniería civil.
- Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta** Por compartir sus conocimientos y experiencias, durante la asesoría del presente trabajo de graduación.

Mis abuelos

Por sus sabios consejos y apoyo incondicional, especialmente a Elvia Leticia Porta Lemus.

Familia Vásquez

Vásquez

Por su apoyo incondicional para lograr esta meta.

Mis amigos

A todos los que de una u otra forma contribuyeron para que yo alcanzara este triunfo.

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Por darme la fortaleza, perseverancia, sabiduría; y por ser la guía y luz de mis días, y permitirme de esta forma culminar uno de los sueños mas grandes de mi vida; mi carrera.

MIS PADRES

Maritza Yadira Vásquez Porta y Emir Rolando del Cid Gómez, quienes siempre me brindaron amor, consejos, comprensión y su apoyo incondicional.

MIS HERMANOS

Sindy Dayana y Rolando René del Cid Vásquez, por su amor y cariño incondicional, bendiciones.

Y a todas las personas que colaboraron en mi formación personal y profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE ABREVIATURAS	XI
GLOSARIO	XVII
RESUMEN	XIX
JUSTIFICACIÓN	XXI
OBJETIVOS	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. MONOGRAFÍA, MUNICIPIO CUILAPA, SANTA ROSA	1
1.1 Generalidades	1
1.1.1 Reseña histórica.	1
1.1.2 Fiesta titular.	2
1.1.3 Ubicación y localización.	3
1.1.4 Extensión territorial.	3
1.1.5 Colindancias.	3
1.1.6 Clima y precipitación anual.	3
1.1.7 Suelo.	4
1.1.8 Actividades socioeconómicas.	4
1.1.9 Vías de acceso.	5
1.2 Salud	5
1.2.1 Condiciones sanitaria	5
1.2.1.1 Agua potable	6
1.2.1.2 Drenajes	6
1.2.1.3 Basura	7
1.2.2 Centros asistenciales	7
1.2.3 Mortalidad	7

1.2.4	Natalidad	8
1.3	Aspecto socio cultural	8
1.3.1	Educación	8
1.3.2	Instituciones existentes	9
1.3.3	Analfabetismo.	9
2.	DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO.	11
2.1	Descripción del proyecto	11
2.1.1	Alcances del proyecto.	11
2.2	Estudio de topografía	11
2.2.1	Levantamiento topográfico	11
2.2.2	Planimetría y altimetría	11
2.3	Periodo de diseño	12
2.4	Calculo de población futura.	13
2.5	Determinación del caudal	14
2.5.1	Consideraciones generales	14
2.5.1.1	Caudal	14
2.5.1.2	Velocidad	14
2.5.1.3	Tirante	15
2.5.1.4	Uso del agua	15
2.5.2	Caudal domiciliar	15
2.5.3	Caudal de conexiones ilícitas	16
2.5.4	Caudal de infiltración	17
2.5.5	Caudal comercial	18
2.5.6	Caudal industrial	18
2.5.7	Factor de caudal medio	18
2.5.8	Caudal máximo	19
2.5.9	Factor de Harmond	20
2.5.10	Caudal de diseño	21

2.5.11	Pendientes máximas y mínimas	21
2.5.12	Velocidad de diseño	22
2.5.12.1	Máxima y mínima	22
2.5.12.2	Fórmula de Manning	22
2.5.12.3	Velocidad de arrastre	24
2.5.13	Cálculo de cotas Invert	26
2.5.14	Diámetro de tubería	26
2.5.15	Pozos de visita	27
2.5.16	Profundidad de tubería	28
2.5.17	Tabla de resultados	32
2.6	Planos constructivos	34
2.7	Presupuesto	34
2.7.1	Presupuesto de materiales	34
2.7.2	Presupuesto de mano de obra	35
2.7.3	Resumen del presupuesto final	35
3.	DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES.	37
3.1	Descripción del proyecto	37
3.1.1	Infraestructura Requerida para el centro educativo	37
3.1.2	Descripción del espacio disponible	38
3.1.2.1	Localización del terreno	38
3.1.2.2	Topografía	38
3.1.3	Normas para el diseño de edificios educativos	38
3.1.3.1	Criterios generales	39
3.1.3.1.1	Criterios de conjunto	39
3.1.3.1.2	Criterios de iluminación	40
3.1.3.1.3	Instalaciones	41
3.1.3.1.4	Otros criterios	42
3.1.3.2	Espacios educativos	43

3.1.3.2.1	Aula teórica	43
3.2	Diseño estructural	45
3.2.1	Diseño arquitectónico	45
3.2.1.1	Distribución de ambientes	45
3.2.1.2	Altura de la edificación	46
3.2.2	Análisis estructural	46
3.2.2.1	Predimensionamiento estructural	46
3.2.2.2	Modelos matemáticos de marcos dúctiles	51
3.2.2.3	Análisis de cargas	51
3.2.2.4	Integración de cargas	52
3.2.2.4.1	Cargas verticales en marcos dúctiles	52
3.2.2.4.2	Cargas horizontales en marcos dúctiles	57
3.2.2.4.2.1	Método SEAOC aplicado a la edificación	59
3.2.2.4.2.2	Fuerzas por nivel	61
3.2.2.4.2.3	Fuerzas por marco	62
3.2.2.5	Análisis de marcos dúctiles por paquete de software	69
3.2.2.6	Momentos últimos por envolventes de momentos	71
3.2.2.7	Diagrama de cortes en marcos dúctiles	73
3.2.3	Diseño estructural	75
3.2.3.1	Diseño de losas	75
3.2.3.1.1	Losas del nivel 1	75
3.2.3.1.2	Losas del nivel 2	86
3.2.3.2	Diseño de vigas	87

3.2.3.3	Diseño de columnas	93
3.2.3.3.1	Magnificación de momentos	96
3.2.3.4	Diseño de cimientos	104
3.2.3.4.1	Zapata	104
3.2.3.4.2	Cimiento corrido	111
3.2.3.5	Diseño de escalera	112
3.2.4	Planos constructivos	117
3.2.5	Presupuesto	117
3.2.5.1	Presupuesto de materiales	117
3.2.5.2	Presupuesto de mano de obra	118
3.2.5.3	Resumen del presupuesto final	118
4.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	121
4.1	Manejo adecuado de sólidos	123
4.2	Medidas de mitigación	124
5.	ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO	129
5.1	Valor Actual Neto (VAN)	129
5.2	Tasa interna de retorno (TIR)	131
5.3	Relación beneficio/costo	132
	CONCLUSIONES	133
	RECOMENDACIONES	135
	BIBLIOGRAFÍA	137
	APÉNDICE A	145
	APÉNDICE B	147

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Profundidad mínima de tubería	29
2	Planta típica - Edificio escolar	49
3	Elevación marco típico, sentido Y	50
4	Elevación marco típico, sentido X	50
5	Planta típica áreas tributarias	53
6	Cargas aplicadas, marco dúctil típico sentido Y	56
7	Cargas aplicadas, marco dúctil típico sentido X	56
8	Simetría del edificio escolar	64
9	Ejemplo de Modelos estructurales - Etabs	70
10	Diagrama de momentos últimos en vigas (kg-m) eje Y	71
11	Diagrama de momentos últimos en columnas (Kg-m) eje Y	72
12	Diagrama de momentos últimos en vigas (kg-m) eje X	72
13	Diagrama de momentos últimos en columnas (kg-m) eje X	73
14	Diagrama de cortes últimos en vigas (kg) eje Y	73
15	Diagrama de cortes últimos en columnas (kg) eje Y	74
16	Diagrama de cortes últimos en vigas (kg) eje X	74
17	Diagrama de cortes últimos en columnas (kg) eje X	75
18	Planta típica distribución de losas	76
19	Planta de momentos actuantes en losa típica – nivel1, (sentido Y)	78
20	Planta de momentos actuantes en losa típica – nivel1, (sentido X)	79
21	Planta de momentos balanceados en losas típicas – nivel 1, (sentido Y)	81
22	Planta de momentos balanceados en losas típicas – nivel 1, (sentido X)	82

23	Diagrama de momentos y cortes últimos en la viga tipo 1	88
24	Elevación longitudinal en viga	90
25	Sección de columna	99
26	Detalle de zapata	105
27	Corte simple	107
28	Corte punzante	109
29	Dimensiones de gradas	114
30	Distribución de carga y momentos	115
31	Ensayo de compresión triaxial, diagrama de Mohr	142
32	Diagrama de iteración para columna	143

TABLAS

I	Población de actividad en porcentaje	5
II	Velocidades de diseño	22
III	Diseño hidráulico para alcantarillado sanitario	32
IV	Diseño hidráulico para alcantarillado sanitario (continuación)	33
V	Presupuesto para el alcantarillado sanitario	35
VI	Cargas sobre el marco típico eje Y	55
VII	Integración de peso de cada nivel	62
VIII	Cálculo del centro de rigidez – Nivel 2	67
IX	Fuerza en marco por torsión – Nivel 2	67
X	Cálculo del centro de rigidez – Nivel 1	68
XI	Fuerza en marco por torsión – Nivel 1	69
XII	Áreas de acero requeridas en losas típicas - Nivel 1 (eje X-X)	86
XIII	Áreas de acero requeridas en losas típicas – Nivel 1(eje Y-Y)	86
XIV	Cálculo de vigas – Edificio escolar	92

XV	Inercias relativas	94
XVI	Cálculo de columnas – Edificio escolar	103
XVII	Presupuesto para el edificio escolar	119
XVIII	Evaluación inicial de aspectos ambientales	125
XIX	Áreas de acero requeridas en losas típicas del nivel 2. Eje X-X	139
XX	Áreas de acero requeridas en losas típicas del nivel 2. Eje Y-Y	139
XXI	Libreta final de topografía	141

LISTA DE ABREVIATURAS

Símbolo	Significado
A	Área
Ag	Área gruesa, área total de la sección
A_l	Dimensión del lado corto considerado de la losa
A_N	Área del núcleo de la sección tomada a ejes del refuerzo longitudinal exterior
Ap	Área de punzonamiento
As	Área de acero de refuerzo
Asmáx	Área de acero máximo permitido
Asmin	Área de acero mínimo permitido
Astemp	Área de acero por temperatura
At	Área tributaria
B	Dimensión del lado largo considerado de la losa
B/C	Beneficio - costo
b	Ancho del elemento en sección
bo	Perímetro del área punzante
C	Coefficiente para el cálculo de momentos en losas, tomado del ACI
CG	Centro de gravedad
CM	Carga muerta
CMu	Carga muerta última
CM	Centro de masa
CR	Centro de rigidez
CU	Carga última
CV	Carga viva
CVu	Carga viva última

D	Diámetro
d	Peralte efectivo del elemento en sección, distancia medida desde la fibra extrema en compresión al centroide del refuerzo en tensión.
DH	Distancia horizontal
Di	distancia de CR a marco considerado
Dot	Dotación
E	Esbeltez de la columna
e	Excentricidad
ex	Excentricidad en el sentido X
ey	Excentricidad en el sentido Y
F.H	Factor de harmond
Fn	Fuerza por nivel
Fm	Fuerza por marco
fqm	Factor de caudal medio
f'c	Resistencia a la compresión del concreto
Fy	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo
FCU	Factor de carga última
FR	Factor de retorno
Fni	Fuerza por nivel, en el nivel i
G	Módulo de rigidez
H o h	Altura del elemento analizado
Hi	Altura de cada nivel
I o Ig	Inercia de la sección total del concreto respecto al eje centroidal, sin tomar en cuenta el acero de refuerzo
K	Coefficiente determinado
K'x	Coefficiente tomado del diagrama de iteración para el sentido X
K'y	Coefficiente tomado del diagrama de iteración para el sentido Y
L	Longitud del elemento

Lo	Longitud de confinamiento de estribos
Lu	Longitud libre de pandeo de la columna
M	Momento
m	Relación entre los claros de la losa
Mb	Momento balanceado
Msop	Momento soportado
M(+)	Momento positivo
M(-)	Momento negativo
MCM	Momento inducido por la carga muerta
MCV	Momento inducido por la carga viva
Mx	Momento último actuando en el sentido X
My	Momento último actuando en el sentido Y
Md	Momento de diseño (magnificado)
Mdx	Momento de diseño (magnificado) actuando en el sentido X
Mdy	Momento de diseño (magnificado) actuando en el sentido Y
Num.hab	Número de habitantes
n	Período de diseño
P	Carga aplicada a la columna
Pc	Peso volumétrico del concreto
Pcr	Carga crítica de pandeo de Euler
Pf	Población futura
P't	Carga de trabajo actuando en la columna
Ptu	Valor de la curva en el diagrama de iteración
Pu	Carga última
P'u	Carga de resistencia de la columna
P'ux	Carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_x
P'uy	Carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_y
Po	Población del último censo
P'o	Carga axial de resistencia de la columna

Ps	Peso volumétrico del suelo
Q	Caudal
Qs	Caudal sanitario
Qdis	Caudal de diseño
Qdom	Caudal domiciliar
Qinf	Caudal de infiltración
Qci	Caudal de conexiones ilícitas
qs	Presión sobre el suelo
qmáx	Presión máxima sobre el suelo
qmin	Presión mínima sobre el suelo
qu	Presión última sobre el suelo
R	Rigidez de un elemento
r	Tasa de crecimiento poblacional
Ri	Rigidez total del marco rígido i
S	Pendiente
Sdis	Pendiente de diseño
Se	Espaciamiento del acero de refuerzo
Sx	Módulo de sección en el sentido X
Sy	Módulo de sección en el sentido Y
t	Peralte
TIR	Tasa interna de retorno
V	Corte
VAN	Valor Actual Neto
Vel	Velocidad
V_{act}	Corte actuante
Vr	Corte máximo resistente
Vu	Corte último
Vs	Valor soporte del suelo
W	Peso

δ	Magnificador de momentos
β_d	Factor de flujo plástico del concreto
ρ_{bal}	Porcentaje de acero en la falla balanceada
$\rho_{m\acute{a}x}$	Porcentaje de acero máximo permitido en un elemento
ρ_{min}	Porcentaje de acero mínimo permitido en un elemento
ρ_s	Relación volumétrica del volumen de espiral al volumen total del núcleo de la columna
Ψ_A	Coefficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación de una columna, en su extremo superior
Ψ_B	Coefficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación de una columna, en su extremo inferior
Ψ_P	Coefficiente promedio que mide el grado de empotramiento a la rotación
σ	Lado menor para columnas rectangulares (radio de giro)
\emptyset	Coefficiente de reducción de resistencia

GLOSARIO

Altura útil de la sección (d)	Es la distancia medida desde la fibra extrema en compresión hasta el centroíde del elemento sujeto a tensión.
Análisis estructural	Proceso que se realiza para determinar las respuestas de la estructura ante las acciones exteriores que puedan afectarla.
Carga mayorada	Carga multiplicada por los factores de mayoración apropiados y que se utiliza con el objeto de dimensionar los elementos.
Cota Invert	Distancia existente entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería.
Diseño estructural	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.
Dúctil	Admite grandes deformaciones sin llegar a romperse.
Estribo	Armadura empleada para resistir esfuerzos de corte y torsión en un elemento estructural.

Etabs

Software ideal para el análisis de diseño de edificios y naves industriales. Puede realizar análisis de estructuras complejas, pero tiene muchísimas opciones extras que simplifican el diseño de edificaciones.

Obras de arte

Son todos los elementos secundarios que contribuyen al sistema de alcantarillado para que éste funcione correctamente.

Resistencia de diseño

Resistencia nominal multiplicada por un factor de reducción.

RESUMEN

En este trabajo de graduación se describen las necesidades de dos comunidades, siendo éstas la aldea El Cielito y la Cabecera Municipal del Municipio de Cuilapa, la primera necesita de un sistema de alcantarillado sanitario, la segunda un edificio escolar de dos niveles para atender a la población escolar, así también el manejo adecuado de los sólidos y las respectivas medidas de mitigación, necesarias para el estudio de impacto ambiental.

Para la aldea El Cielito, se diseñó el sistema de alcantarillado sanitario, utilizando tubería PVC norma 3034 con diámetro de tubería de 8 plg., pozos de visita de ladrillo tayuyo. Las conexiones domiciliarias consistirán en candela domiciliar de tubos de concreto de 16 plg de diámetro, tubería secundaria de 4 plg de diámetro PVC norma 3034, silleta Y para la unión entre el colector principal.

Para la edificación escolar, la estructura propuesta estará conformada por marcos dúctiles y losas planas de concreto reforzado, con siete aulas, módulo de servicios sanitarios, modulo de gradas, el área total para la edificación es de 286.47 metros cuadrados.

Al final de este trabajo se presentan los planos de cada proyecto.

JUSTIFICACIÓN

El municipio de Cuilapa está integrado por sus diferentes aldeas especialmente, El Cielito. Éstas se encuentran en vías de desarrollo, debido a que no cuentan con una red de alcantarillado sanitario; también otras comunidades carecen total o parcial de infraestructura y de servicios básicos, al igual en el casco urbano la Escuela Normal Intercultural no cuenta con las instalaciones adecuadas para impartir la enseñanza-aprendizaje a los alumnos debido al incremento de estudiantes cada año; independientemente de las causas que los originan, la realidad latente es que este municipio no ha podido mejorar sus condiciones de vida.

Es por esta razón que el presente trabajo de graduación está orientado a plantear soluciones factibles a problemas de servicios básicos e infraestructura del área rural y en el casco urbano del municipio de Cuilapa, Santa Rosa, como el diseño de la red de alcantarillado sanitario para la aldea El Cielito y la edificación escolar de dos niveles para la Escuela Normal Intercultural, proyectos que son de vital importancia para este municipio. Teniendo presente que para el sistema de alcantarillado sanitario es necesario considerar una planta de tratamiento para las aguas residuales, de manera que no se dañe o afecte al ambiente; para luego desfogar al afluente cercano.

OBJETIVOS

General

Diseñar la red de alcantarillado sanitario para la aldea de El Cielito y una edificación escolar de dos niveles para Escuela Normal Intercultural del municipio de Cuilapa, departamento de Santa Rosa.

Específicos:

1. Desarrollar una investigación de tipo monográfica y diagnóstica, sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del lugar, objeto de estudio.
2. Capacitar a los miembros del comité de la comunidad El Cielito sobre mantenimiento de alcantarillados sanitarios.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación contiene información de las actividades desarrolladas durante la realización del Ejercicio Profesional Supervisado, en el municipio de Cuilapa, Cabecera departamental del departamento de Santa Rosa; en el cual se describen paso a paso, los criterios que se tomaron en cuenta, para el diseño de los proyectos de la red de alcantarillado sanitario para la aldea El Cielito y edificación escolar de dos niveles para Escuela Normal Intercultural, Cuilapa, Santa Rosa.

Cabe mencionar que en el diseño de la red de alcantarillado sanitario se incluyen las obras de arte, conexiones domiciliarias, propuesta de ubicación planta de tratamiento y el punto del desfogue. En el caso de la edificación escolar, 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. Así también se elaboraron los planos y presupuestos para cada uno de los proyectos.

1. MONOGRAFÍA, MUNICIPIO CUILAPA, SANTA ROSA

1.1 Generalidades

Cuilapa tiene la virtud de ser el verdadero centro geográfico y equidistante entre el Cabo de Hornos y Alaska, lo que está confirmado como fotografías tomadas desde un satélite y por esta razón, últimamente se le ha dado el nombre de Cuilapa, Centro de Las Américas.

Este territorio estuvo habitado durante la época prehistórica, por el señorío indígena Xinca, estos primitivos indígenas fueron los primeros esclavos formalmente hechos por los conquistadores, en el paraje que actualmente lleva el nombre de Los Esclavos, precisamente por patriota defensa y obstinada resistencia ante el conquistador. De esta circunstancia se derivó el nombre del pueblo, el río y el puente de Los Esclavos.

1.1.1 Reseña histórica.

Cuilapa estuvo ocupado durante la época prehispánica, por el señorío indígena Xinca, quienes fueron los primeros esclavos formalmente hechos por los conquistadores en el paraje que actualmente lleva su nombre Los Esclavos.

El primer sentimiento humano y jurídico de Cuilapa se dió el 1ro. de agosto del año 1599, cuando el colono Juan de Mojadas obtuvo dos caballerías de tierra de la Real Corona en el paraje conocido como Cuajiniquilapa, nombre que se derivó de las bocas en la lengua Náhuatl.

Cuajiniquil o Cuajinicuil = cushin y Apan – Río, lo que significa en el río de los Cushinos de dónde se desprende el llamar a los oriendis de esta tierra cushinos o cushingos.

Los días 16 y 17 de marzo de 1791, la población es casi destruida por violentos terremotos que obligaron a la junta Superior Real, situar fondos extraordinarios para rectificar edificios públicos.

En el año 1825, la asamblea constituyente dividió al Estado de Guatemala, Escuintla, que a su vez se divide en 07 distritos, Guatemala, Escuintla, Mita, Jalpatagua, Guazacapán y Cuajiniquilapa, luego en la administración de Rafael Carrera dividió al distrito de Mita en 03, Jutiapa, Jalapa y Santa Rosa, integrándose a éste último con los pueblos de Cuajiniquilapa como cabecera, Chiquimulilla, Guazacapán, Taxisco, Pasaco, Nancinta, Tecuaco, Sinancantan, Ixhuatán, Sacualpa, La Leona, Jumai y Mataquescuintla.

El departamento de Santa Rosa fue fundado el 08 de mayo de 1,852. El 08 de marzo de 1913, Cuilapa fue destruido por un fuerte terremoto, siendo totalmente reconstruido por sus vecinos el 18 de octubre de 1,920. El traje típico de Cuilapa está elaborado de musilina blanca, corto bobacho de la parte posterior llamado calzón rajado.

1.1.2 Fiesta titular.

Se celebra el 25 de diciembre en honor al niño Dios.

1.1.3 Ubicación y localización.

Cuilapa, como centro poblado se encuentra ubicada, según la regionalización la Región IV, llamada también Región Sur Oriente.

Cuilapa se encuentra localizada en las coordenadas geográficas de latitud 14°16"04", longitud 90°12"00" y una elevación de 893.31 metros sobre el nivel del mar.

1.1.4 Extensión territorial.

Posee una extensión territorial de 365 kilómetros cuadrados.

1.1.5 Colindancias.

Colinda con los municipios

- Al Norte: Nueva Santa Rosa y Casillas
- Al Este: Oratorio y San José Acatempa
- Al Sur: Chiquimulilla, Santa María Ixhuatán y Oratorio
- Al Oeste: Pueblo Nuevo Viñas y Barberena

1.1.6 Clima y precipitación anual.

El clima es semi templado, temperatura de 20° a 28°. En Cuilapa, el promedio anual de lluvias fluctúan entre los 1,500 mm. Y los 2,000 mm. Volúmenes condicionados por el emplazamiento territorial en la bocacosta del Pacífico. Las lluvias caen con un promedio del 40% de los 365 días del año,

concentrándose durante los meses de mayo a septiembre, con lluvias esporádicas, el resto del año, siendo los meses de noviembre a marzo, los más secos.

1.1.7 Suelo.

El tipo de suelo se caracteriza por sus pendientes mayores de 10% con presencia de barrancos profundos de paredes perpendiculares, erosionadas (desarrollados sobre ceniza volcánica), la génesis de los suelos se ha conformado a partir de tres clases de materiales que son:

- Cenizas volcánicas de grano grueso en la parte más alta.
- Cenizas volcánicas endurecidas (con talpetate), en la parte media.
- Cenizas volcánicas transportadas por el agua y depositadas en la parte baja.

1.1.8 Actividades socioeconómicas.

Por la calidad de los suelos la economía de Cuilapa, está dada en su mayoría por la agricultura siendo una de las zonas cafetaleras más grandes del departamento de Santa Rosa, contando además con caña de azúcar, trigo, frutas en especial piña, maíz y frijol.

La fauna silvestre también es en algunas familias, medios de subsistencia ya que se cuenta con ganado bovino, equino, porcino y jaular (gallinas, patos, chompipes), etc.

Tabla I. Población económicamente activa por rama de actividad en porcentaje

ACTIVIDAD	URBANO	RURAL	TOTAL
Agricultura	44.54	84.84	75.12
Comercio	12.41	2.31	4.74
Industria Manufacturera	8.22	2.78	4.09
Construcción	10.67	4.90	6.29
Servicios Comunes	8.64	1.95	3.56
Administración Pública y Defensa	5.86	0.83	2.04
Transporte	4.51	1.19	1.99
Financieras, Seguros, Etc.	2.90	0.42	1.02
Enseñanzas	0.98	0.14	0.34
Minas y Carteras	0.06	0.29	0.24
Electricidad	1.09	0.34	0.52
Organizaciones Externas	0.12	0.01	0.04

1.1.9 Vías de acceso.

El municipio de Cuilapa, cuenta con una carretera asfaltada que se une a la carretera interamericana CA-1, con fácil acceso a la ciudad capital y al departamento de Jutiapa.

1.2 Salud

1.2.1 Condiciones sanitaria

Con base al escurrimiento estacional o anual, el drenaje externo se divide en: Perenne, intermitente y efímero. El Perenne lo constituyen los ríos y riachuelos; el intermitente lo constituyen las quebradas y el efímero, puede determinarse en base al perfil y topografía del terreno que en este caso

presenta una pendiente que ayuda a drenar hacia el lado sur, y hacia el río San Juan, el cual además actúa como receptor de los desfuegos de la red de drenajes y aguas servidas del centro urbano, actuando como principal conductor contaminante pendiente abajo.

La principal fuente de contaminación de ríos y riachuelos, se obtiene por descarga de aguas servidas y aguas corridas de beneficios de café. Estando contaminado el medio ambiente en general por basureros clandestinos.

1.2.1.1 Agua potable

En la mayoría de las comunidades, no cuentan con un servicio de agua potable, la población cuenta con su propio pozo para abastecer sus necesidades y en algunos de los casos la municipalidad brinda el servicio.

1.2.1.2 Drenajes

El área urbano cuenta con un sistema de drenajes pero para el area rural especialmente en la aldea el Cielito es visible que las condiciones sanitarias no son adecuadas, mala evacuación de aguas residuales, que a flor de tierra corren en las calles, lo cual provoca malos olores y contaminación, la mayoría de viviendas son causantes de la contaminación a causa de la mala disposición de sus aguas residuales.

1.2.1.3 Basura

El manejo de los desechos sólidos no es el adecuado, no existen métodos eficientes para resolver este problema, lo cual provoca basureros clandestinos y que la población quemé su propia basura.

1.2.2 Centros asistenciales

Con los Servicios de Salud Públicos y Privados que cuentan están:

- Un Hospital Nacional
- Un Hospital del IGSS (Solo accidentes)
- Un Centro de Salud
- Ocho clínicas Médicas Privadas
- Tres clínicas de Odontología Privadas
- Dos Laboratorios Clínicos Privados
- Nueve Farmacias (una estatal)

1.2.3 Mortalidad

Índice de mortalidad en el municipio de Cuilapa, según datos estadísticos realizados por el INE (Instituto Nacional de Estadística), los cuales ascienden cada año en función de la densidad poblacional del municipio.

- Hombres-----0.16%
- Mujeres-----0.15%

1.2.4 Natalidad

El índice de natalidad, está basado según datos estadísticos proporcionados por el Hospital Regional de Cuilapa y el Centro de Salud.

- Hombres-----0.08%
- Mujeres-----0.07%

1.3 Aspecto socio cultural

1.3.1 Educación.

Servicios Educativos Públicos y Privados.

- 17 Escuelas de párvulos (2 PAIN, tres PRONADE)
- 42 Escuelas Primarias (nueve PRONADE)
- Instituto de Educación Básica
 - 1.- Un Nacional Experimental
 - 2.- Uno por Cooperativa de Enseñanza
 - 3.- Tres Tele secundaria.
- Escuela Nacional de Ciencias Comerciales

Servicios Privados de Educación

- 3 Escuelas de Párvulos
- 5 Escuelas Primarias
- 5 Educación Básica
- 4 Diversificado
- 4 Academias de Mecnografía
- 3 Academias de Computación

- 2 Extensiones Universitaria

1.3.2 Instituciones existentes

- MSPAS (Dirección de área de salud)
Centro de Salud Tipo B
Hospital Regional
- Ministerio de Educación:
Dirección Departamental de Educación
Supervisor Distrito de Educación
Establecimientos Educativos
- Ministerio de Trabajo
- Ministerio Público
- Contraloría de Cuentas
- Ministerio de agricultura, ganadería y alimentación.

1.3.3 Analfabetismo.

El porcentaje de analfabetismo, según CONALFA (Comisión Nacional de Alfabetización) es de 22.8%.

2. DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

2.1 Descripción del proyecto

2.1.1 Alcances del proyecto.

El proyecto consistirá en diseñar la red de alcantarillado sanitario para la aldea El Cielito, la cual tiene una población actual a servir de 626 habitantes. Se diseñará la red principal y secundaria, pozos de visita, conexiones domiciliarias y proponiendo una solución al tratamiento de las aguas residuales.

2.2 Estudio de topografía

2.2.1 Levantamiento topográfico.

El levantamiento topográfico para una red de alcantarillado sanitario es la base fundamental para definir el diseño, ya que tiene por objeto medir extensiones de terreno, determinar posición y elevaciones de cotas del terreno.

2.2.2 Planimetría y altimetría.

Planimetría:

Está definida como el conjunto de trabajos necesarios para representar gráficamente la superficie de la tierra, tomando como referencia el norte para su orientación.

En este caso se utiliza para localizar la red de drenaje dentro de las calles, ubicar los pozos de visita y todos aquellos puntos de importancia. Para el levantamiento planimétrico se utilizó el método de conservación del azimut y con el uso del siguiente equipo: Un teodolito marca Wild T-16, estadía, cinta métrica, plomada, estacas. Los resultados obtenidos podrán ser observados en el apéndice A, figura XXI.

Altimetría:

Esta tiene por objeto determinar las diferencias de alturas entre los puntos del terreno. Las alturas de los puntos se toman sobre planos de comparación diversos, el más común de estos es el nivel del mar. A estas alturas, los puntos sobre esos planos de comparación se llaman cotas, elevaciones o alturas y, a veces, niveles. Para el levantamiento altimétrico se trabajó con el método compuesto y con el siguiente equipo: nivel de precisión marca Wild, estadía, cinta métrica, estacas. Los resultados obtenidos podrán ser observados en el apéndice A, tabla XXI.

2.3 Período de diseño

El período de diseño de una red de alcantarillado es el tiempo durante el cual el sistema dará un servicio con una eficiencia aceptable. Este período varía de acuerdo con el crecimiento de la población, capacidad de la administración, operación y mantenimiento, criterios de instituciones como el Instituto de Fomento Municipal INFOM, EMPAGUA, y el Fondo de la Naciones Unidas para la infancia UNICEF, quienes recomiendan que los drenajes se diseñen para un

período de 30 a 40 años. El período de diseño adoptado para todos los componentes del sistema de este proyecto es de 30 años.

2.4 Cálculo de población futura.

Para calcular la población futura o la cantidad de habitantes que utilizarán el servicio al final del período de diseño, se aplicó el incremento geométrico, por ser el método que más se adapta al crecimiento real de la población en el medio. Para el cálculo de la población futura se tomó una tasa del 2.5 %.

$$Qf = Po \left(1 + \frac{r}{100} \right)^n$$

En donde:

Pf = Población futura para determinado período de diseño.

Po = Población del último censo o actual

r = Tasa de crecimiento poblacional (r = 2.5%)

n = Período de diseño (n = 30 años)

$$Pf = Po \left(1 + \frac{r}{100} \right)^n = 626 \left(1 + \frac{2.50}{100} \right)^{30} = 1,315 \text{ Hab.}$$

2.5 Determinación del caudal

La determinación de los diferentes caudales que componen el flujo de aguas residuales, se efectúa mediante la aplicación de diferentes factores, los que influirán en la economía del proyecto. Los factores que se deben tomar en cuenta son los siguientes: dotación de agua en las viviendas, sector industrial y comercial, la intensidad de lluvia para el área en estudio, estimación del caudal por conexiones ilícitas, cantidad de agua que pueda infiltrarse en el drenaje y las condiciones socio-económicas de la población.

2.5.1 Consideraciones generales

2.5.1.1 Caudal

El caudal que puede transportar el drenaje está determinado por el diámetro, la pendiente y la velocidad que puede llegar a tener el flujo dentro de la tubería. El principio fundamental para el diseño de alcantarillados es: el drenaje funciona como un canal abierto, es decir que, la tubería no funciona a presión o a sección llena.

2.5.1.2 Velocidad

La velocidad del flujo está determinada por la pendiente del terreno, diámetro y el tipo de tubería a utilizar (T.C. o PVC). La velocidad del flujo se determina por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas de v/V , en donde v es la velocidad real del flujo y V es la velocidad a sección llena.

2.5.1.3 Tirante

La altura del tirante del flujo, deberá ser mayor que el 10% del diámetro de la tubería y menor que el 80%; estos parámetros aseguran el funcionamiento del sistema como un canal abierto y la funcionalidad en el arrastre de los sedimentos. El tirante máximo del flujo a transportar, lo da la relación de tirantes d/D en donde d es la altura del flujo y D es el diámetro interior de la tubería.

2.5.1.4 Uso del agua

El agua potable tiene diferentes usos dentro del hogar, depende de muchos factores como lo son: el clima, nivel de vida, condiciones socioeconómicas, tipo de población, la presión de la red, la calidad y el costo del agua.

2.5.2 Caudal domiciliar

Es la cantidad de agua que se evacua hacia el alcantarillado luego de ser utilizada en las viviendas. Este desecho doméstico está relacionado íntimamente con la dotación y el suministro de agua potable. Para la aldea El Cielito, se tiene asignada una dotación promedio de 150 lt/hab/día; que también debe ser afectado por el factor de retorno al calcularlo.

$$Q_{dom} = \frac{Dot * num.Hab * FR}{86400} = \frac{150 * 1315 * 1.00}{86400} = 2.28 \frac{lt}{s}$$

En donde:

Dot = Dotación (lt/hab/día)

Num.Hab = Número de habitantes futuros o población futura.

Qdom = Caudal domiciliar (lt/s)

FR = Factor de retorno.

2.5.3 Caudal de conexiones ilícitas

Corresponde básicamente a la incorporación de las aguas pluviales (de los techos y patios) a la red sanitaria; se deben evaluar los caudales y adicionarlos al caudal de diseño. Para su estimación se recomienda calcularlo como un porcentaje del total de las conexiones domiciliarias y que puede variar entre 0.5 a 2.5% o tener en cuenta el criterio que algunas instituciones ya han establecido, siendo estas:

- El INFOM, toma la conexión ilícita como el 10% del caudal doméstico.
- Otros autores, determinan la conexión ilícita en 150 lt/hab/día.
- La municipalidad de Guatemala calcula la conexión ilícita en 100 lt/hab/día.
- La Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, indica que se puede asumir un caudal de 50 lt/hab/día.
- El método racional (se utiliza cuando se tiene la información suficiente)

$$Q_{ci} = \left(\frac{C * In * A}{360} * 1000 \right) \% viviendas$$

Donde:

Qci = caudal de conexión ilícita (m³/s)

C = coeficiente de escorrentía, el que depende de la superficie.

A = área en hectáreas

I n= intensidad de lluvia en el área (mm/h)

% = porcentaje de viviendas con conexiones ilícitas

2.5.4 Caudal de infiltración

Es considerado como la cantidad de agua que se infiltra o penetra a través de las paredes de la tubería, depende de: la permeabilidad del suelo, longitud de la tubería y de la profundidad a la que se coloca. Como depende de muchos factores externos, se calcula en función de la longitud de la tubería y del tiempo. El material empleado en el diseño será de PVC norma 3034 y por ende, el caudal de infiltración es igual a cero.

Generalmente la dotación de infiltración se expresa en litros por kilómetro por día, su valor puede variar entre 12,000 y 18,000 Lt/hab/día.

$$Q_{inf} = \frac{F_{inf}(L_{tubería} + num.Casas * 6m)}{86400}$$

Donde:

Finf = Factor de infiltración y que varía entre 12,000 < Finf < 18,000 Lt/Km/día

Ltubería = Longitud total de la tubería.

2.5.5 Caudal comercial

Es el agua que se desecha en los comercios, como por ejemplo: hoteles, restaurantes, entre otros. Para este caso el caudal comercial es cero por no existir comercios.

$$Q_{com} = \frac{No.Comercios \times dotaci\grave{o}n}{86400}$$

2.5.6 Caudal industrial

Es la cantidad de aguas negras que desecha la industria, como fábrica textiles e industriales en general, entre otras. Si no se cuenta con un dato de dotación de agua suministrada se puede estimar entre 1000 y 1800 lts/hab/día, el cual dependerá del tipo de industria. En esta comunidad no existen industrias por lo tanto este caudal es igual a cero.

$$Q_{ind} = \frac{No.Industrias \times dotaci\grave{o}n}{86400}$$

2.5.7 Factor de caudal medio

Se considera como la suma de todos los caudales anteriormente descritos, dividido por el número de habitantes a servir, de acuerdo con las normas vigentes en el país.

Este factor debe ser mayor a 0.0020 y menor que 0.0050, si por alguna razón el valor calculado estuviera debajo de 0.0020 se adoptará éste; y si por el contrario el valor calculado estuviera arriba de 0.0050 se tomará como valor para el diseño 0.0050; considerando siempre que los valores no se alejen demasiado de los límites, ya que se podría caer en un sobrediseño o subdiseño, según sea el caso.

$$f_{qm} = \frac{Q_s}{\text{Num.HabFutruo}}; \quad \text{Donde} \quad Q_s = \sum (Q_d + Q_{ind} + Q_{com} + Q_{ci} + Q_{inf})$$

Para este caso como el caudal de factor medio es menor que 0.0020 se opto por tomar como constante este valor.

2.5.8 Caudal máximo

El análisis de frecuencias de caudales máximos se utiliza en diseños de puentes pequeños, pontones, box-culverts y alcantarillas. El procedimiento de cálculo tiene los siguientes pasos:

- Conformación de una serie histórica de caudales máximos instantáneos.
- Análisis estadístico de la serie y determinación del promedio, desviación estándar y coeficiente de asimetría.
- Estimado de Esperanza matemática, varianza y asimetría para estudios de probabilidad.

- Selección de una serie de probabilidades.
- Determinación de los caudales de creciente para varios niveles de probabilidad o frecuencia.

En cada caso particular se selecciona el método más apropiado para determinar el caudal máximo instantáneo, de acuerdo con la importancia del proyecto y con la calidad de la información disponible.

El objetivo de las obras de drenaje es el de conducir las aguas de escorrentía, o de flujo superficial, rápida y controladamente hasta su disposición final.

En su diseño existen tres componentes básicas:

1. Entrada a la red de drenaje,
2. Conducción,
3. Entrega al dispositivo final.

Las condiciones de diseño de estas componentes dependen de las características propias de cada sistema de drenaje.

2.5.9 Factor de Harmond

El factor de Harmond o factor de flujo instantáneo, es un factor de seguridad que involucra al número de habitantes a servir en un tramo determinado. Este factor actúa principalmente en las horas pico, es decir, en las horas en que más se utiliza el sistema de drenaje. Se debe calcular para cada tramo de la red. Su fórmula es:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}}; \quad \text{donde} \quad P = \frac{\text{Población Futura}}{1000}$$

2.5.10 Caudal de diseño

Es el caudal para el cual se diseña un tramo de la red de alcantarillado o drenaje, cumpliendo con los requerimientos de velocidad y tirante hidráulico.

$$Q_{dis} = \text{Núm.Hab} * f_{qm} * FH$$

2.5.11 Pendientes máximas y mínimas

Se recomienda que la pendiente utilizada en el diseño sea la pendiente que tenga el terreno natural, de esta forma se evitará el sobrecosto por excesiva excavación, siempre y cuando cumpla con las relaciones hidráulicas y las velocidades permisibles. Para tubería de PVC no existe pendiente mínima, esta va a ser aquella que dé como resultado una velocidad mínima; dentro de las viviendas se recomienda una pendiente de 2%, lo que asegura un arrastre de excretas. En las áreas donde la pendiente del terreno es muy poca, se recomienda en lo posible acumular la mayor cantidad de caudales, para poder así, generar una mayor velocidad.

En cuanto a los tramos en que la pendiente natural del terreno sea tan pronunciada y que pueda ocasionar velocidades mayores a las establecidas, se utilizará un sistema de tramos cortos con pendientes aceptables, conectados por estructuras de caída debidamente dimensionadas.

2.5.12 Velocidad de diseño

2.5.12.1 Máxima y mínima

La norma ASTM 3034 recomienda que la velocidad del flujo en líneas de alcantarillados no sea menor de 0.40 m/s para proporcionar una acción de auto limpieza, es decir, capacidad de arrastre de partículas; y la máxima recomendable es de 5.00 m/s.

Para velocidades mayores se deben tomar en cuenta ciertas consideraciones especiales para la disipación de energía, evitando la erosión de los pozos de visita o de cualquier estructura de concreto, estos parámetros son válidos sólo cuando se opte por utilizar tubería de PVC o TC.

Tabla II. Velocidades de diseño.

Caudal:	$Q_{\text{diseño}} < Q_{\text{lleno}}$
Velocidad de Diseño:	0.6 ≤ v ≤ 3.00 m/s Para alcantarillado sanitario (TC) 0.4 ≤ v ≤ 3.00 m/s Para alcantarillado sanitario (PVC) 0.6 ≤ v ≤ 3.00 m/s Para alcantarillado pluvial 0.6 ≤ v ≤ 3.00 m/s Para alcantarillado combinado

2.5.12.2 Fórmula de Manning

El análisis y la investigación de las características del flujo hidráulico han permitido que los sistemas de alcantarillado, contruidos con tuberías plásticas, puedan ser diseñados conservadoramente utilizando la ecuación de Manning.

La relativamente pequeña concentración de sólidos (600 ppm) usualmente presente en las aguas negras y de tormenta, no es suficiente para hacer que el comportamiento hidráulico difiera al del agua limpia, siempre que se mantengan velocidades mínimas de auto limpieza.

En general, para simplificar el diseño de sistemas de alcantarillado, es aceptable asumir condiciones constantes de flujo aunque la mayoría de los sistemas de drenaje o alcantarillado funcionan con caudales sumamente variables. Cuando se diseña permitiendo que la altura del flujo en el conducto varíe, se considera como flujo a superficie libre; si esa condición no se cumple se dice que la tubería trabaja a presión interna.

Los valores de velocidad y caudal que corren en un canal se han estimado por medio de fórmulas desarrolladas experimentalmente, en las cuales se involucran los factores que más afectan al flujo de las aguas en el canal; una de las fórmulas que es empleada para canales es la de Chezy para flujos uniformes y permanentes.

$$V = C\sqrt{Rh * S}$$

Donde:

V = velocidad m/s

Rh = radio hidráulico

S = pendiente m/m

C = coeficiente

En la fórmula de Chezy, la constante C varía de acuerdo con la siguiente Expresión:

$$C = \frac{Rh^{1/6}}{n}$$

Donde n , es el coeficiente de rugosidad, el cual depende del material del que esté hecho el canal. Al sustituir C en la fórmula de Chezy, se obtiene:

$$V = \frac{1}{n} Rh^{1/6} * S^{1/2}$$

La que se conoce como la fórmula de Manning para canales abiertos y cerrados.

Y para conductos circulares y unidades mixtas se utiliza la fórmula siguiente:

$$V = \frac{0.03429}{n} * D^{2/3} * S^{1/2} \quad D = \text{pulgadas}$$

2.5.12.3 Velocidad de arrastre

La velocidad de arrastre está compuesta por la tensión de arrastre (O) que no es más que el esfuerzo tangencial unitario ejercido por el líquido sobre el colector y sobre el material en el depositado. También se le considera como la fuerza de arrastre dividida por el área sobre la cual actúa.

La fuerza de arrastre es el componente tangencial del peso del líquido que se desplaza en un plano inclinado. Para considerar la porción del líquido contenido en un tramo de longitud L , se aplica la fórmula siguiente:

Fórmula para determinar la Fuerza de Arrastre

$$F = Y * A_{moj} * L$$
$$F_{\tan} = Y * A_{moj} * L * \text{sen}(\theta)$$
$$F_{trac} = Y * R_h * \text{sen}(\theta)$$
$$F_{trac} = 1000 * R_h * I_c$$

$$F_{trac} = \frac{Y * A_{moj} * L * \text{sen}(\theta)}{P * L}$$

Donde:

F= Peso del líquido (Kg).

F_{tang}= Esfuerzo tangencial (Kg).

F_{trac}= Fuerza de tracción (Kg/m²).

θ= Ángulo de inclinación.

L= Longitud de la sección (m).

A_{moj}= Área mojada de la sección (m²).

Y= Peso específico (Kg/m³).

R_h= Radio Hidráulico (m).

P= Perímetro mojado (m).

I_c= Pendiente del colector (m/m).

Es importante anotar que este radio hidráulico debe ser el radio hidráulico real y no el que corresponde al flujo nominal o tubo lleno.

Para que no se presente sedimentación en las tuberías el valor de la fuerza de tracción es de 0.15 kg/m² para la remoción de partículas hasta de 2.0 mm de diámetro.

Cuando no se desee diseñar con el criterio de fuerza de arrastre, puede evitarse la sedimentación controlando la velocidad del flujo real y no la velocidad nominal o a tubo lleno; esta velocidad puede fijarse en un valor mayor de 0.3 m/s.

2.5.13 Cálculo de cotas Invert

Se denomina cota Invert, a la distancia existente entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería, debe verificarse que la cota Invert sea al menos igual a la que asegure el recubrimiento mínimo necesario de la tubería. Para calcularlas, se toma como base la pendiente del terreno y la distancia entre pozos, deben seguirse las siguientes reglas para el cálculo de las cotas Invert

- La cota Invert de salida de un pozo se coloca tres centímetros debajo de la cota Invert de la tubería que entra al pozo.
- Cuando el diámetro de la tubería que entra a un pozo es menor que el diámetro de la tubería que sale, la cota Invert de salida estará al menos a una altura igual a la diferencia de los diámetros, más baja que la cota Invert de entrada.

2.5.14 Diámetro de tubería

En el diseño de alcantarillados es uno de los elementos que hay que calcular, para lo cual se deben seguir ciertas normas para evitar que la tubería se obstruya. Según las normas del Instituto Nacional de Fomento Municipal, se debe utilizar para sistemas de drenaje sanitario un diámetro mínimo de 8”

cuando se utilice tubería de concreto y de 6" cuando se utilice tubería de PVC, para las conexiones domiciliarias el diámetro mínimo con tubería de concreto es de 6" y de 4" para PVC.

2.5.15 Pozos de visita

Los pozos de visita son parte de las obras accesorias de un sistema de alcantarillado y son empleados como medios de inspección y limpieza.

La forma constructiva de los pozos de visita se ha normalizado considerablemente y se han establecido diseños que se adoptan de un modo general. Están contruidos de ladrillos y concreto reforzado, de forma cilíndrica, que remata generalmente en su parte superior en forma de cono truncado y con tapa removible, la cual se construye con el objeto de permitir el acceso y mantenimiento de la estructura. Las paredes del pozo deben estar impermeabilizadas con repello más un cernido liso, el fondo está conformado de concreto; para realizar la inspección o limpieza los pozos profundos deben dejar escalones, los cuales serán de hierro y estarán empotrados a las paredes del pozo. La profundidad que poseen estos pozos es variable (ver apéndice B).

Las especificaciones para pozos de visita son las siguientes:

Un pozo de visita debe

- Proporcionar un control de flujo hidráulico en cambios de dirección
- Proporcionar acceso a la tubería para mantenimiento e inspección
- Proporcionar ingreso de oxígeno al sistema

Y se colocarán en los siguientes puntos

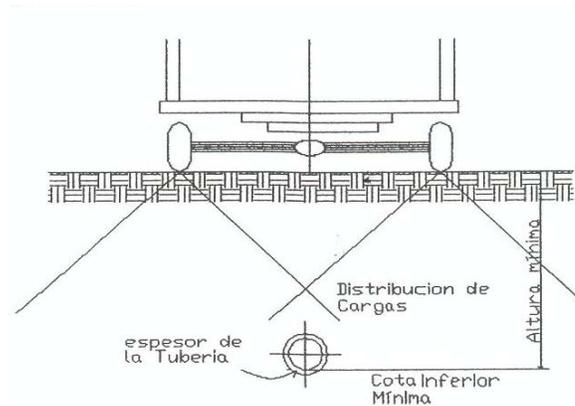
- Al inicio de cualquier ramal
- En intersecciones de dos o más tuberías
- Donde exista cambio de diámetro
- En distancias no mayores de 100 m
- En las curvas no más de 30 m
- Alivio o cambio de pendientes y dirección.

Comúnmente los pozos de visita están en las intersecciones de las calles, entre 90 y 100 m. El intervalo puede ser mayor en materiales como PVC, que disminuyen substancialmente los problemas de limpieza y mantenimiento, comparado con otros tipos de tubería que tienen pobres características de flujo y son propensos a penetración de raíces y daños. Para el presente, los pozos de visita se construirán con ladrillos de barro cocido con un acabado liso e impermeable, sus respectivos escalones, ver detalles en figura 18, apéndice 2.

2.5.16 Profundidad de tubería

La profundidad de la parte superior de la tubería, con respecto al nivel de la superficie, es normalmente de 1.20m, salvo en climas extremadamente fríos donde se dan temperaturas inferiores a 0°C y la penetración de heladas es profunda, es necesario disponer la tubería a mayor profundidad.

Figura 1. Profundidad mínima de tubería



Ejemplo del diseño hidráulico de un tramo.

A manera de ejemplo, se diseñará el tramo comprendido entre los pozos de visita 1 y 2.

Datos:

Tipo de sistema: Drenaje Sanitario

Período de diseño: 30 años

Población actual: 12 Habitantes (Información obtenida INE)

Población futura: 25 Habitantes

Tasa de crecimiento: 2.1 % (Información obtenida INE)

Tipo de tubería: PVC

Cota terreno inicial: 102.10 m.

Cota terreno final: 99.15 m.

Distancia horizontal: 30.08 m.

Tramo (PV1 - PV2)

Fqm: 0.002

Factor de retorno: 1

Dotación: 150 lt/hab/día

Cálculo de pendiente de terreno S (%):

$$S\% = \left[\frac{102.10 - 99.15}{30.08} \right] * 100 = 9.81\%$$

Cálculo del factor de Harmond

$$FH_{futuro} = \frac{18 + \sqrt{25/1000}}{4 + \sqrt{12/1000}} = 4.37 \quad FH_{actual} = 4.41$$

Cálculo de caudal domiciliar

$$Q_{dom\ futuro} = \frac{(150) * (25) * (1)}{86400} = 0.0434 \quad l/s$$

$$Q_{dom\ actual} = 0.0208 \quad l/s$$

Cálculo de caudal de diseño

$$q_{Diseño\ futuro} = (4.37) * (0.002) * (25) = 0.218 \quad l/s$$

$$q_{Diseño\ actual} = 0.106 \quad l/s$$

Diseño hidráulico

$$\text{Tubería PVC} = \text{Ø}8'' \quad S_{tubería} = 9.81\%$$

Velocidad a sección llena

$$V = \frac{0.03429}{0.01019} * (8'')^{2/3} * \left(\frac{9.81}{100}\right)^{1/2} = 4.22 \quad m/s$$

Caudal a sección llena

$$A = \frac{\pi * (8'' * 0.0254)^2}{4} = 0.0324 \quad m^2$$

$$Q_{llena} = 0.0324 * 4.22 * 1000 = 136.698 \quad l/s$$

$$\text{Relación de caudales} = \left(\frac{q_{diseño}}{Q_{llena}} \right)$$

$$\left(\frac{0.218}{136.698} \right) = 0.0016 \quad (\text{Futuro}) \quad \left(\frac{0.106}{136.698} \right) = 0.00078 \quad (\text{Actual})$$

De la tabla IV, se obtienen las siguientes relaciones

$$\left(\frac{v}{V} \right)_{Futuro} = 0.176898 \quad \left(\frac{d}{D} \right)_{Futuro} = 0.029$$

En tramos iniciales es difícil que la relación de tirantes (d/D) cumpla, debido al poco caudal existente en ella.

Cálculo de velocidad

$$v_{Futuro} = (0.176898) * (4.22) = 0.758 \quad m/s$$

Los datos obtenidos de velocidad, están comprendidos en los rangos establecidos en la Tabla IV.

2.5.17 Tabla de resultados

Tabla III. Diseño hidráulico para el alcantarillado sanitario

Densidad Poblacional (hab/viv): 6
 Dotación (lt/hab/día): 150
 Factor de Retorno: 1
 Período de diseño (años): 30
 Factor Población futura: 2.1

Tramo Inicial	De PV	A	Cotas de Terreno		Dist H (m)	S(%)	No Casas	Habitantes a servir		ACTUAL				FUTURO			
			PV	Final				Actual	Futuro	F.H	Qdom	fqm	qdis	F.H	Qdom	fqm	qdis
SI	1	2	102.1	99.15	30.08	9.81	2	12	25	4.41	0.0208	0.002	0.1058	4.37	0.0434	0.002	0.2183
	2	3	99.15	97.48	22.29	7.49	1	6	13	4.43	0.0104	0.002	0.0532	4.40	0.0226	0.002	0.1145
	3	4	97.48	93.60	46.22	8.39	2	12	25	4.41	0.0208	0.002	0.1058	4.37	0.0434	0.002	0.2183
	4	5	93.60	92.63	57.97	1.67	4	24	50	4.37	0.0417	0.002	0.2097	4.31	0.0868	0.002	0.4315
	5	6	92.63	91.38	31.92	3.92	2	12	25	4.41	0.0208	0.002	0.1058	4.37	0.0434	0.002	0.2183
	6	7	91.38	91.11	52.19	0.52	4	24	50	4.37	0.0417	0.002	0.2097	4.31	0.0868	0.002	0.4315
SI	9	8	98.46	93.24	32.29	16.17	1	6	13	4.43	0.0104	0.002	0.0532	4.40	0.0226	0.002	0.1145
	8	7	93.24	91.11	17.54	12.14	1	6	13	4.43	0.0104	0.002	0.0532	4.40	0.0226	0.002	0.1145
	7	10	91.11	90.46	16.22	4.01	2	12	25	4.41	0.0208	0.002	0.1058	4.37	0.0434	0.002	0.2183
	14	14.1	92.88	90.87	36.00	5.74	2	12	25	4.41	0.0208	0.002	0.1058	4.37	0.0434	0.002	0.2183
	14.1	13	90.87	88.60	39.65	5.73	1	6	13	4.43	0.0104	0.002	0.0532	4.40	0.0226	0.002	0.1145
	13	12	88.60	88.57	24.60	0.12	1	23	6	4.43	0.0104	0.002	0.0532	4.40	0.0226	0.002	0.1145
	12	11	88.57	88.82	8.00	-3.13	1	24	6	4.43	0.0104	0.002	0.0532	4.40	0.0226	0.002	0.1145
	11	10	88.82	90.46	27.24	-6.02	1	25	6	4.43	0.0104	0.002	0.0532	4.40	0.0226	0.002	0.1145
	10	15	90.46	89.75	16.00	4.44	1	6	13	4.43	0.0104	0.002	0.0532	4.40	0.0226	0.002	0.1145
SI	16	15	91.32	89.75	65.00	2.42	5	30	63	4.35	0.0521	0.002	0.2613	4.29	0.1094	0.002	0.5410
	15	17	89.75	87.31	36.20	6.93	1	6	13	4.43	0.0104	0.002	0.0532	4.40	0.0226	0.002	0.1145
	17	18	87.31	85.15	22.80	9.47	2	12	25	4.41	0.0208	0.002	0.1058	4.37	0.0434	0.002	0.2183
	18	19	85.15	84.12	25.36	4.06	5	30	63	4.35	0.0521	0.002	0.2613	4.29	0.1094	0.002	0.5410
	19	19.1	84.12	84.75	50.00	-1.26	5	30	63	4.35	0.0521	0.002	0.2613	4.29	0.1094	0.002	0.5410
	19.1	20	84.75	85.36	48.79	-1.25	2	12	25	4.41	0.0208	0.002	0.1058	4.37	0.0434	0.002	0.2183
	20	21	85.36	85.06	35.20	0.85	2	12	25	4.41	0.0208	0.002	0.1058	4.37	0.0434	0.002	0.2183
	21	22	85.06	83.45	51.15	3.15	3	212	424	4.14	0.3681	0.002	1.7548	4.01	0.7361	0.002	3.4005
SI	25	23	86.73	85.90	45.00	1.84	3	18	38	4.39	0.0313	0.002	0.1579	4.34	0.0660	0.002	0.3296
SI	24	23	86.10	85.90	32.00	0.62	1	6	13	4.43	0.0104	0.002	0.0532	4.40	0.0226	0.002	0.1145
	23	23.1	85.90	84.73	41.34	2.83	4	24	50	4.37	0.0417	0.002	0.2097	4.31	0.0868	0.002	0.4315
	23.1	22	84.73	83.45	45.00	2.84	3	18	38	4.39	0.0313	0.002	0.1579	4.34	0.0660	0.002	0.3296
	22	22.1	83.45	83.94	40.00	-1.22	2	12	25	4.41	0.0208	0.002	0.1058	4.37	0.0434	0.002	0.2183
	22.1	26	83.94	84.46	41.59	-1.25	3	18	38	4.39	0.0313	0.002	0.1579	4.34	0.0660	0.002	0.3296
	26	27	84.46	84.16	40.00	0.75	3	18	38	4.39	0.0313	0.002	0.1579	4.34	0.0660	0.002	0.3296
	27	28	84.16	83.43	48.99	1.49	2	12	25	4.41	0.0208	0.002	0.1058	4.37	0.0434	0.002	0.2183
	28	28.3	83.43	80.90	11.50	22.00	0	0	0	4.50	0	0	0	4.50	0.0000	0	0.0000

Tabla IV. Diseño hidráulico para el alcantarillado sanitario (continuación).

Tramo Inicial	De PV	A PV	Cotas de Terreno		Dist H (m)	Terreno		Tubería Asumida		Sección Llena		Relaciones		Velocidad		Cotas Invert		Profundidad		Ancho		Volumen	
			Inicio	Final		S(%)	gdis acum	Sds %	Φ "	V	Q	gdis/Q	d/D	v/v	v	Inicio	Final	PV Inicial	PV Final	Zanja	Zanja	Excav. (m³)	Relleno (m³)
SI	1	2	102.1	99.15	30.08	9.81	0.2183	9.81	8	4.22	136.698	0.016	0.2900	0.179668	0.768	100.75	97.80	1.35	1.35	0.75	0.75	30.51	30.48
	2	3	99.15	97.48	22.29	7.49	0.3328	7.49	8	3.68	119.480	0.028	0.3800	0.214766	0.791	97.77	96.10	1.38	1.38	0.75	0.75	23.11	23.08
	3	4	97.48	93.60	46.22	8.39	0.5512	8.39	8	3.90	126.471	0.044	0.4700	0.246749	0.962	96.07	92.19	1.41	1.41	0.75	0.75	48.96	48.93
	4	5	93.60	92.63	57.97	1.67	0.9826	1.67	8	1.74	56.464	0.0174	0.09100	0.377042	0.668	92.16	91.19	1.44	1.44	0.75	0.75	62.71	62.68
	5	6	92.63	91.38	31.92	3.92	1.201	3.92	8	2.66	86.380	0.0139	0.08200	0.353551	0.942	91.16	89.91	1.47	1.47	0.75	0.75	35.25	35.22
	6	7	91.38	91.11	52.19	0.62	1.6325	1.95	8	1.88	60.952	0.0268	0.1200	0.430901	0.810	89.88	88.86	1.50	2.25	0.75	0.75	73.44	73.41
SI	8	9	88.46	93.24	32.29	16.17	0.1145	10.75	8	4.41	143.094	0.0008	0.02100	0.145412	0.642	93.21	89.74	5.25	3.50	0.75	0.75	105.95	105.92
	8	7	93.24	91.11	17.54	12.14	0.229	7.98	8	3.80	123.322	0.0019	0.03200	0.191885	0.730	89.71	88.31	3.53	2.80	0.75	0.75	41.64	41.60
	7	10	91.11	90.46	16.22	4.01	2.0798	4.01	8	2.69	87.382	0.0238	0.10600	0.41621	1.121	88.28	87.63	2.83	2.83	0.75	0.75	34.43	34.39
SI	14	14.1	92.88	90.87	35.00	5.74	0.2183	5.74	8	3.23	104.606	0.0021	0.03300	0.1958	0.632	90.88	88.87	2.00	2.00	0.75	0.75	52.50	52.47
	14.1	13	90.87	88.60	39.65	5.73	0.1145	5.73	8	3.22	104.490	0.0011	0.02500	0.163129	0.600	88.84	86.57	2.03	2.03	0.75	0.75	60.40	60.36
	13	12	88.60	88.57	24.60	0.12	0.3328	3.12	8	2.38	77.127	0.0043	0.04700	0.246749	0.600	86.54	85.77	2.06	2.80	0.75	0.75	44.85	44.82
	12	11	88.57	88.82	8.00	-3.13	0.4473	2.13	8	1.96	63.631	0.0070	0.05900	0.286029	0.600	85.74	85.57	2.83	3.25	0.75	0.75	18.24	18.21
	11	10	88.82	90.46	27.24	-6.02	0.5618	2.13	8	1.96	63.694	0.0088	0.06600	0.307627	0.604	85.54	84.96	3.28	5.50	0.75	0.75	89.69	89.66
	10	15	90.46	89.75	16.00	4.44	2.756	4.25	8	2.77	89.988	0.0306	0.12000	0.449964	1.249	84.93	84.25	5.53	5.50	0.75	0.75	66.18	66.15
SI	16	15	91.32	89.75	65.00	2.42	0.541	2.42	8	2.09	67.840	0.0080	0.06300	0.298427	0.624	89.97	88.40	1.35	1.35	0.75	0.75	65.81	65.78
	15	17	89.75	87.31	35.20	6.93	3.4115	1.16	8	1.45	47.110	0.0724	0.18200	0.58132	0.844	84.22	83.81	5.53	3.50	0.75	0.75	119.20	119.16
	17	18	87.31	85.15	22.80	9.47	3.6298	2.32	8	2.05	66.552	0.0545	0.15800	0.533617	1.095	83.78	83.25	5.33	1.90	0.75	0.75	46.43	46.39
	18	19	85.15	84.12	25.36	4.06	4.1708	2.37	8	2.07	67.442	0.0621	0.16800	0.553851	1.147	83.22	82.62	1.93	1.50	0.75	0.75	32.62	32.59
	19	19.1	84.12	84.75	50.00	-1.26	4.7117	1.90	8	1.86	60.168	0.0783	0.18900	0.594644	1.103	82.59	81.64	1.53	3.11	0.75	0.75	87.00	86.97
	19.1	20	84.75	85.36	48.79	-1.25	4.9301	1.95	8	1.88	60.910	0.0809	0.19200	0.600274	1.127	81.61	80.66	3.14	4.70	0.75	0.75	143.44	143.41
	20	21	85.36	85.06	35.20	0.85	5.1484	1.90	8	1.86	60.222	0.0855	0.19700	0.609553	1.132	80.63	79.96	4.73	5.10	0.75	0.75	129.76	129.72
SI	21	22	85.06	83.45	51.15	3.15	8.5489	2.31	8	2.04	66.299	0.1289	0.24200	0.687704	1.406	79.93	78.75	5.13	4.70	0.75	0.75	188.55	188.52
	22	23	83.45	85.90	45.00	1.84	0.3296	3.73	8	2.60	84.341	0.0039	0.04500	0.239853	0.624	85.38	83.70	1.35	2.20	0.75	0.75	59.91	59.87
SI	24	23	86.10	85.90	32.00	0.62	0.1145	5.78	8	3.24	104.955	0.0011	0.02500	0.163129	0.600	84.75	82.90	1.35	3.00	0.75	0.75	52.20	52.17
	23	23.1	85.90	84.73	41.34	2.83	0.4315	2.83	8	2.26	73.434	0.0059	0.05400	0.270068	0.612	82.87	81.70	3.03	3.03	0.75	0.75	93.95	93.91
	23.1	22	84.73	83.45	45.00	2.84	0.7738	2.78	8	2.24	72.751	0.0106	0.07200	0.325255	0.730	81.67	80.42	3.06	3.03	0.75	0.75	102.77	102.74
	22	22.1	83.45	83.94	40.00	-1.22	9.541	1.50	8	1.65	53.461	0.1785	0.28500	0.754458	1.244	78.72	78.12	4.73	5.82	0.75	0.75	158.25	158.22
	22.1	26	83.94	84.46	41.59	-1.25	9.8706	1.51	8	1.66	53.724	0.1837	0.29000	0.761771	1.262	78.09	77.46	5.95	7.00	0.75	0.75	200.41	200.38
	26	27	84.46	84.16	40.00	0.75	10.2	1.42	8	1.61	52.107	0.1958	0.29900	0.774715	1.245	77.43	76.86	7.03	7.30	0.75	0.75	214.95	214.92
	27	28	84.16	83.43	48.99	1.49	10.419	1.49	8	1.64	53.284	0.1955	0.29900	0.774715	1.273	76.83	76.10	7.33	7.33	0.75	0.75	269.32	269.29
	28	28.3	83.43	80.90	11.50	22.00	10.419	1.48	8	1.64	53.072	0.1963	0.30000	0.776135	1.270	76.07	75.90	7.36	5.00	0.75	0.75	53.30	53.27

Distancia red Alcantarillado (m) 1,136.13

2.6 Planos constructivos

Después de realizar los procedimientos descritos en las secciones anteriores, es necesario plasmar los resultados en planos. Estos son representaciones gráficas que detallan todas las partes y los trabajos a realizar en el proyecto, y que sirven para presupuestar, contratar y construir los diferentes trabajos del mismo. Los planos que para el presente proyecto se elaboraron son: planta general, planta perfil, detalles de pozos de visita, detalles de conexiones domiciliarias.

2.7 Presupuesto

El presupuesto es una herramienta de planificación, coordinación y control de funciones que presenta en términos cuantitativos las actividades a ser realizadas en el proceso constructivo, con el fin de dar el uso más productivo a sus recursos, para alcanzar determinadas metas.

2.7.1 Presupuesto de materiales

- La cantidad de arena de río y piedrín se calculó por metro cúbico de fundición por pozo de visita.
- El concreto para la fundición de pozos se calculó por metro cúbico.
- La cantidad de refuerzo y alambre de amarre se calculó en varillas y libras respectivamente por pozo.
- La totalidad de materiales será local y será proporcionada por la municipalidad.

- Los precios de los materiales se tomaron con base en los que se manejan en el municipio.

2.7.2 Presupuesto de mano de obra

- La cuantificación de la mano de obra calificada se realizó en forma unitaria, metro lineal, metro cuadrado y metro cúbico.
- Los salarios de la mano de obra, se tomaron con base en los precios que se manejan en la comunidad.

2.7.3 Resumen del presupuesto final

Figura V. Presupuesto para el alcantarillado sanitario.

CUADRO DE CANTIDADES DE TRABAJO

No.	REGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS	PRECIO TOTAL (Q)	PRECIO TOTAL (\$)
ALCANTARILLADO SANITARIO						
1	Topografía	Km	1.14	Q 1,200.00	Q 1,364.40	\$ 184.38
2	Excavacion de zanja para drenaje	m3	2,805.71	Q 59.01	Q 165,568.54	\$ 22,374.13
3	Excavacion para pozo de visita	m3	137.45	Q 161.13	Q 22,146.30	\$ 2,992.74
4	Colocacion de colector de 8"	tubos	200.00	Q 1,586.12	Q 317,224.08	\$ 42,868.12
5	Construccion Brocal tipico pozos de visita	unidad	32.00	Q 3,073.88	Q 98,364.17	\$ 13,292.45
6	Construccion de pozos de visita (H≤ 3.00 m)	unidad	20.00	Q 3,743.60	Q 74,872.01	\$ 10,117.84
7	Construccion de pozos de visita (H> 3.00 m)	unidad	12.00	Q 12,469.00	Q 149,627.96	\$ 20,219.99
8	Conexión domiciliar	unidad	72.00	Q 3,902.53	Q 280,981.83	\$ 37,970.52
9	Relleno de zanja (relleno controlado)	m3	3,646.50	Q 137.86	Q 502,713.78	\$ 67,934.30
PRECIO TOTAL					Q 1,612,863.07	\$ 217,954.47

INCLUYE EL IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - IVA -
US \$ 1.00 ---- Q 7.40

3. DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES

3.1 Descripción del proyecto

El diseño de la edificación escolar consta de dos niveles, la distribución de los ambientes será:

- El segundo nivel, tendrá cuatro aulas.
- El primer nivel, está compuesto de tres aulas y servicios sanitarios (hombres y mujeres).

La edificación contará con los servicios de energía eléctrica, agua potable y drenajes. La estructura de la edificación estará compuesta de marcos dúctiles con losas planas de concreto reforzado, los muros serán de block pómez, piso de granito, ventanas y puertas de metal.

3.1.1 Infraestructura requerida para el centro educativo

Es el proceso más general del proyecto de una obra civil, en la cual se definen las características que debe tener la edificación para cumplir de manera adecuada las funciones que esta destinada a desempeñar.

Es necesario que se cuente con las siguientes áreas

- · 7 aulas de enseñanza – aprendizaje
- · Servicios sanitarios
- · Modulo de gradas
- · Área de recreación.

3.1.2 Descripción del espacio disponible

3.1.2.1 Localización del terreno

El terreno que se va a utilizar para la construcción de la edificación escolar, se localiza en la colonia Valladares, el cual fue donado por la municipalidad de Cuilapa Santa Rosa.

3.1.2.2 Topografía del terreno

Por la forma del terreno no hubo necesidad de realizar un levantamiento topográfico, ya que la superficie del terreno es plana. La medición se realizó con cinta y tiene un área de 1000 m²

3.1.3 Normas para el diseño de edificios educativos

Para la disposición y distribución de áreas, aspectos arquitectónicos y de funcionamiento, se aplicaron las normas contenidas en el Reglamento de Construcción de Edificios Escolares del Ministerio de Educación, conjugándolas con criterios personales. Las normas que fueron aplicadas en este trabajo, se describen a continuación.

3.1.3.1 Criterios generales

Son todos los aspectos importantes que se toman para el diseño, se puede mencionar: ubicación del edificio, altura de ventanas, iluminación, entre otros.

3.1.3.1.1 Criterios de conjunto

Conjunto arquitectónico: se toman como base los requisitos que debe cumplir el centro educativo para atender a los alumnos que se espera recibir, y se debe diseñar con respecto a su funcionalidad incluyendo todas las áreas a utilizar.

- Emplazamiento: un correcto emplazamiento del conjunto arquitectónico en el terreno se logra cuando el área construida en la planta baja no exceda el 40% del área total del terreno.
- Orientación del edificio: la correcta orientación proporciona una óptima iluminación, ventilación y asoleamiento de todos los ambientes del edificio. La orientación ideal para las ventanas es de norte a sur, de preferencia abriéndolas hacia el norte; sin embargo, la orientación será definida en el terreno, tomando en cuenta que el sentido del viento dominante es el ideal para abrir las ventanas bajas.
- Superficie y altura del edificio: la superficie varía en función de las necesidades que se tengan que satisfacer, tanto en capacidad como en tipo de enseñanza; y la altura no debe exceder de tres niveles, tratando de ubicar los talleres y laboratorios en el primer nivel.

3.1.3.1.2 Criterios de iluminación

a) Generalidades de la iluminación en el edificio: la iluminación debe ser abundante y uniformemente distribuida, evitando la proyección de sombras y contrastes muy marcados. Para lograr lo anterior, deben tomarse en cuenta los siguientes criterios:

- Es importante el número, tamaño y ubicación de las ventanas y/o lámparas.
- Un local pequeño recibe mejor iluminación que uno grande, pero sus dimensiones dependen de los requerimientos de espacio.
- Los acabados más brillantes permiten mayor reflexión de la luz y como resultado, una mejor iluminación.

b) Tipos de Iluminación: la iluminación se divide en: natural y artificial. La iluminación natural, por la ubicación de las ventanas, se divide en unilateral, bilateral y cenital. Estos tipos de iluminación, aceptados para los centros educativos, se describen a continuación:

- Iluminación natural: el diseño de ventanas para iluminación debe proporcionar luz pareja y uniforme en todos los puntos del área sin incidencia de rayos solares, conos de sombra o reflejos.
- Iluminación natural unilateral: el área de ventanas debe ser del 25% a 30% del área de piso, el techo y los muros opuestos deben ser de color claro y no debe estar a una distancia de 2.5 veces la altura del muro donde están las ventanas.

- Iluminación natural bilateral: Este caso se da cuando existen ventanas en las paredes laterales del aula; las ventanas deben tener un área de iluminación entre 25% a 30%.
- Iluminación natural cenital: en este caso, la iluminación es por medio de ventanas colocadas en el techo del aula. Para esta iluminación se toma como área de ventanas del 15% al 20% del área total de piso.
- Iluminación artificial: debe usarse como apoyo a la iluminación natural. Como se requiere iluminación nocturna en algunas áreas se debe considerar iluminar los ambientes en forma idéntica a la natural, con el fin de mantener condiciones generales y deberá ser difusa para que no moleste la vista.

Para la iluminación del edificio escolar, se tomó el concepto de iluminación natural bilateral, ya que el edificio está orientado de norte a sur, teniendo un área de iluminación del 25%. Para la iluminación artificial, se colocó lámparas de 2x40 tipo industrial.

3.1.3.1.3 Instalaciones

Las instalaciones que regularmente se colocan en los edificios educativos son las hidráulicas, sanitarias, eléctricas y de gas. En su diseño y colocación se debe garantizar lo siguiente:

- Seguridad de operación
- Capacidad adecuada para prestar el servicio.
- Servicio constante
- Protección contra agentes nocivos, principalmente ambientales.

Cuando no existan en el lugar las instalaciones sanitarias adecuadas, se debe prestar atención especial a estas instalaciones, para ver de qué forma se eliminan las aguas servidas o se opte por la construcción de una fosa séptica.

3.1.3.1.4 Otros criterios

- a) Ventilación: la ventilación debe ser alta, constante, cruzada y sin corrientes de aire. La cantidad disponible de aire en el ambiente, tiene gran importancia en el desarrollo de la educación.
- b) Criterios de color: el color es uno de los elementos que evitan la reverberación y sobre todo ayudan a la optimización de la iluminación natural. Se recomienda el uso de colores cálidos en ambientes donde la luz solar es poca. Los colores deben dar un efecto tranquilizante.
- c) Confort acústico: es muy importante en un centro de esta categoría, pues los ambientes deben ser tranquilos para que influyan favorablemente en el estado anímico de los estudiantes. Para que exista un confort acústico es necesario que no existan interferencias sonoras entre los distintos ambientes. Los ruidos en un aula pueden provenir del exterior, del centro de ambientes vecinos o del interior; para prevenirlos y así lograr las condiciones acústicas óptimas, se pueden tomar las precauciones siguientes:
 - Para que no interfiera el ruido proveniente del exterior, ubicar los establecimientos en zonas tranquilas, pero de no ser posible esto, se debe orientar el edificio de manera que el viento se lleve los ruidos.

- Para prevenir la interferencia entre ambientes, separar los ambientes ruidosos de los tranquilos, tomando en cuenta la dirección del viento.
- Para disminuir el ruido interno del ambiente, construir con materiales porosos, ya que éstos absorben el ruido, también las patas del mobiliario y equipo deben tener aislantes acústicos, para disminuir el ruido al moverlos.

3.1.3.2 Espacios educativos

Espacios educativos se denominan a la totalidad de espacios destinados al ejercicio de la educación, el cual se desarrolla por medio de diferentes actividades. Por tal razón, las características de los espacios educativos varían de acuerdo a los requerimientos pedagógicos de las distintas asignaturas.

En el reglamento se describen como espacios educativos característicos: aula teórica, aula unitaria, aula de proyecciones y la economía doméstica. Descripción que se detalla aquí, únicamente para el aula teórica, ya que ésta se utiliza en todos los espacios educativos de este proyecto, por ser la que mejor se adapta a los requerimientos del centro educativo.

3.1.3.2.1 Aula teórica

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 diversificado es de 30 alumnos, pero se permite un máximo de 40 alumnos.
- El área óptima por alumno es de 1.50m², pero si el espacio no lo permite se acepta un mínimo de 1.30m².
- 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.

3.1 Diseño estructural

3.2.1 Diseño arquitectónico

Las aulas se diseñaron con capacidad de 35 alumnos, necesitando un área mínima de 1.30 m², y un área interna de salón de 46.00 m² tiene forma rectangular de 5.75x8.00m. El diseño arquitectónico se refiere a darle la forma adecuada y distribuir en conjunto los diferentes ambientes que componen el edificio. Esto se hace para tener un lugar cómodo y funcional para su uso. Para lograrlo, se deben tomar en cuenta los diferentes criterios tales como: número aproximado de personas que utilizarán la edificación, crecimiento poblacional, dimensiones del terreno y financiamiento para la construcción.

Las relaciones de la edificación con su entorno (contactos visuales y auditivos) las influencias del medio ambiente que repercuten alrededor de ella (Sol, viento y ruido) tienen una importancia decisiva para la calidad de la edificación. Por lo se le debe prestar atención a estos elementos externos en la planificación, para asegurar las relaciones positivas o bien suprimir las influencias negativas.

3.2.1.1 Distribución de ambientes

La forma de los ambientes y su distribución dentro del edificio se hace del modo tradicional para edificio educativos, por ser esta la que mas se ajusta a las necesidades existentes y al espacio disponible.

3.2.1.2 Altura de la edificación

Se elige un edificio de dos niveles por razón de espacio disponible. La altura será de 3.00m de piso a cielo en todos los ambientes, se dejará con esas medidas para dar confort, tanto a los ambientes como a los espacios de circulación.

3.2.2 Análisis estructural

En la elección del sistema estructural influyen, en la toma de decisión, los factores de resistencia, economía, estética, los materiales disponibles en el lugar y la técnica para realizar la obra. El resultado debe comprender el tipo estructural, formas y dimensiones, los materiales y el proceso de ejecución. Para este caso, se ha elegido un sistema estructural del tipo de marcos dúctiles de concreto reforzado, con losas planas de concreto reforzado y muros de mampostería con block de pómez; además, todo el sistema se construirá en obra usando los métodos tradicionales.

3.2.2.1 Predimensionamiento estructural

Predimensionar la estructura es darle medidas preliminares a los elementos que la componen, es decir, los que serán utilizados para soportar las cargas aplicadas. Para esto se puede recurrir a la experiencia en obras similares y utilizar métodos analíticos cortos. En este caso se aplican los métodos siguientes:

a) Columnas:

El método que se utiliza para predimensionar las columnas, determina la sección y se basa en la carga aplicada a ésta. 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 demás columnas.

$$P = 0.80(0.225F'_c * A_g + F_y * A_s)$$

Donde A_s oscila entre:

$$1\%A_g < A_s < 6\%A_g$$

$$P = \text{Área Tributaria} \times \text{concreto} = 16.32 * 2,400 = 39,168 \text{ kg/m}$$

$$F'_c = 210 \text{ kg/m}$$

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

$$A_g = \text{Área gruesa de columna.}$$

Usando un A_s de $0.01 A_g$ entonces queda:

$$39,168 = 0.8 ((0.225 * 210 * A_g) + (2,810 * 0.01 A_g))$$

$A_g = 658.95 \text{ cm}^2$; Según ACI sección mínima $20 * 20 \text{ cm} = 400 \text{ cm}^2$, se propone trabajar con una de $30 * 30 \text{ cm} = 900 \text{ cm}^2$ que es mayor al A_g calculado.

b) Vigas

Para predimensionar las vigas, el método utilizado, calcula el peralte de la viga, dependiendo ésta de la luz que cubre la viga. La base de la viga queda a criterio del diseñador, usando aquí el ancho de las columnas. En este caso

sólo se calcula la viga crítica, o sea la de mayor longitud, quedando las otras con igual sección. La forma en que se calcula el peralte es la siguiente:

$$t_{\text{viga}} = \text{luz libre de viga} * 0.08 \text{ o } t_{\text{viga}} = L/18.5 \text{ (según ACI 318-99)}$$

Datos:

L= 5.90 m

Sección de columna = 0.30x0.30 m

Lviga= 5.90-0.30m = 5.60 m.

Tviga = 5.60/18.5 = 0.30 m se opta 0.40 m

Base de Viga = 0.25 m.

Sección de Viga = 0.25x0.40 m.

c) Losas

Las losas son elementos estructurales que pueden servir como cubiertas que protegen la intemperie, como para transmitir cargas verticales y horizontales. Por su espesor, pueden dividirse en cascarones ($t < 0.09\text{m}$), planas ($0.09 \leq t \leq 0.12$) y nervadas ($t > 0.12\text{m}$).

Lo que se calcula es el peralte o grosor de la losa. El método usa como variables las dimensiones de la superficie de la losa y el tipo de apoyos que tiene. En este caso, todas las losas están apoyadas en cuatro lados, pero se tienen dos medidas de losas, por tanto, se toma la crítica y el peralte resultante se usa en ambas. Para losas en dos direcciones, ACI recomienda:

$$t_{losa} = \frac{(Perimetrolosa)}{180}$$

$$t_{losa} = 2(5.90 + 4.075) / 180$$

$$t_{losa} = 0.11 \text{ m.}$$

Por facilidad constructiva se empleará $t_{losa} = 0.12 \text{ m.}$

d) Cimientos

Para la cimentación se usan zapatas aisladas. El método de predimensionamiento se incluye en el diseño de las zapatas.

Con los resultados obtenidos anteriormente, se presenta a continuación la figura 2, que muestra la distribución de las columnas y vigas con sus respectivas medidas.

Figura 2. Planta - Edificio escolar

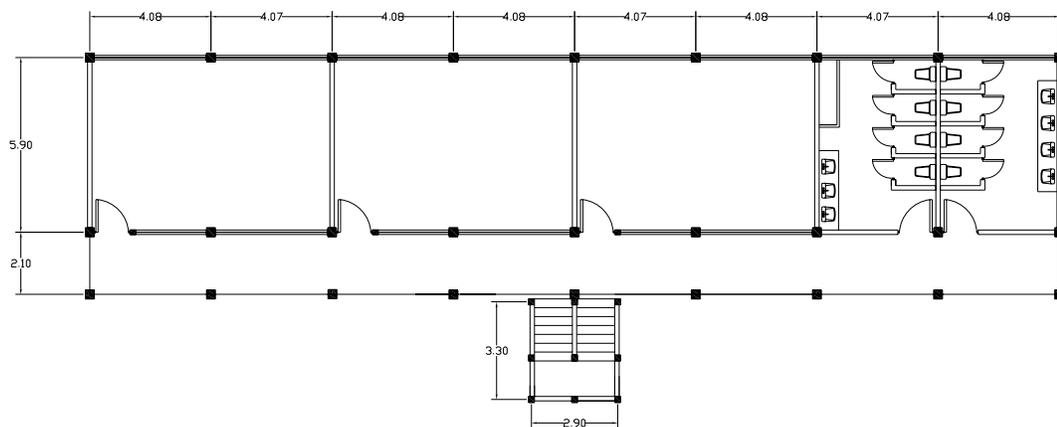


Figura 3. Elevación marco típico, sentido Y

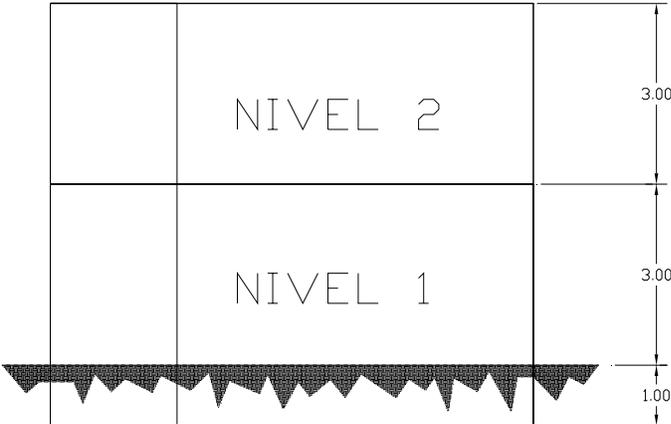
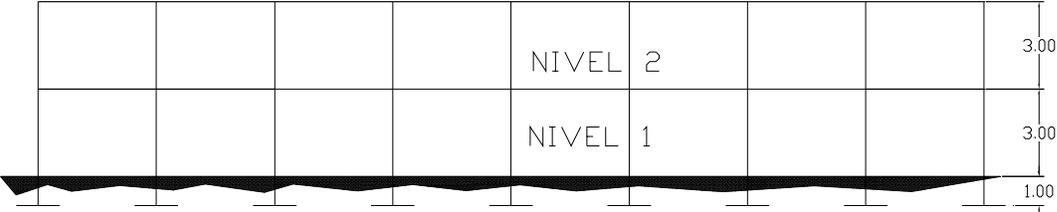


Figura 4. Elevación marco típico, sentido X



3.2.2.2 Modelos matemáticos de marcos dúctiles

El modelo matemático de un marco dúctil es una gráfica que representa tanto la forma como las cargas que soporta un marco y sirve para hacer el análisis estructural del mismo.

En este caso, por la similitud de los marcos dúctiles, en geometría y en las cargas aplicadas, se analizan únicamente los críticos en los sentidos X e Y, ver figuras 3 y 4.

3.2.2.3 Análisis de cargas

Las cargas que actúan sobre las estructuras pueden dividirse en tres grandes categorías: cargas muertas, cargas vivas y cargas ambientales. Las cargas muertas, son aquellas que se mantienen constantes en magnitud y fijas en posición durante la vida de la estructura. Generalmente, la mayor parte de la carga muerta es el peso propio de la estructura. Ésta puede calcularse con buena aproximación a partir de la configuración de diseño, de las dimensiones de la estructura y de la densidad del material.

Las cargas vivas, consisten principalmente en cargas de ocupación en edificios. Éstas pueden estar total o parcialmente en su sitio o no estar presentes, y pueden cambiar su ubicación. Su magnitud y distribución son inciertas en un momento dado.

Las cargas ambientales consisten principalmente en cargas de presión y succión de viento, cargas sísmicas (fuerzas inerciales causadas por movimientos sísmicos), presiones de suelo en las porciones subterráneas de estructuras. Al igual que las cargas vivas, las cargas ambientales son inciertas tanto en magnitud como en distribución.

3.2.2.4 Integración de cargas

3.2.2.4.1 Cargas verticales en marcos dúctiles

También son llamadas cargas por gravedad, se divide en carga viva y muerta, La carga viva son cargas ocasionales, tales como el peso de personas, entre otras, la carga muerta es aquella que permanece constante, inamovible y permanente dentro de una estructura, generalmente esta constituida por el peso propio de los elementos que integra la estructura.

Las cargas vivas para las cuales debe diseñarse la edificación escolar, son las siguientes.

Carga muerta (CM)

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

Peso de acabados = 60 kg/m^2

Peso de piso y mezclón = 144 kg/m^2

Peso de muros = 250 kg/m^2

Peso de viga = 240 kg/m

Peso de losa = 288 kg/m^2

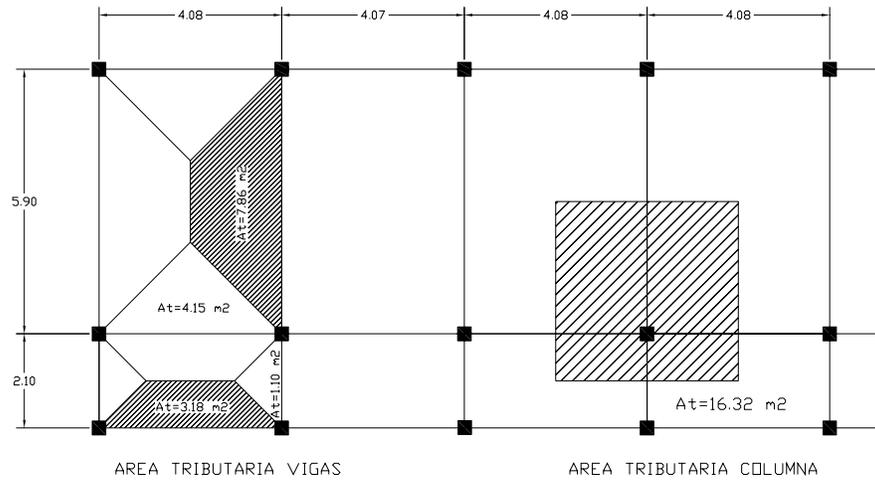
Carga viva (CV)

En techo = 100 kg/m^2

En aulas = 350 kg/m^2

En pasillos = 500 kg/m^2

Figura 5. Planta típica aéreas tributarias.



Las cargas linealmente distribuidas para posteriormente realizar el análisis estructural, se calculan tomando en cuenta los valores anteriores, la geometría de la planta y siguiendo el procedimiento siguiente:

Cargas sobre el marco típico eje 2.

Marco típico nivel 2 (Aquí no se incluye el peso de piso y muros)

Carga muerta:

$$CM_{x-x} = \frac{(Losa + Acabados) * (AreaTributaria)}{LongitudViga} + Viga$$

$$CM_{F-I} = \frac{(288Kg/m^2 + 60Kg/m^2) * (7.86m^2 + 7.86m^2)}{5.90m} + 240Kg/m = 1,167.21Kg/m$$

$$CM_{C-F} = \frac{(348Kg/m^2) * (2.20m^2)}{2.10m} + 240Kg/m = 604.57Kg/m$$

Carga viva:

$$CV_{X-X} = \frac{(CargaVivaTecho) * (AreaTributaria)}{LongitudViga}$$

$$CV_{F-I} = \frac{(100Kg/m^2) * (15.72m^2)}{5.90m} = 266.44Kg/m$$

$$CV_{C-F} = \frac{(100Kg/m^2) * (2.20m^2)}{2.10m} = 104.76Kg/m$$

Marco típico nivel 1

Carga muerta:

$$CM_{X-X} = \frac{(Losa + Acabados + Muros + Piso) * (AreaTributaria)}{LongitudViga} + Viga$$

$$CM_{E-H} = \frac{(288Kg/m^2 + 60Kg/m^2 + 250Kg/m^2 + 144Kg/m^2) * (15.72m^2)}{5.90m} + 240Kg/m$$

$$CM_{E-H} = 2,216.99Kg/m$$

$$CM_{B-E} = \frac{(288Kg/m^2 + 60Kg/m^2 + 250Kg/m^2 + 144Kg/m^2) * (2.20m^2)}{2.10m} + 240Kg/m$$

$$CM_{B-E} = 1,017.33Kg/m$$

Carga viva:

$$CV_{x-x} = \frac{(CargaVivaEntrepiso) * (AreaTributaria)}{LongitudViga}$$

$$CV_{E-H} = \frac{(350Kg/m^2) * (15.72m^2)}{5.90m} = 932.54Kg/m$$

$$CV_{B-E} = \frac{(500Kg/m^2) * (2.20m^2)}{2.10m} = 523.81Kg/m$$

Tabla VI. Cargas sobre el marco típico eje Y.

No. nivel	Carga muerta	Carga viva
Nivel 2	864.26 Kg/m	179.40 Kg/m
Nivel 1	1571.05 Kg/m	627.85 Kg/m

Figura 6. Cargas aplicadas, marco dúctil típico, sentido Y

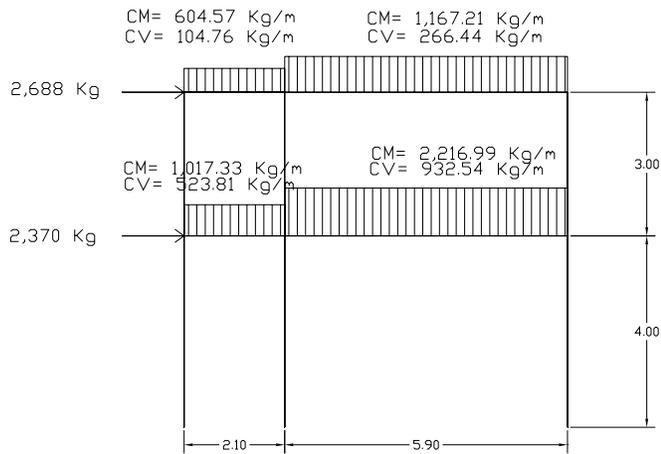
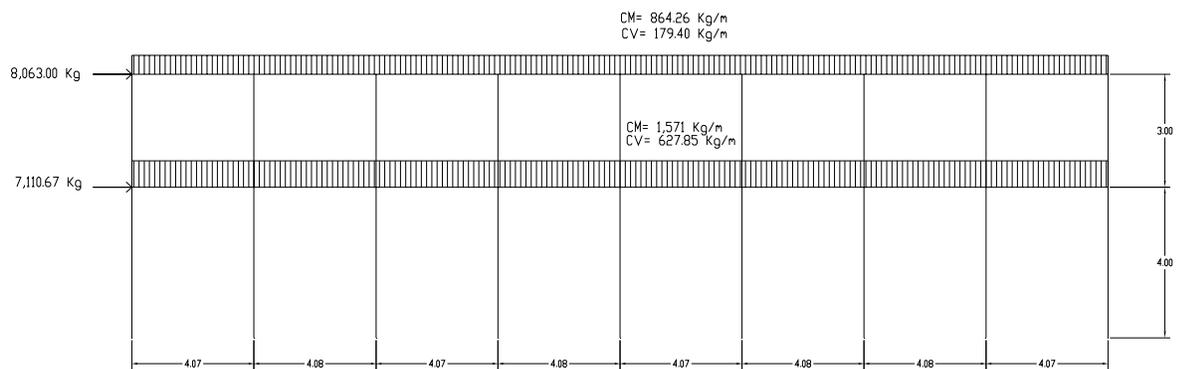


Figura 7. Cargas aplicadas, marco dúctil típico, sentido X



3.2.2.4.2 Cargas horizontales en marcos dúctiles

Existen dos fuerzas, de viento y de sismo, a las que está expuesto comúnmente un edificio. Desde el punto de vista de las estructuras, los sismos consisten en movimientos aleatorios horizontales y verticales en la superficie de la tierra. A medida que el terreno se mueve, la inercia tiende a mantener a la estructura en su sitio original, lo cual conlleva a la imposición de desplazamientos y de fuerzas que pueden tener resultados catastróficos. Por lo tanto, la respuesta sísmica depende fuertemente de las propiedades geométricas de la estructura, especialmente de su altura. Guatemala es un país con riesgo sísmico, por tal razón, se dimensionan las estructuras de manera que éstas puedan resistir los desplazamientos y las fuerzas inducidas por el movimiento del terreno.

Peso de la estructura del edificio

Segundo nivel

Carga muerta:

$$W_{losa+acabados} = (288Kg / m^2 + 60Kg / m^2) * (32.60m * 8m) = 9,0758Kg$$

$$W_{Viga} = (240Kg / m) * (32.6m * 3m + 8m * 9m) = 40,752Kg$$

$$W_{Columnas} = (0.30m * 0.30m * 2400Kg / m^3) * (1.50m * 27col) = 8,748Kg$$

$$Total Wcm = 140,258Kg$$

Carga viva:

$$W_{cv} = (100 \text{Kg} / \text{m}^2) * (32.60\text{m} * 8\text{m}) = 26,080 \text{Kg}$$

Peso del segundo nivel:

$$W_{NIVEL2} = W_{cm} + 0.25W_{cv}$$

$$W_{NIVEL2} = 140,258 \text{Kg} + 0.25 * (26,080 \text{Kg}) = 146,778 \text{Kg}$$

Primer nivel

Carga muerta

$$W_{losa} = (288 \text{Kg} / \text{m}^2 + 60 \text{Kg} / \text{m}^2 + 144 \text{Kg} / \text{m}^2) * (32.60\text{m} * 8\text{m})$$

$$W_{losa} = 128,314 \text{Kg}$$

$$W_{viga} = (240 \text{Kg} / \text{m}) * 169.80\text{m} = 40,752 \text{Kg}$$

$$W_{Columnas} = (0.30\text{m} * 0.30\text{m} * 4\text{m} * 27 + 0.30\text{m} * 0.30\text{m} * 1.50\text{m} * 27) * 2400 \text{Kg} / \text{m}^3$$

$$W_{Columnas} = 32,076 \text{Kg}$$

$$Total W_{cm} = 201,142 \text{Kg}$$

Carga viva

$$W_{cv_{aulas}} = (350 \text{Kg} / \text{m}^2) * (32.60\text{m} * 5.90\text{m}) = 67,319 \text{Kg}$$

$$W_{cv_{pasillos}} = (500 \text{Kg} / \text{m}^2) * (32.60\text{m} * 2.10\text{m}) = 34,230 \text{Kg}$$

$$Total W_{cv} = 101,549 \text{Kg}$$

Peso del primer nivel:

$$W_{NIVEL1} = W_{cm} + 0.25W_{cv}$$

$$W_{NIVEL1} = 201,142Kg + 0.25 * (101,549Kg) = 226,529Kg$$

Peso total de la estructura

$$W_{total} = W_{nivel1} + W_{nivel2}$$

$$W_{total} = 226,529Kg + 146,778Kg = 373,307Kg$$

Para hallar las fuerzas sísmicas aplicadas a la edificación escolar, se utiliza el método SEAOC, y se aplica de la manera siguiente:

3.2.2.4.2.1 Método SEAOC aplicado a la edificación

Corte Basal (V): Es la fuerza sísmica que el suelo transmite al edificio en la base. El corte basal esta dado por la fórmula siguiente.

$$V=Z*I*K*C*S*W$$

Donde:

Z= Coeficiente de riesgo sísmico que depende de la zona.

Z= 1 por ser zona sísmica.

I= Coeficiente de importancia de la estructura, después que actua el sismo.

I=1.30 para edificios de de instituciones educativas.

K= Coeficiente que depende del tipo de la estructura.

$K = 0.67$ para marcos dúctiles.

$C =$ Coeficiente que depende del período natural de vibración.

$$C = \frac{1}{15\sqrt{T}} \leq 0.12; \quad T = \frac{0.0906H}{\sqrt{B}}; \quad H = \text{AlturadelEdificio}; \quad B = \text{Basedeledificio}$$

$S =$ Depende del tipo de suelo a cimentar, comprendida entre: $1.00 \leq S \leq 1.50$, teniendo la limitación de $C S \leq 0.14$.

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

El sismo, no actúa en una dirección determinada con respecto al edificio. Por tal razón se necesita evaluar el corte basal, tanto en el sentido longitudinal como transversal, con los valores resultantes se puede diseñar la estructura contra un sismo y en cualquier dirección.

Entonces:

$$T_x = \frac{0.0906 * 7.00}{\sqrt{32.60}} = 0.11 \text{seg}$$

$$T_y = \frac{0.0906 * 7.00}{\sqrt{8.00}} = 0.22 \text{seg}$$

$$C_x = \frac{1}{15\sqrt{11}} = 0.20 \text{seg} \leq 0.12$$

$$C_y = \frac{1}{15\sqrt{22}} = 0.14 \text{seg} \leq 0.12$$

$$C_x * S = C_y * S = 0.12 * 1.50 = 0.18 \leq 0.14$$

Debido a que estos valores no varían respecto al sentido de X & Y, el corte basal es el mismo para ambas direcciones.

$$V_x = V_y = Z * I * K * C * S * W$$

$$V_x = V_y = 1 * 1.30 * 0.67 * 0.14 * 373,307 Kg$$

$$V_x = V_y = 45,521 Kg$$

3.2.2.4.2.2 Fuerzas por nivel

La fuerza total lateral V puede ser distribuida en toda la altura de la estructura de acuerdo a al formula dada en la sección I(E) del código SEAO:

Donde:

V= Corte Basal

Ft= Fuerza en la cúspide

Fi= Fuerza por nivel

La fuerza concentrada en la cúspide se determina como se verá a continuación y debe cumplir con las siguientes condiciones dadas en la sección I(E) del código SEAO:

Si $T < 0.25$ segundos: $F_t = 0$

Si $T > 0.25$ segundos; $F_t = 0.07TV$

Donde:

T= período fundamental de la estructura.

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

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

Donde:

Wi= peso de cada nivel.

Hi= altura de cada nivel.

Tabla VII. Integración de peso de cada nivel con su respectiva altura.

NIVEL	Wi	Hi	Wi*Hi
1	226,529	4	906,116
2	146,778	7	1,027,446
			1,933,562

Como $T_x=T_y < 0.25$ seg; entonces $F_t = 0$

Debido que el corte basal es el mismo en ambas direcciones las fuerzas en cada nivel en los dos sentidos es igual.

$$Fn1y = Fn1x = \frac{45,521 * (906,116)}{1,933,562} = 21,332Kg$$

$$Fn2y = Fn2x = \frac{45,521 * (1,027,446)}{1,933,562} = 24,189Kg$$

Comprobando $V = F_1 + F_2 = 45,521Kg$

3.2.2.4.2.3 Fuerzas por marco

En las estructura se calculará dividiendo la fuerza por piso entre el número de marcos paralelos a esta fuerza, si los marcos espaciados están simétricamente colocados. Si los marcos son asimétricos, se tendrá que dividir la fuerza de piso F_i proporcional a la rigidez de los marcos,

- **Fuerzas por marcos Y – Y**

Como se observa en la figura 6, el edificio es simétrico en Y, por lo que la fuerza por marco será igual al producto de la división de la fuerza de piso entre el número de marcos en sentido Y.

Segundo nivel:

La fuerza del segundo nivel debe incluir Ft

$$F_m = \frac{F_2 + F_t}{\# \text{ Marcos}} = \frac{24,189 + 0}{9} = 2,688 \text{ Kg}$$

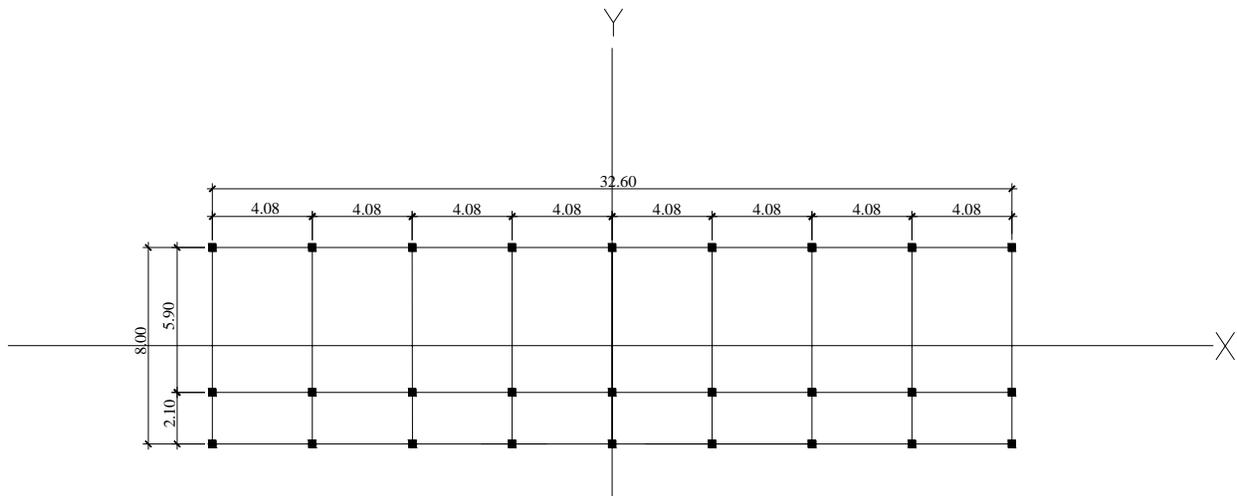
Primer nivel:

$$F_m = \frac{F_1}{\# \text{ Marcos}} = \frac{21,332}{9} = 2,370 \text{ Kg}$$

- **Fuerzas por marcos X – X**

No existe simetría en X, porque el centro de masa tiene dos marcos abajo y un marco arriba, por lo que hay torsión, esto se puede observar en la figura 6. Un método simplificado de analizar la torsión en las estructuras consiste en considerar separadamente los desplazamientos relativos del edificio, ocasionados por la traslación y rotación en cada piso, tomando en cuenta la rigidez de cada nivel, estas fuerzas tendrán un desplazamiento unitario, distribuyendo los cortantes por torsión en proporción a su rigidez.

Figura 8. Simetría del edificio escolar.



Los momentos de entrepiso se distribuyen en los diversos marcos y muros del sistema resistente a fuerzas laterales, de manera congruente con la distribución de los cortantes de entrepiso.

Según el tipo de estructura que se esté analizando, así será el tipo de apoyo y, por lo tanto, la ecuación de la rigidez a usar.

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

$$R = \frac{1}{\frac{Ph^3}{3EI} + \frac{1.2Ph}{AG}} \quad I = \frac{1}{12}bh^3 \quad E = 15,100\sqrt{f'c} \quad G = 0.40E$$

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

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

Donde:

P= carga asumida, generalmente 10,000 Kg.

h= altura de muro o columna analizada.

E= módulo de elasticidad del concreto.

I= inercia del elemento.

A= sección transversal del muro o columna analizada.

G= módulo de rigidez.

Cuando el centro de rigidez CR no coincide con el centro de masa CM, se produce excentricidad en la estructura, esto debido a que existe una distribución desigual y asimétrica de las masas y las rigideces en la estructura.

La excentricidad se determina por medio de la diferencia que existe entre el valor del centro de masa CM y el valor del centro de rigidez CR.

- **Fuerza del marco por torsión**

El cálculo de la fuerza que llega a cada marco se realiza por medio de la suma algebraica de la fuerza por torsión F_i'' (fuerza rotacional) y la fuerza directamente proporcional a la rigidez de los marcos F_i' (fuerza trasnacional).

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

Para esto se utilizan las siguientes fórmulas:

$$F_i' = \frac{(R_m * F_n)}{\sum R_i} \quad F_i'' = \frac{(e * F_n)}{E_i} \quad E_i = \frac{\sum (R_m * d_i)^2}{R_m * d_i}$$

Donde:

R_m= rigidez del marco

ΣR_i= rigidez total del nivel. Es la sumatoria de las rigideces de los marcos paralelos a la carga.

d_i= distancia de CR a marco considerado.

F_n= fuerza por nivel.

E_i= relación entre rigideces y brazo de cada marco.

e= excentricidad.

Segundo nivel:

Rigidez de la columna en el eje X-X se utiliza la fórmula de voladizo por ser el último nivel.

$$R = \frac{1}{\frac{10000(300)^3}{3 * 15100\sqrt{210} * \frac{1}{12} * 30^4} + \frac{1.2(10000)(300)}{30 * 30 * 0.4 * 15100\sqrt{210}}} = 0.16$$

Como la sección de las columnas son las mismas en los marcos:

$$k_m = 9(0.16) = 1.44$$

Tabla VIII. Cálculo del centro de rigidez – Nivel 2

Marco	R	L	RL
C	1.44	0	0
B	1.44	2.10	3.02
A	1.44	8.00	11.52
Sumatoria	4.32		14.54

CR= Centro de rigidez

$$CR = KL/K = (14.54)/(4.32) = 3.37$$

$$CM_x = 4.00$$

$$CM_y = 16.30$$

$$e = C_{mx} - CR = 4.00 - 3.37 = 0.63 \text{ m.}$$

$$e_{min} = 0.05 \cdot h \text{ (h=altura del edificio)}$$

$$e_{min} = 0.05(7.00) = 0.35 \text{ m.}$$

Tabla IX. Fuerza por marco por torsión – Nivel 2.

Marco	Rm	Di	RmDi	(RmDi) ²	Ei	Fi'	Fi''	Fm
C	1.44	-3.37	-4.85	23.52	-14.71	8,063	-1,035.97	7,027.03
B	1.44	-1.27	-1.83	3.35	-38.99	8,063	-390.84	7,672.16
A	1.44	4.63	6.67	44.49	10.70	8,063	1,424.21	9,487.21
	4.32			71.36				

Si el valor $F_m < F_i$ se debe tomar F_i como la fuerza de marco. Si el valor $F_m > F_i$, F_m será el valor del marco analizado. Es decir que, se toman los valores críticos.

Primer nivel:

La rigidez de la columna se trabaja como doblemente empotrada por ser primer nivel de un edificio multiniveles.

De la formula de doble empotramiento se obtiene:

$$R = \frac{1}{\frac{10000(400)^3}{12 * 15100 \sqrt{210} * \frac{1}{12} * 30^4} + \frac{1.2(10000)(400)}{30 * 30 * 0.4 * 15100 \sqrt{210}}} = 0.32$$

$$R_m = 9(0.32) = 2.88$$

Tabla X. Cálculo del centro de rigidez – Nivel 1.

Marco	R	L	RL
C	2.88	0	0
B	2.88	2.10	6.05
A	2.88	8.00	23.04
Sumatoria	8.64		29.09

CR= Centro de Rigidez

$$CR = KL/K = (29.09)/(8.64) = 3.37$$

$$CM_x = 4.00$$

$$CM_y = 16.30$$

$$e = C_{mx} - CR = 4.00 - 3.37 = 0.63 \text{ m.}$$

$$e_{min} = 0.05(7.00) = 0.35 \text{ m.}$$

Tabla XI. Fuerza por marco por torsión – Nivel 1.

Marco	Rm	Di	RmDi	(RmDi) ²	Ei	Fi'	Fi''	Fm
C	2.88	-3.37	-9.71	94.28	-29.39	7,110.67	-457.27	6,653.40
B	2.88	-1.27	-3.66	13.40	-77.97	7,110.67	-172.36	6,938.31
A	2.88	4.63	13.33	177.69	21.41	7,110.67	627.70	7,738.37
	8.64			285.37				

3.2.2.5 Análisis de marcos dúctiles por paquete de software

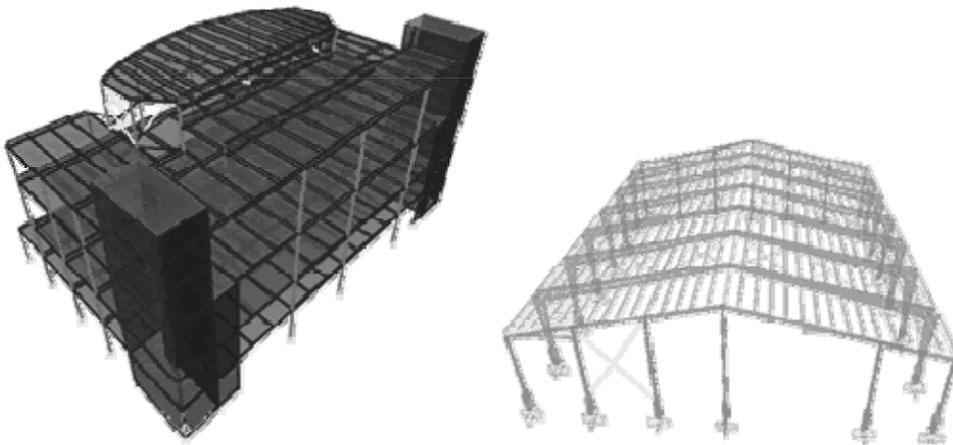
ETABS es ideal para el análisis y diseño de edificios y naves industriales.

Al igual que el SAP2000, puede realizar análisis de estructuras complejas, pero tiene muchísimas opciones extras que simplifican el diseño de edificaciones, como por ejemplo:

- Cálculo automático de coordenadas de centros de masas (X_m , Y_m)
- Cálculo automático de coordenadas de centros de rigideces (X_t , Y_t)

- Calculo automático de fuerzas sísmicas, sus excentricidades y aplicación en el centro de masas.
- Calculo automático de masas del edificio a partir de los casos de carga elegidos
- División automática de elementos (Auto-Mesh), así se pueden definir elementos que se cruzan, y el programa los divide automáticamente en su análisis interno, o se puede dar el comando de que divida los elementos en el mismo modelo.
- Plantillas predefinidas de sistemas de losas planas, losas en una dirección, losas reticulares o con nervaduras y casetones, cubiertas entre otras.

Figura 9. Ejemplos modelos estructurales – Etabs



3.2.2.6 Momentos últimos por envolventes de momentos

La envolvente de momentos es la representación de los esfuerzos máximos, que pueden ocurrir al superponer los efectos de carga muerta, carga viva y fuerza sísmica, tanto en vigas como en columnas.

Para considerar la superposición de efectos, el código ACI propone las siguientes combinaciones:

1. $1.4CM + 1.7CV$
2. $0.75(1.4CM + 1.7CV \pm 1.87S)$
3. $0.9CM \pm 1.43S$

Figura 10. Diagrama de momentos últimos en vigas (kg-m) Eje Y.

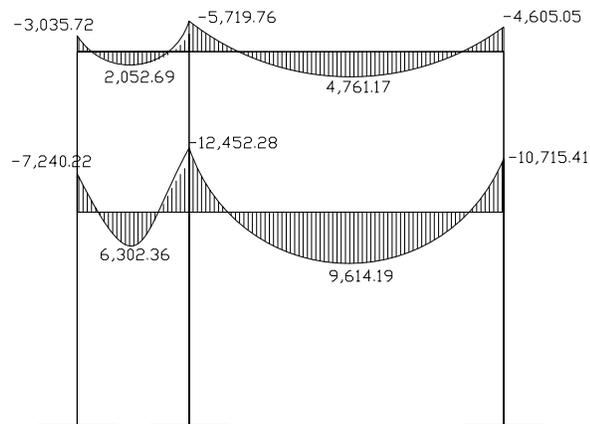


Figura 11. Diagrama de momentos últimos en columnas (kg-m) Eje Y.

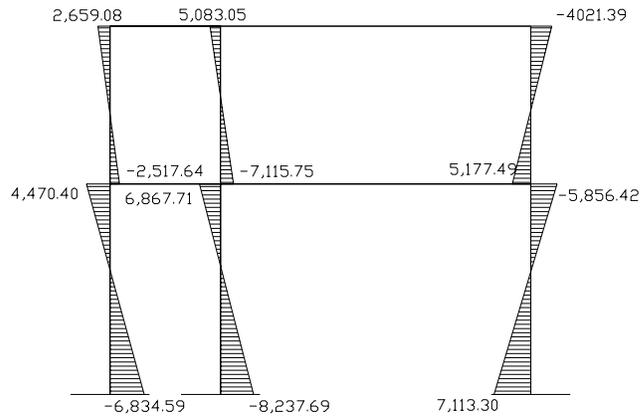


Figura 12. Diagrama de momentos últimos en vigas (kg-m) Eje X.

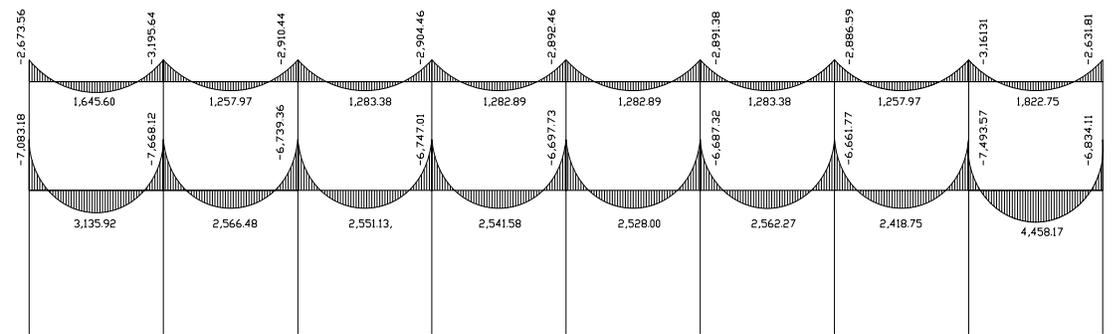
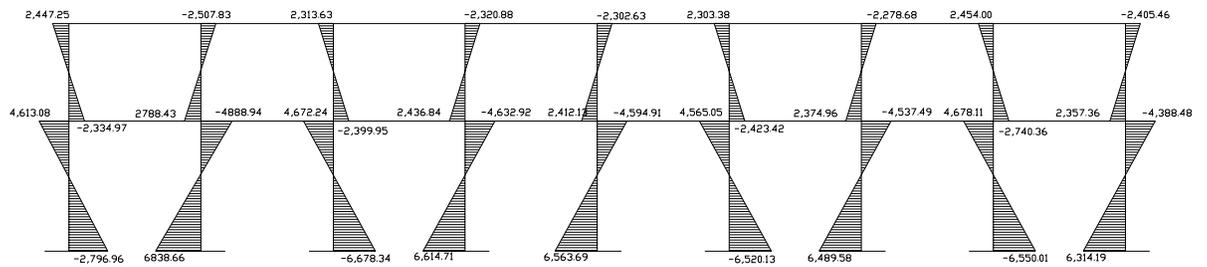


Figura 13. Diagrama de momentos últimos en columnas (kg-m) Eje X.



3.2.2.7 Diagramas de cortes en marcos dúctiles

Figura 14. Diagrama de cortes últimos en vigas (kg-m) Eje Y.

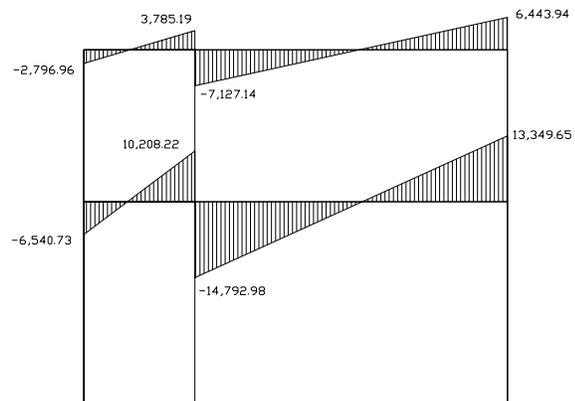


Figura 15. Diagrama de cortes últimos en columnas (kg-m) Eje Y.

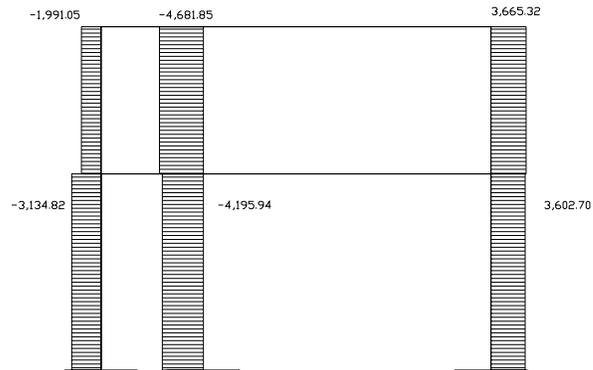


Figura 16. Diagrama de cortes últimos en vigas (kg-m) Eje X.

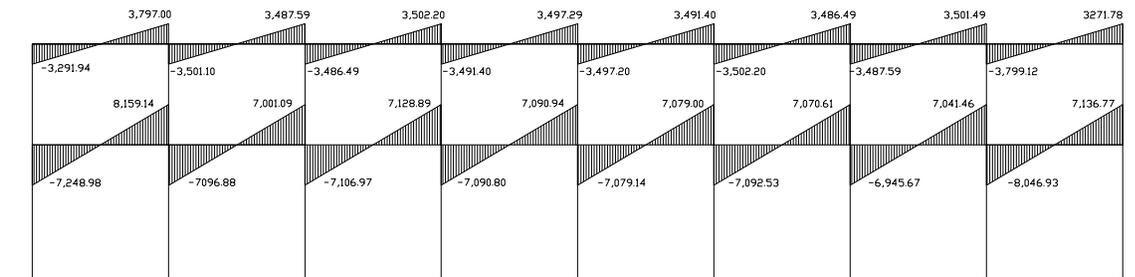
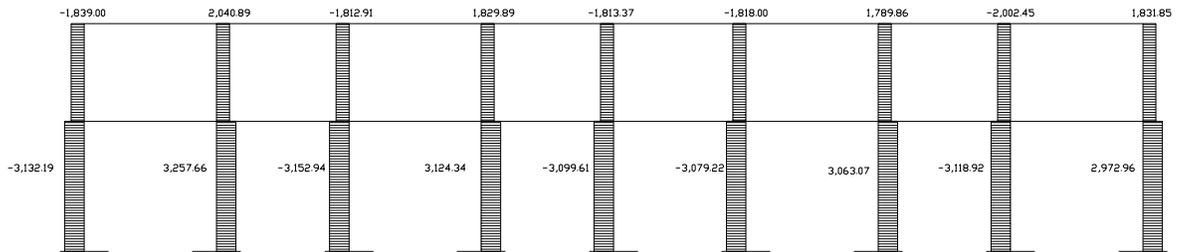


Figura 17. Diagrama de cortes últimos en columnas (kg-m) Eje X.



3.2.3 Diseño estructural

3.2.3.1 Diseño de losas

Las losas son elementos estructurales que pueden servir como cubiertas que protegen de la intemperie, como entrepisos para transmitir cargas verticales o como diafragmas para transmitir cargas horizontales.

Para conocer si trabajan en uno o dos sentidos se divide al lado corto entre el lado largo, si este valor es mayor o igual a 0.50 trabaja en dos sentidos, de lo contrario trabajará en uno. Para diseñarla existen varios métodos en éste caso se utiliza el método 3 ACI.

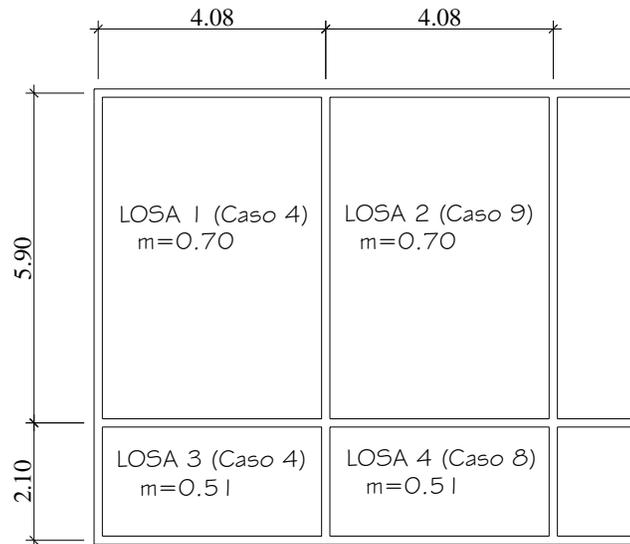
3.2.3.1.1 Losas del nivel 1

Espesor de la losa: el espesor de la losa se encuentra en la sección 3.2.1.4. en el inciso C y se determinó un $t_{losa} = 0.12m$.

Figura. 18. Planta típica distribución de losas.

Cálculo de cargas:

Espesor de losa:	0.12 m
Plosa=	288 kg/m ²
Mezclon+piso=	144 kg/m ²
Pmuros:	250 kg/m ²
CM.total=	682 kg/m ²
CV.pasillos=	500 kg/m ²
CV.aulas=	350 kg/m ²



Carga última o carga de diseño:

$$CU = 1.4 \cdot (\text{Carga muerta}) + 1.7 \cdot (\text{Carga viva})$$

Losas 1 y 2

$$CU = 1.4(682) + 1.7(350) = 1,550 \text{ Kg} / \text{m}^2 * (1\text{m})$$

$$CUu = 1,550 \text{ Kg} / \text{m}$$

Losas 3 y 4

$$CU = 1.4(682) + 1.7(500) = 1,805 \text{ Kg} / \text{m}^2 * (1\text{m})$$

$$CUu = 1,805 \text{ Kg} / \text{m}$$

Momentos actuantes:

Las fórmulas para calcular los momentos, son los siguientes:

$$M_{A(-)} = C * CUu * A^2$$

$$M_{A(+)} = C * CMUu * A^2 + C * CVUu * A^2$$

$$M_{B(-)} = C * CUu * B^2$$

$$M_{B(+)} = C * CMUu * B^2 + C * CVUu * B^2$$

Donde: C= Coeficiente de tablas ACI
A= Dimensión del lado corto considerado de la losa
B= Dimensión del lado largo considerado de la losa

Relación m:

$$m = \frac{A}{B}$$

$$m = \frac{4.08}{5.90} = 0.70 \text{ (Losas 1 y 2)}$$

$$m = \frac{2.10}{4.08} = 0.51 \text{ (Losas 3 y 4)}$$

Todas las losas actúan en dos sentidos.

Cargas últimas aplicadas con una franja unitaria de un metro:

$$CVUu = 1.7(350) = 595Kg / m \quad (\text{Aulas})$$

$$CMUu = 1.4(682) = 955Kg / m \quad (\text{Pasillos y Aulas})$$

$$CVUu = 1.7(500) = 850Kg / m \quad (\text{Pasillos})$$

Utilizando las fórmulas y cálculos anteriores se procede a calcular los momentos respectivos:

Losa 1 (Caso 4)

$$M_{A(-)} = 0.081(1,550)(4.08)^2 = 2,089.95Kg - m$$

$$M_{A(+)} = 0.046(955)(4.08)^2 + 0.057(595)(4.08)^2 = 1,295.84Kg - m$$

$$M_{B(-)} = 0.019(1,550)(5.90)^2 = 1,025.15Kg - m$$

$$M_{B(+)} = 0.011(955)(5.90)^2 + 0.014(595)(5.90)^2 = 655.65Kg - m$$

Losa 2 (Caso 9)

$$M_{A(-)} = 0.081(1,550)(4.08)^2 = 2,089.95Kg - m$$

$$M_{A(+)} = 0.033(955)(4.08)^2 + 0.050(595)(4.08)^2 = 1,019.84Kg - m$$

$$M_{B(-)} = 0.011(1,550)(5.90)^2 = 593.51Kg - m$$

$$M_{B(+)} = 0.006(955)(5.90)^2 + 0.011(595)(5.90)^2 = 427.30Kg - m$$

Con el procedimiento anterior, se calcularon los momentos en todas las losas, presentando únicamente los resultados, en la siguiente figura.

Figura. 19. Planta de momentos actuantes en losas típicas – nivel 1, (sentido Y)

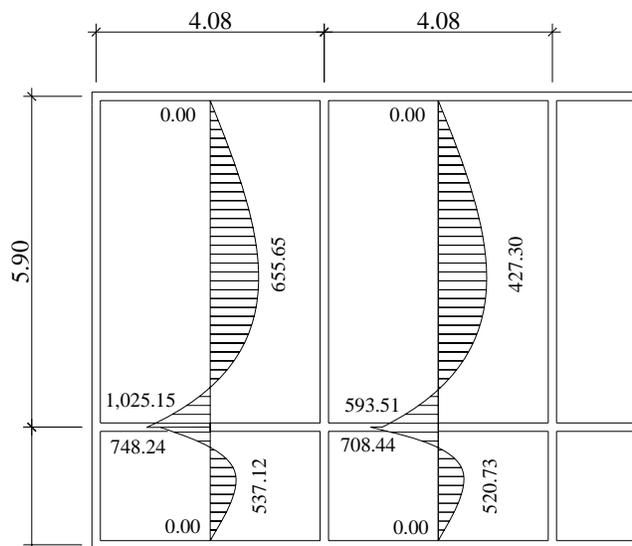
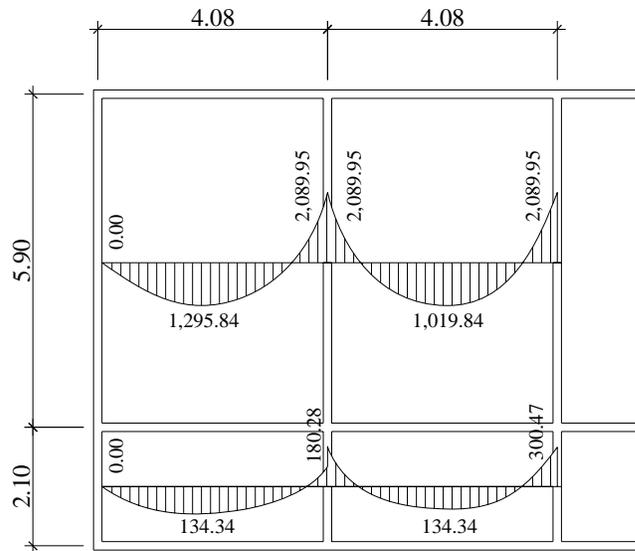


Figura 20. Planta de momentos actuantes en losas típicas – nivel 1, (sentido X)



Balance de momentos:

Cuando las losas tienen un lado en común y tienen momentos diferentes, se deben balancear dichos momentos antes de proceder a diseñar los refuerzos que requiere. Se puede balancear los momentos de la siguiente manera:

Si $0.80 \cdot M_2_{\text{mayor}} \leq M_1_{\text{menor}}$ $M_b = (M_2_{\text{mayor}} + M_1_{\text{menor}}) / 2$

Si $0.80 \cdot M_2_{\text{mayor}} > M_1_{\text{menor}}$ Se balancean proporcionalmente a su rigidez y se procede de la siguiente manera:

$$K_1 = \frac{1}{L_1}$$

$$K_2 = \frac{1}{L_2}$$

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

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

$$dM = M_2 - M_1$$

L_1 y L_2 = Longitud de losa considerada

D_2	D_1
M_2	M_1
$(-)D_2*(dM)$	$(+)D_1*(dM)$
Mb	Mb

Balace de momentos entre losas 1 y 3

$$M_2 = 1,025.15 \text{ Kg-m}$$

$$M_1 = 748.24 \text{ Kg-m}$$

$0.80(1,025.15) = 820.12 < 748.24$ No cumple, se balancean por su rigidez

$$K_2 = \frac{1}{5.90} = 0.17$$

$$K_1 = \frac{1}{2.10} = 0.48$$

$$D_2 = \frac{0.17}{0.17 + 0.48} = 0.26$$

$$D_1 = \frac{0.48}{0.17 + 0.48} = 0.74$$

$$dM = 1,025.15 - 748.24 = 276.91 \text{ Kg - m}$$

0.26	0.74
1,025.15	748.24
-71.99	204.92
953.16	953.16

Los resultados del balance de momentos en todos los puntos necesarios, pueden observarse en la siguiente figura.

Figura 21. Plantas de momentos balanceados en losas típicas – nivel 1, (sentido Y)

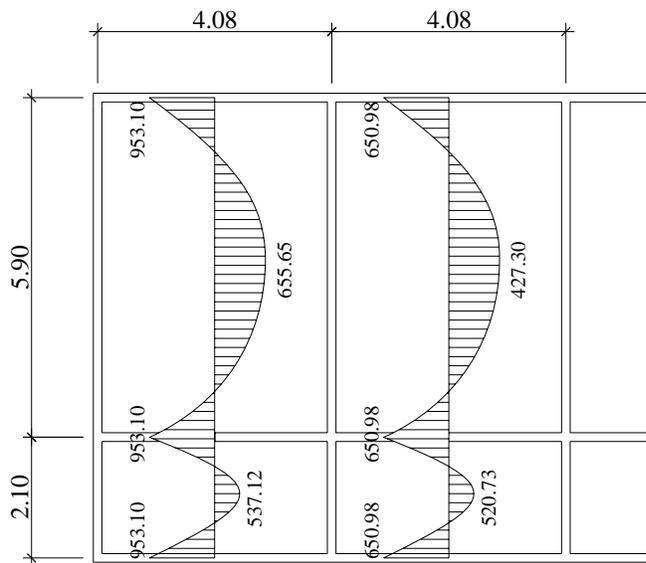
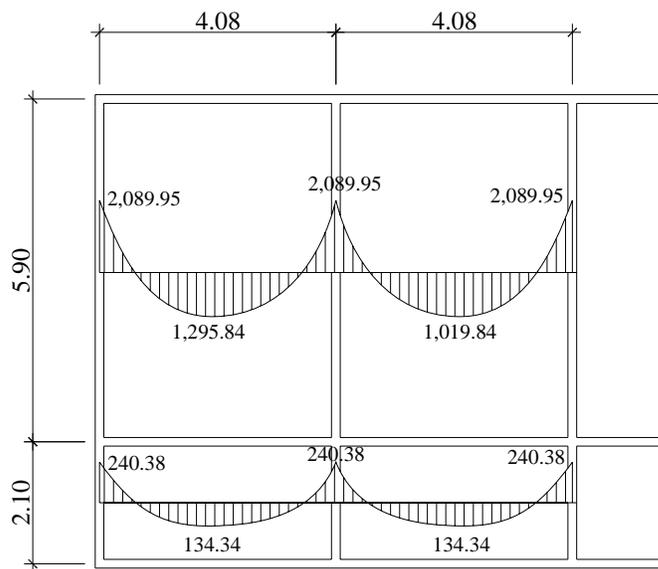


Figura 22. Plantas de momentos balanceados en losas típicas – nivel 1, (sentido X)



Diseño del acero de refuerzo:

El refuerzo en las losas se calcula como si fuera una viga, usando el ancho unitario de 1.00 m. El procedimiento seguido es el siguiente:

- Cálculo del peralte efectivo:

$$d = t - rec - \frac{\phi}{2}$$

$$d = 12 - 2.54 - \frac{0.952}{2} = 8.98cm$$

- Cálculo de límites de acero:

Área de acero mínimo: El área de acero mínimo ($A_{s_{min}}$) en una losa, se calcula como el 40% del área de acero de una viga, usando un ancho unitario de 1.00 m.

$$A_{s_{min}} = 0.40 \left(\frac{14.1}{F_y} \right) * b * d = 0.40 \left(\frac{14.1}{2810} \right) * 100 * 8.98$$

$$A_{s_{min}} = 1.80 \text{ cm}^2$$

Con el área de acero mínimo, se calcula un espaciamiento (S), considerando una varilla No. 3 que tiene un área de 0.71 cm^2 . El espaciamiento esta dado por **$S_e = A_v / A_s$**

$$S_e = \frac{0.71}{1.80} = 0.40 \text{ m} = 40 \text{ cm}$$

Tomando en cuenta el espaciamiento de la armadura en las secciones criticas no debe exceder de 2 veces el espesor de la losa según el ACI 318-99 capitulo 13, sección 13.3.2

Chequear el espaciamiento máximo $S_{e_{max}} = 2t$

$$S_{e_{max}} = 2(0.12) = 0.22 \text{ m} = 22 \text{ cm}.$$

Por lo tanto, por facilidad en el proceso constructivo se colocará a cada 20cm. Entonces $S_{e_{max}} = 20 \text{ cm}$.

El espaciamiento encontrado es mayor que el espaciamiento máximo, por lo que se procede a encontrar un área de acero mínimo para el espaciamiento máximo por medio de una regla de 3.

$$A_{s_{\min}} \dots\dots\dots 100 \text{ cm}$$

$$0.71 \text{ cm}^2 \dots\dots\dots 20 \text{ cm}$$

Entonces el $A_{s_{\min}} = 3.55 \text{ cm}^2$

Con el área de acero mínimo encontrado, se procede a encontrar el momento que resiste el área de acero (3.55 cm^2).

- Cálculo de momento soportado usando $A_{s_{\min}}$ encontrado:

$$M_{sop} = 0.90 \left[A_{s_{\min}} * F_y \left(d - \frac{A_{s_{\min}} * F_y}{1.7 f'c * B} \right) \right] = 0.90 \left[3.55 * 2810 \left(8.98 - \frac{3.55 * 2810}{1.7 * 210 * 100} \right) \right]$$

$$M_{sop} = 781.13 \text{ Kg} - m$$

- Cálculo de áreas de acero:

Para los momentos menores que el M_{sop} se usa $A_{s_{\min}}$ y para los momentos mayores que el M_{sop} se calcula el área de acero con la siguiente fórmula:

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

- Revisión por corte:

Todas las losas están sometidas a esfuerzos de corte, los cuales deben ser resistidos por los materiales que lo conforman. En este caso, por el tipo de

losa que se utiliza, dichos esfuerzos deben resistirse únicamente por el concreto; por tal razón, se debe chequear si el espesor de la losa es el adecuado. El procedimiento es el siguiente:

Cálculo del corte máximo actuante:

$$V_{\max} = \frac{CUu * L}{2} \quad L = \text{lado corto de la losa que se está analizando.}$$

$$V_{\max} = \frac{1,550 * 4.08}{2} = 3,162 \text{Kg}$$

Cálculo del corte máximo resistente:

$$V_r = 45 * \sqrt{f'c} * T$$

$$V_r = 45 * \sqrt{210} * 12 = 7,825.34 \text{Kg}$$

Comparación V_r con V_{\max} :

Esta comparación sirve para chequear si el espesor (t) de la losa, es el adecuado, caso contrario se procede a aumentar (t)

Para la losa que se está analizando $V_r > V_{\max}$, ($7,825.34 > 3,162 \text{Kg}$) por lo que se concluye que el espesor es el adecuado.

Tabla XII. Áreas de acero requeridas en losas típicas del nivel 1. Eje X-X

Momento (M)	Área de acero (cm ²)	No. Varilla	Espaciamiento (S) (cm)
2,089.95	10.10	4	12
1,295.84	6.02	3	10
1,019.84	4.68	3	15
240.38	Asmin	3	20
300.47	Asmin	3	20
134.34	Asmin	3	20

Tabla XIII. Áreas de acero requeridas en losas típicas del nivel 1. Eje Y-Y

Momento (M)	Area de acero (cm ²)	No. Varilla	Espaciamiento (S) (cm)
953.10	4.36	3	15
537.12	Asmin	3	20
655.65	Asmin	3	20
650.98	Asmin	3	20
520.73	Asmin	3	20
427.30	Asmin	3	20

3.2.3.1.2 Losas del nivel 2

Para el diseño de las losas del nivel 2 se siguió el mismo procedimiento anterior, usado para las losas del nivel 1. Los resultados para ambos niveles se presentan en el apéndice.

3.2.3.2 Diseño de vigas

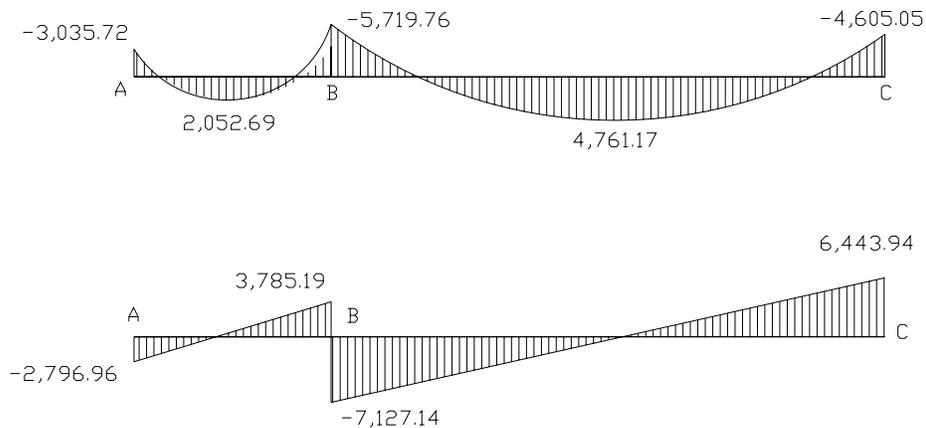
Las vigas son elementos estructurales sometidas a esfuerzos de compresión, tensión y corte. Las vigas de concreto simple son ineficientes como elementos sometidos a flexión debido a que la resistencia a la tensión en flexión es una pequeña fracción de la resistencia a la compresión. En consecuencia, estas vigas fallan en el lado sometido a tensión a cargas bajas mucho antes de que se desarrolle la resistencia completa del concreto en el lado de la compresión. Por esta razón se colocan barras de acero de refuerzo en el lado sometido a tensión, tan cerca como sea posible del extremo de la fibra sometida a tensión, conservando en todo caso una protección adecuada del acero contra el fuego y la corrosión.

En una viga de concreto así reforzada, el acero de refuerzo resiste la tensión causada por los momentos flectores, mientras que el concreto usualmente es capaz de resistir sólo la compresión correspondiente. Esta acción conjunta de los dos materiales, se garantiza si se impide su deslizamiento relativo, lo que se logra mediante la utilización de barras corrugadas con su alta resistencia por adherencia de la interfase acero-concreto y, si es necesario, mediante anclajes especiales en los extremos de las barras.

Los datos necesarios para su diseño son los momentos y cortes actuantes últimos que se toman del análisis estructural.

Datos: El procedimiento seguido para diseñar las vigas, se describe a continuación, aplicado a la viga tipo 1. Los datos se muestran en la figura 20, esta viga se ubica en marco típico sentido Y, nivel 2. Los datos son tomados del análisis estructural.

Figura 23. Diagrama de momentos y cortes últimos en la viga tipo 1



Límites de acero: antes de diseñar el refuerzo longitudinal en la viga, se calculan los límites dentro de los cuales debe estar éste; esto se realiza usando los siguientes criterios:

Sección = 0.25m.*0.40m; peralte efectivo 0.36m.

Fórmulas: $As_{min} = \frac{14.1}{F_y} * (b * d)$ $As_{max} = 0.50 * 0.036946 * b * d$

$$As_{min} = \frac{14.1}{2810} * (25 * 36) = 4.52cm^2$$

$$As_{max} = 0.50 * 0.036946 * 25 * 36 = 16.63cm^2$$

Acero longitudinal: por medio de los momentos dados se procede a calcular las áreas de acero por la fórmula

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

En este caso se calculará el tramo A-B tomando el mayor de los dos momentos negativos, entonces

$$A_s = \left[25 * 36 - \sqrt{(25 * 36)^2 * -\frac{5,719.76 * 25}{0.003825 * 210}} \right] * \left[\frac{0.85 * 210}{2810} \right] = 6.67 \text{ cm}^2$$

El área obtenida se encuentra dentro de los límites indicados, por lo tanto se diseña como una viga simplemente reforzada.

$$A_s \text{ min} = 4.52 \text{ cm}^2 \leq A_s = 6.67 \text{ cm}^2 \leq A_s \text{ max} = 16.63 \text{ cm}^2$$

Usando la fórmula anterior, se calcula el área de acero para cubrir el momento positivo, que es igual $A_s(+)= 2.30 \text{ cm}^2$ y el del otro momento negativo igual a $A_s(-)=3.43 \text{ cm}^2$.

Después de calcular el área de acero para los momentos positivos y negativos debe considerarse los siguientes requisitos sísmicos:

Cama superior: se debe colocar, como mínimo, dos varillas de acero corrido, tomando el mayor de los siguientes valores: **$A_s \text{ min}$ ó 33% del A_s calculada para el $M(-)$.**

$$A_s \text{ min} = 4.52 \text{ cm}^2 \quad 33\% (A_{s(-)}) = 0.33 * 6.67 = 2.20 \text{ cm}^2$$

Se necesitan 2 varillas No.6 corridas, necesitando bastones para satisfacer los momentos no cubiertos por el área de acero longitudinal.

$$A_{S(BASTON \ IZQ)} = 2.20 - 5.70 = -3.5cm^2 \longrightarrow \text{No necesita bastón}$$

$$A_{S(BASTON \ DER)} = 6.67 - 5.70 = 0.97cm^2 \longrightarrow 1 \text{ No. 4} = 1.27cm^2$$

Cama inferior: se debe colocar como mínimo, dos varillas de acero corrido, tomando el mayor de los siguientes valores: **Asmin; 50% del As calculado para el M(+); 50% del As calculado para el M(-).**

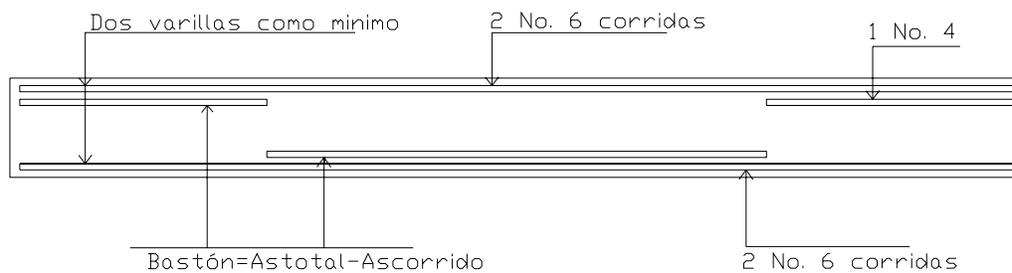
$$A_{s \text{ min}} = 4.52cm^2$$

$$50\%(A_{s(+)}) = 0.50 * 2.30 = 1.15cm^2$$

$$50\%(A_{s(-)}) = 0.50 * 6.67 = 3.35cm^2$$

Usar el Asmin, se necesitan 2 varillas No. 6 =5.70cm², corridas.

Figura 24. Elevación longitudinal: distribución de aceros, cama superior e inferior



Acero transversal (estribos): los objetivos de colocar acero transversal son: por armado, para mantener el refuerzo longitudinal en la posición deseada, y para contrarrestar los esfuerzos de corte; en este caso de que la sección de concreto no fuera suficiente para cumplir esta función. El procedimiento a seguir es el siguiente:

- **Cálculo del corte resistente:**

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f_c} * b * d$$

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 25 * 36 = 5,875.53 \text{Kg}$$

- **Comparar corte resistente con corte último:**

Si $V_r \geq V_u$ la viga necesita estribos solo por armado

Si $V_r < V_u$ se diseñan estribos por corte, usando las expresiones siguientes:

$$V_s = V_u - V_r \qquad \gamma_s = \frac{V_s}{b * d} \qquad S = \frac{2 * A_V * F_y}{\gamma_s * b}$$

$S_{max} = d/2$ como mínimo usar acero No. 3.

En este caso $V_u = 3,785.19 \text{ Kg}$ y $V_r = 5,875.53 \text{ Kg}$; como $V_r > V_u$ usar estribos No. 3 a $S_{max} = d/2 = 36/2 = 18 \text{ cm}$.

Puede observarse que $V_r > V_u$, por ende, se usan estribos No. 3 solo por requisito de armado.

Además de lo anterior, existen requisitos sísmicos que sugieren confinar los estribos de las vigas en sus extremos, con el objetivo de darle mayor ductibilidad en los nudos. La zona de confinamiento para este caso, se hace de la forma siguiente:

$L_o =$ Longitud de confinamiento = $L_o = 2d = 2 \cdot 36 = 72$ cm.

Colocando estribos No. 3 a cada $d/4 = 36/4 = 9$ cm.

Vigas tipo 2, 3 y 4: Para el diseño de las viga tipo 2 , 3 y 4 se sigue el procedimiento descrito anteriormente para la viga tipo 1, los resultados se observan en la tabla VIII. Para las vigas en el sentido Y (vigas tipo 3 y 4) se calcula que el área de acero se encuentre entre los límites de mínimo y máximo por lo que su predimensionamiento cumple, verificando respectivamente que el refuerzo este dentro de los parámetros correspondiente.

Tabla XIV. Cálculo de vigas – Edificio escolar

Viga	Refuerzo longitudinal			Refuerzo transversal	
	Momento (Kg-m)	As (cm ²)	Refuerzo	Cortes (Kg)	Refuerzo
Sentido Y-Y 2do. NIVEL. Sección 0.25x0.40m.	3035.72.	3.44	2 No. 6	Vu= 7121.14 Vr= 5875.53	Extremos: 9 No. 3 @ 0.09m. Resto @ 0.18 m.
	2052.69	2.30	2 No. 6		
	5719.76	6.67	2 No. 6 + 1 No. 4		
	4761.17	5.49	2 No. 6		
	4605.05	5.30	2 No. 6		
1er. NIVEL. Sección 0.25x0.40m.	7240.22	8.60	2 No. 6 + 1 No. 8	Vu= 14792.98 Vr= 5875.53	Extremos: 10 No. 3 @ 0.08m. Resto @ 0.16 m.
	6302.36	7.40	2 No. 8		
	12452.28	15.88	2 No. 6 + 2 No. 8		
	9614.19	11.77	2 No. 8 + 1 No. 6		
	10715.41	13.32	2 No. 6 + 2 No. 8		
Sentido X-X 2do. NIVEL Sección 0.25x0.40m.	2673.56	3.02	2 No. 6	Vu= 3797.00 Vr= 5875.53	Extremos: 9 No. 3 @ 0.09m. Resto @ 0.18 m.
	1822.75	2.04	2 No. 6		
	3195.64	3.62	2 No. 6		
	1257.97	1.40	2 No. 6		
	2910.44	3.29	2 No. 6		
1er. NIVEL. Sección 0.25x0.40m.	7083.18	8.40	2 No. 6 + 1 No. 6	Vu= 7096.88 Vr= 5875.53	Extremos: 9 No. 3 @ 0.09m. Resto @ 0.18 m.
	4458.17	5.13	2 No. 6		
	7668.12	9.16	2 No. 6 + 1 No. 8		
	2566.48	2.89	2 No. 6		
	6658.71	7.85	2 No. 6 + 1 No. 6		

3.2.3.3 Diseño de columnas

Las columnas son elementos estructurales que están sometidas a carga axial y momentos flexionantes. Para el diseño la carga axial es el valor de todas las cargas últimas verticales que soporta la columna, esta carga se determina por áreas tributarias. Los elementos flexionantes son tomadas del análisis estructural, y se toma, para diseñar la columna, el mayor de los dos momentos actuantes en los extremos de la columna.

Para este caso, se diseña por cada nivel únicamente las columnas crítica, es decir, las que están sometidas a mayores esfuerzos. El diseño resultante para cada columna es aplicado a todas las columnas del nivel respectivo. En esta sección se describe el procedimiento que se sigue para diseñar las columnas típicas del edificio de aulas, aplicándole en la columna del nivel 2.

Columna típica nivel 2.

Dimensiones:

Sección de columna 30*30 cm.

Longitud de columna 3.00 m.

Sección de viga 25*45 cm.

Longitud de viga 1= 8.08 m.

Espesor de losa 0.12 m.

Mx= 2,788.43 Kg-m

Area Tributaria= 16.32 m²

My= 7,115.75 Kg-m

Determinación de carga axial: $CU = 1.4CM + 1.7CV$.

$$CU = 1.4((0.12 * 2400) + 60) + 1.7(100)$$

$$CU = 487.2 + 170 = 657.20 \quad Kg - m^2$$

Cálculo de factor de carga última:

$$F_{cu} = \frac{CU}{CM + CV} = \frac{657.20}{(348 + 100)} = 1.47$$

Cálculo de la carga axial: $P_u = (Alozas * CU) + (Pvigas * F_{cu})$.

$$P_u = (16.32 * 657.20) + (0.25 * 0.40 * 2400 * 8.08) * 1.47$$

$$P_u = 13,576.13Kg.$$

Clasificar las columnas por su esbeltez (E): Por su relación de esbeltez las columnas se clasifican en cortas ($E < 22$), intermedias ($22 > E > 100$) y largas ($E > 100$). El objetivo de clasificar las columnas es ubicarlas en un rango; si son cortas se diseñan con los datos originales del diseño estructural, si son intermedias se deben de magnificar los momentos actuantes, y son largas no se construyen.

La esbeltez de la columna en el sentido X, se calcula con el procedimiento siguiente:

Tabla XV. Inercia relativa.

EJE X				EJE Y			
	Inercia	Long.	K=I/L		Inercia	Long.	K=I/L
Columna	67500.00	300	225	Columna	67500.00	300	225.00
Viga X	133333.33	408	326.80	Viga Y1	133333.33	590	225.99
Columna infer.	67500	400	168.75	Viga Y2	133333.33	210	634.92

Cálculo de coeficientes que miden el grado de empotramiento a la rotación en las columnas (ψ):

SENTIDO X:

Extremo superior: $\psi_A = \frac{(\sum K_{columnas})}{(\sum K_{vigas})}$

$$\psi_A = \frac{225}{(326.80 + 326.80)} = 0.34$$

Extremo inferior: $\psi_B = \frac{(225 + 225)}{(326.80 + 326.80)} = 0.69$

Promedio: $\psi_P = \frac{(\psi_A + \psi_B)}{2}$

$$\psi_P = \frac{(0.34 + 0.69)}{2} = 0.52$$

Cálculo del coeficiente K: $K = \frac{20 - \psi_P}{20} (\sqrt{1 + \psi_P})$ Para $\psi_P < 2$

$$K = \frac{20 - 0.52}{20} (\sqrt{1 + 0.52}) = 1.20$$

Cálculo de la esbeltez de la columna:

$$E = \frac{KL_U}{\sigma}$$

donde $\sigma = 0.30$ m. *(lado menor para columnas rectangulares).

$$E = \frac{1.20 * (3.00)}{(0.30 * 0.30)} = 40 > 22$$

El cálculo de la esbeltez de esta columna, en el sentido Y, se resume a continuación:

$$\psi_A = 0.34 \quad \psi_B = 0.68 \quad \psi_P = 0.51 \quad K = 1.14$$

$$E = 40 > 22$$

Por los valores obtenidos de E, tanto en el sentido X como en el sentido Y, la columna se clasifica dentro de las intermedias, por lo tanto se deben magnificar los momentos actuantes,

3.2.3.3.1 Magnificación de momentos

Cuando se hace un análisis estructural de segundo orden, en el cual se toman en cuenta las rigideces reales, los efectos de las deflexiones, los efectos de la duración de la carga y cuyo factor principal a incluir es el momento debido a las deflexiones laterales de los miembros, se pueden diseñar las columnas utilizando directamente los momentos calculados.

Por otro lado, si se hace un análisis estructural convencional de primer orden, como en este caso, en el cual se usan las rigideces relativas aproximadas y se ignora el efecto de los desplazamientos laterales de los miembros, es necesario modificar los valores calculados con el objetivo de

obtener valores que tomen en cuenta los efectos del desplazamiento. Para este caso, esa modificación se logra utilizando el método ACI de magnificación de momentos descrito a continuación:

Sentido X.

Cálculo del factor flujo plástico del concreto:

$$\beta d = \frac{CM_u}{CU} = \frac{487.20}{657.20} = 0.74$$

Cálculo del “EI” total del material:

$$E_c = 15,100\sqrt{f'_c}$$

$$I_g = \frac{1}{12} * bh^3$$

$$EI = \frac{E_c * I_g}{2.50} / (1 + \beta d) = \frac{15,100\sqrt{210} * 30^4}{12 * 2.50 * (1 + 0.74)} = 3.40 * 10^9 \text{ Kg} - \text{cm}^2 = 340T - \text{m}^2$$

Cálculo de la carga crítica de pandeo de Euler.

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL_u)^2} = \frac{\pi^2 (340)}{(1.20 * 3.00)^2} = 258.92T$$

Cálculo del magnificador de momentos

$\delta > 1$ y $\phi = 0.70$ si se usan estribos

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{\phi P_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{13.58}{(0.70 * 258.92)}} = 1.08$$

Cálculo de momentos de diseño:

$$Mdx = \delta * Mu = 1.08(2,788.43)$$

$$Mdx = 3,011.50Kg - m$$

Sentido Y.

$$\beta d = 0.74 \quad EI = 340T - m^2 \quad Pc = 258.92T \quad \delta = 1.08$$

$$Mdy = 7,685.01Kg - m$$

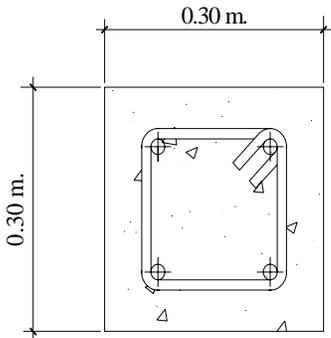
Cálculo del acero longitudinal por el método de BRESLER.

Este método consiste en una aproximación del perfil de la superficie de la falla, además es uno de los métodos mas utilizados, porque su procedimiento es tan sencillo y produce resultados satisfactorios.

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

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

Figura 25. Sección de columna.



Datos:

$$P_u = 13,576 \text{ Kg}$$

$$M_{dx} = 3,011.50 \text{ Kg-m.}$$

$$M_{dy} = 7,685.01 \text{ Kg-m.}$$

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

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

$$\text{Recubrimiento} = 0.03 \text{ m.}$$

Cálculo de límites de acero: según ACI, el área de acero en una columna debe estar dentro de los siguientes límites $1\%A_g < A_s < 6\%A_g$

$$A_{s \text{ min}} = 0.01(30 * 30) = 9 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ max}} = 0.06(30 * 30) = 54 \text{ cm}^2$$

Se propone un armado, con un valor intermedio a los límites permitidos de A_s .

$$\text{Armado propuesto } 4 \text{ No.8} + 4 \text{ No.6} = 4(5.07) + 4(2.85) = 31.68 \text{ cm}^2.$$

Si $P^*u > P_u$, entonces el armado propuesto es correcto, de lo contrario, se debe aumentar el área de acero.

Para este método se usan los diagramas de interacción para diseño de columnas (ver anexos). Los valores a utilizar en los diagramas son:

Valor de la gráfica:
$$Y = \frac{H_{\text{nucleo}}}{H_{\text{columna}}} = \frac{(0.30 - (2 * 0.03))}{0.30} = 0.80$$

Valor de la curva:
$$P_{tu} = \frac{A_s * f_y}{0.85 f'_c * A_g} = \frac{31.68(2810)}{0.85(210)(30 * 30)} = 0.55$$

Excentricidades: $ex = \frac{Mdx}{Pu} = \frac{3,011.50}{13,576.13} = 0.22$

$$ey = \frac{Mdy}{Pu} = \frac{7,685.01}{13,576.13} = 0.55$$

Al conocer las excentricidades se calcula el valor de las diagonales.

$$ex/hx = 0.22/0.30 = 0.73$$

$$ey/hy = 0.55/0.30 = 1.83$$

Con los valores obtenidos en los últimos cuatro pasos, se buscan los valores de los coeficientes Kx y Ky, siendo éstos: Kx= 0.39 y Ky= 0.15

Cálculo de cargas.

Carga de resistencia de la columna a una excentricidad ex:

$$P'_{ux} = Kx * f'c * b * h = 0.39 * 210 * 30 * 30 = 73,710Kg$$

Carga de resistencia de la columna a una excentricidad ey:

$$P'_{uy} = Ky * f'c * b * h = 0.15 * 210 * 30 * 30 = 28,350Kg$$

Carga axial de resistencia de la columna:

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

$$P'o = 0.70(0.85 * 210(900 - 31.68) + 31.68 * 2810) = 170,811.14Kg$$

Carga de la resistencia de la columna:

$$P'u = \frac{1}{\frac{1}{P'ux} + \frac{1}{P'uy} - \frac{1}{P'o}} = \frac{1}{\frac{1}{73,710} + \frac{1}{28,350} - \frac{1}{170,811.14}} = 23,263.59Kg$$

Como $P'u > P_u$ el armado propuesto si resiste las fuerzas aplicadas, si esto no fuera así, se debe aumentar el área de acero hasta que cumpla.

Acero transversal (estribos): el objetivo del refuerzo transversal es para resistir los esfuerzos de corte, y en algunos casos solo por armado. Por requisitos sísmicos las columnas deben confinarse para aumentar la capacidad de carga axial, de corte y ductibilidad, debe ser en forma de anillo (estribos) o refuerzo espiral continuo (zunchos).

El procedimiento para proveer refuerzo transversal a las columnas se describe a continuación:

- **Refuerzo por corte:**

Se calcula el corte resistente.

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f_c} * b * d = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 30 * 27 = 5,287.98Kg$$

Comparar V_r con V_u con los siguientes criterios:

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

Si $V_r \leq V_u$ se diseñan los estribos por corte.

Para ambas opciones debe considerarse que la varilla mínima permitida es la No. 3, en este caso $V_r > V_u$ ($5,287.98 > 4,681.85$), entonces se colocan estribos con un espaciamiento $S=d/2 = 27/2 = 13.5$ cm. ; por métodos constructivos se usara $S=13$ cm.

- **Refuerzo por confinamiento:** para la longitud de confinamiento (L_o), debe tomarse el mayor de estos criterios:

$L_o=$	$L_u/6 = 3.00/6 = 0.50$ m. Lado mayor de la columna = 0.30 m. 0.45 m.
--------------------------	---

El espaciamiento de los estribos (S_1) en zonas confinadas de las columnas debe encontrarse entre $3 \text{ cm} < S_1 < 10 \text{ cm}$.

- **Relación volumétrica:**

$$\rho_s = 0.45 \left(\left(\frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right) * \left(0.85 * \frac{f'_c}{f_y} \right); \quad \rho_s > 0.12 \left(\frac{f'_c}{f_y} \right)$$

$$\rho_s = 0.45 \left(\left(\frac{30^2}{24^2} \right) - 1 \right) * \left(0.85 * \frac{210}{2810} \right) = 0.016 \quad 0.016 > 0.12 \left(\frac{210}{2810} \right) = 0.009$$

Y por último el espaciamiento entre estribos en la zona confinada es:

$$S_1 = \frac{2A_v}{\rho_s * L_n} = \frac{(2 * 0.71)}{(0.016 * 24)} = 3.68 \text{ cm.}$$

Los resultados del diseño de la columna típica, ubicada en el nivel 2, se encuentra en la tabla XVI. El procedimiento que se debe seguir es el descrito anteriormente, teniendo en cuenta que la carga axial utilizada se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Carga axial} = (\text{area tributaria})(\text{CU}) + (\text{Carga de la columna del nivel superior}) + (\text{Peso de vigas})(\text{FCU}) + (\text{Peso de la columna del nivel superior})(\text{FCU}).$$

Tabla XVI. Cálculo de columnas- Edificio escolar.

Columna	Refuerzo longitudinal		Refuerzo transversal		
	Cargas	Refuerzo	Cortes (Kg)	Confinar	Refuerzo
Nivel 2 Sección 0.30x0.30m. Lu= 3.00 m.	Mx= 2,788.43	4 No.8 + 4 No.6	Vux= 2,040.89 Vuy= 4,681.85 Vr= 5,287.98	Lo= 0.50 m. S1= 0.03 m.	Extremos: No. 3 @ 0.03m. Hasta 0.50m, en extremos. Resto: @ 0.13 m.
	My= 7,115.75				
	Pu= 13,576.13				
	Mdx= 3,011.50				
	Mdy= 7,685.01				
	P'u= 23,263.59				
Nivel 1 Sección 0.30x0.30m. Lu= 3.00 m.	Mx= 6,838.66	4 No.8 + 4 No.6	Vux= 3,257.66 Vuy= 4,195.94 Vr= 5,287.98	Lo= 0.50 m. S1= 0.03 m.	Extremos: No. 3 @ 0.03m. Hasta 0.50m, en extremos. Resto: @ 0.13 m.
	My= 8,237.69				
	Pu= 46,333.89				
	Mdx= 8,411.55				
	Mdy= 10,132.36				
	P'u= 48,503.30				

3.2.3.4 Diseño de cimientos

Cimiento es aquella parte de la estructura que se coloca generalmente por debajo de la superficie del terreno y que transmite las cargas al suelo o rocas subyacentes. Los dos requisitos esenciales en el diseño de cimentaciones son: que el asentamiento total de la estructura esté limitado a una cantidad tolerablemente pequeña y que en lo posible, el asentamiento diferencial de las distintas partes de la estructura se elimine. Para limitar los asentamientos de la manera indicada es necesario:

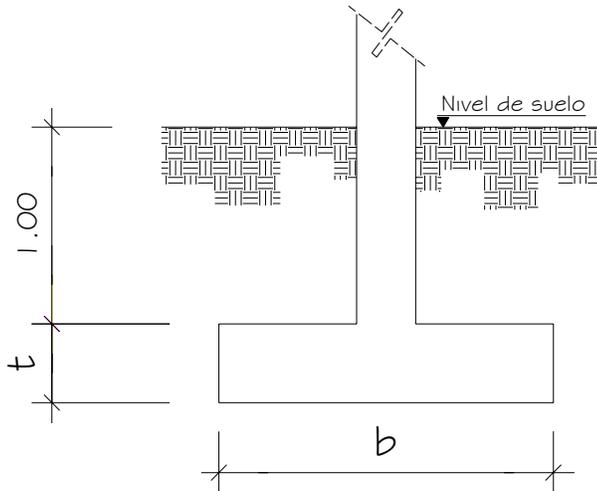
- Transmitir la carga de la estructura hasta un estrato de suelo que tenga la resistencia suficiente
- Distribuir la carga sobre un área suficientemente grande de este estrato para minimizar las presiones de contacto.

3.2.3.4.1 Zapata

Las zapatas para columnas individuales son por lo general cuadradas, algunas veces rectangulares y representan el tipo de cimentación más sencillo y económico. Su utilización para columnas exteriores tiene algunas dificultades si los derechos de propiedad impiden la utilización de zapatas que se extiendan más allá de los muros exteriores. En este caso, se utilizan zapatas combinadas o zapatas amarradas para permitir el diseño de una zapata que no se extienda más allá del muro o columna.

Datos: los datos necesarios para el diseño de las zapatas, se toman del análisis estructural y de los estudios de suelo realizados en el lugar. Los datos a utilizarse para el diseño de la zapata, son los siguientes:

Figura 26. Detalle de zapata.



$$\begin{aligned}
 M_x &= 6.84 \text{ Ton-m} \\
 M_y &= 8.24 \text{ Ton-m} \\
 P_u &= 46.33 \text{ Ton} \\
 F_{cu} &= 1.49 \\
 P_s &= 1.40 \text{ Ton/ m}^3 \\
 P_c &= 2.40 \text{ Ton/ m}^3 \\
 V_s &= 25.00 \text{ Ton/m}^2 \\
 F'_c &= 2810 \text{ Kg/cm}^2 \\
 F_y &= 210 \text{ Kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

La determinación del valor soporte del suelo (V_s), se encuentra en el apéndice A.

Área de zapata: la losa de la zapata debe dimensionarse para soportar las cargas aplicadas y las reacciones inducidas.

Cálculo de las cargas de trabajo:

$$P't = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{46.33}{1.49} = 31.09 \text{ Ton}$$

$$M_{tx} = \frac{M_x}{F_{cu}} = \frac{6.84}{1.49} = 4.60 \text{ Ton - m}$$

$$M_{ty} = \frac{M_y}{F_{cu}} = \frac{8.24}{1.49} = 5.53 \text{ Ton - m}$$

Predimensionamiento del área de la zapata:

$$A_z = \frac{1.5P't}{V_s} = \frac{1.5(31.09)}{25} = 1.86m^2$$

Se propone usar dimensiones aproximadas.

$$A_z = 1.75 \times 1.175 = 3.06m^2$$

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 formula siguiente:

$$q = \frac{P}{A_z} \pm \frac{M'x}{S_x} \pm \frac{M'y}{S_y}; \quad \text{donde } S = \frac{1}{6} * bh^2$$

Además, se debe tomar en cuenta que **q** no debe ser negativa, ni mayor que el valor soporte del suelo (V_s), para la zapata se tiene:

$$S_x = S_y = \frac{1}{6} * (1.75)(1.75)^2 = 0.90m^3$$

$$P = P' + P_{col} + P_s + P_{cimiento}$$

$$P = 31.09 + (0.30 * 0.30 * 4 * 2.4) + (2.97 * 1 * 1.40) + (3.06 * 0.40 * 2.40)$$

$$P = 39.05 \text{ Ton}$$

$$q = \frac{39.05}{3.06} \pm \frac{4.60}{0.90} \pm \frac{5.53}{0.90}$$

$$q_{\max} = 24.02 \text{ ton/m}^2 < V_s$$

$$q_{\min} = 1.50 \text{ ton/m}^2 > 0$$

Presión última: como se observa en los cálculos anteriores, la presión está distribuida de forma variable, pero para efectos de diseño estructural se toma una presión última usando el criterio:

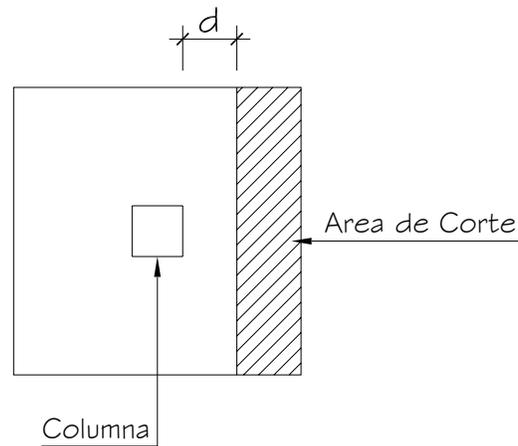
$$q_{disu} = q_{\max} * F_{cu} = 24.02 * 1.49 = 35.80 \text{ Ton/m}^2$$

Espesor de zapata: dimensionada el área, se procede a dimensionar el espesor de la zapata, basados en que el recubrimiento del refuerzo no sea menor que 0.075m y que el peralte efectivo sea mayor que 0.15m. Dicho espesor debe ser tal que resista los esfuerzos de corte.

Considerando lo anterior, se asume un $t = 0.40\text{m}$. luego se realizan los siguientes chequeos:

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 hace de la forma indicada a continuación:

Figura 27. Corte simple



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

$$d = 40 - 7.5 - 1.27 / 2 = 31.87 \text{ cm}$$

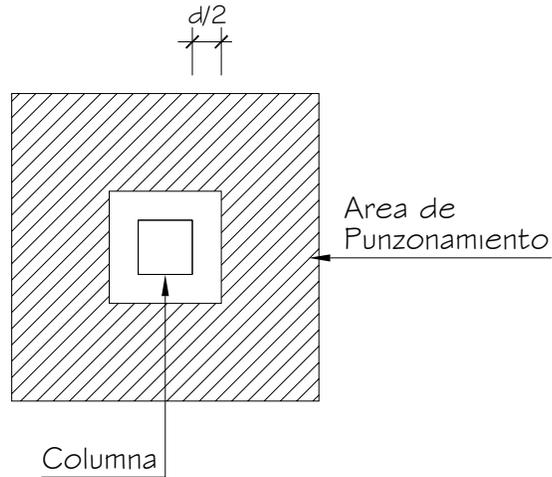
$$V_{act} = Area * q_{disu} = 0.41 * 1.75 * 35.80 = 25.70 \text{ Ton}$$

$$V_r = 0.85(0.53)\sqrt{F'_c} * b * d = 0.85(0.53)\sqrt{210} * 175 * 31.87 / 1000 = 36.41 \text{ Ton}$$

$$V_{act}(25.70 \text{ Ton}) < V_r(36.41 \text{ Ton}) \longrightarrow \text{Si Cumple}$$

Revisión de corte punzonante: la columna tiende a punzonar la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en el perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a $d/2$ del perímetro de la columna. La revisión que se realiza es la siguiente:

Figura 28. Corte punzante



$$bo = \text{perímetro de adentro} = d + 30 = 61.87 \text{ cm}$$

$$bo = 4(61.87) = 247.48 \text{ cm}$$

$$V_{act} = \text{Area} * q_{disu} = (1.75 * 1.75 - 0.62 * 0.62) 35.80 = 95.90 \text{ Ton}$$

$$V_r = 0.85(1.06) \sqrt{F'_c} * bo * d = 0.85(1.06) \sqrt{210} * 247.48 * 31.87 / 1000 = 102.98 \text{ Ton}$$

$$V_{act}(95.90 \text{ Ton}) < V_r(102.98 \text{ Ton}) \longrightarrow \text{Si Chequea}$$

Diseño de refuerzo: el empuje hacia arriba del suelo produce un momento flector en la zapata, por tal razón, es necesario reforzarla con acero para soportar los esfuerzos inducidos.

- Momento último: éste se define tomando la losa como en voladizo con la formula:

$$Mu \frac{qdisu * L^2}{2} = \frac{35.80(0.88 - 0.15)^2}{2} = 9.54 \text{ Ton} - m \longrightarrow 9,540 \text{ Kg} - m$$

Donde L es la distancia medida del rostro de la columna al borde de la zapata.

- Área de acero: el área de acero se define por la formula:

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

$$As = 12.20 \text{ cm}^2$$

$$As_{\min} = \left[\frac{14.1}{Fy} \right] b * d = \left[\frac{14.1}{2810} \right] 100 * 31.87$$

$$As_{\min} = 16.00 \text{ cm}^2$$

Debido a que el Asmin es mayor que As, se colocara el Asmin= 27.98 cm² en ambos sentidos.

El espaciamiento entre varilla de refuerzo está definido por : S=Av/As; donde S<0.45 m. Si se usa varilla No. 6 se tiene S= 2.85/16.00 = 0.17 m, por lo tanto, las zapatas quedarán armadas con varilla No. 6 @ 0.15 m en ambos sentidos, con dimensiones de 1.75m por cada lado.

3.2.3.4.2 Cimiento corrido

Es un tipo de cimiento de hormigón o de hormigón armado que se desarrolla linealmente a una profundidad y con una anchura que depende del tipo de suelo. Se utiliza primordialmente para transmitir adecuadamente cargas proporcionadas por estructuras de muros portantes. Se usa también para cimentar muros de cerca, muros de contención por gravedad, para cerramientos de elevado peso, etc. Las cimentaciones corridas no son recomendables cuando el suelo es muy blando.

Esfuerzos de terreno (q_s)

- Para esfuerzos de terreno menores a 1 kg/cm^2 : se estimara un peso propio del cimiento corrido en el orden de 10% de la descarga.
- Para esfuerzos de terreno mayores a 1 kg/cm^2 pero menor a 2 kg/cm^2 : se estimara un peso propio de cimiento corrido en el orden del 8% de la descarga.
- Para esfuerzos de terreno mayores a 2 kg/cm^2 : se estimara un peso propio de cimiento corrido en el orden de un 6% de la descarga.

Es importante que los cimientos sean concéntricos con los muros que soportan, con esto se evita sobrecargar uno de los bordes a resultas de la excentricidad producida. Cuando un muro tenga adosado un pilar o un contrafuerte, el cimiento debe ensancharse al llegar al mismo con un vuelo por lo menos igual al correspondiente del muro.

Está formada por concreto ciclópeo, el cual es 40% piedra bola y el 60% de concreto. Este tipo de cimentación es cuando la profundidad de la cimentación corrida es mas de 1 m se recomienda utilizar otro tipo de cimentación. El ancho mínimo de esta cimentación suele ser de 40 cm, ya que es muy difícil para el trabajador excavar un ancho menor, y se recomienda que a mayor profundidad este sea más ancho.

3.2.3.5 Diseño de 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.

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:

Donde:

c= contrahuella y H= huella

- $c \leq 20$ cm
- $H > c$
- $2c + H \leq 64$ cm (valor cercano)
- $c + H = 45$ a 48 cm
- $c \cdot H = 480$ a 500 cm²

Procedimiento para el diseño de la escalera:

- Número de escalones mínimo = $h/c = 3.06/0.17 = 18$ escalones. Se tomaran 9 contrahuellas antes del descanso.
- Número de huellas = Núm.contrahuellas – 1 = $9 - 1 = 8$ huellas

Relaciones de comodidad:

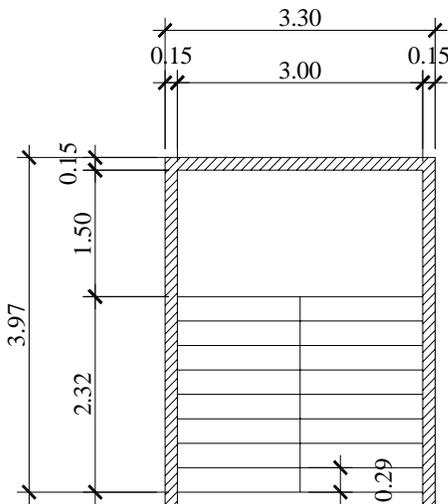
- $c = 17$ cm ≤ 20 cm
- $H = 29$ cm > 20 cm
- $2c + H = 2 \cdot 17 + 29 = 63 \leq 64$ cm
- $c + H = 0.17 + 29 = 46$ cm
- $c \cdot H = 17 \cdot 29 = 493$ cm²

Por lo tanto se obtienen 9 contrahuellas de 17 cm y 8 huellas de 29 cm.

Espesor de la losa:

$$t = \frac{\text{perímetro}}{180} = \frac{3.00 * 2 + 1.50 * 2 + 2.32 * 4}{180} = 0.10m$$

Figura 29. Dimensiones de escalera.



Datos:

Carga viva= 500 kg/m²

F'c= 210 kg/cm²

Fy= 2810 kg/cm²

Pc= 2400 kg/m³

Integración de cargas:

Carga muerta

- Peso propio de la escalera

$$1.4Pc \left(t + \frac{c}{2} \right) = 1.4 * 2400 \left(0.10 + \frac{0.17}{2} \right) = 444 \text{ Kg} / m^2$$

- Acabados..... = 100 Kg / m²

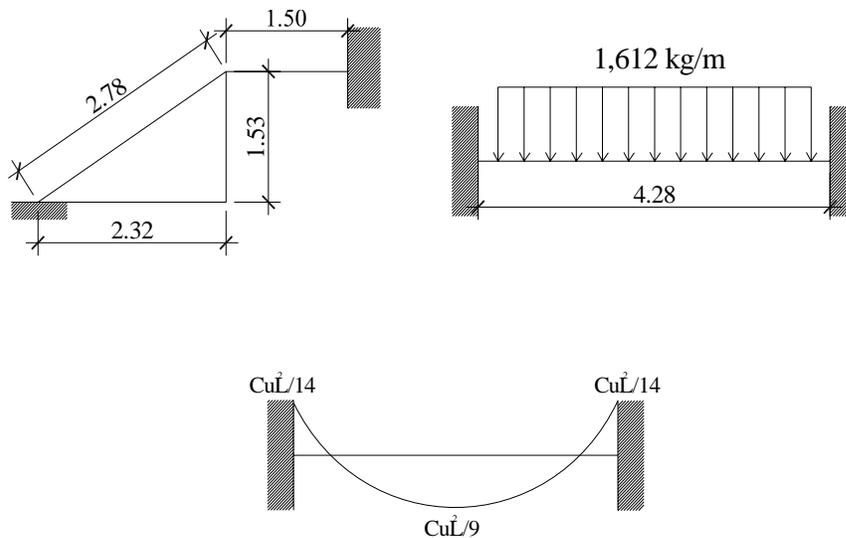
Total = 544 Kg / m²

Carga viva

- Edificación escolar..... = 500 Kg / m²

$$C_u = 1.4C_M + 1.7C_V = 1.4(544) + 1.7(500) = 1,612 \text{ kg/m}^2$$

Figura 30. Distribución de carga y momentos



$$D = \sqrt{(2.32)^2 + (1.53)^2} = 2.78m$$

Cálculo de momentos:

$$M(+)= \frac{C_u * L^2}{9} = \frac{1,612(4.28)^2}{9} = 3,281 \text{ Kg - m}$$

$$M(-)= \frac{C_u * L^2}{14} = \frac{1,612(4.28)^2}{14} = 2,109 \text{ Kg - m}$$

Límites para el acero:

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

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

$$d = 7.5 \text{ cm}$$

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

$$A_s \text{ min} = \left(\frac{14.1}{F_y} \right) b * d = \left(\frac{14.1}{2810} \right) * 100 * 7.5 = 3.76 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ max} = 0.50 \rho_b b d = 0.50 * 0.03695 * 100 * 7.5 = 13.86 \text{ cm}^2$$

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

- $M(+)= 3,281 \text{ Kg-m} = A_s = 22.71 \text{ cm}^2$; usar $A_{s \text{ max}} = 13.86 \text{ cm}^2$; usar varilla No. 5 @ 0.15m.
- $M(-)= 2,109 \text{ Kg-m} = A_s = 12.85 \text{ cm}^2$; usar varilla No. 5 @ 0.15m.
- Acero por temperatura= $A_{st} = 0.002b*t = 0.002*100*10 = 2 \text{ cm}^2$.
- $S_{\text{max}} = 3t = 3(10) = 30 \text{ cm}$, por lo tanto se refuerza con varilla No. 3 @ 0.30m.

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.

3.2.4 Planos constructivos

Después de realizar los procedimientos descritos en las secciones anteriores, es necesario plasmar los resultados en planos. Estos son representaciones gráficas que detallan todas las partes y los trabajos a realizar en el proyecto, y que sirven para presupuestar, contratar y construir los diferentes trabajos del mismo. Los planos que se elaboraron para la edificación escolar son: planta amueblada y fachada, planta acotada, cortes típicos de muros, planta de cimentación y columnas, planta de losas y vigas, detalles y secciones de vigas, planta de instalaciones hidráulicas, planta de iluminación y fuerza.

3.2.5 Presupuesto

Para realizarlo se tomaron los mismos criterios utilizados para el presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario, presentando únicamente el resultado de éste. Ver tabla XVII.

3.2.5.1 Presupuesto de materiales

- La cantidad de arena de río y piedrín se calculó por metro cúbico.
- El concreto para la fundición de los elementos estructurales se calculó por metro cúbico.
- La cantidad de refuerzo y alambre de amarre se calculó en varillas y libras respectivamente para cada elemento estructural.

- La totalidad de materiales será local y será proporcionada por la municipalidad.
- Los precios de los materiales se tomaron con base en los que se manejan en el municipio.

3.2.5.2 Presupuesto de mano de obra

- La cuantificación de la mano de obra calificada se realizó en forma unitaria, metro lineal, metro cuadrado y metro cúbico.
- Los salarios de la mano de obra, se tomaron con base en los precios que se manejan en la comunidad.

3.2.5.3 Resumen del presupuesto final

Tabla XVII. Presupuesto para el edificio escolar

CUADRO DE CANTIDADES DE TRABAJO

No.	RENGLONES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS	PRECIO TOTAL (Q)	PRECIO TOTAL (\$)
ESCUELA DE DOS NIVELES						
1	Preliminares	Global	1.00	Q 19.834.32	Q 19.834.32	\$ 2.680.31
2	Zapata	Unidad	27.00	Q 4.521.58	Q 122.082.66	\$ 16.497.66
3	Cimiento Corrido	ml	100.60	Q 628.37	Q 63.214.39	\$ 8.542.49
4	Columna Tipo A	ml	199.80	Q 1.164.92	Q 232.751.14	\$ 31.452.86
5	Columna Tipo B	ml	30.80	Q 454.20	Q 13.989.29	\$ 1.890.44
6	Levantado de muro (Block visto cisado 2 caras)	m ²	354.83	Q 583.97	Q 207.208.37	\$ 28.001.13
7	Solera de humedad	ml	100.60	Q 192.90	Q 19.405.80	\$ 2.622.41
8	Solera intermedia	ml	190.40	Q 173.30	Q 32.996.44	\$ 4.458.98
9	Vigas Sentido Y Nivel 1	Unidad	9.00	Q 5.944.25	Q 53.498.21	\$ 7.229.49
10	Vigas Sentido X Nivel 1	Unidad	3.00	Q 19.787.03	Q 59.361.09	\$ 8.021.77
11	Vigas Sentido Y Nivel 2	Unidad	9.00	Q 4.960.38	Q 44.643.43	\$ 6.032.90
12	Vigas Sentido X Nivel 2	Unidad	3.00	Q 18.856.03	Q 56.568.09	\$ 7.644.34
13	Losa Entrepiso	m ²	288.10	Q 1.343.05	Q 386.932.13	\$ 52.288.13
14	Losa Techo	m ²	288.10	Q 1.321.19	Q 380.634.56	\$ 51.437.10
15	Instalacion de Agua Potable	Global	1.00	Q 6.512.13	Q 6.512.13	\$ 880.02
16	Instalacion de drenaje	Global	1.00	Q 15.133.86	Q 15.133.86	\$ 2.045.12
17	Instalacion Electrica	Global	1.00	Q 35.200.99	Q 35.200.99	\$ 4.756.89
18	Instalacion Bajada aguas pluviales + cajas	Global	1.00	Q 14.334.68	Q 14.334.68	\$ 1.937.12
19	Piso	m ²	497.42	Q 402.23	Q 200.077.84	\$ 27.037.55
19	Acabados	Global	1.00	Q 237.496.59	Q 237.496.59	\$ 32.094.13
20	Limpieza general	Global	1.00	Q 1.500.00	Q 1.500.00	\$ 202.70
SUB-TOTAL					Q 2,203,376.03	\$ 297,753.52
MODULO DE GRADAS						
21	Cimiento corrido	ml	14.84	Q 628.37	Q 9.325.07	\$ 1.260.14
22	Solera Humedad e Intermedias	ml	45.40	Q 249.81	Q 11.341.40	\$ 1,532.62
23	Levantado de muro (Block visto cisado 2 caras)	m ²	26.00	Q 583.97	Q 15,185.20	\$ 2,052.05
24	Columna Tipo C	ml	54.80	Q 681.82	Q 37,363.79	\$ 5,049.16
25	Escaleras	Global	1.00	Q 15,536.94	Q 15,536.94	\$ 2,099.59
26	Solera Corona	ml	14.70	Q 274.20	Q 4,030.80	\$ 544.70
27	Losa	m ²	16.13	Q 1,321.19	Q 21,304.17	\$ 2,878.94
SUB-TOTAL					Q 114,087.37	\$ 15,417.21
PRECIO TOTAL					Q 2,317,463.40	\$ 313,170.73

INCLUYE EL IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - IVA -
 US\$ 1.00 ---- Q 7.40

4. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

DECRETO NÚMERO 68-86

Artículo 8.- (Reformado por el Decreto del Congreso Número 1-93). Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión de Medio Ambiente.

Impacto Ambiental

- **Componente social.**

Los beneficiados de los proyectos, recibirán directamente el impacto de acarreo de materiales de construcción y molestias del proceso de zanjeo y construcción durante el tiempo que dure la misma.

- **Estética.**

Ruido, movimiento de tierras, paisaje dañado y degradación visual.

- **Impacto de las aguas servidas.**

El término aguas residuales comprende numerosos tipos de desechos líquidos, desde las aguas de drenaje doméstico y de servicios, hasta los subproductos industriales y las aguas pluviales colectadas en la red municipal.

Cuando estas aguas no reciben tratamiento alguno y son conducidas y arrojadas fuera del área urbana, como ocurre en la mayoría de las poblaciones de Latinoamérica, representa un problema a las áreas silvestres y a la calidad de vida de las comunidades.

Los contaminantes de las aguas residuales regularmente están constituidos de materia orgánica (a manera de sólidos disueltos y suspendidos), nutrientes, grasas o aceites, sustancias tóxicas y microorganismos patógenos.

Los indicadores de calidad de aguas servidas mas monitoreados son:

- a) Demanda bioquímica de oxígeno o DBO (mg/l): Mide el potencial de contaminación biológica.
- b) Demanda química de oxígeno o DQO (mg/l): Mide el consumo de oxígeno del agua debido a reacciones químicas en ese medio.
- c) Oxígeno disuelto (OD).
- d) Sólidos: suspendidos totales (mg/l), sedimentables (ml/l).
- e) pH (unidades de pH)
- f) Grasas y aceites (mg/l)
- g) Coliformes totales
- h) Fósforo total
- i) Nitrógeno total.

4.1 Manejo adecuado de sólidos

El Código de Salud, Decreto 90-97 del Congreso de la República de Guatemala, en el Artículo 103. Disposición de los desechos sólidos. Se prohíbe arrojar o acumular desechos sólidos de cualquier tipo en lugares no autorizados, alrededor de zonas habitadas y en lugares que puedan producir daños a la salud a la población, al ornato o al paisaje, utilizar medios inadecuados para su transporte y almacenamiento o proceder a su utilización, tratamiento y disposición final, sin la autorización municipal correspondiente, la que deberá tener en cuenta el cumplimiento de las medidas sanitarias establecidas para evitar la contaminación del ambiente, específicamente de los derivados de la contaminación de los afluentes provenientes de los botaderos de bausa legales o clandestinos.

Ciertas normativas que pueden ser de gran utilidad para el manejo de desechos sólidos para el sistema de alcantarillado de la aldea El Cielito. La Municipalidad de Cuilapa será el ente principal para regular y controlar dicho manejo.

- Regular y controlar el almacenamiento temporal de los desechos sólidos en: Industrias, mercados, comercios, plazas, calles, demás lugares públicos o privados, así como en las edificaciones nuevas que se autoricen, deberá preverse el depósito adecuado y accesible al recolectar.
- Establecer, regular, autorizar, controlar y supervisar el sistema de almacenamiento, recolección y transporte de los desechos sólidos de industrias, mercados, comercios, parques, plazas, calles y demás lugares públicos o privados, con cobertura en todo el Municipio, en el

cual se puede establecer áreas de trabajo y procedimientos específicos en cada caso.

- Controlar técnicamente, la disposición final de los desechos sólidos en los lugares autorizados.
- Establecer y promover programas de concientización, sensibilización y educación ambiental para la población, incluyendo el conocimiento de la normativa ambiental existente; y promover e incentivar programas de investigación y estudios específicos para el mejor conocimiento de los desechos sólidos que se generan, sus características y como reducir los efectos contaminantes y las formas para un manejo adecuado.
- Coordinar con instituciones públicas o privadas, las actividades que permitan eliminar y prevenir los focos de contaminación y mantener la limpieza del Municipio.
- Promover la clasificación, selección, recuperación, reutilización y reciclado de los desechos sólidos que así lo permitan.

4.2 Medidas de mitigación

Las medidas de mitigación promueven una mejor organización y percepción de los peligros naturales por la comunidad. Se basa en la idea de que el impacto de un desastre puede ser evitado o reducido cuando su ocurrencia ha sido prevista. Cada lugar requiere de un análisis específico de los potenciales peligros, vulnerabilidades y capacidades para proponer medidas de mitigación.

Se deben tener en cuenta medidas de mitigación sobre los impactos ambientales que alteren los diferentes aspectos ambientales. Según el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) los aspectos a considerar en los proyectos a construir son:

Tabla XVIII. Evaluación inicial de aspectos ambientales

ASPECTOS AMBIENTALES	IMPACTOS AMBIENTALES
AIRE	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.)
	Ruido
	Vibraciones
	Olores
AGUA	Abastecimiento de agua
	Aguas residuales ordinarias (aguas generadas por las actividades domésticas)
	Aguas residuales especiales (aguas generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)
	Mezcla de las aguas residuales anteriores
	Aguas de lluvia
SUELO	Desechos sólidos
	Desechos peligrosos (con una o más de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)
	Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)
	Modificación del relieve o la topografía del área
BIODIVERSIDAD	Flora
	Fauna
	Ecosistema
VISUAL	Modificación del paisaje
SOCIAL	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos históricos

Se debe considerar el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesta.

- Inundación
- Derrame o fuga de combustible
- Explosión
- Deslizamientos
- Incendio

Formas de mitigación:

1. En construcción

- Reforestación de laderas para evitar deslizamientos de tierras y avalanchas
- Removiendo sedimentos de la cuenca del río
- Ubicación de personas y bienes fuera de las áreas de peligro
- Diseñar tratando de adecuarse al entorno existente.
- Restringir uso de maquinaria pesada a horas diurnas.
- Utilizar rutas alternas al centro de la población
- Inclusión de estándar de diseño y materialidad para estructuras nuevas
- Después de cada jornada de trabajo, limpiar el area (recoger: estacas de madera, tablas con clavos, resto de mezcla, pedazos de hierro, etc.)

- Compactar la tierra removida.
- Fundir y trasladar materiales de construcción en días no festivos o días de plaza.
- Establecer letrinas temporales para la cuadrilla de trabajadores.
- Incluir botiquín de primeros auxilios
- Garantizar el uso de equipo adecuado de trabajo (guantes, botas, mascarillas, cascos).

2. En operación

- Aumentar la capacidad a través de códigos y estándares de construcción.
- Establecer plan de monitoreo ambiental.
- Aumentar la capacidad a través de planificación comunal (planes de desarrollo, zonificación, incentivos tributarios, etc.)
- Mantenimiento preventivo
- Capacitación permanente y continua a operadores del sistema.

5. ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO

5.1 Valor Actual Neto (VAN)

Esta es una alternativa para la toma de decisiones de la inversión, lo cual permite determinar de antemano si una inversión vale la pena o no poder realizarla, y no hacer así malas inversiones que provoquen en un futuro perdidas.

El valor actual neto puede desplegar tres posibles repuestas, las cuales pueden ser:

- VAN<0
- VAN=0
- VAN>0

Cuando el VAN<0, y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, nos esta alertando o previniendo que el proyecto no es rentable.

Cuando el VAN=0 nos esta indicando que exactamente se esta generando el porcentaje de utilidad que se desea, y cuando el VAN>0, esta indicando que la opción es rentable y que inclusive podrían incrementarse el % de utilidad.

$$P = F \left(\frac{1}{(1+i)^n - 1} \right)$$

$$P = A \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right)$$

P= Valor de pago único en el valor inicial a la operación, o valor presente.

F= Valor de pago único al final de periodo de la operación, o valor de pago futuro.

A= Valor de pago uniforme en un periodo determinado o valor de pago constante o renta, de ingreso.

i= Tasa de interés de cobro por la operación, o tasa de unidad por la inversión a una solución.

n= Periodo de tiempo que se pretende dure la operación.

Datos del proyecto

Costo total del proyecto= Q 1, 612,863.07

Costo de mantenimiento= Q 40,000/anual

Como es usual un proyecto de inversión social la municipalidad absorberá el 80% del costo total del proyecto y la comunidad pagara el otro 20% en un periodo de 8 años en cuotas anuales de Q 560.00/anuales por derecho de conexiones domiciliarias.

Cuota de mantenimiento de Q 10.00/mensuales.

A1= Q 69,120.00 + Q 40,000 = Q 109,120

A2= Q 40,000

n= 8 años

$$VAN = -322,572.61 + 109,120 \left(\frac{(1 + 0.10)^8 - 1}{0.10(1 + 0.10)^8} \right) - 40,000 \left(\frac{(1 + 0.10)^8 - 1}{0.10(1 + 0.10)^8} \right)$$

$VAN = 45,837$ para un interés del 10% anual en un periodo de 8 años.

$$VAN = -322,572.61 + 97,120 \left(\frac{(1+0.18)^8 - 1}{0.18(1+0.18)^8} \right) - 28,000 \left(\frac{(1+0.18)^8 - 1}{0.18(1+0.18)^8} \right)$$

$VAN = -41,254.41$ para un interés del 18% anual en un periodo de 8 años, el proyecto no es rentable.

5.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)

Conceptualmente podemos decir que la tasa interna de retorno es la tasa máxima de utilidad que puede pagarse u obtenerse en la evaluación de una alternativa.

$$TIR = VAN \text{ Beneficios} - VAN \text{ Gastos} = 0$$

Lo que se busca es un dato que sea menor al dato buscado y otro que sea mayor y así poder interpolar de la manera siguiente:

Tasa 1	VAN +
TIR	VAN = 0
Tasa 2	Van -

$$TIR = i_1 + \left(\frac{VAN_1}{VAN_1 + VAN_2} \right) (i_2 - i_1)$$

$$TIR = 0.1 + \left(\frac{45,837}{45,837 + 41,254} \right) (0.18 - 0.1) = 0.14$$

$$TIR = 14.00\%$$

5.3 Relación beneficio/costo

La relación beneficio / costo es un indicador que mide el grado de desarrollo y bienestar que un proyecto puede generar a una comunidad.

La relación Beneficio/costo esta representada por la relación

$$\frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}}$$

En donde los Ingresos y los Egresos deben ser calculados utilizando el VAN o el CAUE. El análisis de la relación B/C, toma valores mayores, menores o iguales a 1, lo que implica que:

- **B/C > 1** implica que los ingresos son mayores que los egresos, entonces el proyecto es aconsejable.
- **B/C = 1** implica que los ingresos son iguales que los egresos, entonces el proyecto es indiferente.
- **B/C < 1** implica que los ingresos son menores que los egresos, entonces el proyecto no es aconsejable.

Al aplicar la relación Beneficio/Costo, es importante determinar las cantidades que constituyen los Ingresos llamados "Beneficios" y qué cantidades constituyen los Egresos llamados "Costos".

Por lo general, las grandes obras producen un beneficio al público, pero a su vez, produce también una perdida denominada "Desventaja". Estos proyectos en mención, son un ejemplo; los cuales solo producen un beneficio a las personas interesadas; que es, la recolección de aguas servidas y la habitabilidad de estudiantes. Se les otorgan a las familias o habitantes beneficiados tasas económicas pequeñas para hacer uso del servicio, las cuales a su vez hacen que la B/C <1.

CONCLUSIONES

1. La utilización de un sistema de alcantarillado sanitario evita la transmisión de enfermedades gastrointestinales causadas por las escorrentillas de aguas residuales que fluyen superficialmente sobre el suelo, así como mejora el ornato y evita la proliferación de insectos y la contaminación del medio ambiente.
2. La red de alcantarillado sanitario para la aldea El Cielito, Cuilapa, Santa Rosa; se presupuestó con un precio total de Q 1, 612,863.07; éste tiene una longitud de 1,140 metros, obteniendo de esta forma un precio por metro lineal de Q 1,414.80. Según casos análogos de proyectos de alcantarillado sanitario tomados del Caserío La Providencia y Caserío El Molino; se obtuvo un precio por metro lineal de Q 1,235.65 y Q 1,567.98 respectivamente. Por lo que el precio obtenido en este proyecto se encuentra dentro del rango de precios en esta zona de Cuilapa exclusivamente.
3. El resultado de la relación beneficio/costo de la red de alcantarillado sanitario es menor a 1, lo que nos indica que el proyecto genera más costos que beneficios; esto hace que el mismo no sea rentable para el inversionista. Este tipo de proyecto es de carácter social, por lo que el Estado asumirá los costos del mismo, para la construcción. La construcción de este proyecto es una necesidad básica e importante para las habitantes de la aldea El Cielito, que carece de este servicio; al mismo tiempo mejora la calidad de vida de los beneficiados.

4. La edificación escolar de dos niveles para la Escuela Normal Intercultural, fue presupuestada con un precio total de Q 2, 317,463.40, teniendo una área a construir de 286.47 m². Este sistema constructivo de dos niveles es primera vez que se utiliza en el municipio, por lo que no se encuentran casos análogos del mismo; por lo que el precio por metro cuadrado de dicha edificación es de Q 8,089.72, considerando para ello la mano de obra del lugar.

5. La utilización del sistema estructural de marcos dúctiles con losas planas de concreto reforzado, en el diseño de la edificación escolar, la hace una estructura sismo resistente, ya que se utilizó el método SEAOC, que considera los efectos laterales que el sismo causa.

6. Según la relación beneficio/costo de la edificación escolar de dos niveles, hace que el mismo no sea rentable para el inversionista, ya que generan más costos que beneficios. Este tipo de proyecto es de carácter social, por lo que el Estado asumirá los costos del mismo, para la construcción. Este mismo, es una necesidad importante para los estudiantes de la Escuela Normal Intercultural, para poder impartir el proceso de enseñanza-aprendizaje.

RECOMENDACIONES

A la municipalidad de Cuilapa, Santa Rosa.

1. Una vez construido el sistema de alcantarillado sanitario, se debe implementar un plan de mantenimiento, principalmente después de la época de lluvia; puesto que conforme el tiempo transcurra, se irán acumulando sólidos o basura en el fondo de las tuberías, colectores y pozos de visita.
2. Crear un fondo para el mantenimiento del edificio, para que se mantenga en buen estado y proporcione las condiciones necesarias para el proceso enseñanza-aprendizaje.
3. Educar a los habitantes de la comunidad, (a través de folletos, posters, carteles y charlas, entre otros, a fin de crear conciencia de la necesidad de conocer, valorar y conservar el medio ambiente. Esto debe realizarse durante las fases de construcción y ejecución de las actividades del proyecto.
4. Los presupuestos son una referencia, ya que están sujetos a cambios, principalmente por las circunstancias económicas que existan al momento de construir. Por lo que se considero presupuestar los proyectos respecto a la moneda del dólar para atenuar de una forma más exacta los precios de los mismos al momento de realizar la contratación. Considerando para estos a Q 7.40 respecto a US\$ 1.00

BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute. Reglamento de las Construcciones Reforzado (ACI 318-99) y Comentarios. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C., México, D.F. 1990.
2. ASOCIACIÓN GUATEMALTECA DE INGENIERÍA ESTRUCTURAL Y SIMICA AGIES. “Normas estructurales de diseño y construcción recomendados para la República de Guatemala”. 2002.
3. Cabrera Seis, Jadenon Vinicio. Guía teórica y práctica del curso de Cimentaciones Tesis de Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería, 1994. 178 p.
4. Monzón López, William Sergio. Diseño de la carretera hacia la aldea San Gregorio y Edificación escolar de dos niveles para el nivel primario, aldea El Sitio, municipio de Catarina, departamento de San Marcos. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 154 p.
5. Nilson, Arthur H. Diseño de estructuras de concreto. 12ª edición, Colombia; McGraw-Hill, 2001. 722 p.
6. Quiná Sajbochol, Wabinton. Diseño del sistema de alcantarillado para la aldea Chicazanga y Edificación escolar de dos niveles de la comunidad Colinas de San Andrés, municipio de San Andrés Itzapa, departamento de Chimaltenango. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 133 p.

APÉNDICE A

Tabla XII. Áreas de acero requeridas en losas típicas del nivel 1. Eje X-X

Momento (M)	Área de acero (cm ²)	No. Varilla	Espaciamiento (S) (cm)
2,089.95	10.10	4	12
1,295.84	6.02	3	10
1,019.84	4.68	3	15
240.38	Asmin	3	20
300.47	Asmin	3	20
134.34	Asmin	3	20

Tabla XIII. Áreas de acero requeridas en losas típicas del nivel 1. Eje Y-Y

Momento (M)	Área de acero (cm ²)	No. Varilla	Espaciamiento (S) (cm)
953.10	4.36	3	15
537.12	Asmin	3	20
655.65	Asmin	3	20
650.98	Asmin	3	20
520.73	Asmin	3	20
427.30	Asmin	3	20

Tabla XIX Áreas de acero requeridas en losas típicas del nivel 2. Eje X-X

Momento (M)	Área de acero (cm ²)	No. Varilla	Espaciamiento (S) (cm)
1,388.81	6.48	3	10
818.30	3.72	3	18
612.82	Asmin	3	20
137.17	Asmin	3	20
71.28	Asmin	3	20
171.46	Asmin	3	20

Tabla XX Áreas de acero requeridas en losas típicas del nivel 2. Eje Y-Y

Momento (M)	Área de acero (cm ²)	No. Varilla	Espaciamiento (S) (cm)
615.12	Asmin	3	20
280.97	Asmin	3	20
411.38	Asmin	3	20
399.36	Asmin	3	20
268.87	Asmin	3	20
244.30	Asmin	3	20

Tabla XXI. Libreta final de topografía

PROYECTO: Diseño de alcantarillado sanitario.

ALDEA: El Cielito.

MUNICIPIO: Cuilapa.

DEPARTAMENTO: Santa Rosa.

Est.	Po.	Azimut		Distancia (m)	Cota de terreno inicial (m)	Cota terreno final (m)	Caminamiento (m)
		°	'				
1	2	272	26	30.08	102.10	99.15	30.08
2	3	259	11	22.29	99.15	97.48	52.37
3	4	224	25	46.22	97.48	93.60	98.59
4	5	152	43	57.97	93.60	92.63	156.56
5	6	185	20	31.92	92.63	91.38	188.48
6	7	219	47	52.19	91.38	91.11	240.67
7	8	333	49	17.54	91.11	93.24	258.21
8	9	263	58	32.29	93.24	91.11	290.5
7	10	228	36	16.22	91.11	90.46	306.72
10	11	133	54	27.24	90.46	88.82	333.96
11	12	92	28	8.00	88.82	88.57	341.96
12	13	63	10	24.60	88.57	88.60	366.56
13	14	95	53	74.65	88.60	92.88	441.21
10	15	231	00	16.00	90.46	89.75	457.21
15	16	254	05	65.00	89.75	91.32	522.21
15	17	237	40	35.20	89.75	87.31	557.41
17	18	238	56	22.80	87.31	85.15	580.21
18	19	195	45	25.36	85.15	84.12	605.57
19	20	172	15	98.79	84.12	85.36	704.36
20	21	210	58	35.20	85.36	85.06	739.56
21	22	231	56	51.15	85.06	83.45	790.71
22	23	109	32	86.34	83.45	85.90	877.05
23	24	118	24	32.00	85.90	86.10	909.05
24	25	17	20	45.00	86.10	86.73	954.05
22	26	220	04	81.59	83.45	84.46	1035.64
26	27	229	21	40.00	84.46	84.16	1075.64
27	28	218	08	48.99	84.16	83.43	1124.63
28	28.3	280	41	11.50	83.43	83.23	1136.13

Est: Estación

Po: Punto observado

Figura 31. Ensayo de compresión triaxial, diagrama de Mohr

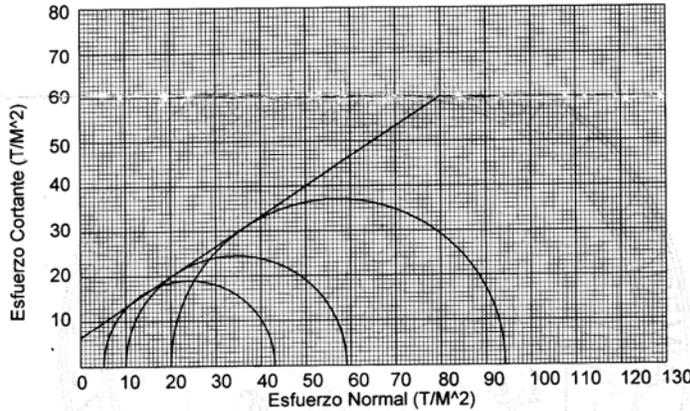


CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 0547 S.S. O.T.No.: 22,496
 INTERESADO: Emir Estuardo Del Cid Vásquez
 PROYECTO: TRABAJO DE GRADUACIÓN - EPS NORMA: AASHTO T-296
 UBICACION: Escuela normal intercultural, Cuilapa, Santa Rosa.
 pozo No: 1 FECHA: 28 de octubre de 2007



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCION INTERNA : $\phi = 32,95^\circ$ COHESIÓN: $C_u = 6,35 \text{ T/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
 DESCRIPCION DEL SUELO: Arena limosa color café.
 DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
 OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m ²)	37,01	48,98	74,10
PRESION INTERSTICIAL u(T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	3,5	6,5	8,5
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1,18	1,18	1,18
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1,46	1,46	1,46
HUMEDAD (%H)	25,0	25,0	25,0



Vo. Bo.

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
DIRECTOR CII/USAC

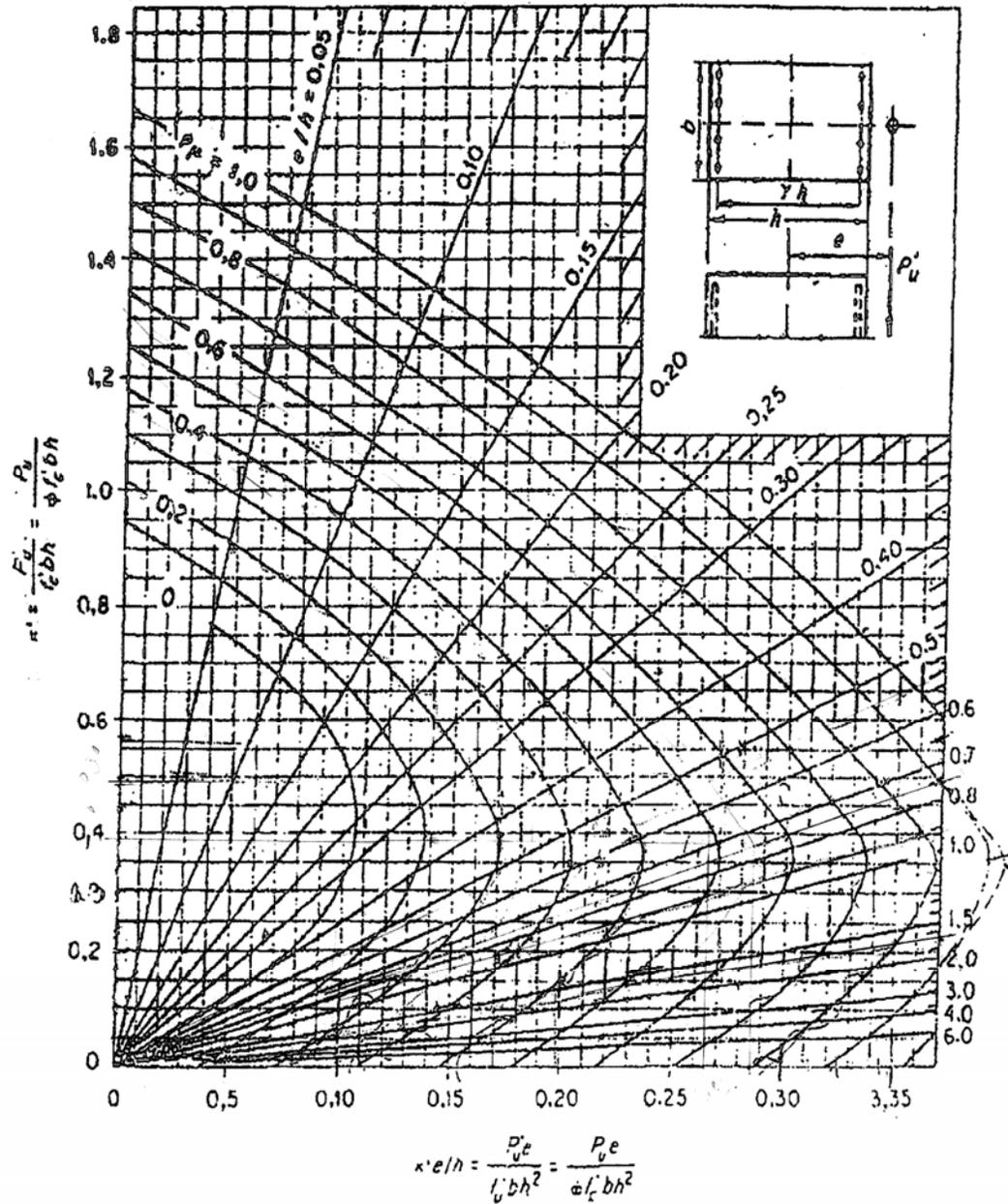


Ing. Omar Enrique Médrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

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>

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Figura 32. Diagrama iteración para columna



Fuente: Gonzales, Robles, Casillas y Díaz de Cossio. Aspectos fundamentales del concreto reforzado. p. 396

Cálculo del valor soporte (Vs):

El cálculo del valor soporte del suelo, se realizó por el método de Terzaghi, con los datos obtenidos en el ensayo de compresión triaxial.

El suelo tiene una descripción de arena-limosa color café.

Coeficiente de cohesión (Co)=	6.35 Ton/m ²
Ángulo de fricción interna (Φ)=	32.95°
Base de la cimentación (Bc)=	1.00 m
Desplante (Df)=	1.00 m
Peso volumétrico del suelo (P _{suelo})=	1.18 Ton/m ³
Factor de seguridad (Fs)=	3.00

$$\phi_{rad} = \frac{\phi * \pi}{180} = \frac{32.95^\circ * \pi}{180} = 0.5751 rad$$

- **Factores de flujo:**

$$Nq = \frac{e^{\left(\frac{3}{2}\pi - 0.5751\right)\tan(0.5751)}}{2 \cos^2\left(45 + \frac{0.5751}{2}\right)} = 5.96$$
$$Nc = \cot(0.5751)(5.96 - 1) = 7.65$$
$$N\gamma = 2(5.96 + 1)\tan(0.5751) = 9.00$$

- **Capacidad portante última:**

$$q_o = 0.4\gamma_{suelo}(Bc)(N\gamma) + 1.3C_o(Nc) + \gamma_{suelo}(Df)(Nq)$$

$$q_o = 0.4(1.18)(1.00)(9.00) + 1.3(6.35)(7.65) + 1.18(1.00)(5.96) = 74.50 \text{ Ton} / m^2$$

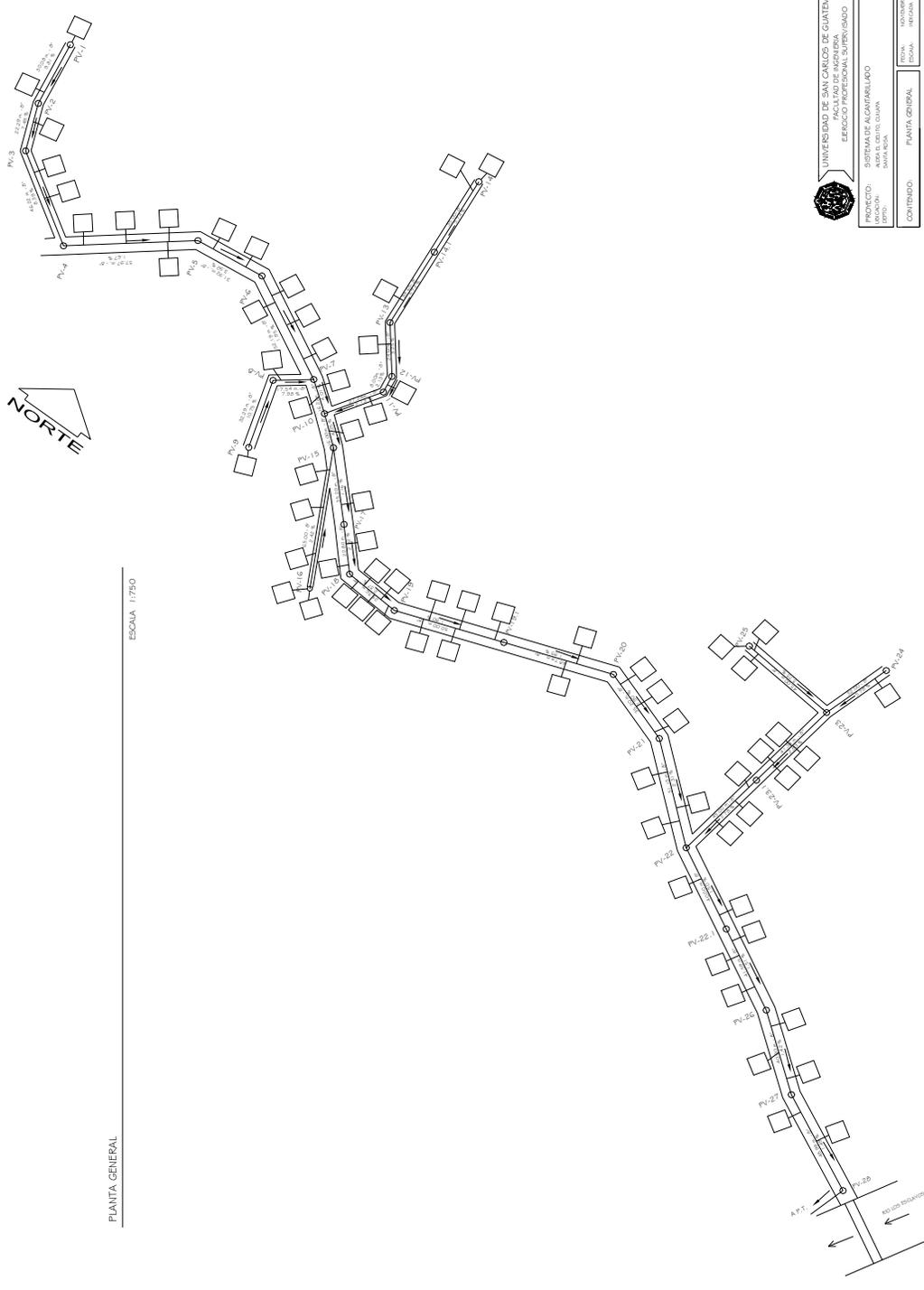
- **Capacidad soporte del suelo:**

$$Vs = \frac{q_o}{Fs} = \frac{74.50}{3} = 24.83 \text{ Ton} / m^2 \cong 25.00 \text{ Ton} / m^2$$

APÉNDICE B

1. Planos constructivos: Red de alcantarillado sanitario para la aldea El Cielito, Cuilapa, Santa Rosa.
2. Planos constructivos: Diseño de edificio de dos niveles para Escuela Normal Intercultural del municipio de Cuilapa, Santa Rosa.

- 1. Planos constructivos: Red de alcantarillado sanitario para la aldea El Cielito, Cuilapa, Santa Rosa.**



PLANTA GENERAL

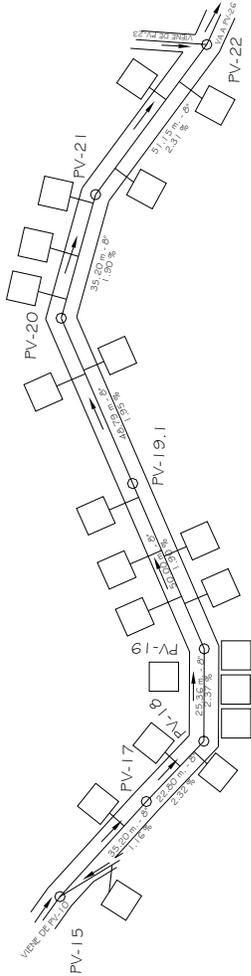
ESCALA 1:1750



 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: (DESCRIPCION) SISTEMA DE ALcantarillado PARA EL CANTON GUAMA ZONA URBANA	PLAN: (DESCRIPCION) PLANTA GENERAL
CANTON DE PROYECTO: (DESCRIPCION) ZONA URBANA	FECHA: (DESCRIPCION) 19/05/2017
DISEÑADO POR: (DESCRIPCION) J. J. GONZALEZ	REVISADO POR: (DESCRIPCION) J. J. GONZALEZ
ESCALA: 1:1750	

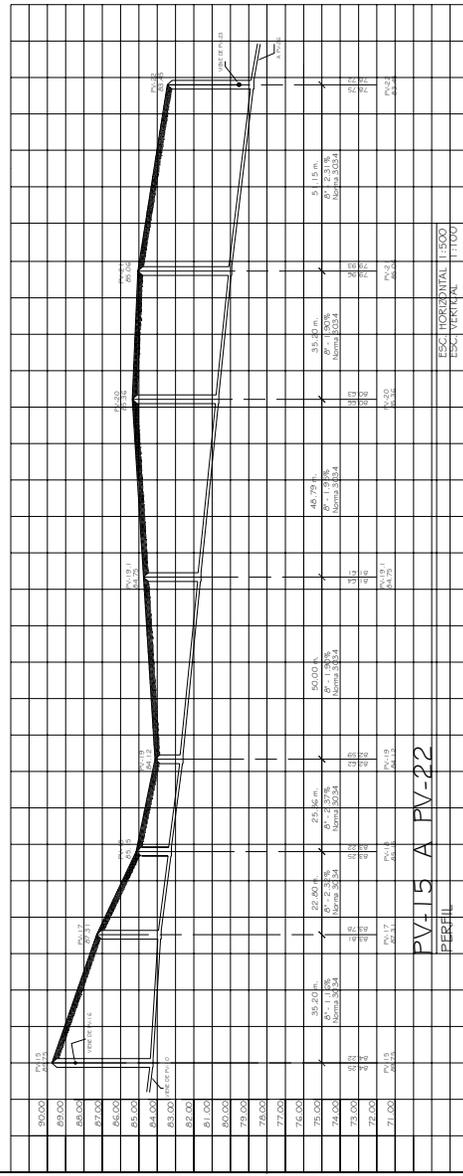
1	9
---	---

SIMBOLOGIA	
○	PUNTO DE ESTACIONAMIENTO
○	ALINEAMIENTO
—	DIRECCION DE VIA
○	CURVA
—	PAISAJE



PV-15 A PV-22
PLANTA

ESCALA 1:500



PV-15 A PV-22
PERFIL

ESCALA HORIZONTAL 1:500
ESCALA VERTICAL 1:100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA

PROYECTO: SISTEMA DE AGUAFRELLADO
CALLE 15, ZONA 10, GUATEMALA

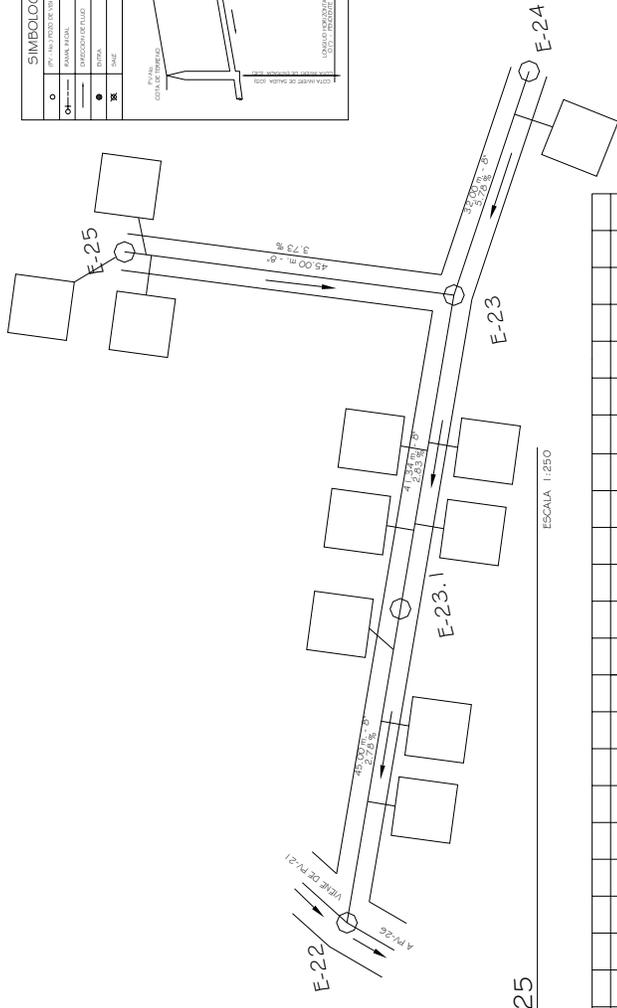
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL

ELABORADO POR: DANIEL BELLO RAMIREZ

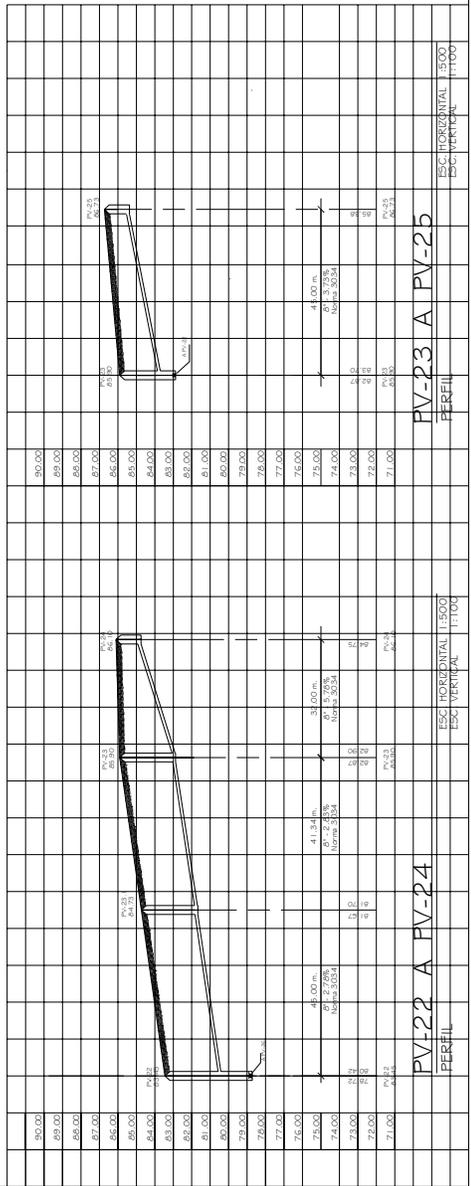
FECHA: 15/05/2023

HOJA: 5 DE 9

SIMBOLOGIA	
	100MM DIAMETRO (N)
	150MM DIAMETRO (N)
	200MM DIAMETRO (N)
	250MM DIAMETRO (N)
	300MM DIAMETRO (N)
	400MM DIAMETRO (N)
	500MM DIAMETRO (N)
	600MM DIAMETRO (N)
	750MM DIAMETRO (N)
	900MM DIAMETRO (N)
	1000MM DIAMETRO (N)
	1200MM DIAMETRO (N)
	1500MM DIAMETRO (N)
	2000MM DIAMETRO (N)
	2500MM DIAMETRO (N)
	3000MM DIAMETRO (N)
	4000MM DIAMETRO (N)
	5000MM DIAMETRO (N)
	6000MM DIAMETRO (N)
	7500MM DIAMETRO (N)
	9000MM DIAMETRO (N)
	10000MM DIAMETRO (N)
	12000MM DIAMETRO (N)
	15000MM DIAMETRO (N)
	20000MM DIAMETRO (N)
	25000MM DIAMETRO (N)
	30000MM DIAMETRO (N)
	40000MM DIAMETRO (N)
	50000MM DIAMETRO (N)
	60000MM DIAMETRO (N)
	75000MM DIAMETRO (N)
	90000MM DIAMETRO (N)
	100000MM DIAMETRO (N)



PV-22 A PV-25
PLANTA
ESCALA 1:250



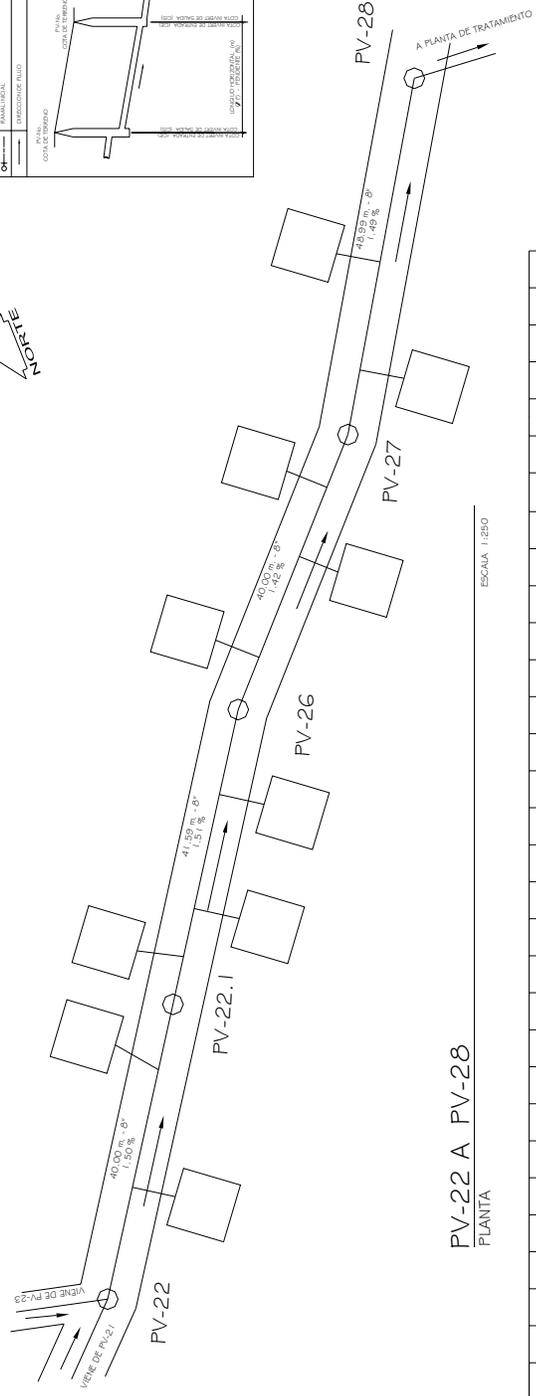
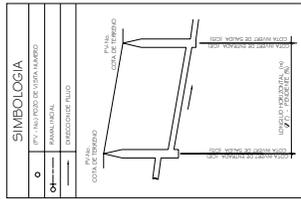
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE ALCANFARILADO

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANFARILADO
LUGAR: SAN CARLOS, GUATEMALA
FECHA: 2023

CONTENIDO: PLANTA Y PERFILES
FECHA: 2023

PARALELO DE YERBAS - NUESTRO SEÑOR DE AGUIAR

PLAN	6
HOJA	9



PV-22 A PV-28
PLANTA

ESCALA 1:250

OBSERVACION:
 PARA LOS TUBOS DE BARRIDA A PROLONGAR DE 400 METROS SE COLOCARÁ FORAMENTA CON INCRUSTAS, PARA EVITAR DESPLAZAMIENTOS Y DERRUMBES EN LOS MISMO Y PROTEGER ASI A LOS OBREROS.

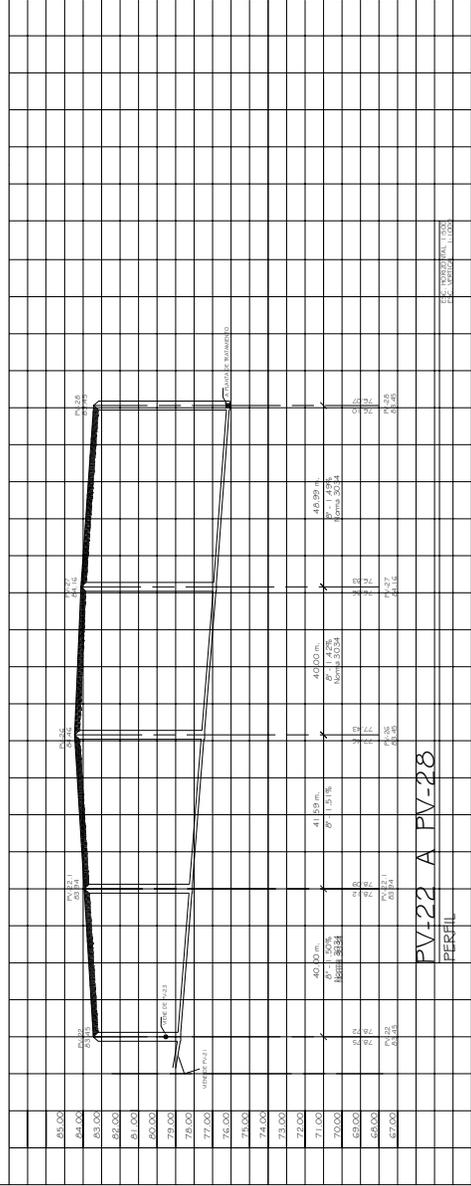


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

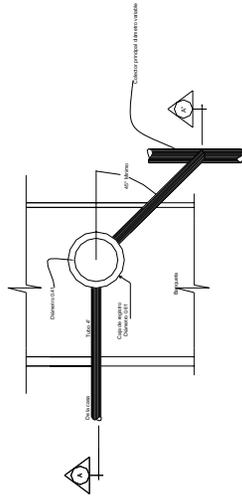
PROYECTO: SISTEMA DE ACANTARILLADO
 UBICACION: MARCELO GARCIA GUAMA
 FASE: PROYECTO

CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL

TITULO DEL DISEÑO: DISEÑO DE UN PASADIZO
 ESCALA: 1:500
 HOJA: 7
 TOTAL: 9

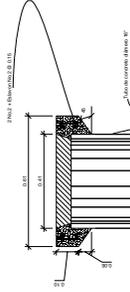


PV-22 A PV-28
PERFIL



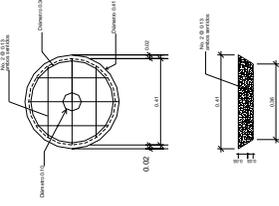
PLANTA

SIN ESCALA



CAJA DE REGISTRO

SIN ESCALA

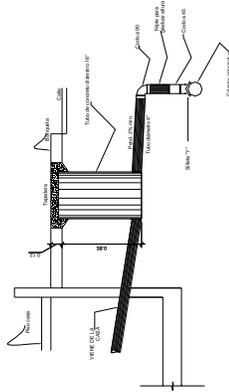


DETALLE TAPADERA

SIN ESCALA

E S P E C I F I C A C I O N E S

1. LA TUBERIA PARA LA CONEXION DOMICILIAR DEBE SER DE 4" PVC PARA ALCANTARILLADO SANITARIO SEGUN NORMA 3034
2. EL CONCRETO PARA LA TAPADERA Y BASE DEBERA TENER UN $F_c = 310$ Kg/cm² CON UNA PROPORCION 1:2:2 CON ESTA PROPORCION SE TIENEN QUE USAR 11.5 SACOS DE CEMENTO, 8 CARRETLAS DE ARENA, 8 CARRETLAS DE PIEDRIN, 1.48 GALONES DE AGUA APROPIADA PARA LA PREPARACION Y UNA CARRETLA DE 0.08 M³ DE VOLUMEN.
3. LA CAJA DE REGISTRO SERA UN TUBO DE CONCRETO DE 16" DE DIAMETRO CON SU RESPECTIVA BASE, BROCAL Y TAPADERA, LA CUAL DEBE TENER UNA PROFUNDIDAD MINIMA DE 0.30 m.
4. EL ACERO A UTILIZAR SERA $F_y = 2810$ Kg/cm².



SECCION A-A'

SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
E INGENIERIA PROFESIONAL SUPLENENTE

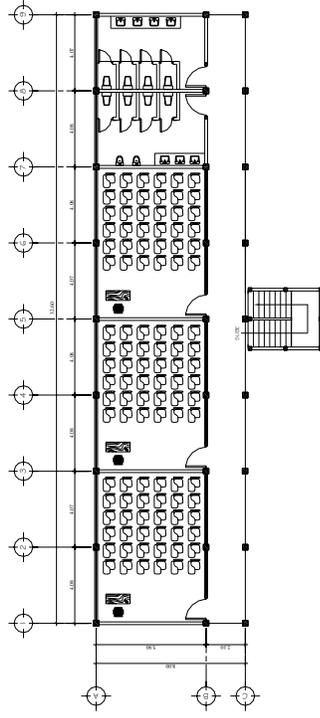
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO
UBICACION: AREA EL COSTO, CAMPA, PARAGUAY

CONTENIDO DEL ALLE CONEXION DOMICILIAR
TITULO: DISEÑO DE LA CONEXION DOMICILIAR

CALECULO COMO TENDIDO: TENDIDO DE CO INGENIERIA
FECHA: 10/05/2017

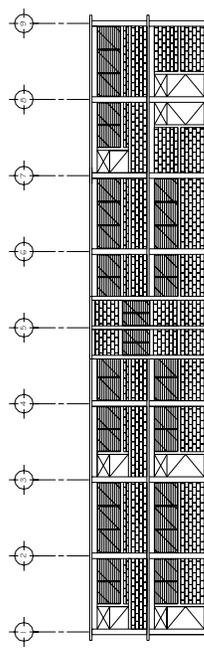
9/9

2. **Planos constructivos: Diseño de edificio de dos niveles para Escuela Normal Intercultural del municipio de Cuilapa, Santa Rosa.**

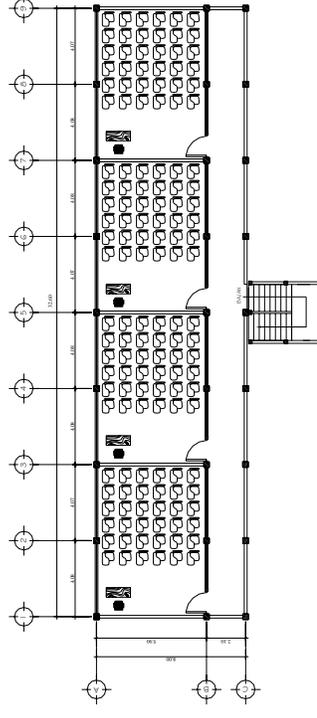


PLANTA AMUEBLADA

NIVEL 1
ESCALA 1:100

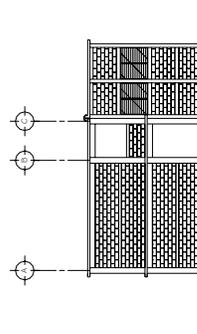


FACHADA FRONTAL
ESCALA 1:100



PLANTA AMUEBLADA

NIVEL 2
ESCALA 1:100



FACHADA LATERAL
ESCALA 1:100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERIOR

PROYECTO: DISEÑO DE ESPACIO DE DOS NIVELES

UBICACION: CALLES 20 y 21

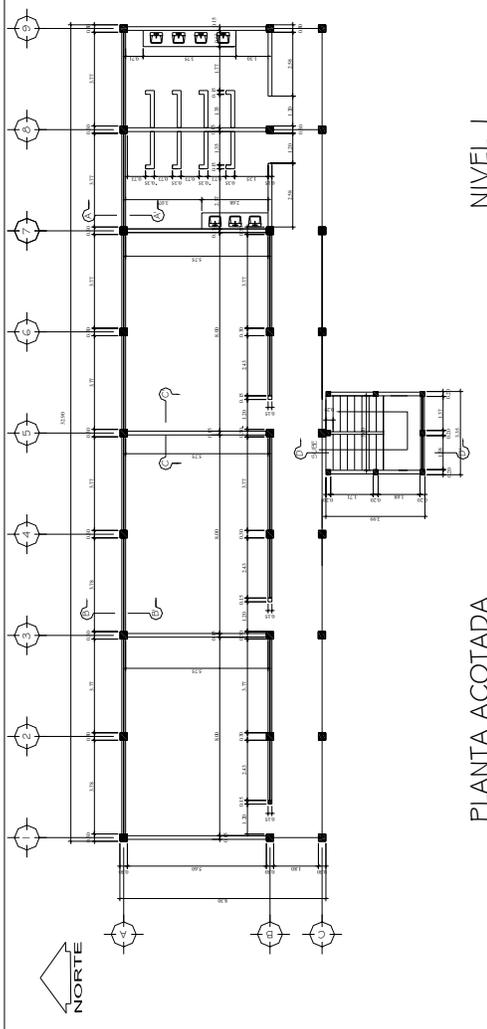
REDACTORA: PAULINA MORALES

CONTENIDO: PLANTA AMUEBLADA

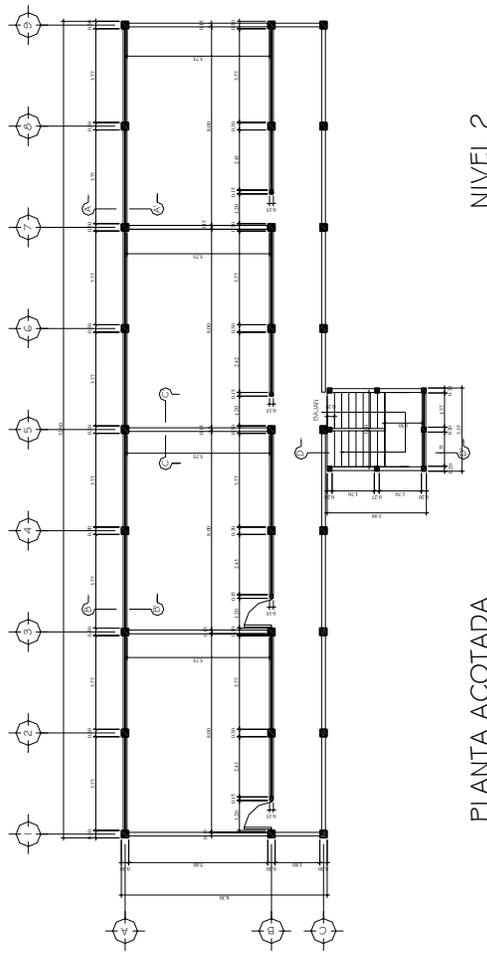
PROFESOR: DR. JOSÉ GUILLERMO

FECHA: 18/05/2022

1/8

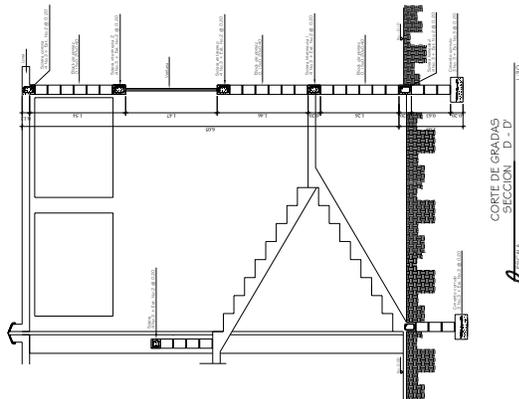


PLANTA ACOTADA
NIVEL 1
ESCALA 1:75

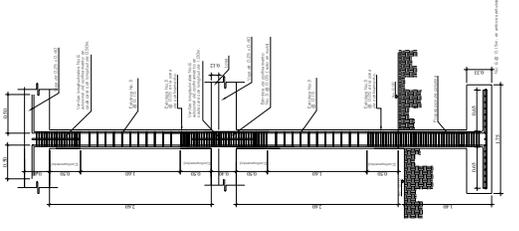


PLANTA ACOTADA
NIVEL 2
ESCALA 1:75

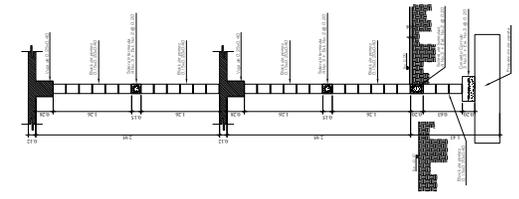
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR	
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES UBICACIÓN: GUATEMALA FECHA: 2022	TITULAR: INGENIERA PSYLAH
CONTENIDO: PLANTA ACOTADA	ESCALA: INDICADA
PAISAJE: RESERVADO - SIN ESCRIBIR	HOJA: 2
No. de expediente: 10000000000000000000	No. de expediente: 10000000000000000000



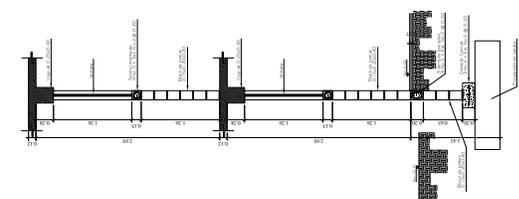
CORTE DE GRADAS
SECCION D - D
ESCALA 1/30



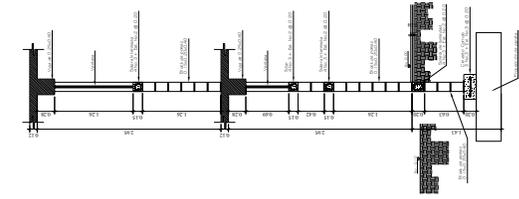
DETALLE DE ARMADO TRANSVERSAL
EN CONJUNTO DE COLUMNA.
ESCALA 1/30



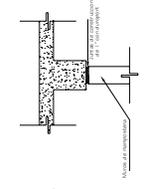
SECCION C - C
ESCALA 1/30



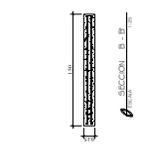
SECCION B - B
ESCALA 1/30



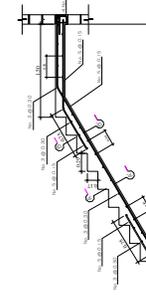
SECCION A - A
ESCALA 1/30



DETALLE JUNTA DE CONSTRUCCION
ESCALA 1/30



SECCION B - B
ESCALA 1/30



SECCION C - C
ESCALA 1/30

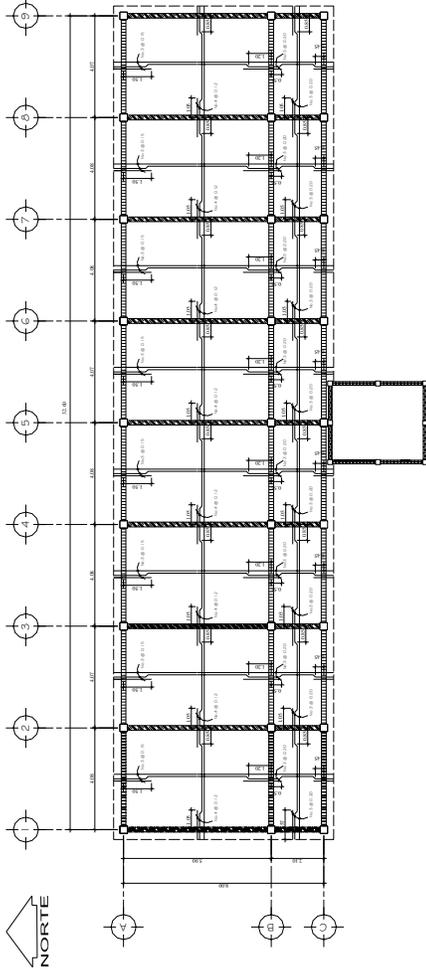
- E S P E C I F I C A C I O N E S**
- EL CONCRETO DEBERA TENER UN Fc = 210 Kg/cm² CON UNA PROPORCION EN VOLUMEN 1:2:2 CON ESTA PROPORCION SE TENDRA QUE USAR 115 SACOS DE CEMENTO, 8 CARRETELAS DE ARENA, 8 CARRETELAS DE PIEDRA Y 148 GALONES.
 - EL ACERO A UTILIZAR SERA Fy = 2810 Kg/cm².
 - EL MORTAR DEBERA TENER UN Fc = 140 Kg/cm² CON UNA PROPORCION EN VOLUMEN 1:3 DE ARENA Y 1 CEMENTO CON 150 GALONES DE CEMENTO, 160 GALONES DE ARENA Y 110 GALONES DE AGUA.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES
UBICACION: CHUAP, DEPARTAMENTO DE SAN CARLOS
CONTRIBUIDOR: CORPES FORO DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS DE GUATEMALA
CALIFICADO: INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL

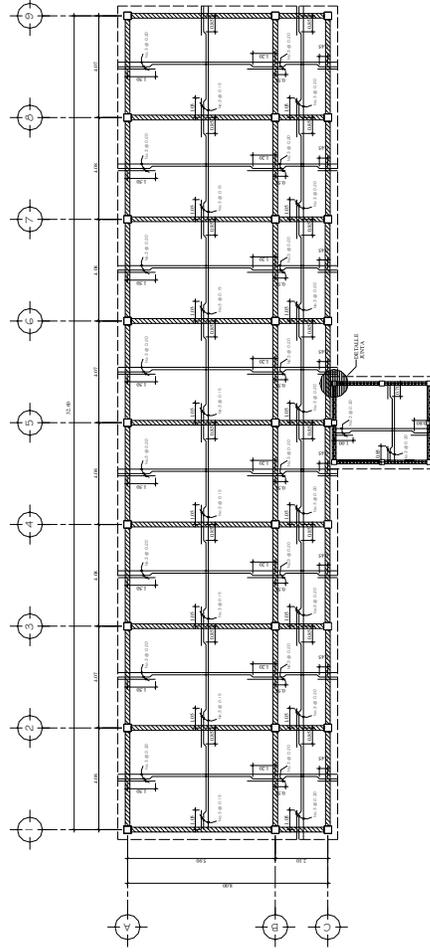
FECHA: 15/05/2023
NOMBRE DEL INGENIERO: [Blank]

DETALLE DE GRADAS
ESCALA 1/30



PLANTA BAJA

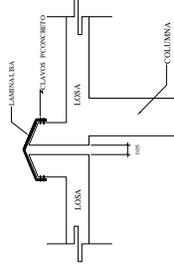
ESCALA 1:75



PLANTA ALTA

ESCALA 1:75

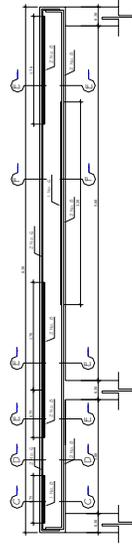
SIMBOLOGÍA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	VIGA SENTIDO X
	VIGA SENTIDO Y
	SOLERA CORONA



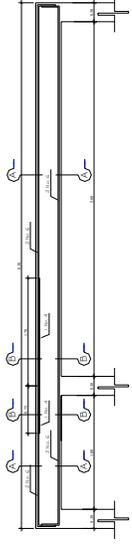
θ DETALLE JUNTA
 LAMINA CLAVADA EN EL ENTRENADO FINAL DEL TECHO
 PARA EVITAR EL INGRESO DEL AGUA DE LLUVIA.



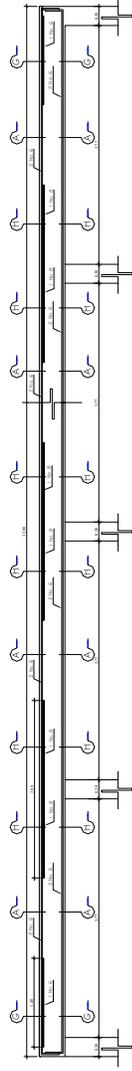
PROYECTO	DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES
UBICACIÓN	GUATEMALA
OFICIO	GUATEMALA
CONTENIDO	PLANTA DE LOSAS Y VIGAS
PROYECTADO POR	ING. E. DE LA ROSA
REVISADO POR	ING. E. DE LA ROSA
FECHA	15/05/2023
HOJA	5
DEL TOTAL	6



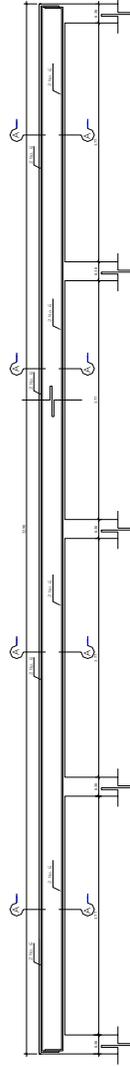
ARMADO DE VIGA SENTIDO Y
NIVEL 1
ESCALA 1:30



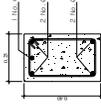
ARMADO DE VIGA SENTIDO Y
NIVEL 2
ESCALA 1:30



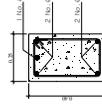
ARMADO DE VIGA SENTIDO X
NIVEL 1
ESCALA 1:30



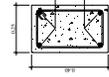
ARMADO DE VIGA SENTIDO X
NIVEL 2
ESCALA 1:30



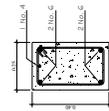
SECCION G-G
ESCALA 1:10
ENTRADA No. 3
Entramos @ 0.00 m.
Radio @ 0.10 m.



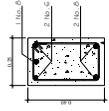
SECCION H-H
ESCALA 1:10
ENTRADA No. 3
Entramos @ 0.00 m.
Radio @ 0.10 m.



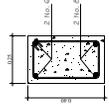
SECCION A-A
ESCALA 1:10
ENTRADA No. 3
Entramos @ 0.00 m.
Radio @ 0.10 m.



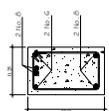
SECCION B-B
ESCALA 1:10
ENTRADA No. 3
Entramos @ 0.00 m.
Radio @ 0.10 m.



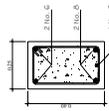
SECCION C-C
ESCALA 1:10
ENTRADA No. 3
Entramos @ 0.00 m.
Radio @ 0.10 m.



SECCION D-D
ESCALA 1:10
ENTRADA No. 3
Entramos @ 0.00 m.
Radio @ 0.10 m.



SECCION E-E
ESCALA 1:10
ENTRADA No. 3
Entramos @ 0.00 m.
Radio @ 0.10 m.



SECCION F-F
ESCALA 1:10
ENTRADA No. 3
Entramos @ 0.00 m.
Radio @ 0.10 m.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL SUPERVISAD

PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES
CARRANZA
UBICACIÓN: CARRANZA

CONTENIDO: DETALLES SECCIONES DE VIGA

CALCULO: ROBERTO BEND. DATE: 05/01/2022

NO. DE VIGA	6
NO. DE PLANOS	8

