



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

**DISEÑO DE UNA ESCUELA PARA LA COMUNIDAD SAN JUAN LA ISLA Y AMPLIACIÓN
DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD SITIO DE LAS FLORES ASUNCIÓN
MITA, JUTIAPA**

Luis Gerardo Ramírez Estrada

Asesorado por el ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, marzo de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UNA ESCUELA PARA LA COMUNIDAD SAN JUAN LA ISLA Y AMPLIACIÓN
DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD SITIO DE LAS FLORES ASUNCIÓN
MITA, JUTIAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LUIS GERARDO RAMÍREZ ESTRADA

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MARZO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Armando Fuentes Roca
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE UNA ESCUELA PARA LA COMUNIDAD SAN JUAN LA ISLA Y AMPLIACIÓN DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD SITIO DE LAS FLORES ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 15 de mayo del 2020.

Luis Gerardo Ramírez Estrada

Guatemala, 27 de septiembre de 2021
REG.EPS.DOC.05.02.2021

Ingeniero
Oscar Argueta Hernández
Director de la Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
USAC

Estimado Ingeniero Argueta.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) del estudiante universitario **Luis Gerardo Ramírez Estrada**, registro **Académico 201503743** y **CUI 2455067212205** de la Carrera de Ingeniería Civil. Procedí a revisar el informe final, cuyo título es: "Diseño de una escuela para la comunidad San Juan la Isla y ampliación de sistema de agua potable en la comunidad Sitio de las Flores, Asunción Mira Jutiapa."

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



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

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, REF.EPS.D.85.02.2022
22 de febrero de 2022

Ing. Armando Fuentes Roca
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Fuentes Roca:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE UNA ESCUELA PARA LA COMUNIDAD SAN JUAN LA ISLA Y AMPLIACION DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD SITIO DE LAS FLORES ASUNCION MITA, JUTIAPA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Luis Gerardo Ramírez Estrada, CUI 24550 6721 2205 y Registro Académico 201503743**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

A handwritten signature in blue ink is written over an official stamp. The stamp is oval-shaped and contains the text: 'Universidad de San Carlos de Guatemala', 'DIRECCION', 'Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS', and 'Facultad de Ingeniería'.

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH/ra



Guatemala, 04 de febrero 2022

Ingeniero
Armando Fuentes Roca
Directo de la Escuela de Ingeniería Civil
Guatemala

Ingeniero Fuentes

Por medio de la presente comunico a usted, que a través del Departamento de Hidráulica de la Escuela de Ingeniería Civil se ha revisado el Trabajo Final de EPS, **DISEÑO DE UNA ESCUELA PARA LA COMUNIDAD SAN JUAN LA ISLA Y AMPLIACION DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD SITIO DE LAS FLORES ASUNCION MITA, JUTIAPA**, del estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil **LUIS GERARDO RAMÍREZ ESTRADA**, Registro Académico: **201503743**, como asesor al **ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA**

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

Sin otro particular, le saludo muy atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
U S A C
Ing. Civil Pedro Antonio Aguilar Polanco
Jefe Del Departamento de Hidraulica
Cc: Estudiante xxxxxxxx
Arroba

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Coordinador del Departamento de Hidráulica

Asesor
Interesado





Guatemala, 03 de febrero 2022

Ingeniero
Pedro Antonio Aguilar Polanco
Coordinador del Departamento de Hidráulica
Escuela de Ingeniería Civil

Ingeniero Aguilar

Por medio de la presente comunico a usted, que a través del Departamento de Hidráulica de la Escuela de Ingeniería Civil se ha revisado el Trabajo Final de EPS, **DISEÑO DE UNA ESCUELA PARA LA COMUNIDAD SAN JUAN LA ISLA Y AMPLIACION DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD SITIO DE LAS FLORES ASUNCION MITA, JUTIAPA**, del estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil **LUIS GERARDO RAMÍREZ ESTRADA**, Registro Académico: **201503743**, como asesor al **ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA**

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

Sin otro particular, le saludo muy atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
U S A C

Ing. Rafael Enrique Morales

Ochoa

Revisor del Departamento de Hidráulica

Asesor
Interea





LNG.DIRECTOR.074.EIC.2022

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de Área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UNA ESCUELA PARA LA COMUNIDAD SAN JUAN LA ISLA Y AMPLIACIÓN DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD SITIO DE LAS FLORES ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA**, presentado por: **Luis Gerardo Ramírez Estrada**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Armando Fuentes Roca
Director
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala, marzo de 2022



Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.188.2022

La Decana 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 UNA ESCUELA PARA LA COMUNIDAD SAN JUAN LA ISLA Y AMPLIACIÓN DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD SITIO DE LAS FLORES ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA**, presentado por: **Luis Gerardo Ramírez Estrada**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova 

Decana

Guatemala, marzo de 2022

AACE/gaac

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la sabiduría y la vida para cumplir este anhelado sueño.
- Mis padres** Alejandro Ramírez Crespín y Gilma Estrada de Ramírez por sus consejos por su apoyo incondicional, por luchar por mi educación, todo lo que hoy soy es gracias a ellos
- Mis hermanos** Ing. Alejandro Ramírez y Samantha Ramírez, que han estado allí presentes y más cuando lo he necesitado, muchas gracias por su apoyo
- Mis tíos** Especialmente al Dr. José Alberto Ramírez Crespín, quien ha sido un ejemplo a seguir y ha sido parte de mi éxito, a su esposa Griselda Ramírez por su apoyo incondicional y su amor
- Mis primos** Por su cariño y su apoyo en todo momento.
- Mis amigos** Evelyn López, Cecilia Guevara, Cristian Mena, Kathlyn Aquino, Freddie Ramírez, Felipe Solís. Gracias a cada uno por su amistad por los buenos momentos compartidos.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser una casa de estudios que siempre recordaré y representaré con orgullo.

Facultad de Ingeniería

Al personal administrativo y docente por su labor diaria en mejorar y comprometerse con la educación de buenos profesionales.

**Amigos de la Escuela
de Ingeniería Civil**

Quienes en equipo fuimos creciendo como profesionales superando todos los obstáculos que se nos presentaron.

Mis amigos

Por su apoyo incondicional y estar presentes dando apoyo en todo logro alcanzado.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía de la comunidad San Juan la Isla.....	1
1.1.1. Generalidades	1
1.1.2. Ubicación geográfica	2
1.1.3. Límites y colindancias.....	3
1.1.4. Servicios existentes	4
1.1.5. Clima	4
1.1.6. Población	4
1.2. Monografía de la comunidad de Sitio de las Flores.....	4
1.2.1. Generalidades	4
1.2.2. Ubicación geográfica	5
1.2.3. Topografía	6
1.2.4. Aspectos climáticos	6
1.2.5. Límites y colindancias.....	9
1.2.6. Servicios existentes	9
1.2.7. Población	9
1.2.8. Educación.....	10

2.	DISEÑO DE UNA ESCUELA PARA LA COMUNIDAD SAN JUAN LA ISLA	11
2.1.	Descripción del proyecto	11
2.2.	Consideraciones de diseño	11
2.2.1.	ACI 318-19	12
2.2.2.	AGIES 2018	12
2.3.	Manual de criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos del MINEDUC.....	12
2.3.1.	Selección y evaluación del terreno.....	13
2.3.2.	Generalidades técnicas	13
2.3.3.	Seguridad	14
2.3.4.	Estudio de suelo.....	15
2.4.	Análisis estructural	17
2.4.1.	Predimensionamiento de elementos estructurales.....	17
2.4.1.1.	Losas.....	19
2.4.1.2.	Vigas	21
2.4.1.3.	Columnas	22
2.4.2.	Integración de cargas.....	23
2.4.2.1.	Carga vertical	24
2.4.2.2.	Cargas horizontales	28
2.4.2.3.	Aspectos sísmicos según AGIES NSE 2 2018: Actualización 15/07/2020, capítulo sobre aspectos sísmicos	30
2.4.3.	Análisis de marcos rígidos por el método de Kani...48	
2.4.3.1.	Método de Kani carga de muerta marco 2 eje X	48

	2.4.3.2.	Método de Kani para carga viva marco 2 eje X.....	59
	2.4.3.3.	Análisis de carga sísmica de eje 2 sentido X.....	61
	2.4.4.	Análisis de software ETABS	64
2.5.		Diseño estructural.....	77
	2.5.1.	Diseño de losa (método 3 del ACI-63).....	78
	2.5.2.	Diseño de vigas	94
	2.5.3.	Diseño de columnas	103
	2.5.4.	Diseño de cimientos	116
	2.5.5.	Cimiento corrido.....	125
	2.5.6.	Muros.....	126
	2.5.7.	Nudo sísmico	126
	2.5.7.1.	Criterios de diseño.....	127
2.6.		Planos.....	129
2.7.		Evaluación de impacto ambiental	131
3.		DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SITIO DE LAS FLORES	137
	3.1.	Descripción del proyecto	137
	3.2.	Levantamiento topográfico	137
	3.2.1.	Altimetría.....	137
	3.2.2.	Planimetría.....	137
	3.3.	Criterio de diseño	138
	3.3.1.	Periodo de diseño	139
	3.3.2.	Cálculo de población futura	139
	3.3.3.	Dotación	140
	3.3.4.	Determinación de caudales	141
	3.3.4.1.	Caudal medio diario (Qm).....	141

3.3.4.2.	Caudal máximo diario (QMD)	141
3.3.4.3.	Caudal máximo horario (QMH).....	142
3.3.4.4.	Caudal de bombeo	143
3.4.	Diseño hidráulico.....	144
3.4.1.	Línea de impulsión	144
3.4.2.	Diseño hidráulico de red de distribución.....	152
3.5.	Diseño de tanque de almacenamiento	157
3.5.1.	Volumen de almacenamiento del tanque	157
3.5.2.	Diseño de losa.....	158
3.6.	Tipos de tubería a utilizar	172
3.6.1.	Válvula de limpieza	172
3.6.2.	Válvula de aire.....	172
3.6.3.	Válvulas de compuerta.....	173
CONCLUSIONES.....		185
RECOMENDACIONES		187
BIBLIOGRAFÍA.....		189
APÉNDICES.....		191
ANEXOS.....		195

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Municipios de Asunción Mita.....	2
2.	Ubicación geográfica de la comunidad San Juan la Isla	3
3.	Comunidades del municipio de Asunción Mita	5
4.	Ubicación geográfica de la comunidad Sitio de las Flores	6
5.	Probabilidad diaria de precipitación en Asunción Mita	7
6.	Promedio mensual de lluvia en Asunción Mita.....	8
7.	Esquema del edificio escolar, vista en planta.....	18
8.	Esquema del edificio escolar, elevación frontal sentido x	18
9.	Área tributaria, primer nivel, marco 2 eje X	25
10.	Cargas verticales en marco 2 eje X	26
11.	Área tributaria, primer nivel, marco E eje Y	27
12.	Cargas verticales en marco E eje Y	28
13.	Mapa de zonificación sísmica de Guatemala	31
14.	Nivel de protección sísmica y probabilidad del sino de diseño.....	32
15.	Coefficiente de sitio F_a	32
16.	Coefficiente de sitio F_v	33
17.	Tipo de fuente sísmica	33
18.	Factor N_a para periodos cortos de vibración	34
19.	Factor N_v para periodos largos de vibración	34
20.	Factor K_d de acuerdo con el nivel de sismo.....	35
21.	Fuerza por nivel	39
22.	Esquema de centro de masa y rigidez	44
23.	Carga muerta marco 2 eje X	49

24.	Momentos fijos.....	53
25.	Kani para carga muerta, marco 2 eje X	57
26.	Kani para carga viva, marco 2 eje X	60
27.	Esquema para carga sísmica, marco 2 eje X	63
28.	Realización para los momentos en el programa ETABS	65
29.	Dimensiones de la columna de 35*35 cm.....	65
30.	Dimensiones de la viga 25*40 cm.....	66
31.	Dimensiones de la losa 10cm de espesor	66
32.	Elevación modelada ETABS 2016	67
33.	Diagrama de momentos en vigas debido a carga muerta, marco 2 eje X.....	67
34.	Diagrama de momentos en columnas debido a carga muerta, eje X....	68
35.	Diagrama de momentos en vigas debido a carga viva, eje X	68
36.	Diagrama de momentos en columnas debido a carga viva, eje X	69
37.	Diagrama de momentos en vigas, debido a carga sísmica, eje X	69
38.	Diagrama de momentos en columnas, debido a carga sísmica, eje X.....	70
39.	Cortes últimos para vigas, marco 2 eje X	75
40.	Cortes últimos para columnas, marco 2 eje X	77
41.	Envolturas de momentos losas	85
42.	Balance de momentos	86
43.	Esquema de los momentos a balancear.....	88
44.	Detalle del refuerzo longitudinal y transversal	103
45.	Esquema de área tributaria para columna	104
46.	Momentos en losa.....	162
47.	Volúmenes a analizar en el tanque de almacenamiento.....	168

TABLAS

I.	Capacidad de carga última.....	16
II.	Altura de vigas no preesforzadas	21
III.	Momentos de inercia	22
IV.	Carga muerta para edificación	24
V.	Carga viva para la edificación	25
VI.	Anexo A: Listade amenaza sísmica y velocidad básica del viento por municipios	30
VII.	Distribución de fuerza vertical sísmica	39
VIII.	Fuerzas sísmicas por torsión.....	40
IX.	Centro de masa sentido X primer nivel.....	41
X.	Centro de masa sentido Y primer nivel.....	41
XI.	Centro de rigidez sentido X primer nivel.....	43
XII.	Centro de rigidez sentido Y primer nivel.....	44
XIII.	Fuerzas por marcos sentido X.....	46
XIV.	Fuerzas por marcos sentido Y.....	47
XV.	Fuerzas horizontales eje X	47
XVI.	Fuerzas horizontales eje Y	48
XVII.	Rigideces, columnas y vigas	51
XVIII.	Factores de distribución	52
XIX.	Momentos fijos de distribución	54
XX.	Factores de distribución	59
XXI.	Momentos fijos de distribución	59
XXII.	Momentos de sujeción.....	60
XXIII.	Momentos finales	61
XXIV.	Momentos finales, marco 2 eje X	64
XXV.	Comparación de resultados de momentos con el programa ETABS y el método numérico Kani	70

XXVI.	Combinaciones de cargas.....	71
XXVII.	Combinaciones en vigas	72
XXVIII.	Combinaciones en columnas	73
XXIX.	Cortante actuante, viga	75
XXX.	Cortante actuante, columna	76
XXXI.	Combinaciones de carga	78
XXXII.	Cargas mayoradas.....	78
XXXIII.	Direccionalidad de las losas.....	80
XXXIV.	Coeficientes para momentos negativos en losas.....	82
XXXV.	Coeficiente para momentos positivos debidos a carga muerta en losas.....	83
XXXVI.	Coeficiente para momentos positivos debidos a carga viva en losas ...	84
XXXVII.	Recubrimiento para viga	95
XXXVIII.	Cálculo de área de acero de vigas, sentido X eje 2	100
XXXIX.	Cálculo de área de acero vigas, sentido Y eje X.....	100
XL.	Factor de reducción de resistencia	101
XLI.	Efectos de esbeltez.....	106
XLII.	Coeficientes de grado de empotramiento eje X	108
XLIII.	Coeficientes de grado de empotramiento eje Y	110
XLIV.	Presupuesto.....	130
XLV.	Cronograma de ejecución	131
XLVI.	Instrumentos ambientales. Categoría de registro	132
XLVII.	Costo de tubería.....	146
XLVIII.	Combinación de carga	160
XLIX.	Presupuesto.....	173
L.	Cronograma de ejecución	174
LI.	Evaluación de impacto ambiental.....	175

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
AS_{min}	Acero mínimo.
A	Amortización.
H	Altura.
A_g	Área bruta de la sección del concreto.
CV	Carga viva.
CM	Carga muerta.
S	Carga sísmica.
Q	Caudal.
Q_b	Caudal de bombeo.
QMD	Caudal máximo diario.
QMH	Caudal máximo horario.
Q_m	Caudal medio diario.
C_m	Centro de masa.
C_r	Centro de rigidez.
C	Coefficiente de fricción de Hazen y Williams.
K_c	Coefficiente de rigidez.
V_u	Cortante actuante.
V_r	Cortante resistente.
V_b	Corte basal al límite de cedencia.
D_i	Diámetro interno de la tubería.
d	Distancia desde la fibra extrema superior a compresión hacia el centroide del refuerzo longitudinal a tensión.

<i>Dot</i>	Dotación.
<i>S</i>	Espaciamiento entre varillas de refuerzo.
<i>t</i>	Espesor.
<i>e</i>	Excentricidad.
μ	Factor de corrimiento.
Φ	Factor de reducción de resistencia.
<i>FMD</i>	Factor máximo diario.
<i>b_w</i>	Franja tributaria.
<i>F</i>	Fuerza actuante.
<i>I_g</i>	Inercia gruesa.
<i>L</i>	Longitud entre elementos.
<i>G</i>	Módulo de cortante.
<i>E_c</i>	Módulo de elasticidad del concreto.
<i>M_u</i>	Momento último.
<i>hf</i>	Pérdida de carga por fricción.
<i>P</i>	Perímetro.
<i>P_f</i>	Población futura.
<i>P_o</i>	Población inicial.
<i>rec</i>	Recubrimiento.
<i>fy</i>	Resistencia al acero.
<i>f'c</i>	Resistencia al concreto.
<i>Vc</i>	Resistencia nominal a corte proporcionada por el concreto.
<i>r</i>	Tasa de crecimiento poblacional.

GLOSARIO

Agua potable	Se llama agua potable al agua dulce que tras ser sometida a un proceso de potabilización se convierte en agua potable, quedando lista para el consumo humano.
Altimetría	Parte de la topografía que se ocupa de la medición de alturas.
Captación	Recolectar el agua que se precipita de forma natural, mediante un proceso de filtración.
Carga muerta	Carga vertical aplicada sobre una estructura que incluye el peso de la misma estructura más los elementos permanentes.
Carga viva	Son todas las cargas gravitacionales probables u ocasionales que son resultado del uso de la estructura, cuya manifestación es temporal.
Caudal	Cantidad de agua que lleva una corriente o que fluye de un manantial o fuente.
Centro geométrico	Es el punto que se encuentra en medio de una figura geométrica.

Corte basal	Fuerza total lateral que se aplica a una edificación, para simular, sobre modelo matemático, los efectos del sismo en la estructura.
Dotación	Cantidad de agua asignada a cada habitante para satisfacer sus necesidades personales en un día medio anual.
Excentricidad	Distancia entre el centro geométrico de una pieza y su centro de giro.
Inercia	Propiedad de los cuerpos de mantener su estado en reposo o movimiento si no es por la acción de una fuerza.
Momento	Fuerza o torque (respecto a un punto dado) a una magnitud vectorial, obtenida como producto vectorial del vector de posición del punto de aplicación de la fuerza.
Muro	Bloque generalmente vertical, empleado para separar áreas.
Planimetría	Es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala de todos los detalles interesantes del terreno sobre una superficie plana (plano geométrico), prescindiendo de su relieve y se representa en una proyección horizontal.

Predimensionamiento	Conjunto de técnicas que permiten calcular elementos de ingeniería de manera sintetizada.
Presión dinámica	Presión de velocidad, se asocia con el flujo de fluido y con el efecto de Bernoulli.
Presión estática	Presión total que ejerce un fluido.
PVC	Cloruro de polivinilo.
Rigidez	Capacidad de resistencia de un cuerpo a doblarse o torcerse por la acción de las fuerzas exteriores que actúan sobre su superficie.

RESUMEN

La comunidad de San Juan la Isla del municipio de Asunción Mita, Jutiapa, cuenta con una infraestructura escolar bastante deficiente, debido a que solo hay un salón para impartir clases, a los estudiantes se les dificulta no poder desarrollar bien sus actividades. La aldea se ve obligada a mejorar su servicio escolar, debido a esto se efectuará el diseño de una escuela de un nivel, que contará con dos salones, un área de cocina y baños.

La escuela se diseñará con un sistema de estructural E1 de marcos simples, de concreto reforzado, un sistema integrado con marcos de columnas y vigas que soportan toda la carga vertical y además todas las solicitaciones horizontales, como lo establece la norma de construcción AGIES Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica NSE -3 Normas de Seguridad Estructural para Guatemala 2018 en la sección 1.6.2. Esto ayudará a que los estudiantes puedan desarrollarse mejor en sus actividades

Por otra parte, la otra comunidad que se verá beneficiada por este proyecto es la aldea Sitio de las Flores, municipio de Asunción Mita, Jutiapa. El suministro de agua potable con que cuenta dicha aldea es bastante deficiente, los pobladores se ven preocupados debido a la falta de agua que abastece a sus residencias, es por ello que se llevará a cabo el diseño de un sistema de agua potable en el cual se estará beneficiando a 350 viviendas, esto con la ayuda de la municipalidad de Asunción Mita, ya que cuenta con un presupuesto estipulado para el año 2021. Con esto la comunidad tendrá una mejor vida, ya que el agua es indispensable para los seres humanos.

Ambos proyectos estarán diseñados por normas específicas para que se pueda tener un mejor desarrollo de los mismos.

OBJETIVOS

General

Diseñar una escuela con un sistema de estructura E1 de marcos simples de concreto reforzado, en la comunidad San Juan la Isla, y ampliar el sistema de agua potable para la comunidad Sitio de las Flores para un mejor desarrollo rural.

Específicos

1. Analizar y diseñar un sistema de agua potable que sea funcional para la comunidad.
2. Facilitar el acceso a la educación por medio de la proximidad por la ampliación de la escuela en la comunidad.
3. Diseñar un ambiente apto para las actividades educativas.
4. Diseñar una escuela bajo las normas estructurales de la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES) y el American Concrete Institute (ACI), tomando en cuenta el manual de diseño de criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos del MINEDUC.
5. Diseñar la escuela mediante un análisis estructural adecuado y un diseño que aporte seguridad y funcionamiento.

6. Comparar valores de métodos exactos y software para el diseño estructural.

INTRODUCCIÓN

Por medio del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con ayuda de la municipalidad de Asunción Mita, Jutiapa, se llevará a cabo el diseño de dos proyectos, con los cuales se beneficiará a dos comunidades del municipio de Asunción Mita.

Una de ellas es la Aldea San Juan la Isla, una comunidad en constante crecimiento, pero con muchas necesidades, una de ellas es la educación, la comunidad solo cuenta con un salón para impartir clases, lo cual no es satisfactorio, debido a que los niños no pueden desenvolverse bien en sus actividades diarias.

Esta edificación escolar se beneficiará del diseño de 3 salones, una cancha y baños. El diseño estará basado en las normas del manual de criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos del MINEDUC, las normas de AGIES y las normas ACI 318S-19.

La otra comunidad es Sitio de las Flores, con un gran problema que afecta a toda la comunidad: el agua potable. Muchos de los pobladores se quejan debido a que no les llega suficiente agua, de acuerdo a esto se estará diseñando con todos los elementos necesarios para conducir, almacenar y distribuir de una manera eficiente, respetando las normativas vigentes que garanticen la calidad del agua potable y que puedan llegar a toda la comunidad por una red de distribución de agua con la cual se estará beneficiando a 350 viviendas, para que puedan abastecerse y tener una mejor calidad de vida.

Ambas aldeas cuentan con un presupuesto ya estipulado para llevarse a cabo dichos proyectos con ayuda del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) y el Consejo Departamental de Desarrollo (CODEDE).

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía de la comunidad San Juan la Isla

Se detallarán características y aspectos monográficos de la comunidad San Juan la Isla, municipio de Asunción Mita, Departamento de Jutiapa.

1.1.1. Generalidades

La comunidad San Juan la Isla es una comunidad del municipio de Asunción Mita, Jutiapa, colinda con El Salvador, ahí se encuentra el lago de Guija, que sirve como límite fronterizo con dicho país. La comunidad se beneficia enormemente de este lago porque utilizan el vital líquido para usos domésticos y tierras ganaderas, ya que de allí toman agua para los bebederos del ganado, especialmente vacas, que primordialmente son útiles en la producción de leche.

Una de sus principales producciones es la pesca, que distribuyen a comunidades cercanas, y se comercializa internacionalmente con Santa Ana, El Salvador.

Figura 2. **Ubicación geográfica de la comunidad San Juan la Isla**



Fuente: Google Maps. *Ubicación geográfica.*

<https://www.google.com/maps/place/Hotel+San+Juan+De+La+Isla/@14.2473484,-89.5480715,15z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0x238dd38e41b414cf!8m2!3d14.2473551!4d-89.5480663>. Consulta: 25 de mayo de 2021.

1.1.3. Límites y colindancias

La comunidad San Juan la Isla limita con otras aldeas del municipio de Asunción Mita, Jutiapa, Guatemala:

- La comunidad Sitio de las Flores, que a su vez colinda con:
 - Al norte: Caserío la Cantera
 - Al oeste: San Joaquín
 - Al sur: Sitio de las Flores
 - Al oeste: San Salvador

1.1.4. Servicios existentes

La comunidad cuenta con agua, luz, servicios telefónicos, caminos de terracería, agua potable, escuelas y centros de salud.

1.1.5. Clima

Se notifica que la humedad media anual para la zona es de 66 %, una precipitación anual de 1241,3 mm, con una temperatura ambiente media de 27 °C

1.1.6. Población

El total de habitantes alrededor del lago de Guija es de 14 425 personas, de las cuales el 49 % son hombres y el 51 % son mujeres, según el Instituto Nacional de Estadística (INE) en el año 2002.

1.2. Monografía de la comunidad de Sitio de las Flores

Se detallarán características y aspectos monográficos de la comunidad Sitio de las Flores, municipio de Asunción Mita, departamento de Jutiapa.

1.2.1. Generalidades

La comunidad Sitio de las Flores es una comunidad del municipio de Asunción Mita, Jutiapa, no cuenta con una fecha exacta de fundación, es el último pedazo de tierra guatemalteca, ya que colinda con la frontera de El Salvador. Las primeras familias en llegar fueron los Menéndez, Gonzáles y

Álvarez. Se encuentra al sureste de la cabecera municipal, la aldea cuenta con una población de 1 625 habitantes.

Figura 3. Comunidades del municipio de Asunción Mita

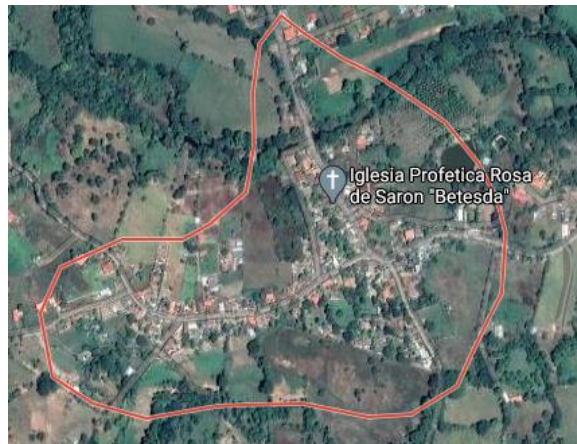


Fuente: elaboración propia.

1.2.2. Ubicación geográfica

La comunidad Sitio de las Flores es una comunidad que se encuentra a una altura de 450 m.s.n.m, con una extensión superficial de 8 kilómetros cuadrados, geográficamente se encuentra a 26 km del municipio de Asunción Mita, Jutiapa, con coordenadas 14°13'42.0"N 89°36'07.8"W.

Figura 4. **Ubicación geográfica de la comunidad Sitio de las Flores**



Fuente: Google Maps. *Ubicación geográfica.*

<https://mapasamerica.dices.net/guatemala/mapa.php?nombre=Sitio-de-Las-Flores&id=2023>.

Consulta: 25 de mayo de 2021.

1.2.3. Topografía

La topografía en la comunidad Sitio de las Flores es montañosa, ya que se encuentra rodeada de varios cerros.

1.2.4. Aspectos climáticos

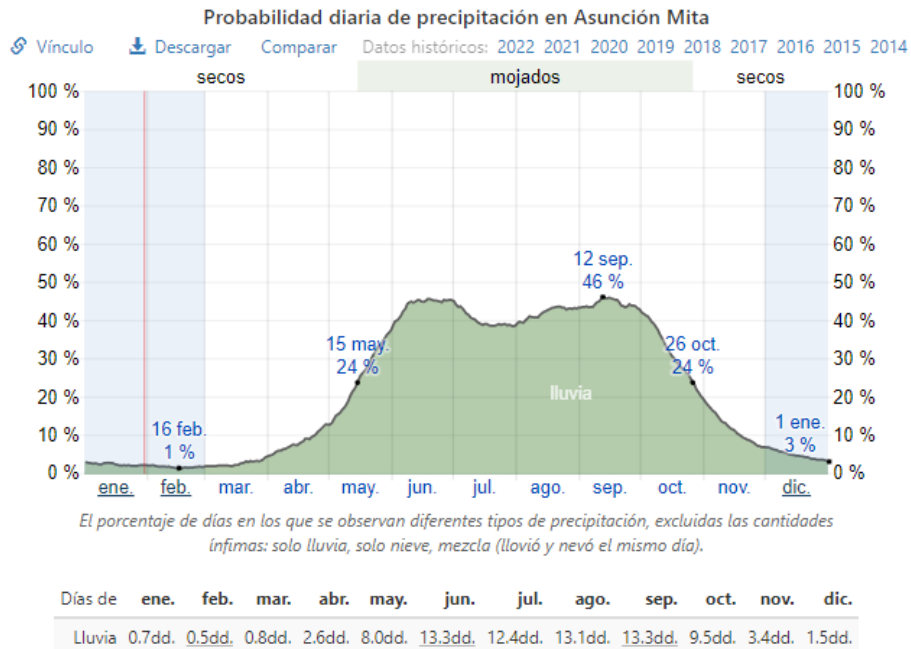
Para la comunidad Sitio de las Flores se clasifica como cálido, cuenta con una flora de bosques secos, tropicales, la temperatura anual es de 26° centígrados, con extremos de hasta 40° centígrados, entre marzo a mayo y una mínima de 22° centígrados de diciembre a febrero. La humedad relativa y vientos tienden a ser secos, especialmente en verano. Los vientos que influyen en el área tienen una orientación noroeste y sureste.

- Precipitación

Un día humedecido es un día por lo menos con 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido, la probabilidad de días mojados en Asunción Mita varía considerablemente durante un año.

La temporada más mojada dura 5,4 meses, del 15 de mayo al 26 de octubre, con una probabilidad de más del 24 % de que cierto día será un día mojado. El mes con más días mojados en Asunción Mita es septiembre, con un promedio de 13,3 con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

Figura 5. **Probabilidad diaria de precipitación en Asunción Mita**



Fuente: Wheater Spark. *Precipitación en Asunción Mita.*

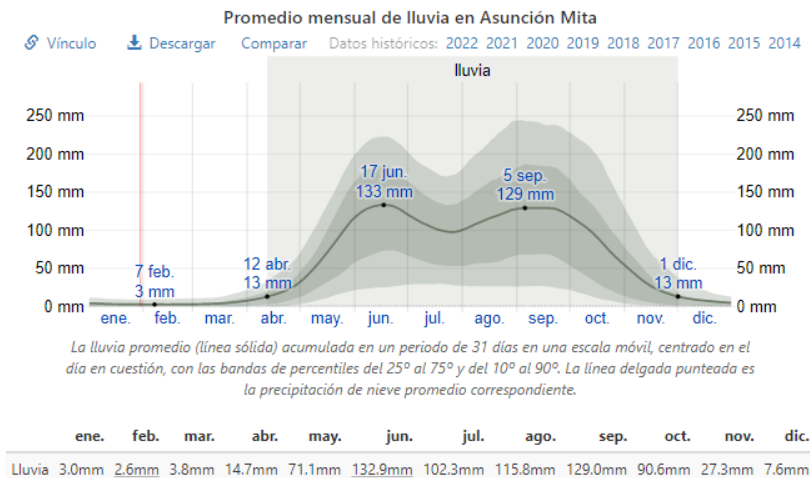
<https://es.weatherspark.com/y/12317/Clima-promedio-en-Asunci%C3%B3n-Mita-Guatemala-durante-todo-el-a%C3%B1o>. Consulta: 26 de mayo de 2021.

- Lluvia

Para mostrar la variación durante un mes y no solamente los totales mensuales, mostramos la precipitación de lluvia acumulada durante un periodo de 31 días en una escala móvil centrada alrededor de cada día del año.

La temporada de lluvia dura 7,6 meses, del 12 de abril al 1 de diciembre, con un intervalo móvil de 31 días de lluvia de por lo menos 13 milímetros el mes con más lluvias en Asunción Mita en junio, con promedio de 133 milímetros de lluvia. El periodo del año sin lluvia dura 4,4 meses, del 1 de diciembre al 12 de abril, el mes con menos lluvia en Asunción Mita es febrero, con un promedio de 3 milímetros de lluvia.

Figura 6. **Promedio mensual de lluvia en Asunción Mita**



Fuente: Wheeler Spark. *Precipitación en Asunción Mita.*

<https://es.weatherspark.com/y/12317/Clima-promedio-en-Asunci%C3%B3n-Mita-Guatemala-durante-todo-el-a%C3%B1o>. Consulta: 26 de mayo de 2021.

1.2.5. Límites y colindancias

La comunidad Sitio de las Flores colinda con:

- Al norte: con la comunidad San Joaquín
- Al oeste: con laguna de Atescatempa
- Al sur: con la Republica de El Salvador
- Al oeste: con la comunidad San Juan la Isla y el lago de Guija

1.2.6. Servicios existentes

Esto incluye algunas de las actividades que benefician a las personas en la comunidad, necesarias para mejorar la calidad de vida de los residentes.

Estos son algunos de los servicios con los que cuenta la comunidad Sitio de las Flores:

- Energía eléctrica
- Educación
- Cementerio
- Salud

1.2.7. Población

La comunidad Sitio de las Flores cuenta con una población aproximada de 1 625 personas (DMP 2020). En el municipio de Asunción Mita, del departamento de Jutiapa, en el año 2010 tiene una población total de 40 702 habitantes. El 50,42 % de la población pertenece al sexo masculino y el 49,58 % corresponde al género femenino, según el INE en el año 2002. La

población es mayoritariamente no indígena, representada por un 99,23 %, y el 0,74 % representa a la población indígena. La población comprendida entre las edades de 0 a 19 años representa el 55,51 %, mientras que la población percibida entre los 20 a 39 años constituye el 24,79 %, agrupando dichos porcentajes significa que el 79,94 % de la población del municipio de Asunción Mita es relativamente joven.

1.2.8. Educación

Actualmente la comunidad cuenta con una escuela en la cual se imparten clases de párvulos a primaria.

2. DISEÑO DE UNA ESCUELA PARA LA COMUNIDAD SAN JUAN LA ISLA

2.1. Descripción del proyecto

El proyecto se diseñará para la comunidad San Juan la Isla en el municipio de Asunción Mita, Jutiapa.

El proyecto consta de realizar una escuela de un nivel que poseerá dos aulas, un área de cocina y un área de baños, haciendo un total de $176,25 m^2$ y una cancha de basquetbol. El sistema estructural con que se estará diseñando dicha escuela es un sistema E1 de marcos simples, de concreto reforzado, un sistema integrado con marcos de columnas y vigas que soportan toda la carga vertical y además todas las demandas horizontales, como lo establece la norma AGIES.

Así mismo se utilizará un método de diseño estructural, LRFD por sus siglas en inglés (*Load and Resistance Factor Design* o método de diseño por factores de carga y resistencia). Al ejecutar este proyecto se buscará ayudar a estudiantes de nivel primaria que oscilan entre los 4 y 12 años a que tengan una mejor educación y un mejor ambiente en el cual se puedan desarrollar de una excelente manera.

2.2. Consideraciones de diseño

El diseño de la edificación estará regido bajo normas y códigos como los de AGIES (Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica), ACI

318S-19 (*American Concrete Institute*) y MINEDUC (*Manual de criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos*) esto con el objetivo de obtener un diseño seguro y confiable.

2.2.1. ACI 318-19

Son requisitos de reglamentos de construcción para concreto estructural, contienen requisitos mínimos para los materiales, diseño y detallado de edificaciones de concreto estructural y, donde sea aplicable, en estructuras diferentes de edificaciones.

2.2.2. AGIES 2018

Son normas de seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura especialmente para Guatemala, estas normas establecen los requisitos mínimos para salvaguardar la vida, la salud, la seguridad y bienestar de los ocupantes de la estructura.

2.3. Manual de criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos del MINEDUC

El uso de estos manuales ayuda a la determinación en cuanto al diseño arquitectónico de nuestra edificación, la cual nos ayuda a determinar áreas verdes, iluminación, servicios, entre otros. Todo esto para el buen funcionamiento del centro educativo.

2.3.1. Selección y evaluación del terreno

- Aspectos legales: para la construcción de un centro educativo oficial se debe dar cumplimiento a los requerimientos legales vigentes que correspondan o sean pertinentes al terreno.
- Suelos: si el terreno es plano, en una zona baja, debe verificarse que no se trate de suelos suamposos, ricos en materia orgánica que puede representar problemas significativos desde el punto de vista geotécnico y requerir soluciones de ingeniería que aumenten los costos de inversión.
- Áreas verdes y bosques: en la fase de estudios básicos que se realizan previo a la fase de diseño y planeación de la obra se puede llegar a determinar que el predio a desarrollar presenta una cobertura vegetal significativa. Cuando sea necesaria la tala de árboles dentro del área del proyecto, como parte de las obras de construcción, se debe cumplir con todos los trámites que establece la legislación vigente, con el fin de obtener los permisos respectivos por parte de las autoridades correspondientes.
- Servicios: el terreno debe contar con los servicios públicos con que cuenta la comunidad: agua potable, electricidad y acceso transitable todo el año.

2.3.2. Generalidades técnicas

- Iluminación: para un establecimiento educativo con óptimas características de iluminación debe considerarse lo siguiente:

- Iluminación sobre las áreas de trabajo: varía de acuerdo con la naturaleza de la actividad a desarrollar y edad de los educandos.
- Conceptos de confort para accesibilidad: ingresos, todo edificio, sea público o privado, debe contar con acceso y áreas comunes accesibles para personas con discapacidad.
- Pasillos: Las áreas de circulación de personas en edificaciones, de atención o servicio público, deben considerarse libres de gradas, de tal manera que permitan el desplazamiento en sillas de ruedas por todos los espacios destinados a ello.

2.3.3. Seguridad

La planificación del centro escolar debe incluir lineamientos para reducir vulnerabilidades:

- Para la infraestructura: es necesario planificar las medidas que permitan asegurar la integridad física de la comunidad educativa, edificios, instalaciones, mobiliario y equipo contra el vandalismo, robo u otras eventualidades.
- Servicios sanitarios: todos los artefactos de cerámica que por sus características requieran ser instalados únicamente en la superficie de la pared deberán incluir pedestales de concreto o fundiciones de losa de concreto. Esto sirve como soporte, para evitar el desprendimiento de los artefactos por mala utilización, o bien por sismos.

2.3.4. Estudio de suelo

- Ensayo triaxial

Es un ensayo que proporciona información sobre el soporte del suelo. Es un método bastante efectivo ya que permite medir la resistencia al corte dentro de un plano de falla, nos permite conocer las características físicas y mecánicas del suelo, así como el comportamiento y esfuerzo de deformación unitario del suelo.

Para la realización de este ensayo lo primero que debemos realizar es extraer una muestra de suelo en el lugar donde se va a construir la escuela, la extracción de esta muestra consta de abrir un agujero de más de 1,5 metros de profundidad, se debe sacar un bloque de 1 pie cúbico de tierra inalterada, luego esta debe ser cubierta por parafina, una vez hecho esto se procede a llevarlo al laboratorio para hacer dicho ensayo.

El estudio realizado de la muestra de suelo no consolidado y no drenado obtuvo los siguientes resultados:

$$\text{Cohesión} = 6,10 \text{ Ton}/\text{m}^2$$

$$\text{Ángulo de fricción} = 18,59^\circ$$

$$\text{Profundidad de cimientto} = 1,5\text{m}$$

$$\text{Denisdad seca} = 1,39 \text{ Ton}/\text{m}^3$$

$$\text{Base} = 1,20 \text{ m}$$

El libro *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones*, de Braja M. Das, indica en su capítulo 3 sobre cimentaciones superficiales la ecuación de Terzaghi para cimentación cuadrada:

$$q = 0,867C'N'_c + qN'_q + 0,4BN'_\gamma$$

Donde:

C' = Cohesión del suelo

γ = Peso específico del suelo

$q = \gamma D_f$

N_c, N_q, N_γ = Factores de capacidad de carga

Tabla I. Capacidad de carga última

Tabla 3.2 Factores de capacidad de carga modificados de Terzaghi N'_c , N'_q y N'_γ .

ϕ'	N'_c	N'_q	N'_γ	ϕ'	N'_c	N'_q	N'_γ
0	5.70	1.00	0.00	26	15.53	6.05	2.59
1	5.90	1.07	0.005	27	16.30	6.54	2.88
2	6.10	1.14	0.02	28	17.13	7.07	3.29
3	6.30	1.22	0.04	29	18.03	7.66	3.76
4	6.51	1.30	0.055	30	18.99	8.31	4.39
5	6.74	1.39	0.074	31	20.03	9.03	4.83
6	6.97	1.49	0.10	32	21.16	9.82	5.51
7	7.22	1.59	0.128	33	22.39	10.69	6.32
8	7.47	1.70	0.16	34	23.72	11.67	7.22
9	7.74	1.82	0.20	35	25.18	12.75	8.35
10	8.02	1.94	0.24	36	26.77	13.97	9.41
11	8.32	2.08	0.30	37	28.51	15.32	10.90
12	8.63	2.22	0.35	38	30.43	16.85	12.75
13	8.96	2.38	0.42	39	32.53	18.56	14.71
14	9.31	2.55	0.48	40	34.87	20.50	17.22
15	9.67	2.73	0.57	41	37.45	22.70	19.75
16	10.06	2.92	0.67	42	40.33	25.21	22.50
17	10.47	3.13	0.76	43	43.54	28.06	26.25
18	10.90	3.36	0.88	44	47.13	31.34	30.40
19	11.36	3.61	1.03	45	51.17	35.11	36.00
20	11.85	3.88	1.12	46	55.73	39.48	41.70
21	12.37	4.17	1.35	47	60.91	44.45	49.30
22	12.92	4.48	1.55	48	66.80	50.46	59.25
23	13.51	4.82	1.74	49	73.55	57.41	71.45
24	14.14	5.20	1.97	50	81.31	65.60	85.75
25	14.80	5.60	2.25				

Fuente: DAS, Braja. *Cimentaciones superficiales*. p. 140.

$$q = 0,867 * 6,10 \text{Ton/m}^2 * 10,90 + 1,89 * 1,50 \text{ m} * 3,36 + 0,4 * 1,20 \text{ m} * 1,89 * 0,88$$

$$q = 67,97 \text{ Ton/m}^2$$

- Valor soporte del suelo

$$V_s = \frac{q_u}{FS}$$

$$V_s = \frac{67,97}{3} = 22,65 \text{ Ton/m}^2$$

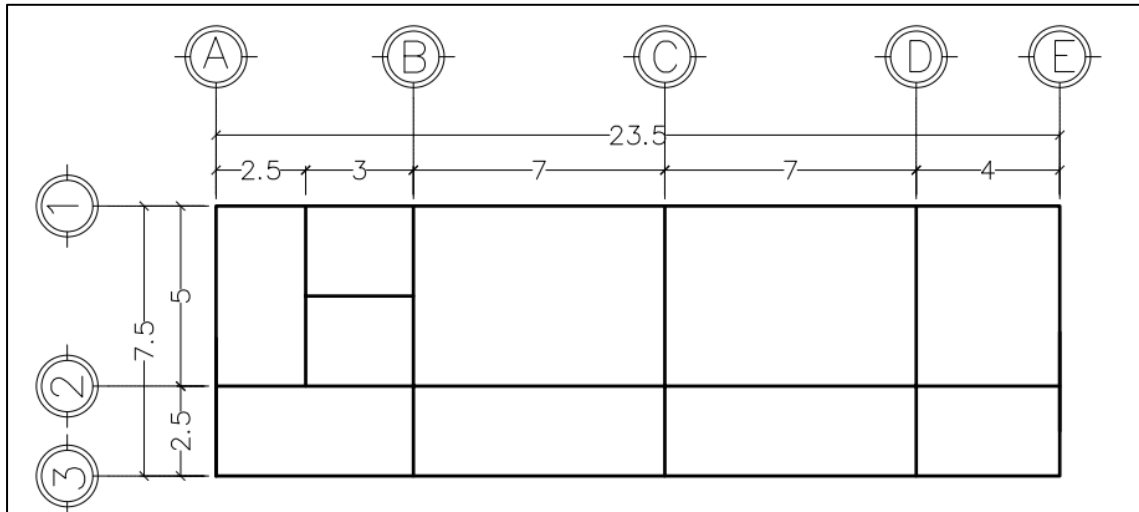
2.4. Análisis estructural

Los elementos deben ser predichados o desempeñados en una estructura ante las cargas preescritas o efectos externos tales como los cambios de temperatura, las combinaciones de cargas, fuerzas cortantes y deformaciones internas.

2.4.1. Predimensionamiento de elementos estructurales

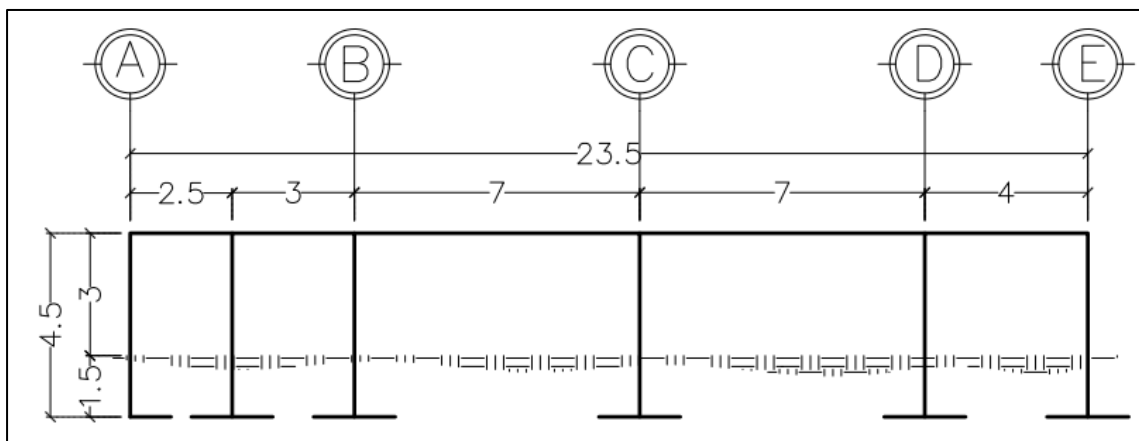
Los elementos estructurales que atienden toda la estructura son las vigas, columnas, losa, zapatas, entre otros. Deben cumplir con normas y códigos establecidos para el buen funcionamiento de la construcción.

Figura 7. **Esquema del edificio escolar, vista en planta**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

Figura 8. **Esquema del edificio escolar, elevación frontal sentido x**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

2.4.1.1. Losas

Para el predimensionamiento de losas primero debemos saber la direccionalidad de las losas, con la siguiente ecuación:

$$m: \frac{a}{b} > 0,5 \text{ Dos sentidos}$$

$$m: \frac{a}{b} < 0,5 \text{ Un sentidos}$$

Donde:

a = lado corto

b = lado largo

Tomamos la losa crítica:

$$m: \frac{5}{7} > 0,71 \text{ Dos sentidos}$$

Ahora procedemos a encontrar el espesor de las losas (t) como lo establece ACI 318-19 en la tabla 8.3.1.2. Espesor mínimo de las losas de dos direcciones con vigas entre los apoyos en todos los lados con la siguiente ecuación:

$$h = \frac{l_{n(0.8 + \frac{fy}{14\,000})}}{36 + 9\beta}$$

Donde:

h = espesor (cm)

l_n = corresponde a la luz libre en la dirección larga, medida cara a cara de las vigas cm

$f_y = 2\,810$ kg/cm²

β = es la relación de la luz libre en la dirección larga a la luz libre en la dirección corta de la losa

$$h = \frac{465(08 + \frac{2\,810}{14\,000})}{36 + 9 * 1,43} = 10 \text{ cm}$$

Espesores según ACI 318-19 capítulo 7 sobre losas en una dirección. En la sección 7.7.2.3 el espaciamiento máximo (s) del refuerzo corrugado debe ser el menor entre 3h y 18 pulg.

$$3h = 18 \text{ pulg} \cong 45 \text{ cm}$$

$$h = \frac{45}{3} = 15 \text{ cm} \rightarrow (s) \text{ maximo}$$

En la sección 7.7.2.4 el espaciamiento máximo (s) del refuerzo corrugado no debe exceder el menor entre 5h y 18 pulg.

$$5h = 18 \text{ pulg} \cong 45 \text{ cm}$$

$$h \frac{45}{5} = 9 \text{ cm} \rightarrow (s) \text{ minimo}$$

Por lo que nos encontramos en el rango establecido por el código del ACI 318-19.

2.4.1.2. Vigas

Para el predimensionamiento se utiliza la viga crítica, la viga con mayor luz se encuentra la altura de la sección de la viga, con la siguiente tabla como lo establece ACI 318-19 en su tabla 9.3.1.1 sobre altura de vigas no presforzadas.

Tabla II. **Altura de vigas no presforzadas**

Condición de apoyo	Altura mínima, h ^[1]
Simplemente apoyada	$\ell/16$
Con un extremo continuo	$\ell/18.5$
Ambos extremos continuos	$\ell/21$
En voladizo	$\ell/8$

^[1] Los valores son aplicables al concreto de peso normal y $f_y = 420$ MPa.

Fuente: American Concrete Institute. *ACI 318- 19. Requisitos de reglamento para concreto estructural.* s/p.

Quedando de la siguiente manera:

Ambos extremos continuos: $h = \ell/21 = 0,33 \text{ m}$

Para determinar la base de la viga se tomará la sección mínima que establece el código del ACI 318-19, en el capítulo 18 sobre estructuras sismoresistentes y en la sección 18.6.2 sobre límites dimensionales: en el inciso b) el ancho de b_w debe ser al menos igual al menor de $0,3h$ y 250 mm .

La sección mínima en una viga es 25 cm. Por lo tanto, la sección de la viga queda de la siguiente manera: 25 cm*40 cm.

2.4.1.3. Columnas

Las columnas son elementos estructurales cuya función principal es resistir carga axial (compresión) y pueden resistir momentos, cortantes o torsión.

Para el diseño estructural de nuestro edificio propondremos una sección de columnas de 35 cm * 35 cm.

Según ACI 318S-19 en el capítulo 6 sobre análisis estructural, en la sección 6.6.3 sobre propiedades de las secciones, tabla 6.6.1.1 a) momento de inercia y área de la sección transversal permitidos para el análisis elástico al nivel de carga mayorada:

Tabla III. Momentos de inercia

Miembro y condición	Momento de inercia
Columna	0,70 I _g
Viga	0,35 I _g

Fuente: American Concrete Institute. *ACI-318-19. Análisis estructural sección 6.6.1.1. s/p.*

Para obtener el valor de rigidez en la columna el valor de la inercia calculada de la sección gruesa de la columna se multiplica por el factor 0,7, de igual forma se aplica a las vigas utilizando un factor de 0,35. Sustituyendo los valores de las secciones de la viga y de las columnas se obtiene la inercia gruesa de la viga de la siguiente manera:

- Columna:

$$\text{inercia gruesa de la columna } (I_g) = \frac{bh^3}{12} = \frac{(35 * 35)^3}{12} = 125\ 052,08\ \text{cm}^4$$

- Viga:

$$\text{inercia gruesa de la viga } (I_g) = \frac{bh^3}{12} = \frac{(25 * 40)^3}{12} = 133\ 333,33\ \text{cm}^4$$

$$k = \frac{I_g}{L}$$

Donde:

k = rigidez

I_g = inercia gruesa

L = longitud entre elementos

$$k_{\text{columna}} = \frac{125\ 052,08}{300} = 416,84\ \text{cm}^4$$

$$k_{\text{viga}} = \frac{133\ 333,33}{500} = 266,67\ \text{cm}^4$$

2.4.2. Integración de cargas

Son las cargas que se transmiten a las vigas y por derivado a las columnas y al final a la cimentación. La integración está conformada por cargas verticales y cargas horizontales.

2.4.2.1. Carga vertical

Las cargas que se aplican a marcos rígidos se dividen en dos: cargas verticales y cargas horizontales. Las cargas verticales se dividen en cargas vivas y cargas muertas.

- Cargas muertas

Las cargas muertas comprenden todas las cargas de los elementos que se encuentran fijos de forma permanente en la construcción. Para el diseño de este edificio escolar, las cargas muertas se tomaron con base en las normas de seguridad estructural para Guatemala de AGIES NSE 2 anexo b sobre cargas muertas mínimas de diseño.

Tabla IV. Carga muerta para edificación

CARGA MUERTA		
PESO DEL CONCRETO	2400	kg/m ³
PESO DE ACABAODOS	90	kg/m ³
PESO DE MUROS	196	kg/m ³
PESO DE PISOS	112	kg/m ³
SOBRE CARGA	60	kg/m ³

Fuente: Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *AGIES NSE2-2018*.

Anexo B. Cargas muertas mínimas de diseño. s/p.

- Cargas vivas

Las cargas vivas son aquellas cargas móviles producidas por el uso y la ocupación, están regidas bajo normas. Para el diseño de este edificio escolar se

tomaron con base en las normas AGIES 2018 NSE 2 de la tabla 3.7.1-1 sobre cargas vivas para edificaciones.

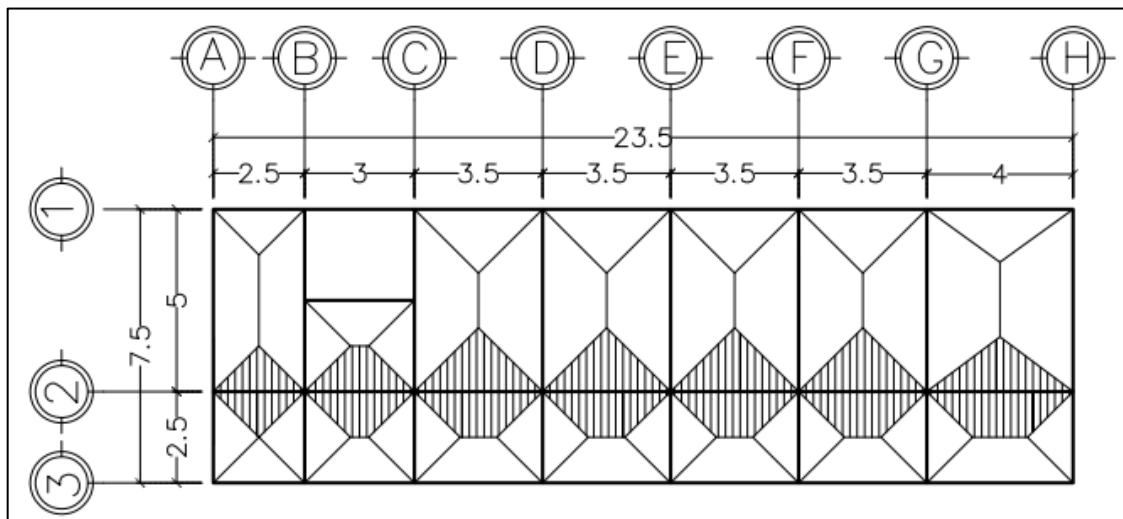
Tabla V. **Carga viva para la edificación**

CARGA VIVA		
Techos	200	kg/m ²

Fuente: Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *AGIES NSE2-2018*.

Tabla 3.7.1-1. s/p.

Figura 9. **Área tributaria, primer nivel, marco 2 eje X**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

Datos:

longitud total de la viga = 23,5 m

Area tributaria total = 38,44 m²

- Carga muerta

$$Losa = [(0,10m * 38,44m^2) * 2\,400(Kg/m^3)] = 9\,225\,kg/m$$

$$viga = ((0,25 * (0,40 - 0,10) * 23,5)(m) * 2\,400kg/m^3) = 4,230\,kg/m$$

$$Sobre\ carga = (38,44m * 60kg/m^2) = 2\,306,25\,kg/m$$

$$Acabados = (38,44m * 90kg/m^2) = 3\,459,38\,kg/m$$

$$pisos = (38,44m * 112\,kg/m^2) = 4\,305\,kg/m$$

$$Muros = (23,5m * 3m * 196kg/m^2) = 13\,818\,kg/m$$

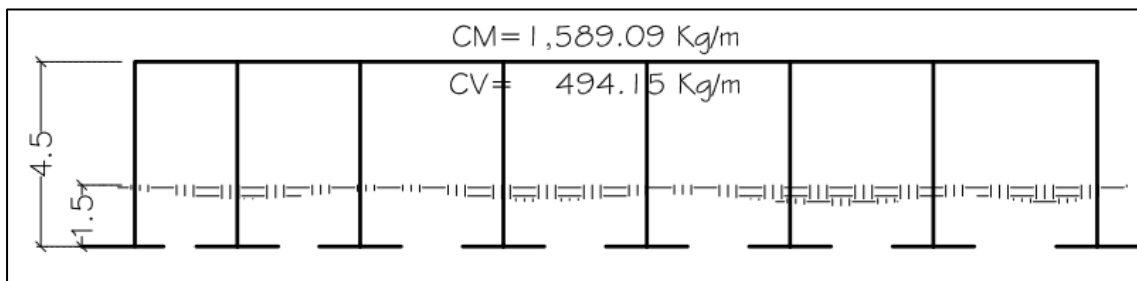
$$\sum Total_{CM} = (37\,343,63\,kg/m)/23,5m = 1\,589,09\,kg/m$$

- Carga viva

$$Techo = (38,44m^2 * 200\,kg/m^2)/23,5m = 327,13\,kg/m$$

$$\sum Total_{CV} = 494,15\,kg/m$$

Figura 10. **Cargas verticales en marco 2 eje X**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

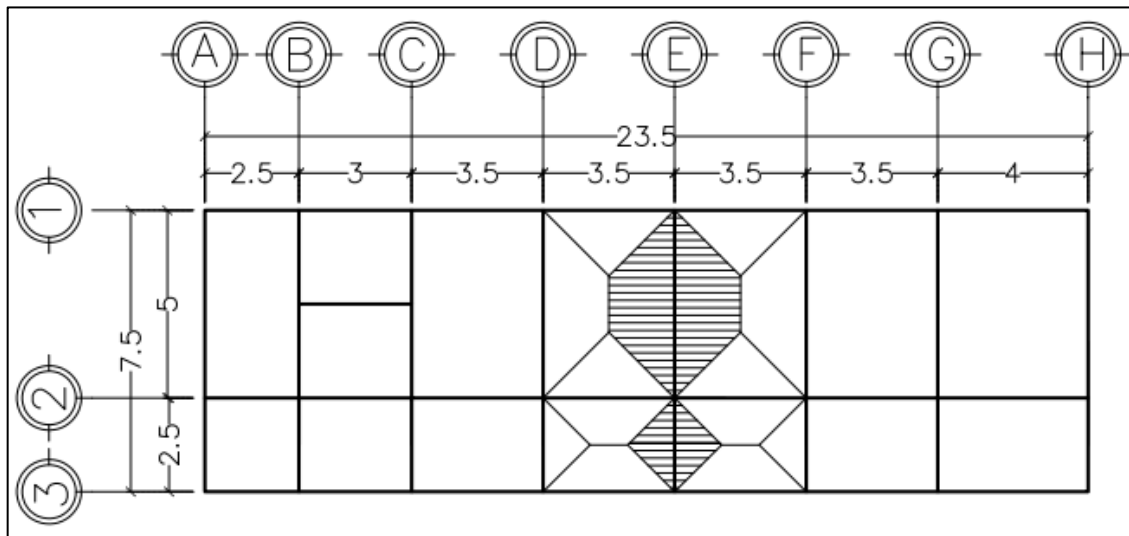
Primer nivel marco E eje Y.

Datos:

Longitud total de la viga = 7,5 m

Área tributaria total = 14,5 m²

Figura 11. Área tributaria, primer nivel, marco E eje Y



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

- Carga muerta

$$\text{Losa} = [((0,10\text{m} * 14,5\text{m}^2) * 2\,400(\text{Kg}/\text{m}^3))] = 3\,480 \text{ kg/m}$$

$$\text{viga} = ((0,25 * (0,40 - 0,10) * 7,5)(\text{m}) * 2\,400\text{kg}/\text{m}^3) = 1\,350 \text{ kg/m}$$

$$\text{Sobre carga} = (14,5\text{m} * 60\text{kg}/\text{m}^2) = 870 \text{ kg/m}$$

$$\text{Acabados} = (14,5\text{m} * 90\text{kg}/\text{m}^2) = 1\,305 \text{ kg/m}$$

$$\text{Pisos} = (14,5\text{m} * 112\text{kg}/\text{m}^2) = 1\,624 \text{ kg/m}$$

$$Muros = (5m * 3m * 196kg/m^2) = 2\,940\,kg/m$$

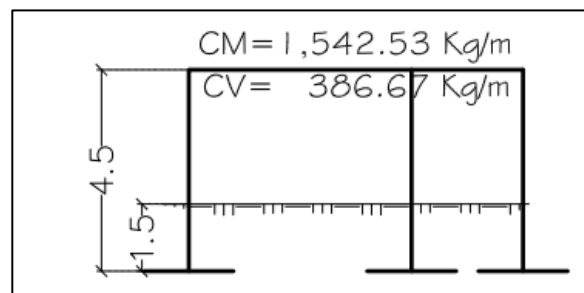
$$\sum Total_{CM} = (11\,569\,kg/m)/7,5m = 1\,542,53kg/m$$

- Carga viva

$$Techo = (14,5m^2 * 200\,kg/m^2)/7,5m = 386,67\,kg/m$$

$$\sum Total_{CV} = 386,67\,kg/m$$

Figura 12. **Cargas verticales en marco E eje Y**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

2.4.2.2. Cargas horizontales

Las cargas horizontales son aquellas cargas que ejercen impulso de forma perpendicular a la línea de acción de la gravedad, se consideran como cargas dinámicas, suelen ser producidas por vientos o sismos, entre otros. Para el cálculo de cargas horizontales se utilizará el método estático equivalente según AGIES NSE 3 2018.

- Carga muerta

$$\begin{aligned} \text{Losas} &= \left((0,10 * (23,5 + 0,35) * (7,5 + 0,35))(m) * 2400(Kg/m^3) \right) \\ &= 44\,933,40_{Kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Viga} &= \left[\left((0,25 * (0,40 - 0,10)) * (23,5 * 3 + 3)(m) \right) \right. \\ &\quad \left. + \left((0,25 * (0,40 - 0,10)) * (7,5 * 8)(m) \right) \right] * 2400kg/m^3 \\ &= 24\,030\,kg/m \end{aligned}$$

$$\text{Columna} = (0,35 * 0,35 * 4,5)(m) * (26) * 2400kg/m^3 = 34\,398\,kg/m$$

$$\begin{aligned} \text{Muros} &= \left((21 * 2 + 3) * (4,5) \right)(m) + \left((5 * 5) * (4,5) \right)(m) * 196kg/m^2 \\ &= 61\,740\,kg/m \end{aligned}$$

$$\text{Acabados} = (23,5 * 7,5)(m) * 90kg/m^2 = 15\,862,50\,kg/m$$

$$\text{Pisos} = (23,5 * 7,5)(m) * 112\,kg/m^2 = 19\,740\,kg/m$$

$$\text{Sobre Carga} = (23,85 * 7,85)(m) * 60kg/m^2 = 11\,233,35\,kg/m$$

$$\sum Total_{CM} = 211\,937,25\,kg/m$$

- Carga viva

$$\text{Techo} = (23,5 * 7,5)(m) * 200\,kg/m^2 = 35\,250\,kg/m$$

$$\sum Total_{CV} = (35\,250)Kg/m$$

- Peso total del edificio (w)

AGIES NSE 3 (2018): actualización 15/07/2020, en su capítulo 1, en la sección 1.11.3 sobre peso sísmico efectivo W_s y en su inciso f) nos dice que debemos aplicar el 25 % de las cargas vivas de $500\,kg/m^2$, o más en la tabla 3.7.1-1 del capítulo 3 de la NSE 2.

$$\sum Total\ 1er\ nivel_{CM+CV} = (211\ 937,25) + (35\ 250 * 25\ \%) \text{ kg/m}$$

$$= 220\ 749,75 \text{ kg} \quad \cong 220,75 \text{ Ton.}$$

2.4.2.3. Aspectos sísmicos según AGIES NSE 2 2018: Actualización 15/07/2020, capítulo sobre aspectos sísmicos

- Sísmicidad y nivel de protección

Uno de los objetivos de la norma es proteger la vida y la integridad física de las personas que usan u ocupan las edificaciones, no en sí en la estructura de modo que las fallas que se den sean controladas. Los aspectos sísmicos que debemos determinar para nuestra estructura dependen del punto geográfico donde vallamos a diseñar la edificación.

Tabla VI. **Anexo A: Listado amenaza sísmica y velocidad básica del viento por municipios**

Tabla A-1 – Listado de amenaza sísmica y velocidad básica del viento por municipio para la República de Guatemala

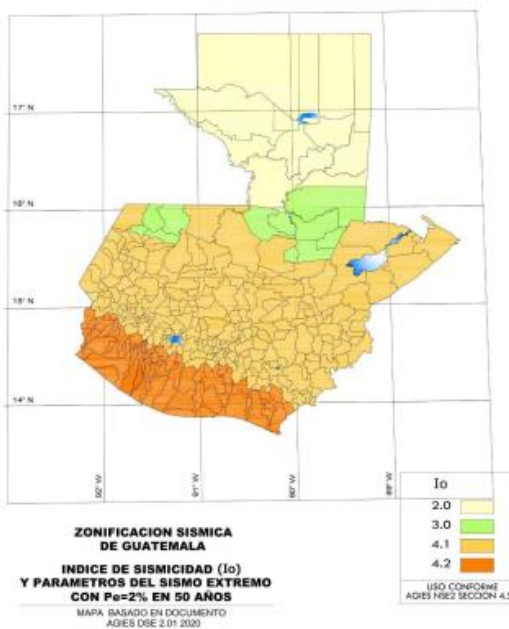
No.	Municipio	Departamento	I _o	Suelo Tipo A			Suelo Tipo B			Suelo Tipo C			Suelo Tipo D			Suelo Tipo E			Velocidad básica del viento (Km/h)
				S _{cr}	S _{ir}	T _l	S _{cr}	S _{ir}	T _l	S _{cr}	S _{ir}	T _l	S _{cr}	S _{ir}	T _l	S _{cr}	S _{ir}	T _l	
1	Acatenango	Chimaltenango	4.1	1.48	0.47	2.57	1.48	0.52	2.57	1.61	0.68	2.67	1.61	0.84	3.27	1.40	1.39	3.88	100
2	Agua Blanca	Jutiapa	4.1	1.57	0.43	2.50	1.75	0.53	2.41	2.15	0.88	2.21	1.79	1.27	2.78	1.37	1.74	3.00	100
3	Aguacatán	Huehuetenango	4.1	1.46	0.43	4.51	1.63	0.54	4.45	2.09	0.90	3.69	1.82	1.28	4.27	1.43	1.90	4.43	100
4	Almolonga	Quetzaltenango	4.1	1.49	0.47	2.57	1.49	0.52	2.57	1.62	0.68	2.67	1.62	0.84	3.25	1.39	1.39	3.89	100
5	Alotenango	Sacatepéquez	4.1	1.50	0.47	2.56	1.50	0.52	2.56	1.63	0.68	2.67	1.63	0.85	3.25	1.43	1.52	3.47	100
6	Amatitlán	Guatemala	4.1	1.39	0.47	2.58	1.43	0.52	2.54	1.78	0.68	2.69	1.55	1.08	3.27	1.35	1.82	3.51	100
7	Antigua Guatemala	Sacatepéquez	4.1	1.38	0.47	2.55	1.43	0.52	2.51	1.79	0.68	2.69	1.56	1.08	3.27	1.32	1.82	3.51	100
8	Asunción Mita	Jutiapa	4.1	1.49	0.43	2.47	1.69	0.53	2.43	1.76	0.88	2.27	1.76	1.27	2.78	1.37	1.65	3.00	100
9	Atescatempa	Jutiapa	4.1	1.36	0.47	2.52	1.43	0.52	2.49	1.53	0.68	2.55	1.52	0.79	3.24	1.30	1.40	3.45	100
10	Ayutla	San Marcos	4.2	1.49	0.51	3.26	1.57	0.57	2.87	1.68	0.78	3.06	1.67	1.14	3.79	1.48	1.90	4.09	110
11	Barberena	Santa Rosa	4.1	1.49	0.47	2.63	1.49	0.52	2.57	1.74	0.68	2.69	1.64	1.08	3.27	1.47	1.82	3.51	100

Fuente: Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Norma AGIES NSE 2 2018. Listado de amenaza sísmica y velocidad básica del viento por municipios para la República de Guatemala. s/p.*

En el siguiente mapa se puede determinar la localización para determinar las condiciones sísmicas según el lugar. Para el municipio de Asunción Mita se tiene el índice de sismicidad y espectrales:

Figura 13. **Mapa de zonificación sísmica de Guatemala**

Figura 4.5-1 — Mapa de zonificación sísmica de Guatemala



Fuente: Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Norma AGIES 2018 NSE 2, 2018. Mapa de zonificación sísmica de Guatemala. s/p.*

$$I_0 = 4,1$$

$$S_{Cr} = 1,49 g$$

$$S_{1r} = 0,43 g$$

Figura 14. Nivel de protección sísmica y probabilidad del sismo de diseño

Tabla 4.2.2-1 — Nivel de protección sísmica y probabilidad del sismo de diseño

Índice de Sismicidad ^[b]	Clase de obra ^[a]			
	Esencial	Importante	Ordinaria	Utilitaria
$I_o = 4$	E	D	D	C
$I_o = 3$	D	C	C	B
$I_o = 2$	C	B	B	A
Probabilidad de exceder el sismo de diseño ^[c]	5% en 50 años ^[d]	5% en 50 años ^[d]	10% en 50 años	Sismo mínimo ^[e]

Fuente: Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Norma AGIES NSE 2 – 2018. Nivel de protección sísmica y probabilidad del sismo de diseño. s/p.*

- Ajustes por intensidad sísmica especial

Figura 15. Coeficiente de sitio F_a

Tabla 4.5-1 — Coeficientes de sitio F_a

Clase de sitio	Índice de sismicidad			
	2	3	4.1	4.2
AB	1.0	1.0	1.0	1.0
C ^[1]	1.0	1.0	1.0	1.0
D	1.0	1.0	1.0	1.0
E	1.0	1.0	1.0	1.0
F	Se requiere evaluación específica - ver Sección 4.4			

Fuente: Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Norma AGIES NSE 2- 2018. Coeficiente de sitio F_a . s/p.*

Figura 16. **Coeficiente de sitio F_v**

Tabla 4.5-2 — Coeficientes de sitio F_v

Clase de sitio	Índice de sismicidad			
	2	3	4.1	4.2
AB	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.0	1.0	1.0	1.0
D ^[1]	1.0	1.0	1.0	1.0
E	1.0	1.0	1.0	1.0
F	Se requiere evaluación específica - ver Sección 4.4			

Fuente: Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Norma AGIES NSE 2-2018. Coeficiente de sitio F_a . s/p.*

Figura 17. **Tipo de fuente sísmica**

Tabla 4.6.2-1 — Tipo de fuente sísmica

Tipo de fuente	Descripción	Máxima magnitud-momento	Tasa de corrimiento (mm por año)
A	Fallas geológicas capaces de generar eventos de gran magnitud y con alta tasa de sismicidad ^[1]	$M_o \geq 7.0$	$TC \geq 5$
B	Fallas geológicas que no son A o C	$M_o \geq 7.0$ $M_o < 7.0$ $M_o \geq 6.5$	$TC < 5$ $TC > 2$ $TC < 2$
C	Fallas geológicas incapaces de generar eventos de gran magnitud y que tienen baja tasa de sismicidad	$M_o < 6.5$	$TC \leq 2$

Fuente: Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Norma AGIES NSE 2-2018. Tipo de fuente sísmica. s/p.*

Figura 18. **Factor N_a para periodos cortos de vibración**

Tabla 4.6.2-2 — Factor N_a para periodos cortos de vibración

Tipo de fuente	Distancia horizontal más cercana a fuente sísmica [1] [2]		
	≤ 2 km	5 km	≥ 10 km
A	1.0	1.0	1.0
B	1.0	1.0	1.0
C	1.0	1.0	1.0

Fuente: Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Norma AGIES NSE 2-2018. Factor N_a para periodos cortos de vibración. s/p.*

Figura 19. **Factor N_v para periodos largos de vibración**

Tabla 4.6.2-3 — Factor N_v para periodos largos de vibración

Tipo de fuente	Distancia horizontal más cercana a fuente sísmica [1] [2]			
	≤ 2 km	5 km	10 km	≥ 15 km
A	1.0	1.0	1.0	1.0
B	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.0	1.0	1.0	1.0

Fuente: Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Norma AGIES NSE 2 – 2018. Factor N_v para periodos largos de vibración. s/p.*

- Ajustes por intensidades sísmicas especiales (AGIES NSE 2 2018 sección 4.5.3):

$$S_{cs} = S_{cr} * F_a * N_a$$

$$S_{1s} = S_{1r} * F_v * N_v$$

Donde:

- S_{cs} es la ordenada espectral del sismo extremo en el sitio de interés para estructuras con periodo de vibración corto.
- S_{1s} es la ordenada espectral del sismo correspondiente a periodos de vibración de 1 segundo; ambos para un amortiguamiento nominal del 5 % del crítico.
- F_a coeficiente de sitio para periodos de vibración cortos y se obtiene de la tabla 4.5-1
- F_v coeficiente de sitios para periodos largos, se obtiene de la tabla 4.5-2.
- N_a, N_v factores que aplican por la proximidad de las amenazas especiales indicadas en la sección 4.6.

$$S_{cs} = 1,49 * 1,0 * 1,0 = 1,49$$

$$S_{1s} = 0,43 * 1,0 * 1,0 = 0,43$$

- Probabilidad nominal de ocurrencia de los sismos de diseño (AGIES NSE 2 2018: actualización 15/07/2020, sección 4.5.5 inciso c):

Figura 20. **Factor K_d de acuerdo con el nivel de sismo**

Nivel de sismo	Factor K_d
Sismo ordinario — 10% probabilidad de ser excedido en 50 años	0.66
Sismo severo — 5% probabilidad de ser excedido en 50 años	0.80
Sismo extremo — 2% probabilidad de ser excedido en 50 años	1.00
Sismo mínimo — condición de excepción	0.55

Fuente: Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Norma AGIES NSE 2 – 2018. Factor K_d de acuerdo con el nivel de sismo. s/p.*

$$S_{cd} = K_d * S_{cs}$$

$$S_{1d} = K_d * S_{1s}$$

$$S_{cd} = 0,80 * 1,49 = 1,19$$

$$S_{1d} = 0,80 * 0,43 = 0,34$$

- Fórmula empírica para periodo fundamental de vibración (AGIES NSE 3 2018: actualización 15/07/2020 sección 2.1.6):

$$T_a = k_T (h_n)^x$$

Donde:

T_a : periodo fundamental de la estructura

$K_T = 0,047$ $x = 0,90$ para sistemas estructurales E1

h_n : altura total del edificio desde la base definida

$$T_a = 0,047(4,50m)^{0,90} = 0,18$$

$$T_a = K_t$$

- Periodo de vibración de transición (AGIES NSE 2 2018: actualización 15/07/2020 sección 4.5.4):

T_s separa los periodos cortos de los largos

$$T_s = \frac{0,43}{1,49} = 0,29$$

T_o define el inicio de la meseta de periodos cortos del espectro:

$$T_o = 0,2T_s$$
$$T_o = 0,2 * 0,29 = 0,058$$

- Espectros genéricos probables (AGIES NSE 2 2018: actualización 15/07/2020 sección 4.5.6):

$$S_a(T) = S_{cd} \quad \text{cuando } T_o \leq T \leq T_s$$
$$S_a(T) = 1,25 \quad 0,1 \leq 0,24 \leq 0,29 \quad \text{cumple}$$

- Coeficiente sísmico al límite de cedencia C_s (AGIES NSE 3-2018: actualización 15/07/2020 sección 2.1.3):

$$C_s = \frac{S_a(T)}{R}$$

Donde:

- C_s coeficiente sísmico.
- $S_a(T)$ demanda sísmica de diseño para una estructura con un periodo T obtenida del espectro de diseño sísmico establecido para el sitio Sec. 4.5.6 de la NSE 2-2018: actualización 15/07/2020.
- R factor de reducción se encuentra en la tabla 1.6.14-1 de la NSE 3-2018: actualización 15/07/2020:

$$C_s = \frac{1,19}{8} = 0,15$$

- Valores mínimos de C_s (AGIES NSE 3 – 2018: actualización 15/07/2020 sección 2.1.4) se verifica si cumple de la siguiente manera:

$$C_s \geq 0,044S_{cd} \geq 0,01$$

$$0,15 \geq 0,055 \geq 0,01$$

Corte base en el límite de cedencia (sección 2.1.2 AGIES NSE 3-2018: actualización 15/07/2020):

$$V_B = C_S W_S$$

Donde:

w_s = peso de la edificación

s_c = coeficiente sísmico de diseño

$$V_B = 0,15 * 220\ 749,75\ kg = 33\ 112,46\ kg \cong 33,11\ Ton$$

- Distribución vertical de las fuerzas sísmicas (AGIES NSE 3-2018: actualización 15/07/2020 sección 2.2):

$$F_X = C_{XY} V_B$$

$$C_{xy} = \frac{wh^k}{\sum_{i=1}^n (w_i h^k)}$$

Donde:

F_x = cortante de cedencia en el nivel x de la edificación

h_x = altura del nivel x sobre la base sísmica

$k = 1$, para $T \leq 0,5$ segundos

$k = 0,75 + 0,5 T_s$, para $0,5 < T \leq 2,5$ segundos

$k = 2$, para $T > 2,5$ segundos

los terminos w_x, w_i, h_x han sido previamente definidos.

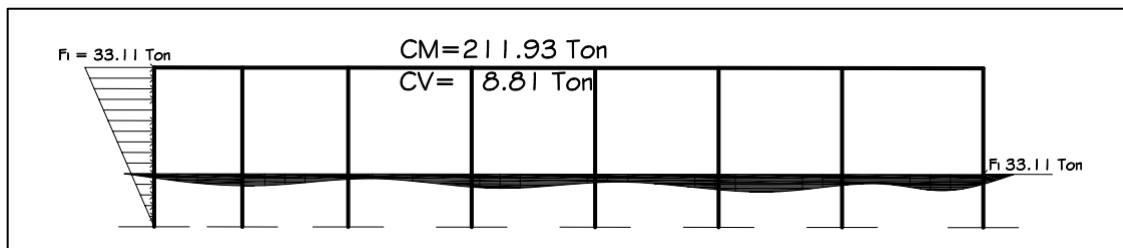
En nuestro caso $k = 1$

Tabla VII. **Distribución de fuerza vertical sísmica**

DISTRIBUCION DE FUERZAS POR NIVEL							
NIVEL	Vs (Ton)	Wi (Ton)	hi (m)	Wi*hi (m)	C*x	Fi (Ton)	Fi (kg)
1	33,11	220,75	4,5	993,37	1,000	33,11	3312,46
TOTAL		220,75		993,37		33,11	

Fuente: elaboración propia.

Figura 21. **Fuerza por nivel**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

- Centro de masa

$$C_{mx} = \frac{\sum_{i=1}^m W_i * X_i}{\sum_{i=1}^m W_i}$$

$$C_{my} = \frac{\sum_{i=1}^m W_i * Y_i}{\sum_{i=1}^m W_i}$$

Donde:

Y_x = distancia al centro de coordenadas

w_i = peso de la losa

C_{mx} = longitud entre elementos

Fuerza sísmica por torsión

Tabla VIII. **Fuerzas sísmicas por torsión**

FUERZA SISMICA POR TORSIÓN				
1er Nivel				
Losa	Area	W cm losa	Sc	W cv losa
1	12,5	3 000	3 275	2 500
2	7,5	1 800	1 965	1 500
3	7,5	1 800	1 965	1 500
4	17,5	4 200	4 585	3 500
5	17,5	4 200	4 585	3 500
6	17,5	4 200	4 585	3 500
7	17,5	4 200	4 585	3 500
8	20	4 800	5 240	4 000
9	6,25	1 500	1 637,5	1 250
10	7,5	1 800	1 965	1 500
11	8,75	2 100	2 292,5	1 750
12	8,75	2 100	2 292,5	1 750
13	8,75	2 100	2 292,5	1 750
14	8,75	2 100	2 292,5	1 750
15	10	2 400	2 620	2 000

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. Centro de masa sentido X primer nivel

Centro de Masa sentido X 1er nivel						
LOSA	AREA	Wcm losa + Sc	Wcv	Wi total	L (m)	Wi*Li
1	12,5	6 275	2 500	8 775	1,25	10 968,75
2	7,5	3 765	1 500	5 265	4	21 060,00
3	7,5	3 765	1 500	5 265	4	21 060,00
4	17,5	8 785	3 500	12 285	7,25	89 066,25
5	17,5	8 785	3 500	12 285	10,75	132 063,75
6	17,5	8 785	3 500	12 285	14,25	175 061,25
7	17,5	8 785	3 500	12 285	17,25	211 916,25
8	20	10 040	4 000	14 040	21,5	301 860,00
9	6,25	3 137,5	1 250	4 387,5	1,25	5 484,38
10	10	3 765	1 500	5 265	4	21 060,00
11	8,75	4 392,5	1 750	6 142,5	7,25	44 533,13
12	8,75	4 392,5	1 750	6 142,5	10,75	66 031,88
13	8,75	4 392,5	1 750	6 142,5	14,25	87 530,63
14	8,75	4 392,5	1 750	6 142,5	17,25	105 958,13
15	10	5 020	2 000	7 020	21,5	150 930,00
Muros				78 498	11,75	922 351,50
TOTAL				202 225,5		2 366 935,88
					CM x	11,70

Fuente: elaboración propia.

$$C_{mx} = \frac{2\,366\,935,88}{202\,225,50} = 11,70\text{ m}$$

Tabla X. Centro de masa sentido Y primer nivel

Centro de Masa sentido Y 1er nivel						
LOSA	AREA	Wcm losa + Sc	Wcv	Wtotal	L (m)	Wi*Li
1	12,5	6 275	2 500	8 775	5	43 875
2	7,5	3 765	1 500	5 265	6,25	32 906,25
3	7,5	3 765	1 500	5 265	3,75	19 743,75
4	17,5	8 785	3 500	12 285	5	61 425
5	17,5	8 785	3 500	12 285	5	61 425
6	17,5	8 785	3 500	12 285	5	61 425
7	17,5	8 785	3 500	12 285	5	61 425
8	20	10 040	4 000	14 040	5	70 200
9	6,25	3 137,5	1 250	4 387,5	1,25	5 484,375
10	10	3 765	1 500	5 265	1,25	6 581,25
11	8,75	4 392,5	1 750	6 142,5	1,25	7 678,125

Continuación de la tabla X.

12	8,75	4 392,5	1 750	6 142,5	1,25	7 678,125
13	8,75	4 392,5	1 750	6 142,5	1,25	7 678,125
14	8,75	4 392,5	1 750	6 142,5	1,25	7 678,125
15	10	5 020	2 000	7 020	1,25	8 775
Muros				78 498	3,75	294 367,5
TOTAL				202 225,5		758 345,625
					CM y	3,75

Fuente: elaboración propia.

$$C_{my} = \frac{758\,345,63}{202\,225,50} = 3,75\text{ m}$$

- Centro de rigidez

Para determinar el centro de rigidez de la estructura se debe tomar en cuenta cómo están sujetas las columnas, para poder determinar la rigidez de las columnas es necesario saber en qué nivel están colocados, en nuestro caso que solo tenemos un nivel utilizamos la siguiente ecuación:

$$K_c = \frac{1}{\frac{Fh^3}{12EI} + \frac{1,2Fh}{AG}}$$

Donde:

K_c = coeficiente de rigidez

F = fuerza actuante en el nivel analizado

h = altura de las columnas

I = inercia de la sección

G = módulo de cortante = $0,4 E_c$

E_c = módulo de elasticidad del concreto $E_c = 15,100\sqrt{f'c}$

A= área de la sección

Datos:

$$F = 35\,319,96 \quad h = 450\,m$$

$$Kc \text{ 1er nivel} = \frac{1}{\frac{35\,319,96 * 450^3}{12 * (15\,100 * \sqrt{210}) * \frac{1}{12} * 35 * 35^3} + \frac{1,2 * 35\,319,96 * 450}{35 * 35 * 0,4 * (15\,100 * \sqrt{210})}}$$

$$= 0,10$$

Para calcular el centro de rigidez se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$CRx = \frac{\sum_{i=1}^m km * l}{\sum_{i=1}^m Km}$$

Tabla XI. Centro de rigidez sentido X primer nivel

1er nivel, sentido x					
Marco	No. Col	Kc (cm-1)	km (cm-1)	L(mts)	Km * L
A	3	0,10	0,30	0	0
B	4	0,10	0,40	2,5	1,00
C	4	0,10	0,40	5,5	2,20
D	3	0,10	0,30	9	2,71
E	3	0,10	0,30	12,5	3,76
F	3	0,10	0,30	16	4,81
G	3	0,10	0,30	19,5	5,86
H	3	0,10	0,30	23,5	7,06
TOTAL			2,61		27,41
				CRx	10,52

Fuente: elaboración propia.

$$CRx = \frac{27,41}{2,61} = 10,52\,m$$

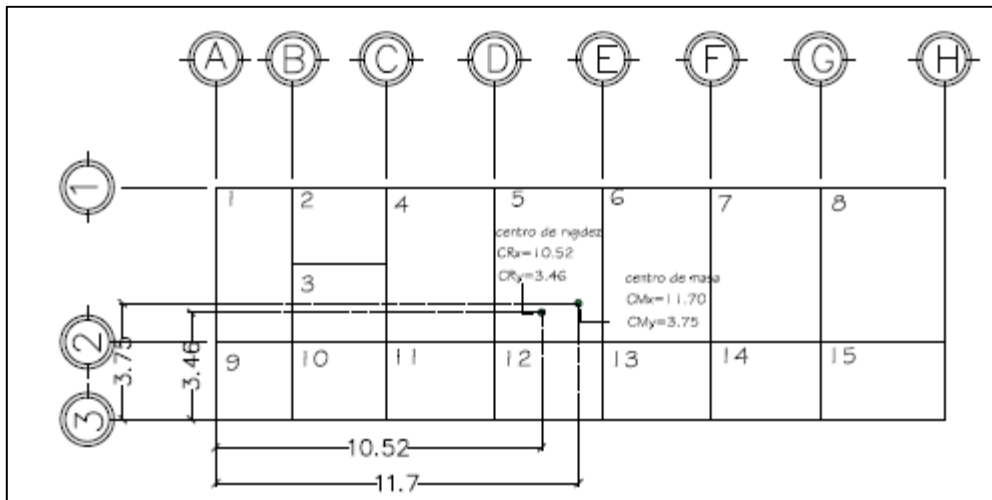
Tabla XII. Centro de rigidez sentido Y primer nivel

1er nivel, sentido Y						
Marco	No. Col	Kc (cm-1)	km (cm-1)	L(mts)	Km * L	
1	8	0,10	0,80	7,5	6,01	
1,1	2	0,10	0,20	5	1,00	
2	8	0,10	0,80	2,5	2,00	
3	8	0,10	0,80	0	0,00	
TOTAL			2,61		9,02	
				CRY	3,46	

Fuente: elaboración propia.

$$CRY = \frac{9,02}{2,61} = 3,46 \text{ m}$$

Figura 22. Esquema de centro de masa y rigidez



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

- Excentricidades directas:

$$e_x = |Cm_x - CR_x|$$

$$e_y = |Cm_y - CR_y|$$

Donde:

e = excentricidad

cm = fuerza actuante

C_R = altura de columnas

$$e_x = |11,70 - 10,52| = 1,19$$

$$e_y = |3,75 - 3,46| = 0,29$$

- Excentricidad accidental

Según la norma AGIES NSE-3 2018 sec. 2.3.2, las excentricidades accidentales son una variación de las excentricidades directas en un 5 % de lado de la estructura. De tal forma que debemos aplicar en tal sentido esa sección en un más menos 5 %. Para dicho cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$e_{1x} = |Cm_x - CR_x| \pm 0,05 * b$$

$$e_{1y} = |Cm_y - CR_y| \pm 0,05 * b$$

Donde:

e = excentricidad

Cm = fuerza actuante

$C_R =$ alturas de columnas

$b =$ primer nivel:

$$e_{1x} = |11,70 - 10,52| + 0,05 * 23,5 = 2,36 \text{ m}$$

$$e_{2x} = |11,70 - 10,52| - 0,05 * 23,5 = 0,01 \text{ m}$$

$$e_{1y} = |3,75 - 3,46| + 0,05 * 7,5 = 0,66 \text{ m}$$

$$e_{2y} = |3,75 - 3,46| - 0,05 * 7,5 = -0,09 \text{ m}$$

- Corte por sismo

$$V_s = \frac{K_m * F_x}{\sum_{i=1}^m K_m}$$

- Corte por torsión

$$V_t = \frac{e_{xy} * F_x * (k_m * d_i)}{\sum_{i=1}^m (K_m * d_i^2)}$$

- Corte total

$$V_t = V_s + V_t$$

Tabla XIII. **Fuerzas por marcos sentido X**

1er nivel sentido x										
Eje	e	Fi	Km	di	km * fi	km * di	km*di2	Vs	Vt	Vs + Vt (kg)
A	e1x 2,36	35 319,96	0,30	-10,52	10 617,73	-3,16	33,27	6 232,93	-1 701,49	4 531,44
	e2x 0,01								-7,36	6 225,58
B	e1x 2,36	35 319,96	0,40	-8,02	14 156,97	-3,21	25,78	8 310,58	-1 729,53	6 581,05
	e2x 0,01								-4,68	8 305,90
C	e1x 2,36	35 319,96	0,40	-5,02	14 156,97	-2,01	10,10	8 310,58	-1 082,57	7 228,01
	e2x 0,01								-4,68	8 305,90
D	e1x 2,36	35 319,96	0,30	-1,52	10 617,73	-0,46	0,69	6 232,93	-245,84	5 987,09
	e2x 0,01								-1,06	6 231,87
E	e1x 2,36	35 319,96	0,30	1,98	10 617,73	0,60	1,18	6 232,93	320,24	6 553,18
	e2x 0,01								1,38	6 234,32
F	e1x 2,36	35 319,96	0,30	5,48	10 617,73	1,65	9,03	6 232,93	886,33	7 119,26
	e2x 0,01								3,83	6 236,77
G	e1x 2,36	35 319,96	0,30	8,98	10 617,73	2,70	24,24	6 232,93	1 452,42	7 685,35
	e2x 0,01								6,28	6 239,22

Continuación de la tabla XIII.

H	e1x 2,36	35319,96	0,30	12,98	10617,73	3,90	50,65	6 232,93	2 099,37	8 332,31
	e2x 0,01								9,08	6 242,01
TOTAL			1,70				154,94			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Fuerzas por marcos sentido Y**

1er nivel sentido y										
Eje	e	Fi	Km	di	km * fi	km * di	km*di2	Vs	Vt	Vs + Vt
1	e1y 0,66	35 319,96	0,80	4,04	28 313,94	3,24	13,08	10 867,68	3 176,06	14 043,74
	e2y -0,09								-414,27	10 453,41
1,1	e1y 0,66	35 319,96	0,20	1,54	7 078,48	0,31	0,48	2 716,92	302,67	3 019,59
	e2y -0,09								-39,48	2 677,44
2	e1y 0,66	35 319,96	0,80	-0,96	28 313,94	-0,77	0,74	10 867,68	-754,71	10 112,97
	e2y -0,09								98,44	10 966,12
3	e1y 0,66	35 319,96	0,80	-3,46	28 313,94	-2,77	9,60	10 867,68	-2 720,09	8 147,59
	e2y -0,09								354,79	11 222,47
TOTAL			2,61				23,90			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Fuerzas horizontales eje X**

MARCO	f (kg)	Ton
A	6225,58	6,23
B	8305,90	8,31
C	8305,90	8,31
D	6231,87	6,23
E	6553,18	6,55
F	7119,26	7,12
G	7685,35	7,69
H	8332,31	8,33

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Fuerzas horizontales eje Y**

MARCO	f (kg)	Ton
1	14043,74	14,04
1,1	3019,59	3,02
2	10966,12	10,97
3	11222,47	11,22

Fuente: elaboración propia.

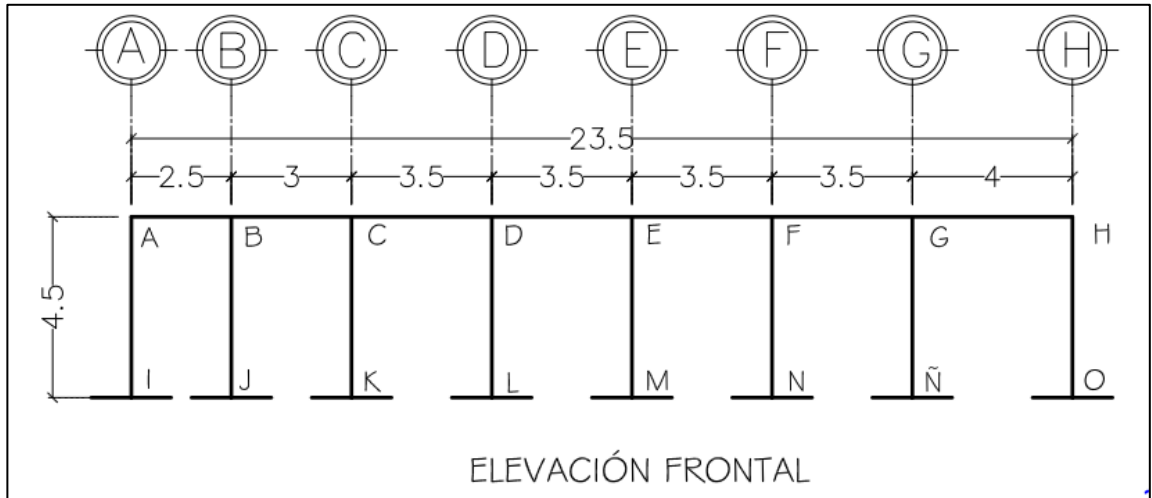
2.4.3. Análisis de marcos rígidos por el método de Kani

Es un método de aproximaciones sucesivas, consiste en una variante del método de distribución de momentos con la facilidad de integrar la distribución para cargas horizontales y verticales de manera práctica y efectiva.

2.4.3.1. Método de Kani carga de muerta marco 2 eje X

Para la realización del método de Kani se tomará como ejemplo el marco 2 eje x para el análisis de marcos rígidos.

Figura 23. Carga muerta marco 2 eje X



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

Para la realización del método de Kani lo primero que debemos hacer es calcular la rigidez de cada elemento que integra el marco con la siguiente ecuación:

$$k = \frac{I}{L}$$

Donde:

k = rigidez

I = inercia relativa

L = longitud del elemento

Donde la inercia se calcula de la siguiente manera:

$$I = \frac{b * h^3}{12}$$

I = inercia

b = base de la columna o viga

h = peralte de la columna o viga

- Inercia de viga

$$I_{viga} = \frac{25 * 40^3}{12} = 133\,333,33 \text{ cm}^4$$

- Inercia de columna

$$I_{columna} = \frac{35 * 35^3}{12} = 125\,052,08 \text{ cm}^4$$

Una vez encontramos la inercia de cada elemento procedemos a encontrar la inercia relativa, que tanto tiene inercia con respecto al otro, de la siguiente manera:

- Inercia relativa

$$I_{Rel} = \frac{I_{viga}}{I_{columna}} \quad I_{Rel} = \frac{I_{columna}}{I_{columna}}$$

Donde:

I_{Rel} = inercia relativa

I_{viga} = inercia de la viga

$I_{columna}$ = inercia de la columna

$$I_{Rel\ viga} = \frac{133\ 333,33\ cm^4}{125\ 052,08\ cm^4} = 1,07 \quad I_{Rel\ col} = \frac{125\ 052,08\ cm^4}{125\ 052,08\ cm^4} = 1$$

Una vez encontramos la inercia relativa procedemos a calcular la rigidez con la fórmula ya mencionada, nos queda de la siguiente manera:

$$k_{col\ AI} = \frac{I_{Rel}}{L} = \frac{1}{4,5} = 0,22$$

$$k_{viga\ AB} = \frac{I_{Rel}}{L} = \frac{1,07}{2,5} = 0,43$$

De la misma manera se realiza para todos los nodos del elemento estructural, en la siguiente tabla se muestran los resultados de los otros nodos:

Tabla XVII. **Rigideces, columnas y vigas**

RIGIDECES	
$Kcol_{AI,BJ,CK,DL,EM, FN,GÑ,HO} =$	0,22
$Kviga_{AB, BA} =$	0,43
$Kviga_{BC,CB} =$	0,36
$Kviga_{CD, DE,EF,FG} =$	0,30
$Kviga_{GH,HG} =$	0,27

Fuente: elaboración propia.

- Factor de distribución

$$FD = -\frac{1}{2} * \frac{ki}{\sum ki}$$

Donde:

FD = factor de distribución

K_i = rigidez del elemento

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

Nodo A:

$$FD_{AB} = -\frac{1}{2} * \frac{0,22}{0,22 + 0,43} = -0,33$$

$$FD_{AI} = -\frac{1}{2} * \frac{0,43}{0,22 + 0,43} = -0,17$$

Como comprobación, la sumatoria de los factores de distribución de cada nodo tiene que ser igual a -0,5:

$$\sum Total = FD_{AB} + FD_{AI} = -0,5 \quad \text{entonces} \quad -0,33 + (-0,17) = -0,5$$

De la misma manera se realiza en los demás nodos del elemento estructural, la siguiente tabla nos muestra el resultado de los nodos:

Tabla XVIII. **Factores de distribución**

FACTORES DE DISTRIBUCION (kg-m)										
NODO A		NODO B			NODO C			NODO D		
FD ab,	FD ai	FD ba	FD bj	FD bc	FD cb	FD ck	FD cd	FD dc	FD dl	FD de
-0,33	-0,17	-0,21	-0,11	-0,18	-0,20	-0,13	-0,17	-0,18	-0,13	-0,18
NODO E			NODO F			NODO G		NODO H		
FD ed	FD em	FD ef	FD fe	FD fn	FD fg	FD gf	FD gñ	FD gh	FD hg	FD ho
-0,18	-0,13	-0,18	-0,18	-0,13	-0,18	-0,19	-0,14	-0,17	-0,27	-0,23
NODO I	NODO J	NODO K	NODO L	NODO M	NODO N	NODO Ñ		NODO O		
FD ia	FD jb	FD kc	FD ld	FD me	FD nf	FD ñg		FD oh		
0	0	0	0	0	0	0		0		

Fuente: elaboración propia.

Figura 24. **Momentos fijos**



$$MF = \frac{wl^2}{12}$$

Fuente: elaboración propia.

Donde:

MF = momentos fijos

w = carga

l = longitud de viga

Nodo A:

$$MF_{AB} = -\frac{1\,589,09 * 2,5^2}{12} = -827,65_{kg-m} \quad MF_{BA} = \frac{1\,589,09 * 2,5^2}{12}$$
$$= 827,65_{kg-m}$$

De la misma manera se realiza en los demás nodos del elemento estructural, la siguiente tabla nos muestra el resultado de los momentos fijos:

Tabla XIX. **Momentos fijos de distribución**

MOMENTOS FIJOS DE DISTTRIBUCION (kg-m)					
MF ab	MF ba	MF bc	MF cb	MF cd	MF dc
-827,65	827,65	-1191,82	1191,82	-1622,20	1622,20
MF de	MF ed	MF ef	MF fe	MF fg	MF gf
-1622,20	1622,20	-1622,20	1622,20	-1622,20	1622,20
MF gh	MF hg				
-2118,79	2118,79				

Fuente: elaboración propia.

- Momentos de sujeción

Los momentos de sujeción están dados por la siguiente ecuación:

$$M_s = \sum MF$$

Nodo A:

$$M_s = MF_{AB} = -287,65_{kg-m}$$

Nodo B:

$$M_s = MF_{BA} + MF_{BC} = 827,65 + (-1\ 191,82) = -364,17_{kg-m}$$

Nodo C:

$$M_s = MF_{CB} + MF_{CD} = 1\ 191,82 + (-1\ 622,20) = -430,38_{kg-m}$$

Nodo D:

$$M_s = MF_{DC} + MF_{DE} = 1\ 622,20 + (-1\ 622,20) = 0,00_{kg-m}$$

Nodo E:

$$M_S = MF_{ED} + MF_{EF} = 1\,622,20 + (-1\,622,20) = 0,00_{kg-m}$$

Nodo F:

$$M_S = MF_{FE} + MF_{FG} = 1\,622,20 + (-1\,622,20) = 0,00_{kg-m}$$

Nodo G:

$$M_S = MF_{GF} + MF_{GH} = 1\,622,20 + (-2\,118,79) = -496,59_{kg-m}$$

Nodo H:

$$M_S = MF_{HG} = 2\,118,79_{kg-m}$$

- Influencia de giro

Una vez tenemos los momentos fijos, los momentos de sujeción y los factores de distribución, procedemos con la primera iteración del método de Kani:

$$(M_S + \text{Momento Lejano}) * \text{Factor de distribución}$$

Nodo A:

$$AB = (-827,65 + 0) * -0,33 = 272,07_{kg-m}$$

$$AI = (-827,65 + 0) * -0,17 = 141,76_{kg-m}$$

Nodo B:

$$BA = (-364,17 + 272,07) * -0,21 = 19,56_{kg-m}$$

$$BJ = (-364,17 + 272,07) * -0,11 = 10,19_{kg-m}$$

$$BC = (-364,17 + 272,07) * -0,18 = 16,30_{kg-m}$$

Nodo C:

$$CB = (-430,38 + 16,30) * -0,20 = 83,40_{kg-m}$$

$$CK = (-430,38 + 16,30) * -0,13 = 52,15_{kg-m}$$

$$CD = (-430,38 + 16,30) * -0,17 = 71,49_{kg-m}$$

Nodo D:

$$DC = (-0,00 + 71,49) * -0,18 = -13,10_{kg-m}$$

$$DL = (-0,00 + 71,49) * -0,13 = -9,55_{kg-m}$$

$$DE = (-0,00 + 71,49) * -0,18 = -13,10_{kg-m}$$

Nodo E:

$$ED = (-0,00 + (-13,10)) * -0,18 = 2,40_{kg-m}$$

$$EM = (-0,00 + (-13,10)) * -0,13 = 1,75_{kg-m}$$

$$EF = (-0,00 + (-13,10)) * -0,18 = 2,40_{kg-m}$$

Nodo F:

$$FE = (-0,00 + 2,4) * -0,18 = -0,44_{kg-m}$$

$$FN = (-0,00 + 2,40) * -0,13 = -0,32_{kg-m}$$

$$FG = (-0,00 + 2,40) * -0,18 = -0,44_{kg-m}$$

Nodo G:

$$GF = (-496,59 + (-0,44)) * -0,19 = 95,42_{kg-m}$$

$$G\tilde{N} = (-496,59 + (-0,44)) * -0,14 = 69,61_{kg-m}$$

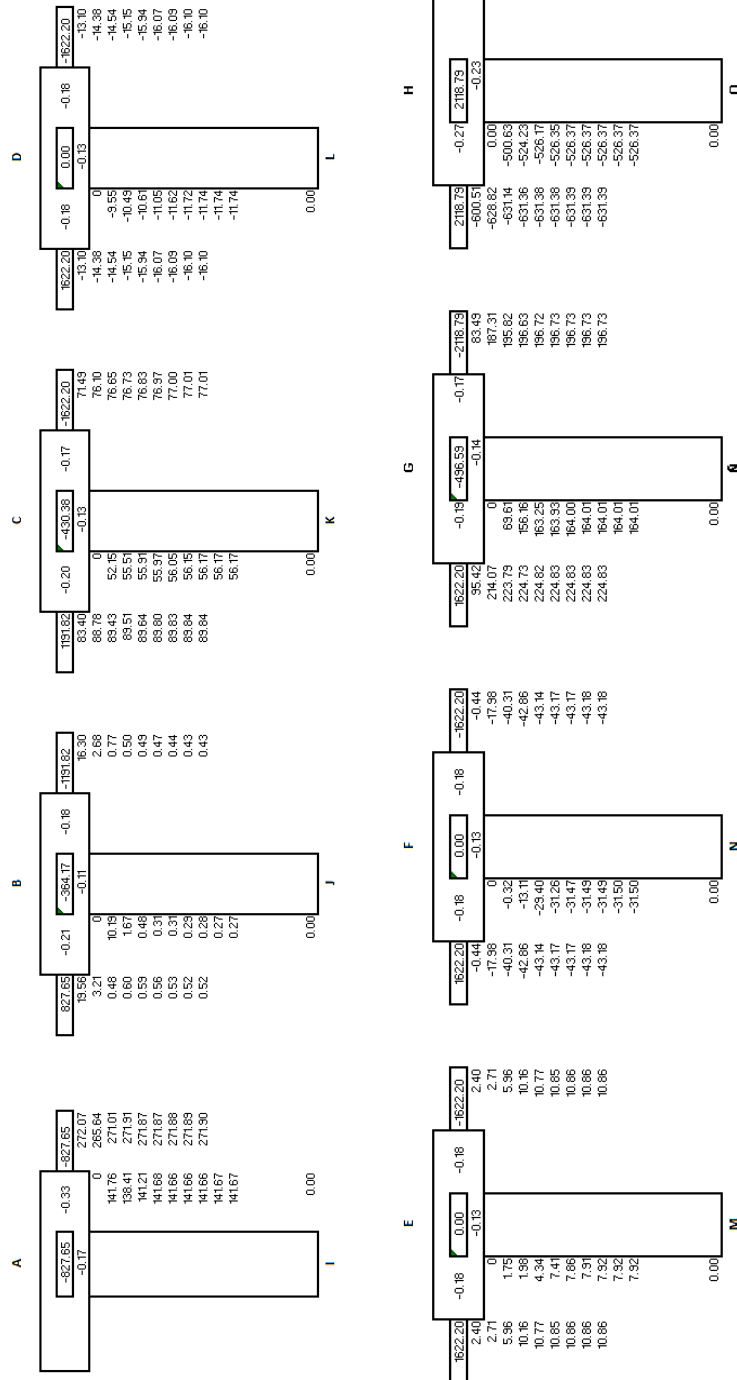
$$GH = (-496,59 + (-0,44)) * -0,17 = 83,49_{kg-m}$$

Nodo H:

$$HG = (2\ 118,79 + 83,49) * -0,27 = -600,51_{kg-m}$$

$$HO = (2\ 118,79 + 83,49) * -0,23 = -500,63_{kg-m}$$

Figura 25. Kani para carga muerta, marco 2 eje X



Fuente: elaboración propia.

- Momentos finales:

$$M_{ik} = MF_i + 2M'_{ik} + M'_{ki}$$

- Momentos finales en vigas A-B-C-D-E-F-G-H:

$$M_{AB} = -827,65 + 2 * 271,90 + 0,52 = -283,34_{kg-m}$$

$$M_{BA} = 827,65 + 2 * 0,52 + 271,90 = 1 100,58_{kg-m}$$

$$M_{BC} = -1 191,82 + 2 * 0,43 + 89,84 = -1 101,12_{kg-m}$$

$$M_{CB} = 1 191,82 + 2 * 89,84 + 0,43 = 1 371,93_{kg-m}$$

$$M_{CD} = -1 622,20 + 2 * 77,01 + (-16,10) = -1 484,28_{kg-m}$$

$$M_{DC} = 1 622,20 + 2 * -16,10 + 77,01 = 1 667,01_{kg-m}$$

$$M_{DE} = -1 622,20 + 2 * -16,10 + 10,86 = -1 643,53_{kg-m}$$

$$M_{ED} = 1 622,20 + 2 * 10,86 + (-16,10) = 1 627,82_{kg-m}$$

$$M_{EF} = -1 622,20 + 2 * 10,86 + (-43,18) = -1 643,66_{kg-m}$$

$$M_{FE} = 1 622,20 + 2 * -43,18 + 10,86 = 1 543,70_{kg-m}$$

$$M_{FG} = -1 622,20 + 2 * -43,18 + 224,83 = -1 483,71_{kg-m}$$

$$M_{GF} = 1 622,20 + 2 * 224,83 + (-43,18) = 2 028,69_{kg-m}$$

$$M_{GH} = -2 118,79 + 2 * 196,73 + (-631,39) = -2 356,71_{kg-m}$$

$$M_{HG} = 2 118,79 + 2 * -631,39 + 196,73 = 1 052,75_{kg-m}$$

- Momentos finales en columnas AI-BJ-CK-DL-EM-FN-GÑ-HO:

$$M_{AI} = 0,00 + 2 * 141,67 = 283,34_{kg-m}$$

$$M_{BJ} = 0,00 + 2 * 0,27 = 0,54_{kg-m}$$

$$M_{CK} = 0,00 + 2 * 56,17 = 112,35_{kg-m}$$

$$M_{DL} = 0,00 + 2 * -14,74 = -23,48_{kg-m}$$

$$M_{EM} = 0,00 + 2 * 7,92 = 15,84_{kg-m}$$

$$M_{FN} = 0,00 + 2 * -31,50 = -62,99_{kg-m}$$

$$M_{GÑ} = 0,00 + 2 * 164 = 328,02_{kg-m}$$

$$M_{HO} = 0,00 + 2 * -526,37 = -1052,75_{kg-m}$$

2.4.3.2. Método de Kani para carga viva marco 2 eje X

Para el análisis de carga viva se utiliza la misma rigidez y las inercias. En las siguientes tablas se muestra el resultado de los factores de distribución y los momentos fijos de distribución:

Tabla XX. Factores de distribución

FACTORES DE DISTRIBUCION (Kg-m)										
NODO A		NODO B			NODO C			NODO D		
FD ab,	FD ai	FD ba	FD bc	FD bj	FD cb	FD ck	FD cd	FD dc	FD dl	FD de
-0,33	-0,17	-0,21	-0,11	-0,18	-0,20	-0,13	-0,17	-0,18	-0,13	-0,18
NODO E			NODO F			NODO G		NODO H		
FD ed	FD em	FD ef	FD fe	FD fn	FD fg	FD gf	FD gñ	FD gh	FD hg	FD ho
-0,18	-0,13	-0,18	-0,18	-0,13	-0,18	-0,19	-0,14	-0,17	-0,27	-0,23

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. Momentos fijos de distribución

MOMENTOS FIJOS DE DISTRIBUCION (kg-m)					
MF ab	MF ba	MF bc	MF cb	MF cd	MF dc
-170,38	170,38	-245,35	245,35	-333,95	333,95
MF de	MF ed	MF ef	MF fe	MF fg	MF gf
-333,95	333,95	-333,95	333,95	-333,95	333,95
MF gh	MF hg				
-436,17	436,17				

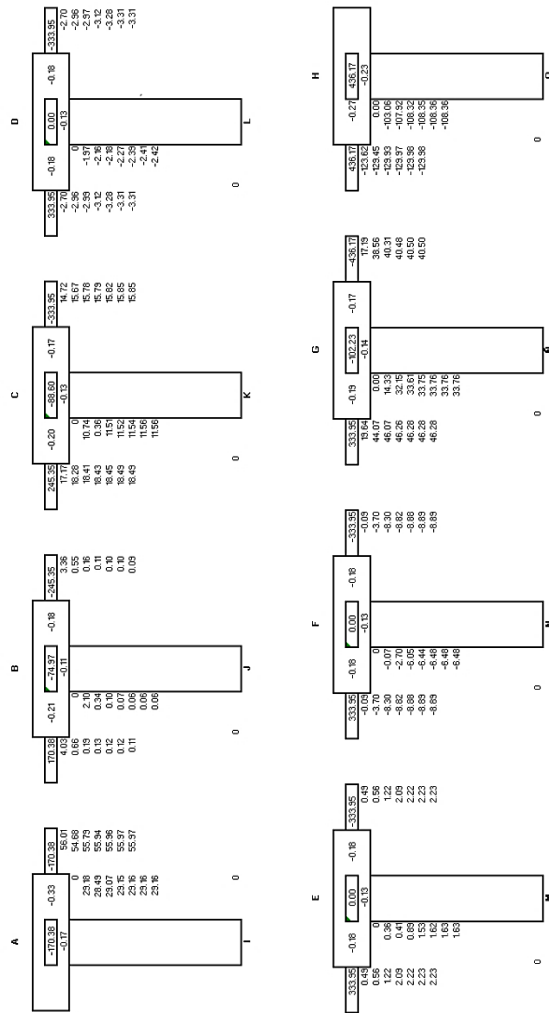
Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. Momentos de sujeción

MOMENTOS DE SUJEICON							
NODO A	NODO B	NODO C	NODO D	NODO E	NODO F	NODO G	NODO H
-170,38	-74,97	-88,60	0,00	0,00	0,00	-102,23	436,17

Fuente: elaboración propia.

Figura 26. Kani para carga viva, marco 2 eje X



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. Momentos finales

CARGA VIVA	MOMENTOS FINALES EJE X MARCO 2										
	NODO A		NODO B			NODO C			NODO D		
	Mab	Mai	Mba	Mbj	Mbc	Mcb	Mck	Mcd	Mdc	Mdl	Mde
	-58,33	58,33	226,57	0,11	-226,67	282,42	23,13	-305,56	343,17	-4,83	-338,34
	NODO E			NODO F			NODO G			NODO H	
	Med	Mem	Mef	Mfe	Mfn	Mfg	Mgf	Mgñ	Mgh	Mhg	Mho
	335,10	3,26	-338,36	318,40	-12,97	-305,44	417,63	67,53	-485,15	216,72	-216,72
	NODO I	NODO J	NODO K	NODO L	NODO M	NODO N		NODO Ñ		NODO O	
	Mia	Mjb	Mkc	Mld	Mme	Mnf		Mñg		Moh	
	29,16	0,06	11,56	-2,42	1,63	-6,48		33,76		-108,36	

Fuente: elaboración propia.

2.4.3.3. Análisis de carga sísmica de eje 2 sentido X

Para el análisis de carga sísmica se toman los mismos valores de rigidez y factores de distribución utilizados en el análisis de carga viva y carga muerta. Este análisis se aplica a fuerzas horizontales en que existe un factor de corrimiento para todas las columnas de la edificación.

Para obtener el factor de corrimiento se utiliza la siguiente fórmula:

- Factor de corrimiento:

$$\mu = -\frac{3}{2} * \frac{k_{col}}{\sum k_{col}}$$

Donde:

μ = factor de corrimiento

k_{col} = rigidez de columna

$\sum k_{col}$ = sumatoria de rigideces por columna

$$\mu = -\frac{3}{2} * \frac{0,22}{0,22 + 0,22 + 0,22 + 0,22 + 0,22 + 0,22 + 0,22 + 0,22}$$

$$\mu = -0,19$$

- Fuerza cortante en piso, marco 2 eje x

$$F = 10,966.12$$

- Momento de piso

$$M_p = \frac{F_h * (h_{niveles})}{3}$$

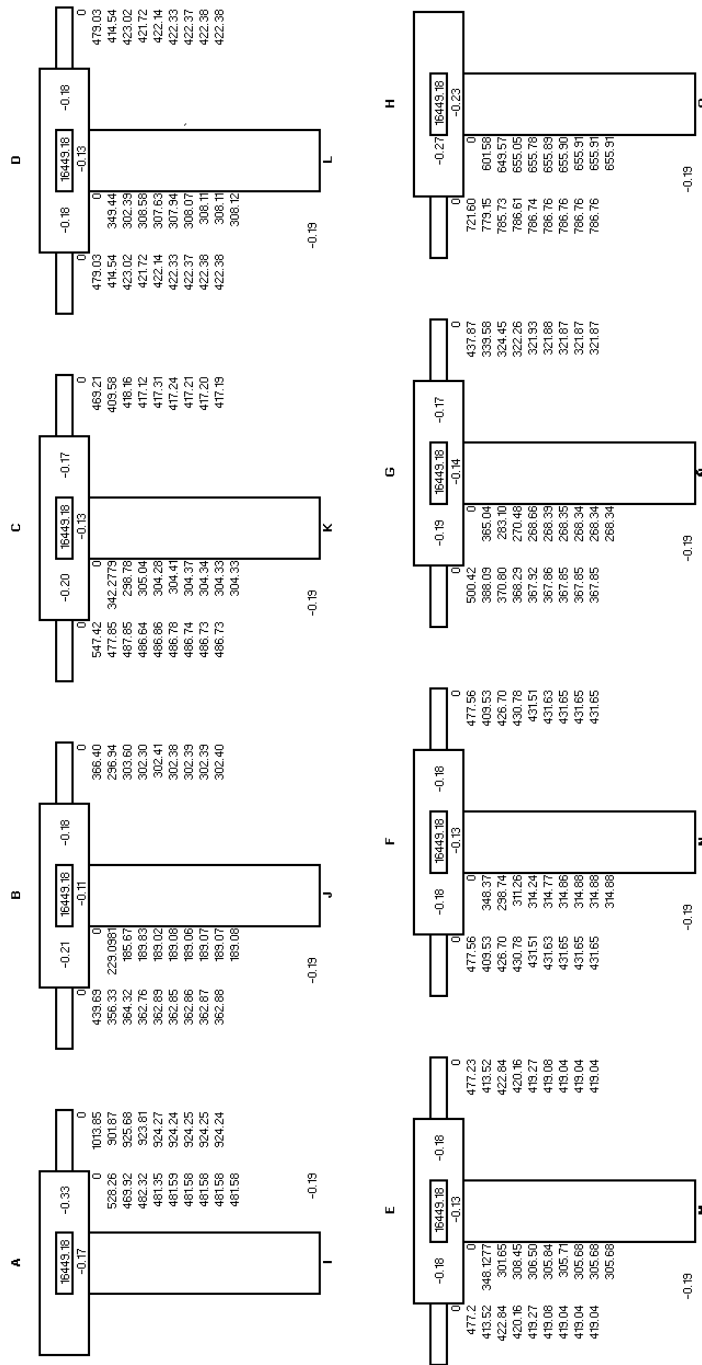
M_p = momento de piso

F_h = fuerza horizontal acumulada

$h_{niveles}$ = altura de cada nivel

$$M_p = \frac{10\,966,12 * (4.5)}{3} = 16\,449,18 \text{ kg-m}$$

Figura 27. Esquema para carga sísmica, marco 2 eje X



Fuente: elaboración propia.

- Momentos finales

$$M_{ik} = MF_i + 2M'_{ik} + M'_{ki}$$

Nodo A:

$$M_{AB} = 0 + 2 * (924,24) + 362,88 = 2,211,37_{kg-m}$$

$$M_{AI} = 0 + 2 * (481,58) + (-3174,52) = -2211,36_{kg-m}$$

Y de esta manera se hacen los demás nodos, la siguiente tabla nos muestra el resultado de los nodos faltantes.

Tabla XXIV. **Momentos finales, marco 2 eje X**

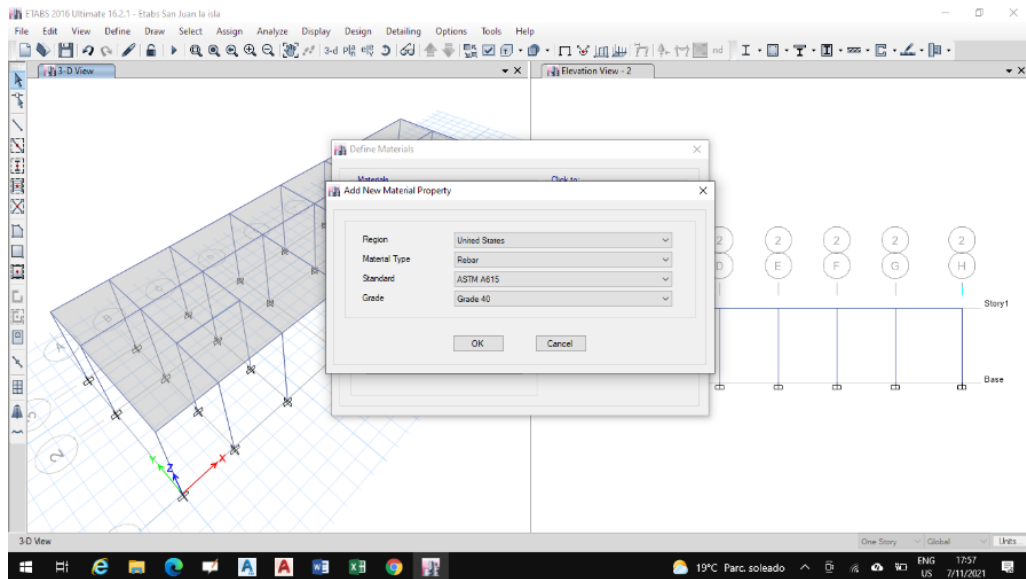
SISMO	MOMENTOS FINALES EJE X MARCO 2										
	NODO A		NODO B			NODO C			NODO D		
	Mab	Mai	Mba	Mbj	Mbc	Mcb	Mck	Mcd	Mdc	Mdl	Mde
	2211,37	-2211,36	1650,00	-2741,52	1091,52	1275,85	-2532,62	1256,77	1261,96	-2525,76	1263,80
	NODO E			NODO F			NODO G			NODO H	
	Med	Mem	Mef	Mfe	Mfn	Mfg	Mgf	Mgñ	Mgh	Mhg	Mho
1260,46	-2530,18	1269,73	1282,34	-2513,50	1231,16	1167,36	-2597,86	1430,50	1895,39	-1895,39	
NODO I	NODO J	NODO K	NODO L	NODO M	NODO N		NODO Ñ		NODO O		
Mia	Mjb	Mkc	Mld	Mme	Mnf	Mñg		Moh			
-2692,94	-2930,60	-2836,95	-2833,88	-2835,86	-2828,38	-2866,20		-2551,30			

Fuente: elaboración propia.

2.4.4. Análisis de software ETABS

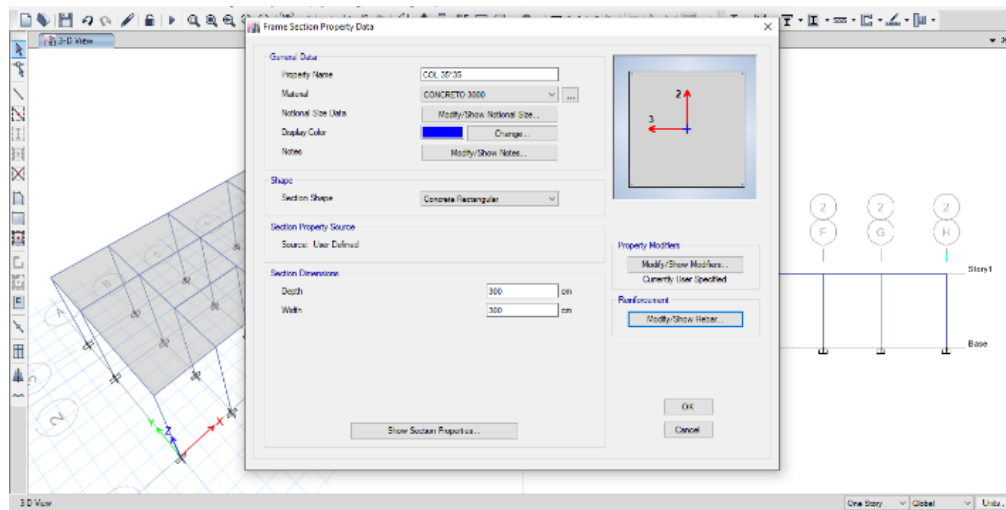
ETABS es un software que cubre todos los pasos para el modelamiento de detalles de una estructura, en la cual se pueden realizar modelados tridimensionalmente de forma simple y realista, ya que es una herramienta con alta capacidad para el análisis lineal y no lineal.

Figura 28. Realización para los momentos en el programa ETABS



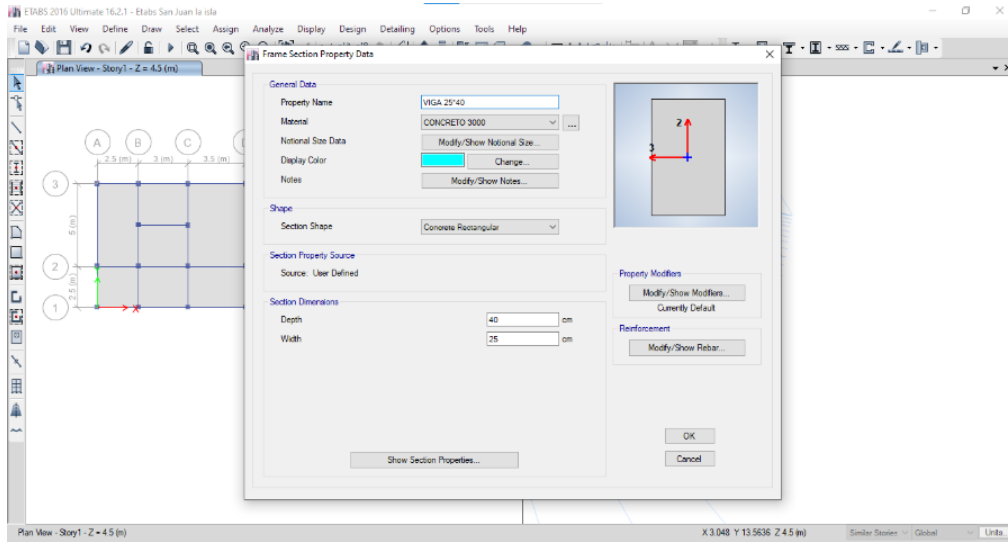
Fuente: elaboración propia, empleando ETABS 2016.

Figura 29. Dimensiones de la columna de 35*35 cm



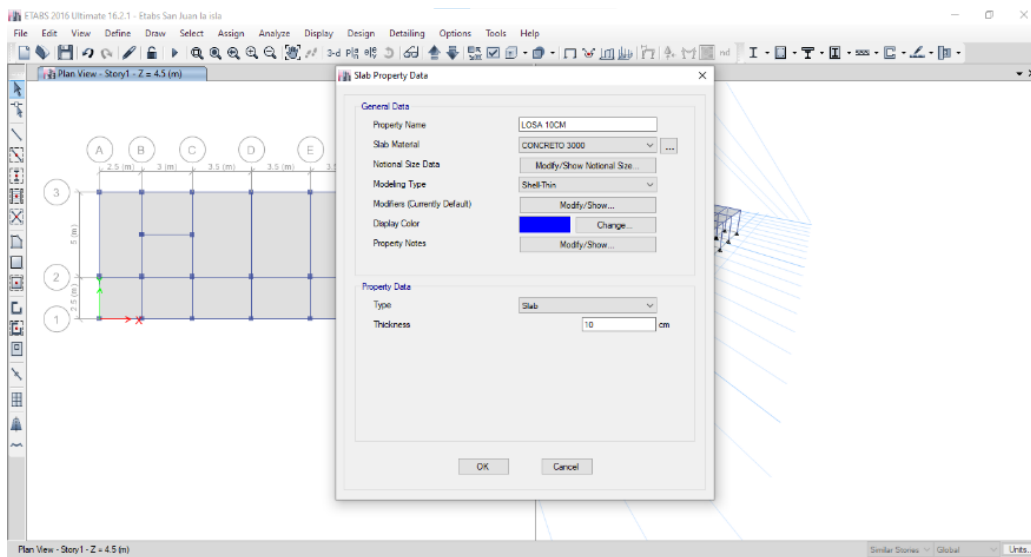
Fuente: elaboración propia, empleando ETABS 2016.

Figura 30. Dimensiones de la viga 25*40 cm



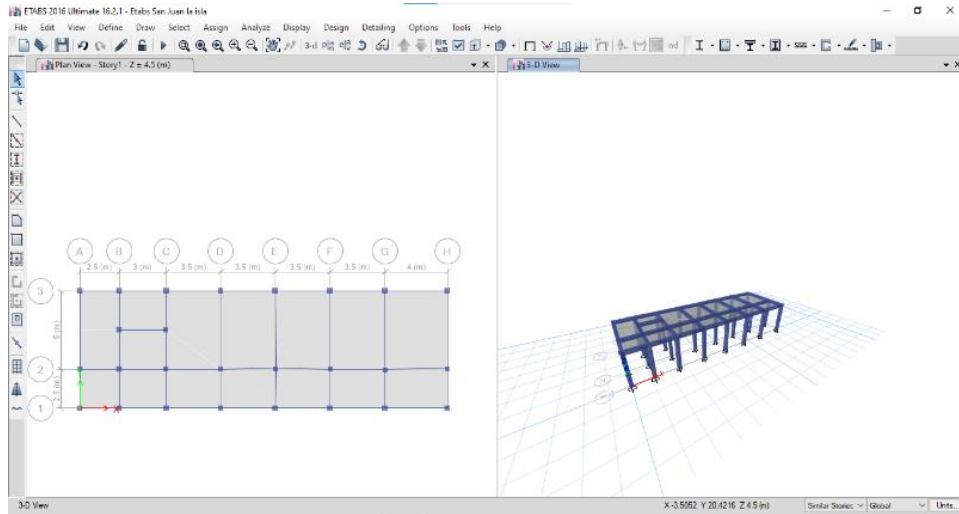
Fuente: elaboración propia, empleando ETABS 2016.

Figura 31. Dimensiones de la losa 10cm de espesor



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS 2016.

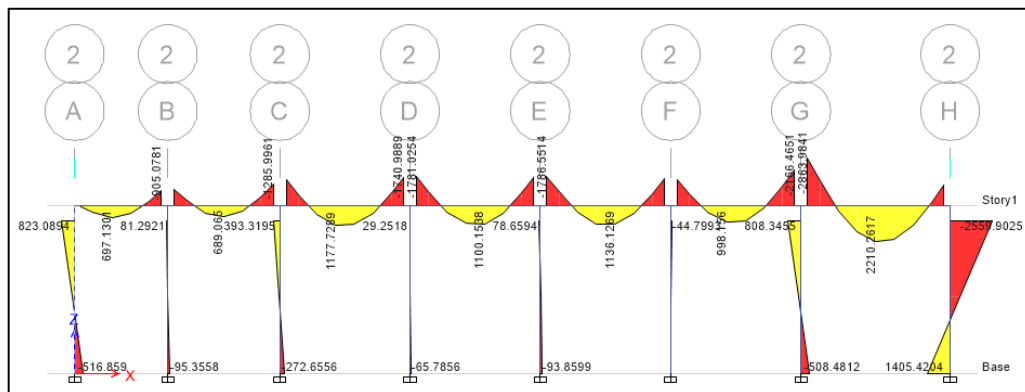
Figura 32. Elevación modelada ETABS 2016



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS 2016.

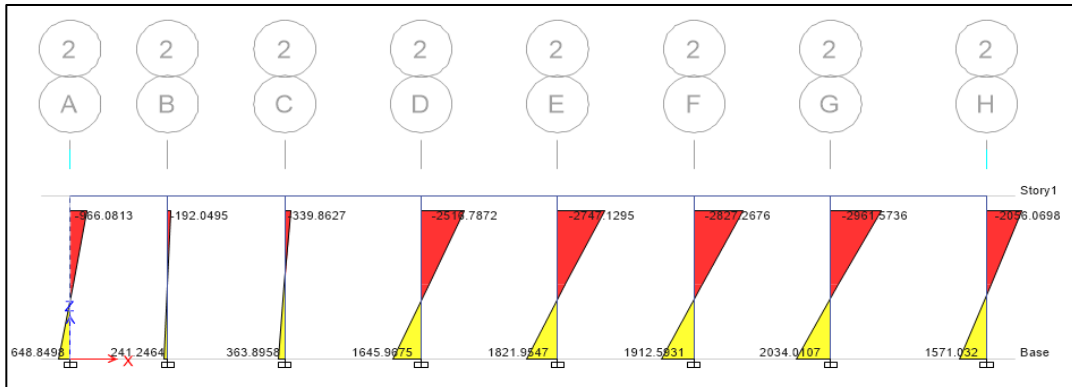
De la siguiente manera se muestran los resultados obtenidos por el programa ETABS 2016:

Figura 33. Diagrama de momentos en vigas debido a carga muerta, marco 2 eje X



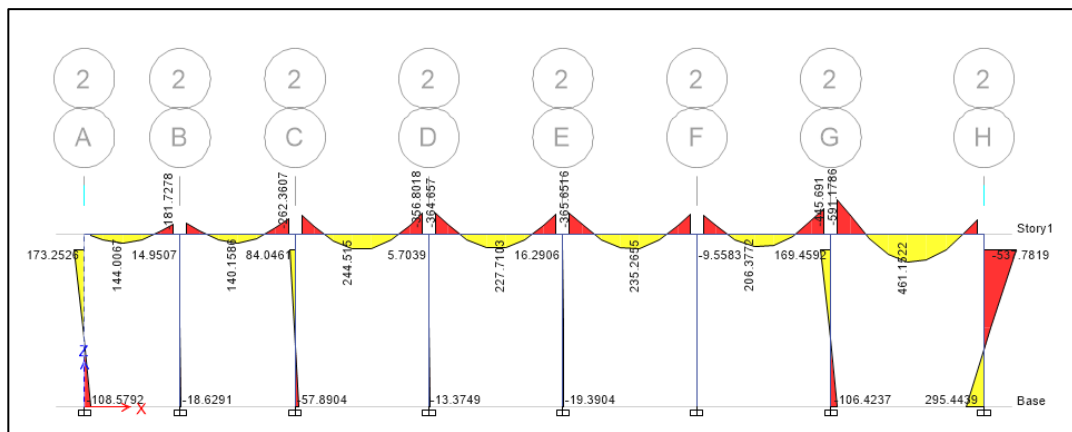
Fuente: elaboración propia, empleando ETABS 2016.

Figura 34. Diagrama de momentos en columnas debido a carga muerta, eje X



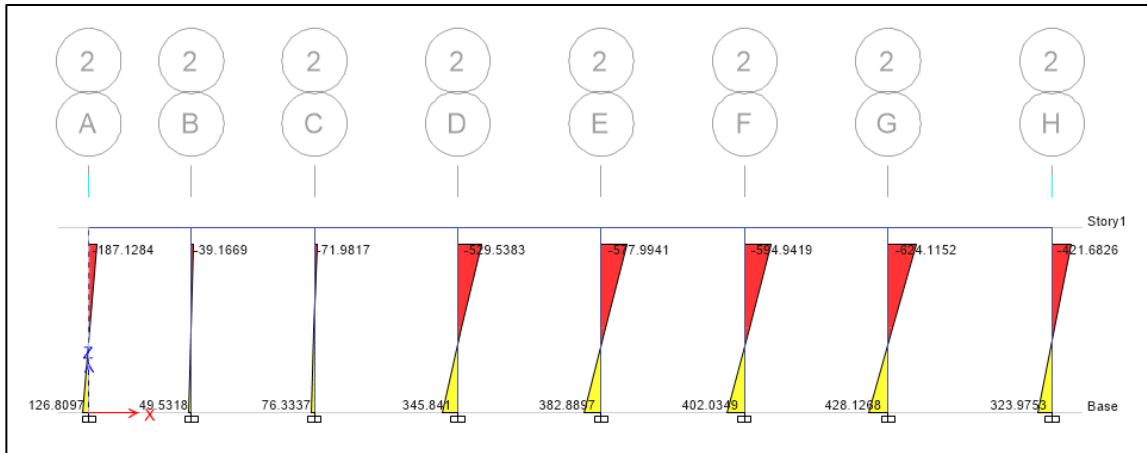
Fuente: elaboración propia, empleando ETABS 2016.

Figura 35. Diagrama de momentos en vigas debido a carga viva, eje X



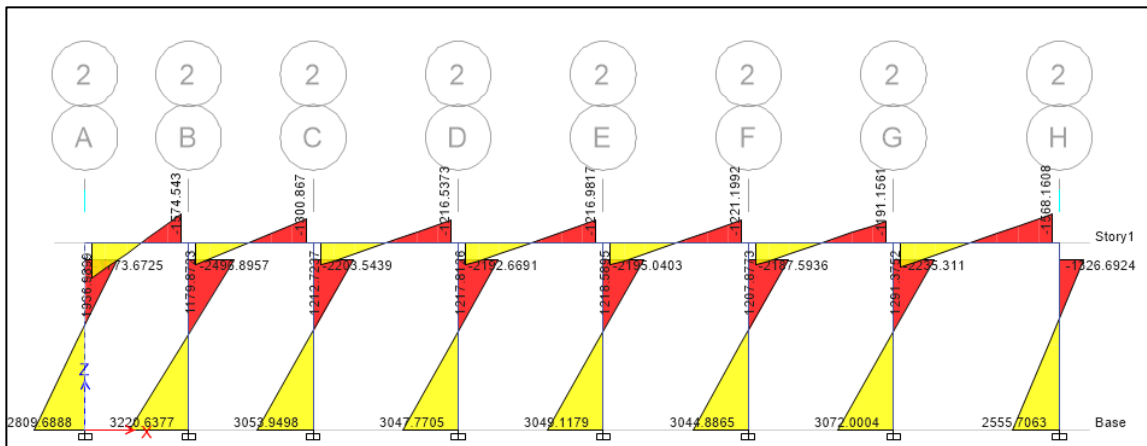
Fuente: elaboración propia, empleando ETABS 2016.

Figura 36. Diagrama de momentos en columnas debido a carga viva, eje X



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS 2016.

Figura 37. Diagrama de momentos en vigas, debido a carga sísmica, eje X



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS 2016.

Figura 38. **Diagrama de momentos en columnas, debido a carga sísmica, eje X**



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS 2016.

Tabla XXV. **Comparación de resultados de momentos con el programa ETABS y el método numérico Kani**

COMPARACION DE MOMENTOS CON EL PROGRAMA ETABS Y EL METODO NUMERICO KANI			
D-E	CARGA MUERTA	CARGA VIVA	CARGA SISMICA
ETABS	1781,03	364,63	1217,81
KANI	1643,53	338,34	1263,80
Diferencia	137,5	26,29	45,99
%	7,72	7,21	3,63

Fuente: elaboración propia.

En los resultados que obtuvimos en la tabla de comparación con el programa de ETABS y el método numérico de Kani, para el marco 2 eje x, en el tramo D-E, se puede observar la diferencia de ambos métodos y el porcentaje mayor ha sido de 7,72 %, siendo un porcentaje aceptable.

Para el diseño de la edificación se utilizarán los valores por el método de Kani.

- Momentos últimos por envolventes de momentos

Son los esfuerzos máximos ante los efectos de carga de elementos estructurales como vigas y columnas, para ello se consideran carga viva, carga muerta y sísmica. La norma AGIES en su capítulo 8.3 NSE 2 sobre combinaciones de carga estipula las siguientes combinaciones:

Tabla XXVI. **Combinaciones de cargas**

	Combinaciones	
1	1,4 M	(CR1)
2	1,2 M + 1,6 V	(CR2)
3	1,2 M + V + 1,6 S	(CR3)
4	1,2 M + V + S	(CR4)
5	0,9 M - S	(CR5)
6	1,2 M + V + 0,5	(CR6)

Fuente: Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Norma AGIES NSE 2-8. Combinaciones de cargas. s/p.*

M = cargas muertas

V =cargas vivas

S = cargas sísmicas

Una vez calculadas las combinaciones se toman los valores mayores para representar la envolvente de momentos.

En las siguientes tablas se muestran los resultados de las tres combinaciones:

Tabla XXVII. **Combinaciones en vigas**

MARCO A -B			
No.	Mab (-)	Mab (+)	Mba (-)
CR1	-396,68	769,32	1540,81
CR2	-433,35	840,41	1683,20
CR3	-398,35	772,54	1547,26
CR4	1813,02	83,33	3197,26
CR5	-2466,37	-194,64	2640,52
CR6	-398,35	772,54	1547,26

MARCO B-C			
No.	Mbc (-)	Mbc (+)	Mcb (-)
CR1	-456,49	771,68	1920,70
CR2	-1684,02	843,00	2098,20
CR3	-1548,01	774,92	1928,74
CR4	-1548,01	1378,96	3204,59
CR5	-2082,52	1100,12	2510,59
CR6	-1548,01	774,92	1928,74

MARCO C-D			
No.	Mcd (-)	Mcd (+)	Mdc (-)
CR1	-2077,99	1200,71	2333,82
CR2	-2270,02	1311,67	2549,49
CR3	-2086,69	1205,73	2343,59
CR4	-829,92	2379,66	3605,54
CR5	-2592,62	771,88	1500,31
CR6	-2086,69	1205,73	2343,59

MARCO D-E			
No.	Mde (-)	Mde (+)	Med (-)
CR1	-2300,94	1116,67	2278,94
CR2	-2513,57	1219,86	2489,54
CR3	-2310,57	1121,34	2288,48
CR4	-1046,77	2292,51	3548,94
CR5	-1479,18	717,86	2725,49
CR6	-2310,57	1121,34	2288,48

MARCO E-F			
No.	Mef (-)	Mef (+)	Mfe (-)
CR1	-2301,12	1173,36	2165,38
CR2	-2513,77	1281,79	2365,49
CR3	-2310,75	1178,27	2174,45
CR4	-1041,02	2335,53	3456,79
CR5	-209,56	1911,56	2674,38
CR6	-2310,75	1178,27	2174,45

MARCO F -G			
No.	Mfg (-)	Mfg (+)	Mgf (-)
CR1	-2077,20	947,93	2840,17
CR2	-2269,15	1035,53	3102,63
CR3	-2085,89	951,90	2852,05
CR4	-854,73	2185,93	4019,41
CR5	-104,18	1843,42	2993,18
CR6	-2085,89	951,90	2852,05

MARCO G-H			
No.	Mgh (-)	Mgh (+)	Mhg (-)
CR1	-3299,40	2062,83	1473,85
CR2	-3604,30	2253,46	1610,05
CR3	-3313,21	2071,47	1480,01
CR4	-1882,70	3586,70	3375,41
CR5	-690,54	1326,11	2842,86
CR6	-3313,21	2071,47	1480,01

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. Combinaciones en columnas

MARCO DE A-I		
No.	Mai (-)	Mia (-)
CR1	396,68	198,34
CR2	433,33	216,67
CR3	398,34	199,17
CR4	-1813,03	-2493,77
CR5	-1956,35	127,50
CR6	398,34	199,17

MARCO DE B-J		
No.	Mbj (-)	Mjb (-)
CR1	0,75	0,38
CR2	0,83	0,41
CR3	0,76	0,38
CR4	-2740,76	-2930,22
CR5	-2741,04	-2930,35
CR6	0,76	0,38

MARCO DE C-K		
No.	Mck (-)	Mkc (-)
CR1	157,29	78,64
CR2	171,82	85,91
CR3	157,94	78,97
CR4	-2374,68	-2757,98
CR5	-2431,51	-2786,40
CR6	157,94	78,97

MARCO DE D-L		
No.	Mdl (-)	Mld (-)
CR1	-32,88	-16,44
CR2	-35,91	-17,96
CR3	-33,01	-16,51
CR4	-2558,77	-2850,38
CR5	-2546,90	-10,57
CR6	-33,01	-16,51

MARCO DE E-M		
No.	Mem (-)	Mme (-)
CR1	22,18	11,09
CR2	24,23	12,11
CR3	22,27	11,13
CR4	-2507,92	-2824,73
CR5	-2515,93	-2828,73
CR6	22,27	11,13

MARCO DE F-N		
No.	Mfn (-)	Mnf (-)
CR1	-88,19	-44,09
CR2	-96,34	-48,17
CR3	-88,56	-44,28
CR4	-2602,06	-2872,66
CR5	-2570,20	-2856,73
CR6	-88,56	-44,28

MARCO DE G-Ñ		
No.	Mgñ (-)	Mñg (-)
CR1	459,23	229,61
CR2	501,67	250,83
CR3	461,15	230,58
CR4	-2136,71	-2635,62
CR5	-2302,64	147,61
CR6	461,15	230,58

MARCO DE H-O		
No.	Mho (-)	Moh (-)
CR1	-1473,85	-736,92
CR2	-1610,05	-805,02
CR3	-1480,01	-740,01
CR4	-3375,41	-3291,30
CR5	-2842,86	-3025,03
CR6	-1480,01	-740,01

Fuente: elaboracion propia.

- Cortes últimos

Para elementos estructurales de vigas y columnas deben realizarse esfuerzos cortantes últimos, como lo establece el código ACI 318-19, y se

deben considerar cargas vivas, cargas muertas y cargas sísmicas para el cálculo de cada corte final.

- Cortante actuante para vigas

El corte final para vigas viene dado por la siguiente ecuación:

$$V_u = 0,75 * \left[\frac{1,2 * (W_{CM} * L)}{2} + \frac{1,6 * (W_{CV} * L)}{2} \right] + \frac{1,87 * (M_{cs1} + M_{cs2})}{L}$$

Donde:

V_u = cortante actuante de la viga por carga distribuida (kg)

W_{cm} = carga distribuida por carga muerta en la viga (kg/m)

W_{cv} = carga distribuida por carga viva en la viga (kg/m)

W_{cs1} = momento distribuido por carga sísmica lado izquierdo ($kg - m$)

W_{cs2} = momento distribuido por carga sísmica lado derecho ($kg - m$)

l = longitud de la viga

- Tramo A-B:

$$V_u = 0,75 \left[\frac{1,2 * (1\,989,54 * 2,5)}{2} + \frac{1,6 * (618,68 * 2,5)}{2} \right] + \frac{1,87 * (2\,211,37 + 1\,650)}{2,5} =$$

$$V_u = 6\,054,55 \text{ kg}$$

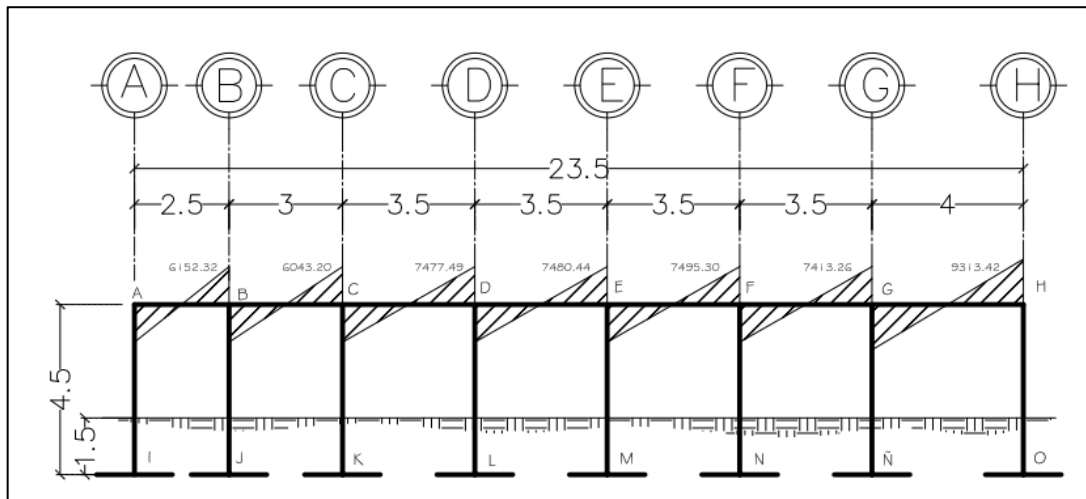
La siguiente tabla muestra los demás tramos de nuestra estructura:

Tabla XXIX. Cortante actuante, viga

EJE X MARCO 2	CORTANTE ACTUANTE – VIGA						Vu viga (kg)
	Cargas Distribuidas			Cargas Sísmicas			
	Viga	Longitud (m)	W DL (kg/m)	W LL (kg/m)	M cs1 (kg-m)		
A-B	2,5	1989,54	618,68	2211,37	1650,00	6054,55	
B-C	3	2320,07	721,46	1091,52	1275,85	5906,38	
C-D	3,5	2669,67	830,17	1256,77	1261,96	7293,82	
D-E	3,5	2669,67	830,17	1263,80	1260,46	7296,77	
E-F	3,5	2669,67	830,17	1269,73	1282,34	7311,63	
F-G	3,5	2669,67	830,17	1231,16	1167,36	7229,59	
G-H	4	2955,71	919,12	1430,50	1895,39	9081,01	

Fuente: elaboración propia.

Figura 39. Cortes últimos para vigas, marco 2 eje X



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

- Corte último para columnas:

$$V_{u\ col} = \frac{M_{superior} + M_{inferior}}{l}$$

Donde:

V_c = corte último en columnas

$M_{superior}$ = momento último superior de la columna

$M_{inferior}$ = momento último inferior de la columna

l = longitud de la columna

$$V_{u\ col} = \frac{433,33 + 216,67}{4,5} = 144,44_{kg}$$

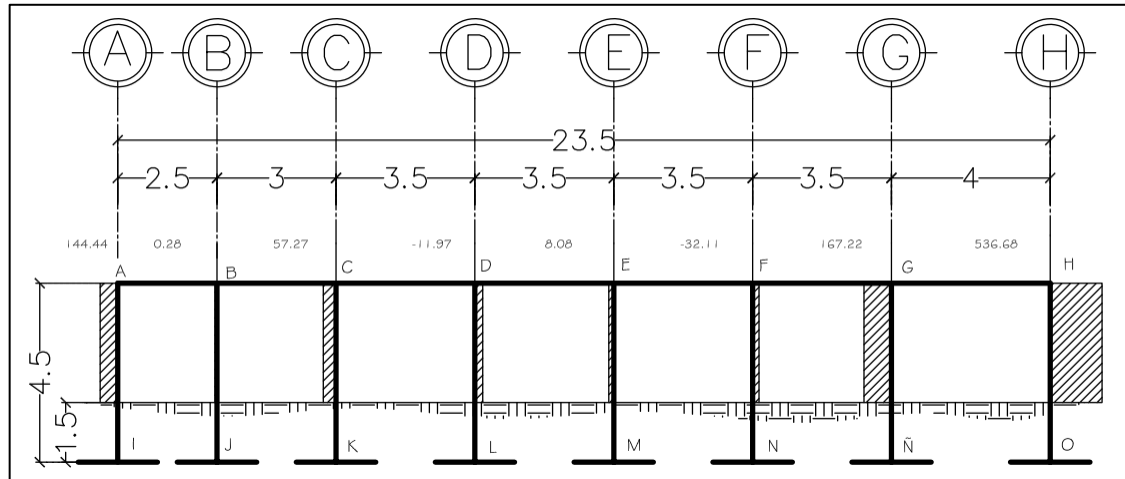
De igual manera se calculan las demás columnas, la siguiente tabla nos muestra el resultados de envolventes últimos para columnas:

Tabla XXX. **Cortante actuante, columna**

EJE X MARCO 2	CORTANTE ACTUANTE - COLUMNA				
	Columna	altura (m)	M sup.	M inf.	Vu col kg
	A-I	4,5	433,33	216,67	144,44
	B-J	4,5	0,83	0,41	0,28
	C-K	4,5	171,82	85,91	57,27
	D-L	4,5	-35,91	-17,96	-11,97
	E-M	4,5	24,23	12,11	8,08
	F-N	4,5	-96,34	-48,17	-32,11
	G-Ñ	4,5	501,67	250,83	167,22
	H-O	4,5	-1610,05	-805,02	-536,68

Fuente: elaboración propia.

Figura 40. Cortes últimos para columnas, marco 2 eje X



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

2.5. Diseño estructural

Para el cálculo de los siguientes elementos se tomará en cuenta los siguientes datos:

Datos:

$$f_y = \text{resistencia del acero} = 40\,000 \text{ psi} = 2\,810 \text{ kg/m}^2$$

$$f'_c = \text{resistencia de concreto} = 3\,000 \text{ psi} = 210 \text{ kg/m}^2$$

Espesor de losa = 10 cm

Sección de la columna propuesta 35 cm * 35 cm

Sección de la viga propuesta 25 cm * 40 cm

2.5.1. Diseño de losa (método 3 del ACI-63)

Cargas:

Carga viva:

$$L.L. = 200 \text{ kg/m}^2$$

Carga muerta:

$$D.L. = 390 \text{ kg/m}^2 \text{ Peso muerto (elementos estructurales)}$$

- Combinaciones de carga

Según como lo establece AGIES NSE -2 en su sección 8.3.

Tabla XXXI. **Combinaciones de carga**

Cargas	Factor
Carga viva L.L.	1.6
Carga Muerta D.L.	1.2

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Cargas mayoradas**

CARGAS MAYORADAS -LOSA-		
Carga Uniforme Total (CU)	1.6LL+1.2DL	788 kg/m ²
Carga Viva Uniforme Total (LL)	1.6LL	320 kg/m ²
Carga Muerta Uniforme Total (DL)	1.2DL	468 kg/m ²

Fuente: elaboración propia.

Para las cargas mayoradas, se calcula una franja unitaria de 1,00 m de ancho, quedando de la siguiente manera:

$$\text{Carga unirofme Total (CU)} = 788 \text{ kg/m}^2 * 1 = 788\text{kg/m}$$

$$\text{Carga viva unirofme total (LL)} = 320 \text{ kg/m}^2 * 1 = 320\text{kg/m}$$

$$\text{Carga muerta unirofme total (DL)} = 468 \text{ kg/m}^2 * 1 = 468\text{kg/m}$$

- Direccionalidad de las losas:

$$\text{Rel: } \frac{la}{lb} > 0,5 \text{ Dos sentidos}$$

$$\text{Rel: } \frac{la}{lb} < 0,5 \text{ Un sentido}$$

Donde:

La = lado corto

Lb = lado largo

Losa a:

$$\text{Rel: } \frac{2,5}{5} = 0,5 \geq 0,5 \text{ Dos sentidos}$$

La siguiente tabla muestra las direccionalidades de las demás losas.

Tabla XXXIII. **Direccionalidad de las losas**

<i>LOSA</i>	<i>la</i>	<i>lb</i>	<i>Relacion</i>	<i>Sentido</i>
A	2.5	5	0.5	$Rel: \frac{la}{lb} > 0.5$ <i>Dos sentidos</i>
B-C-J	2.5	3	0.83	$Rel: \frac{la}{lb} > 0.5$ <i>Dos sentidos</i>
D-E-F-G	3.5	5	0.7	$Rel: \frac{la}{lb} > 0.5$ <i>Dos sentidos</i>
H	4	5	0.8	$Rel: \frac{la}{lb} > 0.5$ <i>Dos sentidos</i>
I	2.5	2.5	1	$Rel: \frac{la}{lb} > 0.5$ <i>Dos sentidos</i>
K-L-M-N	2.5	3.5	0.71	$Rel: \frac{la}{lb} > 0.5$ <i>Dos sentidos</i>
Ñ	2.5	4	0.63	$Rel: \frac{la}{lb} > 0.5$ <i>Dos sentidos</i>

Fuente: elaboración propia.

- Momentos actuantes
 - Momentos negativos

$$Ma^{(-)} = C_{aneg} * CU_{TOTAL} * la^2$$

$$Mb^{(-)} = C_{bneg} * CU_{TOTAL} * lb^2$$

Donde:

$Ma^{(-)}$ = momento negativo (lado corto).

$Mb^{(-)}$ = momento negativo (lado largo).

C_{aneg} = coeficiente negativo (revisar tablas coeficientes para momentos negativos en losas).

CU_{TOTAL} = carga última.

la = dimension de la losa (lado corto)

lb = dimensión de la losa (lado largo)

Para los coeficientes se muestran las siguientes tablas.

- Momentos positivos

$$Ma^{(+)} = C_{ap\oslash\ CM} * CM * la^2 + C_{ap\oslash\ CV} * CV * la^2$$

$$Mb^{(+)} = C_{bp\oslash\ CM} * CM * lb^2 + C_{ap\oslash\ CV} * CV * lb^2$$

Donde:

$C_{ap\oslash}$ = coeficiente positivo (revisar tablas coeficientes para momentos positivos en losas).

CM = carga muerta uniforme.

CV = carga viva uniforme.

la = dimension de la losa (lado corto).

lb = dimensión de la losa (lado largo).

$$m = \frac{la}{lb}$$

Donde:

m = relación lado de las losas

la = dimension de la losa (lado corto)

lb = dimensión de la losa (lado largo)

La relación que posee la losa en sus dimensiones del lado menor y del lado mayor se busca en las tablas de coeficientes para momentos en losas y se aplica al caso dependiendo de cada losa.

- Analizando la losa A:

Tabla XXXIV. **Coefficientes para momentos negativos en losas**

$M_{x,lmq} = C_{x,lmq} \cdot w \cdot l_x^2$
 $M_{y,lmq} = C_{y,lmq} \cdot w \cdot l_y^2$
 donde $w =$ carga muerta más viva uniforme total

Relación $m = \frac{l_x}{l_y}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$C_{x,lmq}$ $C_{y,lmq}$		0.015 0.045	0.076	0.050 0.050	0.075	0.071	0.071	0.033 0.061	0.061 0.033
0.95		0.050 0.041	0.072	0.055 0.045	0.079	0.075	0.067	0.038 0.056	0.065 0.029
0.90		0.055 0.037	0.070	0.060 0.040	0.080	0.079	0.062	0.043 0.052	0.068 0.025
0.85		0.060 0.031	0.065	0.066 0.034	0.082	0.083	0.057	0.049 0.046	0.072 0.021
0.80		0.065 0.027	0.061	0.071 0.029	0.083	0.086	0.051	0.055 0.041	0.075 0.017
0.75		0.069 0.022	0.056	0.076 0.024	0.085	0.088	0.044	0.061 0.036	0.078 0.014
0.70		0.074 0.017	0.050	0.081 0.019	0.086	0.091	0.038	0.068 0.029	0.081 0.011
0.65		0.077 0.014	0.043	0.085 0.015	0.087	0.093	0.031	0.074 0.024	0.083 0.008
0.60		0.081 0.010	0.035	0.089 0.011	0.088	0.095	0.024	0.080 0.018	0.085 0.006
0.55		0.084 0.007	0.028	0.092 0.008	0.089	0.096	0.019	0.085 0.014	0.086 0.005
0.50		0.086 0.006	0.022	0.094 0.006	0.090	0.097	0.014	0.089 0.010	0.088 0.003

Fuente: NILSON, Arthur H. *Diseño de concreto*. p. 378-380.

$$M_a^{(-)} = 0,094 * 788_{kg/m} * 2,5_m^2 = 462,95_{kg-m}$$

$$Mb^{(-)} = 0,006 * 788_{kg/m} * 5_m^2 = 118,20_{kg-m}$$

Tabla XXXV. **Coficiente para momentos positivos debidos a carga muerta en losas**

$M_{l,posit} = C_{l,posit} w l^2$
 donde w = carga muerta uniforme total
 $M_{l,posit} = C_{l,posit} w l^2$

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

Fuente: NILSON, Arthur H. *Diseño de concreto*. p. 378-380.

Tabla XXXVI. **Coeficiente para momentos positivos debidos a carga viva en losas**

$$M_{x,posit} = C_{x,posit} w \ell^2$$

donde $w =$ carga viva uniforme total

$$M_{y,posit} = C_{y,posit} w \ell^2$$

Relación $m = \frac{\ell_x}{\ell_y}$		Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.00	$C_{x,posit}$	0.036	0.027	0.027	0.032	0.032	0.035	0.032	0.028	0.030
	$C_{y,posit}$	0.036	0.027	0.032	0.032	0.027	0.032	0.035	0.030	0.028
0.95	$C_{x,posit}$	0.040	0.030	0.031	0.035	0.034	0.038	0.036	0.031	0.032
	$C_{y,posit}$	0.033	0.025	0.029	0.029	0.024	0.029	0.032	0.027	0.025
0.90	$C_{x,posit}$	0.045	0.034	0.035	0.039	0.037	0.042	0.040	0.035	0.036
	$C_{y,posit}$	0.029	0.022	0.027	0.026	0.021	0.025	0.029	0.024	0.022
0.85	$C_{x,posit}$	0.050	0.037	0.040	0.043	0.041	0.046	0.045	0.040	0.039
	$C_{y,posit}$	0.026	0.019	0.024	0.023	0.019	0.022	0.026	0.022	0.020
0.80	$C_{x,posit}$	0.056	0.041	0.045	0.048	0.044	0.051	0.051	0.044	0.042
	$C_{y,posit}$	0.023	0.017	0.022	0.020	0.016	0.019	0.023	0.019	0.017
0.75	$C_{x,posit}$	0.061	0.045	0.051	0.052	0.047	0.055	0.056	0.049	0.046
	$C_{y,posit}$	0.019	0.014	0.019	0.016	0.013	0.016	0.020	0.016	0.013
0.70	$C_{x,posit}$	0.068	0.049	0.057	0.057	0.051	0.060	0.063	0.054	0.050
	$C_{y,posit}$	0.016	0.012	0.016	0.014	0.011	0.013	0.017	0.014	0.011
0.65	$C_{x,posit}$	0.074	0.053	0.064	0.062	0.055	0.064	0.070	0.059	0.054
	$C_{y,posit}$	0.013	0.010	0.014	0.011	0.009	0.010	0.014	0.011	0.009
0.60	$C_{x,posit}$	0.081	0.058	0.071	0.067	0.059	0.068	0.077	0.065	0.059
	$C_{y,posit}$	0.010	0.007	0.011	0.009	0.007	0.008	0.011	0.009	0.007
0.55	$C_{x,posit}$	0.088	0.062	0.080	0.072	0.063	0.073	0.085	0.070	0.063
	$C_{y,posit}$	0.008	0.006	0.009	0.007	0.005	0.006	0.009	0.007	0.006
0.50	$C_{x,posit}$	0.095	0.066	0.088	0.077	0.067	0.078	0.092	0.076	0.067
	$C_{y,posit}$	0.006	0.004	0.007	0.005	0.004	0.005	0.007	0.005	0.004

Fuente: NILSON, Arthur H. *Diseño de concreto*. p. 378-380.

$$Ma^{(+)} = 0,059 * 468_{kg/m} * 2,5_m^2 + 0,077 * 320_{kg/m} * 2,5_m^2 = 326,58_{kg-m}$$

$$Mb^{(+)} = 0,004 * 468_{kg/m} * 5_m^2 + 0,005 * 320_{kg/m} * 5_m^2 = 86,80_{kg-m}$$

- Momentos extremos discontinuos:

$$Ma^{(-)} = \frac{1}{3}(Ma^{(+)})$$

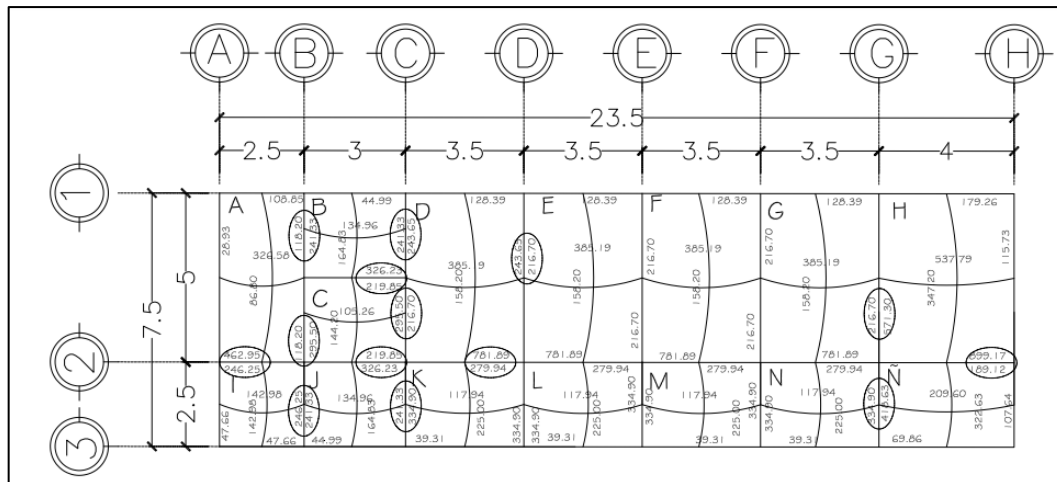
$$M_b^{(-)} = \frac{1}{3}(M_b^{(+)})$$

$$M_a^{(-)} = \frac{1}{3}(326,58_{kg-m}) = 108,86_{kg-m}$$

$$M_b^{(-)} = \frac{1}{3}(86,80_{kg-m}) = 28,93_{kg-m}$$

De igual manera se realizará el mismo procedimiento para las demás losas.

Figura 41. **Envoltentes de momentos losas**

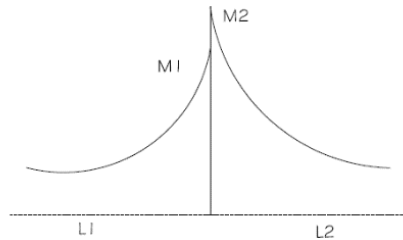


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

- Balance de momentos

El balance de momentos se puede realizar por el método de promedios o por el método de rigideces, dependiendo si cumple la siguiente condición:

Figura 42. **Balance de momentos**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

Cumple condición $M_1 > 0,8 M_2$.

- Método por promedios:

$$M_{bal} = \frac{M_1 + M_2}{2}$$

Donde:

M_{bal} = balance de los momentos por promedio (M_1 y M_2) (kg-m)

M_1 = momento menor (kg-m)

M_2 = momento mayor (kg-m)

No cumple condición $M_1 > 0,8 M_2$.

- Método por rigideces:

Como las rigideces son las mismas en ambas losas, la distancia es la que determina la rigidez.

$$M_{bal} = M_1 + D_1(M_2 - M_1)$$

$$M_{bal} = M_2 - D_2(M_2 - M_1)$$

Donde:

M_{bal} = balance de los momentos por rigideces (M1 y M2) (kg-m)

D_1 = rigidez L1

D_2 = rigidez L2

Para obtener los valores de D1 y D2 se realiza lo siguiente:

$$k_1 = \frac{1}{L_1} \quad k_2 = \frac{1}{L_2}$$

Donde:

L_1 = distancia horizontal del lado momento menor (m)

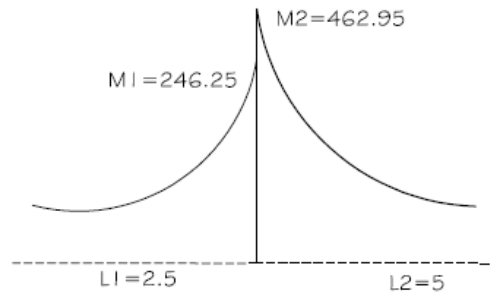
L_2 = distancia horizontal del lado momento mayor (m)

$$D_1 = \frac{k_1}{K_1 + K_2}$$

$$D_2 = \frac{k_2}{K_1 + K_2}$$

Se realizará el balance de momentos en el eje 2 losa A-I.

Figura 43. **Esquema de los momentos a balancear**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

$$M1 > 0,8 M2$$

$$246,25 > 0,8 * 462,95$$

$$276,88 > 370,36 \quad \text{No cumple}$$

Método por rigideces:

$$k_1 = \frac{1}{2,5} = 0,40 \quad k_2 = \frac{1}{5} = 0,20$$

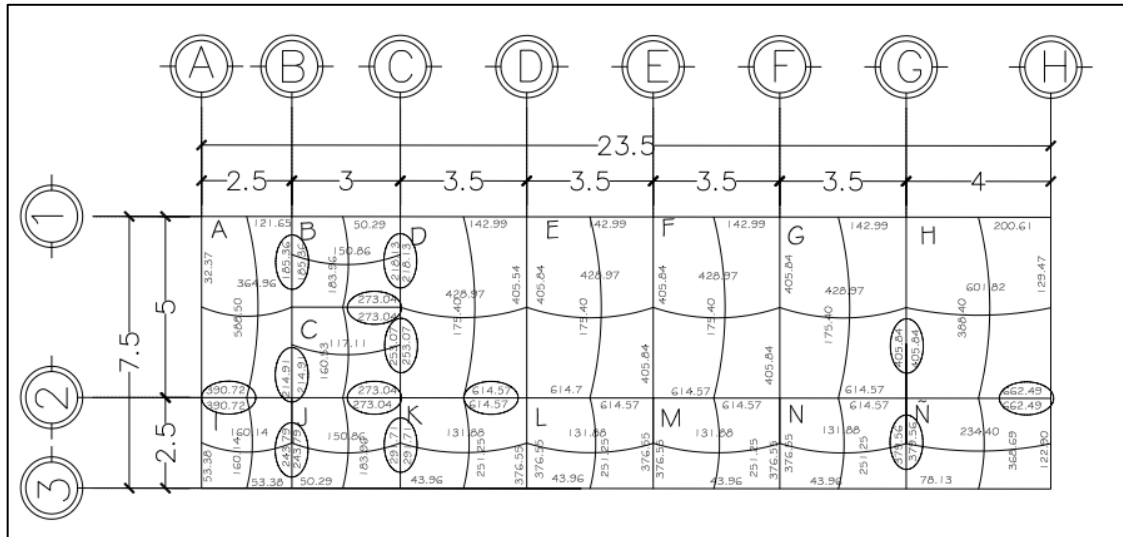
$$D_1 = \frac{0,40}{0,40 + 0,20} = 0,67 \quad D_2 = \frac{0,20}{0,40 + 0,20} = 0,33$$

La sumatoria de D1 y D2 debe ser igual a 1:

$$M_{bal} = 246,25 + 0,67 * (462,95 - 246,25) = 390,72_{kg-m}$$

$$M_{bal} = 462,95 - 0,33 * (462,95 - 246,25) = 390,72_{kg-m}$$

Figura 43. Momentos balanceados



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

- Diseño de armado de losa

Ahora procedemos a calcular el acero de refuerzo necesario en las losas de la siguiente manera:

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

Donde:

d = distancia desde la fibra extrema superior a compresión hacia el centroide del refuerzo longitudinal a tensión.

t = espesor de la losa.

rec = recubrimiento.

ϕ = diámetro de la varilla.

$$d = 10_{cm} - 2,5_{cm} - \frac{0,95}{2} = 7,02_{cm}$$

- Acero mínimo

Como lo establece el código del ACI 318-19 en la sección 9.6.1.2 con la siguiente ecuación:

$$A_{s_{min}} = 0.4 * \frac{14.1}{f_y} * b_w * d$$

Donde:

$A_{s_{min}}$ =acero mínimo.

f_y = resistencia especificada a la fluencia del refuerzo kg/cm^2 .

b_w = franja tributaria cm .

d = distancia desde la fibra extrema superior a compresión hacia el centroide del refuerzo longitudinal a tensión:

$$A_{s_{min}} = 0,4 * \frac{14,1}{2\ 810} * 100 * 7,02 = 1,4_{cm^2}$$

- Calcular espaciamiento del refuerzo

El ACI 318-19 establece que para losas macizas no preesforzadas, el espaciamiento máximo (s) del refuerzo longitudinal corrugado debe ser el menor entre 3h y 450 mm.

$3h$ y $450mm$ pulg o $3h$ y $45cm$ se toma el menor

Donde:

h = espesor de la losa

3(10) y 45 cm

30 y 45 cm

Calcular espaciamiento del refuerzo para una franja de 100cm.

Se calcula el espaciamiento del refuerzo, usando una varilla de acero de \emptyset No. 3 por medio de una regla de tres de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} 100 \text{ cm} &\rightarrow A_s(\text{cm}^2) \\ S &\rightarrow A_{S \text{ VAR}} \#3(\text{cm}^2) \\ S &= \frac{0,71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}}{1,4 \text{ cm}^2} = 50,36 \text{ cm} \end{aligned}$$

El espaciamiento del refuerzo que se utilizará es de 30 cm, siendo el menor. Calculando nueva A_s :

$$\begin{aligned} A_s \text{ nuevo} &\rightarrow 100 \\ 0,71 &\rightarrow 30 \\ A_s \text{ nuevo} &= \frac{100 \text{ cm} * 0,71 \text{ cm}^2 *}{30} = 2,37 \text{ cm} \end{aligned}$$

- Momento máximo que resiste el acero mínimo:

$$Mu = \Phi(A_s * f_y * (d - \frac{A_s * f_y}{1,7 * f'_c * b}))$$

$$Mu = 0,90 * (2,37 * 2810 * (7,02 - \frac{2,37 * 2810}{1,7 * 210 * 100})) = 409,24_{kg-m}$$

$$Mu = 409,24_{kg-m}$$

- Determinando el área de acero máximo

Con base en lo que establece el código de ACI 318-19 en la sección 18.6.3.1 la cuantía de refuerzo ρ no debe exceder 0,025.

$$\rho = \frac{As}{b * d}$$

$$As = 0,025 * b * d$$

Donde:

ρ = cuantía de refuerzo.

b = base de la viga.

d = distancia desde la fibra extrema superior a compresión hacia el centroide del refuerzo longitudinal a tensión.

$$As = 0,025 * 25 * 7,02 = 4,39cm^2$$

Momento máximo que resiste el acero máximo:

$$Mu = 0,90 * (4,39 * 2810 * \left(7,02 - \frac{2,37 * 2810}{1,7 * 210 * 100}\right)) = 74144_{kg-m}$$

Calcular el número de varillas para una franja de 100 cm:

$$No. de varillas = \frac{As}{A_{s,var \# 3}}$$

Donde:

A_s = área de acero para un momento dado (cm^2)

$A_{s,var \# 3}$ = área de acero de la varilla a utilizar (cm^2)

$$No. de varillas = \frac{3,45}{0,71} = 4,85 \cong 5$$

- Chequeo por corte

Las losas están sometidas a esfuerzo cortante y deberán apoyarse únicamente en el concreto, se verificará si el espesor recomendado es suficiente, verificándose de la siguiente manera:

Corte máximo:

$$V_{max} = \frac{Cu * L}{2}$$

Donde:

V_{max} = corte máximo

Cu = carga última

L = lado corto de losa que se analiza:

$$V_{max} = \frac{886 * 2,5}{2} = 1\ 107,5\ kg$$

- Cortante resistente:

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

Donde:

v_r = cortante resistente

$f'c$ = resistencia especificada a la compresión del concreto kg/cm^2

t = espesor de la losa

$$v_r = 45 * \sqrt{210} * 0,10 = 6\ 521,12\ kg$$

Chequeamos si cumple $V_r > V_{max}$

$$6\ 521,12 > 1\ 107,5$$

Por lo que cumple, el espesor utilizado es correcto debido a que el cortante resistente es mayor al cortante máximo de las losas.

2.5.2. Diseño de vigas

Las vigas se diseñan para que trabajen a flexión, por lo cual son elementos estructurales sometidos a esfuerzos de compresión, torsión y corte.

Para el diseño de la viga se utilizarán los datos ya mencionados en el diseño estructural, teniendo una sección de viga de $25cm * 40\ cm$.

- Peralte efectivo de la viga:

$$d = h - rec - \phi_{trans} - \frac{\phi_{long}}{2}$$

d = Distancia desde la fibra extrema superior a compresión hacia el centroide del refuerzo longitudinal a tensión (cm).

h = altura de la viga (cm).

rec = recubrimiento especificado para el elemento de concreto (cm).

\emptyset_{trans} = diámetro de varilla transversal (cm).

\emptyset_{long} = diámetro de varilla longitudinal (cm).

El recubrimiento para elementos de concreto según ACI 318-19 especifica en el capítulo 20 sobre refuerzo de acero, propiedades, durabilidad y embebidos, sección 20.5.1.3.1.

Tabla XXXVII. **Recubrimiento para viga**

Elemento Estructural	Recubrimiento
Vigas	4 cm.

Fuente: elaboración propia.

$$d = 40 - 4 - 0,9525 - \frac{1,905}{2} = 33,62 \text{ cm}$$

- Acero mínimo

Refuerzo mínimo para flexión en vigas no preesforzadas según ACI 318-19, capítulo 9 sobre vigas, 9.6.1.2, sección 9.6.1.1. Se debe colocar un área mínima de refuerzo para flexión $A_{s_{min}}$ en toda la sección donde el análisis requiera refuerzo a tracción:

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{f_y} * b_w * d$$

Donde:

$A_{s_{min}}$ = acero mínimo.

d = distancia desde la fibra extrema superior a compresión hacia el centroide del refuerzo longitudinal a tensión.

b_w = base de la viga.

f'_c = resistencia a compresión del concreto.

f_y = influencia del acero.

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{2810} * 25 * 33,62 = 4,21 \text{ cm}^2$$

- Acero máximo

ACI 318-19 establece en su sección 18.6.3.1 que la cuantía no debe exceder 0,025.

$$\rho = \frac{A_s}{b * d}$$

$$A_{s_{max}} = 0,025 * b * d$$

Donde:

$A_{s_{max}}$ = acero máximo.

b = base de la viga.

d = distancia desde la fibra extrema superior a compresión hacia el centroide del refuerzo longitudinal a tensión.

La ecuación queda de la siguiente manera:

$$A_{S_{max}} = 0,025 * 25 * 33,62 = 21,01 \text{ cm}^2$$

- Área de refuerzo longitudinal requerido:

$$A_{S_{req}} = \left[b * d - \sqrt{(b - d)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'_c}} \right] * 0,85 * \frac{f'_c}{f_y}$$

Donde:

A_s = área de acero respecto del momento cm^2 .

f'_c = resistencia especificada a la compresión del concreto kg/cm^2 .

f_y = resistencia especificada a la fluencia del refuerzo kg/cm^2 .

Mu = momento positivo o negativo de la losa $\text{kg} - \text{m}$.

b = base viga cm .

d = distancia desde la fibra extrema superior a compresión hacia el centroide del refuerzo longitudinal a tensión.

Para el cálculo del refuerzo longitudinal requerido se tomarán los momentos del tramo A-B:

$$M_{A-B}^{(-)} = 2\,959,31 \text{ kg-m}$$

$$M_{A-B}^{(+)} = 3\,486,38 \text{ kg-m}$$

$$M_{B-A}^{(-)} = 5\,257,41 \text{ kg-m}$$

Sustituyendo los valores queda de la siguiente manera:

$$AS_{req} = \left[25 * 33,62 - \sqrt{(25 - 33,62)^2 - \frac{2959,31 * 25}{0,003825 * 210}} \right] * 0,85 * \frac{210}{2810}$$

$$= 3,72cm^2$$

$$AS_{req} = \left[25 * 33,62 - \sqrt{(25 - 33,62)^2 - \frac{3486,38 * 25}{0,003825 * 210}} \right] * 0,85 * \frac{210}{2810}$$

$$= 4,41cm^2$$

$$AS_{req} = \left[25 * 33,62 - \sqrt{(25 - 33,62)^2 - \frac{5257,41 * 25}{0,003825 * 210}} \right] * 0,85 * \frac{210}{2810}$$

$$= 6,82cm^2$$

Según ACI 318-19 en la sección 18.6.3 sobre refuerzo longitudinal, 18.6.3.1, las vigas deben tener al menos dos barras continuas tanto en la cara superior como en la inferior.

ACI 318-19, capítulo 18, en la sección 18.6.4 sobre refuerzo transversal, establece que deben colocarse estribos de confinamiento en las siguientes regiones de las vigas.

En una longitud igual a dos veces la altura de la viga, medida desde la cara de la columna de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos de la viga.

En longitudes iguales a dos veces la altura de la viga, a ambos lados de una sección donde puede ocurrir fluencia por flexión debido a los desplazamientos laterales más el del rango elástico de comportamiento.

Longitud de confinamiento para la viga:

$$\text{zona confinamiento} = 2 * 40 = 80 \text{ cm}$$

En la sección 18.6.4.4 del ACI 318-19 se indica que el primer estribo de confinamiento debe estar situado a no más de 50mm de la cara de la columna de apoyo. El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder el menor de (a) hasta (d):

(a) $d/4$

(b) 150 mm

(c) Para acero de grado 420, $6d_b$ del diámetro de las barras principales a flexión mas pequeñas:

(a) $\frac{33,62}{4} = 8,405 \text{ cm}$

(b) 150 mm

(c) $6 * 1,56 = 9,36 \text{ cm}$

Cuando no se requieran estribos cerrados de confinamiento, deben colocarse estribos con ganchos sismicos en ambos extremos, espaciados a no mas de $d/2$ en toda la longitud de la viga. Como lo establece ACI 318-19 en su sección 18.6.4.

Con respecto al acero mínimo y al acero requerido, se utilizará la mayor área de 6,82 cm² y se propone un armado de 2 varillas No.6 y un bastón No. 4.

De la misma manera se realiza para los demás tramos quedando de la siguiente forma:

Tabla XXXVIII. **Cálculo de área de acero de vigas, sentido X eje 2**

SENTIDO X EJE 2						
TRAMO	SENTIDO	MOMENTO (kg-m)	b (cm)	d (cm)	As req (cm ²)	Cant. Varilla
A-B	(-)	433,35	25	33,62	0,51	1
	(+)	840,41	25	33,62	1,00	2
	(-)	1683,2	25	33,62	2,02	3
B-C	(-)	1684,02	25	33,62	2,02	3
	(+)	843,00	25	33,62	1,00	2
	(-)	2098,2	25	33,62	2,53	4
C-D	(-)	2270,02	25	33,62	2,74	4
	(+)	1311,67	25	33,62	1,57	3
	(-)	2549,49	25	33,62	3,09	5
D-E	(-)	2513,57	25	33,62	3,04	5
	(+)	1219,86	25	33,62	1,45	3
	(-)	2489,54	25	33,62	3,01	5
E-F	(-)	2513,77	25	33,62	3,04	5
	(+)	1281,79	25	33,62	1,53	3
	(-)	2365,49	25	33,62	2,86	5
F-G	(-)	2269,15	25	33,62	2,74	4
	(+)	1035,53	25	33,62	1,23	2
	(-)	3102,63	25	33,62	3,78	6
G-H	(-)	3604,3	25	33,62	4,42	7
	(+)	2253,46	25	33,62	2,72	4
	(-)	1610,05	25	33,62	1,93	3

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIX. **Cálculo de área de acero de vigas, sentido Y eje X**

SENTIDO Y EJE E						
TRAMO	SENTIDO	MOMENTO (kg-m)	b (cm)	d (cm)	As req (cm ²)	Cant. Varilla
A-B	(-)	2959,31	25	34,1	3,72	6
	(+)	3486,38	25	34,1	4,41	6
	(-)	5257,41	25	34,1	6,82	10
B-C	(-)	3894,66	25	34,1	4,96	7
	(+)	104,92	25	34,1	0,13	1
	(-)	7,33	25	34,1	0,01	1

Fuente: elaboración propia.

- Resistencia a corte:

$$V_c = 0,53\Phi \sqrt{f'_c} * b * d$$

Donde:

V_c = resistencia nominal a cortante proporcionada por el concreto (kg).

Φ = factor de reducción de resistencia.

f'_c = resistencia especificada a la compresión del concreto kg/cm^2 .

b = base de la viga cm .

d = distancia desde la fibra extrema superior a compresión hacia el centroide del refuerzo longitudinal a tensión.

El factor de reducción de resistencia (Φ) se obtiene según ACI 318-19, capítulo 21 sobre factores de reducción de resistencia, sección 21.2, tabla 21.2.1.

Tabla XL. **Factor de reducción de resistencia**

Acción o elemento estructural	Φ
Cortante	0.75

Fuente: American Concrete Institute. *ACI 318-19 Tabla 21.1.2.1. s/p.*

$$V_c = 0,53 * 0,75 \sqrt{210} * 25 * 32,62 = 4697,36 \text{ kg}$$

ACI 318-19, capítulo 22 sobre resistencia de las secciones de los miembros, sección 22.5.8 sobre refuerzo para cortante en una dirección.

Según sección 22.5.8.1 en cada sección donde $V_u \geq \Phi V_c$ debe colocarse refuerzo transversal de tal manera que se cumpla con:

V_u se obtuvo del análisis estructural en la sección de corte en marcos dúctiles $V_u = 6\,152,32 \text{ kg}$:

$$V_s \geq \frac{V_u}{\Phi} - V_c$$

$$V_u \geq \Phi V_c$$

$$6152,32 \geq 0,75 * 4697,36$$

$$6152,32 \geq 3523,02 \text{ cumple}$$

Para obtener V_s según ACI 318-19 capítulo 22 sobre resistencia de las secciones de los miembros, 22.5.8.5 sobre refuerzo para cortante en una dirección, sección 22.5.8.5.3:

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{s}$$

Donde:

Φ = factor de reducción de resistencia según ACI 318-19, capítulo 21 sobre factores de reducción de resistencia, sección 21.2, tabla 21.2.1 $\Phi = 0,75$.

V_s = resistencia nominal a cortante proporcionada por el refuerzo a cortante (kg).

A_v = área de refuerzo de cortante en una dirección (cm^2).

f_y = resistencia especificada a la fluencia del refuerzo (kg/cm^2).

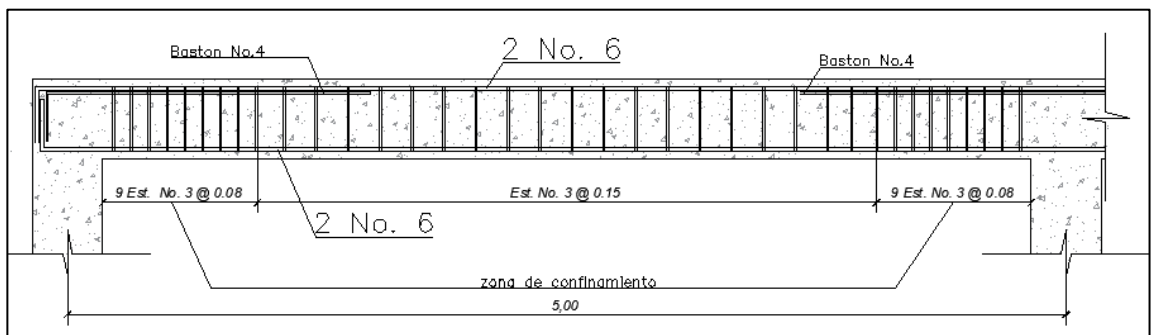
d = distancia desde la fibra extrema a compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tensión (cm).

$$V_s = \frac{(2 * 0,7125) * 2810 * 33,62}{8,41} = 16,007,47 \text{ kg}$$

$$V_s > V_u$$

$$16007,47 \text{ kg} > 6152,32 \text{ kg}$$

Figura 44. **Detalle del refuerzo longitudinal y transversal**



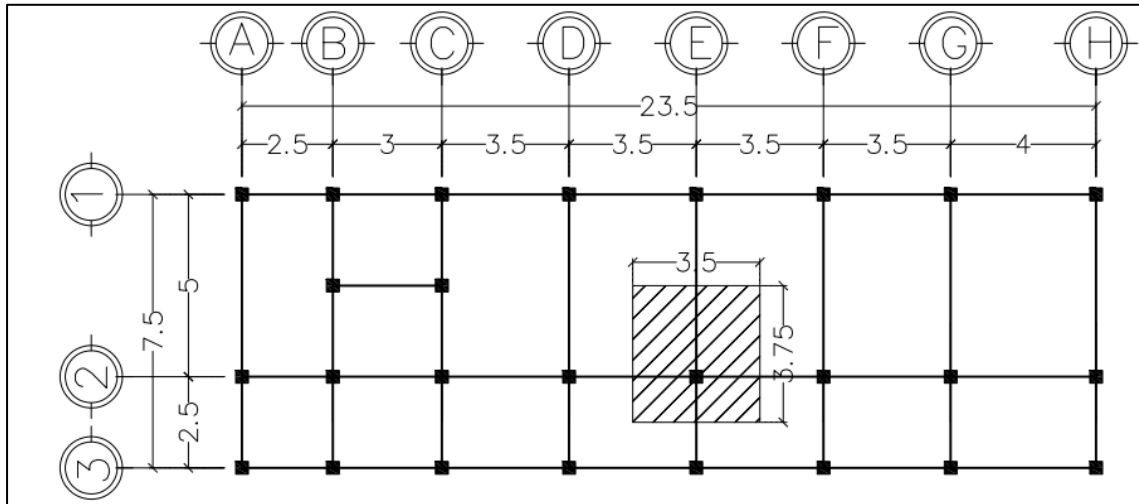
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

2.5.3. Diseño de columnas

Las columnas son elementos verticales cuya función principal es resistir carga axial (compresión). También pueden resistir momentos, cortante o torsión. Estas transmiten las cargas del propio nivel y de niveles superiores hacia la cimentación.

Para el diseño de la columna se estará utilizando la más crítica, la cual se estará utilizando para todas las columnas existentes de la edificación.

Figura 45. Esquema de área tributaria para columna



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

Datos:

$$\text{Área tributaria total} = 13,13 \text{ m}^2$$

$$\text{Losa} = [((0,10 \text{ m} * 13,13 \text{ m}^2) * 2400 \text{ (Kg/m}^3))] = 3,150 \text{ kg/m}$$

$$\text{viga} = ((0,25 * (0,40 - 0,10) * 7,5) \text{ (m)} * 2400 \text{ kg/m}^3) = 1350 \text{ kg/m}$$

$$\text{Sobre carga} = (13,13 \text{ m} * 60 \text{ kg/m}^2) = 787,50 \text{ kg/m}$$

$$\text{Acabados} = (13,13 \text{ m} * 90 \text{ kg/m}^2) = 1181,25 \text{ kg/m}$$

$$\text{Pisos} = (13,13 \text{ m} * 112 \text{ kg/m}^2) = 1470 \text{ kg/m}$$

$$\text{Muros} = (5 \text{ m} * 3,75 \text{ m} * 196 \text{ kg/m}^2) = 2205 \text{ kg/m}$$

$$\sum \text{Total}_{CM} = 10098,75 \text{ kg/m}$$

- Carga viva:

$$\text{Techo} = (13,13 \text{ m}^2 * 200 \text{ kg/m}^2) = 2625 \text{ kg/m}$$

$$\sum Total_{cv} = 2\,625\text{ kg/m}$$

- Carga última

$$CU = 1,2\, CM + 1,6\, CV$$

$$CU = 1,2\, (10\,098,75) + 1,6\, (2\,625) = 16\,318,50\text{ kg/m}$$

- Factor de carga última

$$F_{cu} = \frac{Cu}{CM_{total} + CV_{total}}$$

Donde:

F_{CU} = factor de carga última

CU = carga última

CM_{total} = carga muerta total

CV_{total} = carga viva total

$$F_{cu} = \frac{16\,318,50}{10\,098,75 + 2\,625} = 1,28$$

- Carga axial

$$PU = (CM_{total} + CV_{total}) * F_{cu}$$

$$PU = (10\,098,75 + 2\,625) * 1,28 = 16\,286,40\text{ kg}$$

Tabla XLI. **Efectos de esbeltez**

Condición	Descripción	Acción
Si $E < 22$	Columna Corta	No magnificar momentos
Si $22 \leq E < 100$	Columna Intermedia	Magnificar momentos actuantes
Si $E > 100$	Columna larga	No construir, falla por pandeo

Fuente: elaboración propia.

La esbeltez de las columnas se calcula de la siguiente forma:

$$E = \frac{K * Lu}{r}$$

Donde:

k = factor de longitud efectiva para miembros en compresión

Lu = longitud de la columna entre apoyos

r = radio de giro de la sección transversal

- Se busca determinar primero el radio de giro:

Según ACI318-19, sección 6.2.5.2 sobre radio de giro, se puede calcular el radio de giro utilizando (a),(b) o (c):

$$\sqrt{\frac{I_g}{A_g}}$$

I_g = momento de inercia de la sección

A_g = área bruta de la sección del concreto

0,30 veces la dimensión de la sección en la dirección en la cual se está considerando para columnas rectangulares.

0,25 veces el diámetro de las columnas circulares.

Para obtener el radio de giro r , se determinará por medio del inciso (a):

$$r = \sqrt{\frac{125\,052,08}{35 * 35}} = 10,10$$

- Coeficiente de grado de empotramiento:

$$\Psi_a = \frac{\sum \frac{EI}{l_c} \text{ columna}}{\sum \frac{EI}{l_v} \text{ viga}}$$

$$K = \frac{I}{L}$$

$$\Psi_b = 0,00 \text{ (por empotramiento en la base)}$$

Donde:

Ψ = factor de modificación

I = inercia de cada elemento estructural

l = longitud de cada elemento estructural

$$\text{inercial gruesa de la viga } (I_g) = \frac{b * h^3}{12} = \frac{25 * 40^3}{12} = 133\,333,33 \text{ cm}^4$$

$$\text{inercial gruesa de la columna } (I_g) = \frac{b * h^3}{12} = \frac{35 * 35^3}{12} = 125\ 052,08 \text{ cm}^4$$

- Factor efectivo de pandeo:

$$K = \frac{20 - \Psi_{prom}}{20} * \sqrt{1 + \Psi_p} \rightarrow \text{para } \Psi_p < 2$$

$$K = 0,9 * \sqrt{1 + \Psi_p} \rightarrow \text{para } \Psi_p \geq 2$$

$$\Psi_p = \frac{\Psi_A + \Psi_B}{2}$$

Donde:

Ψ_p = coeficiente promedio del grado de empotramiento

K = factor de longitud efectiva de pandeo

Tabla XLII. **Coefficientes de grado de empotramiento eje X**

ELEMENTO	TRAMO	BASE	ALTURA	LONGITUD	INERCIA	RIGIDEZ
COLUMNA	A-I	0,35	0,35	3	0,00125052	0,00041684
	B-J	0,35	0,35	3	0,00125052	0,00041684
	C-K	0,35	0,35	3	0,00125052	0,00041684
	D-L	0,35	0,35	3	0,00125052	0,00041684
	E-M	0,35	0,35	3	0,00125052	0,00041684
	F-N	0,35	0,35	3	0,00125052	0,00041684
	G-N	0,35	0,35	3	0,00125052	0,00041684
	H-O	0,35	0,35	3	0,00125052	0,00041684
VIGA	A-B	0,25	0,4	2,5	0,00133333	0,00053333
	B-C	0,25	0,4	3	0,00133333	0,00044444
	C-D	0,25	0,4	3,5	0,00133333	0,00038095
	D-E	0,25	0,4	3,5	0,00133333	0,00038095
	E-F	0,25	0,4	3,5	0,00133333	0,00038095
	F-G	0,25	0,4	3,5	0,00133333	0,00038095
	G-H	0,25	0,4	4	0,00133333	0,00033333

Fuente: elaboración propia.

$$\Psi_A = \frac{(0,00041684 * 8)}{(0,00053333 + 0,00044444 + 0,00038095 * 4 + 0,00033333)} = 1,18$$

$$\Psi_b = 0,00 \text{ (por empotramiento en la base)}$$

$$\Psi_p = \frac{1,18 + 0,00}{2} = 0,59$$

- Factor efectivo de pandeo:

$$K = \frac{20 - 0,59}{20} * \sqrt{1 + 0,59} = 1,22 \rightarrow \text{para } \Psi_p < 2 \text{ cumple}$$

$$K = 0,9 * \sqrt{1 + 0,59} = 1,13 \rightarrow \text{para } \Psi_p \geq 2 \text{ No cumple}$$

$$k = 0$$

- Efectos de esbeltez:

$$E = \frac{1,22 * 300}{10,10} = 36,32$$

Como se observa en la tabla anterior de efectos de esbeltez, la columna entra en un rango $22 \leq 36,32 < 100$, por lo cual clasifica a una columna intermedia. La acción que debemos tomar es magnificar momentos actuantes.

Se procede a buscar los factores de esbeltez en sentido Y.

Tabla XLIII. Coeficientes de grado de empotramiento eje Y

ELEMENTO	TRAMO	BASE	ALTURA	LONGITUD	INERCIA	RIGIDEZ
COLUMNA	A-D	0,35	0,35	3	0,001250521	0,00041684
	B-E	0,35	0,35	3	0,001250521	0,00041684
	C-F	0,35	0,35	3	0,001250521	0,00041684
VIGA	A-B	0,25	0,25	5	0,001333333	0,000266667
	B-C	0,25	0,25	2,5	0,001333333	0,000533333

Fuente: elaboración propia.

$$\Psi_A = \frac{(0,00041684 * 3)}{(0,000266667 + 0,000533333)} = 1,56$$

$$\Psi_b = 0,00 \text{ (por empotramiento en la base)}$$

$$\Psi_p = \frac{1,56 + 0,00}{2} = 0,78$$

- Factor efectivo de pandeo:

$$K = \frac{20 - 0,78}{20} * \sqrt{1 + 0,78} = 1,28 \rightarrow \text{para } \Psi_p < 2 \text{ cumple}$$

- Efectos de esbeltez:

$$E = \frac{1,28 * 300}{10,10} = 38,08$$

De igual clasifica para una columna intermedia.

- Factor de flujo plástico del concreto:

$$Bd = \frac{CM_u}{Cu_{total}}$$

$$Bd = \frac{8\,793,25}{16\,773,75} = 0,52$$

- Material total:

$$EI = \frac{Ec * I}{2,5 * (1 + Bd)}$$

Donde:

$$Ec = 15\ 100 \sqrt{f'c}$$

I = Inercia de la columna

$$EI = \frac{15\ 100 \sqrt{210} * 125\ 052,08}{2,5 * (1 + 0,52)} = 7180908924,80 \text{ kg} - \text{cm}^2$$

$$EI = 718,09$$

- Carga crítica de Euler:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * EI}{(K * Lu)^2}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * 7180908924,80}{(1,22 * 300)^2} = 529074$$

- Factor de ampliación de momento:

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

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{18\ 600,75}{0,70 * 529074}} = 1,05 \geq 1$$

- Momento de diseño modificado:

$$M_x = 1,05 * -2\ 507,92 = -2\ 633,32$$

$$M_y = 1,05 * -2\ 824,73 = -2\ 965,97$$

- Refuerzo longitudinal:

Según ACI 318-19 en la sección 10.6.1.1 sobre refuerzo longitudinal mínimo y máximo:

$$1 \% A_g \leq A_s \leq 8 \% A_g$$

$$A_{s \text{ minimo}} = 1 \% A_g = 0,01(35 * 35) = 12,25 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ maximo}} = 8 \% A_g = 0,08(35 * 35) = 98,00 \text{ cm}^2$$

Se propone un armado del 1,5 % A_g :

$$A_{s \text{ propuesto}} = 1,5 \% A_g = 0,015(35 * 35) = 18,38 \text{ cm}^2$$

Quedando de la siguiente manera: se propone un armado de 4 varillas No. 8, lo que da un área de acero de 20,27 cm^2 .

- Diseño de columna utilizando diagrama de iteración:

Para realizar el diagrama de iteración primero se debe calcular (γ) y se calcula de la siguiente manera:

$$\gamma = \frac{b_{col} - (2 * \text{recubrimiento})}{h_{col}}$$

El recubrimiento especificado para elementos de concreto según ACI 318-19, capítulo 20 sobre refuerzo de acero, propiedades, durabilidad y embebidos, sección 20.5.1.3.1, tabla 20.5.1.3.1:

$$\gamma = \frac{0,35 - (2 * 0,03)}{0,35} = 0,80$$

Por medio de la gráfica se encuentra el valor de k de la siguiente manera:

- Valor de la curva:

$$P_{\mu} = \frac{A_s * f_y}{A_g * f'_c * 0,85} = \frac{20,27 * 2810}{(35 * 35) * 210 * 0,85} = 0,26$$

- Valor de la diagonal:

$$\frac{e_x}{h_x} = \frac{e_{x,y}}{P_u} = \frac{M_{x,y}}{P_u}$$

$$\frac{e_x}{h_x} = \frac{\left(\frac{2608,24_{kg-m}}{16773,75}\right)}{0,35 \text{ m}} = 0,44 \quad \frac{e_y}{h_y} = \frac{\left(\frac{2937,72_{kg-m}}{16773,75}\right)}{0,35 \text{ m}} = 0,50$$

$$K'_x = 0,50$$

$$K'_y = 0,30$$

- Cargas de resistencia de columna con ambas excentricidades:

$$P'_{ux,uy} = K'_{x,y} * f'_c * b * h$$

$$P'_{ux} = 0,50 * 210 * 35 * 35 = 128625$$

$$P'_{uy} = 0,30 * 210 * 35 * 35 = 77175$$

Ahora procedemos a calcular la carga axial pura, la carga última que resistirá la columna sin excentricidad:

$$P'_o = \phi [0,85 * f'_c * (A_g - A_s) + A_s * f_y]$$

$$P'_o = 0,70 * [0,85 * 210 * (1225 - 20,27) + 20,27 * 2810] = 190\,402,10$$

- Carga última que resiste de la columna:

Ahora aplicamos la fórmula de Bressler de la siguiente manera:

$$P'_u = \frac{1}{\left(\frac{1}{P'_{ux}}\right) + \left(\frac{1}{P'_{uy}}\right) + \left(\frac{1}{P'_o}\right)}$$

$$P'_u = \frac{1}{\left(\frac{1}{128625}\right) + \left(\frac{1}{77175}\right) + \left(\frac{1}{190402.10}\right)} = 38485,00kg$$

Debe cumplir esta condición $P'_u \geq Pu$ para que la propuesta de acero sea la eficiente, si no fuese así, se debe proceder a aumentar el área de acero o cambiar la sección de la columna. $38485,00kg \geq 18600,75 kg$.

- Refuerzo transversal:

$$V_c = 0,85 * 0,53 \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_c = 0,85 * 0,53 \sqrt{210} * 35 * 30,1 = 6877,63 kg$$

- Cortante máximo actuante

El cortante máximo actuante es obtenido del análisis estructural en la sección de corte en marcos dúctiles.

$$V_{u\ col} = 144,44 kg$$

Comparación $V_c - V_{u\ col}$

$$V_c - V_{u\ col} \text{ Estribos solo por armado; } 6877,63 kg \geq 144,44 kg$$

- Separación máxima en toda la longitud de la columna

Según ACI 318-19, sección 18.4.2.5, el espaciamiento del refuerzo transversal no debe exceder $d/2$:

$$S_{max} = \frac{d_{col}}{2} \qquad S_{max} = \frac{30,10}{2} = 15,05 \text{ cm}$$

- Confinamiento de columna

Según ACI 318-19 en la sección 18.4.3.3, tomando en cuenta las siguientes condiciones se establece el siguiente confinamiento:

$$L/6 = (\text{un sexto de la luz del elemento}) \quad 3m/6 = 0,50m$$

La mayor dimensión de la sección transversal de la columna 450 mm.

Se utilizará 0,50m siendo el caso más crítico.

- Relación volumétrica

$$\rho_{s1} = 0,45 * \left(\frac{Ag}{Ach} - 1 \right) * \left(\frac{0,85 * f'_c}{f_y} \right) ; \quad \rho_{s2} \geq 0,12 \left(\frac{f'_c}{f_y} \right)$$

debe cumplir $\rho_{s1} > \rho_{s2}$

Donde:

ρ_s =relación volumétrica

Ag = área gruesa

Ach = área de la sección transversal de un elemento, que es medida a partir de los bordes exteriores $(35 - 2(3,00)) = 29$.

f_y = resistencia especificada a la fluencia del refuerzo

f'_c = resistencia especificada a la compresión del refuerzo

$$\rho_{s1} = 0,45 * \left(\frac{35 * 35}{29 * 29} - 1 \right) * \left(\frac{0,85 * 210}{2810} \right) = 0,01305$$

$$\rho_{s2} \geq 0,12 \left(\frac{210}{2810} \right) = 0,00897$$

$$\checkmark 0,01305 \geq 0,00897 \text{ cumple}$$

- Zona de confinamiento espaciado de estribos:

$$S = \frac{2 * \text{Area varilla}}{\rho_s * Ln} = \frac{2 * 1,27 \text{ cm}^2}{0,01305 * 29,00 \text{ cm}} = 6,70 \text{ cm}$$

El diseño del armado de la columna será de la siguiente manera. Para el refuerzo longitudinal se utilizarán 4 varillas No. 8 y en el refuerzo transversal se utilizará estribos No. 4 a cada 6 cm confinados a 0,50 cm y el resto a cada 12 cm.

2.5.4. Diseño de cimientos

Los cimientos son elementos en que se apoyan las estructuras de una obra, están diseñados para recibir la carga propia de la estructura y carga aplicada externamente, transmitiendo las cargas al suelo.

- Elección de tipo de cimentación

Este proyecto es un sistema E1 de marcos simples, de concreto reforzado, un sistema integrado con marcos de columnas y vigas que soportan toda la carga vertical y además todas las solicitaciones horizontales, sus muros son independientes al sistema estructural, llamados muros de cerramiento.

En este proyecto se utilizarán zapatas concéntricas de tipo cuadrado, de la siguiente manera se detalla el procedimiento de dicha zapata ya mencionada.

Diseño de zapata aislada concéntricamente tipo cuadrada Z-1:

- Cargas y momentos de trabajo:

$$P'_t = \frac{Pu}{FCU}$$
$$M'_{t\ x-y} = \frac{M_{x,y}}{FCU}$$

Donde:

P'_t = carga axial de trabajo sobre zapata

Pu = carga axial última de columna

FCU = factor última de columna

$M'_{t\ x-y}$ = momentos de trabajo según sentido

$M_{x,y}$ = momentos últimos según sentido

$$P'_t = \frac{16\ 286,40}{1,28} = 12\ 723,75\ kg$$

$$M'_{t\ x} = \frac{2633,32}{1,28} = 2\ 057,28\ kg$$

$$M'_{t\ y} = \frac{2\ 965,97}{1,28} = 2\ 317,16\ kg$$

- Predimensionamiento

Se procede a calcular el área de la zapata y verificar si esta misma chequea con la zapata propuesta de la siguiente manera:

- Área de la zapata:

$$A_{zapata} = \frac{1,50 * P't}{V_s}$$

$$A_{zapata} = \frac{1,50 * 12723,75}{22\ 650} = 0,84cm^2$$

- Área sección propuesta:

$$A_{sec} = b * h = 1,50\ m * 1,50\ m = 2,25\ m^2$$

- Chequeo por presión del suelo:

$$q_{m\acute{a}x} = \frac{P_{total}}{A_{sec}} + \frac{M'_{tx}}{S_x} + \frac{M'_{ty}}{S_y}$$

$$q_{min} = \frac{P_{total}}{A_{sec}} - \frac{M'_{tx}}{S_x} - \frac{M'_{ty}}{S_y}$$

Debiendo saber que:

$$S_x = S_y = \frac{1}{6} * b * h^2$$

$$S_x = S_y = \frac{1}{6} * 1,50 * (1,50)^2 = 0,56m^2$$

$$P_{total} = P't + P_{col1,2} + P_{suelo} + P_{zapata}$$

$$P_{total} = 12723,75 + ((0,35 * 0,35 * 3)m * 2400_{kg/m^3}) + ((0,35 * 0,35 * 4,50)m * 2400_{kg/m^3}) + (1,44\ m^2 * 2,00\ m * 1830,32_{kg/m^3}) + (1,44\ m^2 * 0,30\ m * 1830,32_{kg/m^3}) = 14938,53$$

Una vez teniendo los datos procedemos a calcular el cheque por presión del suelo:

$$q_{m\acute{a}x} = \frac{14938,53}{2,25m^2} + \frac{2057,28 \text{ kg}}{0,56m^2} + \frac{2317,16 \text{ kg}}{0,56m^2} = 14449,91 \text{ kg/m}^2$$

$$q_{min} = \frac{14938,53}{2,25m^2} - \frac{2057,28 \text{ kg}}{0,56m^2} - \frac{2317,16 \text{ kg}}{0,56m^2} = 1173,10 \text{ kg/m}^2$$

- Comparación del valor soporte al chequeo por presión

Dado que V_s debe ser mayor a $q_{m\acute{a}x}$ quedando de la siguiente manera $22650 > 14449,91 \text{ kg/m}^2$ y q_{min} se mayor a 0, por lo tanto, cumple con la condición, entonces la sección de la zapata que se propuso es adecuada y soportará las presiones que se ejercerán en el suelo.

- Presión ultima de diseño

La presión del suelo en cualquier punto de la zapata es única, debido a esto se diseña con lo más crítico, la presión máxima permisible, para efectos del diseño se utiliza la siguiente ecuación:

$$q_{dise\tilde{n}o} = q_{m\acute{a}x} * FCU$$

$$q_{dise\tilde{n}o} = 14449,91 \text{ kg/m}^2 * 1,46 = 21096,87 \text{ kg/m}^2$$

- Peralte efectivo de la zapata

Según ACI 318-19 en la sección 20.6.1.3.4, para concreto construido contra el suelo y permanentemente expuesto a él, el recubrimiento de concreto para los paquetes de barras debe ser 75 mm.

Se propone una varilla No. 6 con diámetro de $1,91_{cm}$

$$d_{zapata} = t_{zapata} - rec_{ACI} - \frac{\Phi_{varilla}}{2}$$

$$d_{zapata} = 30 \text{ cm} - 7,5 \text{ cm} - \frac{1,91 \text{ cm}}{2} = 21,55 \text{ cm}$$

- Chequeo por corte simple

El esfuerzo cortante en una zapata es un tipo de falla que se produce a una distancia horizontal, siendo esta igual al peralte efectivo, al margen de la columna, en forma de diagonal a 45°.

Corte actuante simple:

$$V_{act} = A_{cz} * q_{diseño}$$

$$A_{cz} = bz * \left(\frac{bz - bcol}{2} - dz \right)$$

Donde:

V_{act} = corte actuante

A_{cz} = área de corte actuante de zapata

$q_{diseño}$ = presión última

Calculando área de corte actuante de zapata:

$$A_{cz} = 1,50 * \left(\frac{1,50 \text{ m} - 0,35 \text{ m}}{2} - 0,2155 \right) = 0,54 \text{ cm}^2$$

- Cálculo de corte actuante:

$$V_{act} = 0,54 \text{ cm}^2 * q_{diseño}$$

$$V_{act} = 0,54 \text{ cm}^2 * 21096,87 \text{ kg/m}^2 = 11392,31 \text{ kg}$$

- Corte resistente:

$$V_c = 0,85 * 0,53 \sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_c = 0,85 * 0,53 \sqrt{\frac{210 \text{ kg}}{m^2}} * 150 \text{ cm} * 21,55 \text{ cm} = 21102,94 \text{ kg}$$

El corte resistente debe ser mayor al corte actuante, para que el espesor de la zapata propuesto sea el correcto. $V_c > V_{act} = 21102,94 \text{ kg} > 11392,31 \text{ kg}$, por lo tanto, el espesor propuesto, es el adecuado.

- Corte por punzonamiento

El corte de punzonamiento es producido por los esfuerzos cortantes que le traslada la columna a la zapata a una distancia de $d_z/2$ del perímetro de la columna.

Corte actuante por punzonamiento:

$$V_{act} = A_{cp} * q_{diseño}$$

$$A_{cp} = A_z - (b_{col} + d_z)^2$$

Calculando:

$$A_{cp} = 2,25 \text{ m}^2 - (0,35 \text{ m} + 0,2155 \text{ m})^2 = 1,93 \text{ m}^2$$

$$V_{act} = 1,50 \text{ m}^2 * 21096,87 \text{ kg/m}^2 = 31645,31 \text{ kg}$$

- Cortante resistente por punzonamiento:

$$V_c = \phi * 1,06 * \sqrt{f'_c} * b_o * d_z$$

Donde:

$$b_o = 4 * (b_{col} + d_z) \quad b_o = 4 * (35 \text{ cm} + 21,55 \text{ cm}) = 226,2 \text{ cm}$$

$$V_c = 0,75 * 1,06 * \sqrt{210 \frac{g}{m^2}} * 226,20 * 21,55 \text{ cm} = 56 158,64 \text{ kg}$$

De igual manera el corte resistente por punzonamiento debe ser mayor al corte actuante $V_c > V_{act} = 56 158,64 \text{ kg} > 31 645,31 \text{ kg}$ cumple.

- Diseño de refuerzo por flexión:

$$M_{fu} = \frac{q_{diseño} * L^2}{2} * F.U$$

$$L = \frac{b_z - b_{col}}{2}$$

$$M_{fu} = \frac{21 096,87 \text{ kg/m}^2 * \left(\frac{1,50 \text{ m} - 0,35 \text{ m}}{2}\right)^2 * 1,00}{2} = 3 487,57 \text{ kg} - \text{m}$$

- Cálculo de acero mínimo:

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{f_y} * b_{F.U} * d_z$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{2 810_{\text{kg/m}^2}} * 100 \text{ cm} * 21,55 \text{ cm} = 10,81 \text{ cm}^2$$

- Acero requerido:

$$A_{s_{req}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c}} \right] * 0,85 * \frac{f'c}{f_y}$$

$$A_{s_{req}} = \left[100 \text{ cm} * 21,55 \text{ cm} - \sqrt{(100 \text{ cm} * 21,5 \text{ cm})^2 - \frac{3487,57_{\text{kg-m}} * 100 \text{ cm}}{0,003825 * 210_{\text{kg/m}^2}} \right] * 0,85 * \frac{210_{\text{kg/m}^2}}{2 810_{\text{kg/m}^2}}$$

$$A_{S_{req}} = 8,41 \text{ cm}^2$$

El acero requerido es menor que el acero mínimo, por lo tanto, se utilizará el $A_{S_{min}} = 10,81 \text{ cm}^2$.

- Determinando armado de acero en la zapata:

Varillas a utilizar: No. 6:

$$A_{var} = \frac{\pi}{4} * \left(\frac{6}{8} * 2,54 \text{ cm}\right)^2 = 2,85 \text{ cm}^2$$

$$cant \text{ var} = \frac{A_{S_{min}}}{A_{var}} = \frac{10,81 \text{ cm}^2}{2,85 \text{ cm}^2} = 3,79 \cong 4 \text{ varillas No. 6}$$

Espaciamiento:

$$S = \frac{L}{Cantidad_{varilla}} = \frac{100 \text{ cm}}{4} = 0,25 \text{ cm}$$

Se utilizará un espaciamento entre varillas de 0,25 cm.

- Refuerzo de acero para el eje Y:

De igual manera se utilizará una varilla No. 6 e identificar el d_y de la siguiente manera:

$$d_y = d_x - \phi_{var}$$

$$d_y = 21,55 \text{ cm} - \left(\frac{6}{8} * 2,54 \text{ cm}\right) = 19,65 \text{ cm}$$

Acero mínimo d_y :

$$A_{S_{min}} = \frac{14,1}{f_y} * b_{F.U} * d_y$$

$$As_{min} = \frac{14,1}{2810 \frac{kg}{m^2}} * 100 \text{ cm} * 19,65 \text{ cm} = 9,86 \text{ cm}^2$$

Acero requerido d_y :

$$As_{req} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c}} \right] * 0,85 * \frac{f'c}{fy}$$

$$As_{req} = \left[100 \text{ cm} * 19,55 \text{ cm} - \sqrt{(100 \text{ cm} * 19,55 \text{ cm})^2 - \frac{3487,57 \text{ kg-m} * 100 \text{ cm}}{0,003825 * 210 \frac{kg}{m^2}}} \right] * 0,85 * \frac{210 \frac{kg}{m^2}}{2810 \frac{kg}{m^2}} = 8,96 \text{ cm}^2$$

El acero requerido es menor que el acero mínimo, por lo tanto, se utilizará el $As_{min} = 9,86 \text{ cm}^2$.

Varillas:

Se utilizará varilla No. 6:

$$A_{var} = \frac{\pi}{4} * \left(\frac{6}{8} * 2,54 \text{ cm} \right)^2 = 2,85 \text{ cm}^2$$

$$cant \text{ var} = \frac{As_{min}}{A_{var}} = \frac{9,86 \text{ cm}^2}{2,85 \text{ cm}^2} = 3,46 \cong 4 \text{ varillas No. 6}$$

○ Espaciamiento:

$$S = \frac{L}{cant \text{ var}} = \frac{100 \text{ cm}}{4} = 0,25 \text{ cm}$$

Se utilizará un espaciamiento entre varillas de 0,25 cm.

2.5.5. Cimiento corrido

La cimentación debe ser capaz de transmitir el peso de la estructura al suelo, ya que esta puede ser superficial o profunda dependiendo de las características del suelo, de tal manera que el suelo sea sólido, para cuando un sismo actúe a la estructura, esta sea resistente, brindándole estabilidad y seguridad.

Para el diseño del cimiento corrido utilizaremos las normas AGIES NSE 4-10, capítulo 5 sobre especificaciones para cimentaciones.

- En la sección 5.1.2 dice que el cimiento corrido debe conformar cuadros cerrados coincidentes con los ambientes, teniendo en cuenta que el lado mayor no sobrepase los 7,0 m.
- La sección 5.1.3 establece que la cimentación debe estar en un terreno sólido y debe empotrarse como mínimo 400 mm del terreno para edificaciones de 1 nivel.
- En la sección 5.3.3 sobre viviendas de bloque o de ladrillo de 1 nivel con techo de losa, se especifica que su cimentación puede consistir en un cimiento corrido de concreto reforzado con un ancho de 40 cm por 25 cm de peralte, luego levantado de *block* o ladrillo y, en seguida, una solera de humedad fundida de 15 cm de peralte, sumando una profundidad mínima de 60 cm medido desde la parte inferior de cimiento. El refuerzo del cimiento corrido consiste en 3 barras No. 3 corridas más eslabón No. 3 a cada 200 mm, mientras que la solera de humedad consiste de 4 barras No.3 corridas más estribos No. 2 a cada 15 cm.

Tomando en cuenta esto, el diseño de nuestro cimiento corrido será de 60 cm de ancho y 30 cm de peralte, para el refuerzo se utilizarán 3 barras No. 3 corridas más eslabón No. 3 a cada 15 cm, mientras que la solera de humedad consiste de 4 barras No.3 corridas más estribos No. 2 a cada 20 cm, la solera de humedad se diseñará de 15 cm de ancho y 25 cm de peralte con refuerzo de 4 barras No. 3 corridas con estribos No. 2 a cada 15 cm.

2.5.6. Muros

Los muros que se utilizarán para el diseño de la edificación son de tipo tabique, su único objetivo es delimitar y cerrar ambientes ya que estos muros estructurales no soportan ninguna carga vertical ni horizontal.

2.5.7. Nudo sísmico

Los nodos sísmicos en una estructura son de mucha importancia, se deben tomar varios aspectos, ya que uno de los objetivos es que su resistencia sea mayor que la de los miembros estructurales que se unen y que su rigidez debe ser suficiente para no alterar la rigidez de los miembros conectados. ACI 318-02 clasifica las conexiones estructurales en dos tipos:

- Tipo 1: están diseñadas para resistir momentos.
- Tipo 2: son conexiones que deben reducir energía a través de deformaciones alternadas en el rango inelástico.

Uno de los aspectos importantes que deben tomarse a la hora de diseñar conexiones viga-columna de pórticos que deben resistir fuerzas sísmicas.

- El confinamiento del concreto en la zona de unión

- El anclaje y la adherencia del refuerzo que atraviesa la junta
- La resistencia a fuerza cortante de la conexión

ACI 318 -19 en la sección 18.8.2.1 dice que las fuerzas en el refuerzo longitudinal deben determinarse suponiendo que la resistencia en el refuerzo de tracción por flexión sea $1.25 f'_y$.

En la sección 18.8.2.2 establece que el refuerzo longitudinal que termine en un nudo, debe prolongarse hasta la cara del núcleo del nudo más distante y desarrollarse, en tracción, de acuerdo con 18.8.8.5 y en compresión de acuerdo con 25.4.9.

Y en la sección 18.8.2.4 indica que la altura h no debe ser menor que la mitad de la altura de cualquier viga que llegue al nudo.

2.5.7.1. Criterios de diseño

ACI 318-19 en el capítulo 18, en la sección 18.8.4 sobre resistencia a cortante indica que calcularemos la resistencia cortante al nudo de la siguiente manera, esto para nodos confinados en las cuatro caras.

$$V_n = 5,3 * \lambda * \sqrt{f'_c} * A_j$$

Donde:

V_n = resistencia cortante del nudo

λ = valor 1 para concreto normal

A_j = área del nudo

$$V_n = 5,3 * 1 * \sqrt{210 \frac{kg^2}{cm}} * 35 \text{ cm} * 35 \text{ cm}$$

$$V_n = 9408526 \text{ kg} * 0,75 = 70563,95 \text{ kg}$$

De acuerdo a los momentos mayores que se ocasionan en la viga por el cortante en el nudo, es menor, con respecto a lo que establece ACI 318-19 en la sección 18.8.

Chequeo a corte:

De acuerdo a la sección 18.7.3.2 y tomando los valores de la sección de diseño se tiene:

$$\sum M_{nc} \geq \frac{6}{5} * \sum M_{nb}$$

$$a = \frac{1,25 * A_s * f_y}{0,85 * f'_c * b}$$

$$M_p = 1,25 * f_y * A_s * (d - \frac{a}{2})$$

Quedando de la siguiente manera:

$$a_{izq} = \frac{1,25 * 3,72 * 2810}{0,85 * 210 * 25} = 2,92 \text{ cm}$$

$$a_{der} = \frac{1,25 * 4,41 * 2810}{0,85 * 210 * 25} = 3,47 \text{ cm}$$

$$M_{p,izq} = \frac{1,25 * 2\,810 * 3,72 * (33,62 - \frac{2,92}{2})}{100} = 4202,19kg - m$$

$$M_{p,izq} = \frac{1,25 * 2\,810 * 4,41 * (33,62 - \frac{3,47}{2})}{100} = 4939,02kg - m$$

Por lo tanto, de acuerdo a la ecuación de la sección 18.7.3.2 del código del ACI 318-19 queda de la siguiente manera:

$$\sum M_{nc} \geq \frac{6}{5} * \sum M_{nb}$$

$$2 * 24,30 \geq \left(\frac{6}{5}\right) * (4,20 + 4,93)$$

$$48,60 Ton - m \geq 10,96 Ton - m$$

Se observa que cumple más una columna fuerte que una viga.

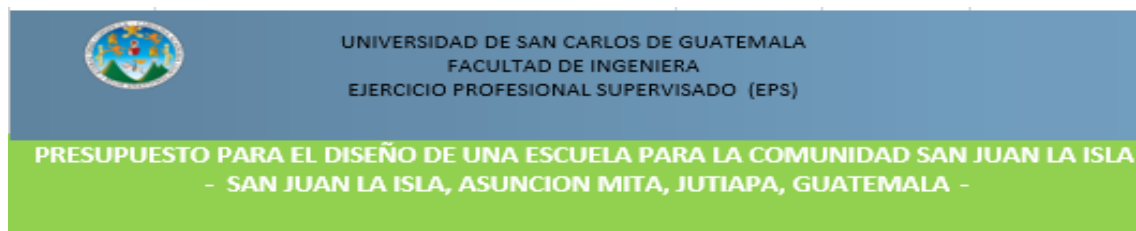
2.6. Planos

El diseño de la escuela para la comunidad San Juan la Isla contendrá los siguientes planos:

- Alzados
- Corte longitudinal y transversal
- Plano arquitectónico y acotado
- Plano de instalación eléctrica y fuerza
- Plano de instalación de drenaje e instalación hidráulica
- Plano de cimientos + distribución de columnas y armado de losa

- Plano de acabados, puertas y ventanas + junta sísmica
- Plano de armado de vigas
- Plano de detalles de columnas
- Plano de armadura
- Plano de cancha de basquetbol

Tabla XLIV. Presupuesto



CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Destronque y chapeo	M2	176,25	Q 14,38	Q 2 534,29
2	Nivelacion manual	ML	130	Q 15,28	Q 1 986,12
3	Excavación de zanja	ML	130	Q 186,20	Q 24 205,50
4	Zapata	UNIDA	26	Q 217,62	Q 5 658,00
5	Cimiento corrido	ML	130	Q 499,10	Q 64 882,56
6	Levantado de muro sobre cimiento	M2	225	Q 96,84	Q 21 788,33
7	Solera hidrófuga	ML	106	Q 314,85	Q 33 374,21
8	Solera Intermedia	ML	100,4	Q 318,47	Q 31 974,85
9	Solera corona	ML	33,5	Q 397,89	Q 13 329,36
10	Solera sillar	ML	70,5	Q 77,85	Q 5 488,17
11	Columna c-1	UN	26	Q 2 223,58	Q 57 813,01
12	Columna c-2	UN	10	Q 360,08	Q 3 600,81
13	Viga	ML	106	Q 375,67	Q 39 821,31
14	Losa	M2	176,25	Q 174,22	Q 30 705,73
15	Instalación de Agua potable	GLOBAL	1	Q 8 303,51	Q 8 303,51
16	Instalación drenaje sanitario	GLOBAL	1	Q 14 328,23	Q 14 328,23
17	Instalacion electrica	GLOBAL	1	Q 7 187,14	Q 7 187,14
18	Puertas y ventanas	GLOBAL	1	Q 19 407,82	Q 19 407,82
19	Torta de concreto	M2	176,25	Q 115,41	Q 20 340,43
20	Piso	M2	176,25	Q 92,41	Q 16 288,02
21	Mobiliario	GLOBAL	1	Q 18 386,57	Q 18 386,57
22	cancha de basquetboo	M2	390	Q 195,21	Q 76 132,17
TOTAL					Q 517,536,14

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLV. **Cronograma de ejecución**

CRONOGRAMA DE EJECUCION																	
PROYECTO		DISEÑO DE UNA ESCUELA															
DIRECCION		SAN JUAN LA ISLA, MUNICIPIO DE ASUNCION MITA, JUTIAPA, GUATEMALA															
MES		1				2				3				4			
SEMANAS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
No.	DESCRIPCION																
1	TRAZO Y NIVELACION	■															
2	ZANJEO	■	■														
3	RETIRO MATERIAL SUELTO		■	■													
4	ZAPATA			■	■												
5	CIMIENTO CORRIDO				■												
6	COLUMNAS					■	■										
7	LEVANTADO DE MURO CIMIENTO						■	■									
8	SOLERA DE HUMEDAD							■	■								
9	VIGAS							■	■								
10	LOSAS									■	■	■	■				
11	LEVANTADO DE MURO											■	■	■	■		
12	INSTALACION DE DRENAJES SANITARIO														■	■	
13	TORTA DE CONCRETO															■	■
14	COLOCACION DE PISO																■

Fuente: elaboración propia.

2.7. Evaluación de impacto ambiental

A continuación, se presenta el formulario de impacto ambiental, como lo establece el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) según lo establecido en el Acuerdo Gubernativo AM 204-2019.

Continuación de la tabla XLVI.

2		INFORMACIÓN DEL PROPIETARIO					
Nombre del (los) Propietario(s) del bien inmueble:							
Código Único de Identificación (CUI) del Documento Personal de Identificación (DPI):							
Nombre del Representante Legal (cuando se trate de empresas u otros):							
Nombre de la Razón Social o Empresa Comercial:							
Teléfono(s):							
Correo electrónico:							
Número de Identificación Tributaria (NIT) del (los) propietario(s) o Representante Legal o Empresa:							
Dirección exacta para recibir notificaciones:							
3		DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO					
		Realizar una descripción del proyecto, mencionando las fases que abarcará (construcción y/u operación), así como las actividades más relevantes de cada fase. Tomar como referencia los planos o croquis de distribución del proyecto.					
		La comunidad de San Juan la Isla del municipio de Asunción Mita Jutiapa, cuenta con una infraestructura escolar bastante deficiente, debido a que solo hay un salón para impartir clases, a los estudiantes se les dificulta no poderse desarrollar bien en sus actividades, la aldea se ve obligada a mejorar su servicio escolar, debido a esto se efectuara el diseño de una escuela de un nivel, que contara con dos salones, un área de cocina y baños,					
		Actividades colindantes al Proyecto (vecindad inmediata)					
Norte							
Sur							
Este							
Oeste							
Indicar si se encuentra en área urbana, rural o mixta:							
		Área del Proyecto					
		<ul style="list-style-type: none"> Área del terreno: área que tiene toda la propiedad, finca o terreno. Área de construcción: área total que tiene la intervención del proyecto, desde su planta baja hacia niveles superiores. 					
		Área del terreno (metros cuadrados)		1600 m2			
		Área de construcción (metros cuadrados)		176.25 m2			
		Exposición a riesgos					
		Indicar en el espacio con una "X" los riesgos a los que se está expuesto por la ubicación del Proyecto.					
Inundación		Explosión		Deslizamientos		Erupciones	
Derrumbes		Sismos		Incendios		Biológicos	
Otros (explicar):				x		x	

Continuación de la tabla XLVI.

SERVICIOS BÁSICOS		SI	O	N																		
4	Indique la existencia de los siguientes servicios básicos y si hace o hará uso de ellos.																					
	Abastecimiento de agua potable (Indicar si es servicio público, privado, pozo propio u otro, y forma de almacenamiento) <i>Indique:</i>	x																				
	Servicio de recolección de residuos y desechos sólidos comunes (domésticos) Realiza clasificación de los residuos y desechos sólidos comunes (ejemplo: orgánico e inorgánico) <i>Indique:</i>		x																			
	Servicio de recolección de residuos y desechos de manejo especial <i>Indique:</i>																					
	Servicio de recolección de residuos y desechos peligrosos (Entiéndase los peligrosos aquellos que poseen al menos una de las siguientes características: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable, biológico-infecciosos. Incluye los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos -RAEE. Pueden ser luminarias (lámparas), solventes, baterías, desechos hospitalarios, etc. <i>Indique:</i>																					
	Energía eléctrica (Indicar si es servicio público, privado, propio) <i>Indique: privado</i>	x																				
	Alcantarillado sanitario (indicar si existe alcantarillado municipal, u otro, para la recolección de aguas residuales o servidas)			x																		
	Alcantarillado pluvial (Indicar si existe alcantarillado municipal, u otro, para la recolección de aguas pluviales, y si este es separado del alcantarillado sanitario) <i>Indique:</i>			x																		
	IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN Indique si por la construcción y/u operación del Proyecto, se producen o producirán los siguientes impactos ambientales, así como sus correspondientes medidas de mitigación o control ambiental.	SI		NO																		
	Generación de polvo (Si su respuesta es SI, indicar medidas de mitigación o control de las partículas suspendidas o polvo para no afectar las vecindades inmediatas) <i>Indique:</i>			x																		
	Generación de ruidos o sonidos fuertes (Si su respuesta es SI, indicar cómo se controlará o disminuirá el ruido para no afectar las vecindades inmediatas) <i>Indique:</i>			x																		
	¿El proyecto cuenta o contará con servicios sanitarios? (Si su respuesta es SI, indicar cuántas unidades de lavamanos, duchas, pilas, lavaplatos, inodoros, etc.) <i>Indique: 4 inodoros, 2 lavamanos, 1 lavaplatos.</i>	x																				
	¿Se cuenta o contará con disposición de excretas? (Si su respuesta es SI, indicar tipo de disposición: letrina, abonera, etc.) <i>Indique:</i>			x																		
	¿El proyecto cuenta o contará con un tratamiento para el agua residual? (Ejemplo: fosa séptica, biodigestor, sedimentador, trampa de grasas, pozo de absorción, etc.) <i>Indique:</i>			x																		
	En el cuadro correspondiente, marque con una "X" hacia dónde descarga o descargará las aguas residuales o aguas servidas del proyecto. Alcantarillado:																					
	<table border="1"> <tr> <td>Municipal</td> <td>De condominio</td> <td>De residencial</td> </tr> </table>	Municipal	De condominio	De residencial																		
Municipal	De condominio	De residencial																				
	Cuerpo receptor:																					
	<table border="1"> <tr> <td>Embalse natural</td> <td>Lago</td> <td>Laguna</td> <td>Río</td> <td>Quebrada</td> <td>Manantial</td> </tr> <tr> <td>Humedal</td> <td>Estuario</td> <td>Estero</td> <td>Manglar</td> <td>Pantano</td> <td>Aguas costeras</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Aguas subterráneas</td> </tr> </table>	Embalse natural	Lago	Laguna	Río	Quebrada	Manantial	Humedal	Estuario	Estero	Manglar	Pantano	Aguas costeras	Aguas subterráneas								
Embalse natural	Lago	Laguna	Río	Quebrada	Manantial																	
Humedal	Estuario	Estero	Manglar	Pantano	Aguas costeras																	
Aguas subterráneas																						
	Otros:																					
	Otros (especifique):																					
	En caso se realice construcción, marcar con una "X" lo que aplique.	SI		NO																		
	¿Es necesario realizar movimientos de tierra y/o nivelación de terreno? (Si su respuesta es SI, indicar cantidad en metros cúbicos de corte, sobrante y/o relleno) NOTA: se permite en esta categoría hasta 150 metros cúbicos. Metros cúbicos de corte: _____ Hasta 150 m ³ . Metros cúbicos de relleno: _____ Hasta 150 m ³ . Metros cúbicos de sobrante: _____ Lo que sobra de tierra posterior al movimiento de tierras y que se extra terreno para su disposición final.																					
	¿Es necesario efectuar corte de árboles?			x																		

Continuación de la tabla XLVI.

REQUISITOS TÉCNICOS		SI	NO
.1	Adjuntar fotografías recientes del sitio, terreno, y/o de instalaciones interiores y/o exteriores del proyecto.		
.2	Adjuntar plano, fotocopia simple de plano o croquis de ubicación.		
.3	Adjuntar plano, fotocopia simple de plano o croquis de distribución arquitectónica.		
.4	Adjuntar plano, fotocopia simple de plano o croquis de curvas de nivel naturales y modificadas (Cuando existan movimientos de tierra: excavaciones, cortes, rellenos, nivelaciones, etc.)		
.5	Adjuntar plano o croquis de drenaje sanitario (cuando aplique)		
.6	Adjuntar plano o croquis de tratamiento de aguas residuales (cuando aplique)		
.7	Adjuntar plano o croquis de drenaje pluvial (cuando aplique)		
REQUISITOS LEGALES		SI	NO
.1	Fotocopia simple y completa del DPI o pasaporte del proponente o su Representante Legal. (legible, no fotografía)		
.2	Copia de Nombramiento de Representante Legal (aplica para empresas)		
.3	Fotocopia simple de Patente de Comercio o de Sociedad (cuando aplique)		
.4	Fotocopia simple del RTU del (los) propietario (s) o Representante Legal		
.5	<p>Documento de derecho sobre el predio: se aceptará únicamente (según sea el caso):</p> <p>a) Fotocopia simple completa del documento que acredita el derecho sobre el predio a favor del proponente: <input checked="" type="checkbox"/> Certificación del Registro General de la Propiedad (vigencia no mayor a 6 meses).</p> <p>b) Fotocopia simple del documento legal que aplique a su proyecto completo y vigente, con dirección exacta registrada en el instrumento ambiental presentado.</p> <p>Si la Empresa o el interesado no es propietario del terreno donde se desarrollará el proyecto: <input checked="" type="checkbox"/> Contrato de Arrendamiento o Subarrendamiento. <input checked="" type="checkbox"/> Contrato de Compra Venta o Promesa de Compra Venta.</p> <p>Para los inmuebles del Estado debe incluirse el documento legal que aplique: <input checked="" type="checkbox"/> Certificación del Registro General de la Propiedad. <input checked="" type="checkbox"/> Testimonio de la Escritura Pública de la Donación del bien inmueble. <input checked="" type="checkbox"/> Certificación del punto de acta donde conste la donación del bien inmueble.</p> <p>Si carece de cualquiera de los anteriores documentos, deberán de presentar el testimonio de escritura pública donde se les otorgan los derechos posesorios del o los inmueble(s) a nombre del Proponente.</p> <p>En caso no cuente con la documentación anterior, solicitar por escrito a la Dirección de Gestión Ambiental y Recurso Naturales la documentación que sustituya los anteriores.</p>		
.6	Fotocopia de licencias, contratos, resoluciones, oficios, providencias, permisos o dictámenes favorables de MARN, MEM, CONAP, INAB, IDAEH, MSPAS, Municipalidades, Gobernación, u otros cuando aplique.		
.7	Fotocopia de la Ficha de Registro del proyecto en el Sistema de Información de Inversión Pública – SNIP. Aplica únicamente a proyectos, obras, industrias o actividades de inversión pública (cuando aplique).		
.8	Si el proyecto se encuentra dentro de un complejo regulado ambientalmente, adjuntar fotocopia simple de la resolución ambiental aprobatoria y/o licencia ambiental vigente, cuando aplique.		

Continuación de la tabla XLVI.

<p>YO _____ (Nombre del Proponente o Representante Legal)</p> <p>Por este medio hago de conocimiento que:</p> <p>a) Los documentos de soporte del presente formulario se ajustan a los Términos de Referencia establecidos por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.</p> <p>b) Advertido de la pena del delito de perjurio y falsedad ideológica, bajo juramento declaro que la información vertida en la presente solicitud y anexos que la acompañan es verídica, por lo tanto, someto ante la autoridad ambiental la presente.</p> <p>Firma: _____</p> <p>Guatemala, _____ de _____ de 20 _____</p>
--

Fuente: Acuerdo Gubernativo 137-2016 del Congreso de la República de Guatemala.
Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental y su Reforma. s/p.

3. DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SITIO DE LAS FLORES

3.1. Descripción del proyecto

El diseño comprende un sistema de agua potable por bombeo (conducción) y por gravedad (distribución), con el cual se estará beneficiando a 1 625 habitantes. Se diseñará un tanque de almacenamiento de $100m^3$ y la red de distribución será abierta, la conexión que se utilizará será domiciliar y la fuente es de un pozo mecánico.

3.2. Levantamiento topográfico

Debido a la distribución de domicilios en la comunidad Sitio de las Flores, el levantamiento topográfico que se realizó fue para un sistema abierto.

3.2.1. Altimetría

La altimetría permite medir elevaciones y alturas de una manera puntual. Para nuestro proyecto se utilizó la nivelación taquimétricamente, obteniendo ángulos verticales, altura de instrumento y lectura de hilos.

3.2.2. Planimetría

La planimetría ayuda a representar de una mejor manera a escala todos los detalles, para el proyecto se utilizó el método de conservación de azimut, en la toma de datos se obtuvieron ángulos verticales y lectura de hilos.

3.3. Criterio de diseño

Para llevar a cabo dicho diseño se tomará los criterios que establece INFOM/UNPEAR en la *Guía de Normas Sanitarias para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano*. Los principales criterios a tomar en cuenta son:

- Conducciones forzadas
 - El diámetro de la tubería no debe ser mayor a $\frac{3}{4}$ de pulgada.
 - Las velocidades se considerarán con una mínima $0,4 \text{ m/seg}$ y una máxima de $3,0 \text{ m/seg}$.

- Red de distribución
 - La velocidad de las tuberías estará entre $0,60 \text{ m/seg}$. Y $3,00 \text{ m/seg}$.
 - Las presiones que se deben tomar en cuenta para la red de distribución en cualquier punto de red están limitadas con una mínima de 10 metros columna de agua y una máxima de 60 metros columna de agua.
 - La presión hidrostática tendrá una máxima de 60 metros, es importante prestarle atención a la calidad de las válvulas, accesorios y a las uniones para evitar fugas cuando se encuentre en servicio.
 - Para el diseño de la red de distribución se utilizará el caudal máximo horario.

3.3.1. Periodo de diseño

Es el tiempo para el cual se considerará que el diseño del sistema de agua potable será factible y cumplirá efectivamente con su tarea (abastecer agua a la comunidad). Para determinarlo se considerarán algunos factores: como lo establece la *Guía de Normas Sanitarias para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano* del INFOM en su sección 5.2.

- Vida útil de los materiales
- Costos y tasas de interés
- Comportamiento del sistema en sus primeros años
- Calidad de los materiales y de la construcción
- Futuras ampliaciones del sistema
- Población de diseño
- Caudal

Para el diseño del proyecto se utilizará un periodo de 22 años.

3.3.2. Cálculo de población futura

El cálculo se realiza para garantizar que en un lapso de tiempo el sistema de agua potable pueda abastecer a la comunidad y que esta misma llegue a su periodo de diseño y pueda ser reemplazada satisfactoriamente.

Para el diseño de sistema de agua potable en la comunidad Sitio de las Flores se tiene previsto la conexión de 325 viviendas, las cuales tienen una densidad de 5 habitantes por vivienda. Para el cálculo se utilizará el método geométrico de la siguiente manera:

$$Pf = Po * (1 + r)^t$$

Donde:

Pf = población futura.

Po = población inicial = 1 625 habitantes.

r = tasa de crecimiento poblacional % = departamento de Jutiapa 2,231 %, según el Instituto Nacional de Estadística.

t = número de años en el futuro = 22 años.

$$Pf = 1\ 625 * (1 + 0,02231)^{22} = 2\ 641 \text{ habitantes}$$

3.3.3. Dotación

La dotación está dada por volumen por unidad de tiempo, es la cantidad de agua que se le asigna a una persona, en un determinado tiempo, usualmente la dotación se expresa de la siguiente manera: litros por habitante por día (l/hab./día).

Para tener una dotación mejor adecuada se deben tomar en cuenta algunos puntos importantes para la determinación de la dotación, como el clima, tamaño de la población, nivel de vida y actividades productivas.

Para el diseño del sistema de agua potable en la comunidad Sitio de las Flores se utilizará una dotación de 120 l/hab./día, como lo establece el Instituto de Fomento Municipal (IMFOM-UNEPAR).

3.3.4. Determinación de caudales

El caudal no es más que la cantidad de fluido que pasa por una unidad de tiempo por una sección determinada, para la determinación de caudales debemos tomar en cuenta el caudal medio diario, el caudal máximo diario y el caudal máximo horario y se pueden establecer con las siguientes ecuaciones.

3.3.4.1. Caudal medio diario (Qm)

El caudal medio diario es el consumo diario, durante un año de observación, es el resultado de multiplicar la dotación por la población futura dividido por 86 400 segundos que contiene un día:

$$Qm = \frac{Dot. \times P_f}{86\ 400_{seg/dia}}$$

Donde:

Qm = caudal medio diario en l/s

$Dot.$ = dotación en l/hab/día

P_f = número de habitantes proyectados al futuro

$$Qm = \frac{120_{l/hab/dia} \times 2\ 641_{hab.}}{86\ 400_{seg/dia}} = 3,67_{l/seg.}$$

3.3.4.2. Caudal máximo diario (QMD)

El caudal máximo diario es el caudal que se produce durante un día, durante un tiempo de observación de un año. Es el producto del consumo medio diario por el factor de hora máxima.

Según INFOM-UNPEAR el factor debe estar entre 1,2 a 1,5 para poblaciones futuras menores de 1 000 habitantes y de 1,2 para mayores de 1 000 habitantes. Para el diseño de nuestro proyecto se utilizará un factor de 1,2 debido a que se encuentra mayor a 1 000 habitantes.

$$QMD = Qm \times FMD$$

Donde:

QMD = caudal máximo diario l/seg

Qm = caudal medio diario en l/seg

FMD = factor máximo diario

$$QMD = 3,67_{l/seg} \cdot 1,2 = 4,40_{l/seg}.$$

3.3.4.3. Caudal máximo horario (QMH)

Se le conoce también como caudal de distribución y es el caudal máximo durante una hora, en un periodo de análisis de un año, se obtiene mediante la multiplicación del caudal medio diario por un factor que va de 2,0 a 3,0 para poblaciones menores de 1 000 habitantes y de 2 para poblaciones futuras mayores a 1 000 habitantes según INFOM.

El consumo del agua variará dependiendo de la hora del día, para nuestro proyecto utilizaremos un factor de 2, debido a que se tiene una población mayor a los 1 000 habitantes.

$$QMH = Qm * FMH$$

Donde:

QMH = caudal máximo horario en l/s

Qm = caudal medio diario en l/s

FMH = factor máximo horario

$$QMH = 3,67 * 2 = 7,34_{l/seg.}$$

3.3.4.4. Caudal de bombeo

El tiempo y el caudal de bombeo están estrechamente relacionados, debido a que, si el caudal de bombeo aumenta, disminuye el tiempo de bombeo y, si aumenta el tiempo, el caudal de bombeo disminuye, debido a esto se debe calcular si la fuente tiene la capacidad para resistir el bombeo.

Según INFOM se recomienda un día por uso de las bombas, máximo de 12 horas para motor diésel y 18 horas para motores eléctricos, la fórmula está dada de la siguiente manera:

$$Qb = \frac{QMD * 24}{No. de horas de bombeo}$$

Donde:

Qb = caudal de bombeo l/s

QMD = caudal máximo diario en l/s

$$Qb = \frac{4,40 * 24}{10} = 10,56 \text{ lts/seg}$$

3.4. Diseño hidráulico

El diseño hidráulico no es más que encontrar los diámetros de las tuberías y longitudes de las diferentes tuberías que conforman el sistema, la potencia de la bomba y las pérdidas del sistema.

3.4.1. Línea de impulsión

La línea de impulsión viene dada por un conjunto de tuberías o canales que se denominan conducciones libres (canales) o conducciones forzadas (tuberías), las cuales parten desde la captación hacia el tanque de almacenamiento. Esta línea de conducción puede ser por gravedad o por bombeo.

Para el diseño de nuestro sistema de agua potable la línea de impulsión se diseñará por bombeo y deben tomarse los siguientes criterios ya mencionados establecidos por la *Guía de Normas Sanitarias para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano*.

Datos del tramo:

$$Q_b \text{ (caudal de bombeo)} = 10,56 \text{ lts/seg}$$

$$\text{Longitud} = 1\,204,08 \text{ metro}$$

$$\text{Longitud de diseño} = 1\,204,08 + 5\% = \text{metros}$$

$$\text{Tubería} = 150 \text{ PVC}$$

$$\text{Cota}_{\text{Est. pozo}} = 450,00\text{m}$$

$$\text{Cota}_{\text{tanq. almacenamiento}} = \text{Est. 27} = 505,45\text{m}$$

$$\text{Nivel Dinámico (N.D.)} = 25,00\text{m}$$

Para el diseño de la línea de impulsión, lo primero que haremos es encontrar el diámetro de la tubería más económico a utilizar, cumpliendo con los rangos de velocidad que son de 0,2 m/s en el diámetro inferior y para el diámetro superior deberá ser 2,00 m/s analizando todos los diámetros que se encuentren en dicho rango.

$$d = \sqrt{\frac{1\,974 * Q}{v}}$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{1\,974 * 10,56}{2}} = 3,23''$$

$$d_2 = \sqrt{\frac{1\,974 * 10,56}{0,6}} = 5,89''$$

Los diámetros que se encuentran en el rango son 4" y 5".

Ahora se calcula la amortización de la siguiente manera:

$$A = \frac{r * (r + 1)^n}{(r + 1)^n - 1}$$

Donde:

A = amortización

r = tasa de intereses 15 % anual 0,15/12

n = tiempo (meses) para pagar tubería

$$A = \frac{r * (r + 1)^n}{(r + 1)^n - 1}$$

$$A = \frac{(0,0125) * (0,0125) + 1)^{120}}{(0,0125 + 1)^{120} - 1} = 0,01613$$

Ahora se calcula la cantidad de tubos a utilizar de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Cantidad de tubos} &= L/6 \\ \text{Cantidad de tubos} &= \frac{1\ 204,08}{6} = 201 \text{ tubos} \end{aligned}$$

Una vez teniendo calculada la amortización calculamos el costo total de la tubería de la siguiente manera:

$$CT = A * C$$

Donde:

A = amortización

C = costo por longitud de tubería

Tabla XLVII. **Costo de tubería**

DIAMETRO	AMORITZACION	CANTIDAD DE TUBOS	COSTO DE LA TUBERIA 160 PSI	COSTO POR MES
4"	0.01613	201	Q720.20	Q2,334.98
5"	0.01613	201	Q985.24	Q3,194.28

Fuente. elaboración propia.

Ahora se procede a calcular las pérdidas de carga con la fórmula de Hazen y Williams:

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

Donde:

hf = pérdida de carga por fricción (m)

L = longitud del tramo (m)

Q = caudal (lts/seg)

C = coeficiente de fricción de Hazen y Williams 150 adimensional

D = diámetro interno de la tubería (plg)

$$hf_1 = \left(\frac{1\,743,811 * 1\,264,28 * 10,56^{1,85}}{150^{1,85} * 4,154^{4,87}} \right) = 15,83m$$

$$hf_2 = \left(\frac{1\,743,811 * 1\,264,28 * 10,56^{1,85}}{150^{1,85} * 5,135^{4,87}} \right) = 5,64m$$

Ahora se procede a calcular la potencia para cada diámetro de la siguiente manera:

$$POT = \frac{Q * h}{76 * e}$$

Donde:

POT = potencia de la bomba en caballos de fuerza.

Conversión de caballos de fuerza en Kilo vatios. $H.P \rightarrow 0,746 Kw$.

Q = caudal (lt/s).

h = perdida por fricción (m).

e = eficiencia a la que trabaja la bomba, en este caso se utilizará 0,60 debido a que no se conoce la eficiencia del equipo de bombeo.

Se utilizará una eficiencia del 60 % debido a que no se conoce la eficiencia del equipo de bombeo.

$$POT_1 = \frac{10,56 * 15,83}{76 * 0,60} = 2,73 \text{ hp} * 0,746 \text{ Kw} = 2,73 \text{ Kw}$$

$$POT_2 = \frac{10,56 * 5,64}{76 * 0,60} = 0,97 \text{ hp} * 0,746 \text{ kw} = 0,97 \text{ Kw}$$

Ahora calculamos la energía requerida por mes, para ello se utilizará un periodo de bombeo de 12 hr.

$$t_b = 10 \text{ hrs/dia} * 30 \text{ dias/mes} = 300 \text{ hrs/mes}$$

Ahora determinamos la energía demandada por mes:

$$POT_1 = 2,73 \text{ Kw} * 300 \text{ hrs/mes} = 820,32 \text{ kw hora/mes}$$

$$POT_2 = 0,97 \text{ Kw} * 300 \text{ hrs/mes} = 292,13 \text{ kw hora/mes}$$

Ahora calculamos el costo de la energía eléctrica por mes, teniendo en cuenta que el valor de la energía eléctrica es de Q 2,00 el Kw-h de la siguiente manera:

$$Q_1 = 984,38 \text{ kw} \frac{\text{hora}}{\text{mes}} * 2,00 \text{ kw hora} = Q 1640,63 \text{ mes}$$

$$Q_2 = 350,55 \text{ kw hora/mes} * 2,00 \text{ Kw hora} = Q 584,27 \text{ mes}$$

Costo total:

$$Q_1 = Q 2 334,98 + Q 1 640,63 = Q 3 975,61$$

$$Q_2 = Q 3 194,28 + Q 584,27 = Q 3 778,54$$

Como se observa, el diámetro económico es de 5", por lo tanto ese se estará utilizando. Una vez encontramos el diámetro procedemos a calcular la carga dinámica total de la siguiente manera:

Carga dinámica total:

$$CDT = h_s + h_i + h_f + h_v + h_m$$

- Pérdidas por succión:

$$h_s = Cota_{salida\ del\ pozo} - Cota_{dinamico}$$

$$h_s = 450,00\ m - 425,00 = 25\ m$$

- Pérdidas por impulsión:

$$h_i = Cota_{descarga} - Cota_{pozo}$$

$$h_i = 505,45 - 450,00 = 55,45\ m$$

- Para pérdidas por fricción utilizamos la ecuación de Hazen y Williams:

$$h_f = \left(\frac{1\ 743,811 * 1\ 264,28 * 10,56^{1,85}}{150^{1,85} * 4,154^{4,87}} \right) = 15,83\ m$$

- Pérdidas por velocidad:

$$h_v = \frac{V^2}{2g} \quad V = \frac{Q}{A} \quad V = \frac{1,974 * Q}{\phi^2}$$

$$V = \frac{1,974 * 10,56}{4,154^2} = 1,20\ m$$

$$h_v = \frac{1,20^2}{2 * (9,81)} = 0,073\ m$$

- Pérdidas menores:

$$H_m = 10 \% h_f$$

$$H_m = 0,10(15,83) = 1,58$$

$$CDT = 25 + 55,45 + 15,83 + 0,073 + 1,58 = 97,93 \text{ mca}$$

- Potencia del equipo de bombeo:

$$Pot = \frac{CDT * Q_b}{76 * e}$$

Donde:

Pot = potencia de la bomba

CDT = carga dinámica total más sobrepresión

Q_b = caudal de bombeo 10,56 *lts/seg*

e = eficiencia de la bomba 60 %

$$Pot = \frac{CDT * Q_b}{76 * e}$$

$$Pot = \frac{97,93 * 10,56}{76 * 0,60} = 22,68 \text{ hp}$$

- Golpe de ariete

El golpe de ariete es una sobrepresión que se da por una perturbación en el sistema, esto quiere decir que hay un cambio de presión significativo, donde de forma muy rápida varía la energía elástica del fluido y de la tubería.

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{k}{E} * \frac{Di}{e}}}$$

Donde:

a = celeridad o velocidad de onda metros/seg.

k = módulo de elasticidad volumétrica del agua $20\,700\text{ kg/cm}^2$

E = módulo de elasticidad de la tubería de PVC $3 * 10^4\text{ kg/cm}^2$

Di = diámetro interno de la tubería de 4" $105,5116\text{mm}$

e = espesor de la pared de la tubería 4" $4,3942\text{mm}$

$$a = \frac{1\,420}{\sqrt{1 + \frac{20\,700}{3 * 10^4} * \frac{105,5116}{4,3942}}} = 338,79\text{m/s}$$

Ahora se calcula la velocidad para determinar la sobrepresión de la siguiente manera:

$$v = \frac{1,974 * Q}{d^2}$$
$$v = \frac{1,974 * 10,56}{4,3942^2} = 1,08\text{ m/s}$$

Ahora calculamos la sobrepresión de la siguiente manera:

$$P = \frac{a * v}{g}$$

Donde:

a = celeridad

v = velocidad de servicio

g = gravedad m/s^2

P = sobrepresión (m.c.a)

$$P = \frac{338,79 * 1,08}{9,81} = 37,21m. c. a$$

Ahora se procede a verificar si la tubería soporta esta sobrepresión causada por el golpe de ariete.

$$P_{max} = 37,21m. c. a + 60m. c. a = 97,21m. c. a$$

Convertimos de *m. c. a. a lb/in²*:

$$P_{max} = 97,21m. c. a * 1,419$$
$$P_{max} = 137,94 lb/in^2$$

Esto quiere decir que $P_{max} = 137.94lb/plg^2 < 160lb/plg^2$ resiste a la tubería de PVC de 160 psi.

3.4.2. Diseño hidráulico de red de distribución

Se le denomina red de distribución a un grupo de tuberías cuya función es proveer agua potable a los consumidores locales, para nuestro proyecto se analizará el tramo por ramales abiertos debido a cómo están ubicadas las viviendas y la distribución de agua se hará por gravedad, para nuestro proyecto se tomará como referencia el ramal 1 que va desde el tanque de almacenamiento de la Est 27 a la Est 61.

Para el análisis de nuestro proyecto se utiliza la *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistema rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*, tomando en cuenta las siguientes especificaciones:

Para el cálculo de la red de distribución se utiliza el caudal de hora máximo (caudal de distribución) y debemos encontrar el caudal unitario de vivienda. Las velocidades se considerarán de acuerdo a las normas UNEPAR con una velocidad mínima de 0,4 *sem/seg*. Y una máxima de 3,0 *m/seg*.

Las válvulas de aire se colocarán en los puntos más altos en la red de distribución principal del diseño de nuestro proyecto.

Las válvulas de limpieza se colocarán en los puntos más bajos en la red de distribución principal de diseño de nuestro proyecto

Para el análisis del cálculo de las presiones se considerarán las especificaciones como lo establecen las normas UNEPAR que deben cumplir con una mínima de 10 metros (presión de servicio) y una máxima de 60 metros (presión de servicio).

Para el cálculo de nuestro diseño de distribución de agua potable para cada determinado tramo se utilizará los mismos pasos que a continuación se mostrarán, tomando como referencia el tramo 1 como ejemplo.

Se procede a calcular la ecuación de continuidad para determinar la velocidad que pasa en un determinado tramo, de la siguiente manera:

$$Qu = \frac{QM_H}{T_{viviendas}}$$

Donde:

Qu = caudal unitario de vivienda lts/seg/vivienda

Q_{MH} = caudal máximo horario lts/seg

$T_{viviendas}$ = total, de viviendas actuales

$$Q_u = \frac{7,32}{325} = 0,0225 \text{ lts/seg/vivienda}$$

- Caudal de diseño del tramo

Ahora se procede a calcular el caudal de diseño del ramal 1 de la siguiente manera:

$$Q_{dis.} = Q_u * n$$

Donde:

$Q_{dis.}$ = caudal de diseño del tramo

Q_u = caudal unitario de vivienda

n = número de conexiones del tramo a diseñar

$$Q_{dis.} = 0,0225 * 194 = 4,365 \text{ lts/seg}$$

Se utilizará la ecuación de Hazen y Williams para despejar el diámetro y esta ser encontrada:

$$\emptyset = \left[\frac{1743,811 * 1876 * 1,05 * 4,37^{1,85}}{150^{1,85} * 17,90} \right]^{1/4,87} = 3,17$$

$$\emptyset = 4$$

$$\emptyset = 3$$

Una vez se encuentran estos diámetros se procede a calcular las pérdidas para ambos diámetros con la ecuación de HaZen y Williams de la siguiente manera:

$$hf_4 = \left[\frac{1\,743,811 * 1\,876 * 1,05 * 4,37^{1,85}}{150^{1,85} * 4^{4,87}} \right] = 5,79 \text{ m}$$

$$hf_3 = \left[\frac{1\,743,811 * 1\,876 * 1,05 * 4,37^{1,85}}{150^{1,85} * 3^{4,87}} \right] = 23,52 \text{ m}$$

Ahora se procede a encontrar las longitudes para cada diámetro de tubería de la siguiente manera:

$$L_2 = \left(\frac{H - H_1}{H_2 - H_1} \right) * L_{total}$$

$$L_1 = L_{total} - L_2$$

Donde:

L_2 = longitud con diámetro mayor

L_1 = longitud con diámetro menor

H = pérdida de hf

H_1 = pérdida que genera diámetro mayor

H_2 = pérdida que genera diámetro menor

L_{total} = longitud total tramo a diseñar

$$L_2 = \left(\frac{17,90 - 5,79}{23,52 - 5,79} \right) * 1\,876 * 1,05 = 1\,345$$

$$L_1 = 1\,876 * 1,05 - 1\,345 = 624,80$$

Ahora se procede a calcular las pérdidas reales de la siguiente manera:

$$hf_4 = \left[\frac{1\,743,811 * 624,80 * 4,37^{1,85}}{150^{1,85} * 4^{4,87}} \right] = 1,83 \text{ m}$$

$$hf_3 = \left[\frac{1\,743,811 * 1\,345 * 4,37^{1,85}}{150^{1,85} * 3^{4,87}} \right] = 16,06m$$

Ahora se procede a calcular la velocidad de la siguiente manera:

$$Vel = \frac{1,974 * 4,37}{(4,154)^2} = 0,5 \text{ m/s.}$$

Una vez teniendo esta calculamos la presión estática de la siguiente manera:

$$H = C_o - C_f$$

Donde:

H = presión estática

C_o =cota inicial

C_f = cota final

$$H = 505,45 - 487,55 = 17,90 \text{ m}$$

Ahora calculamos la cota piezométrica:

$$CP_{final} = CP_{inicial} - hf$$

Donde:

CP_{final} = cota piezométrica final del tramo

$CP_{inicial}$ = cota piezométrica inicial del tramo

hf = pérdida de carga

$$CP_{final} = CP_{inicial} - hf$$
$$CP_{final} = 490,61 - 1,55 = 489,06 \text{ m}$$

Ahora procedemos a calcular la presión dinámica:

$$PD = CP_{final} - Cf$$

Donde:

PD = presión dinámica

CP_{final} = cota piezométrica final

Cf = cota final

$$PD = 505,26 - 494,46 = 10,80 \text{ mca}$$

3.5. Diseño de tanque de almacenamiento

El crecimiento poblacional y la satisfacción de la demanda de agua para distintos fines en cantidad, tiempo y costo hacen que los tanques de almacenamiento de agua sean una opción para resolver esta situación.

Por lo tanto, su diseño, construcción, operación y mantenimiento son cruciales para asegurar el agua.

3.5.1. Volumen de almacenamiento del tanque

Para el cálculo del volumen del tanque de almacenamiento, tomaremos como referencia lo que establece la guía de *Normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano* de UNEPAR.

Se considera para su diseño el 25 al 40 % del caudal medio diario en el caso de sistema por gravedad, y de 40 a 65 % en sistemas por bombeo, entre los tanques de succión y distribución.

Para el cálculo del volumen de nuestro tanque utilizaremos el 40 %, utilizando la siguiente fórmula:

$$V = \frac{40 \% * Qm * 86\ 400}{1\ 000}$$
$$V = \frac{40 \% * 3,67 * 86\ 400}{1\ 000} = 95\ m^3$$

El volumen será de 100 m³.

3.5.2. Diseño de losa

El tanque tendrá unas dimensiones de 5m*5m por 4 metros de profundidad.

- Espesor de la losa:

$$t = \frac{Perimetro}{180}$$
$$t = \frac{2 * (5) + 2 * (5)}{180} = 0,11m$$

- Integración de cargas

- Cargas:

- Carga viva:

$$L. L. = 200\ kg/m^2$$

- Carga muerta:

$$P_p = \delta_c * 1,00 \text{ m} * b * t_{losa}$$

Donde:

P_p = peso propio de la losa (kg)

δ_c = peso específico del concreto (kg/m^3)

b = lado largo de la losa (kg)

t_{losa} = espesor de la losa (m)

$$P_p = 2\,400 \frac{kg}{m^3} * 1,00 \text{ m} * 0,11\text{m} * 5 \text{ m} = 1\,320 \text{ kg/m}^2$$

- Sobrecarga:

$$S_s = * 1,00 \text{ m} * b$$

Donde:

S_s =sobrecarga distribuida

b = lado largo de la losa (kg)

$$S_s = 90 \frac{kg}{m^2} * 1,00 \text{ m} * 5\text{m} = 450 \text{ kg/m}^2$$

$$D.L. = 1\,320 \text{ kg/m}^2 + 450 \text{ kgm/m}^2 = \frac{1\,770 \text{ kg/m}^2}{5} = 354 \text{ kg}$$

- Combinación de carga:

Tabla XLVIII. **Combinación de carga**

Cargas	Factor
Carga viva L.L.	1.7
Carga Muerta D.L.	1.4

Fuente: elaboración propia.

- Cargas mayoradas

$$Carga\ muerta\ uniforme\ total = 1,4 * D.L. = 495,60\ kg/m^2$$

$$Carga\ viva\ uniforme\ total = 1,7 * L.L. = 340\ kg/m^2$$

$$Carga\ uniforme\ totl\ (CU) = 1,7 * L.L + 1,4 * D.L. = 835,60\ kg/m^2$$

- Direccionalidad de las losas:

$$Rel: \frac{la}{lb} > 0,5\ Dos\ sentidos$$

$$Rel: \frac{la}{lb} < 0,5\ Un\ sentido$$

Donde:

La = lado corto

Lb = lado largo

$$Rel: \frac{5}{5} = 1 \geq 0,5\ Dos\ sentidos$$

- Momentos actuantes

- Momentos positivos:

$$Ma^{(+)} = C_{apos\ CM} * CM * la^2 + C_{apos\ CV} * CV * la^2$$

$$Mb^{(+)} = C_{bpos\ CM} * CM * lb^2 + C_{apos\ CV} * CV * lb^2$$

Donde:

C_{apos} = coeficiente positivo (revisar tablas de coeficientes para momentos positivos en losas).

CM = carga muerta uniforme.

CV = carga viva uniforme.

la = dimensión de la losa (lado corto).

lb = dimensión de la losa (lado largo).

$$m = \frac{la}{lb}$$

Donde:

m = relación lado de las losas

la = dimensión de la losa (lado corto)

lb = dimensión de la losa (lado largo)

$$Ma^{(+)} = 0,036 * 495,60_{kg/m} * 5,00_m^2 + 0,036 * 340_{kg/m} * 5_m^2 = 752,04_{kg-m}$$

$$Mb^{(+)} = 0,036 * 495,60_{kg/m} * 5,00_m^2 + 0,036 * 340_{kg/m} * 5_m^2 = 752,04_{kg-m}$$

- Momentos actuantes
 - Momentos negativos

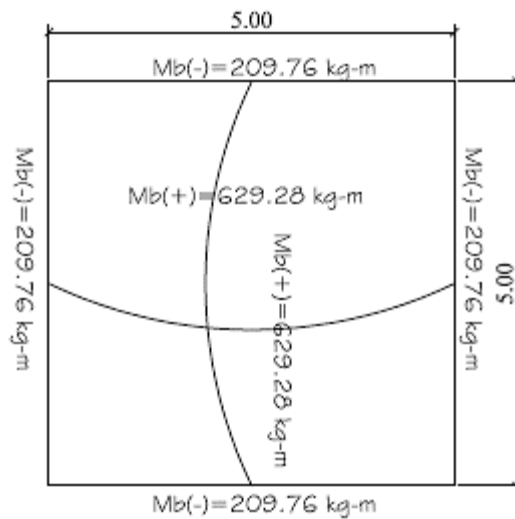
$$Ma^{(-)} = \frac{1}{3} (Ma)^{(+)}$$

$$Mb^{(-)} = \frac{1}{3} (752,04_{kg-m}) = 250,68_{kg-m}$$

$$Mb^{(-)} = \frac{1}{3}(Mb)^{(+)}$$

$$Mb^{(-)} \frac{1}{3}(752,04_{kg-m}) = 250,68_{kg-m}$$

Figura 46. **Momentos en losa**



Fuente: elaboración propia.

- Diseño de armado de losa

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

Donde:

d = distancia desde la fibra extrema superior a compresión hacia el centroide del refuerzo longitudinal a tensión.

t = espesor de la losa.

rec = recubrimiento.

\emptyset = diámetro de la varilla:

$$d = 11_{cm} - 2,5_{cm} - \frac{0,95}{2} = 8,025_{cm}$$

- Acero mínimo:

$$As_{min} = 0,4 * \frac{14,1}{fy} * b_w * d$$

Donde:

As_{min} = acero mínimo

fy = resistencia especificada a la fluencia del refuerzo kg/cm^2

b_w = franja tributaria cm

d = distancia desde la fibra extrema superior a compresión hacia el centroide del refuerzo longitudinal a tensión:

$$As_{min} = 0,4 * \frac{14,1}{2810} * 100 * 8,025 = 1,61_{cm^2}$$

- Espaciamiento máximo

Con base en las especificaciones que nos indica el ACI 318-19 en su capítulo 8 sobre losas en dos direcciones, en su sección 8.7 con el detalle del refuerzo y la sección 8.7.2.2.

Las losas macizas no preesforzadas, el espaciamiento máximo (s) del refuerzo longitudinal corrugado debe ser el menor entre 3 h y 450 mm.

3 h y 450 mm pulg o 3 h y 45 cm se toma el menor

Donde:

h = Espesor de la losa

3(11)y 45 cm

33 y 45 cm

Se calcula el espaciamiento del refuerzo para una franja de 100 cm, se utilizará una varilla de *Diametro* (\emptyset) No.3 y se procede a calcular el espaciamiento de la varilla de refuerzo por medio de una regla de 3 de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} 100 \text{ cm} &\rightarrow A_s(\text{cm}^2) \\ S &\rightarrow A_{S \text{ VAR}} \#3(\text{cm}^2) \\ S &= \frac{0,71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}}{1,4 \text{ cm}^2} = 50,36 \text{ cm} \end{aligned}$$

- Cálculo de la nueva área de A_s

$$\begin{aligned} A_s \text{ nuevo} &\rightarrow 100 \\ 0,71 &\rightarrow 33 \\ A_{s \text{ nuevo}} &= \frac{100 \text{ cm} * 0,71 \text{ cm}^2 *}{33} = 2,15 \text{ cm} \end{aligned}$$

- Momento máximo que resiste el acero mínimo:

$$\begin{aligned} Mu &= \Phi(A_s * f_y * (d - \frac{A_s * f_y}{1,7 * f'_c * b})) \\ Mu &= 0,90 * (2,15 * 2810 * (8,025 - \frac{2,15 * 2810}{1,7 * 210 * 100})) = 427,15_{kg-m} \end{aligned}$$

$$Mu = 427,15_{kg-m}$$

- Cálculo de acero respecto del momento:

$$A_s = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'_c}} \right] * 0,85 * \frac{f'_c}{f_y}$$

Donde:

A_s = área de acero respecto del momento cm^2 .

f'_c = resistencia especificada a la compresión del concreto kg/cm^2 .

f_y = resistencia especificada a la fluencia del refuerzo kg/cm^2 .

Mu = momento positivo o negativo de la losa $kg - m$.

b = franja tributaria cm .

d = distancia desde la fibra extrema superior a compresión hacia el centroide del refuerzo longitudinal a tensión:

$$A_s = \left[100 * 8,03 - \sqrt{(100 * 8,03)^2 - \frac{427,15 * 100}{0,003825 * 210}} \right] * 0,85 * \frac{210}{2810} = 2,15 cm^2$$

$$A_s = 2,15 cm^2$$

$$A_{s\ max} = 40 \% (0,5 * 0,85 * 0,85 * \frac{f'_c}{f_y} \left(\frac{6090}{6090 * f_y} \right) * b * d$$

- Determinando el acero máximo

$$A_{s\ max} = 40 \% (0,5 * 0,85 * 0,85 * \frac{210}{2810} \left(\frac{6090}{6090 * 2810} \right) * 100 * 8,03 = 5,93 cm^2$$

$$S = \frac{0,71_{cm^2} * 100_{cm}}{2,15_{cm^2}} = 30 \text{ cm}$$

El armado de la losa queda de la siguiente manera. Se utilizará una varilla No. 3, grado 40, con espaciamentos a cada 30 cm.

Ahora procedemos a calcular el número de varillas para una franja unitaria de 100 cm, de la siguiente manera:

$$\text{No. de varillas} = \frac{A_s}{A_{s,var \# 3}}$$

Donde:

A_s = área de acero para un momento dado (cm^2)

$A_{s,var \# 3}$ = área de acero de la varilla a utilizar (cm^2)

$$\text{No. de varillas} = \frac{2,15}{0,71} = 3,03 \cong 3$$

- Losa inferior del tanque

Para el diseño inferior de la losa del tanque se hará de la misma forma que la losa superior del tanque, excepto que utilizaremos un espesor de 20 cm, esto con el fin de reducir el área de acero de refuerzo de la misma y la carga que se le aplica cuando el tanque se encuentre lleno.

$$c_w = \frac{\delta_w * 1m * h_w * b}{b}$$

Donde:

C_w = carga distribuida por el agua (kg/m)

δ_w = peso específico del agua $1000 kg/m^3$

h_w = altura interna del agua (m)

b = lado largo de la losa (m)

$$C_w = \frac{1\,000\, kg/m^3 * 1\, m * 4\, m * 5\, m}{5\, m} = 4\,000\, kg/m$$

Momentos actuantes:

$$M_a(+)= 5\,644,80\, kg * m$$

$$M_b(+)= 5\,644,80\, kg * m$$

$$M_a(-)= 1\,881,60\, kg * m$$

$$M_b(-)= 1\,881,60\, kg * m$$

Acero mínimo:

$$A_{s_{min}} = 0,4 * \frac{14,1}{f_y} * b_w * d$$

$$A_{s_{min}} = 3,3\, cm^2$$

- Espaciamiento máximo

$3h$ y $450\, mm$ pulg o $3h$ y $45\, cm$ se toma el menor

$3(20)$ y $45\, cm$

60 y $45\, cm$

Se tomará 45 cm como el espaciamiento máximo. Para la losa inferior se propone una varilla de diámetro $\phi = 4$ y se calcula el espaciamiento de la varilla de la siguiente manera:

$$100 \text{ cm} \rightarrow A_s(\text{cm}^2)$$

$$S \rightarrow A_{S \text{ VAR} \#4}(\text{cm}^2)$$

$$S = \frac{0,71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}}{1,4 \text{ cm}^2} = 50,36 \text{ cm}$$

Figura 47. **Volúmenes a analizar en el tanque de almacenamiento**

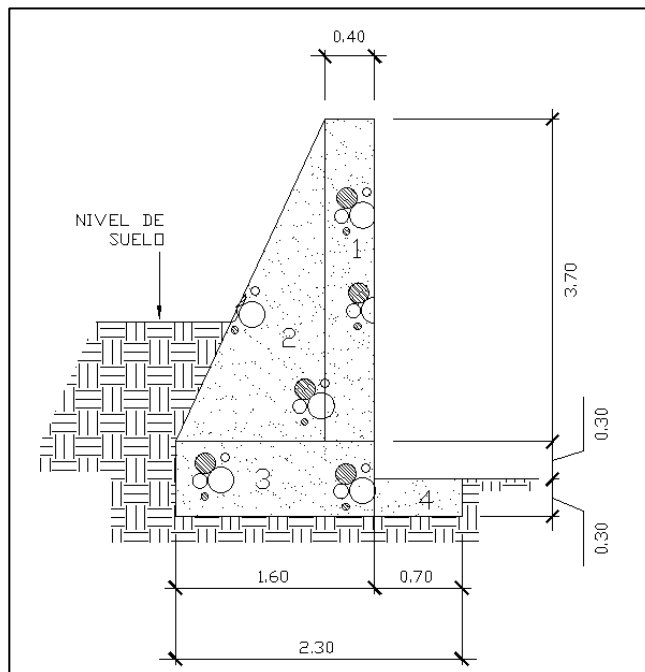


FIGURA	PESO (KG)		BRAZO (M)	MOMENTO (KG-M)
1	0.40*3.70*2400	3552	1.4	4972.80
2	0.5*1.2*3.70*2400	5328	0.8	4262.40
3	1.6*0.6*2400	2304	0.6	1382.40
4	0.70*0.3*2400	504	1.95	982.80
	losa	835.6	2.5	2089.00

Fuente: elaboración propia.

$$W_{TOTAL} = 12523,6 \text{ kg}$$

$$M_{TOTAL} = 13689,40 \text{ kg} - m$$

Donde:

W_{TOTAL} = peso total del muro

M_{TOTAL} = momento que resiste el muro

Ahora se procede a calcular la fuerza que el suelo ejerce hacia el muro de la siguiente manera:

$$P_{activa} = \frac{\gamma * H^2}{2} * k_a$$

Donde:

P_{activa} = carga que ejerce el suelo sobre el muro

γ = peso específico del suelo $1600 \text{ (kg/m}^3\text{)}$

H = altura del suelo desde la base del muro

k_a = coeficiente de presión activa

$$K_a = \frac{1 - \text{sen}(\phi)}{1 + \text{sen}(\phi)}$$

Donde:

K_a = coeficiente de presión activa

ϕ = ángulo de fricción interna

$$K_a = \frac{1 - \text{sen}(30^\circ)}{1 + \text{sen}(30^\circ)} = 0,321$$

$$P_{\text{activa}} \frac{1\ 600 * 4^2}{2} * 0,321 = 4108,80 \text{ kg/m} * 1\text{m}$$

$$P_{\text{activa}} = 4108,80 \text{ kg}$$

Ahora se procede a calcular los chequeos para verificar que el muro sea estable y funcional, de la siguiente manera:

- Volteo:

$$M_v = P_{\text{activa}} * \frac{H}{3}$$

Donde:

M_v = momento de volteo

P_{activa} = carga que ejerce el suelo sobre el muro

H = altura del suelo desde la base del muro

$$M_v = 4108,80 * \frac{4}{3} = 5478,40 \text{ kg} - \text{m}$$

La relación del momento estabilizador y el momento de volteo debe ser $\geq 1,50$ para que el muro sea seguro contra el volteo:

$$\text{Factor de seguridad} = \frac{\text{Momento resistente}}{\text{Momento de volteo}}$$

$$\text{Factor de seguridad} = \frac{13689,40}{5478,40} = 2,49$$

$$2,49 > 1,50$$

- Deslizamiento

$$\text{Factor de seguridad} = \frac{\text{Fuerzas estabilizadoras}}{\text{Fuerzas actuantes}}$$

Donde:

Fuerza estabilizadora = fuerza de fricción

Fuerzas actuantes = empuje horizontal del suelo

$$\text{Factor de seguridad} = \frac{0,52 * 12523,60}{4108,80} = 1,58$$

$$1,58 > 1,50$$

- Capacidad de soporte:

$$q_{max} = \frac{W}{B * L} * \left(1 + \frac{6 * e}{L}\right)$$

$$q_{min} = \frac{W}{B * L} * \left(1 - \frac{6 * e}{L}\right)$$

Donde:

q = presión en el terreno

W = peso total del muro

B = franja unitaria de 1 m

e = excentricidad

L = ancho de la base del muro

- Excentricidad:

$$e = 0,09 \text{ m}$$

$$q_{max} = \frac{12523,6 \text{ kg}}{1 \text{ m} * 2 \text{ m}} * \left(1 + \frac{6 * 0,09 \text{ m}}{2 \text{ m}}\right) = 7952,49 \text{ kg/m}^2$$

$$q_{min} = \frac{12523,6 \text{ kg}}{1 \text{ m} * 2 \text{ m}} * \left(1 - \frac{6 * 0,09 \text{ m}}{2 \text{ m}}\right) = 4571,11 \text{ kg/m}^2$$

3.6. Tipos de tubería a utilizar

- Tubería de PVC
- Tubería de hierro galvanizado

3.6.1. Válvula de limpieza

Las válvulas de limpieza se utilizan para extraer las sedimentaciones acumuladas en los puntos más bajos de la tubería. Estas válvulas están compuestas por una te, a la cual se conectan lateralmente un niple y una válvula de compuerta, que se puede abrir para que por medio del agua se desalojen de la tubería todos los sedimentos acumulados.

3.6.2. Válvula de aire

Estas válvulas tienen la función de expulsar el aire acumulado en la tubería en los puntos más altos de la misma, evitando burbujas de aire que encierran el libre paso de agua.

3.6.3. Válvulas de compuerta

Son válvulas cuya función es el descenso progresivo de una compuerta, evitando así que no se produzca el golpe de ariete. Esta válvula se utiliza principalmente para regular el paso de agua en los diferentes ramales que componen la red de distribución.

Tabla XLIX. Presupuesto

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)					
DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD - SITIO DE LAS FLORES, ASUNCION MITA, JUTIAPA, GUATEMALA -					
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	PRELIMINARES	GLOBAL	1		Q 3 230,28
1.1	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	DIA	6,00	Q 100,00	Q 3 230,28
1.2	TRAZO Y NIVELACIÓN	ML	1 000,00	Q 210,00	Q 16 635,08
2	TUBERIA DE CONDUCCIÓN	ML	1 204	Q 86 44	Q 104 073,66
2.1	TUBERIA DE PVC Φ 4" 160 PSI	UNIDAD	201,00	Q 300,00	Q 60 300,00
2.2	TUBERIA DE HG PARA EL TANQUE	UNIDAD	4,00	Q 210,00	Q 840,00
3	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	M3	97,4	Q 494 97	Q 48 209,85
3.1	LOSA	M2	25	Q 686,61	Q 17 165,25
3.2	MURO	M3	97,4	Q 494,97	Q 48 209,85
4	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN	ML	4135	Q 86,76	Q 358 736,74
4.1	TUBERIA DE PVC Φ 4" 160 PSI	TUBOS	125,00	Q 300,00	Q 78 423,69
4.2	TUBERIA DE PVC Φ 3" 160 PSI	TUBOS	235,00	Q 190,00	Q 111 580,85
4.3	TUBERIA DE PVC Φ 2" 160 PSI	TUBOS	103,00	Q 90,00	Q 36 101,11
4.4	TUBERIA DE PVC Φ 1 1/2" 160 PSI	TUBOS	174,00	Q 60,00	Q 51 799,88
4.5	TUBERIA DE PVC Φ 1" 160 PSI	TUBOS	98,00	Q 35,00	Q 20 208,26
4.6	TUBERIA DE PVC Φ 3/4" 160 PSI	TUBOS	28,00	Q 30,00	Q 60 622,94
5	CAJAS	UNIDAD	14	Q 785,51	Q 10 997,10
6	VÁLVULAS	UNIDAD	14	Q 3 076,65	Q 43 073,10
TOTAL DEL PROYECTO					Q 585 485,98

Fuente: elaboración propia.

Tabla L. **Cronograma de ejecución**

CRONOGRAMA DE EJECUCION							
PROYECTO		DISEÑO DE UNA ESCUELA					
DIRECCION		SAN JUAN LA ISLA, MUNICIPIO DE ASUNCION MITA, JUTIAPA, GUATEMALA					
MES		1	2	3	4	5	6
No.	DESCRIPCION						
1	LINEA DE CONDUCCION						
2	TANQUE DE ALMACENAMIENTO						
3	RED DE DISTRIBUCION PRINCIPAL						
4	CONEXIONES DOMICILIARIAS						

Fuente: elaboración propia.

Continuación de la tabla LI.

1.2. Información legal (persona individual o jurídica)						
Nombre del propietario y/o Representante Legal		Municipalidad de Asunción Mita				
Código Único de Identificación (CUI) del Documento Personal de Identificación (DPI)						
Razón social						
Nombre Comercial						
No. De Escritura Constitutiva						
Fecha de constitución						
Patente de Sociedad		Registro No.		Folio No.		Libro No.
Patente de Comercio		Registro No.		Folio No.		Libro No.
Patente de Comercio (Sucursal)		Registro No.		Folio No.		Libro No.
Finca donde se ubica el Proyecto		Finca No.	Folio No.	Libro No.	de	
Número de RTU						
1.3. Información de contacto del proponente						
Teléfono			Correo electrónico			
Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal)		(Identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)				
1.4. Información de contacto de Profesional de apoyo						
Si para consignar la información en este formato fue apoyado por un profesional, anote la siguiente información:						
Nombre		Profesión				
Teléfono		Correo electrónico				
No. De Licencia de Consultor (Si aplica)						
1.5. Fases de desarrollo del Proyecto						
Fase de construcción		Fase de operación		Fase de abandono		
¿Aplica? Si/No		¿Aplica? Si/No		¿Aplica? Si/No		
En caso no aplique alguna de las fases, justificarse:						
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO						
Realizar una breve descripción del Proyecto, mencionando las fases que abarcará (construcción, operación y/o abandono), así como las actividades más relevantes de cada fase. Tomar como referencia los planos de distribución del Proyecto.						
El diseño comprende de un sistema de agua potable por bombeo (conducción), y por gravedad (distribución), en la cual se estará beneficiando 1625 habitantes, se diseñará un tanque de almacenamiento de 100m ³ , y la red de distribución será abierta, la conexión que se utilizará será domiciliar y la fuente es de un pozo mecánico.						
Establecer las coordenadas donde se ubicará su proyecto.						
Coordenadas geográficas (en grados, minutos, segundos; o grados decimales)						
Latitud		Norte 14°13'44.0" Oeste 89°36'07.3"				
Longitud		14.229066385045712, -89.6024850720919				

Continuación de la tabla LI.

2.1. Área de Influencia Indirecta del Proyecto						
Describir detalladamente las características más importantes cercanas al Proyecto (viviendas, barrancos, cuerpos de agua, hospitales, iglesias, centros educativos, centros culturales, áreas protegidas, etc.)						
Dirección	Descripción del entorno					Distancia (metros)
Norte	Iglesia profética Rosa de Saron "Betesda"					140 m
Sur	El Salvador					2000 km
Este	Laguna de Guija					5km
Oeste	Iglesia profética obreros de Cristo					366 m
2.2. Área de Influencia Directa del Proyecto						
Actividades colindantes al Proyecto (vecindad inmediata).						
Norte	Aldea San Joaquín					
Sur	El Salvador					
Este	Comunidad San Juan la Isla					
Oeste	Laguna de Atescatempa					
Indicar si se encuentra en área urbana, rural o mixta:					rural	
2.3. Exposición a riesgos						
Indicar con una "X" los riesgos a los que se está expuesto por la ubicación del Proyecto.						
Inundación		Explosión		Deslizamientos		Erupciones
Derrumbes		Sismos	x	Incendios		Biológicos
Otros (explicar)						
2.4. Área del Proyecto						
En Sistema Internacional (metros cuadrados, hectáreas, o como corresponda).						
<ul style="list-style-type: none"> Área del terreno: área que tiene toda la propiedad, finca o terreno. Área de ocupación: área de intervención que tiene el proyecto en el primer nivel o planta baja. Área de construcción: área total que tiene la intervención del proyecto, desde su planta baja hacia niveles superiores. 						
<p>Área del terreno: _____</p> <p>Área de ocupación: _____</p> <p>Área de construcción: _____</p>						
2.5. Descripción de las fases de desarrollo del Proyecto						
Proporcionar una descripción de las actividades que apliquen y serán efectuadas en el Proyecto. Puede utilizar hojas adicionales de ser necesario, especificando los temas a tratar. ^o						
Fase de construcción	Actividades a realizar	Perforación del pozo y zanjeo				
	Insumos necesarios	Bentonita				
	Maquinaria y equipo	Perforadora				
	Horario de trabajo	7.00 am a 5:00 pm				
	Contratación de personal	Un contratista desarrollara la construcción del proyecto				
	Otros de relevancia					
Fase de operación	Actividades o procesos	Bombeo de agua potable				
	Materia prima e insumos	Cloro				
	Maquinaria y equipo	Bomba, motor, válvulas, tubería etc				
	Productos y subproductos (bienes y servicios)	Extracción de agua potable				
	Horario de trabajo	12 horas				
	Contratación de personal	1 guardián				
Otros de relevancia						
Fase de abandono	Acciones a tomar en caso de cierre o abandono del Proyecto	No se contempla el abandono de este proyecto a mediano pozo, si en caso se diese el abandono, el proponente presentara el instrumento respectivo al ministerio de ambiente.				

Continuación de la tabla LI.

2.6. Información específica de insumos							
<ul style="list-style-type: none"> En el caso de equipo eléctrico, considerar los lineamientos del Acuerdo Gubernativo No. 194-2018 "Reglamento para la Gestión Integral de Bifenilos Policlorados (PCB) y Equipos que lo Contienen". En el caso de refrigerantes, agroquímicos o aceites dieléctricos a utilizar, especificar tipo y considerar el Convenio de Estocolmo, Protocolo de Montreal y Enmienda de Kigali, Convenio de Basilea, ratificados y vigentes, entre otros que aplique. Remitirse al Departamento de Coordinación para el Manejo Ambientalmente Racional de Productos Químicos y Desechos Peligrosos en Guatemala, del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Por uso o almacenamiento de hidrocarburos, ver requisito 10. 							
Agua	Forma de suministro	Si/No	Consumo (mensual)	Forma de almacenamiento	Uso y medidas de seguridad	Proveedor	
	Servicio municipal	si		Tanque		MUNICIPAL	
	Servicio privado						
	Pozo manual						
	Pozo mecánico						
	Superficial						
Otro							
Combustibles	Tipo	Si/No	Consumo (mensual)	Forma de almacenamiento	Uso y medidas de seguridad	Proveedor	
	Gasolina						
	Diésel						
	Bunker						
	GLP						
Otro							
Lubricantes	Solubles						
	No solubles						
Energía eléctrica	Forma de suministro	Si/No	Consumo (mensual)	Uso y medidas de seguridad		Proveedor	
	Público	si					
	Privado						
	Propio						
Equipo eléctrico	Tipo	Si/No	Uso y medidas de seguridad		Forma de mantenimiento y proveedor		
	Transformadores						
	Condensadores						
	Capacitores						
	Inductores eléctricos						
	Otro equipo que contenga aceite dieléctrico						
	En caso afirmativo indicar lo siguiente:						
	Usuario (correo electrónico) registrado en el Sistema de Información de PCB:						
	Número de equipos con aceite dieléctrico en la institución:						
	Número de equipos clasificados como:			Sospechoso de PCB:			
Bajo Nivel de PCB:							
Contaminado con PCB (mayor a 50 ppm de PCB):							

Continuación de la tabla LI.

Otros	Tipo Especificar:	Consumo (mensual)	Forma de almacenamiento	Uso y medidas de seguridad	Proveedor
Refrigerantes (para A/C u otro sistema de enfriamiento)					
Agroquímicos y fertilizantes (COP's, organofosforados, fertilizantes nitrogenados, etc.)					
Baterías de Ácido Plomo y Litio					
Otros gases (hospitalarios, O ₂ , N ₂ , C ₂ H ₂ , etc.)					
3. IMPACTOS AL AIRE Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN					
3.1. Gases y material particulado					
<p>Por uso de la maquinaria que genera gases de combustión y vibraciones. ¿Las actividades o acciones en las fases de construcción, operación y/o abandono del Proyecto, producirán gases o partículas (Ejemplo: polvo, humo, niebla, material particulado, ceniza, etc.) que se dispersarán en el aire? Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generarán.</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px;">No producirá nada de lo antes ya mencionado.</p> <p>¿Qué se hace o se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Darle mantenimiento a la maquinaria y estar regando el suelo proveniente de excavación</p>					
3.2. Fuentes de radiaciones (ionizantes / no ionizantes)					
<p>¿Las actividades o acciones en las fases de construcción, operación y/o abandono del Proyecto, producirán radiaciones de tipo ionizante o no ionizante? Justificar su respuesta.</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px;">No se producirá radiación</p> <p>¿Qué se hace o se hará para controlar las radiaciones ionizantes o no ionizantes para que no impacten el vecindario o a los trabajadores?</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></p>					
3.3. Ruidos y vibraciones					
<p>Las actividades o acciones en las fases de construcción, operación y/o abandono del Proyecto ¿producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones? ¿En dónde se genera el sonido y/o las vibraciones? (ejemplo: maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.)</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Maquinaria</p> <p>¿Qué acciones se toman o tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores?</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Trabajar en un horario adecuado para no perjudicar a las personas</p>					
3.4. Olores					
<p>Las actividades o acciones en las fases de construcción, operación y/o abandono del Proyecto, ¿generan olores? Explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores.</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px;">NO</p> <p>Explicar qué se hace o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente.</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></p>					

Continuación de la tabla LI.

4. IMPACTOS AL AGUA Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
4.1. Aguas residuales	
Deberá consultar el Acuerdo Gubernativo No. 236-2006 "Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos" y sus Reformas.	
Fase de construcción	
¿Qué tipo de aguas residuales (aguas servidas) se generarán? Marcar con una X la información.	<input checked="" type="checkbox"/> Aguas residuales de tipo ordinario (domésticas) <input type="checkbox"/> Aguas residuales de tipo especial (incluye la mezcla de tipo ordinario y especial) <input type="checkbox"/> Otro
Describir el manejo y las medidas de mitigación a aplicarse para las aguas residuales a generarse. En la etapa de construcción el contratista tiene que colocar como mínimo un baño y un lavado por cada	
Empleados y lo mismo se aplica si se encuentran trabajadoras del género femenino a esos baños se les debe proveer mantenimiento regular a través de una empresa especializada abalada por el ministerio de ambiente.	
Fase de operación	
¿Qué tipo de aguas residuales (aguas servidas) se generarán? Marcar con una X la información.	<input checked="" type="checkbox"/> Aguas residuales de tipo ordinario (domésticas) <input type="checkbox"/> Aguas residuales de tipo especial (incluye la mezcla de tipo ordinario y especial) <input type="checkbox"/> Otro
Indicar caudal de agua residual a generarse (de tipo ordinario y/o especial). 120 litros de agua al día aproximadamente	
Indicar el o los lugar(es) de descarga(s) de las aguas residuales a generarse (alcantarillado sanitario, cuerpo receptor). Adjuntar en un mapa o croquis, el o los lugares de descarga como Anexo. Los baños portátiles almacenan los desechos generados y la empresa contratada será encargada de proveer la extracción de dicho material.	
Según Acuerdo Gubernativo No. 236-2006 y por las características del Proyecto, ¿es necesario implementar sistema de tratamiento de aguas residuales? Justificar su respuesta. No es necesario	
Sistema de tratamiento de aguas residuales	
Describir el sistema de tratamiento que se propone para dar tratamiento a las aguas residuales previo a su disposición, así como el tratamiento y la disposición de lodos (usar hojas adicionales, adjuntando manual de operación y mantenimiento).	
4.2. Agua de lluvia (aguas pluviales)	
¿Existen impermeabilizaciones que generen escorrentías, que impidan la infiltración natural del agua de lluvia durante todas las fases del proyecto? NO aplica	
Explicar la forma de captación, conducción y el punto de descarga del agua de lluvia (zanjones, cunetas, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, entre otros) No aplica	

Continuación de la tabla LI.

5. IMPACTOS AL SUELO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN																							
5.1. Cambio de Uso del suelo																							
Por la ubicación y las características del proyecto, ¿se producirá algún cambio en el uso del suelo?																							
Si																							
¿Qué acciones o medidas de mitigación se plantean para adecuarse a las áreas colindantes del Proyecto?																							
Será beneficiosa debido ha se abastecerá a la comunidad con agua potable.																							
5.2. Geomorfología																							
¿Existirá movimientos de tierra? Justificar. Si su respuesta es afirmativa, indique la cantidad.																							
Afirmativo, 52 metros cúbicos																							
5.3. Calidad del suelo																							
<p>Residuos y desechos comunes: Aquellos cuya naturaleza no representa, en sí misma, un riesgo especial a la salud humana o al ambiente; por lo que no poseen características tóxicas, corrosivas, reactivas, explosivas, patológicas, infecciosas, punzocortantes, u otras de similar riesgo.</p> <p>Residuos y desechos peligrosos. Entiéndase los peligrosos aquellos que poseen al menos una de las siguientes características: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable, biológico-infecciosos. Incluye los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos –RAEE. Pueden ser luminarias (lámparas), solventes, baterías (cadmio, ácido plomo, litio, etc.), desechos hospitalarios, etc.</p> <p>Residuos y desechos de manejo especial: Aquellos que, aunque no posean las características de los residuos y desechos peligrosos, requieren de un manejo específico, en virtud de su tamaño, volumen, complejidad o potencial de riesgo de algunos de sus componentes.</p>																							
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">Generación de residuos y desechos sólidos comunes. Marcar con una X la cantidad de residuos y desechos a generarse.</p> </td> <td style="width: 40%; padding: 5px;"> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; border: 1px solid black;"><input type="checkbox"/></td><td>Hasta 5 kg/día</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;"><input type="checkbox"/></td><td>De 5 a 20 kg/día</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;"><input type="checkbox"/></td><td>De 20 a 100 kg/día</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;"><input type="checkbox"/></td><td>Mayor a 100 kg/día</td></tr> </table> </td> </tr> </table> <p>Determinar la cantidad de residuos y desechos a generar (en kg/día), según tipo de clasificación (ejemplo: orgánico e inorgánico). Considerar los lineamientos estipulados en el Acuerdo Ministerial 7-2019 "Guía para elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes".</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">Fase de construcción</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Fase de operación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">Remover una capa vegetal generada por el renglón de limpieza del terreno, e inorgánico generada principalmente por empaques de alimentos y remanentes de materiales de construcción</td> <td style="padding: 5px;">Químicos para el tratamiento de agua potable.</td> </tr> </tbody> </table> <p>Describir acciones de reducción, reúso y clasificación para valorización. Considerar los lineamientos estipulados en el Acuerdo Ministerial 6-2019 "Guía para la identificación Gráfica de los Residuos Sólidos Comunes".</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">Fase de construcción</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Fase de operación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">Un colindante utilizara el material obtenido de la remoción de vegetación del terreno como abono.</td> <td style="padding: 5px;">Por el tipo de desecho generado esto no aplica ninguna medida.</td> </tr> </tbody> </table> <p>Describir el manejo de los residuos y desechos sólidos a generar, tales como el acopio, almacenamiento, extracción, tratamiento y/o disposición final.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">Fase de construcción</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Fase de operación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">Del material excavado se dispondrá hacia vertedero autorizado. Material inorgánico hacia vertedero municipal</td> <td style="padding: 5px;">Desecho ordinario, se dispondrá hacia vertedero municipal, los contenedores vacíos de los químicos utilizados del tratamiento se dispondrán con un proveedor avalado</td> </tr> </tbody> </table>		<p style="text-align: center;">Generación de residuos y desechos sólidos comunes. Marcar con una X la cantidad de residuos y desechos a generarse.</p>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; border: 1px solid black;"><input type="checkbox"/></td><td>Hasta 5 kg/día</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;"><input type="checkbox"/></td><td>De 5 a 20 kg/día</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;"><input type="checkbox"/></td><td>De 20 a 100 kg/día</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;"><input type="checkbox"/></td><td>Mayor a 100 kg/día</td></tr> </table>	<input type="checkbox"/>	Hasta 5 kg/día	<input type="checkbox"/>	De 5 a 20 kg/día	<input type="checkbox"/>	De 20 a 100 kg/día	<input type="checkbox"/>	Mayor a 100 kg/día	Fase de construcción	Fase de operación	Remover una capa vegetal generada por el renglón de limpieza del terreno, e inorgánico generada principalmente por empaques de alimentos y remanentes de materiales de construcción	Químicos para el tratamiento de agua potable.	Fase de construcción	Fase de operación	Un colindante utilizara el material obtenido de la remoción de vegetación del terreno como abono.	Por el tipo de desecho generado esto no aplica ninguna medida.	Fase de construcción	Fase de operación	Del material excavado se dispondrá hacia vertedero autorizado. Material inorgánico hacia vertedero municipal	Desecho ordinario, se dispondrá hacia vertedero municipal, los contenedores vacíos de los químicos utilizados del tratamiento se dispondrán con un proveedor avalado
<p style="text-align: center;">Generación de residuos y desechos sólidos comunes. Marcar con una X la cantidad de residuos y desechos a generarse.</p>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; border: 1px solid black;"><input type="checkbox"/></td><td>Hasta 5 kg/día</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;"><input type="checkbox"/></td><td>De 5 a 20 kg/día</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;"><input type="checkbox"/></td><td>De 20 a 100 kg/día</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;"><input type="checkbox"/></td><td>Mayor a 100 kg/día</td></tr> </table>	<input type="checkbox"/>	Hasta 5 kg/día	<input type="checkbox"/>	De 5 a 20 kg/día	<input type="checkbox"/>	De 20 a 100 kg/día	<input type="checkbox"/>	Mayor a 100 kg/día														
<input type="checkbox"/>	Hasta 5 kg/día																						
<input type="checkbox"/>	De 5 a 20 kg/día																						
<input type="checkbox"/>	De 20 a 100 kg/día																						
<input type="checkbox"/>	Mayor a 100 kg/día																						
Fase de construcción	Fase de operación																						
Remover una capa vegetal generada por el renglón de limpieza del terreno, e inorgánico generada principalmente por empaques de alimentos y remanentes de materiales de construcción	Químicos para el tratamiento de agua potable.																						
Fase de construcción	Fase de operación																						
Un colindante utilizara el material obtenido de la remoción de vegetación del terreno como abono.	Por el tipo de desecho generado esto no aplica ninguna medida.																						
Fase de construcción	Fase de operación																						
Del material excavado se dispondrá hacia vertedero autorizado. Material inorgánico hacia vertedero municipal	Desecho ordinario, se dispondrá hacia vertedero municipal, los contenedores vacíos de los químicos utilizados del tratamiento se dispondrán con un proveedor avalado																						

Continuación de la tabla LI.

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 10px;"> Generación de residuos y desechos peligrosos. Marcar con una X la cantidad de residuos y desechos a generarse. </div> <p>Explicar el manejo interno y el acopio de los residuos y desechos peligrosos dentro del proyecto.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">Fase de construcción</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Fase de operación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Debido a que no se generan desechos peligrosos no aplica</td> <td style="text-align: center;">Debido a que no se generan desechos peligrosos no aplica</td> </tr> </tbody> </table> <p>Indique forma de tratamiento y/o disposición final de los residuos y desechos peligrosos.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">Fase de construcción</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Fase de operación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">No aplica</td> <td style="text-align: center;">No aplica</td> </tr> </tbody> </table> <p>Indicar las medidas a adoptar para la correcta gestión de equipos con aceite dieléctrico a fin de prevenir la contaminación con PCB, indicando la actividad a realizar y plazos de estas:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 40%;">• Compra de equipos con aceite dieléctrico:</td> <td style="text-align: center;">No</td> </tr> <tr> <td>• Inventario de equipos:</td> <td style="text-align: center;">No aplica</td> </tr> <tr> <td>• Análisis químico y etiquetado:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>• Operación y mantenimiento:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>• Almacenamiento Temporal:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>• Disposición final:</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Fase de construcción	Fase de operación	Debido a que no se generan desechos peligrosos no aplica	Debido a que no se generan desechos peligrosos no aplica	Fase de construcción	Fase de operación	No aplica	No aplica	• Compra de equipos con aceite dieléctrico:	No	• Inventario de equipos:	No aplica	• Análisis químico y etiquetado:		• Operación y mantenimiento:		• Almacenamiento Temporal:		• Disposición final:		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 20px; height: 15px;"></td> <td>Hasta 0.5 kg/mes</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 15px;"></td> <td>De 0.5 a 5 kg/mes</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 15px;"></td> <td>De 5 a 50 kg/mes</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 15px;"></td> <td>Mayor a 50 kg/mes</td> </tr> </tbody> </table>		Hasta 0.5 kg/mes		De 0.5 a 5 kg/mes		De 5 a 50 kg/mes		Mayor a 50 kg/mes
Fase de construcción	Fase de operación																												
Debido a que no se generan desechos peligrosos no aplica	Debido a que no se generan desechos peligrosos no aplica																												
Fase de construcción	Fase de operación																												
No aplica	No aplica																												
• Compra de equipos con aceite dieléctrico:	No																												
• Inventario de equipos:	No aplica																												
• Análisis químico y etiquetado:																													
• Operación y mantenimiento:																													
• Almacenamiento Temporal:																													
• Disposición final:																													
	Hasta 0.5 kg/mes																												
	De 0.5 a 5 kg/mes																												
	De 5 a 50 kg/mes																												
	Mayor a 50 kg/mes																												
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 10px;"> Generación de residuos y desechos de manejo especial. Marcar con una X la cantidad de residuos y desechos a generarse. </div> <p>Explicar el manejo interno y el acopio de los residuos y desechos de manejo especial dentro del proyecto.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">Fase de construcción</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Fase de operación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">NO APLICA</td> <td style="text-align: center;">NO APLICA</td> </tr> </tbody> </table> <p>Indique forma de tratamiento y/o disposición final de los residuos y desechos de manejo especial.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">Fase de construcción</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Fase de operación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">NO APLICA</td> <td style="text-align: center;">NO APLICA</td> </tr> </tbody> </table>		Fase de construcción	Fase de operación	NO APLICA	NO APLICA	Fase de construcción	Fase de operación	NO APLICA	NO APLICA																				
Fase de construcción	Fase de operación																												
NO APLICA	NO APLICA																												
Fase de construcción	Fase de operación																												
NO APLICA	NO APLICA																												
6. IMPACTOS AL ELEMENTO BIÓTICO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN																													
<p>¿En el sitio donde se ubica el proyecto, existen bosques, animales u otros? Especificar la información.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 10px;">Es área verde, se encuentran en una zona boscosa</div> <p>¿El proyecto requiere efectuar corte de árboles? Indique el volumen de madera y su manejo. Si no aplica, justificarse. Ver requisito 10.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 10px;">No se requiere</div> <p>Por la construcción u operación del proyecto, ¿puede afectar la biodiversidad del área? Explicar.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 10px;">No aplica</div> <p>En caso existan impactos al elemento biótico, proponer las medidas de mitigación para reducir, minimizar, remediar o compensar los impactos.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 10px;">No aplica porque el proyecto no afecta a la biota cerca</div>																													

Continuación de la tabla LI.

7. IMPACTOS A LOS ELEMENTOS SOCIOECONÓMICOS, CULTURALES Y ESTÉTICOS
7.1. Elementos Socioeconómicos y Culturales
En el área donde funciona o funcionará el proyecto, ¿existe alguna(s) etnia(s) predominantes? Indicar cuál. Ladinos
¿El proyecto provoca o provocaría alguna molestia al vecindario? Explicar su respuesta. No provocaría ninguna molestia.
¿El proyecto cuenta o contará con vehículos en sus distintas fases? Mencione qué tipo, cantidad de unidades y lugar de estacionamiento. Si maquinaria pesada únicamente en la fase construcción
¿Qué medidas se hacen o se proponen realizar para no afectar al vecindario? No trabajar de noche, que el arrendate de maquinaria deberá garantizar que la misma tenga el día sus servicios
En el área del proyecto o sus alrededores, ¿existe algún vestigio paleontológico o arqueológico? Explique de qué trata, dónde está ubicado, y a qué distancia de donde se propone el proyecto. Si no aplica, justificarse. Ver requisito 10. No se encuentra nada de lo antes mencionado.
7.2. Elementos Estéticos
En el área donde funciona o funcionará el proyecto, ¿se considera patrimonio histórico o cultural? Si no aplica, justificarse. Ver requisito 10. No aplica
Donde se encuentra o encontrará el proyecto, ¿es área protegida? Si no aplica, justificarse. ver requisito 10. No aplica
¿Qué medidas se proponen para conservar en lo posible la belleza arquitectónica o paisajística por la implementación del proyecto? No aplica
8. SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL
De ser necesario, mencione qué medidas de seguridad ocupacional requieren los empleados para realizar los distintos trabajos en todas las fases del proyecto (guantes, máscara, entre otros). Cascos, guantes, botas con punta de acero, tapones para los oídos entre otros, capacitación constante en material de salud y seguridad ocupacional.

Fuente: Acuerdo Gubernativo 137-2016 del Congreso de la República de Guatemala.
Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental y su Reforma. s/p.

CONCLUSIONES

1. El edificio escolar beneficiará en gran manera a los estudiantes debido a que tendrán una mejor atención por parte de los maestros y un espacio más amplio en el cual ellos puedan desarrollar bien sus actividades diarias.
2. Ejecutar ambos proyectos ayuda a satisfacer una de las necesidades que enfrentan estas comunidades y esto aporta un crecimiento para el desarrollo del país.
3. El sistema de agua potable con el que contará la comunidad Sitio de las Flores beneficiará a 350 viviendas, que contarán con un mejor servicio y podrán tener una mejor calidad de vida, ya que es indispensable el vital líquido para el ser humano.
4. El diseño de agua potable para la comunidad Sitio de las Flores está planteado para que del tanque de almacenamiento sea distribuido por gravedad a toda la comunidad y esto genere un menor costo para los habitantes.

RECOMENDACIONES

1. La educación es una de las principales características en que el gobierno debe invertir para que haya un mejor desarrollo, es por ello la gran importancia de que se ejecute el edificio escolar, debido al impacto que tendrá en la comunidad San Juan la Isla, ya que beneficiará a la población para que los niños puedan tener un mejor desarrollo y puedan desenvolverse y generar un amplio conocimiento y en el futuro ellos sean unos grandes profesionales, esto hará que se reduzca nuestra tasa de alfabetismo.
2. Tomar en cuentas las especificaciones ambientales a la hora de realizar estos proyectos para que generen un menor daño ambiental y así no se vean afectadas ambas comunidades, contribuyendo a proteger el medio ambiente.
3. Realizar el debido mantenimiento para ambos proyectos es de gran importancia, debido a que tendrán un mejor funcionamiento.
4. Realizar el debido mantenimiento para ambos proyectos debido a que con el tiempo tendrán un mejor funcionamiento y las comunidades no podrán verse afectadas a corto plazo.

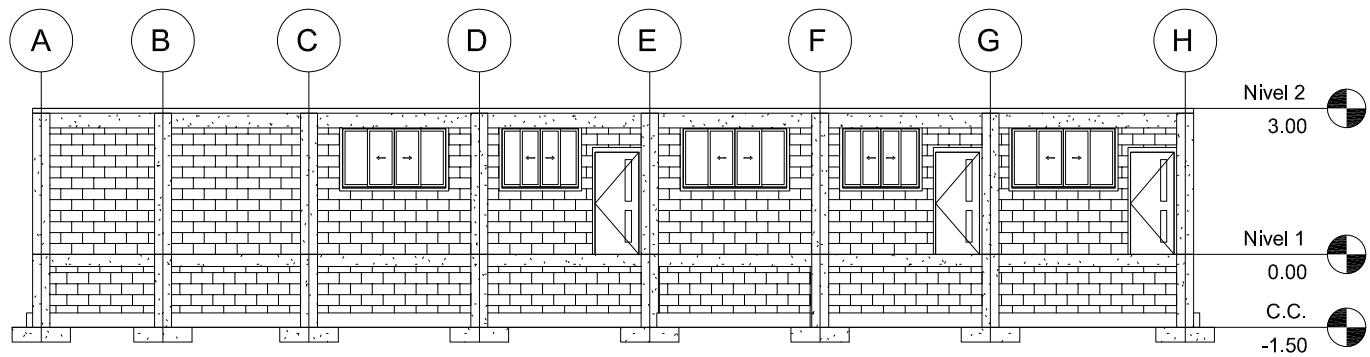
BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute. *Requisitos de reglamentos para concreto estructural (ACI 318-19) y comentario (ACI 318-19)*. Estados Unidos: ACI, 2019. 495 p.
2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas de seguridad estructural de edificios y obras de infraestructura para la República de Guatemala*. Guatemala: AGIES, 2018. 49 p.
3. BRAJA, Das. *Fundamentos de ingeniería de cimentación*. 7a ed. Estados Unidos: California State University, 2011. 500 p.
4. Instituto de Fomento Municipal. *Unidad ejecutora del programa de acueductos UNEPAR. Guía para el abastecimiento de agua potable en zonas rurales*. Guatemala: INFOM, 2012. 103 p.
5. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill, 1999. 738 p.

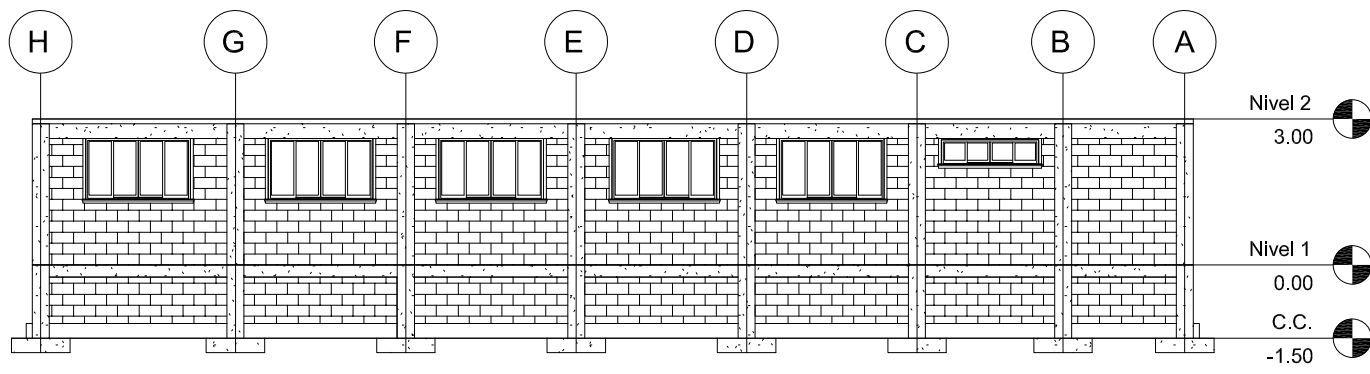
APÉNDICES

Apéndice 1. **Planos de diseño de una escuela para la comunidad San Juan La Isala, Asunción Mita, Jutiapa, Guatemala**


Fuente: elaboración propia. Empleando AutoCAD 2018.

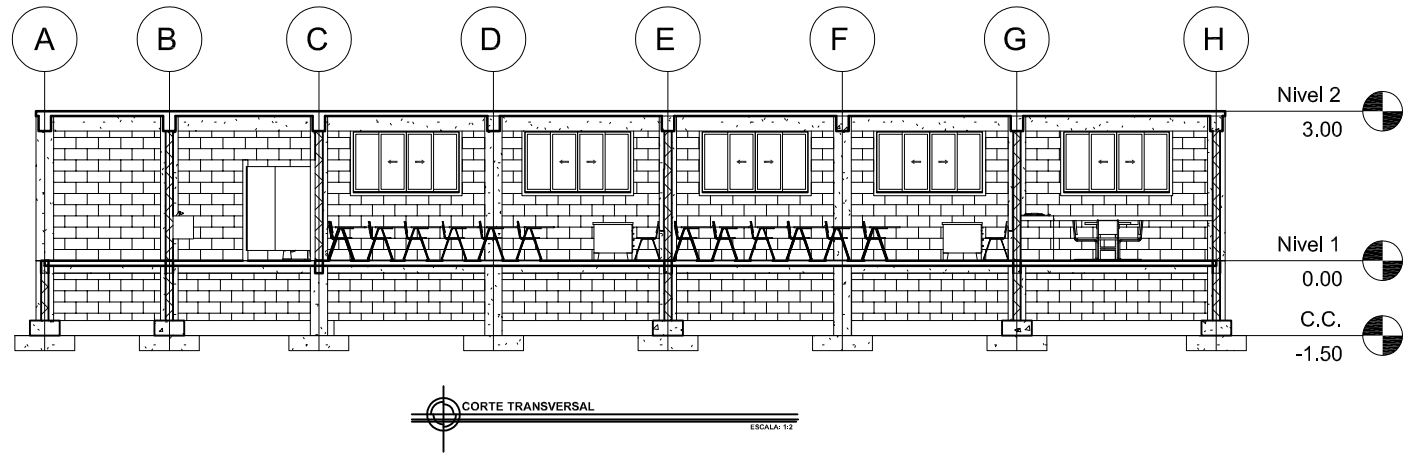
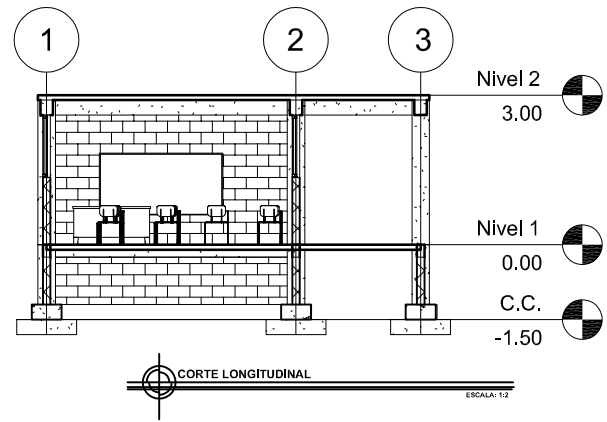
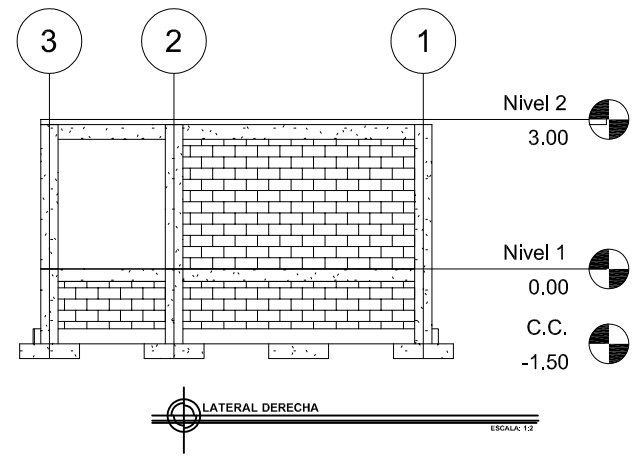
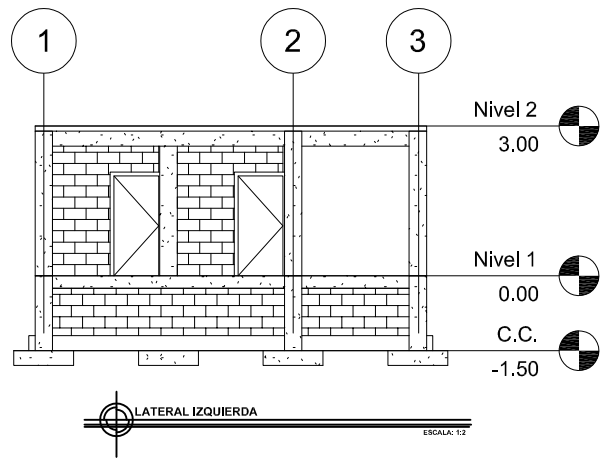



ALZADO FRONTAL
 ESCALA: 1:2

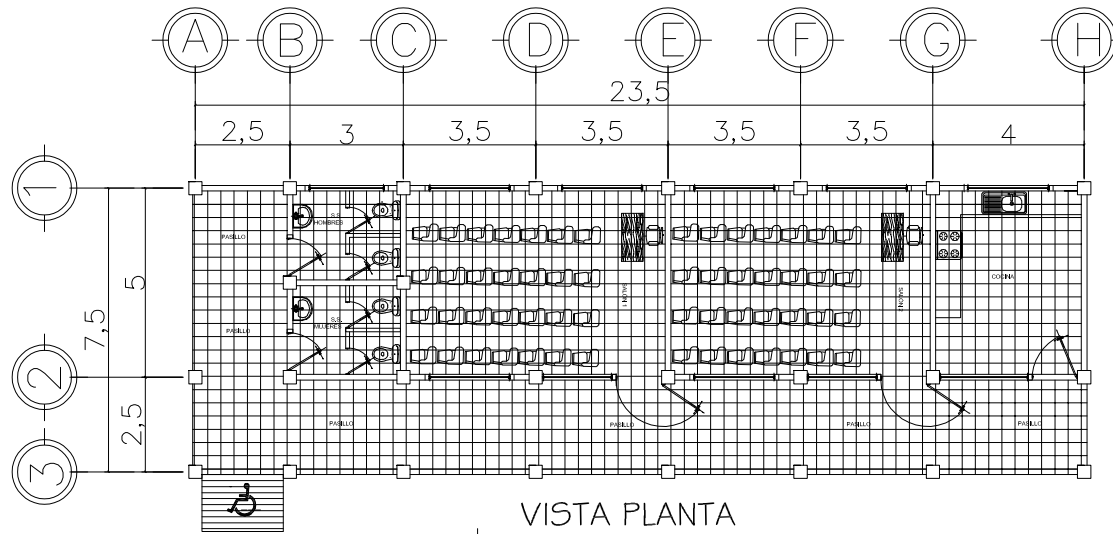



ALZADO POSTERIOR
 ESCALA: 1:2

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.		
PROYECTO: DISEÑO ESCOLAR DE UN NIVEL PARA LA COMUNIDAD SAN JUAN LA ISLA, ASINCA		
PLAN DE ALZADOS		ESCALA: INDECADADA
DISEÑADO: LUIS GERARDO RAMIREZ ESTRADA	C.A.M.P.: 201902743	FECHA: ENERO 2021
SUPERVISADO: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA SUPERVISOR DE E.P.S.		HOJA: 4 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 01 13 </div>



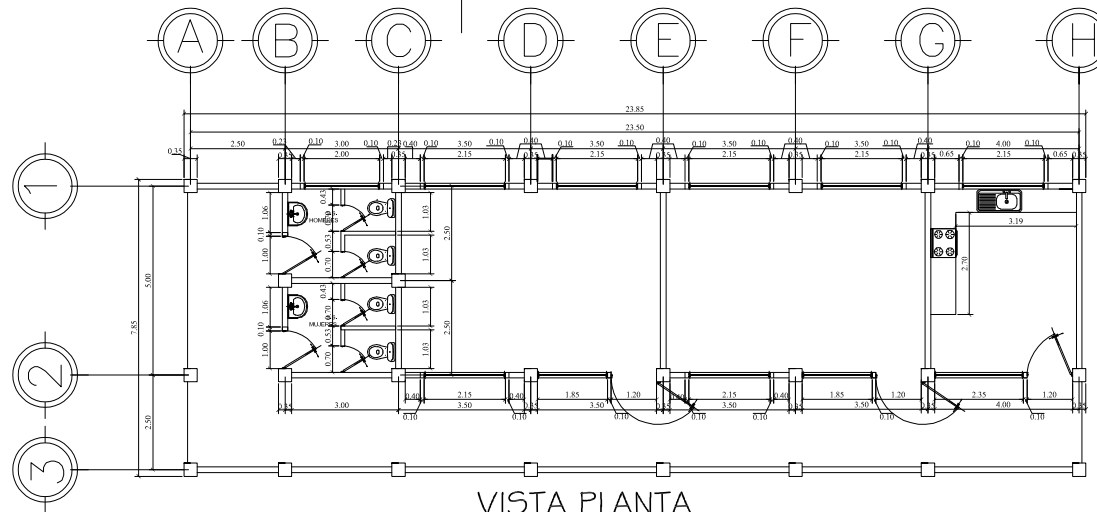
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S			
PROYECTO: DISEÑO ESCOLAR DE UN NIVEL PARA LA COMUNIDAD SAN JUAN LA ISLA ASUNCION MITA, JUTUPA.			
CONTIENE: PLANOS CORTE LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL			ESCALA: INDEBADA
SEÑAL: LUIS GERARDO RAMIREZ ESTRADA	CARTEL: 201902743	FOLIO: ENERO 2021	HOJA: 02 13
REVISOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA SUPERVISOR DE E.P.S			



VISTA PLANTA

PLANTA ARQUITECTONICA

ESCALA: 1/750

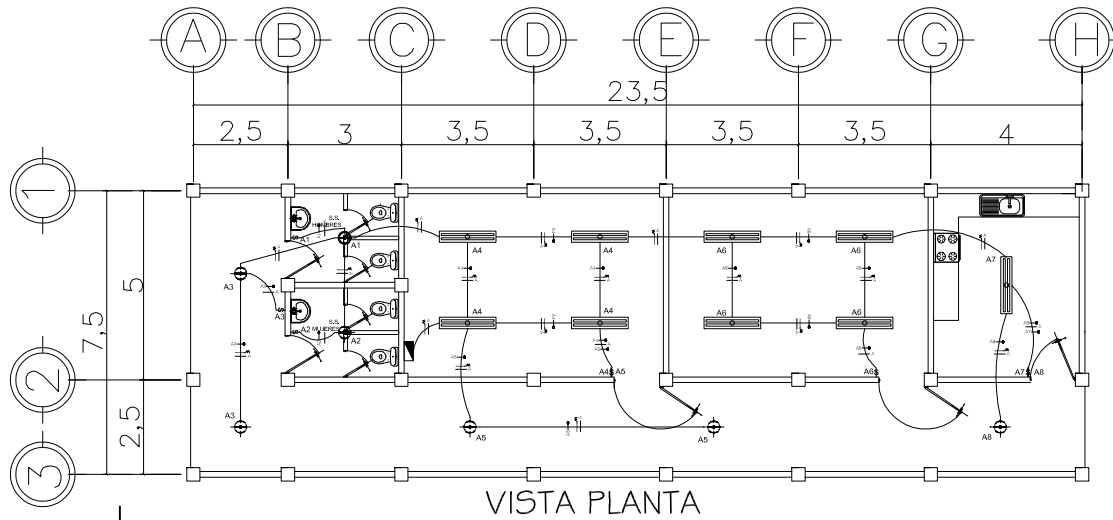


VISTA PLANTA

PLANTA ACOTADA

ESCALA: 1/750

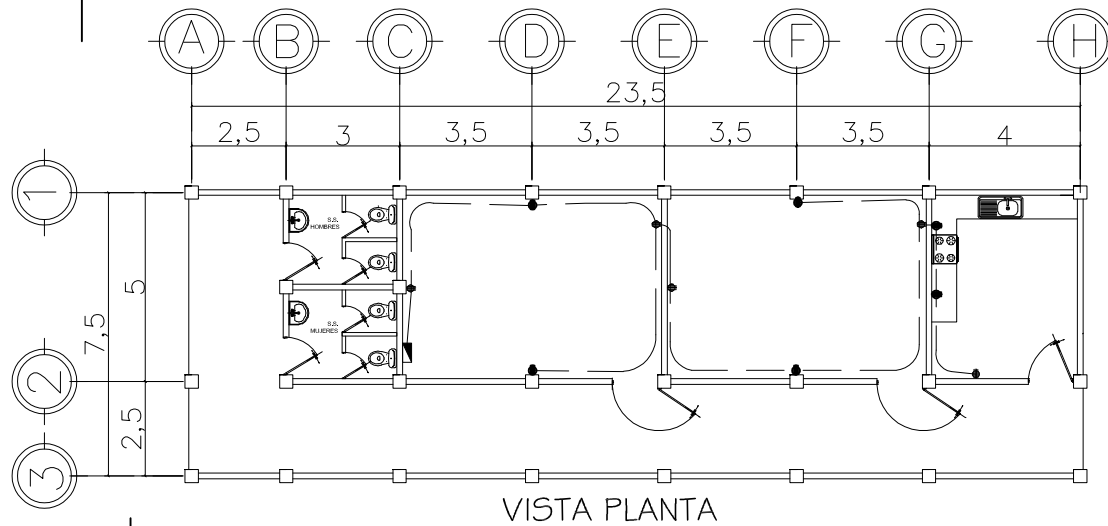
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S			
PROYECTO: DISEÑO ESCOLAR DE UN INTEL PARA LA COMUNIDAD SAN JUAN LA BELLA, AS. NEJEN MITA, ULTIABA.			
CONTIENE: PLANO ARQUITCTONICO Y ACOTADO			ESCALA: INDICADA
SEÑAL: LUIS GERARDO RAMIREZ ESTRADA	DISEÑO: 201503743	FECHA: ENERO 2021	HORA: TEL.
REVISIÓN	ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA SUPERVISOR DE E.P.S.		03 13



NOMENCLATURA	
SIMBOLOGIA	SIGNIFICADO
	ILUMINACION EN CIELO
	ILUMINACION EN CIELO
	INTERRUPTOR SIMPLE H= 1.20 S.N.P.T
	INTERRUPTOR DOBLE H= 1.20 S.N.P.T
	LINEA NEUTRA CALIBRE 12 TW
	LINEA VIVA CALIBRE 12 TW
	LINEA DE RETORNO CALIBRE 12 TW
	TABLERO DE DISTRIBUCION H= 1.50 S.N.P.T
	TUBO PVC ELECTRICO #3/4" Ø INDICADO EMPOTRADO EN LOSA

PLANTA DE INSTALACION ELECTRICA (ILUMINACION)

ESCALA: 1/2000

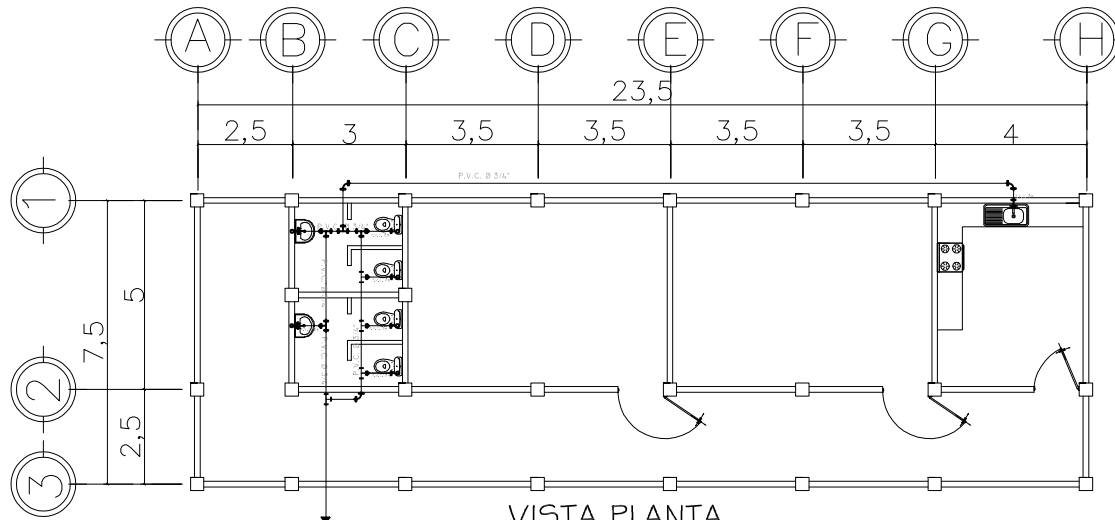


SIMBOLOGIA DE ELECTRICIDAD (FUERZA)	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TABLERO DE DISTRIBUCION n= 1.70 S.N.P.T. DE 10 9638
	TOMACORRIENTE DOBLE 110v/15 h= 0.40m. S.N.P.T.
	TOMACORRIENTE DOBLE 110v/15 h= 1.20 m. S.N.P.T.
	TUBERIA EN PISO Y PARED PARA FUERZA
	* EMPOTRADO EN PISO + TUBERIA PVC ELECTRICO

PLANTA DE INSTALACION ELECTRICA (FUERZA)

ESCALA: 1/2000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S		
PROYECTO: DISEÑO ESCOLAR DE UN NIVEL PARA LA COMUNIDAD SAN JUAN LA BELLA, AS. EN EN MITA, U.T. 16A.		
CONTIENE: PLANO INSTALACION (ELECTRICA) E INSTALACION ELECTRICA (FUERZA)		ESCALA: INERCADIA
SEÑAL: LUIS GERARDO RAMIREZ ESTRADA	DIAS: 201603743	FECHA: ENERO 2021
REVISOR:	 ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA SUPERVISOR DE E.P.S.	
		HOJA N.º 04 13

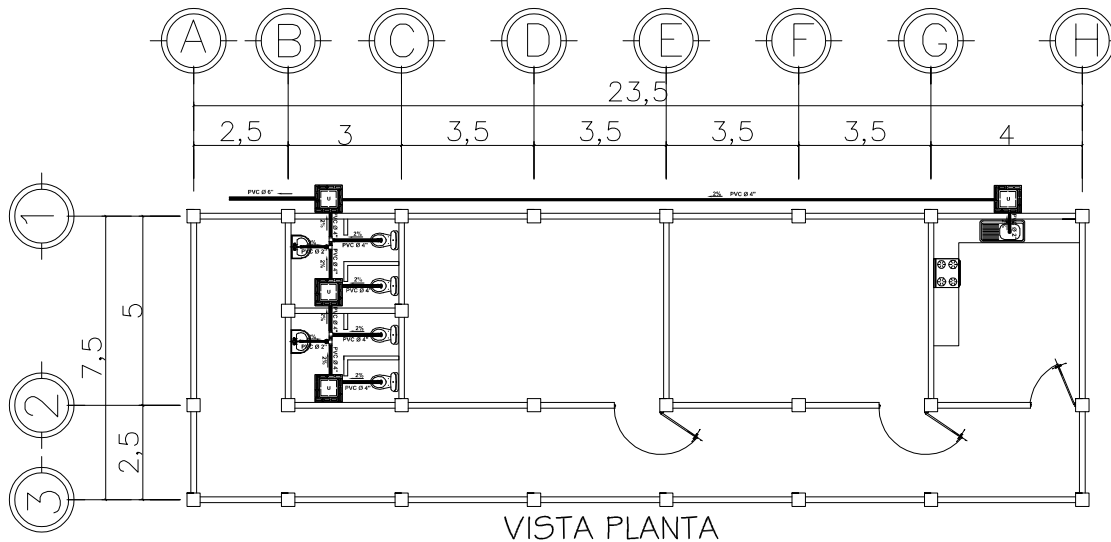


VISTA PLANTA

PLANTA DE INSTALACION HIDRAULICA

ESCALA: 1/750

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	INDICA TUBERIA PVC DIAMETRO INDICADO
	INDICA CODO 90° HORIZONTAL
	INDICA CODO A 90° VERTICAL
	INDICA TEE 90° HORIZONTAL
	INDICA TEE 90° VERTICAL
	INDICA REDUCIDOR
	Colocacion de valvula de retencion (cheque)
	Colocacion de valvula de paso
	Colocacion de contador de agua



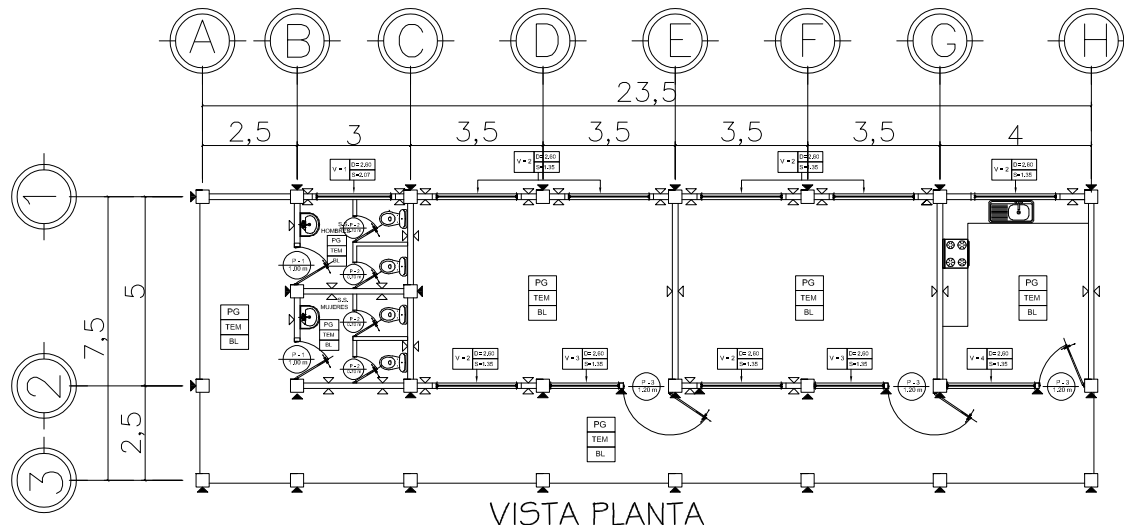
VISTA PLANTA

PLANTA DE INSTALACION DRENAJE

ESCALA: 1/750

NOMENCLATURA	
	CODO 90° HORIZONTAL ø INDICADO
	TEE 90° HORIZONTAL ø INDICADO
	REDUCIDOR ø INDICADO
	CODO 90° VERTICAL ø INDICADO
	TUBERIA PVC SANITARIA ø INDICADO
	DIRECCION DE LA PENDIENTE
	CAJA DE UNION AGUAS NEGRAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S		
PROYECTO: DISEÑO ESCOLAR DE UN NIVEL PARA LA COMUNIDAD SAN JUAN LA ISLA, AS. INGEN MTA. JUTUPA.		
CONTIENE: PLANO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y DRENAJE		ESCALA: INDICADA
REVISOR: LUIS GERARDO RAMIREZ ESTRADA	DATE: 201503743	FECHA: ENERO 2021
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA SUPERVISOR DE E.P.S		05 13



VISTA PLANTA



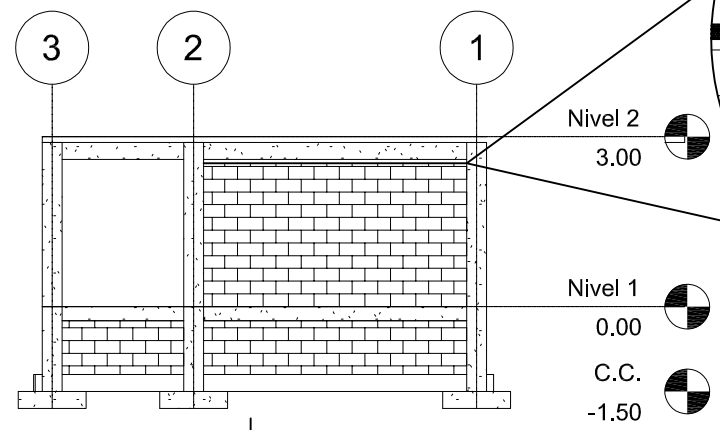
PLANTA ACOTADA

ESCALA: 1/750

NOMENCLATURA	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	INDICA TIPO DE PUERTA INDICA ANCHO DE VANO
	INDICA TIPO DE VENTANA
	INDICA ACABADO EN TECHO
	INDICA ACABADO EN PAREDES, BLOCK LIMPIO
	INDICA ESTRUCTURA DE CONCRETO
	INDICA PISO IMITACION GRANITO DE 0.30 X 0.30 COLOR A DEFINIR
	INDICA BLOCK LIMPIO

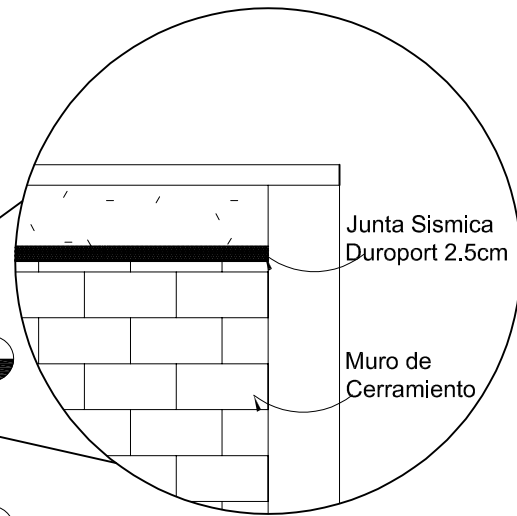
PLANILLA DE PUERTAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	CANT.	MATERIAL
P-1	1.00	2.10	2	METAL
P-2	0.70	2.10	4	METAL
P-3	1.20	2.10	3	METAL

PLANILLA DE VENTANAS						
TIPO	ANCHO	ALTO	SILLAR	DINTEL	CANT.	MATERIAL
V-1	2.00	0.5	2.07	2.60	1	VIDRIO + ALUMINIO
V-2	2.15	1.25	1.35	2.60	5	VIDRIO + ALUMINIO
V-3	1.65	1.25	1.35	2.60	2	VIDRIO + ALUMINIO
V-4	2.35	1.25	1.35	2.60	1	VIDRIO + ALUMINIO



JUNTA SISMICA

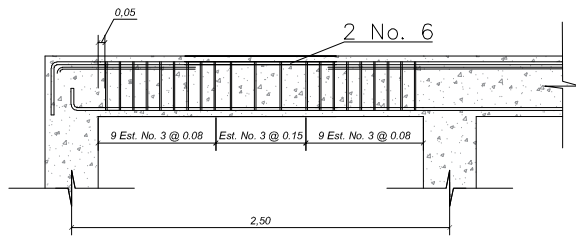
ESCALA: 1/2000



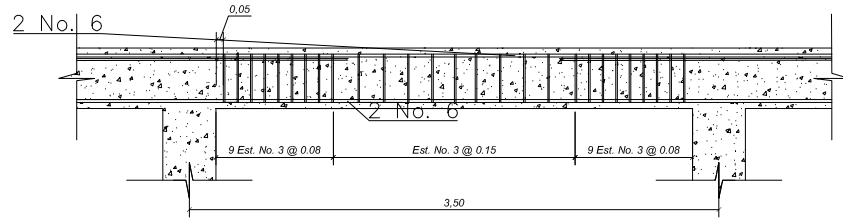
Junta Sismica Duroport 2.5cm

Muro de Cerramiento

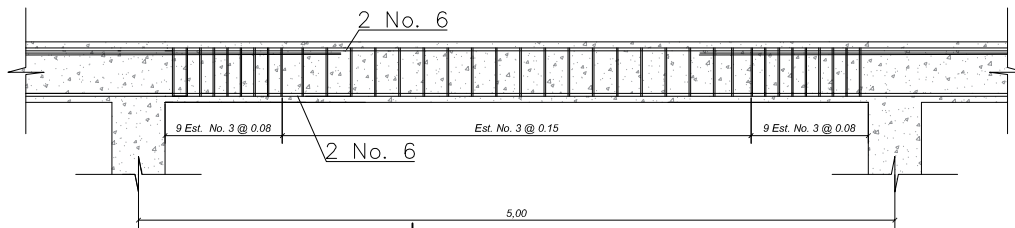
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S		
PROYECTO: DISEÑO ESCOLAR DE UN NIVEL PARA LA COMUNIDAD SAN JUAN LA ISLA, AS. INGENIERIA, JUTUPA.		
CONTENIDO: PLANO DE ACABADOS PUERTA Y VENTANAS		ESCALA: INDICADA
DESIGNADO: LUIS GERARDO RAMIREZ ESTRADA	CLASIFICACION: 201503743	FECHA: ENERO 2021
REVISADO:	ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA SUPERVISOR DE E.P.S	
		07 13



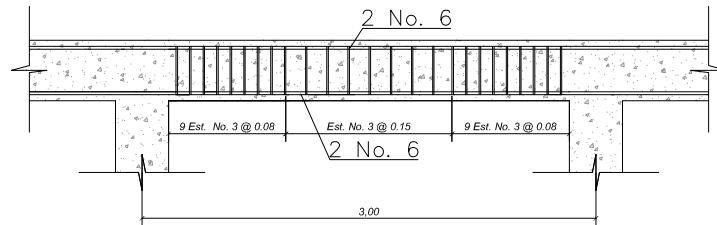
DETALLE DE ARMADO VIGA V-1
ESCALA: 1/150



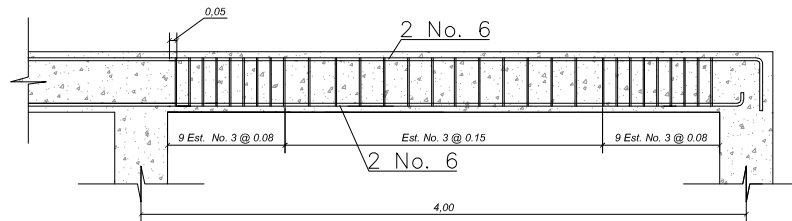
DETALLE DE ARMADO VIGA V-1
ESCALA: 1/150



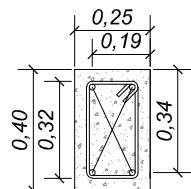
DETALLE DE ARMADO VIGA V-1
ESCALA: 1/150



DETALLE DE ARMADO VIGA V-1
ESCALA: 1/150

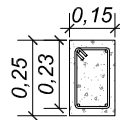


DETALLE DE ARMADO VIGA V-1
ESCALA: 1/150



4 VAR. No. 6 corridos +
est. No. 3 Conf. 0.50m @ 0.08m
resto @ 0.15m

VIGA
ESCALA: 1/150



4 VAR. No. 3 corridos +
estribos No. 2 @ 0.20 mts.

SOLERA DE HUMEDAD
ESCALA: 1/150



4 VAR. No. 3 corridos +
estribos No. 2 @ 0.20 mts.

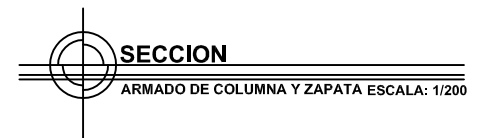
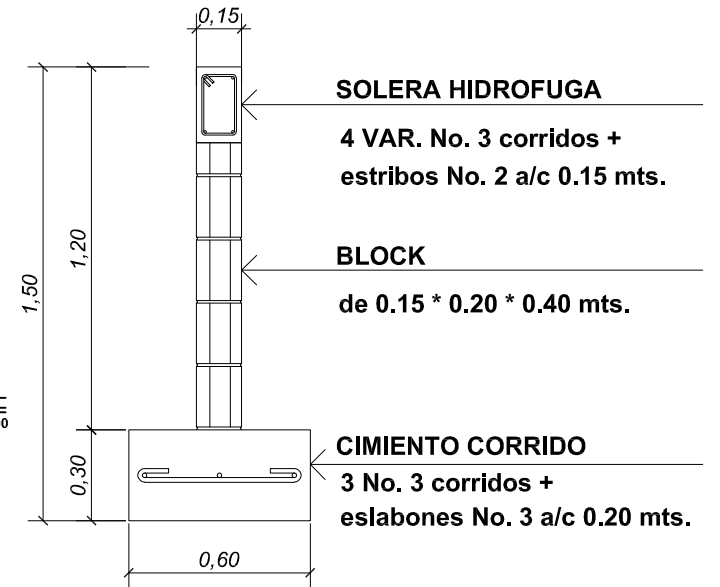
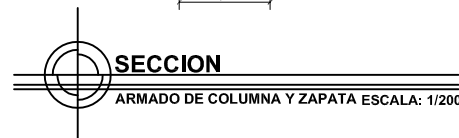
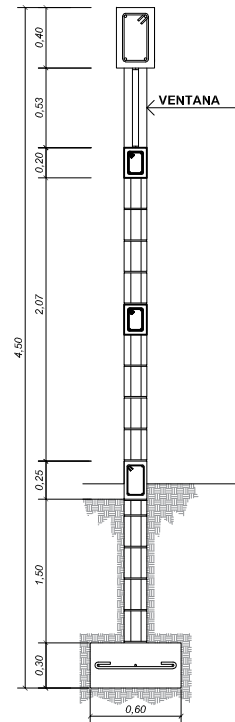
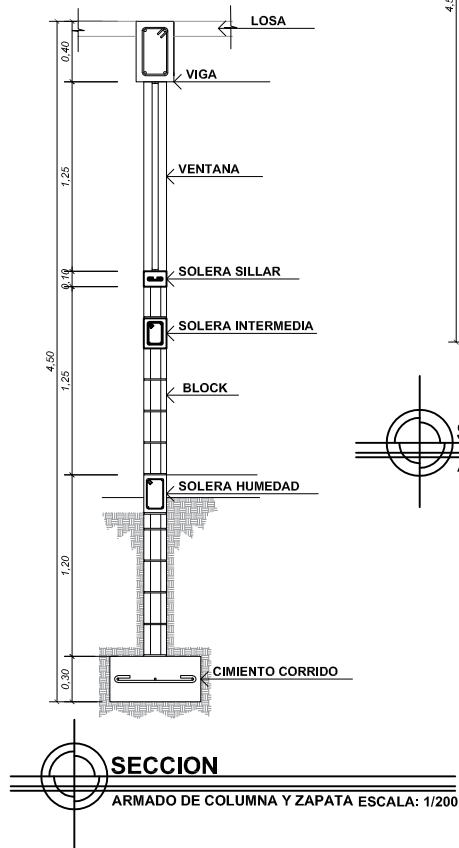
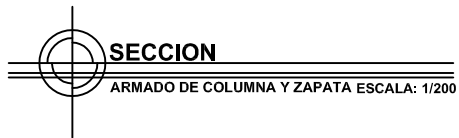
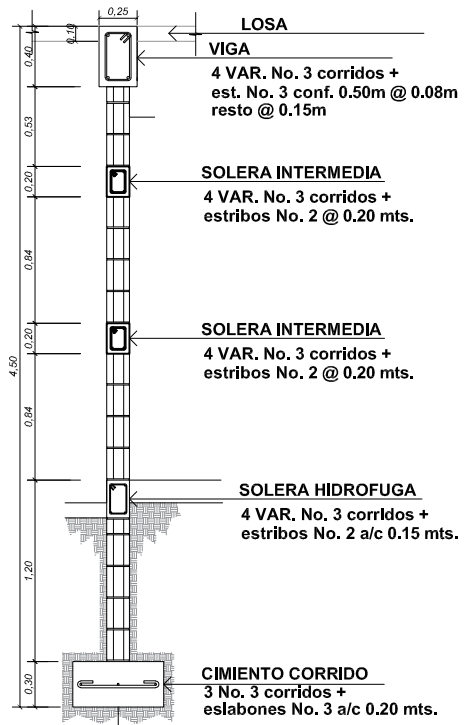
SOLERA INTERMEDIA
ESCALA: 1/150



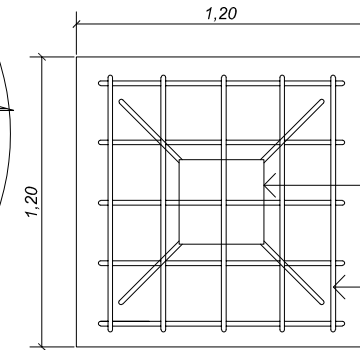
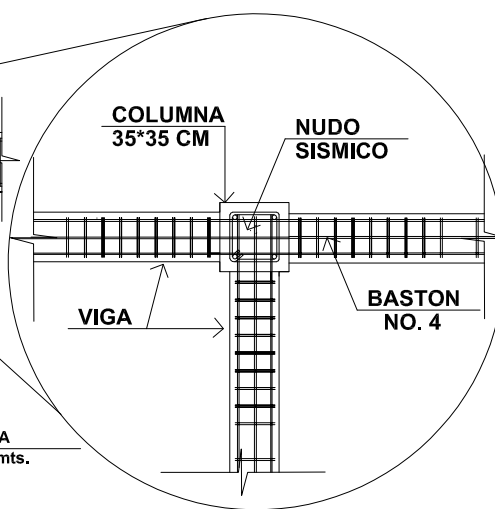
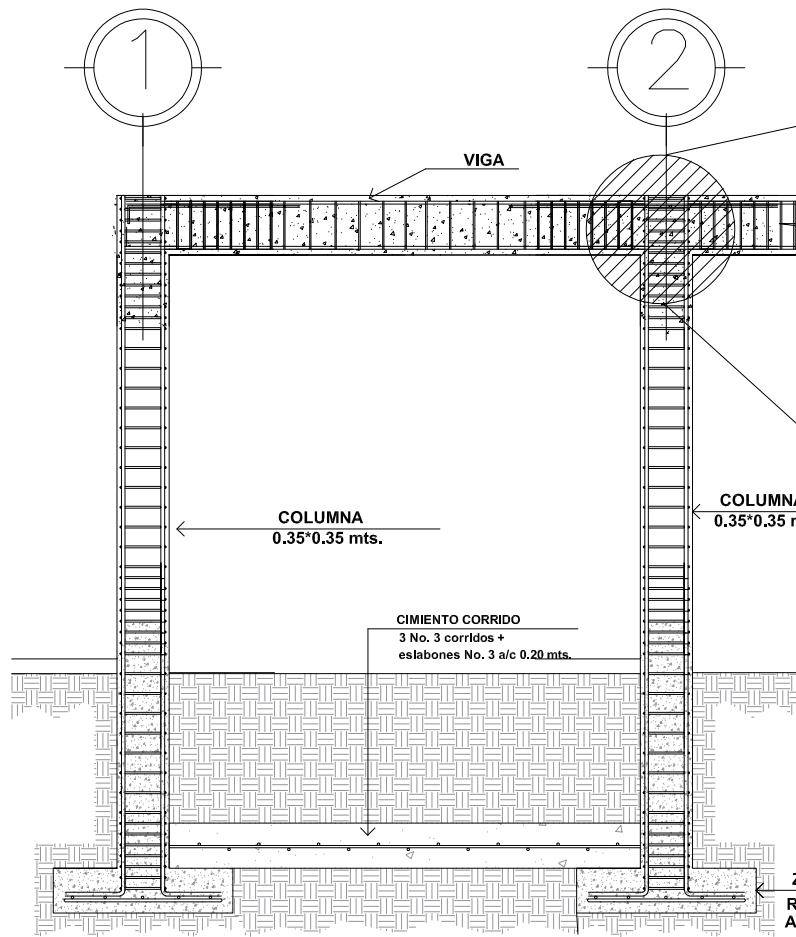
2 VAR. No. 3 + eslabon
No. 2 @ 0.20 mts.

SOLERA SILLAR
ESCALA: 1/150

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S			
PROYECTO: OBRA ESCOLAR DE UN NIVEL PARA LA COMUNIDAD SAN JUAN LA ISLA, AS. INGENIERIA, UTTAPA.			
CORRIENTE: PLANO DE ARMADO DE VIGAS			ESCALA: INDEFINIDA
PROFESOR: LUIS GERARDO RAMIREZ ESTRADA	NUMERO: 201502743	FECHA: ENERO 2021	HOJA NO: 08 13
RESPONSABLE: ING. MANUEL ALFREDO ARRILLAGA OCHAETA SUPERVISOR DE E.P.S.			



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S		
PROYECTO: DISEÑO ESCOLAR DE UN INVER PARA LA COMUNIDAD SAN JUAN LA ISLA ASOCIACION MTA JUTAPA		
CONTIENE: PLANO DE DETALLE DE COLUMNAS		ESCALA: INDICADA
DIENSO: LUIS GERARDO RAMIREZ ESTRADA	EDIFICIO: 201502743	FECHA: ENERO 2021
REVISION: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA SUPERVISOR DE E.P.S		NUM. Hoja: 09 13

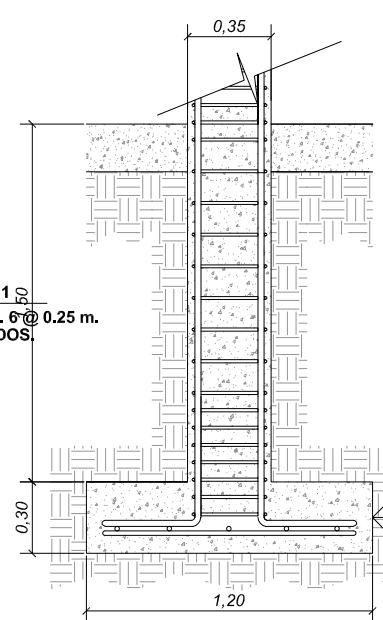


COLUMNA
0.35*0.35 mts.

REFUERZO
REFUERZO No. 6 @ 0.25 m.
AMBOS SENTIDOS.

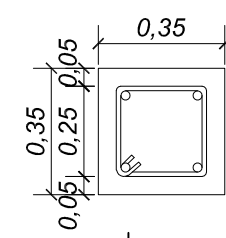
PLANTA
ZAPATA TIPO Z-1
ESCALA: 1/200

SECCION
ARMADO DE COLUMNAS Y VIGAS
ESCALA: 1/200



ZAPATA TIPO 1
REFUERZO No. 6 @ 0.25 m.
AMBOS SENTIDOS.

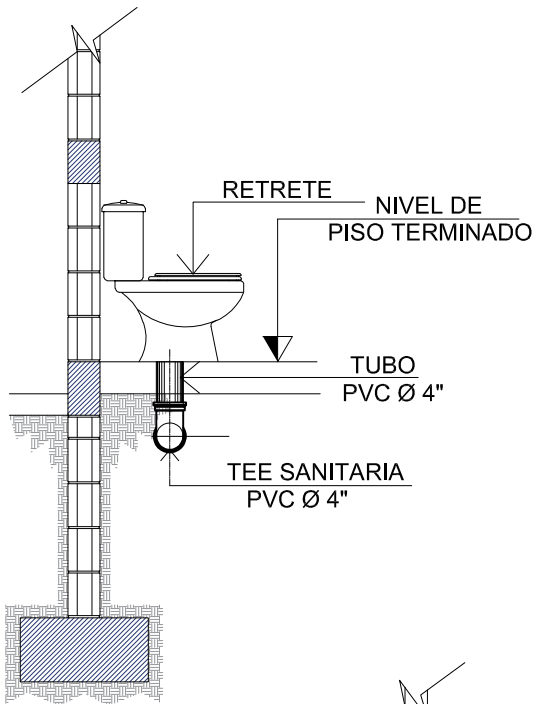
PERFIL
ARMADO ZAPATA TIPO Z-1
ESCALA: 1/200



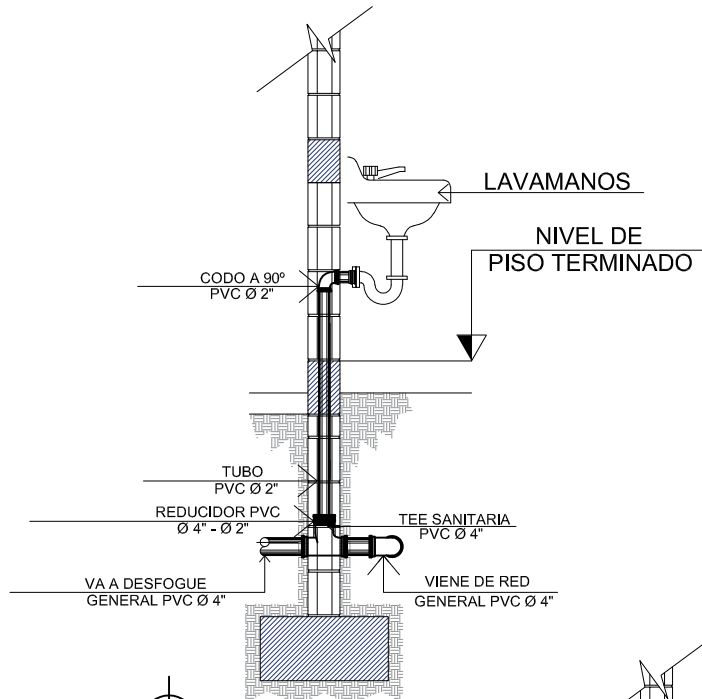
4 VAR. No. 8 corridos +
est. No. 4 Conf. 0.50m @ 0.06m
resto @ 0.12m

PLANTA
COLUMNA C-1
ESCALA: 1/200

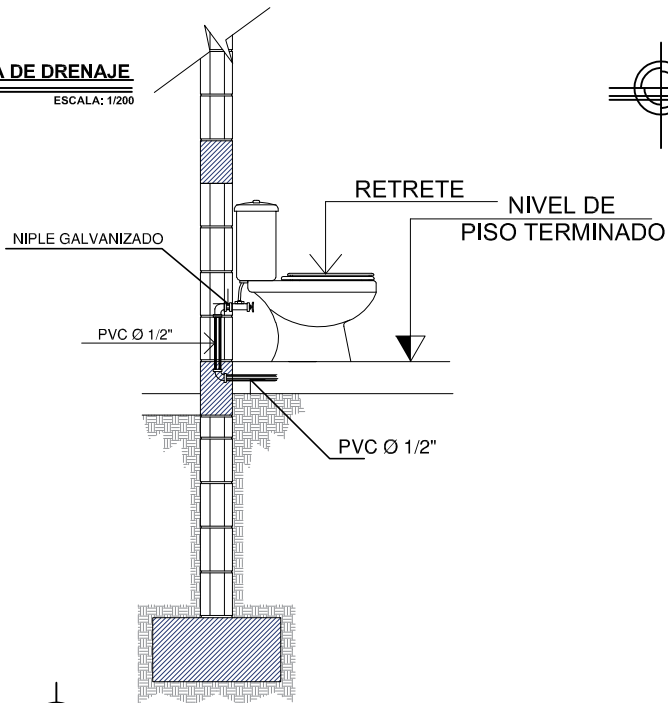
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S		
PROYECTO: DISEÑO ESCOLAR DE UN NIVEL PARA LA COMUNIDAD SAN JUAN LA BARRA ASUNCIÓN MTA. JUTUPA.		
AUTOR: LUIS GERARDO RAMIREZ ESTRADA		ESCALA: INDEFINIDA
CORRIENTE: PLANO DE ARMADURA		FECHA: ENERO 2021
REVISOR:	ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA SUPERVISOR DE E.P.S.	HOJA No. 10 13



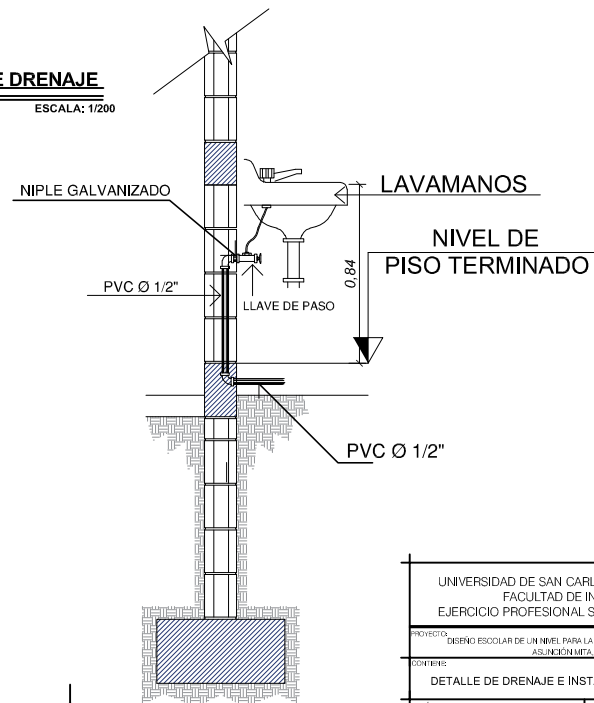
DETALLE PARA TOMA DE DRENAJE
RETRETE ELEVACION LATERAL
ESCALA: 1/200



DETALLE PARA TOMA DE DRENAJE
LAVAMANOS ELEVACION LATERAL
ESCALA: 1/200

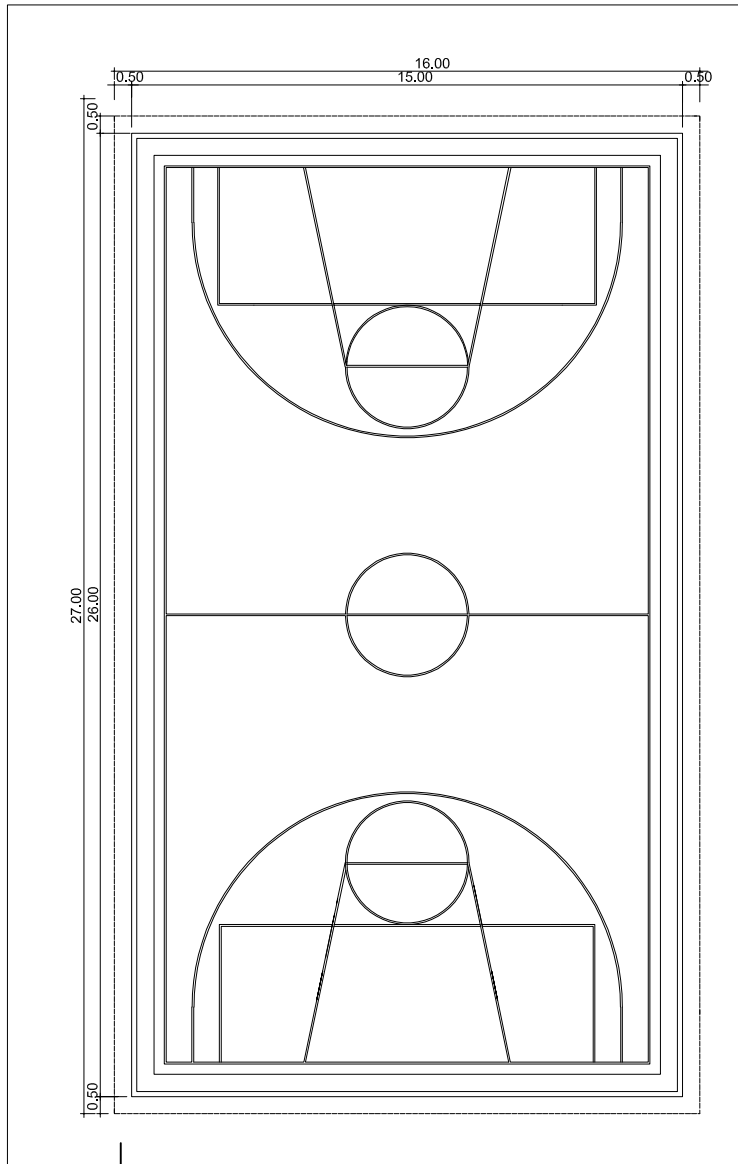



DETALLE DE INSTALACIÓN
HIDRAULICA DE RETRETE
ESCALA: 1/200

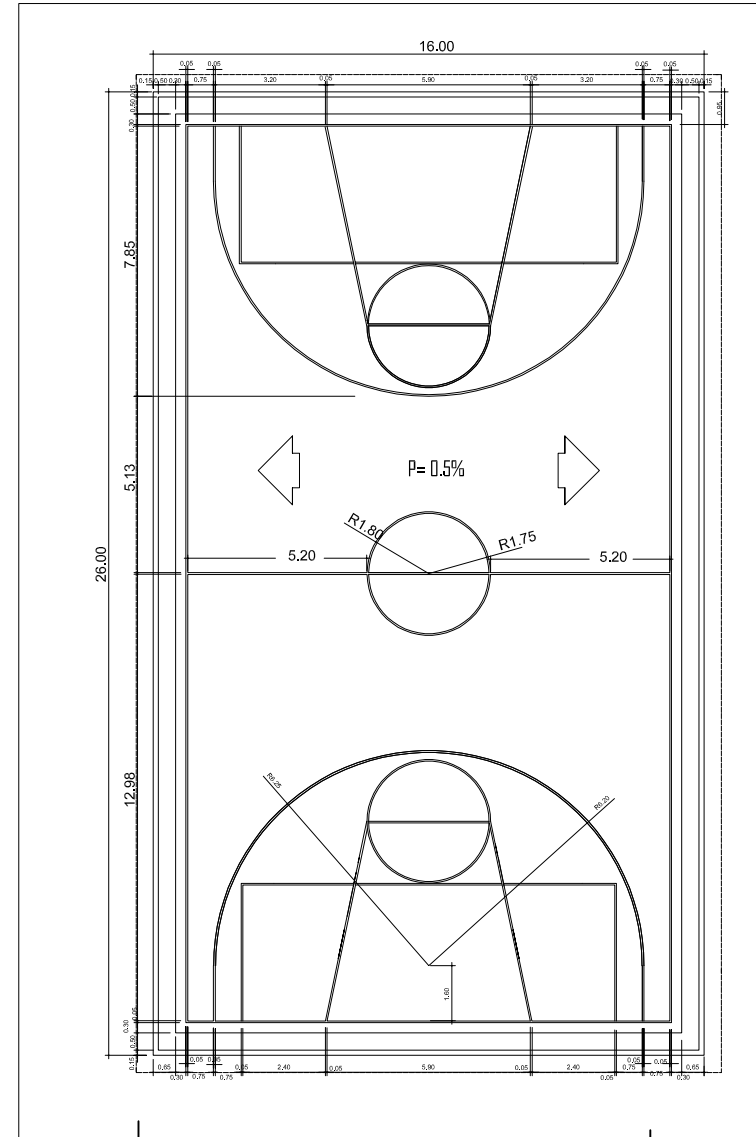


DETALLE DE INSTALACIÓN
HIDRAULICA DE LAVAMANOS
ESCALA: 1/200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.		
PROYECTO: DISEÑO ESCOLAR DE UN NIVEL PARA LA COMUNIDAD SAN JUAN LA BELA, ASUNCIÓN MITA, UTMFA.		
CONTIENE: DETALLE DE DRENAJE E INSTALACION HIDRAULICA		ESCALAS: INDICADA
DISEÑO: LUIS GERARDO RAMIREZ ESTRADA	CAPI: 201503743	FECHA: ENERO 2021
REVISOR:		Hoja No. 11 / 13
(P) ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA SUPERVISOR DE E.P.S.		

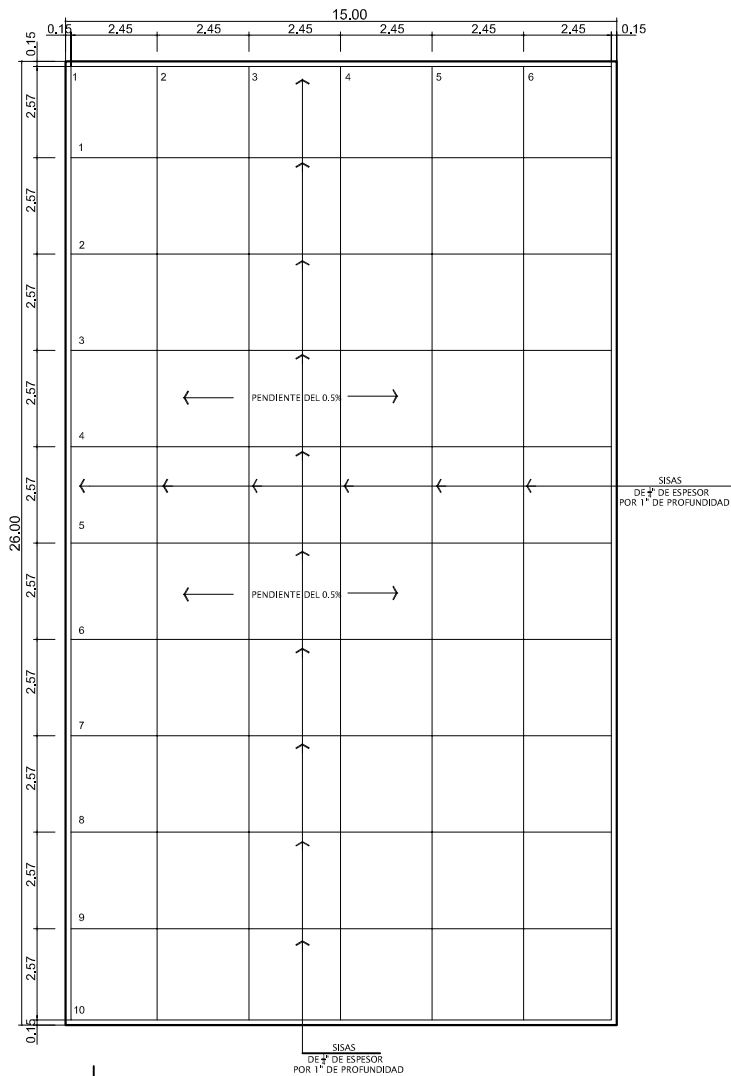



PLANTA
 CANCHA DE BASQUETBOL ESCALA: 1/1000




PLANTA ACOTADA
 CANCHA DE BASQUETBOL ESCALA: 1/1000

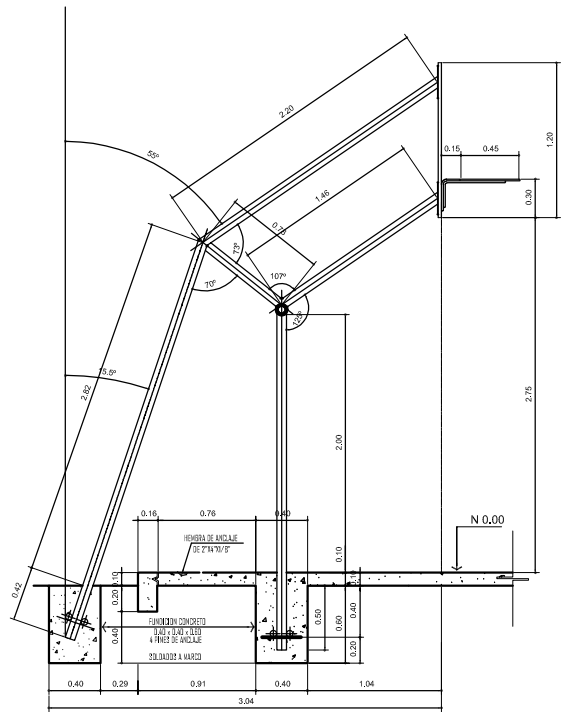
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S		
PROYECTO: DISEÑO ESCOLAR DE UN INTEL PARA LA COMUNIDAD SAN JUAN LA BELA ASUNCIÓN MITA, UUTZAPA.		
CONTIENE: PLANTA DE DISEÑO DE BASQUETBOL		ESCALA: INERCADADA
DISEÑADO: LUIS GERARDO RAMIREZ ESTRADA	CADENAS: 201502743	FECHA: ENERO 2021
REVISOR:  ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA SUPERVISOR DE E.P.S.	12 13	



PLANTA JUNTA DE LOSAS

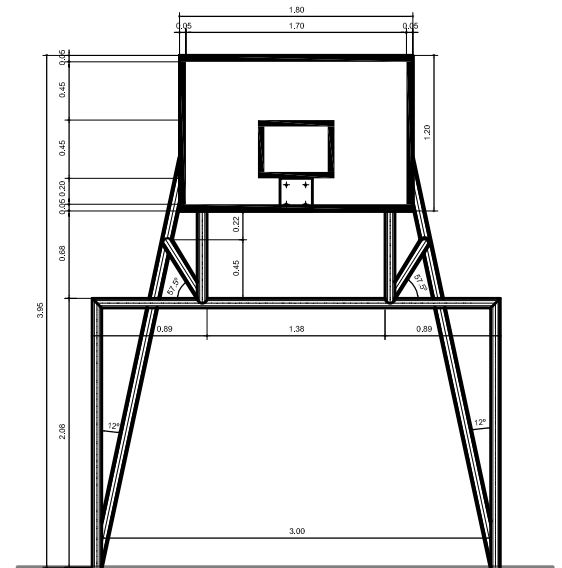
CANCHA DE BASQUETBOL

ESCALA: 1/250



ELEVACION LATERAL

ESCALA: 1/5000



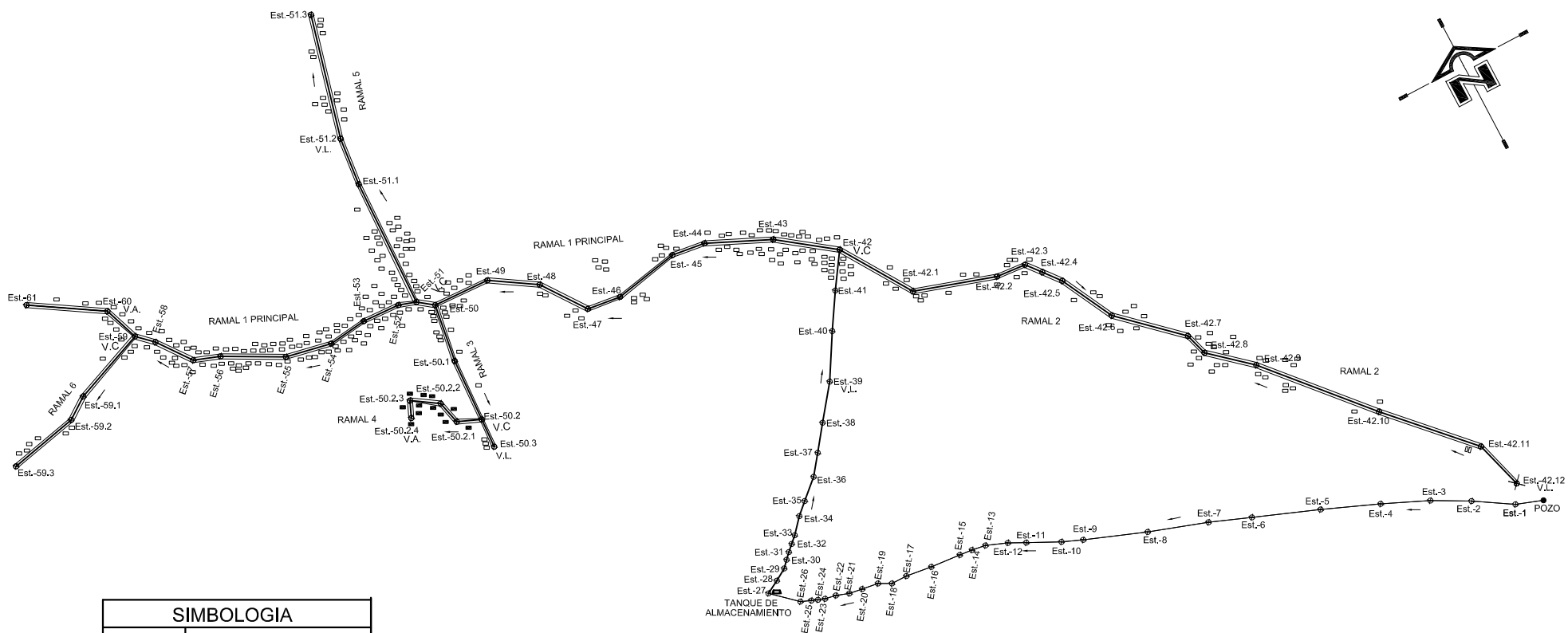
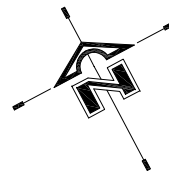
ELEVACION FRONTAL

ESCALA: 1/5000

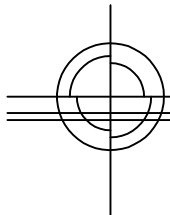
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S			
PROYECTO: DISEÑO ESCOLAR DE UN INTEL PARA LA COMUNIDAD SAN JUAN LA ELA, ASUNCION MITA, JUTAPA.			
CONTIENE: PLANTA DE DISEÑO DE BASQUETBOL			ESCALA: INDEFINIDA
DISEÑADO: LUIS GERARDO RAMIREZ ESTRADA	DATE: 2015/02/43	FECHA: ENERO 2021	HOJA NO: 13
REVISOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVALLAGA OCHAETA SUPERVISOR DE E.P.S.			13 13

Apéndice 2. **Diseño de un sistema de agua potable para la comunidad
sitio de Las Flores, Asunción Mita, Jutiapa, Guatemala**

Fuente: elaboración propia. Empleando AutoCAD 2018.



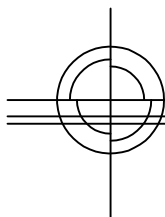
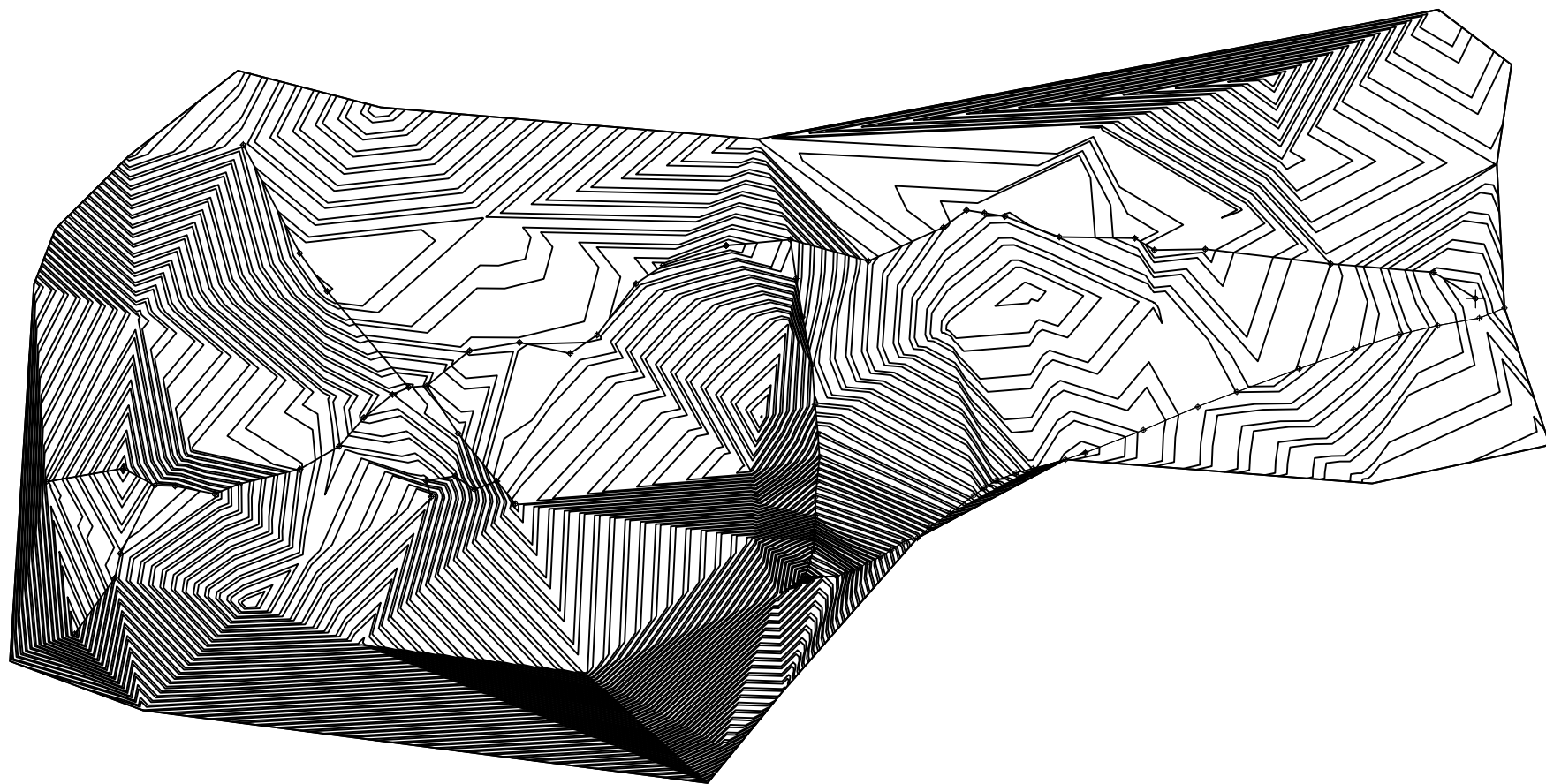
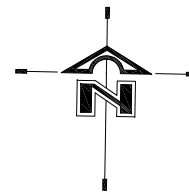
SIMBOLOGIA	
Est.-XX	ESTACION TOPOGRAFICA
	PUNTO TOPOGRAFICO
	SENTIDO DE FLUJO
V.L	VALVULA DE LIMPIEZA
V.A	VALVULA DE AIRE
	TUBERIA DE PVC INDICADA
	POZO
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	ANCHO DE CALLE
	VIVIENDAS



PLANTA DISTRIBUICION DE AGUA POTABLE

ESCALA: 1:2


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S			
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD RITO DE LAS FLORES, ASISTENTE A. JUTIPA			
CONTENIDO: PLANTA DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE		ESCALAS: INDICADA	
DISEÑADO: LUIS GERARDO RAMIREZ ESTRADA	CARRERA: 201503748	FECHA: ENERO 2021	
REVISADO: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVALLAGA OCHAETA SUPERVISOR DE E.P.S			

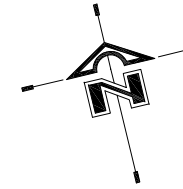
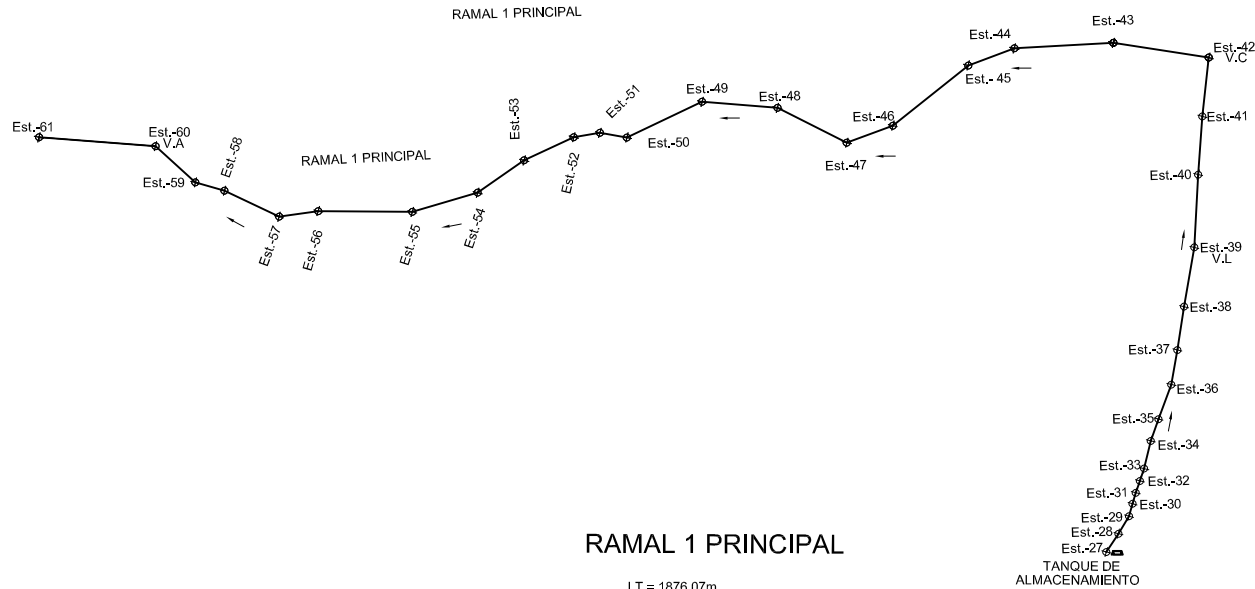


PLANTA

CURVAS DE NIVEL

ESCALA: 1:2

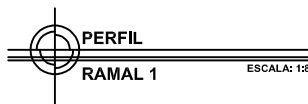
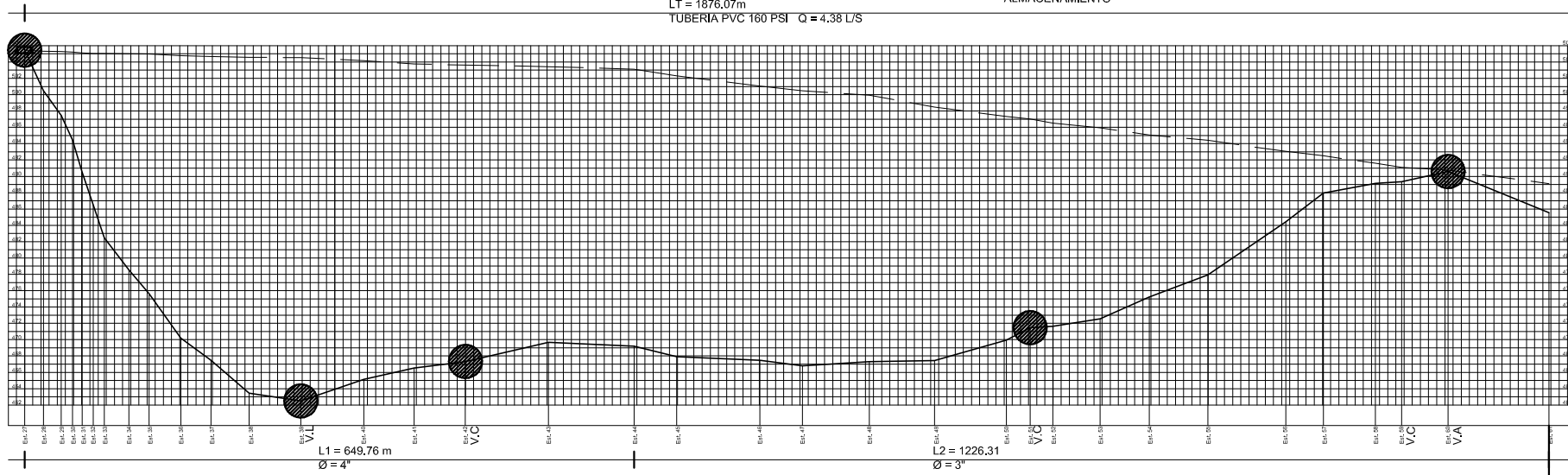
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S			
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD RITO DE LAS FLORES, AS. DE TONIN MTA. JUTIPA.			ESCALAS: INDICADA
CONTENIDO: CURVAS DE NIVEL			INDICADA
DIENSO: LUIS GERARDO RAMIREZ ESTRADA	CARNE: 201503743	FECHAS: ENERO 2021	ESCALA N.º: 02 06
REVISOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA SUPERVISOR DE E.P.S.			



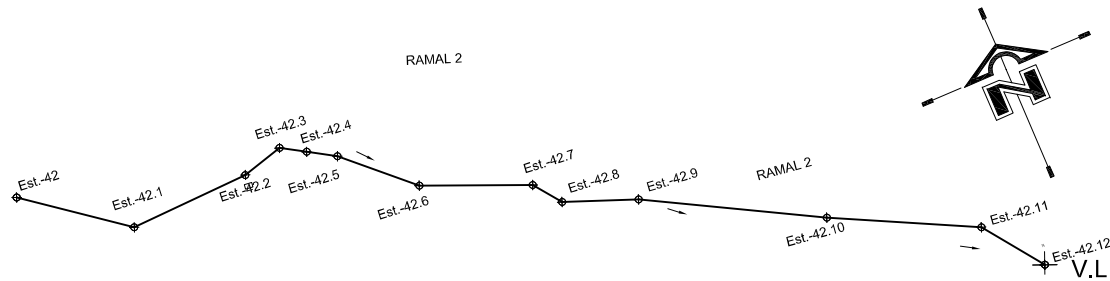
SIMBOLOGIA	
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	PUNTO TOPOGRAFICO
	SENTIDO DE FLUJO
	VALVULA DE LIMPIEZA
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE COMPUERTA
	ESTACION TOPOGRAFICA
	TUBERIA DE PVC INDICADA

RAMAL 1 PRINCIPAL

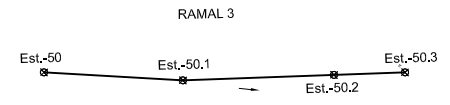
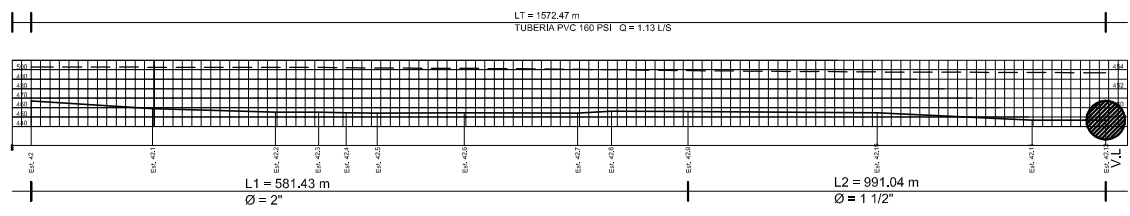
LT = 1876.07m
TUBERIA PVC 160 PSI Q = 4.38 L/S



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.		
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SITIO DE LAS FLORES, AS. INDIO MITA, JUTUPA.		
CONTIENE: PERFILES		ESCALA: INDICADA
DISEÑO: LUIS GERARDO RAMIREZ ESTRADA	CARRERA: 2011503743	FECHA: ENERO 2021
REVISOR:	ING. MANUEL ALFREDO ARRIVALLAGA OCHAETA SUPERVISOR DE E.P.S.	
		03 06

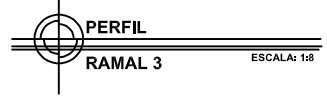
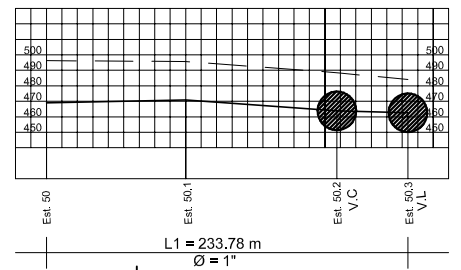


RAMAL 2



RAMAL 3

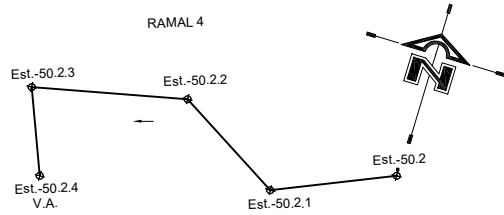
LT = 233.78 m
TUBERIA PVC 160 PSI Q = 0.34 L/S



SIMBOLOGIA	
Est.- XX	ESTACION TOPOGRAFICA
⊕	PUNTO TOPOGRAFICO
←	SENTIDO DE FLUJO
V.L	VALVULA DE LIMPIEZA
—	TUBERIA DE PVC INDICADA

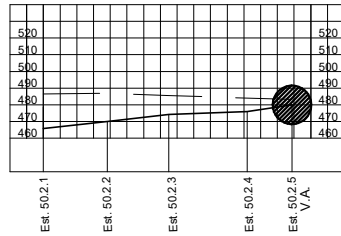
SIMBOLOGIA	
Est.- XX	ESTACION TOPOGRAFICA
⊕	PUNTO TOPOGRAFICO
←	SENTIDO DE FLUJO
—	TUBERIA DE PVC INDICADA
V.L	VALVULA DE LIMPIEZA
V.C	VALVULA DE COMPUERTA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S		
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD RENO DE LAS FLORES, ASISTENTE MUNICIPAL.		
CONTENIDO: PERFILES		ESCALAS: INDICADA
DISEÑO: LUIS GERARDO RAMIREZ ESTRADA	CARGO: 201503743	FECHA: ENERO 2021
REVISOR:		PAGINA N.º: 04 06
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVALLAGA OCHAETA SUPERVISOR DE E.P.S.		

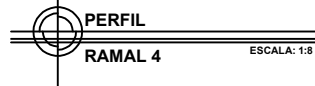


RAMAL 4

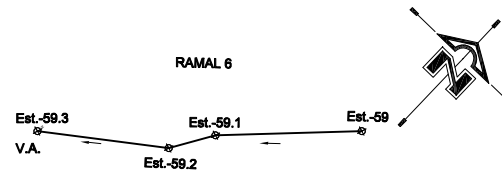
L1 = 149.59 m
TUBERIA PVC 160 PSI Q = 0.27 L/S



L1 = 149.59 m
 $\theta = 3/4^\circ$

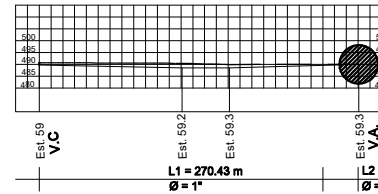


SIMBOLOGIA	
Est.- XX	ESTACION TOPOGRAFICA
⊕	PUNTO TOPOGRAFICO
←	SENTIDO DE FLUJO
V.A	VALVULA DE AIRE
—	TUBERIA DE PVC INDICADA

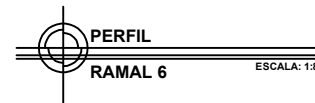


RAMAL 6

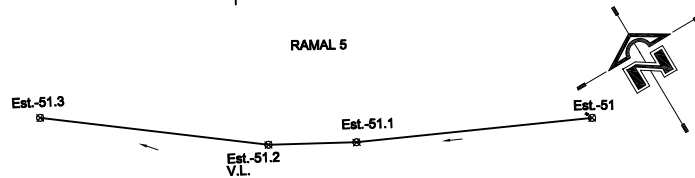
L1 = 270.43 m
TUBERIA PVC 160 PSI Q = 0.23 L/S



L1 = 270.43 m $\theta = 1^\circ$ L2 = 48.43 m $\theta = 1^\circ$

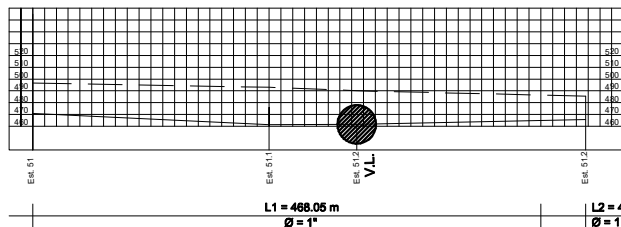


SIMBOLOGIA	
Est.- XX	ESTACION TOPOGRAFICA
⊕	PUNTO TOPOGRAFICO
←	SENTIDO DE FLUJO
—	TUBERIA DE PVC INDICADA
V.A	VALVULA DE AIRE
V.C	VALVULA DE COMPUERTA

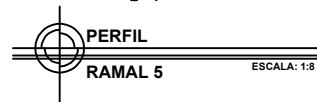


RAMAL 5

L1 = 488.05 m
TUBERIA PVC 160 PSI Q = 0.99 L/S

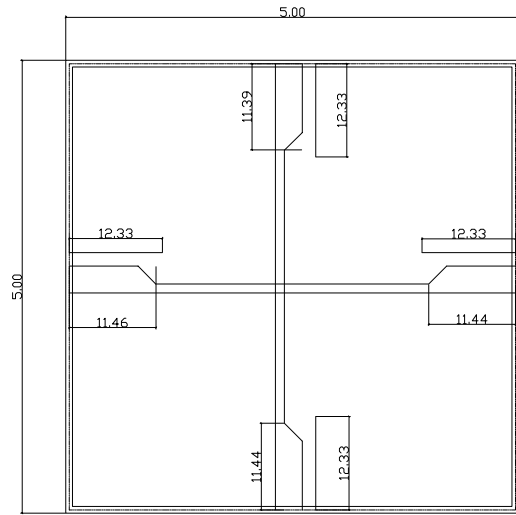


L1 = 488.05 m $\theta = 1^\circ$ L2 = 49.12 m $\theta = 1/12^\circ$

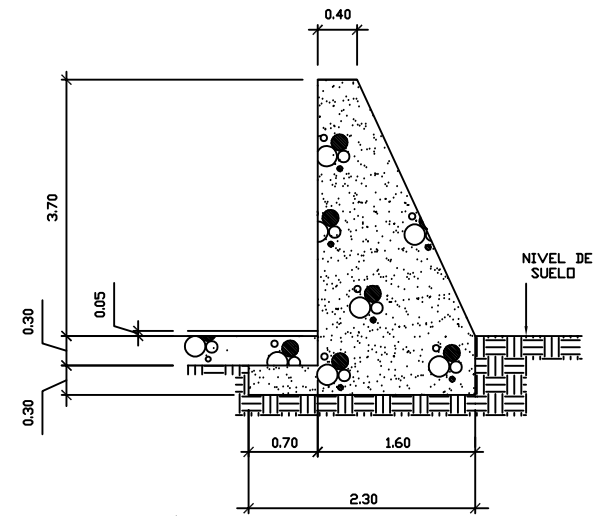


SIMBOLOGIA	
Est.- XX	ESTACION TOPOGRAFICA
⊕	PUNTO TOPOGRAFICO
←	SENTIDO DE FLUJO
V.L	VALVULA DE LIMPIEZA
V.A	VALVULA DE AIRE
—	TUBERIA DE PVC INDICADA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S		
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SITIO DE LAS FLORES, ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA.		
CONTIENE: PERFILES	ESCALA: INDICADA	
DISEÑO: LUS GERARDO RAMIREZ ESTRADA	CARNE: 201503743	FECHA: ENERO 2021
REVISIÓN:	HQA: No. 05 06	
(P) ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA SUPERVISOR DE E.P.S		



PLANTA
ARMADO DE LOSA
ESCALA: 1:8



PERFIL
MURO DE TANQUE
ESCALA: 1:8

ESPECIFICACIONES:

CONCRETO:
EL CONCRETO PARA TODOS LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEBERA CUMPLIR COMO MINIMO CON UN FC=210 kg/cm². A LOS 28 DIAS

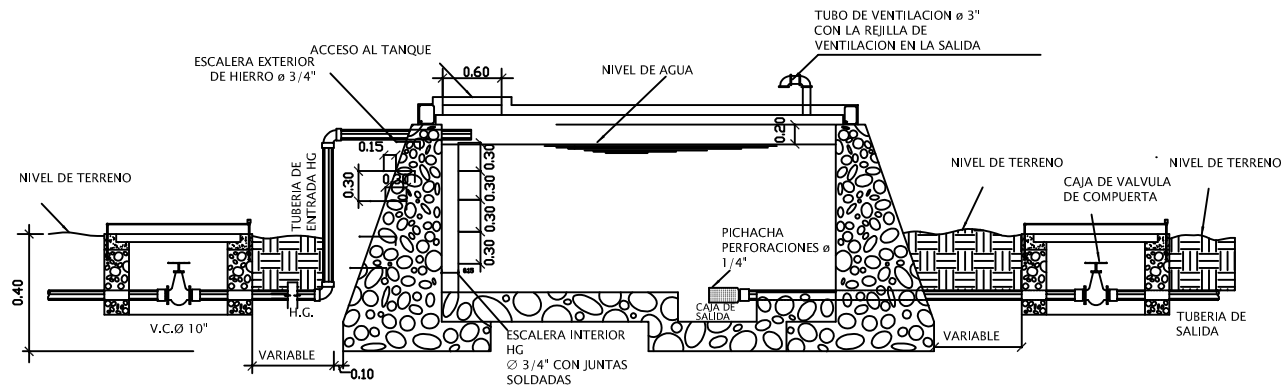
AGREGADOS:
LOS AGREGADOS ESTARAN LIMPIOS, Y BIEN GRADUADOS LIBRES DE IMPUREZAS Y MATERIA ORGANICA, EL TAMAÑO NOMINAL DE AGREGADO SERA DE 1/2" PARA ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

AGUA:
EL AGUA EMPLEADA EN EL MEZCLADO DEL CONCRETO DEBERA SER LIMPIA Y LIBRE DE CANTIDADES PERJUDICIALES DE ACEITES Y ACIDOS, ALCALIS, SALES, MATERIAL ORGANICO U OTRAS SUSTANCIAS QUE PUEDAN SER NOCIAS AL CONCRETO ACERO DE REFUERZO.

ACERO DE REFUERZO:
EL ACERO DE REFUERZO DEBE SER CORRUGADO, Fy=2,810 kg/cm.

MAMPOSTERIA:
PIEDRA: DEBERA SER SANA SIN GRIETAS NI FRAGMENTACION MARCADA Y DE LA MAYOR DENSIDAD POSIBLE. DEBERA TENER DUREZA SALTICA, ES DECIR QUE SU DUREZA NO SE ALTERE CON LA INTemperIE. EL TAMAÑO DE LA PIEDRA SERA ENTRE 0,10 A 0,30 Y DEBERA SER PERFECTAMENTE ANGULOSA Y NO REDONDA.

MORTERO:
LA PROPORCION DEL MORTERO SERA DE 1:1/2:3 CEMENTO, CAL Y ARENA DE RIO.

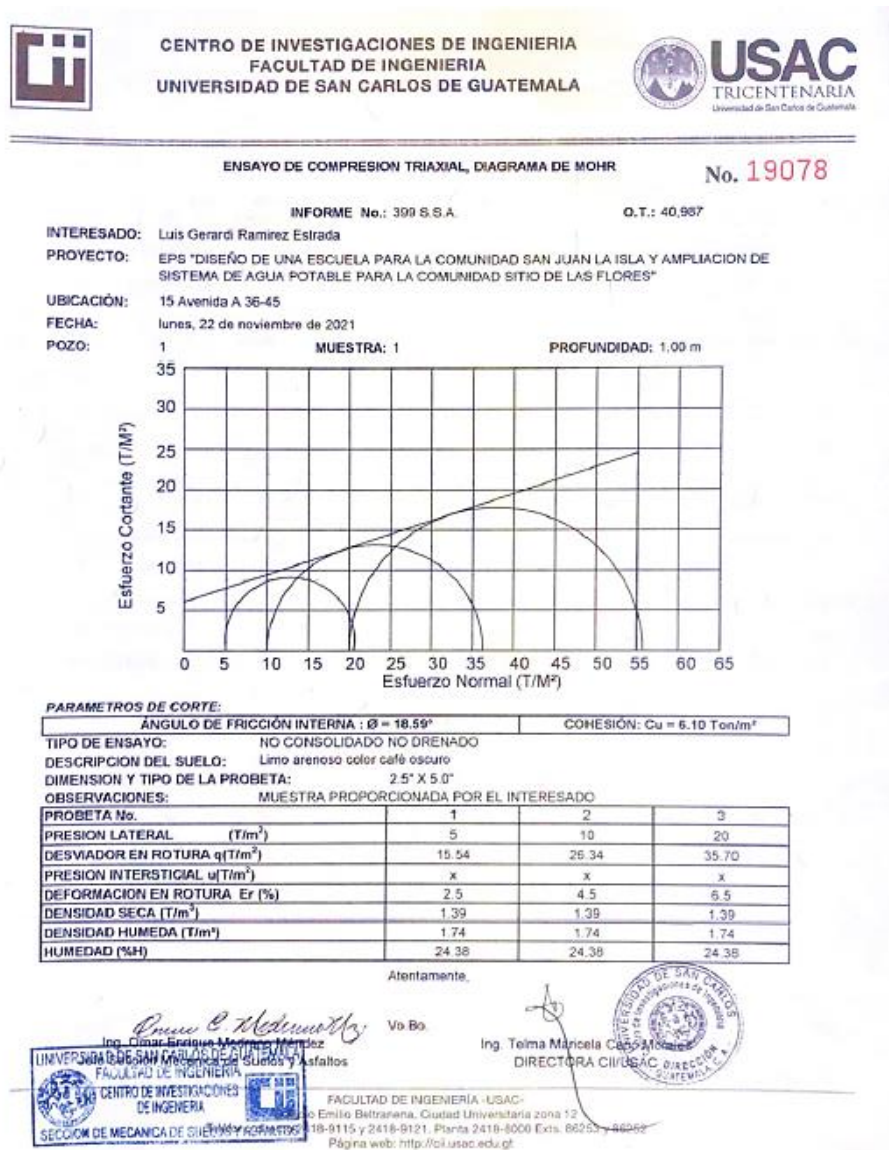


PERFIL
DETALLE DE ENTRADA Y DE SALIDA DEL TANQUE
ESCALA: 1:8

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S		
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD RITO DE LAS FLORES, AS. DE BONITA, EL TIERRA.	ESCALA: INDECADADA	
TANQUE DE ALMACENAMIENTO		INDICADA
SEÑOR: LUIS GERARDO RAMIREZ ESTRADA	CARRERA: 201503743	FECHA: ENERO 2021
REVISOR:	FIGURA: 06/06	
(1) ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA SUPERVISOR DE E.P.S.		


ANEXOS

Anexo 1. Ensayo de compresión triaxial




Fuente: Centro de Investigación de Ingeniería, Facultad de Ingeniería. USAC.

Anexo 2. Examen bacteriológico



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



EXAMEN BACTERIOLOGICO

O.T. No. 40986 INF. No. A -367 226

<p>INTERESADO: <u>LUIS GERARDO RAMÍREZ ESTRADA</u> REGISTRO ACADÉMICO 201805741</p> <p>MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Intensado</u></p> <p>LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>Aldea El Soño</u></p> <p>FUENTE: <u>Pozo de las Flores</u></p> <p>MUNICIPIO: <u>Asunción Mita</u></p> <p>DEPARTAMENTO: <u>Jutiapa</u></p>	<p>PROYECTO: <u>"DISEÑO DE UNA ESCUELA EN LA COMUNIDAD SAN JUAN LA ISLA Y AMPLIACIÓN DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD SITIO DE LAS FLORES ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA"</u></p> <p>DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERIA USAC</u></p> <p>FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2021-11-08 13h00min.</u></p> <p>FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2021-11-09 08h 08min.</u></p> <p>CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u></p>
--	--

SABOR: <u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>No hay</u>
ASPECTO: <u>Clara</u>	CLORO RESIDUAL: <u>----</u>
OLOR: <u>Insoleta</u>	

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10.00 cm ³	+++++	+++++	+++++----
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMESES COLIFORMES/100cm³		> 23	9,2


TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: BACTERIOLÓGICAMENTE EL AGUA NO ES POTABLE, SEGÚN NORMA COGUANOR NTG 29001.


Guatemala, 2021-11-15

Vo.Bo.

INGA. TELMA MARICELA CANO MORAL
DIRECTORA CIUSAC




[Firma]
Zephen Mach Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio




FACULTAD DE INGENIERIA - USAC -
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 89209 y 89221 Fax: 2418-9121
 Página web: <http://ci.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigación de Ingeniería, Facultad de Ingeniería. USAC.

Anexo 3. Análisis fisicoquímico sanitario



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



ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO

O.T. No. 40286 INF. No. 38.364

<p>INTERESADO: LUIS GERARDO RAMIREZ ESTRADA, REGISTRO ACADÉMICO 201503743</p> <p>RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u></p> <p>LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Aldoa El Sitio</u></p> <p>FUENTE: <u>Pozo de las Flores</u></p> <p>MUNICIPIO: <u>Asunción Mita</u></p> <p>DEPARTAMENTO: <u>Jutiapa</u></p>	<p>PROYECTO: "DISEÑO DE UNA ESCUELA PARA LA COMUNIDAD SAN JUAN LA ISLA Y AMPLIACIÓN DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD SITIO DE LAS FLORES ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA"</p> <p>DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC</u></p> <p>FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2021-11-08; 13 h 00 min.</u></p> <p>FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB: <u>2021-11-09; 08 h 08 min.</u></p> <p>CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u></p>
---	---

RESULTADOS			
1. ASPECTO: <u>Clara</u>	4. OLOR: <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) <u>29°C</u>	
2. COLOR: <u>09.00 Unidades</u>	5. SABOR: <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA: <u>648.0 μmhos/cm</u>	
3. TURBIDEZ: <u>4.50 UNT</u>	6. potencial de Hidrogeno (pH): <u>07.15 unidades</u>	9. SÓLIDOS DISUELTOS: <u>345.0 mg/L</u>	
SUSTANCIAS		SUSTANCIAS	
	mg/L		mg/L
1. CALCIO (Ca)	61,0	6. CLORUROS (Cl)	40,00
2. NITRITOS (NO ₂)	00,119	7. MAGNESIO (Mg)	31,0
3. NITRATOS (NO ₃)	105,2	8. SULFATOS (SO ₄)	46,0
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,05
5. MANGANESO (Mn)	0,018	10. DUREZA TOTAL	280,0
HIDROXIDOS		ALCALINIDAD TOTAL	
mg/L		mg/L	
00,00		186,12	


OTRAS DETERMINACIONES: Arsonato 0.12 mg/L.

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad fisicoquímica sanitaria, COLOR, DUREZA en Límites Máximos Permisibles. Las demás determinaciones se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de Normalidad, Según norma COGUANOR NTO 29001.


TÉCNICA: **"STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21ST EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NGO 4 018 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.**


Guatemala, 2021-11-15

Vo.Bo.




ING. TELMA MARIELA CANO MORALES
DIRECTORA CIUSAC





Ing. Químico Gal. No. 420
MSA en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC -
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Ext. 86200 y 85221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://ci.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigación de Ingeniería, Facultad de Ingeniería. USAC.

Anexo 4. **Tabla de control del proyecto**



Sitio Las Flores		
Hora de inicio 16:20 Pm Nivel E. 8 m		21/7/2021 Nivel D. 25 m
Hora	GPM	Nivel
4:20 p.m.	350	8 m
5:00 p.m.	350	9 m
6:00 p.m.	350	9 m
7:00 p.m.	350	11 m
8:00 p.m.	400	13 m
9:00 p.m.	400	14 m
10:00 p.m.	400	16 m
11:00 p.m.	400	18 m
12:00 a.m.	400	19 m
1:00 a.m.	413	20 m
2:00 a.m.	413	24 m
3:00 a.m.	413	23 m
4:00 a.m.	413	24 m

7ª Calle 11-80 zona E, Jutiapa, Atlapa
 mencoschang182@hotmail.com
 Tel, 56989515

Continuación del anexo 4.



5:00 a.m.	413	24 m
6:00 a.m.	413	24 m
7:00 a.m.	413	24 m
8:00 a.m.	413	24.80 m
9:00 a.m.	413	25 m
10:00 a.m.	413	25 m
11:00 a.m.	413	25 m
12:00 p.m.	413	25 m
1:00 p.m.	413	25 m
2:00 p.m.	413	25 m
3:00 p.m.	413	25 m
4:00 p.m.	413	25 m
4:40 p.m.	413	25 m



7ª Calle 11-89 zona 1, Jutiapa, Atlapa
ernconstru@hinet.net.com
Tel. 56282515

Fuente: Constructora ERN. *Tabla de control del proyecto en Sitio de las Flores. s/p.*

