



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA ARLOROMA Y DISEÑO DE  
EDIFICIO ESCOLAR PARA LA ALDEA EL PARAÍSO, JALAPA, JALAPA**

**Andrea Mishelle Mazariegos Quijada**

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, febrero de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA ARLOROMA Y DISEÑO DE  
EDIFICIO ESCOLAR PARA LA ALDEA EL PARAÍSO, JALAPA, JALAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ANDREA MISHELLE MAZARIEGOS QUIJADA**

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, FEBRERO 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. Luis Manuel Sandoval Mendoza
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 DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA ARLOROMA Y DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR PARA LA ALDEA EL PARAÍSO, JALAPA, JALAPA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería civil, con fecha 15 de abril del 2021.

**Andrea Mishelle Mazariegos Quijada**



Universidad de San Carlos de  
Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Unidad de EPS

Guatemala, 18 de mayo de 2022  
REF.EPS.DOC.204.05.2022

Ing. Oscar Argueta Hernández  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la estudiante universitaria **Andrea Mishelle Mazariegos Quijada, CUI 3389 38877 2101 y Registro Académico 201602926** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA ARLOROMA Y DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR PARA LA ALDEA EL PARAÍSO, JALAPA, JALAPA.**

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

c.c. Archivo  
MAAO/ra

Edificio de EPS, Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria, zona 12.  
Teléfono directo: 2442-3509

Universidad de San Carlos de  
Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Unidad de EPS

Guatemala, 20 de septiembre de 2022  
REF.EPS.D.304.09.2022

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 DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA ARLOROMA Y DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR PARA LA ALDEA EL PARAÍSO, JALAPA, JALAPA**, que fue desarrollado por la estudiante universitaria **Andrea Mishelle Mazariegos Quijada, CUI 3389 38877 2101 y Registro Académico 201602926**, quien fue debidamente asesorada y supervisada 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, which appears to be 'Oscar Argueta Hernández', is written over an official stamp. The stamp is oval-shaped and contains the text: 'Universidad de San Carlos de Guatemala', 'DIRECCIÓN', 'Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS', and 'Facultad de Ingeniería'.

Ing. Oscar Argueta Hernández  
Director Unidad de EPS

OAH/ra

Guatemala, 23 de mayo 2022

Ingeniero  
Armando Fuentes Roca  
Director 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 Graduación, **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA ARLOROMA Y DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR PARA LA ALDEA EL PARAÍSO, JALAPA, JALAPA**, de la estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil **ANDREA MISHELLE MAZARIEGOS QUIJADA**, Registro Académico: **201602926**, 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 Hidráulica

Cc: Estadística xxxxxxxxx  
Archivo

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Coordinador del Departamento de Hidráulica

Asesor  
Interesado





Guatemala, 05 de septiembre 2022

**Para:**  
**Andrea Mishelle Mazariegos Quijada**  
**Estudiante Universitario**  
**Escuela de Ingeniería Civil**  
**Presente**

Por este medio se informa que el Departamento de Estructuras, ha aprobado el anteproyecto del trabajo de graduación: **“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA ARLOROMA Y DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR PARA LA ALDEA EL PARAÍSO, JALAPA, JALAPA”**, con CUI **3389388772101** el cual fue presentado por el estudiante de Ingeniería Civil **Andrea Mishelle Mazariegos Quijada**, con registro académico **No. 201602926**, quien contó con la asesoría del **Ingeniero Civil Manuel Arrivillaga**. Y después de haber realizado las correcciones pertinentes por el estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil.

Por lo que considero que este trabajo llena los requisitos planteados y que representa un aporte para la Facultad de Ingeniería, por lo que se aprueba al mismo, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, le saludo muy atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Armando Fuentes Roca  
Coordinador del Departamento de Estructuras  
Departamento de Estructura






LNG.DIRECTOR.030.EIC.2023

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 DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA ARLOROMA Y DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR PARA LA ALDEA EL PARAÍSO, JALAPA, JALAPA**, presentado por: **Andrea Mishelle Mazariegos Quijada**, 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, febrero de 2023



LNG.DECANATO.OI.191.2023

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 DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA ARLOROMA Y DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR PARA LA ALDEA EL PARAÍSO, JALAPA, JALAPA**, presentado por: **Andrea Mishelle Mazariegos Quijada**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana



Guatemala, febrero de 2023

AACE/gaoc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por qué en su bondad y misericordia ha estado conmigo en cada momento.
<b>Mis padres</b>	Virgilio Mazariegos y Marta Quijada. Por su amor, apoyo y respaldo que me han impulsado a salir adelante.
<b>Mi esposo</b>	Lester Bonilla. Por ser mi acompañante incondicional, por su amor y confianza.
<b>Mi hermana</b>	María José Mazariegos. Por creer en mí en todo momento.
<b>Mis abuelos</b>	Marco Mazariegos y Ana Lemus. Por estar siempre cuando los necesito.
<b>Mis pastores</b>	Alexander Guerra y Karina Morales. Por sus enseñanzas, por ser un ejemplo para mí.
<b>Mis amigos</b>	Celeste Toledo, Evelyn Ovalle, Miguel Sazo, Luis Navichoque, Jorge Escobar, Rafael García. Por estar conmigo en este proceso.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por su eterno amor y por ayudarme en cada momento.
<b>Mis padres</b>	Virgilio Mazariegos y Marta Quijada. Por su apoyo incondicional.
<b>Mi esposo</b>	Lester Bonilla. Por impulsarme cada día.
<b>Mi hermana</b>	María José Mazariegos. Por su amistad y cariño.
<b>Mis abuelos</b>	Marco Mazariegos y Ana Lemus. Por creer en mí.
<b>Mi pastor</b>	Alexander Guerra. Por todo su amor y consejos.
<b>Mis amigos</b>	Celeste Toledo, Evelyn Ovalle, Miguel Sazo, Luis Navichoque, Jorge Escobar, Rafael García.
<b>Mi asesor</b>	Ing. Manuel Arrivillaga por guiarme en este proceso.
<b>Facultad de ingeniería</b>	Por permitirme aprender y desarrollarme profesionalmente.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XIII
GLOSARIO .....	XV
RESUMEN .....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	XXI
1. FASE DE INVESTIGACION .....	1
1.1. Monografía .....	1
1.1.1. Reseña Histórica .....	1
1.1.2. Población .....	1
1.1.3. Ubicación y extensión territorial .....	2
1.1.4. Topografía e hidrografía .....	4
1.1.5. Límites y colindancias.....	4
1.1.6. Vías de acceso .....	5
1.1.7. Condiciones climáticas .....	5
1.1.8. Actividades socioeconómicas .....	6
1.1.9. Servicios básicos de las comunidades .....	6
1.2. Diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos de las aldeas Arloroma y Paraíso .....	7
1.2.1. Análisis de las necesidades.....	7
1.2.2. Priorización de las necesidades .....	7

2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	9
2.1.	Diseño del sistema de agua potable de la aldea Arloroma, Jalapa, Jalapa .....	9
2.1.1.	Descripción del proyecto .....	9
2.1.2.	Información de campo .....	9
2.1.2.1.	Fuentes de agua .....	10
2.1.2.2.	Aforo.....	10
2.1.2.3.	Análisis de la calidad del agua .....	10
2.1.2.3.1.	Examen bacteriológico .....	11
2.1.2.3.2.	Examen fisicoquímico ...	11
2.1.2.4.	Levantamiento topográfico .....	11
2.1.3.	Parámetros de diseño .....	12
2.1.3.1.	Población a servir.....	12
2.1.3.2.	Periodo de diseño .....	12
2.1.3.3.	Cálculo de la población futura .....	12
2.1.3.4.	Dotación .....	13
2.1.3.5.	Factores de consumo.....	13
2.1.3.6.	Caudales de diseño.....	14
2.1.3.6.1.	Caudal medio diario .....	14
2.1.3.6.2.	Caudal máximo diario ...	14
2.1.3.6.3.	Caudal máximo horario .....	15
2.1.3.6.4.	Caudal de uso simultaneo.....	15
2.1.3.7.	Estimación de volumen a almacenar....	16
2.1.4.	Diseño del sistema .....	16
2.1.4.1.	Captación .....	16
2.1.4.2.	Línea de conducción .....	16

2.1.4.3.	Tanque de distribución .....	19
2.1.4.4.	Red de distribución .....	19
2.1.4.5.	Obras hidráulicas.....	22
2.1.4.5.1.	Caja rompe presión .....	22
2.1.4.5.2.	Caja de válvulas .....	22
2.1.5.	Sistema de desinfección.....	23
2.1.6.	Planos constructivos.....	23
2.1.7.	Presupuesto.....	23
2.1.8.	Cronograma de ejecución.....	24
2.2.	Diseño de edificio escolar para la aldea El Paraíso, Jalapa, Jalapa .....	25
2.2.1.	Descripción del proyecto .....	25
2.2.1.1.	Ubicación del proyecto .....	26
2.2.1.2.	Levantamiento topográfico .....	27
2.2.1.3.	Análisis del suelo .....	27
2.2.1.3.1.	Determinación del valor soporte del suelo.....	28
2.2.1.4.	Diseño arquitectónico .....	31
2.2.1.4.1.	Distribución de ambientes.....	31
2.2.1.5.	Sistema Estructural.....	31
2.2.2.	Análisis Estructural .....	32
2.2.2.1.	Predimensionamiento estructural .....	32
2.2.2.1.1.	Predimensionamiento de vigas .....	34
2.2.2.1.2.	Predimensionamiento de columna .....	35

2.2.2.1.3.	Predimensionamiento de losa.....	36
2.2.2.1.4.	Predimensionamiento de cimientos .....	38
2.2.2.2.	Modelo analítico .....	41
2.2.2.3.	Integración de cargas .....	42
2.2.2.3.1.	Carga viva .....	43
2.2.2.3.2.	Carga muerta .....	46
2.2.2.3.3.	Cargas de lluvia .....	49
2.2.2.3.4.	Carga Sísmica.....	53
2.2.2.4.	Desplazamientos laterales sísmicos ....	77
2.2.2.5.	Análisis de marcos dúctiles por el método numérico (Cross) .....	80
2.2.2.5.1.	Análisis de marco típico con el método de Cross para carga viva.....	82
2.2.2.5.2.	Análisis de marco típico con el método de Cross para carga muerta .....	84
2.2.2.5.3.	Análisis de marco típico con el método de Cross para carga de lluvia .....	86
2.2.2.5.4.	Análisis de marco típico con el método de Cross con ladeo para carga de sismo.....	87

2.2.2.6.	Análisis de marcos típicos con ETABS.....	91
2.2.2.6.1.	Análisis de marco típico con ETABS .....	91
2.2.2.7.	Comparación de resultados entre ETABS y CROSS en los tramos IE, JF, KG y LH en el marco B, sentido X para carga de sismo.....	94
2.2.2.8.	Momentos últimos por envolvente de momentos .....	94
2.2.2.8.1.	Envolvente de momentos.....	96
2.2.2.9.	Cortante en marcos dúctiles .....	101
2.2.2.9.1.	Cortante último en vigas de los marcos B y 3.....	102
2.2.2.9.2.	Cortante último en columnas de los marcos B y 3.....	104
2.2.3.	Diseño Estructural .....	106
2.2.3.1.	Diseño de vigas .....	106
2.2.3.2.	Diseño de columnas .....	116
2.2.3.3.	Diseño de losas .....	136
2.2.3.4.	Diseño de cimentación .....	143
2.2.3.5.	Módulo de gradas .....	152
2.2.4.	Instalaciones.....	156
2.2.5.	Planos constructivos.....	156
2.2.6.	Presupuesto del proyecto .....	157
2.2.7.	Cronograma de actividades .....	159

CONCLUSIONES..... 161  
RECOMENDACIONES ..... 163  
BIBLIOGRAFÍA..... 165  
APÉNDICES..... 167  
ANEXOS..... 175

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ubicación geográfica Jalapa, Jalapa.....	2
2.	Aldea Arloroma.....	3
3.	Aldea El Paraíso.....	3
4.	Límites del departamento de Jalapa.....	4
5.	Vías de comunicación en el departamento de Jalapa.....	5
6.	Planta amueblada primer nivel.....	26
7.	Planta amueblada segundo nivel.....	26
8.	Ubicación del proyecto.....	27
9.	Factores de capacidad de carga de Terzaghi.....	30
10.	Planta para predimensionamiento, primer nivel.....	33
11.	Planta para predimensionamiento, segundo nivel.....	33
12.	Sección transversal de viga.....	35
13.	Sección transversal de columna.....	36
14.	Sección transversal de zapata.....	40
15.	Planta típica.....	41
16.	Marco típico sentido x.....	41
17.	Marco típico sentido y.....	42
18.	Áreas tributarias para el marco B, ambos niveles.....	43
19.	Áreas tributarias para el marco 3, ambos niveles.....	43
20.	Cargas verticales sobre marco B.....	52
21.	Cargas verticales sobre marco 3.....	52
22.	Peso sísmico por nivel.....	54
23.	Planta de áreas.....	67

24.	Ubicación de centro de masa y centro de rigidez.....	69
25.	Fuerzas horizontales en el marco B.....	76
26.	Fuerzas horizontales en el marco.....	77
27.	Momentos carga viva en vigas sobre marco B, kg*m.....	82
28.	Momentos carga viva en columnas sobre marco B, kg*m.....	83
29.	Momentos carga viva en vigas sobre marco 3, kg*m.....	83
30.	Momentos carga viva en columnas sobre marco 3, kg*m.....	83
31.	Momentos carga muerta en vigas sobre marco B, kg*m.....	84
32.	Momentos carga muerta en columnas sobre marco B, kg*m.....	85
33.	Momentos carga muerta en vigas sobre marco 3, kg*m.....	85
34.	Momentos carga muerta en columnas sobre marco 3, kg*m.....	85
35.	Momentos carga de lluvia en vigas sobre marco B, kg*m.....	86
36.	Momentos carga de lluvia en columnas sobre marco B, kg*m.....	86
37.	Momentos carga de lluvia en vigas sobre marco 3, kg*m.....	87
38.	Momentos carga de lluvia en columnas sobre marco 3, kg*m.....	87
39.	Momentos carga horizontal en vigas sobre marco B, kg*m.....	89
40.	Momentos carga horizontal en columnas sobre marco B, kg*m.....	90
41.	Momentos carga horizontal en vigas sobre marco 3, kg*m.....	90
42.	Momentos carga horizontal en columnas sobre marco 3 kg*m.....	91
43.	Momentos carga viva en vigas sobre marco B, ton*m.....	92
44.	Momentos carga muerta en vigas sobre marco B, ton*m.....	92
45.	Momentos carga de lluvia en vigas sobre marco B, ton*m.....	93
46.	Momentos carga horizontal en vigas sobre marco B, ton*m.....	93
47.	cortante último en vigas de marco B.....	102
48.	cortante último en vigas de marco 3.....	103
49.	Cortante último en columnas de marco B.....	104
50.	Cortante último en columnas de marco 3.....	105
51.	Diagrama de momentos y cortes últimos de la viga sobre el eje x.....	107
52.	Diagrama de momentos y cortes últimos de la viga sobre el eje y.....	107



53.	Detalle de armado de viga del eje B.....	116
54.	Detalle de armado de viga del eje 3.....	116
55.	Diagrama para cálculo de esbeltez en columnas sentido X y Y.....	120
56.	Cálculo del coeficiente k.....	121
57.	Distribución de columnas.....	127
58.	Detalle de columna B3.....	136
59.	Distribución de losas.....	137
60.	Continuidad entre losas.....	137
61.	Detalle armado de losa.....	142
62.	Detalle de zapata.....	152

## TABLAS

I.	Datos para el cálculo del tramo 1.....	18
II.	Datos de tubería de PVC 160 PSI Y 250 PSI.....	18
III.	Presupuesto sistema de agua potable.....	24
IV.	Cronograma de actividades sistema de agua potable.....	24
V.	Carga viva para edificio escolar.....	44
VI.	Integración de carga viva sobre marco B.....	45
VII.	Integración de carga viva sobre marco 3.....	46
VIII.	Integración de carga muerta sobre marco B.....	47
IX.	Integración de carga muerta sobre marco 3.....	48
X.	Integración de carga de lluvia sobre marco B.....	50
XI.	Integración de carga de lluvia sobre marco 3.....	51
XII.	Peso total nivel 1.....	54
XIII.	Peso total nivel 2.....	55
XIV.	Corte total, eje x.....	60
XV.	Corte total, eje y.....	60
XVI.	Datos para rigidez de Wilbur en eje x, nivel 1 y nivel 2 .....	63

XVII.	Datos para rigidez de Wilbur en eje y, nivel 1 y nivel 2.....	64
XVIII.	Datos para ecuación de centro de rigidez, eje x.....	64
XIX.	Datos para ecuación de centro de rigidez, eje y.....	65
XX.	Peso total, ambos niveles.....	67
XXI.	Datos para el cálculo de centro de masa en ambos niveles.....	68
XXII.	Excentricidad sobre el eje x.....	71
XXIII.	Excentricidad sobre el eje y.....	71
XXIV.	Datos para el cálculo de torsión sobre eje el eje x, nivel 1.....	72
XXV.	Torsión y cortante total sobre el eje x, nivel 1.....	73
XXVI.	Datos para el cálculo de torsión sobre eje el eje y, nivel 1.....	73
XXVII.	Torsión y cortante total sobre el eje y, nivel 1.....	74
XXVIII.	Datos para el cálculo de torsión sobre eje el eje x, nivel 2.....	74
XXIX.	Torsión y cortante total sobre el eje x, nivel 2.....	75
XXX.	Datos para el cálculo de torsión sobre eje el eje y, nivel 2.....	75
XXXI.	Torsión y cortante total sobre el eje y, nivel 2.....	76
XXXII.	Derivas sobre el eje x, nivel 1.....	78
XXXIII.	Derivas sobre el eje y, nivel 1.....	79
XXXIV.	Derivas sobre el eje x, nivel 2.....	79
XXXV.	Derivas sobre el eje y, nivel 2.....	80
XXXVI.	Comparación entre los resultados entre Cross e ETABS.....	94
XXXVII.	Envolvente de momentos en vigas del marco B en kg*m.....	96
XXXVIII.	Envolvente de momentos en columnas del marco B en kg*m.....	97
XXXIX.	Envolvente de momentos en vigas del marco 3 en kg*m.....	98
XL.	Envolvente de momentos en columnas del marco 3 en kg*m.....	99
XLI.	cortante último en vigas de marco B.....	102
XLII.	cortante último en vigas de marco 3.....	103
XLIII.	Cortante último en columnas de marco B.....	104
XLIV.	Cortante último en columnas de marco 3.....	105
XLV.	Tabla de iteraciones para área de acero.....	109

XLVI.	Áreas de acero para $\mu(-)$ .....	110
XLVII.	Resumen de cálculos de viga en el eje B.....	111
XLVIII.	Resumen armado longitudinal en viga del eje B.....	112
XLIX.	Resumen de cálculos de viga en el eje 3.....	112
L.	Resumen armado longitudinal en viga del eje B.....	113
LI.	Integración de cargas en columna B3.....	117
LII.	Datos para el diseño del elemento.....	122
LIII.	Columnas de los ejes A y F.....	123
LIV.	Columnas de los ejes B, C, D, E y F.....	124
LV.	Columnas del eje 1.....	124
LVI.	Columnas del eje 2.....	125
LVII.	Columnas del eje 3.....	125
LVIII.	Columnas del eje 4.....	126
LIX.	Cargas $P_u$ .....	127
LX.	Cargas $P_c$ en eje x.....	128
LXI.	Cargas $P_c$ en eje y.....	128
LXII.	Datos de sección nueva propuesta.....	133
LXIII.	Áreas de acero y armado en losa.....	140
LXIV.	Datos de zapata propuesta.....	143
LXV.	iteraciones para el cálculo de acero requerido en zapata.....	149
LXVI.	Áreas de acero para zapata.....	150
LXVII.	Datos del módulo de gradas.....	153
LXVIII.	Áreas de acero para módulo de gradas.....	155
LXIX.	Presupuesto de edificio escolar.....	158
LXX.	Cronograma de actividades de edificio escolar.....	159



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Ø</b>	Ángulo de fricción interna
<b>B</b>	Base de cimentación
<b>CRP</b>	Caja rompe presión
<b>DL</b>	Carga muerta
<b>LL</b>	Carga viva
<b>cm<sup>3</sup></b>	Centímetro cúbico
<b>cm</b>	centímetro
<b>C</b>	Coefficiente de fricción del material
<b>k</b>	Coefficiente para el caudal de uso simultaneo
<b>Cu</b>	Cohesión del suelo
<b>D</b>	Diámetro interno de la tubería
<b>Dot</b>	Dotación
<b>t</b>	Espesor de losa
<b>Est</b>	Estación
<b>e</b>	Excentricidad
<b>Fs</b>	Factor de seguridad
<b>FMD</b>	Factor máximo diario
<b>FMH</b>	Factor máximo horario
<b>Hb/km<sup>2</sup></b>	Habitantes por kilómetro cuadrado
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>kg/m</b>	Kilogramo sobre metro
<b>kg/m<sup>2</sup></b>	Kilogramo sobre metro cuadrado
<b>km</b>	Kilometro

<b>Psi</b>	Libras por pulgada cuadrada
<b>fy</b>	Limite de fluencia del acero
<b>l/hab/día</b>	Litros por habitante al día
<b>l/s</b>	Litros por segundo
<b>L</b>	Longitud de tubería
<b>m</b>	Metro
<b>mca</b>	Metros columna de agua
<b>m/s</b>	Metros por segundo
<b>mm</b>	Milímetro
<b>M</b>	Momento
<b>hf</b>	Perdidas en la tubería
<b>PVC</b>	Policloruro de vinilo
<b>f'c</b>	Resistencia última del concreto
<b>i</b>	Tasa de crecimiento poblacional
<b>Ton</b>	Tonelada

## GLOSARIO

<b>ACI</b>	<i>American Concrete Institute.</i>
<b>Aforo</b>	Conjunto de operaciones para determinar el volumen de agua en un punto.
<b>AGIES</b>	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica.
<b>Altimetría</b>	Se dedica a medir las alturas y a estudiar las técnicas para representar el relieve de una superficie.
<b>Carga muerta</b>	Es el peso de los elementos que permanecen fijos en la estructura.
<b>Carga viva</b>	Son las cargas producidas por el uso de la edificación.
<b>Caudal</b>	Volumen de agua que pasa a través de una sección
<b>Dotación</b>	Es la cantidad de agua asignada a un habitante en un día en una población.
<b>Estiaje</b>	Nivel más bajo o caudal mínimo durante una época del año determinada.

<b>Excentricidad</b>	Es la distancia que existe entre el centro de masa y el centro de rigidez.
<b>Fuente</b>	Se refiere al origen de donde proviene el agua.
<b>GPS</b>	Sistema de posicionamiento global.
<b>INFOM</b>	Instituto de fomento municipal.
<b>Planimetría</b>	Se dedica a la representación de los detalles de un terreno sobre una superficie.
<b>Presión</b>	Es la fuerza ejercida sobre una superficie.
<b>Recubrimiento</b>	Espaciamiento desde la fibra extrema del concreto hasta el centroide del refuerzo longitudinal.
<b>Rigidez</b>	Es la propiedad que tiene un elemento estructural para oponerse a las deformaciones.



## **RESUMEN**

En el ejercicio profesional supervisado en la municipalidad de Jalapa, departamento de Jalapa, se realizó un trabajo en conjunto con las organizaciones comunitarias y los entes responsables en la planificación y diseño de los proyectos: diseño del sistema de agua potable de la aldea Arloroma y diseño de edificio escolar para la aldea El Paraíso, Jalapa, Jalapa.

Este documento está conformado por dos capítulos: El primer capítulo trata sobre la fase de investigación, en la que se describe la monografía del municipio, y un diagnóstico sobre las necesidades de infraestructura y servicios básicos en las comunidades de aldea Arloroma y aldea El Paraíso.

El capítulo dos se refiere al desarrollo del diseño de los proyectos planteados en las comunidades. Primero se describe el diseño del sistema de agua potable de aldea Arloroma, con los parámetros y criterios de diseño. La segunda parte está conformada por el diseño de un edificio escolar de dos niveles, realizado con normas nacionales e internacionales y siguiendo el normativo arquitectónico del ministerio de educación.

Por último, se encuentran las conclusiones, recomendaciones, anexos y juego de planos.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Realizar el diseño del sistema de agua potable para aldea Arloroma, y el diseño de un edificio escolar para aldea El Paraíso, del municipio de Jalapa, departamento de Jalapa.

### **Específicos**

1. Identificar las necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Jalapa, departamento de Jalapa.
2. Desarrollar diseños que cumplan con las normativas requeridas en Guatemala.



## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación consiste en el diseño de agua potable para aldea Arloroma y diseño de un edificio escolar para aldea el paraíso, del municipio de Jalapa, Jalapa.

A través del ejercicio profesional supervisado en la municipalidad de Jalapa, se conocieron las necesidades de las comunidades del municipio, en la reunión COMUDE, en la que se seleccionaron los proyectos mencionados anteriormente.

Aldea Arloroma cuenta con un sistema de agua ineficiente debido a que este ya ha completado el periodo de diseño, y además algunos tramos de tubería se encuentran dañados. Por lo que el nuevo diseño planteado busca atender la demanda del líquido vital en las viviendas de dicha comunidad. Tomando en cuenta que la población se ha desarrollado en los últimos años por la migración dada. La recolección de datos se realizó con la ayuda de la oficina DMP, el COCODE y el comité de agua de aldea Arloroma.

Aldea El Paraíso cuenta con un edificio escolar en mal estado que es inseguro para los niños. Los materiales de su infraestructura son adobe, lamina y tablas. De manera que los ambientes no son cómodos para lograr un buen aprendizaje. El diseño del edificio escolar presentado busca que los estudiantes tengan espacios de aprendizaje adecuados para que mejoren sus resultados académicos. El nuevo diseño plantea una estructura de concreto reforzado de marcos dúctiles, que cumple con el manual de criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales del ministerio de educación.



# **1. FASE DE INVESTIGACION**

## **1.1. Monografía**

Jalapa es la cabecera departamental del departamento de Jalapa, localizada a 100 km de la ciudad de Guatemala. Está ubicada al suroeste de Guatemala en un valle que rodea el volcán Jumay.

### **1.1.1. Reseña Histórica**

Después de la Independencia de Guatemala en 1821, Jalapa fue uno de los municipios originales del Estado de Guatemala, cuando este fue fundado en 1825; pertenecía al departamento de Chiquimula. Luego de la creación de la República de Guatemala el 21 de marzo de 1847 por el gobierno conservador del general Rafael Carrera, se formó el distrito de Jalapa el 25 de febrero de 1848, cuando la región de Mita fue separada en tres: Jutiapa, Santa Rosa y Jalapa. Esta división política no funcionó y fue disuelta en 1850. Finalmente, el departamento de Jalapa fue creado por el gobierno liberal de Justo Rufino Barrios el 24 de noviembre de 1873 por Decreto N.º 107.

### **1.1.2. Población**

Cuenta con una población aproximada de 122 483, tiene una densidad de 225 hb/km<sup>2</sup>. El gentilicio que recibe su población es “jalapaneco”.

La población de Jalapa está concentrada en comunidades rurales (63 %), tan solo un 37 % de la población vive en el casco urbano. La mayor concentración

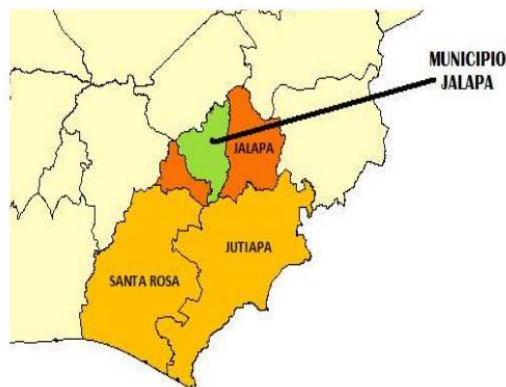
poblacional se da en el casco urbano y la montaña Xalapán, habiendo una menor concentración poblacional en Ladinos Pardos y la zona del volcán Jumay.

### 1.1.3. Ubicación y extensión territorial

El municipio de Jalapa tiene una superficie de 544 kilómetros cuadrados, una altura de 1 392 metros sobre el nivel del mar, con una altitud de 14°38' 16" N y una longitud de 89°59' 26" O geográficamente limita al norte con Guastatoya (El Progreso); al este con San Pedro Pinula y San Manuel Chaparrón (Jalapa); al sur con San Carlos Alzatate, Monjas y Mataquescuintla (Jalapa) y al oeste con Sanarate, Sansare (El Progreso) y Mataquescuintla (Jalapa).

El municipio cuenta con una ciudad, 33 aldeas, 112 caseríos y 27 parajes. Aldea Arloroma se encuentra ubicado en las coordenadas Latitud:14,6 Longitud: -90,0167 y aldea El Paraíso en Latitud: 14,6167 Longitud: -90,05.

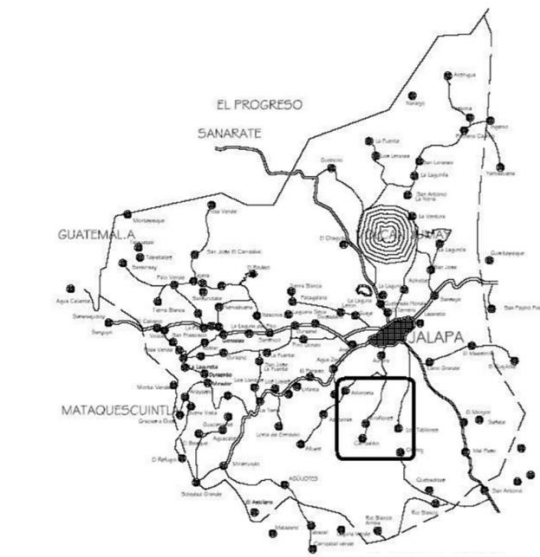
Figura 1. Ubicación geográfica Jalapa, Jalapa



Fuente: Cooperativa El Recuerdo Planificación Territorial 2010.

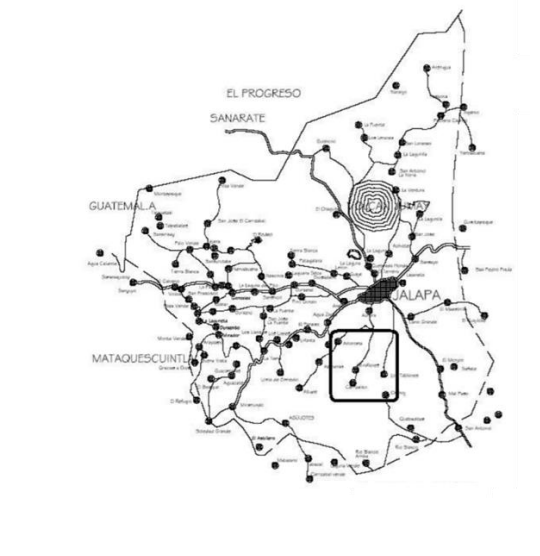


Figura 2. **Aldea Arloroma**



Fuente: Dirección de Planificación, Jalapa.

Figura 3. **Aldea El Paraíso**



Fuente: Dirección de Planificación, Jalapa.

#### 1.1.4. Topografía e hidrografía

El departamento de Jalapa es irrigado por varios ríos. Algunos de ellos son El Grande o Guastatoya, El Monjas, El Colorado, El Ostúa y El Plátanos. Jalapa presenta una topografía diversa, lo que contribuye a que sus terrenos sean montañosos y sus alturas varíen entre los 1 720 metros sobre el nivel del mar.

Existen altiplanicies y hermosos valles, así como cerros, colinas, desfiladeros y barrancos cubiertos de variedad de vegetación.

#### 1.1.5. Límites y colindancias

Se encuentra situado en la región Centro-Oriente de Guatemala. Limita al norte con los departamentos de El Progreso y Zacapa; al sur con los departamentos de Jutiapa y Santa Rosa; al este con el departamento de Chiquimula; y al oeste con el departamento de Guatemala.

Figura 4. Límites del departamento de Jalapa



Fuente: Dirección Municipal de Planificación.

### 1.1.6. Vías de acceso

Entre las principales rutas nacionales que atraviesan el departamento están: la Ruta Nacional 19, que lo comunica con El Progreso y Jutiapa; también está la ruta nacional 18 que desde la capital lleva a Esquipulas en el departamento de Chiquimula. Cuenta también con rutas departamentales, municipales y veredas que lo comunican con todos los poblados rurales y departamentos vecinos.

Figura 5. Vías de comunicación en el departamento de Jalapa



Fuente: Dirección Municipal de Planificación.

### 1.1.7. Condiciones climáticas

Por su configuración geográfica que es bastante variada debido a la topografía del departamento, Jalapa tiene consigo diversidad de climas. Se puede decir que generalmente es templado.

### **1.1.8. Actividades socioeconómicas**

Por las condiciones de su terreno, respalda su economía sobre todo en la rama agrícola, pues existe la producción de diversos cultivos de acuerdo con los climas variados. Entre estos tenemos la producción de maíz, frijol, arroz, papa, yuca, chile, café entre otros. También destaca en la elaboración de lácteos, productos de cuero y actividades artesanales.

### **1.1.9. Servicios básicos de las comunidades**

Aldea Arloroma cuenta con los servicios de:

- Servicio de energía eléctrica
- Servicio de agua potable
- Escuela de nivel primario y preprimario
- Servicio de bus extraurbano
- Iglesia católica
- Iglesias evangélicas

Aldea El Paraíso cuenta con los servicios de:

- Servicio de energía eléctrica
- Servicio de agua potable
- Escuela de nivel primario y preprimario
- Servicio de bus extraurbano
- Iglesia católica
- Iglesias evangélicas

## **1.2. Diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos de las aldeas Arloroma y Paraíso**

El diagnóstico permite reconocer las necesidades básicas de infraestructura que se tienen en las aldeas Arloroma y El Paraíso del municipio de Jalapa, departamento de Jalapa.

### **1.2.1. Análisis de las necesidades**

Una de las principales problemáticas que presenta aldea Arloroma es que su sistema de agua es deficiente debido a que ya ha sobrepasado el periodo de diseño, de manera que no satisface la necesidad de agua en la comunidad, además que la población ha aumentado y se han construido nuevas viviendas. La falta de agua potable ha causado muchos problemas para la población provocando enfermedades, saneamiento inadecuado e insalubridad.

La escuela de la aldea El Paraíso no cuenta con aulas suficientes para albergar a la cantidad de niños que asisten a primaria, y preprimaria. La población de estudiantes es de 422 estudiantes, 81 en preprimaria y 341 en primaria.

Los materiales de la estructura se encuentran en mal estado causando sensación de inseguridad e incomodidad en los alumnos por lo que hay un alto porcentaje de inasistencia a clases.

### **1.2.2. Priorización de las necesidades**

Tomando en cuenta la información recolectada en las comunidades de aldea Arloroma y aldea El Paraíso y los recursos disponibles para satisfacer las

necesidades planteadas, se han seleccionado los proyectos que se detallan a continuación.

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

### **2.1. Diseño del sistema de agua potable de la aldea Arloroma, Jalapa, Jalapa**

El diseño del sistema de agua potable comprende de manera general, la captación, conducción, tratamiento, almacenamiento de agua y distribución de la misma.

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

El proyecto consiste en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, que está integrado por la fuente, línea de conducción, almacenamiento y red de distribución. Tomando en cuenta que la fuente a utilizar es un nacimiento y que la comunidad cuenta con un tanque de distribución existente, adecuado para el nuevo sistema de agua potable.

#### **2.1.2. Información de campo**

La investigación de campo tiene por objeto obtener y clasificar la información sobre la comunidad que carece del servicio de agua potable o necesita una ampliación de este.

### **2.1.2.1. Fuentes de agua**

Aldea Arloroma cuenta con un nacimiento de agua ubicado a 2,5 kilómetros de distancia, al norte de la comunidad. Esto permite que el sistema funcione por gravedad.

### **2.1.2.2. Aforo**

Para conocer el caudal de la fuente se utilizó el método volumétrico que consiste en hacer llegar el agua a un depósito cuyo volumen es conocido y contar el tiempo en el que se llena.

$$Q = \frac{V}{t}$$

Donde:

Q= caudal de la fuente

V= volumen del recipiente

t= tiempo de medición

Para la medición se utilizó un tubo de tres pulgadas, una cubeta de cinco litros y un cronometro. Con materiales disponibles en el área se realizó una presa para colocar el tubo de manera que pudiera fluir el agua hacia la cubeta para luego realizar cinco mediciones y obtener el caudal de la fuente. El aforo de la fuente se realizó en tiempo de estiaje.

### **2.1.2.3. Análisis de la calidad del agua**

El agua potable debe de ser sanitariamente segura es decir apta para el consumo humano, su calidad se describe mediante las características químicas



físicas y biológicas de esta y a nivel nacional se verifican por la norma COGUANOS NGO 29001.

#### **2.1.2.3.1. Examen bacteriológico**

Estipula el número permisible de microorganismos coliformes fecales en los volúmenes de agua. Los resultados del examen bacteriológico enmarcan que la calidad bacteriológica no precisa más que un simple tratamiento de desinfección para las fuentes de agua (ver anexos).

#### **2.1.2.3.2. Examen fisicoquímico**

Determina la calidad según sus características de comportamiento físico y sustancias contenidas. El resultado del laboratorio del examen fisicoquímico indica que desde el punto de vista de la calidad física el agua cumple con la norma y desde el punto de vista de la calidad química la cantidad de amoniaco sobrepasa el límite mínimo de contaminación. La solución para la cantidad de amoniaco es utilizar filtros de arena.

#### **2.1.2.4. Levantamiento topográfico**

Es el estudio técnico y descriptivo de un terreno, que marca todos los puntos de interés. Los principales tipos de levantamiento topográfico para el estudio de un terreno son el estudio de planimetría y altimetría. El equipo utilizado para la obtención de datos fue:

- Estación total sokkia set 610
- Prisma
- Cinta métrica

### **2.1.3. Parámetros de diseño**

El diseño del sistema se basará en los parámetros de: población, periodo de diseño, calidad de vida, clima, calidad y cantidad de agua, entre otros.

#### **2.1.3.1. Población a servir**

La cuadrilla de topografía realizó el conteo de viviendas de la comunidad, siendo este de 165 viviendas, 3 escuelas, 3 iglesias, 1 cementerio. Estimando 5 habitantes en promedio por vivienda.

#### **2.1.3.2. Periodo de diseño**

El periodo de diseño para el cual el sistema cubrirá la demanda proyectada de agua potable será de 22 años. La normativa establece un periodo de 20 años para obras civiles además se prevén dos años de gestión para empezar con el proyecto.

#### **2.1.3.3. Cálculo de la población futura**

Para el cálculo de la población futura se utilizó el método geométrico que es el más adecuado para poblaciones en crecimiento.

$$Pf = Po(1 + i)^n$$

Donde:

Pf= Población futura

Po= Población inicial

i= tasa de crecimiento poblacional

n= número de años en el futuro

La tasa de crecimiento poblacional utilizada es del 2,2 % según el instituto nacional de estadística para el municipio de Jalapa.

$$Pf = (825 \text{ hab})(1 + 2,2 \%)^{22}$$

$$Pf = 1\,332 \text{ habitantes}$$

#### **2.1.3.4. Dotación**

Es la cantidad de agua asignada a un habitante en un día en una población. Tomando en cuenta la calidad de vida, cantidad de agua, los servicios públicos y el nivel de vida de la comunidad se ha establecido una dotación de 140 l/hab/día (conexión intradomiciliaria con opción a varios grifos por vivienda).

Basado en que el nivel de vida ha mejorado debido a la migración de las personas que han invertido en mejorar la calidad de vida de sus familiares de manera que las personas cuentan con vehículos, electrodomésticos como lavadoras y calentadores.

#### **2.1.3.5. Factores de consumo**

Los factores de consumo utilizados son el factor máximo diario de 1,2 y un factor máximo horario de 2 ya que la población futura es mayor a 1 000.

### 2.1.3.6. Caudales de diseño

Los caudales de diseño son los consumos considerados para el dimensionamiento de las tuberías.

#### 2.1.3.6.1. Caudal medio diario

Se obtiene al multiplicar la dotación por la población futura y dividirlo entre la cantidad de segundos que contiene un día.

$$Q_m = \frac{Dot \times Pf}{86\,400}$$

$$Q_m = \frac{(140 \text{ l/hab/día} \times 1\,275 \text{ hab})}{86\,400 \text{ s}}$$

$$Q_m = 2,23 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

#### 2.1.3.6.2. Caudal máximo diario

Para este se considera el posible aumento del caudal en un día promedio. Se determina multiplicando el caudal medio diario por el factor máximo diario.

$$QMD = Q_m \times FMD$$

$$QMD = 2,23 \frac{\text{l}}{\text{s}} \times 1,2$$

$$QMD = 2,67 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

### 2.1.3.6.3. Caudal máximo horario

El consumo de agua varía dependiendo de la hora del día; por ejemplo, la demanda de caudal será mínima a las 12 de la noche, pero será un máximo a las 6 de la mañana. Se obtiene multiplicando el factor máximo horario por el caudal medio diario.

$$QMH = Qm \times FMH$$

$$QMH = 2,23 \frac{l}{s} \times 2$$

$$QMH = 4,46 \frac{l}{s}$$

### 2.1.3.6.4. Caudal de uso simultaneo

En el diseño de la red de distribución se utilizará el mayor entre el caudal de uso simultaneo y el caudal máximo horario.

$$q = k\sqrt{nv - 1}$$

Donde:

q= caudal de uso simultaneo

k= 0,20 coeficiente

nv=número de conexiones futuras

$$q = 0,20\sqrt{267 - 1}$$

$$q = 3,26 \frac{l}{s}$$

#### **2.1.3.7. Estimación de volumen a almacenar**

En sistemas de gravedad se recomienda que el tanque de distribución pueda almacenar un 40 % del caudal medio diario. El tanque existente cumple con esta recomendación ya que es un proyecto nuevo dentro de la comunidad.

#### **2.1.4. Diseño del sistema**

El proyecto consiste en el diseño del abastecimiento de agua potable para aldea Arloroma, que abastecerá hasta 1 232 habitantes.

##### **2.1.4.1. Captación**

La captación de la fuente se realizará mediante una obra típica. Se construirá de manera que el flujo del nacimiento pueda ser captado en un tanque de recolección. Sera construida con concreto ciclópeo y estará constituida por los siguientes componentes: caja de válvula, muro de contención, sello sanitario, caja de decantación o desarenador, pichacha y tubo de desfogue.

La obra de captación será protegida con un cerco y una cuneta interceptora para las bestias y el agua de escorrentía.

##### **2.1.4.2. Línea de conducción**

La tubería en la línea de conducción deberá enterrarse a una profundidad mínima de 0,60 metros. Para terrenos de uso agrícola 0,80 metros y en calles

transitables 1,20 metros, la velocidad de agua en las tuberías estará entre 0,60 m/s y 3 m/s, las presiones de servicio estarán limitadas entre 10 y 60 mca.

En el diseño de conducción por gravedad deben determinarse las longitudes y los diámetros de tubería para ajustar las pérdidas a las alturas disponibles. Para el cálculo del diámetro se utiliza el caudal máximo diario.

Las pérdidas provocadas por el roce del agua y la tubería se representan con las letras hf que se calculan por medio de la ecuación de Hazen & William.

$$H_f = \frac{1\,743,81141 \times L \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,87}}$$

Donde:

Hf= Pérdidas de carga (m)

L= Longitud del tramo (m)

Q= Caudal (l/s)

C= Coeficiente de fricción que depende del material

D= Diámetro interno de la tubería (pulg)

## Cálculo Tramo 1

Tabla I. **Datos para el cálculo del tramo 1**

Est	Caudal máximo diario (l/s)	Longitud de diseño (m)	Cota (m)	Diferencia de altura
1	8,45	20,82	2 410	15
2	8,45		2 395	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Tabla II. **Datos de tubería de PVC 160 PSI Y 250 PSI**

TUBERÍA DE PVC 1120 ASTM D2241 SDR 26							TUBERÍA DE PVC 1120 ASTM D2241 SDR 17					
Presión de Trabajo a 23°C 160 PSI							Presión de Trabajo a 23°C 250 PSI					
Presión Mínima de Ruptura							Presión Mínima de Ruptura 800 PSI					
Longitud de cada Tubo 20 pies (6.09 m)							Longitud de cada Tubo (Falla en 60 a 90 seg) 20 pies (6.09 m)					
Díametro Nominal (")	Díametro Exterior (")	Espesor de Pared (")	Díametro Interior (")	Díametro Interior (mm)	Precio Unitario (Q)	Peso Aprox. (lb)	Díametro Exterior (")	Espesor de Pared (")	Díametro Interior (")	Díametro Interior (mm)	Precio Unitario (Q)	Peso Aprox. (lb)
1/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/4	-	-	-	-	-	-	0.840	0.062	0.926	23.5204	41.63	2.42
1	1.315	0.060	1.195	30.353	51.16	2.97	1.315	0.077	1.161	29.4894	64.79	3.77
1 1/4	1.660	0.064	1.532	38.9128	69.41	4.03	1.660	0.098	1.464	37.1856	104.08	6.05
1 1/2	1.900	0.073	1.754	44.5516	90.67	5.27	1.900	0.112	1.676	42.5704	136.15	7.91
2	2.375	0.091	2.193	55.7022	141.28	8.21	2.375	0.140	2.095	53.213	212.67	12.36
2 1/2	2.875	0.111	2.655	67.437	218.18	12.01	2.875	0.169	2.537	64.4398	327.86	18.07
3	3.500	0.135	3.230	82.042	326.29	17.94	3.500	0.206	3.088	78.4352	485.90	26.81
4	4.500	0.173	4.154	105.5116	536.61	29.57	4.500	0.265	3.970	100.8380	804.32	44.34
5	5.563	0.214	5.135	130.429	821.62	45.21	5.563	0.327	4.909	124.6886	1227.32	67.64
6	6.625	0.255	6.115	155.321	1166.78	64.15	6.625	0.390	5.845	148.4630	1743.88	96.07
8	8.625	0.332	7.961	202.2094	1975.82	108.74	8.625	0.508	7.609	193.2686	2955.48	162.9
10	10.750	0.413	9.924	252.0696	-	168.61	10.750	0.632	9.486	240.9444	-	252.63
12	12.750	0.490	11.770	298.958	-	237.26	12.750	0.750	11.250	285.75	-	355.56
15	15.300	0.588	14.124	358.7496	-	357.38	-	-	-	-	-	-
18	-	-	17.263	438.4802	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	20.351	516.9154	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	22.895	581.533	-	-	-	-	-	-	-	-
27	-	-	25.803	655.3962	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

## Determinación del diámetro a utilizar

$$D = \left( \frac{1\,743,81141 \times 20,82 \times 2,674 \text{ l/s}^{1,85}}{150^{1,85} \times 15 \text{ m}} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$



$$D=1,07 \text{ pulg}$$

Se utilizará tubería de 2 " para obtener una menor pérdida.

Cálculo de las pérdidas

$$H_f = \frac{1\,743,81141 \times 20,82m \times 2,674^{1,85}}{150^{1,85} \times 2,095^{4,87}}$$

$$H_f = 0,57 \text{ m} < 15 \text{ m} \quad \text{CUMPLE}$$

Los resultados de las presiones estática y dinámica se encuentran en los anexos.

#### **2.1.4.3. Tanque de distribución**

La comunidad cuenta con un tanque de distribución que tiene 3 años de haber sido ejecutado el anterior fue inhabilitado por las malas condiciones en las que se encontraba. El tanque de distribución tiene una capacidad de 80 m<sup>3</sup>, está hecho de concreto reforzado con una losa maciza de 10 cm con escotilla de ingreso y dos respiradores.

El tanque cumple con el volumen de almacenamiento recomendado por la normativa, siendo este del 40 % del caudal máximo diario.

#### **2.1.4.4. Red de distribución**

Las viviendas de la aldea se encuentran dispersas por tal razón es una red abierta que está compuesta por 165 viviendas, 3 escuelas, 3 iglesias y 1 cementerio.

El caudal de diseño para la red de distribución será el caudal máximo horario ya que es mayor que el caudal simultaneo. Para determinar el caudal de diseño de cada tramo primero se determina el caudal unitario de vivienda con la siguiente ecuación.

$$Qu = \frac{QMH}{Tv}$$

Donde:

Qu= Caudal unitario

QMH= Caudal máximo horario

Tv= Total de viviendas

$$Qu = \frac{4,46 \text{ l/s}}{267}$$

$$Qu = 0,017 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

Luego con el número de viviendas futuras se determina el caudal diseño de cada tramo. A continuación, se presenta el diseño del ramal de la estación 89 a la 92.

Caudal de viviendas por ramal

$$Qv = Qu * No. \text{deviv}$$

Donde:

Qv=Caudal de vivienda por ramal

Qu= Caudal unitario

No.deviv=Número de viviendas futuras por ramal

En el ramal expuesto en este ejemplo se tienen 10 viviendas futuras por lo que el caudal de diseño es el siguiente.

$$Qv = 0,017 \frac{l}{s} * 10 = 0,167 l/s$$

Para determinar el diámetro de la tubería a utilizar se debe calcular la diferencia de alturas, para luego proponer uno.

$$Hf = 2\ 126 - 2\ 135,30 = 9,30$$

Determinación del diámetro a utilizar

$$D = \left( \frac{1\ 743,81141 \times 129,13 \times 0,167 l/s^{1,85}}{150^{1,85} \times 9,30\ m} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

$$D=0,60\ \text{pulg}$$

Se utilizará tubería de 1/2" en el tramo. Ahora se verificará que las pérdidas con esta tubería sean menores a la diferencia de altura.

Cálculo de las perdidas

$$Hf = \frac{1\ 743,81141 \times 129,13m \times 0,167^{1,85}}{150^{1,85} \times 0,716^{4,87}}$$

$$Hf = 3,94\ m < 9,30\ m \quad \text{CUMPLE}$$

Otro aspecto que debe verificarse es la velocidad del caudal, la cual según el normativo su valor debe encontrarse entre 0,60 y 3 m/s.

Cálculo de la velocidad

$$V_e = \frac{1,974 \times 0,167 \text{ l/s}}{0,716^2} = 0,64 \text{ m/s}$$

El resultado de la velocidad se encuentra en el rango de velocidad mencionado anteriormente. Los resultados de velocidad, diámetro y caudal de la red de distribución se encuentran en los anexos.

#### **2.1.4.5. Obras hidráulicas**

Dentro de las obras hidráulicas que se construyen en los proyectos de agua potable, se pueden mencionar: válvulas, cajas rompe presión, tanque de distribución y conexiones domiciliarias.

##### **2.1.4.5.1. Caja rompe presión**

El uso de la caja rompe presión tiene como objetivo reducir la presión en la tubería del sistema. Se han utilizado dos cajas rompe presión en la línea de conducción que se encuentran ubicadas en la estación 68 y 76.

##### **2.1.4.5.2. Caja de válvulas**

Sirve para proteger cualquier válvula que sea necesario instalar en el sistema. Las válvulas son aparatos mecánicos que pueden iniciar, detener o regular la circulación de líquidos o gases. Dentro del sistema se han utilizado válvulas de limpieza, válvulas de aire y válvulas de compuerta.

### **2.1.5. Sistema de desinfección**

El tratamiento mínimo que debe dársele al agua es la desinfección para eliminar los agentes patógenos que son los causantes de enfermedades en el organismo humano. El medio de desinfección que se utilizará será el uso del cloro, que es un sistema más económico.

Para la desinfección se utilizará el hipoclorador que se encuentra ubicado sobre la losa del tanque de almacenamiento, dentro de su caja.

### **2.1.6. Planos constructivos**

Son la representación gráfica de un proyecto constructivo. Para el diseño del sistema de agua potable se realizaron los planos de planta conjunto, planta de densidad de vivienda, topográfica + distribución de hojas, planta de conjunto de diseño hidráulico, plantas perfil y detalles.

### **2.1.7. Presupuesto**

Es el costo total proyectado para completar un proyecto durante un periodo específico. El cual toma en cuenta los costos indirectos y directos del proyecto.

**Tabla III. Presupuesto sistema de agua potable**

No.	Actividad	unidad	cantidad	costo unitario	costo total
1	Trabajos Preliminares				
1.1	Limpieza del terreno	ml	5 440	Q 5,56	Q 30 250,37
1.2	Trazo y estaqueado	ml	5 440	Q 7,05	Q 38 356,08
1.3	Excavación	m3	1 638	Q 6,30	Q 10 322,73
1.4	Relleno	m3	1 965	Q 3,46	Q 6 801,16
2	Captación				
2.1	captación	unidad	1	Q 75 200,00	Q 75 200,00
3	Linea de conducción				
3.1	Tubo PVC de 2" 160 psi	ml	1 022	Q 51,68	Q 52 820,37
3.2	Tubo PVC de 1 1/2" 160 psi	ml	741	Q 38,40	Q 28 455,02
3.3	Tubo PVC de 1 1/4" 160 psi	ml	719	Q 32,50	Q 23 365,70
3.4	Tubo PVC de 1" 160 psi	ml	92	Q 28,07	Q 2 582,44
3.5	Valvula de limpieza	unidad	7	Q 3 691,90	Q 25 843,31
3.6	Valvula de aire	unidad	7	Q 3 727,32	Q 26 091,25
3.7	Caja rompe presión	unidad	2	Q 4 338,50	Q 8 676,99
4	Red de distribución				
4.1	Tubo de PVC de 2" 160 psi	ml	2 158	Q 51,68	Q 111 532,63
4.2	Tubo de PVC de 3/4" 250 psi	ml	600	Q 25,12	Q 15 071,00
4.3	Tubo PVC de 1/2" 315 psi	ml	129	Q 23,05	Q 2 973,73
4.4	Conexión domiciliar	unidad	172	Q 2 061,50	Q 354 578,60
4.5	Valvula de control	unidad	9	Q 3 751,47	Q 33 763,24
4.6	Valvula de limpieza	unidad	9	Q 3 695,12	Q 33 256,09
Total					Q 879 940,72

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

### 2.1.8. Cronograma de ejecución

El cronograma de ejecución permite establecer el calendario y los plazos de las actividades que se llevara para el sistema de agua potable de aldea Arloroma.

**Tabla IV. Cronograma de actividades sistema de agua potable**

No.	Actividad	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Trabajos Preliminares	■	■	■	■																	
2	Captacion					■	■	■	■													
3	Linea de conducción									■	■	■	■									
4	Red de distribución																				■	■

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

## **2.2. Diseño de edificio escolar para la aldea El Paraíso, Jalapa, Jalapa**

Las instalaciones tienen como objetivo desarrollar labores de educación básica para atender a la población estudiantil de aldea El Paraíso.

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

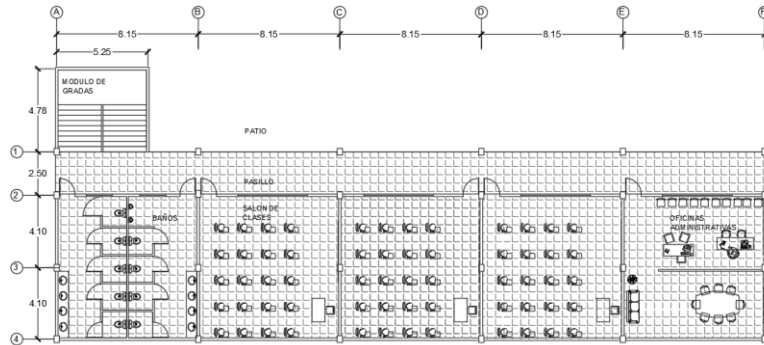
El proyecto consiste en un edificio escolar de dos niveles, diseñado para estudiantes de preprimaria y primaria, de la aldea El Paraíso, del municipio de Jalapa, del departamento de Jalapa.

El edificio está conformado por un módulo de dos niveles, el cual cuenta con los siguientes ambientes:

- Aulas
- Oficinas administrativas
- Servicios sanitarios

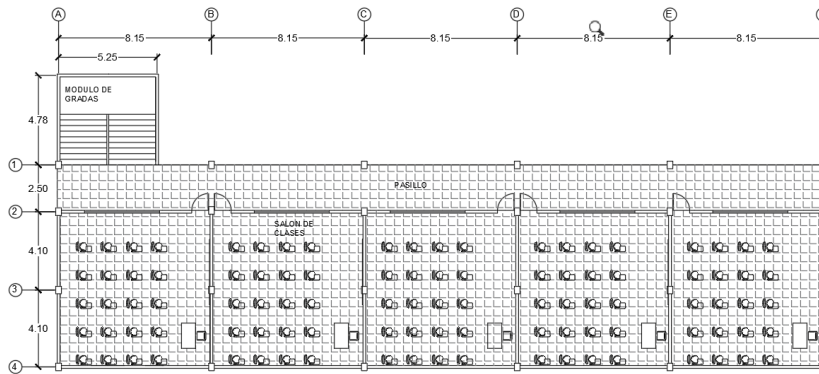
El sistema estructural del edificio escolar está integrado por marcos simples de columnas y vigas unidos por diafragmas de piso. Estos son capaces de soportar las cargas verticales y además las solicitaciones horizontales.

Figura 6. **Planta amueblada primer nivel**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 7. **Planta amueblada segundo nivel**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### 2.2.1.1. **Ubicación del proyecto**

El proyecto está ubicado en Aldea El Paraíso del municipio de Jalapa del departamento de Jalapa. El terreno pertenece a la comunidad y está ubicado en el centro de la aldea.



Figura 8. **Ubicación del proyecto**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### **2.2.1.2. Levantamiento topográfico**

Consiste en un estudio descriptivo sobre el terreno, examinando su superficie. En el cual se toman en cuenta sus características físicas geográficas y geológicas.

Para el levantamiento topográfico se utilizó un teodolito convencional con el fin de localizar los límites de la propiedad y sus linderos.

### **2.2.1.3. Análisis del suelo**

El tipo de análisis que se realizó para conocer el valor soporte del suelo fue un ensayo no consolidado no drenado de compresión triaxial.

Resultados del ensayo:

Descripción del suelo= Limo arenoso color café

Angulo de fricción interna  $\phi = 30,26^\circ$

Cohesión  $C_u = 8,48 \text{ ton/m}^2$

Peso específico  $\gamma = 1,40 \text{ ton/m}^3$

Desplante de cimentación  $z = 1 \text{ m}$

Factor de seguridad  $FS = 3$

#### **2.2.1.3.1. Determinación del valor soporte del suelo**

La capacidad de carga última es la carga por unidad de área en la cual ocurre la falla por corte en un suelo. El valor soporte del suelo (capacidad de carga permisible) se calcula aplicando un factor de seguridad a la capacidad de carga última del suelo.

Para el cálculo de la capacidad de carga ultima se utilizó la teoría de Terzaghi para cimentaciones cuadradas.

$$q_u = 1,3c_u N_c + q N_q + 0,4\gamma B N_\gamma$$

Donde:

$q_u$ = Capacidad de carga ultima

$c_u$ = Cohesión del suelo

$N_c$ = Factor de carga debido a la cohesión

$D_f$ = Desplante de cimentación

$N_q$ = Factor de carga debido a la sobre carga

$\gamma$  = Peso especifico del suelo

$B$  = Base de la cimentación (propuesta)

$N\gamma$  = Factor de carga debido al peso del suelo

$q_{perm}$  = Capacidad de carga permisible

$FS$  = Factor de seguridad

Datos

$c' = 8,48 \text{ ton/m}^2$

$Nc = 37,16$

$Df = 1 \text{ m}$

$Nq = 22,46$

$\gamma = 1,40 \text{ ton/m}^3$

$B = 2,5 \text{ m}$

$N\gamma = 19,13$

$\phi = 30,26^\circ$

$FS = 3$

Para obtener los valores de factores de carga se utilizó la siguiente tabla.

Figura 9. Factores de capacidad de carga de Terzaghi

$\phi'$	$N_c$	$N_q$	$N_{\gamma}^a$	$\phi'$	$N_c$	$N_q$	$N_{\gamma}^a$
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.10	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1072.80
25	25.13	12.72	8.34				

<sup>a</sup>De Kumbhojkar (1993).

Fuente: DAS, Braja M. *Fundamento de Ingeniería de cimentaciones*. p. 133

Capacidad de carga última

$$q_u = 1,3(8,48)(37,16) + (1,40)(1)(22,46) + 0,4(1,40)(2,5)(19,13)$$

$$q_u = 467,88 \text{ ton/m}^2$$

Capacidad de carga permisible

$$q_{perm} = \frac{467,88}{3}$$

$$q_{perm} = 155,96 \text{ ton/m}^2$$

#### **2.2.1.4. Diseño arquitectónico**

Para el diseño arquitectónico de la edificación se utilizó el *Manual de criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales*. En el cual se establecen los criterios necesarios para que la infraestructura sea un factor que aporte a la calidad educativa de los estudiantes.

##### **2.2.1.4.1. Distribución de ambientes**

En la distribución de ambientes se utilizó el *Manual de criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales* que utiliza el diseño universal para crear espacios flexibles y equitativos que simplifican la realización de tareas.

Se realizó una óptima distribución de espacios en la que se tomó cuenta el área mínima por estudiante. También en cada espacio se consideró, iluminación, ventilación, altura de ambientes, ancho de pasillos, rampas, escaleras, comodidad y seguridad de los ambientes.

#### **2.2.1.5. Sistema Estructural**

El sistema estructural utilizado es de marcos dúctiles de concreto reforzado. Este está integrado por vigas y columnas unidos por losas y como cerramiento mampostería de block.

Este sistema de marcos simples es capaz de soportar la carga vertical y las sollicitaciones horizontales.

## **2.2.2. Análisis Estructural**

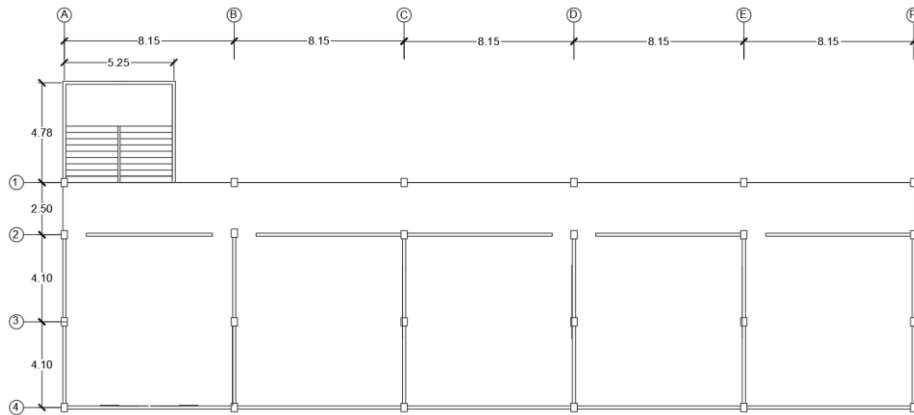
El análisis estructural es utilizado para determinar el comportamiento de una estructura sometida a carga muerta, carga viva, efectos de sismo, entre otros. Por medio de este análisis se obtienen las fuerzas, esfuerzos internos, momentos y deformaciones que experimenta una estructura.

Con la información que obtenemos del análisis estructural es que podemos dimensionar los elementos de la edificación. Esta estructura se analizó por medio del método de Cross y los resultados se compararon con los resultados obtenidos en el *software* ETABS. Este *software* es utilizado para realizar el análisis estructural y el dimensionamiento de edificaciones.

### **2.2.2.1. Predimensionamiento estructural**

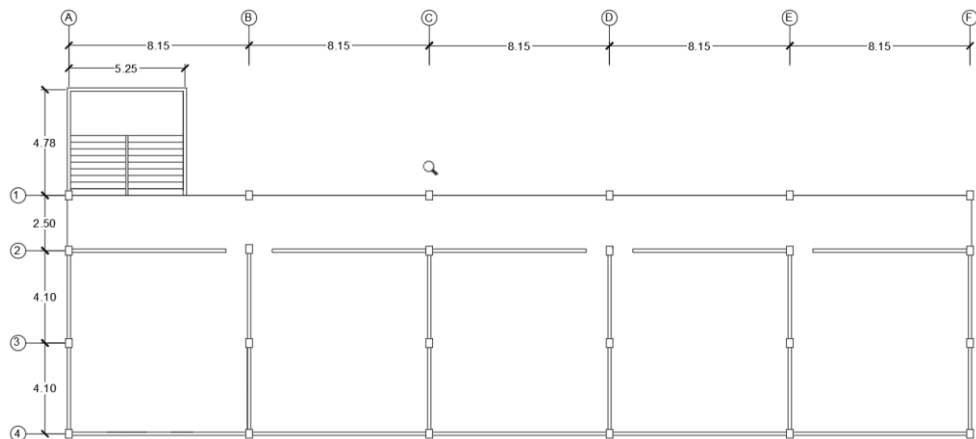
Es el proceso en el cual se toman en cuenta las normas pertinentes para estimar las dimensiones de los elementos estructurales. El fin del predimensionamiento es poder analizar y verificar el comportamiento de los elementos dentro de la estructura.

Figura 10. **Planta para predimensionamiento, primer nivel**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 11. **Planta para predimensionamiento, segundo nivel**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### 2.2.2.1.1. Predimensionamiento de vigas

La viga es uno de los elementos que conforma los marcos simples. Son elementos de concreto armado diseñados para resistir deformaciones por flexión. Se ha realizado el predimensionamiento para el elemento que se encuentra en una posición más crítica, que tiene una mayor luz y que es continuo en ambos extremos.

Para el predimensionamiento de las vigas se utilizó la norma ACI 318S-14, del cual se obtuvieron los siguientes criterios:

Altura mínima de vigas no preesforzadas para ambos extremos continuos

$$h = \frac{l}{21} \text{ (ACI 318S-14 sección 9.3.1).}$$

El ancho  $b_w$  debe ser al menos igual al menor de  $0,3 h$  y  $250 \text{ mm}$  (ACI 318S-14 sección 18.6.2.1).

Datos:

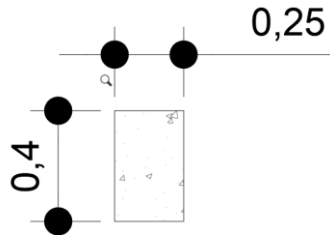
Luz libre=  $8,15 \text{ m}$

$$h = \frac{18,5}{21} = 0,40 \text{ m}$$

$b = 0,25 \text{ m}$



Figura 12. **Sección transversal de viga**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

#### **2.2.2.1.2. Predimensionamiento de columna**

Las columnas son elementos que sostienen principalmente las fuerzas a compresión, aunque también experimentan flexión en uno o ambos ejes. Se ha predimensionado la columna más crítica es decir la que soporta mayor carga vertical.

Para el predimensionamiento de las columnas se utilizó la norma ACI 318S-14, del cual se obtuvieron los siguientes criterios:

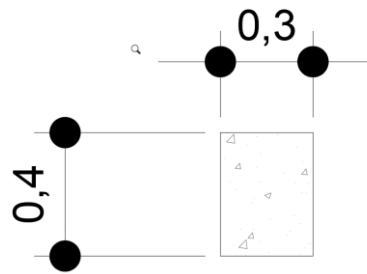
La dimensión menor de la sección transversal, medida en una línea recta que pasa a través del centroide geométrico, debe ser al menos 300 mm (ACI 318S-14 sección 18.7.2.1).

La relación entre la dimensión menor de la sección transversal y la dimensión perpendicular debe ser al menos 0,4 (ACI 318S-14 sección 18.7.2.1).

$$b=0,30 \text{ m}$$

$h=0,40$  m

Figura 13. **Sección transversal de columna**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### 2.2.2.1.3. **Predimensionamiento de losa**

Una losa es un elemento plano que puede estar apoyado entre vigas, muros, o columnas. Funciona como un diafragma que transmite las cargas a los demás elementos estructurales.

Una losa puede transmitir las cargas en una o dos direcciones, esto se refiere a los lados en los cuales se estará soportando la carga. Para clasificar la dirección en la cual actúa una losa, se toma como referencia la relación entre su lado menor y su lado mayor.

Datos

$a$ =lado menor

$b$ = lado mayor

$a/b < 0,5$  Losa en un sentido

$a/b \geq 0,5$  Losa en dos sentidos

Datos:

a= lado menor (4,10 m)

b= lado mayor (8,15 m)

$$\frac{4,10}{8,15} = 0,50 \geq 0,50$$

Para losas en dos direcciones se toma el siguiente criterio:

$$t = \frac{P}{180}$$

Donde:

t=espesor de losa

P=perímetro de la losa

Para el predimensionamiento se tomó la losa con mayores longitudes. La cual es una losa que trabaja en dos direcciones, por lo tanto, usamos.

$$t = \frac{P}{180}$$

$$t = \frac{2(8,15) + 2(4,10)}{180}$$

$$t = 0,14 \text{ m}$$

#### 2.2.2.1.4. Predimensionamiento de cimientos

Para esta edificación se utilizarán zapatas aisladas. Una zapata tiene como función soportar la presión del suelo, que se forma debido a las cargas que se transmiten de forma vertical por medio de ella.

Las zapatas de esta estructura son consideradas excéntricas debido a que la columna no transmite solamente carga si no también momentos flectores en ambas direcciones x y y.

Por lo que, se propone una zapata cuadrada de 2,5x2,5 m. Las dimensiones propuestas se deben chequear con la siguiente ecuación:

$$q_{max-min} = \frac{P}{A} + \frac{Mc}{I}$$

Donde:

A= área en la base de la zapata

P=carga axial

M=momento flector

c=es la mitad de la dimensión de la zapata en la dirección de la flexión

I= momento de inercia de la zapata

Esta ecuación es útil siempre que la excentricidad no sobrepase a un sexto de las dimensiones de la zapata.

Los resultados obtenidos se deben comparar con la capacidad de carga permisible del suelo, la carga máxima debe de ser menor a la carga permisible y la carga mínima debe de ser mayor a cero, si estas dos condiciones se cumplen podemos afirmar que las dimensiones de la zapata son correctas.

Las cargas deben calcularse a nivel de la base de la zapata, es decir entre el plano de la base entre la zapata y el suelo por lo que debe incluirse el peso propio de la zapata y la sobrecarga que ocasiona el suelo.

Se utilizó el criterio de la sección 13.3.1.2 del ACI 318S-14 para determinar el peralte de la zapata, el cual dice: La altura total de la cimentación debe seleccionarse de manera tal que la altura efectiva del refuerzo inferior sea al menos 150 mm.

#### Datos

$$P_{\text{axial de la columna}} = 79,60 \text{ Ton}$$

$$B = 2,5 \text{ m (propuesta)}$$

$$L = 2,5 \text{ m (propuesta)}$$

$$t = 0,55 \text{ m}$$

$$\gamma = 1,40 \text{ ton/m}^3$$

$$M_x = 22,46 \text{ ton}\cdot\text{m}$$

$$M_y = 13,81 \text{ ton}\cdot\text{m}$$

$$D_f = 1 \text{ m}$$

$$C = 1,25 \text{ m}$$

$$q_{\text{perm}} = 155,96 \text{ ton/m}^2$$

Carga axial transmitida por la columna

$$P = 79,60 \text{ ton}$$

Peso propio de la zapata

$$P_z = 2,5 \times 2,5 \text{ m} \times 0,50 \text{ m} \times 2,4 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} = 7,5 \text{ Ton}$$

Sobrecarga por el suelo

$$P_s = 2,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1,4 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} = 8,75 \text{ Ton}$$

Peso total

$$P_t = P + P_z + P_s = 79,60 \text{ ton} + 7,5 \text{ ton} + 8,75 \text{ ton} = 95,85 \text{ ton}$$

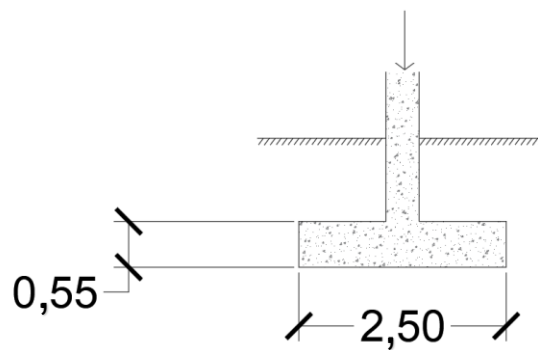
Carga máxima

$$q_{max} = \frac{95,85}{2,5 \times 2,5} + \frac{(22,46)(1,25)}{\frac{1}{12}(2,5)(2,5)^3} + \frac{(13,81)(1,25)}{\frac{1}{12}(2,5)(2,5)^3} = 29,26 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Carga mínima

$$q_{min} = \frac{95,85}{2,5 \times 2,5} - \frac{(22,46)(1,25)}{\frac{1}{12}(2,5)(2,5)^3} - \frac{(13,81)(1,25)}{\frac{1}{12}(2,5)(2,5)^3} = 1,41 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Figura 14. **Sección transversal de zapata**

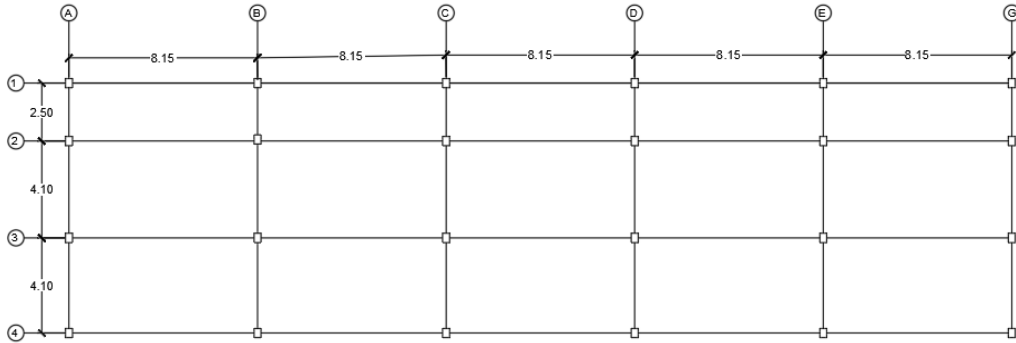


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### 2.2.2.2. Modelo analítico

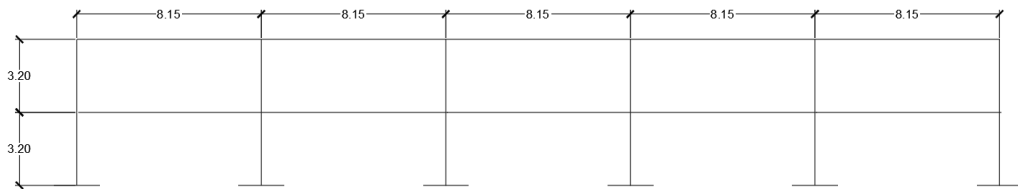
El modelo matemático define la forma en la cual estarán distribuidos los marcos en sentido x y y. Sirven para determinar las acciones en los componentes estructurales, sus deformaciones y los desplazamientos que sufre la estructura.

Figura 15. **Planta típica**



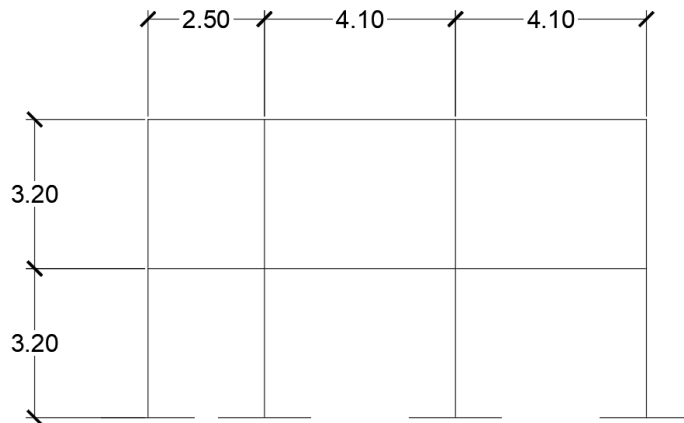
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 16. **Marco típico sentido x**



Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD.

Figura 17. **Marco típico sentido y**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### **2.2.2.3. Integración de cargas**

La integración de cargas se realizó basados en la norma AGIES NSE 2 que estipula las cargas mínimas para una edificación.

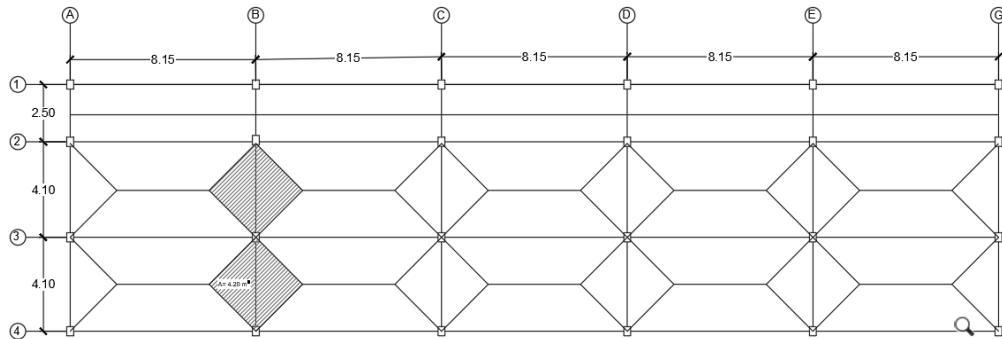
Las cargas son fuerzas externas que afectan la estructura y dependiendo la dirección en que se apliquen así será la deformación que causen en la misma.

Las cargas verticales o cargas por gravedad están conformadas por la carga viva y la carga muerta. Las cargas horizontales o laterales están conformadas por las cargas de viento y sismo.

Para el diseño de esta edificación se realizó la integración de cargas sobre los marcos críticos en sentido x y y los cuales son el marco B y el marco 3.

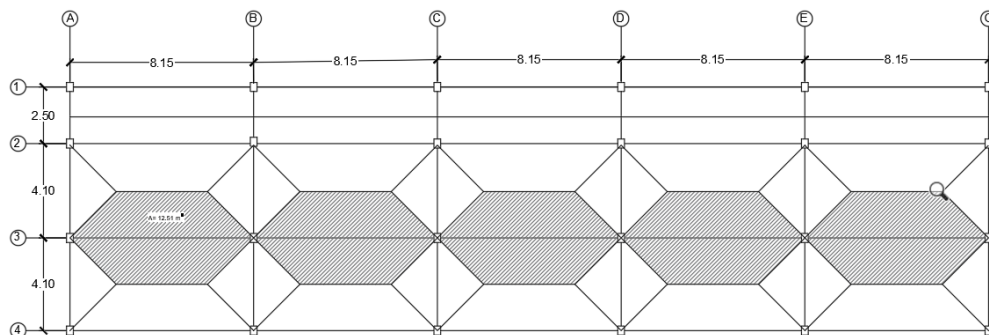


Figura 18. **Áreas tributarias para el marco B, ambos niveles**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 19. **Áreas tributarias para el marco 3, ambos niveles**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### 2.2.2.3.1. Carga viva

Las cargas vivas son aquellas que no son fijas, que pueden cambiar en cualquier momento son producidas por el uso de la edificación. Estas se establecen empíricamente en las normas de cada país.

En la siguiente tabla se muestran los valores de carga viva para un edificio escolar, las cuales se encuentran establecidas en la norma NSE 2-2018 la cual forma parte de las normas de seguridad estructural para Guatemala.

Tabla V. **Carga viva para edificio escolar**

Ocupación	Wv(kg/m <sup>2</sup> )
Educativo	
Aulas	200
Pasillos y escaleras	500
Salones de lectura y biblioteca	200
Área de estantería de biblioteca	700

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Las cargas vivas que se obtuvieron para esta edificación son las siguientes.

Tabla VI. **Integración de carga viva sobre marco B**

CARGA VIVA		
TRAMO 1-2		
carga viva	0	kg
carga viva distribuida	0	kg/m
TRAMO 2-3		
carga viva	1 681	kg
carga viva distribuida	410	kg/m
TRAMO 3-4		
carga viva	1 681	kg
carga viva distribuida	410	kg/m

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla VII. **Integración de carga viva sobre marco 3**

CARGA VIVA		
TRAMO A-B		
carga viva	5 003,00	kg
carga viva distribuida	613,87	kg/m
TRAMO B-C		
carga viva	5 003,00	kg
carga viva distribuida	613,87	kg/m
TRAMO C-D		
carga viva	5003,00	kg
carga viva distribuida	613,87	kg/m
TRAMO D-E		
carga viva	5003,00	kg
carga viva distribuida	613,87	kg/m
TRAMO E-F		
carga viva	5003,00	kg
carga viva distribuida	613,87	kg/m

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

### 2.2.2.3.2. **Carga muerta**

Las cargas muertas comprenden todas las cargas de elementos que permanecen en la estructura, tales como el peso propio de la estructura y equipo permanente sobre la misma.

Se ha considerado una sobre carga de acabados de 25 kg/m<sup>2</sup> y una de 175 kg/m<sup>2</sup> para la mampostería de block. Las cargas muertas que se obtuvieron para esta edificación son las siguientes.

Tabla VIII. **Integración de carga muerta sobre marco B**

MARCO B		
CARGA MUERTA		
TRAMO 1-2		
Viga	600	kg
Losa	0	kg
Acabados	0	kg
Muro	0	kg
Total	600	kg
Distribuida total	240	kg/m
TRAMO 2-3		
Viga	984	kg
Losa	2 824,08	kg
Acabados	2 10,125	kg
Muro	2 296	kg
Total	6 314,21	kg
Distribuida total	1 540,05	kg/m
TRAMO 3-4		
Viga	984	kg
Losa	2 824,08	kg
Acabados	210,125	kg
Muro	2 296	kg
Total	6 314,21	kg
Distribuida total	1 540,05	kg/m

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Tabla IX. Integración de carga muerta sobre marco 3

MARCO 3		
CARGA MUERTA		
Tramo A-B		
Viga	1 956,00	kg
Losa	8 406,72	kg
Acabados	6 25,38	kg
Muro	4 564,00	kg
Total	15 552,10	kg
Distribuida total	1 908,23	kg/m
TRAMO B-C		
Viga	1 956,00	kg
Losa	8 406,72	kg
Acabados	625,38	kg
Muro	4 564,00	kg
Total	15 552,10	kg
Distribuida total	1 908,23	kg/m
TRAMO C-D		
Viga	1 956,00	kg
Losa	8 406,72	kg
Acabados	625,38	kg
Muro	4 564,00	kg
Total	15 552,10	kg
Distribuida total	1 908,23	kg/m
TRAMO D-E		
Viga	1 956,00	kg
Losa	8 406,72	kg
Acabados	625,38	kg
Muro	4 564,00	kg

Continuación de la tabla IX.

Total	15 552,10	kg
Distribuida total	1 908,23	kg/m
TRAMO E-F		
Viga	1 956,00	kg
Losa	8 406,72	kg
Acabados	625,38	kg
Muro	4 564,00	kg
Total	15 552,10	kg
Distribuida total	1 908,23	kg/m

Fuente elaboración propia, empleando Microsoft Word.

### 2.2.2.3.3. Cargas de lluvia

En el diseño estructural de cubiertas se debe considerar el efecto de agua empozada sobre la misma.

En el diseño de esta edificación se optó por añadir la carga de lluvia debido a que en las combinaciones de carga que se realizaron por el método de resistencia, se establece que se debe considerar una de las tres siguientes cargas, carga de lluvia, cargas de tefra volcánica o cargas vivas de techo. Solamente se considera una de estas tres ya que no es probable que acurran al mismo tiempo. La carga de lluvia  $W_p$  se calcula con la siguiente ecuación.

$$W_p = 10 dh \text{ kg/m}^2$$

Donde:

dh=Profundidad del agua sobre el techo en cm

Las cargas de lluvia sobre techo que se obtuvieron para esta edificación son las siguientes.

Tabla X. **Integración de carga de lluvia sobre marco B**

CARGA DE LLUVIA		
$W_p=10dh \text{ kg/m}^2$		
dh	0,15	m
TRAMO 1-2		
PL	0	kg
PL distribuida	0	kg/m
TRAMO 2-3		
PL	12,6075	kg
PL distribuida	3,075	kg/m
TRAMO 3-4		
PL	12,6075	kg
PL distribuida	3,075	kg/m

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

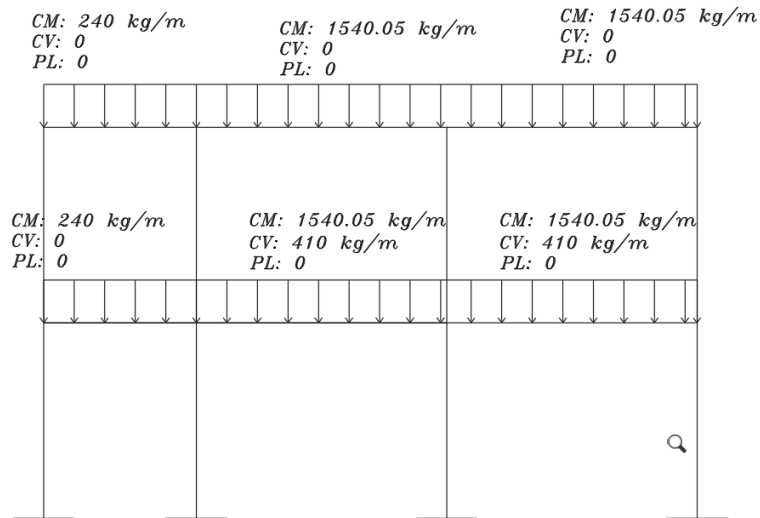


Tabla XI. **Integración de carga de lluvia sobre marco 3**

CARGA DE LLUVIA		
Wp=10dh kg/m2		
dh	0,15	m
TRAMO A-B		
PL	37,52	kg
PL distribuida	4,60	kg/m
TRAMO B-C		
PL	37,52	kg
PL distribuida	4,604	kg/m
TRAMO C-D		
PL	37,52	kg
PL distribuida	4,60	kg/m
TRAMO D-E		
PL	37,52	kg
PL distribuida	4,60	kg/m
TRAMO E-F		
PL	37,52	kg
PL distribuida	4,60	kg/m

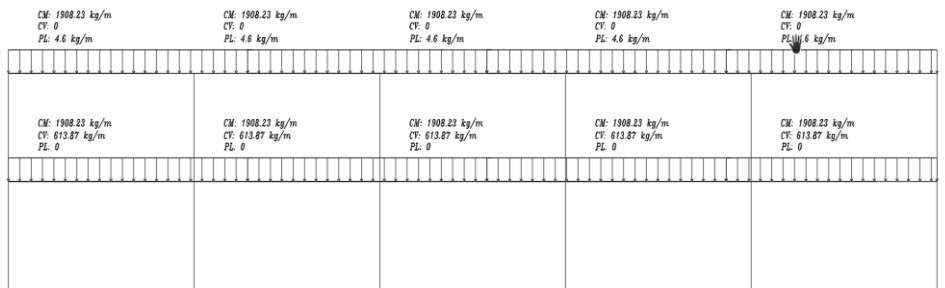
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Figura 20. **Cargas verticales sobre marco B**



Fuente. elaboración propia empleando AutoCAD.

Figura 21. **Cargas verticales sobre marco 3**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

#### 2.2.2.3.4. Carga Sísmica

Las cargas sísmicas son fuerzas horizontales que actúan de forma perpendicular a la línea de acción de la fuerza de gravedad.

En el diseño estructural se debe tomar en cuenta la ubicación de la edificación. Guatemala es un país de alto riesgo sísmico debido a que el territorio se encuentra separado por tres placas tectónicas: Norteamérica, Caribe y Cocos.

Por tal razón en el diseño de edificaciones localizadas en el territorio nacional se toma en cuenta principalmente la carga sísmica ya que se espera que se presente con mayor probabilidad.

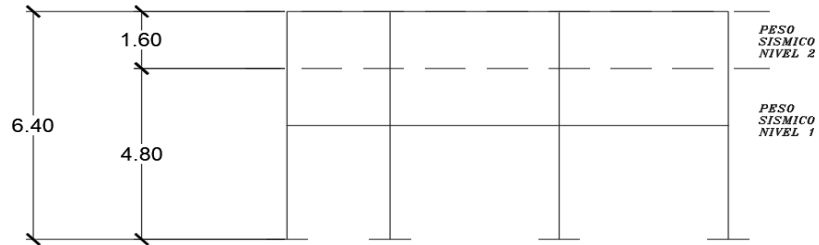
Para realizar el cálculo de las fuerzas sísmicas se utilizaron las normas NSE-3-2018 y NSE 2-2018 DEMANDAS ESTRUCTURALES Y CONDICIONES DE SITIO, donde se establece las condiciones a utilizar en el método de la carga sísmica estática equivalente.

- Peso sísmico efectivo  $W_s$

Es el peso de la masa que participa en el sismo. El peso sísmico efectivo está integrado por el veinticinco por ciento de la carga viva y el cien por ciento del peso propio de la estructura.

$$W_s = 25 \% LL + DL$$

Figura 22. **Peso sísmico por nivel**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla XII. **Peso total nivel 1**

NIVEL 1		
hs1	4,8	m
DL		
Vigas	54 528	kg
Columnas	33 177,6	kg
Muros	109 788	kg
Acabados	10 900,625	kg
Losa	146 504,4	kg
Total	354 898,63	kg
LL		
LL	117 767,5	kg
25% LL	29 441,875	kg
TOTAL, DL+ 25% LL	384 340,5	kg

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Tabla XIII. **Peso total nivel 2**

NIVEL 2		
hs2	1,6	m
DL		
Vigas	54 528	kg
Columnas	11 059,2	kg
Muros	36 596	kg
Acabados	10 900,625	kg
Losa	146 504,4	kg
Total	259 588,23	kg
LL		
LL	0	kg
25% LL	0	kg
TOTAL, DL+ 25% LL	259 588,23	kg

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

- Corte basal al límite de cedencia

Es el total equivalente de fuerzas sísmicas que actúan sobre la edificación.

$$V_b = C_s W_s$$

Donde:

V<sub>b</sub>= Cortante basal

W<sub>s</sub>= Peso sísmico efectivo de la edificación

C<sub>s</sub>= Coeficiente sísmico de diseño

Índice de sismicidad

Tipo de suelo= C

Municipio= Jalapa

Departamento= Jalapa

$I_0 = 4,1$

Categoría ocupacional= Importante

Nivel de protección sísmica= D (Probabilidad de exceder el sismo de diseño

5 % en 50 años)

Espectros genéricos de diseño

$S_{cr} = 1,36$

$S_{1r} = 0,62$

Ajustes por intensidades sísmicas especiales

Tipo de fuente sísmica=C

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

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

Donde:

$S_{cr} = 1,36$

$S_{1r} = 0,62$

$F_a = 1$

$N_a = 1$

$F_v = 1$

$N_v = 1$

Datos

$S_{cr} = 1,36$

$S_{1r} = 0,62$

$F_a = 1$

$N_a = 1$

$F_v = 1$

$N_v = 1$

$$S_{cs} = 1,36 * 1 * 1 = 1,36$$

$$S_{1s} = 0,62 * 1 * 1 = 0,62$$

- Periodos de vibración de transición

Periodo  $T_s$  que separa los periodos cortos de los largos

$$T_s = \frac{S_{1s}}{S_{cs}}$$

$$T_s = \frac{0,62}{1,36}$$

$$T_s = 0,46$$

Periodo  $T_o$  que define el inicio de la meseta de periodos cortos del espectro.

$$T_o = 0,2 T_s$$

$$T_o = 0,2 (0,46)$$

$$T_o = 0,09$$

Probabilidad nominal de ocurrencia de los sismos de diseño

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

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

Kd=Factor de acuerdo con el nivel del sismo

Nivel de sismo= Probabilidad de exceder el sismo de diseño 5 % en 50 años

Kd=0,80

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

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

$$S_{cd} = 0,80 * 1,36 = 1,09$$

$$S_{1d} = 0,80 * 0,62 = 0,50$$

Formula empírica para el periodo fundamental de vibración

$$T_a = Kt(hn)^x$$

Donde:

Ta=Periodo fundamental de vibración

hn= es la altura total del edificio 6,40 m

Kt= 0,047 (para sistemas E1)

x=0,85 (para sistemas E1)

$$T_a = 0,047(6,40)^{0,85}$$

$$T_a = 0,23 \text{ s}$$



Espectros genéricos probables

$$Sa(T) = Scd \quad \text{cuando} \quad To \leq T \leq Ts$$

$$Sa(T) = 1,09 \quad \text{cuando} \quad 0,09 \leq 0,23 \leq 0,46$$

Coficiente sísmico al límite de cedencia  $C_s$

$$C_s = \frac{Sa(T)}{R\beta d}$$

Donde:

$Sa(T)$ =Demanda sísmica de diseño

$R$ = Factor de reducción para marcos dúctiles de concreto reforzado su valor es igual a 8.

$T$ = Periodo fundamental de vibración

$\beta d$ = Factor igual a 1 en estructuras tradicionales

$$C_s = \frac{1,09}{8 * 1}$$

$$C_s = 0,14$$

Espectro de respuesta

Corte basal

$$Vb = (0,14)(643\,928,73 \text{ kg})$$

$$Vb = 90\,150,02 \text{ kg}$$

## Distribución de fuerzas sísmicas

### Distribución de fuerzas sísmicas por nivel

$$C_{xy} = \frac{W_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n (w_i h_i^k)}$$

Donde:

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

$h_x$ =es la altura del nivel “x” sobre la base sísmica

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

Tabla XIV. **Corte total, eje x**

Nivel	$W_x$ (ton)	$h_x$	$w_i \cdot h_i$ (ton*m)	%	$C_x$ (ton)	V (ton)
1,00	384,34	4,80	1 844,83	81,62 %	71,48	71,48
2,00	259,59	1,60	415,34	18,38 %	16,09	87,57
Total	643,93		2 260,18			

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XV. **Corte total, eje y**

Nivel	$W_y$ (ton)	$h_y$ (m)	$w_i \cdot h_i$	%	$C_y$ (ton)	V (ton)
1,00	384,34	4,80	1 844,83	81,62 %	71,48	71,48
2,00	259,59	1,60	415,34	18,38 %	16,09	87,57
total	643,93		2 260,18			

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

- Distribución de fuerzas horizontales

Las fuerzas sísmicas acumuladas, se distribuyen en los diversos miembros que integran el sistema sismo-resistente. En la distribución de fuerzas se debe tomar en cuenta el momento de giro causado por la excentricidad del centro de masa del entrepiso.

Esto significa que según la simetría de la estructura se distribuirán las fuerzas entre los marcos. Si la estructura es simétrica entonces las fuerzas se dividen entre el número de marcos sismo-resistentes, si es asimétrica se repartirán según la rigidez de los marcos. Esta estructura es simétrica en el eje x y asimétrica en el eje y.

- Centro de rigidez

Es el punto en el cual el edificio gira como un todo. Existe una línea de rigidez sobre el eje x y sobre el eje y y en la intersección de estas líneas se encuentra del centro de rigidez.

$$x_{cr} = \frac{\sum Ry * X}{Ry}$$

$$y_{cr} = \frac{\sum Rx * Y}{Rx}$$

Donde:

Ry= es la rigidez de entrepiso orientado en la dirección Y

Rx= es la rigidez de entrepiso orientado en la dirección X

X=es la distancia del pórtico al origen de coordenadas

Y=es la distancia del pórtico al origen de coordenadas

Para el cálculo de la rigidez de cada nivel se ha utilizado las fórmulas de Wilbur. Las ecuaciones indican el cálculo de la rigidez para el primero, segundo y demás niveles.

$$R_1 = \frac{48E}{h_1 \left[ \frac{4h_1}{\sum K_{c1}} + \frac{h_1 + h_2}{\sum K_{v1} + \frac{\sum K_{c1}}{12}} \right]}$$

$$R_2 = \frac{48E}{h_2 \left[ \frac{4h_2}{\sum K_{c2}} + \frac{h_1 + h_2}{\sum K_{v1} + \frac{\sum K_{c1}}{12}} + \frac{h_2 + h_3}{\sum K_{v2}} \right]}$$

$$R_n = \frac{48E}{h_n \left[ \frac{4h_n}{\sum K_{cn}} + \frac{h_m + h_n}{\sum K_{vm}} + \frac{h_n + h_o}{\sum K_{vn}} \right]}$$

Donde:

Rn=Rigidez del nivel

E= Modulo de elasticidad

h= altura del piso indicada en el subíndice

K=rigidez del elemento indicado en el subíndice (vigas o columnas).

Ecuaciones complementarias

Inercia para un elemento rectangular

$$I = \frac{1}{12} b * h^3$$

### Rigidez de un elemento estructural

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

Donde:

b= base del elemento estructural

h= altura del elemento estructural

L=longitud del elemento

Tabla XVI. **Datos para rigidez de Wilbur en eje x, nivel 1 y nivel 2**

Módulo de Elasticidad	2 040 000	kg/cm
h1	320	cm
h2	320	cm
Inercia de la columna	160 000	cm <sup>4</sup>
Inercia de la viga	133 333,33	cm <sup>4</sup>
Rigidez columna	500	cm <sup>3</sup>
Rigidez viga	416,67	cm <sup>3</sup>
Sumatoria rigidez columnas	3000	cm <sup>3</sup>
Sumatoria rigidez vigas	2 083,33	cm <sup>3</sup>
Rigidez de Wilbur MARCO A	436 548,91	cm <sup>-1</sup>
Rigidez de Wilbur MARCO B	436 548,91	cm <sup>-1</sup>
Rigidez de Wilbur MARCO C	436 548,91	cm <sup>-1</sup>
Rigidez de Wilbur MARCO D	436 548,91	cm <sup>-1</sup>
Rigidez de Wilbur MARCO E	436 548,91	cm <sup>-1</sup>
Rigidez de Wilbur MARCO F	436 548,91	cm <sup>-1</sup>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XVII. **Datos para rigidez de Wilbur en eje y, nivel 1 y nivel 2**

Módulo de Elasticidad	2 040 000	kg/cm <sup>2</sup>
h1	320	cm
h2	320	cm
Inercia de la columna	160 000	cm <sup>4</sup>
Inercia de la viga	133 333,33	cm <sup>4</sup>
Rigidez columna	500	cm <sup>3</sup>
Rigidez viga	416,67	cm <sup>3</sup>
Sumatoria rigidez columnas	2 000	cm <sup>3</sup>
Sumatoria rigidez vigas	1 250	cm <sup>3</sup>
Rigidez de Wilbur MARCO 1	280 280,17	cm <sup>-1</sup>
Rigidez de Wilbur MARCO 2	280 280,17	cm <sup>-1</sup>
Rigidez de Wilbur MARCO 3	280 280,17	cm <sup>-1</sup>
Rigidez de Wilbur MARCO 4	280 280,17	cm <sup>-1</sup>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XVIII. **Datos para ecuación de centro de rigidez, eje x**

MARCO	Rix	yi	Rixyi
1	280 280,17	10,7	2 998 997,84
2	280 280,17	8,2	2 298 297,41
3	280 280,17	4,1	1 149 148,71
4	280 280,17	0	0
Total	1 121 120,69		6 446 443,97

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XIX. **Datos para ecuación de centro de rigidez, eje y**

MARCO	Riy	xi	Riyxi
1	436 548,91	0	0
2	436 548,91	8,15	3 557 873,641
3	436 548,91	16,3	7 115 747,283
4	436 548,91	24,45	10 673 620,92
5	436 548,91	32,6	14 231 494,57
6	436 548,91	40,75	17 789 368,21
Total	2 619 293,48		53 368 104,62

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

$$x_{cr} = \frac{\sum Ry * X}{Ry}$$

$$x_{cr} = \frac{53\,368\,104,62}{2\,619\,293,48}$$

$$x_{cr} = 20,375 \text{ m}$$

$$y_{cr} = \frac{\sum Rx * Y}{Rx}$$

$$y_{cr} = \frac{6\,446\,443,97}{1\,121\,120,69}$$

$$y_{cr} = 5,75 \text{ m}$$

El centro de rigidez se encuentra localizado en (20,375, 5,75).

- Centro de masa

Es el punto en el cual la sumatoria de todas las fuerzas que afectan al sistema es igual a cero. En este punto se concentra la masa de la estructura.

$$X_{cm} = \frac{\sum W_j * X_j}{W_n}$$

$$Y_{cm} = \frac{\sum W_j * Y_j}{W_n}$$

Donde:

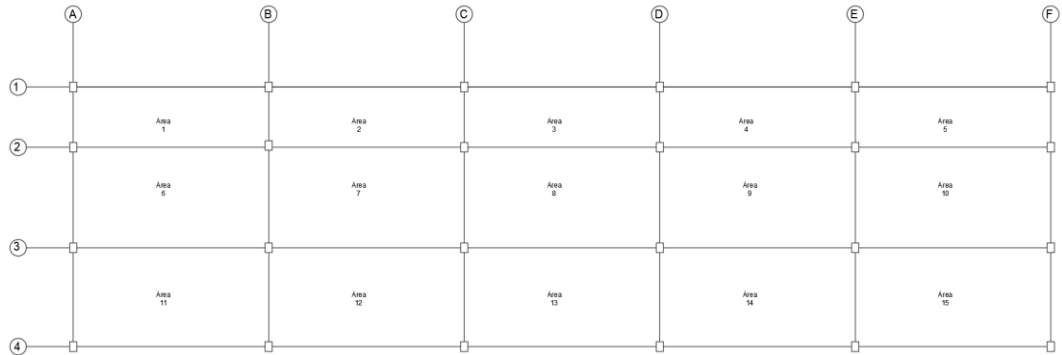
$W_j$ = Peso de un elemento de área parcial del nivel n

$X_j, Y_j$ = Coordenadas del centro geométrico del área parcial del nivel n

$W_n$ = Peso total del nivel n



**Figura 23. Planta de áreas**



Fuente: elaboración propia, empleando AUTOCAD.

**Tabla XX. Peso total, ambos niveles**

Carga muerta	
Vigas (kg)	54 528
Columnas (kg)	33 177,6
Muros (kg)	109 788
Acabados (kg)	10 900,62
Losa (kg)	146 504,4
Total (kg)	354 898,63
Carga viva(kg)	
117 767,5	
Área total m <sup>2</sup>	454,75
Carga muerta (kg/m <sup>2</sup> )	780,42578
Carga viva (kg/m <sup>2</sup> )	258,97196

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XXI. Datos para el cálculo de centro de masa en ambos niveles

Losa	Área (m <sup>2</sup> )	Carga muerta (kg/m <sup>2</sup> )	Carga viva (kg/m <sup>2</sup> )	W (kg)	Xi (m)	Yi (m)	Wxi (kg*m)	Wyi (kg*m)
1	20,38	780,42	258,97	21 177, 72	4,075	9,45	86 299,24	200 129,53
2	20,38	780,42	258,97	21 177,72	12,22	9,45	258 897,74	200 129,53
3	20,38	780,42	258,97	21 177,72	20,37	9,45	431 496,23	200 129,53
4	20,38	780,42	258,97	21 177,72	28,52	9,45	604 094,72	200 129,53
5	20,38	780,42	258,97	21 177,72	36,67	9,45	776 693,21	200 129,53
6	33,42	780,42	258,97	34 731,47	4,07	6,15	141 530,76	213 598,57
7	33,42	780,42	258,97	34 731,47	12,22	6,15	424 592,29	213 598,57
8	33,42	780,42	258,97	34 731,47	20,37	6,15	707 653,82	213 598,57
9	33,42	780,42	258,97	34 731,47	28,52	6,15	990 715,34	213 598,57
10	33,42	780,42	258,97	34 731,47	36,67	6,15	1 273 776,9	213 598,57
11	33,42	780,42	258,97	34 731,47	4,07	2,05	141 530,76	71 199,25
12	33,42	780,42	258,97	34 731,47	12,22	2,05	424 592,29	71 199,25
13	33,42	780,42	258,97	34 731,47	20,37	2,05	707 653,82	71 199,25
14	33,42	780,42	258,97	34 731,47	28,52	2,05	990 715,34	71 199,25
15	33,42	780,42	258,97	34 731,47	36,67	2,05	1 273 776,9	71 199,52

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

$$X_{cm} = \frac{\sum W_j * X_j}{W_n}$$

$$X_{cm} = \frac{9\,234\,019,3}{453\,203,4}$$

$$X_{cm} = 20,375$$

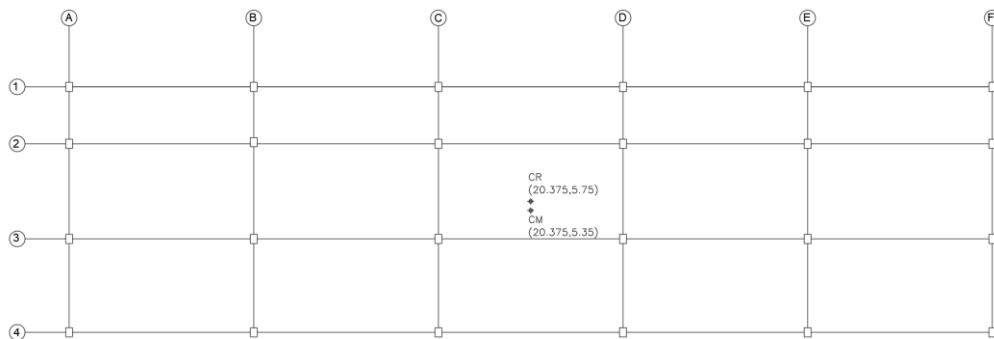
$$Y_{cm} = \frac{\sum W_j * Y_j}{W_n}$$

$$Y_{cm} = \frac{2\,424\,638,202}{453\,203,4}$$

$$Y_{cm} = 5,35$$

El centro de masa se encuentra localizado en (20,375 5,35).

**Figura 24. Ubicación de centro de masa y centro de rigidez**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Excentricidad

Según la norma de seguridad estructural para Guatemala AGIES NSE 3, en el proceso de distribuir las fuerzas sísmicas se debe tomar en cuenta el momento de giro causado por la excentricidad del centro de masa respecto al centro de rigidez.

Existen distintos tipos de excentricidad, la excentricidad de diseño, la excentricidad estática y la excentricidad accidental.

La excentricidad estática es la distancia que existe entre el centro de masa y el centro de rigidez. En la excentricidad de diseño se debe tomar en cuenta una excentricidad accidental adicional a la estática que es igual al 5 % de la dimensión del nivel perpendicular a las fuerzas consideradas.

$$e_{dis} = e_{st} + e_{acc}$$

Donde:

$e_{dis}$ =excentricidad de diseño

$e_{est}$ =excentricidad estática

$e_{acc}$ =excentricidad accidental

$$e_{est} = |CM - CR|$$

Donde:

CM=coordenada del centro de masa

CR=coordenada del centro de rigidez

$$e_{acc} = 5 \% * Lxy$$

Donde:

Lxy= Longitud perpendicular a donde se está aplicando la fuerza

Tabla XXII. **Excentricidad sobre el eje x**

x	$e_{est}$ (m)	0,00
Ly = 10,7 m	$e_{acc}$ (m)	0,54
	$e_{dis}$ (m)	0,54

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XXIII. **Excentricidad sobre el eje y**

y	$e_{est}$ (m)	0,40
Lx= 40,75 m	$e_{acc}$ (m)	2,04
	$e_{dis}$ (m)	2,44

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Distribución de fuerzas sísmicas en los marcos sismorresistentes

$$Mt = V_t * e_{dis}$$

Donde:

Mt= Momento torsionante

Vtxy= Corte total

$e_{dis}$ =excentricidad de diseño

$$V_t = \frac{Mt * R_{ixyjt}}{(\sum R_{ix} * Y_t^2 + R_{ij} * X_t^2)}$$

Donde:

$V_t$ = cortante por torsión

$$V_d = \frac{V_{txy} * R_{ixy}}{\sum R_{ixy}}$$

Donde:

$V_d$ = Cortante directo

$$V_{total \text{ en el marco}} = V_t + V_d$$

Tabla XXIV. **Datos para el cálculo de torsión sobre eje el eje x, nivel 1**

X <sub>cr</sub>	20,375
X <sub>cm</sub>	20,375
e <sub>est</sub>	0
e <sub>acc</sub>	0,54
e <sub>dis</sub>	0,54
V <sub>y</sub>	71,48
M <sub>t</sub>	38,24

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

**Tabla XXV. Torsión y cortante total sobre el eje x, nivel 1**

Marco x	Rix	Yi	Yi*Rix	Yt	Rix*Yjt	Rix*Yt^2	Vt	Vd	Vtotal en el marco
1	280 280,17	10,7	2 998 997,8	4,95	1 387 386,9	6 867 564,92	0,101	17,87	17,971
2	280 280,17	8,2	2 298 297,4	2,45	686 686,42	1 682 381,73	0,050	17,87	17,920
3	280 280,17	4,1	1 149 148,7	1,65	462 462,28	763 062,77	0,034	17,87	17,904
4	280 280,17	0	0	5,75	1 611 611	9 266 763,20	0,117	17,87	17,987
Total	1 121 120,69					18 579 772,63			

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

**Tabla XXVI. Datos para el cálculo de torsión sobre eje el eje y, nivel 1**

Ycr	5,75
Xcm	5,35
ecal	0,4
eax	2,0375
edis	2,4375
Vx	71,48
Mt	174,24

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

**Tabla XXVII. Torsión y cortante total sobre el eje y, nivel 1**

Marco y	Riy	Xi	Xi*Riy	Xt	Riy*Xt	Riy*Xt^2	Vt	Vd	Vtotal en el marco
A	436 548,91	0	0	20.375	8894684.1	181229188.6	2.95	11.91	14.86
B	436 548,91	8.15	3557873.6	12.225	5336810.5	65242507.9	1.77	11.91	13.68
C	436 548,91	16.3	7115747.3	4.075	1778936.8	7249167.544	0.59	11.91	12.50
D	436 548,91	24.45	10673621	4.075	1778936.8	7249167.544	0.59	11.91	12.50
E	436 548,91	32.6	14231495	12.225	5336810.5	65242507.9	1.77	11.91	13.68
F	436 548,91	40.75	17789368	20.375	8894684.1	181229188.6	2.95	11.91	14.86
Total	2 619 293.48					507441728.1			

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

**Tabla XXVIII. Datos para el cálculo de torsión sobre eje el eje x, nivel 2**

Xcr	20,375
Xcm	20,375
e <sub>est</sub>	0
e <sub>acc</sub>	0,535
edis	0,535
Vy	16,09
Mt	8,61

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel



**Tabla XXIX. Torsión y cortante total sobre el eje x, nivel 2**

Marco x	Rix	Yi	Yi*Rix	Yt	Rix*Yt	Rix*Yt <sup>2</sup>	Vt	Vd	Vtotal total en el marco
1	280280.17	10.7	2998997.8	4.95	1387386.9	6867564.92	0.023	4.02	4.046
2	280280.17	8.2	2298297.4	2.45	686686.42	1682381.73	0.011	4.02	4.035
3	280280.17	4.1	1149148.7	1.65	462462.28	763062.77	0.008	4.02	4.031
4	280280.17	0	0	5.75	1611611	9266763.20	0.026	4.02	4.050
Total	1121120.69					18579772.63			

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

**Tabla XXX. Datos para el cálculo de torsión sobre eje el eje y, nivel 2**

Ycr	5,75
Xcm	5,35
e <sub>est</sub>	0,4
e <sub>acc</sub>	2,0375
edis	2,4375
Vx	16,09
Mt	39,23

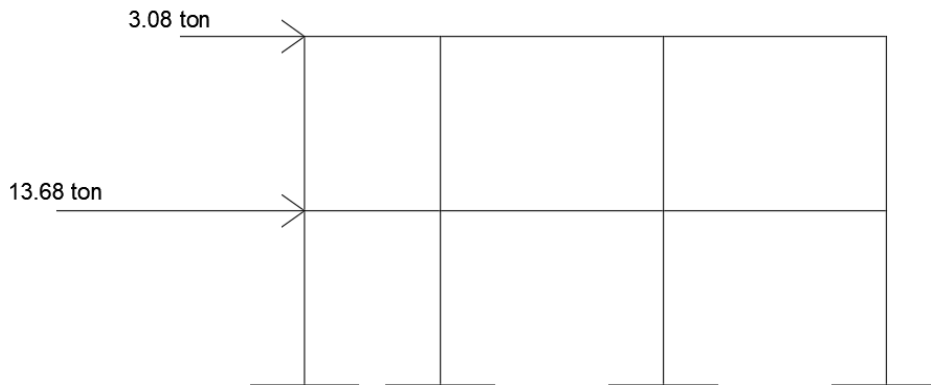
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Tabla XXXI. **Torsión y cortante total sobre el eje y, nivel 2**

Marco y	Riy	Xi	Xi*Riy	Xt	Riy*Xt	Riy*Xt^2	Vt	Vd	Vtotal en el marco
A	436548.91	0	0	20.375	8894684.1	181229188.6	0.66	2.68	3.35
B	436548.91	8.15	3557873.6	12.225	5336810.5	65242507.9	0.40	2.68	3.08
C	436548.91	16.3	7115747.3	4.075	1778936.8	7249167.544	0.13	2.68	2.81
D	436548.91	24.45	10673621	4.075	1778936.8	7249167.544	0.13	2.68	2.81
E	436548.91	32.6	14231495	12.225	5336810.5	65242507.9	0.40	2.68	3.08
F	436548.91	40.75	17789368	20.375	8894684.1	181229188.6	0.66	2.68	3.35
	2619293.48					507441728.1			

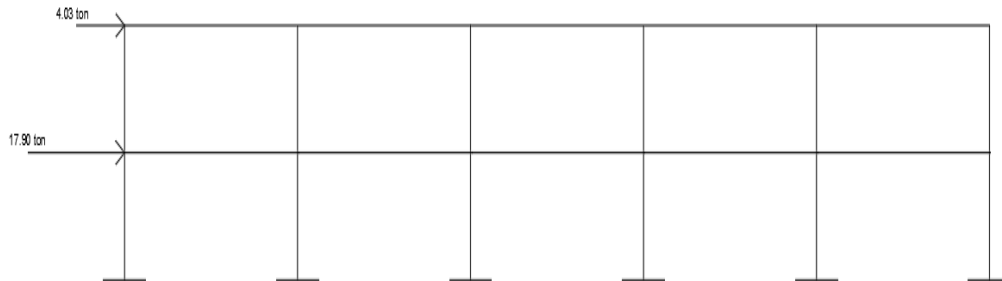
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Figura 25. **Fuerzas horizontales en el marco B**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Figura 26. **Fuerzas horizontales en el marco**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

#### **2.2.2.4. Desplazamientos laterales sísmicos**

Una deriva es el desplazamiento horizontal entre dos puntos colocados en la misma línea vertical.

Para el control de deformaciones horizontales se deben verificar las derivas, según la norma NSE 3 en su sección 4.3. Para poder obtener las derivas laterales tolerables se deben determinar las derivas máximas.

$$Deriva = \frac{V_i}{R_i}$$

Donde:

$V_i$ = Cortante de piso

$R_i$ = Rigidez de piso

$$Deriva\ máxima = 0,07\ hp$$

Donde:

hp= Altura del edificio

$$\text{Derivas laterales tolerables} = \frac{\text{Deriva máxima}}{Cd}$$

Donde:

Cd= Factor de incremento del desplazamiento elástico igual a 5,5 para marcos de concreto reforzado.

Tabla XXXII. **Derivas sobre el eje x, nivel 1**

Vtotal	Deriva (cm)	Deriva máxima (cm)	Deriva Lateral Tolerable (cm)
17,971	0,064	4,80	0,6
17,920	0,064	4,80	0,6
17,904	0,064	4,80	0,6
17,987	0,064	4,80	0,6

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

**Tabla XXXIII. Derivas sobre el eje y, nivel 1**

Vtotal	Deriva (cm)	Deriva máxima (cm)	Deriva Lateral Tolerable (cm)
14,86	0,034	4,80	0,87
13,68	0,031	4,80	0,87
12,50	0,029	4,80	0,87
12,50	0,029	4,80	0,87
13,68	0,031	4,80	0,87
14,86	0,034	4,80	0,87

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

**Tabla XXXIV. Derivas sobre el eje x, nivel 2**

Vtotal	Deriva (cm)	Deriva máxima (cm)	Deriva Lateral Tolerable (cm)
4,046	0,014	4,80	0,8727273
4,035	0,014	4,80	0,8727273
4,031	0,014	4,80	0,8727273
4,050	0,014	4,80	0,8727273

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XXXV. **Derivas sobre el eje y, nivel 2**

Vtotal	Deriva (cm)	Deriva máxima (cm)	Deriva Lateral Tolerable (cm)
3,35	0,008	4,80	0,8727273
3,08	0,007	4,80	0,8727273
2,81	0,006	4,80	0,8727273
2,81	0,006	4,80	0,8727273
3,08	0,007	4,80	0,8727273
3,35	0,008	4,80	0,8727273

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Todas las derivas obtenidas se encuentran por debajo de las derivas laterales tolerables. De manera que se está cumpliendo con lo requerido en la norma NSE 3.

#### **2.2.2.5. Análisis de marcos dúctiles por el método numérico (Cross)**

Existen dos métodos de Cross, uno aplicado para marcos con desplazamiento lateral y otro para marcos sin desplazamiento. Para cargas verticales en marcos simétricos se utiliza el método de Cross para marcos sin desplazamiento lateral.

El método se ejecuta de la misma manera que para vigas continuas solamente que en marcos en los nodos pueden coincidir más de dos miembros.

La convención de signos que se utiliza en este método es el siguiente. Si se genera un momento a favor de las agujas del reloj su signo será positivo y se dirige en contra de las agujas del reloj su signo será negativo.

Rigidez angular simplificada

$$K_{xy} = \frac{I}{L}$$

Donde:

$K_{xy}$ =Rigidez relativa entre los nodos x y y.

I= Rigidez del elemento estructural

L= Longitud del elemento estructural

Factor de distribución

$$FD = \frac{K_{xy}}{K_{xy} + K_{xy1}}$$

Donde:

FD= Factor de distribución

$K_{rxy}$ =Rigidez relativa entre los tramos x y y

$K_{rxy1}$ =Rigidez relativa que llega al nodo analizado

Momento de empotramiento perfecto

$$M_{xy} = \pm \frac{wL^2}{12}$$

Donde:

$M_{xy}$ =Momento del elemento

W= carga sobre el elemento

L= longitud del elemento

Factor de transporte

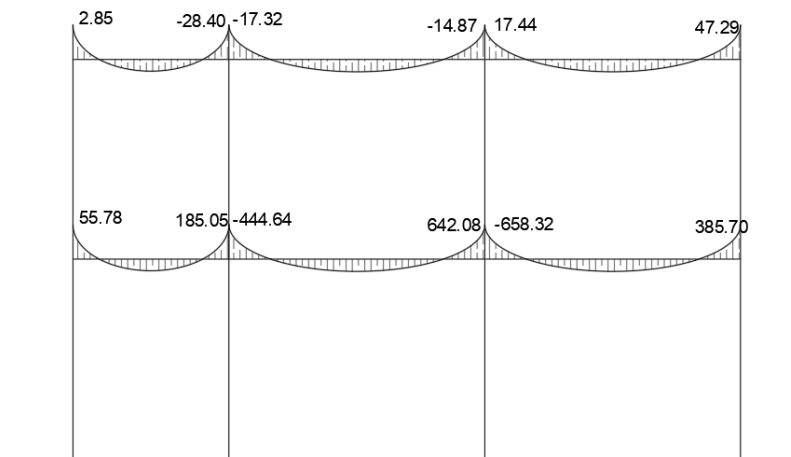
$$Ft = \frac{1}{2}$$

### 2.2.2.5.1. Análisis de marco típico con el método de Cross para carga viva

Para el análisis de marcos por el método numérico Cross para cargas vivas, se utilizaron los datos de la sección 2.2.2.3

Análisis de carga viva en el marco B, sentido X

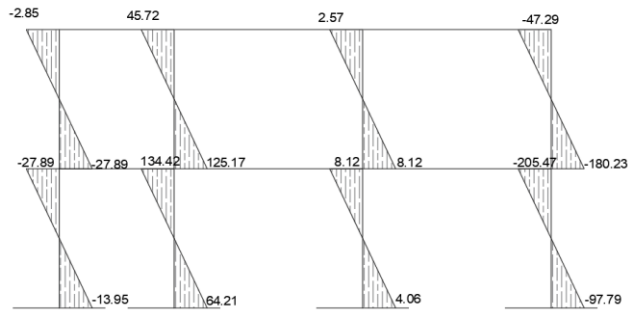
Figura 27. Momentos carga viva en vigas sobre marco B, kg\*m



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.



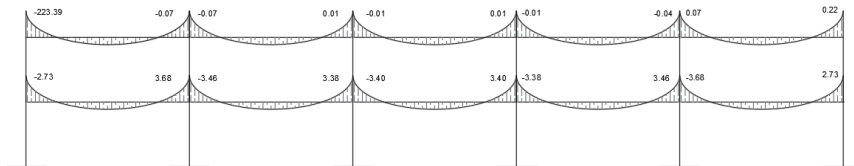
Figura 28. **Momentos carga viva en columnas sobre marco B, kg\*m**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

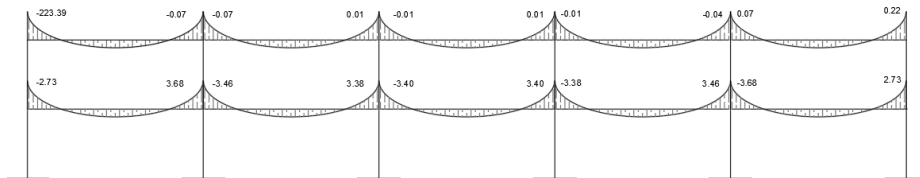
Análisis de carga viva en el marco B, sentido Y

Figura 29. **Momentos carga viva en vigas sobre marco 3, kg\*m**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 30. **Momentos carga viva en columnas sobre marco 3, kg\*m**



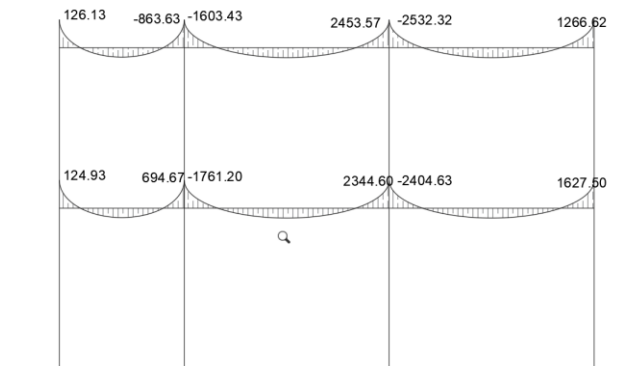
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### 2.2.2.5.2. Análisis de marco típico con el método de Cross para carga muerta

Para el análisis de marcos por el método numérico Cross para cargas muertas se utilizaron los datos de la sección 2.2.2.3.4.

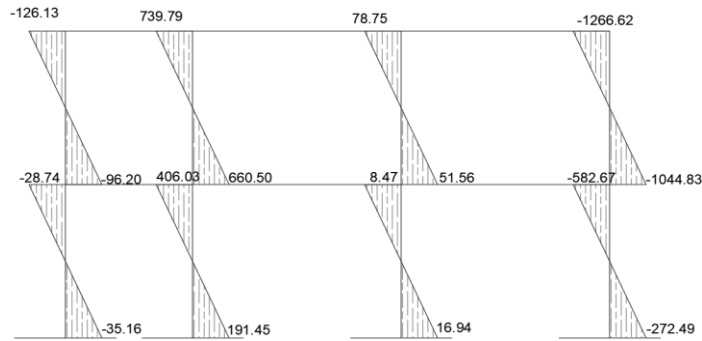
Análisis de carga muerta en el marco B, sentido X

Figura 31. **Momentos carga muerta en vigas sobre marco B, kg\*m**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

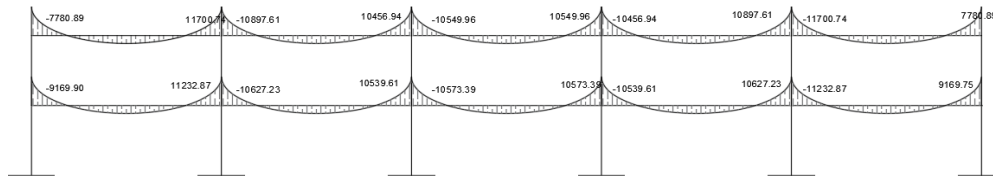
Figura 32. **Momentos carga muerta en columnas sobre marco B, kg\*m**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

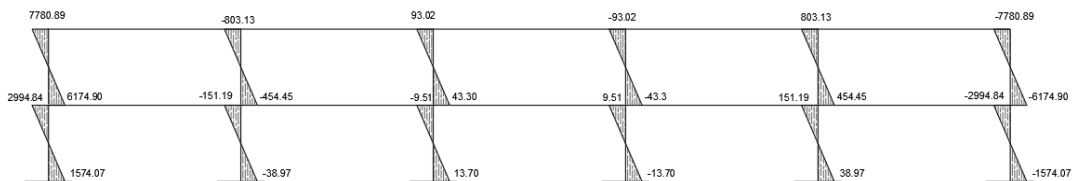
Análisis de carga muerta en el marco 3, sentido Y

Figura 33. **Momentos carga muerta en vigas sobre marco 3, kg\*m**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 34. **Momentos carga muerta en columnas sobre marco 3, kg\*m**



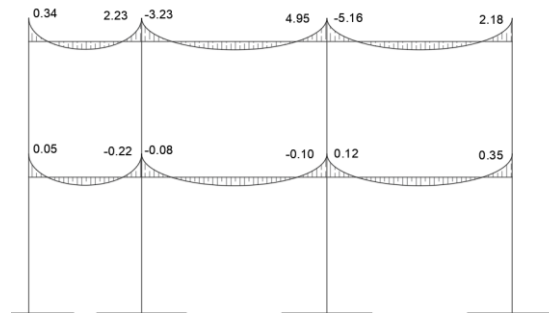
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### 2.2.2.5.3. Análisis de marco típico con el método de Cross para carga de lluvia

Para el análisis de marcos por el método numérico Cross para cargas vivas, se utilizaron los datos de la sección 2.2.2.3.3.

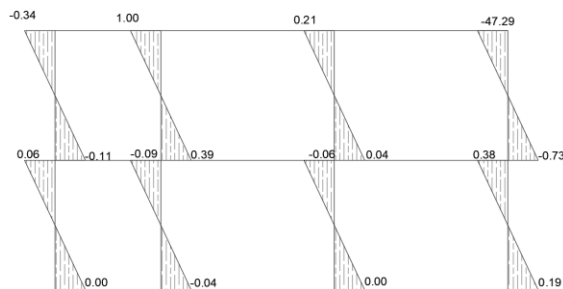
Análisis de carga de lluvia en el marco B, sentido X

Figura 35. Momentos carga de lluvia en vigas sobre marco B, kg\*m



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

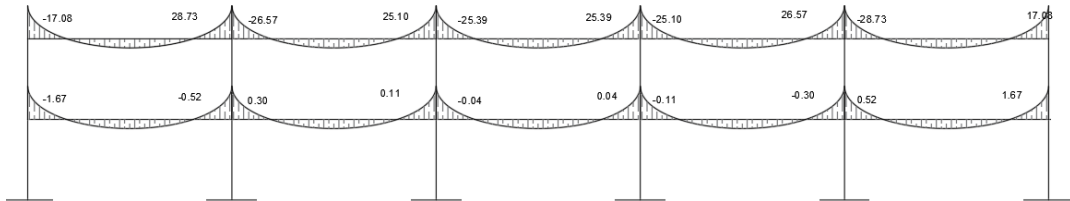
Figura 36. Momentos carga de lluvia en columnas sobre marco B, kg\*m



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

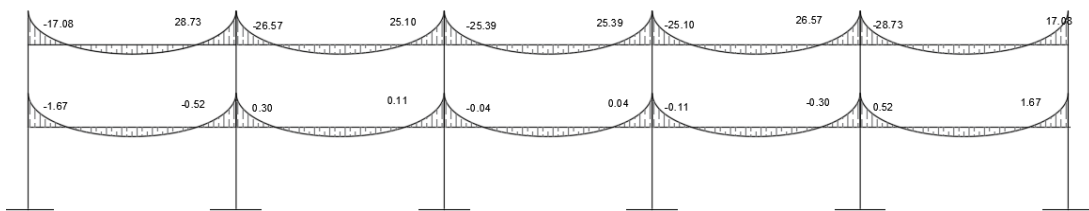
Análisis de carga de lluvia en el marco 3, sentido Y

Figura 37. **Momentos carga de lluvia en vigas sobre marco 3, kg\*m**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 38. **Momentos carga de lluvia en columnas sobre marco 3, kg\*m**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

#### 2.2.2.5.4. **Análisis de marco típico con el método de Cross con ladeo para carga de sismo**

En marcos con desplazamiento horizontal se presenta un factor adicional que considera el equilibrio de todas las fuerzas horizontales que actúan sobre el marco.

Cuando se analiza un marco de varios niveles se debe plantear una ecuación de equilibrio de fuerzas horizontales. En cada piso se deben asumir los momentos respecto a la deformación que sufrirán los marcos.

$$\begin{array}{rcl} H_{11x1} & H_{12x2} & = & H_1 \\ H_{21x1} & H_{22x2} & = & H_2 \end{array}$$

La primera etapa es resolver el marco impidiendo el desplazamiento lateral para encontrar las reacciones horizontales y con ellas los factores de corrección para los momentos con desplazamiento. El momento utilizado en esta estructura tiene una magnitud de 10 kg\*m, su signo depende el desplazamiento que experimenta la estructura.

Reacciones horizontales

$$Rh = \frac{\sum M}{h}$$

Rigidez angular simplificada para momentos por lado

$$K_{xy}^* = \frac{I}{L^2}$$

Donde:

$K_{xy}^*$  = Rigidez relativa entre los nodos x y y.

I = Rigidez del elemento estructural

L = Longitud del elemento estructural

Desplazamiento horizontal

$$\Delta xy = \frac{Mxy}{K_{xy}^*}$$

Donde:

$\Delta xy$  =Desplazamiento horizontal

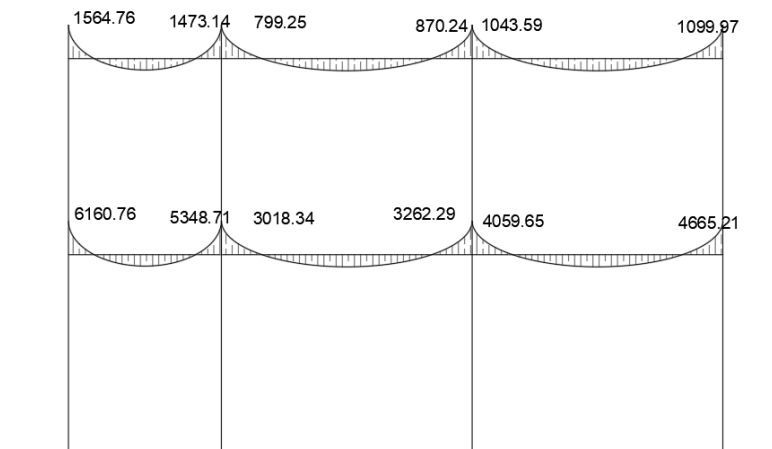
$M_{xy}$ =Momento de ladeo del elemento

$K_{xy}$ =Rigidez relativa para momentos por ladeo

Para el análisis de marcos por el método numérico Cross para cargas horizontales, se utilizaron los datos de la sección 2.2.2.3.4.

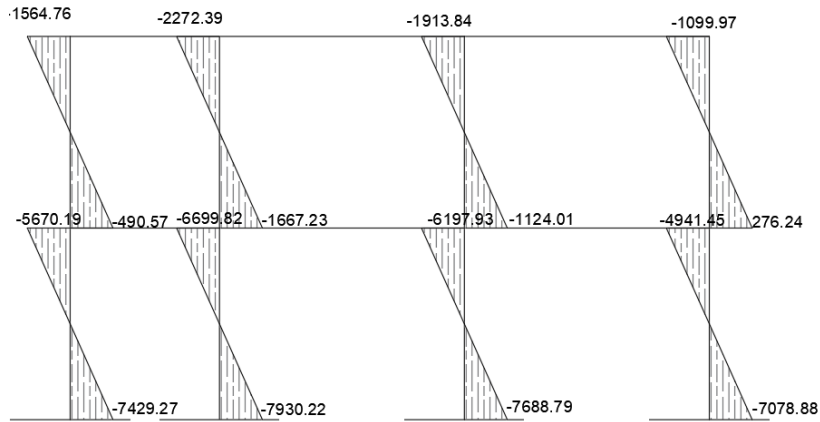
Análisis de carga de horizontal en el marco B, sentido X

Figura 39. **Momentos carga horizontal en vigas sobre marco B, kg\*m**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

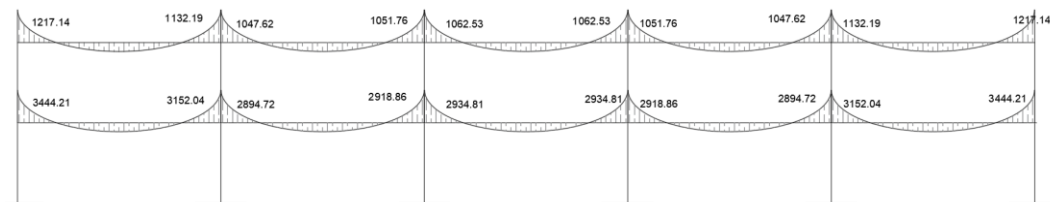
Figura 40. **Momentos carga horizontal en columnas sobre marco B, kg\*m**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Análisis de carga horizontal en el marco 3, sentido Y

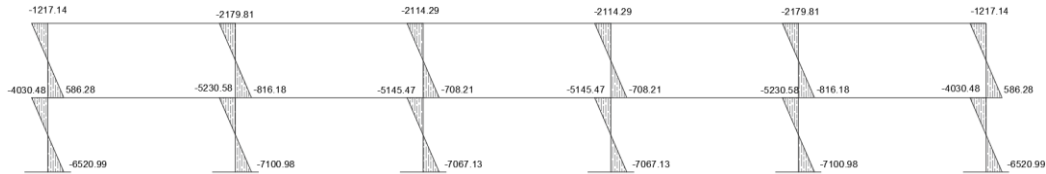
Figura 41. **Momentos carga horizontal en vigas sobre marco 3, kg\*m**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.



Figura 42. **Momentos carga horizontal en columnas sobre marco 3**  
**kg\*m**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

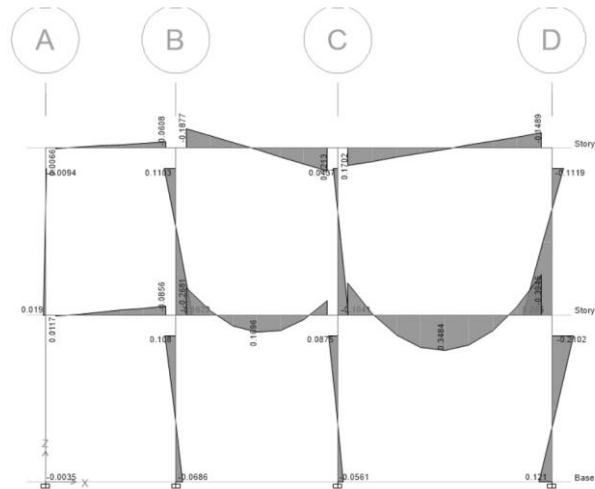
### 2.2.2.6. Análisis de marcos típicos con ETABS

ETABS es un *software* en el análisis de estructuras y dimensionamiento de edificaciones. De tal manera que al ejecutar el programa su resultado es aproximado a los métodos numéricos. En este caso se comparará los resultados del software ETABS con los obtenidos en el método de Cross en el marco B.

#### 2.2.2.6.1. Análisis de marco típico con ETABS

Análisis de carga viva en el marco B, sentido X, utilizando el *software* ETABS para marco típico.

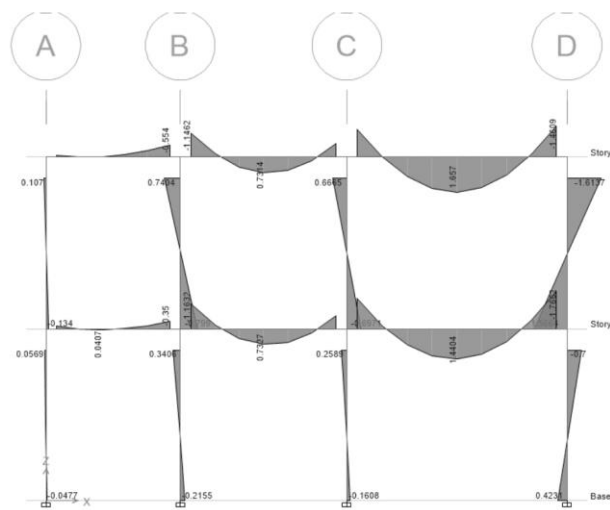
Figura 43. **Momentos carga viva en vigas sobre marco B, ton\*m**



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Análisis de carga muerta en el marco B, sentido X

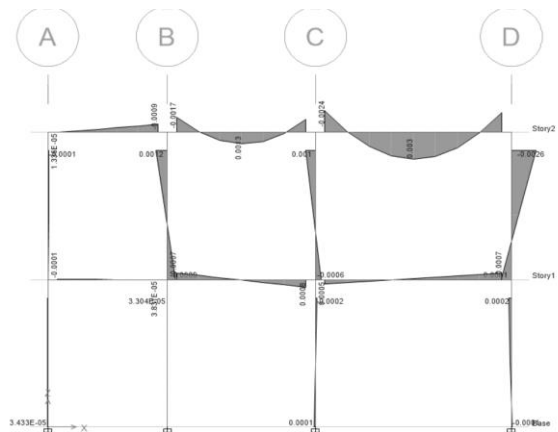
Figura 44. **Momentos carga muerta en vigas sobre marco B, ton\*m**



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Análisis de carga de lluvia en el marco B, sentido X

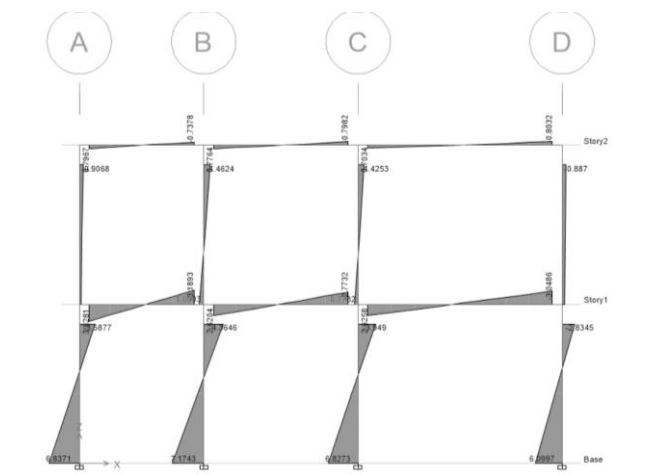
Figura 45. **Momentos carga de lluvia en vigas sobre marco B, ton\*m**



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Análisis de carga de sismo en el marco B, sentido X

Figura 46. **Momentos carga horizontal en vigas sobre marco B, ton\*m**



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

**2.2.2.7. Comparación de resultados entre ETABS y CROSS en los tramos IE, JF, KG y LH en el marco B, sentido X para carga de sismo**

La tabla que se muestra a continuación muestra los resultados de los momentos por ambos métodos, CROSS e ETBAS.

Tabla XXXVI. **Comparación entre los resultados entre Cross e ETABS**

Momentos por caga de sismo en ETABS y Cross				
Tramo	IE (ton*m)	JF (ton*m)	KG (ton*m)	LH (ton*m)
ETABS	6,84	7,17	6,83	6,10
Cross	7,43	7,93	7,69	7,08
Diferencia	0,59	0,76	0,86	0,98
%	7,94	9,59	11,18	13,84

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel

Para el calculó de la diferencia se tomaron los resultados de Cross como 100 %. Los valores en ambos métodos se encuentran cercanos y ambos muestran los mismos patrones de aumento y disminución. Por lo tanto, se utilizarán los valores mayores que son los del método de Cross para el diseño de la edificación.

**2.2.2.8. Momentos últimos por envolvente de momentos**

Se utilizan las combinaciones de carga de la sección 8.3 de las normas de seguridad estructural para Guatemala AGIES NSE 2. Las combinaciones

establecidas se utilizan para el método de resistencia en cargas por gravedad y cargas de sismo.

CR1

$$1,4M$$

CR2

$$1,2M + 1,6V + 0,5(Vt \text{ o bien } Pl \text{ o bien } Ar)$$

CR3

$$1,2M + V + 1,6(Vt \text{ o bien } Pl \text{ o bien } Ar)$$

CR4

$$1,2M + V + Sh$$

CR5

$$0,9M + Sh$$

Donde:

M= Cargas muertas

V= Cargas vivas

Vt= Cargas de viento

Pl= Cargas de lluvia

Ar= Cargas de tefra volcánica

Sh= Carga sísmica horizontal

En las ecuaciones CR2 y CR3 se utilizó la carga de lluvia (PI) debido a la ubicación de la edificación.

### 2.2.2.8.1. Envoltente de momentos

A continuación, se presentan las tablas con las combinaciones para seleccionar el envoltente de momento en cada uno de los elementos.

Combinaciones de momentos para marco B, sentido x

Tabla XXXVII. **Envoltente de momentos en vigas del marco B en kg\*m**

A-B		
izquierda	centro	derecha
1 718,96	262,50	2 481,10
B-C		
izquierda	centro	derecha
-2 244,80	4 530,44	3 799,66
C-D		
izquierda	centro	derecha
-3 545,25	4 530,44	2 667,21
E-F		
izquierda	centro	derecha
6 366,46	262,50	6 367,36
F-G		
izquierda	centro	derecha
-2 824,91	5 261,66	6 717,89
G-H		
izquierda	centro	derecha
-3 938,81	5 261,66	7 003,91

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XXXVIII. **Envolvente de momentos en columnas del marco B en kg\*m**

E-A	
arriba	abajo
-1 718,96	-633,89
F-B	
arriba	abajo
-633,89	-1 072,78
G-C	
arriba	abajo
-1 842,96	-1 077,60
H-D	
arriba	abajo
-2 667,21	-1 542,53
I-E	
arriba	abajo
-5 732,57	-7 485,40
J-F	
arriba	abajo
-6334.39	-7757.92
K-G	
arriba	abajo
-6 190,31	-7 673,54
L-H	
arriba	abajo
-5 846,13	-7 503,65

fuelle: elaboraci3n propia, empleando Microsoft Excel.

Combinaciones de momentos para marco 3, sentido Y

Tabla XXXIX. **Envolvente de momentos en vigas del marco 3 en kg\*m**

A-B		
izquierda	centro	derecha
-10	22	16
893,25	181,146	381,04
B-C		
izquierda	centro	derecha
-15	22	14
256,66	181,146	639,71
C-D		
izquierda	centro	derecha
-14	22	14
769,94	181,146	769,94
D-E		
izquierda	centro	derecha
-14	22	15
639,71	181,146	256,66
E-F		
izquierda	centro	derecha
-16	22	10
381,04	181,146	893,25
G-H		
izquierda	centro	derecha
-12	22	16
837,64	181,146	635,16
H-I		
izquierda	centro	derecha



Continuación de la tabla XXXIX.

-14	22	15
878,12	181,146	569,77
I-J		
izquierda	centro	derecha
-14	22	15
802,74	181,146	626,28
J-K		
izquierda	centro	derecha
-14	22	15
755,45	181,146	650,85
K-L		
izquierda	centro	derecha
-15	22	14
726,01	181,146	450,63

Fuente elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XL. **Envoltente de momentos en columnas del marco 3 en kg\*m**

A-G	
arriba	abajo
10 893,25	7 997,41
B-H	
arriba	abajo
-3 143,53	-1 361,60
C-I	
arriba	abajo
-2 030,57	-669,24
D-J	

Continuación de la tabla XL.

arriba	abajo
-2 225,91	-760,17
E-K	
arriba	abajo
-1 456,99	-407,17
F-L	
arriba	abajo
-10 893,25	-8 644,87
G-M	
arriba	abajo
4 192,78	-5 104,32
H-N	
arriba	abajo
-5 412,14	-7 136,06
I-O	
arriba	abajo
-5 156,88	-7 054,80
J-P	
arriba	abajo
-5 136,91	-7 083,57
K-Q	
arriba	abajo
-5 094,51	-7 065,91
LR	
arriba	abajo
-7 625,77	-8 410,62

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

### 2.2.2.9. Cortante en marcos dúctiles

La fuerza cortante es el resultado de la acción de fuerzas verticales que actúan en una sección determinada de una viga o columna y tienden a cortar el elemento. La ecuación utilizada para el cálculo del cortante último considera las distintas cargas de la estructura.

Cortante último en vigas

$$Vu_v = \left[ \left( \frac{1,2 * W_{cm} * L}{2} + \frac{W_{cv} * L}{2} + \frac{(M_{sa} + M_{sb})}{L} \right) \right]$$

Donde:

$Vu_v$ = Cortante último en vigas

$W_{cm}$ = Carga muerta distribuida

$W_{cv}$ = Carga viva distribuida

$M_{sa}$ = Momento debido a la carga de sismo en el extremo izquierdo de la viga

$M_{sb}$ = Momento debido a la carga de sismo en el extremo derecho de la viga

Cortante último en columnas

$$Vu_c = \frac{M_{sup} + M_{inf}}{L}$$

Donde:

$Vu_c$ = Cortante último de columnas

$M_{sup}$ = momento último en el extremo superior de la columna

$M_{inf}$ = Momento último en el extremo inferior de la columna

### 2.2.2.9.1. Cortante último en vigas de los marcos B y 3

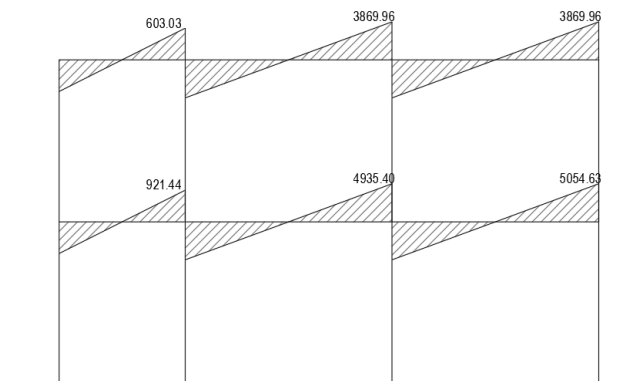
Estos resultados muestran la fuerza cortante que es la resultante de todas las fuerzas que actúan en las secciones B y 3.

Tabla XLI. **cortante último en vigas de marco B**

Viga	Vcm (kg)	Vcv (kg)	Vs (kg)	Vu (kg)
AB	300	0	1 215,16	603,03
BC	3 157,10	0	407,19	3 869,96
CD	3 157,10	0	522,82	3 869,09
DE	300	0	2807,19	921,44
EF	3 157,10	840,5	1 531,86	4 935,40
GH	3 157,10	840,5	2 128,01	5 054,63

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 47. **cortante último en vigas de marco B**



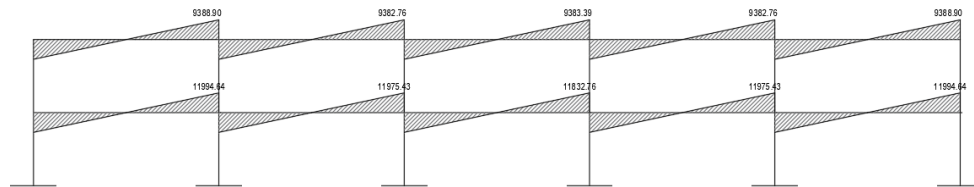
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla XLII. **cortante último en vigas de marco 3**

Viga	Vcm (kg)	Vcv (kg)	Vs (kg)	Vu (kg)
AB	7 776,04	0,00	288,26	9 388,90
BC	7 776,04	0,00	257,59	9 382,76
CD	7 776,04	0,00	260,74	9 383,39
DE	7 776,04	0,00	257,59	9 382,76
EF	7 776,04	0,00	288,26	9 388,90
GH	7 776,04	2 501,52	809,36	11 994,64
HI	7 776,04	2 501,52	713,32	11 975,43
IJ	7 776,04	2 501,52	720,20	11 832,76
JK	7 776,04	2 501,52	713,32	11 975,43
KL	7 776,04	2 501,52	809,36	11 994,64

Fuente: elaboración propia empleando Microsoft Excel.

Figura 48. **cortante último en vigas de marco 3**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### 2.2.2.9.2. Cortante último en columnas de los marcos B y 3

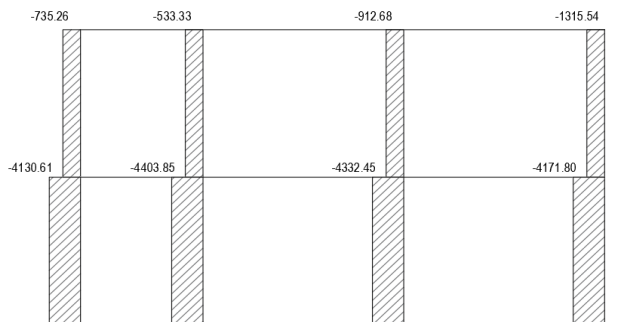
Estos resultados muestran la fuerza cortante que es la resultante de todas las fuerzas que actúan en las secciones B y 3.

Tabla XLIII. Cortante último en columnas de marco B

Columna	Vu (kg)
AE	-735,26
BF	-533,33
CG	-912,68
DH	-1 315,54
EI	-4 130,61
FJ	-4 403,85
GK	-4 332,45
HL	-4 171,80

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 49. Cortante último en columnas de marco B



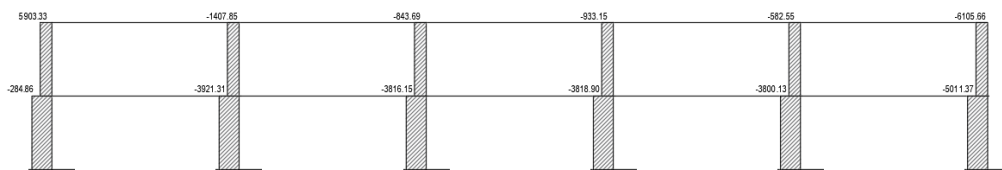
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla XLIV. **Cortante último en columnas de marco 3**

Columna	Vu (kg)
AG	5 903,33
BH	-1 407,85
CI	-843,69
DJ	-933,15
EK	-582,55
FL	-6 105,66
GM	-284,86
HN	-3 921,31
IO	-3 816,15
JP	-3 818,90
KQ	-3 800,13
LR	-5 011,37

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 50. **Cortante último en columnas de marco 3**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### **2.2.3. Diseño Estructural**

En el diseño estructural se establecen las dimensiones y el armado que tendrá cada elemento de la edificación. Sus objetivos son obtener estructuras eficientes, seguras y económicas.

En el diseño de los elementos estructurales se ha utilizado los resultados obtenidos anteriormente en el análisis estructural. El diseño se ha realizado con las bases establecidas en el código ACI 318S-14 y los materiales cuentan con las siguientes características:

- Resistencia a la compresión del concreto ( $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ )
- Resistencia a la fluencia del acero ( $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ )
- Peso específico del concreto ( $\gamma_c= 2400 \text{ kg/m}^3$ )

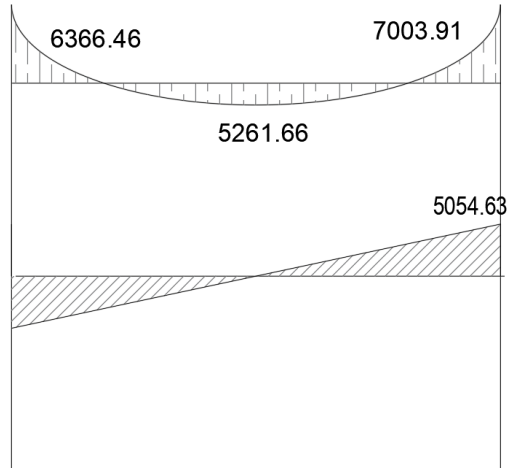
#### **2.2.3.1. Diseño de vigas**

En una viga de concreto reforzado, el acero de refuerzo resiste la tensión causada por los momentos flectores mientras que el concreto es capaz de resistir solo la compresión correspondiente. Por esa razón se colocan barras de acero de refuerzo en el lado sometido a tensión tan cerca como sea posible a la fibra expuesta.

Los datos necesarios para el diseño son los momentos y cortantes últimos obtenidos en el análisis estructural. En esta edificación se diseñará la viga más crítica del eje x y la más crítica del eje y.

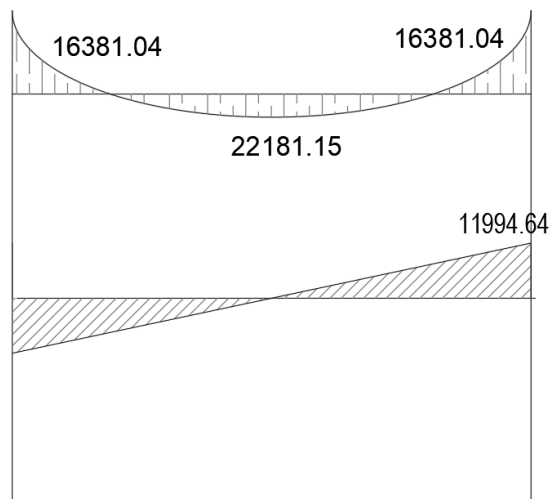


Figura 51. **Diagrama de momentos y cortes últimos de la viga sobre el eje x**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 52. **Diagrama de momentos y cortes últimos de la viga sobre el eje y**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Para ejemplificar el diseño de vigas se diseñará la viga crítica del marco B. Las dimensiones de la sección transversal de la viga son de 0,25 por 0,40 metros.

#### Peralte efectivo

El peralte efectivo mínimo para vigas que establece la sección 20.6.1 del ACI 318S-14 es de 4 cm. La varilla de acero longitud propuesta es la No.5 y para refuerzo transversal varillas No.3.

$$d = h - \left( r + \frac{\phi_{long}}{2} + \phi_{trans} \right)$$

$$d = 40\text{cm} - \left( 4\text{cm} + \frac{1,59}{2}\text{cm} + 1,27\text{cm} \right)$$

$$d = 33,78\text{cm}$$

#### Diseño por flexión

- Refuerzo longitudinal
- Método iterativo

Datos:

$a$  (propuesta) = 6 cm

$\phi = 0,9$

$M_u = 7\ 003,91\text{ kg}\cdot\text{m}$

$$M_n = A_s * f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$A_s = \frac{M_{nu}}{f_y(d - \frac{a}{2})\phi}$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f'_c b}$$

Tabla XLV. **Tabla de iteraciones para área de acero**

Iteración 1		
As	6,02	cm <sup>2</sup>
a	5,67	cm
Iteración 2		
As	5,99	cm <sup>2</sup>
a	5,64	cm
Iteración 3		
As	5,99	cm <sup>2</sup>
a	5,63	cm
Iteración 4		
As	5,99	cm <sup>2</sup>
a	5,63	cm

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

En la cuarta iteración los resultados coinciden, obtenemos que el área de acero requerida es de 5,39 cm<sup>2</sup>, antes de establecer el número de varillas longitudinales debemos de chequear que cumpla con el acero mínimo y máximo establecidos.

Área de acero mínima

$$A_{smin} = \frac{14,1}{f_y} b d$$

Área de acero máxima

$$A_{smax} = \rho_{max} * b * d$$

Donde:

$\rho_{max} = 50 \% \rho_{balanceada}$  (zona sísmica)

$$\rho_{bal} = 0,85\beta_1 * \frac{f'_c}{f_y} \left( \frac{6\ 090}{6\ 090 + f_y} \right) * b d$$

Tabla XLVI. **Áreas de acero para Mu(-)**

Asmin	2,83	cm <sup>2</sup>
Asmax	9,03	cm <sup>2</sup>
Asreq	5,99	cm <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

El área de acero requerido se encuentra entre el mínimo y el máximo, por lo tanto, se utilizará el área de 5,99 cm<sup>2</sup>.

Áreas de acero para las vigas del marco B y 3

Cama superior

$$\# \text{ de varillas} = \frac{Asreq}{Asvarilla}$$

$$\# \text{ de varillas} = \frac{5,99 \text{ cm}^2}{1,99 \text{ cm}^2}$$

$$\# \text{ de varillas} = 3$$

Para el refuerzo superior derecho se usarán tres varillas corridas No.5.

Tabla XLVII. **Resumen de cálculos de viga en el eje B**

Viga	Mu (kg*m)	Asreq (cm <sup>2</sup> )	Asmin (cm <sup>2</sup> )	Asmax (cm <sup>2</sup> )	As usar (cm <sup>2</sup> )
Mu (-) izq	6 366,46	5,39	2,83	9,03	5,39
Mu (+)	5 261,66	4,39	2,83	9,03	4,39
Mu (-) der	7 003,91	5,99	2,83	9,03	5,99

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XLVIII. **Resumen armado longitudinal en viga del eje B**

Viga	Mu (kg*m)	As usar (cm <sup>2</sup> )	Armado
Mu (-) izq	6 366,46	5,39	3 No. 5
Mu (+)	5 261,66	4,39	3 No. 5
Mu (-) der	7 003,91	5,99	3 No. 5

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XLIX. **Resumen de cálculos de viga en el eje 3**

Viga	Mu (kg*m)	Asreq (cm <sup>2</sup> )	Asmin (cm <sup>2</sup> )	Asmax (cm <sup>2</sup> )	As usar (cm <sup>2</sup> )
Mu (-) izq	16 381,04	10,84	5,13	16,32	10,84
Mu (+)	22 181,42	15,24	5,13	16,32	15,24
Mu (-) der	16 381,04	10,84	5,13	16,32	10,84

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Al utilizar las dimensiones establecidas en el predimensionamiento de 25x40 cm para las vigas en el eje 3, el área de acero requerido sobrepasa el área de acero máximo, por lo tanto, se cambiaron las dimensiones de las vigas en el eje x por una de 35x50.

Tabla L. **Resumen armado longitudinal en viga del eje B**

Viga	Mu (kg*m)	As usar (cm <sup>2</sup> )	Armado
Mu (-) izq	1 6381,04	10,84	5 No.6
Mu (+)	22 181,42	15,24	7 No.6
Mu (-) der	16 381,04	10,84	5 No.6

Fuente: elaboración propia empleando Microsoft Excel.

- Refuerzo transversal
  - Revisión por corte

El refuerzo a cortante garantiza una falla a flexión antes de que ocurra la falla a cortante en caso de que el elemento se sobrecargue. Este restringe el crecimiento de fisuras inclinadas y por consiguiente aumenta la ductilidad de la viga y advierte sobre peligro de falla.

Si  $V_u > \phi V_c$  se deben diseñar los estribos con un área mínima de refuerzo.  
Si  $V_u \leq \phi V_c$  entonces se colocarán solamente estribos por armado.

Cortante máximo del concreto ( $V_c$ )

Viga V-1

$$V_c = \phi 0,53 \sqrt{f'} cbwd$$

$$V_c = 0,75 * 0,53 \sqrt{210} \frac{kg}{cm^2} * 25cm * 33,78 cm$$

$$V_c = 4\,864,59 \text{ kg}$$

Viga V-2

$$V_c = 0,75 * 0,53\sqrt{210} \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 35\text{cm} * 43,62 \text{ cm}$$

$$V_c = 8\,794,28 \text{ kg}$$

- Cortante ultimo

El cortante ultimo excede al cortante del concreto por lo tanto se deberá confinar en sus extremos.

$$V_{uB} = 5\,054,63 \text{ kg}$$

$$V_{u3} = 11\,994,64 \text{ kg}$$

Longitud de confinamiento

El código ACI establece en su sección 18.6.4.1 la longitud de confinamiento para vigas de pórticos especiales resistentes a momentos.

Viga V-1

$$L = 2h$$

$$L = 2(40 \text{ cm})$$

$$L = 80 \text{ cm}$$

Viga V-2

$$L = 2(50 \text{ cm})$$



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

- Espaciamiento

El espaciamiento de los estribos de confinamiento no debe exceder el menor de los siguientes resultados.

- $d/4 \left( \frac{33,78 \text{ cm}}{4} = 8,43 \text{ cm} \right)$
- Seis veces el diámetro de las barras longitudinales ( $6 * 1,91 \text{ cm} = 11,46 \text{ cm}$ )
- 150 cm

El espaciamiento para utilizar entre cada estribo será de 8 cm.

#### Espaciamiento máximo

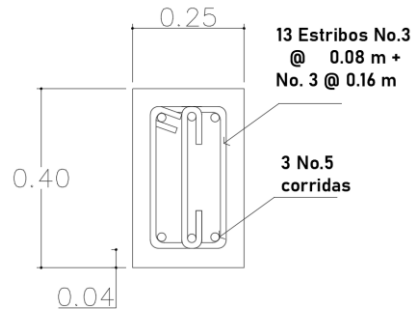
Cuando no se requiera estribos cerrados de confinamiento el espaciamiento será igual a  $s = \frac{d}{2}$ .

$$s = \frac{33,78 \text{ cm}}{2}$$

$$s = 16,89 \text{ cm}$$

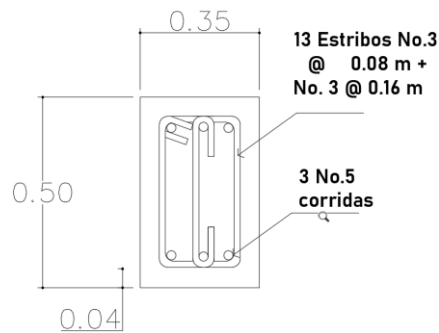
El espaciamiento para utilizar será igual a 16 cm.

Figura 53. **Detalle de armado de viga del eje B**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 54. **Detalle de armado de viga del eje 3**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### 2.2.3.2. **Diseño de columnas**

Las columnas son elementos que sostienen principalmente cargas a compresión, pero también soportan momentos flectores respecto a uno o a los dos ejes.

A continuación, se calculará la integración de cargas que soporta la columna del primer nivel, ubicada entre los ejes B y 3.

Tabla LI. **Integración de cargas en columna B3**

Nivel 2		
Carga muerta		
Vigas	4 407	kg
Columnas	921,6	kg
Muros	6 860	kg
Acabados	835,5	kg
Losa	11 229,12	kg
Total	24 253,22	kg
Carga viva		
C.V	6 684	kg
1,2CM+1,6CV	39 798,26	kg
Nivel 1		
Carga muerta		
Vigas	4 407	kg
Columnas	921,6	kg
Muros	6 860	kg
Acabados	835,5	kg
Losa	11 229,12	kg
Total	24 253,22	kg
Carga viva		
C.V	6 684	kg
1,2CM+1,6CV	39 798,26	kg
2P (Carga axial primer nivel)	79 596,53	kg

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

- Efectos de esbeltez

Se dice que una columna es esbelta si las dimensiones de su sección transversal son pequeñas en comparación con su longitud. Si este presenta una esbeltez grande colapsará ante una carga de compresión menor que si se presenta en un elemento más corto y un elemento corto es más susceptible a fallar por aplastamiento debido a que los dos materiales concreto y acero se encuentran trabajando bajo los mismos esfuerzos.

La mayor parte de elementos de concreto reforzado que se someten a compresión también están sujetos a flexión y el comportamiento del elemento se encuentra también relacionado a la esbeltez de este.

Método de amplificación de momentos

Esbeltez

$$E = \frac{kl_u}{r}$$

Donde:

E= Esbeltez

k= Factor de longitud efectiva

Lu= Longitud libre de la columna

En marcos con desplazamiento lateral si la relación de esbeltez es menor a 22 el reglamento ACI 318 permite despreciar los efectos que esta trae. Si no se cumple con esta condición los momentos flexionantes en los extremos de las columnas se deben calcular con la siguiente expresión:

$$M_1 = M_{1ns} + \delta_s M_{1s}$$

$$M_2 = M_{2ns} + \delta_s M_{2s}$$

El factor de amplificación se calcula con la siguiente ecuación:

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{\sum Pu}{0,75 \sum Pc}}$$

Donde:

$\sum Pu$ = Suma de todas las cargas verticales

$\sum Pc$ = Suma de las cargas críticas de Euler

Carga critica de Euler

$$Pc = \frac{\pi^2 EI}{(klu)^2}$$

Donde:

$klu$ = Longitud efectiva

El se determina con la siguiente ecuación:

$$EI = \frac{0,40 Eclg}{1 + \beta d}$$

$lg$  para vigas es igual a  $0,35lg$  donde  $lg$  es momento de inercia de la sección.  
 $\beta d$  es un factor que toma en cuenta los efectos de deformación, cuando las fuerzas cortantes de entrepiso son producidas por sismo su valor es igual a 0.

Para el cálculo de la longitud efectiva de pandeo se debe de tomar en cuenta que en estructuras de concreto reforzado las columnas se encuentran parcialmente restringidas y el grado de restricción depende de la relación entre la rigidez de los elementos.

$$\psi = \frac{\sum K \text{ col}}{\sum K \text{ vig}}$$

Donde

K= rigidez del elemento que llega al nodo

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

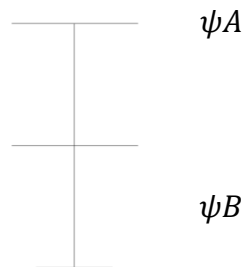
Donde:

I= inercia del elemento que llega al nodo

L= longitud del elemento que llega al nodo

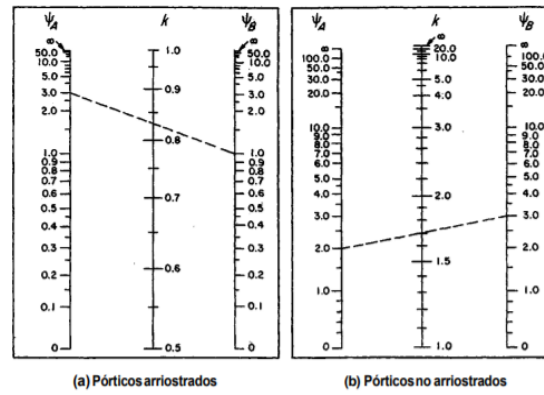
$$I = \frac{1}{12}bh^3$$

Figura 55. **Diagrama para cálculo de esbeltez en columnas sentido X y Y**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 56. Cálculo del coeficiente k



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

$$\psi_A = \frac{\sum K_{col}}{\sum K_{vig}}$$

$$\psi_B = 0 \text{ (Empotrado)}$$

Datos para el diseño de la columna

Tabla LII. **Datos para el diseño del elemento**

Datos	
Fy (kg/cm <sup>2</sup> )	4 200
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	210
b (cm)	30
h (cm)	40
d (cm)	33,29
r (cm)	4
Área propuesta de acero	3.40 %
Armado	8 No.8
Ac (cm <sup>2</sup> )	1 159,2
Ag (cm <sup>2</sup> )	1 200
A (cm <sup>2</sup> )	40,8
P (kg)	79 596,5
Mx (kg*m)	16 635,16
My (kg*m)	6 717,89
Msx (kg*m)	5 412,14
Msy (kg*m)	6 334,39

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Inercia en vigas

$$I_{v1} = \frac{1}{12} (25)(40)^3$$

$$I_{v1} = 133\,333,33\text{cm}^4$$



$$I_{v2} = \frac{1}{12} (35)(50)^3$$

$$I_{v2} = 364\,583,33\text{cm}^4$$

Inercia de columnas

$$I_c = \frac{1}{12} (30)(40)^3$$

$$I_c = 160\,000\text{cm}^4$$

Rigidez de los elementos de piso

Columnas de los ejes A y F del eje x

Tabla LIII. **Columnas de los ejes A y F**

Ic	160 000
Iv	364 583,33
Lc	320
Lv	815
Tridente A	2,24
Tridente B	0
k	1,3
Pc	793 403,23
Total, Pc	3 173 612,92

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Para todas las columnas de los ejes B, C, D, E y F del eje x

Tabla LIV. **Columnas de los ejes B, C, D, E y F**

Ic	160 000
Iv	364 583,33
Lc	320
Lv	815
Tridente A	1,12
Tridente B	0
k	1,18
Pc	962 978,64
Total, Pc	3 851 914,56

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Para todas las columnas del eje 1 del eje y

Tabla LV. **Columnas del eje 1**

Ic	90 000
Iv	133 333,33
Lc	320
Lv1	0
Lv2	250
Tridente A	1,05
Tridente B	0
k	1,19
Pc	946 862,13
Total, Pc	5 681 172,77

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Para todas las columnas del eje 2 en y

Tabla LVI. **Columnas del eje 2**

Ic	90 000
Iv	133 333,33
Lc	320
Lv	815
Lv2	250
Tridente A	0,81
Tridente B	0
k	1,12
Pc	601 266,70
Total, Pc	3 142 620,61

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Para todas las columnas del eje 3 en y

Tabla LVII. **Columnas del eje 3**

Ic	90 000
Iv	133 333,33
Lc	320
Lv	815
Tridente A	1,72
Tridente B	0
k	1,26
Pc	475 074,92
Total, Pc	2 850 449,5

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Para todas las columnas del eje 4 en y

Tabla LVIII. **Columnas del eje 4**

Ic	90 000
Iv	133 333,33
Lc	320
Lv	815
Tridente A	3,44
Tridente B	0
k	1,4
Pc	384 810,69
Total, Pc	2 308 864,12

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Verificación de esbeltez

Radio de giro

$$r = 0,30 * (0,30) = 9 \text{ cm}$$

Relación de esbeltez

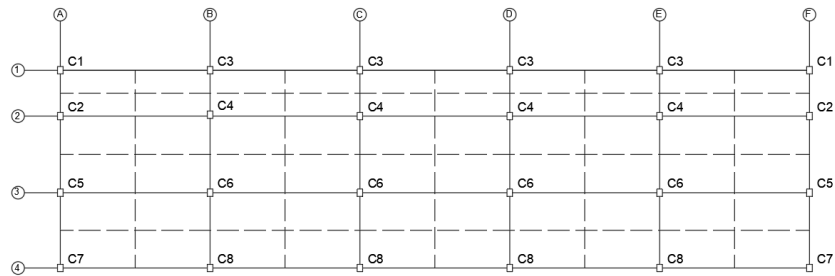
$$\frac{(1,18)(320)}{9 \text{ cm}} = 41,95 > 22$$

Si es necesario considerar el efecto de esbeltez.

Calculó de factor de amplificación

## Sumatoria de Pu

Figura 57. **Distribución de columnas**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla LIX. **Cargas Pu**

Columna	No.	Pu	Total, Pu
C1	2	20 651,62	41 303,24
C2	2	43 512,25	87 024,50
C3	4	37 882,76	151 531,02
C4	4	72 084,52	288 338,08
C5	2	38 260,95	76 521,89
C6	4	64 757,41	259 029,64
C7	2	28 179,51	56 359,03
C8	4	49 186,55	196 746,18
TOTAL			1 156 853,57

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla LX. **Cargas Pc en eje x**

EJE	No.	Pc	Total, Pc
A	4	793 403,23	3 173 612,92
B	4	962 978,64	3 851 914,56
C	4	962 978,64	3 851 914,56
D	4	962 978,64	3 851 914,56
E	4	962 978,64	3 851 914,56
F	4	793 403,23	3 173 612,92
TOTAL			21 754 884,10

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla LXI. **Cargas Pc en eje y**

EJE	No.	Pc	Total, Pu
A	6	946 862,13	5 681 172,77
B	6	601 266,70	3 607 600,19
C	6	475 074,92	2 850 449,53
D	6	384 810,69	2 308 864,12
TOTAL			14 448 086,61

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Factor de amplificación para momento sísmico en x

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{1\,156\,853,57 \text{ kg}}{0,75 * 21\,754\,884,10 \text{ kg}}}$$

$$\delta_s = 1,08$$

Factor de amplificación para momento sísmico en y

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{1\,156\,853,57 \text{ kg}}{0,75 * 14\,448\,086,61 \text{ kg}}}$$

$$\delta_s = 1,12$$

Momentos totales

$$M_{Tx} = 16\,635,16 \text{ kg} * m + 1,08 * 5\,412,14 \text{ kg} * m = 22\,460,31 \text{ kg} * m$$

$$M_{Ty} = 6\,717,89 \text{ kg} * m + 1,12 * 6\,334,39 \text{ kg} * m = 13\,809,37 \text{ kg} * m$$

Calculó del refuerzo longitudinal

Generalmente las columnas también soportan momentos flectores en uno o ambos ejes. En este diseño se nos presenta una columna que debe resistir carga axial y momentos flexionantes en ambos ejes. Para el diseño de flexión biaxial se utilizará el método desarrollado por Bresler.

El código ACI 318S-14 en su sección 18.7.4 establece que el área de refuerzo longitudinal debe ser al menos el 1 % del área gruesa del concreto y no debe ser mayor al 6 % de la misma.

Estimación preliminar

Sección= 30x40 cm

Refuerzo longitudinal= 8 varillar No.8 (3.40 %)

Área de acero= 40,8 cm<sup>2</sup>

Área gruesa= 1 200 cm<sup>2</sup>

Área de concreto= 1 159,2 cm<sup>2</sup>

Excentricidad

$$exy = \frac{Mt}{P}$$

ex=0,28 m

ey=0,17 m

hx=0,40 m

hy= 0,30 m

$\left(\frac{e}{h}\right) x = 0,71$  m

$\left(\frac{e}{h}\right) y = 0,58$  m

$\rho = 0,034$

Formula de Bresler

$$P_R = \frac{1}{\frac{1}{P_{RX}} + \frac{1}{P_{RY}} - \frac{1}{P_{RO}}}$$

$P_R$ = Carga normal resistente de diseño aplicado en las excentricidades ex y ey.

$P_{RO}$ = Carga axial resistente de diseño suponiendo excentricidad cero.

Datos para el cálculo

$$f^*c = 0,80f'c = 0,8 * 210 = 168kg/cm^2$$



$$f''c = 0,85 * f^*c = 0,85 * 168 = 142,8 \text{ kg/cm}^2$$

$$q = \rho \frac{fy}{f''c} = 0,034 \frac{4\ 200}{142,8} = 1$$

Cálculo de P<sub>RO</sub>

$$P_{RO} = [0,85(210\text{kg/cm}^2(1\ 200\text{cm}^2 - 40,8\text{cm}^2) + 4\ 200 \text{ kg/cm}^2 * 40,8\text{cm}^2)]$$

$$P_{RO} = 378\ 277,20 \text{ kg}$$

Calculó de P<sub>RX</sub>

$$ex=0,28 \text{ m}$$

$$hx=0,40 \text{ m}$$

$$\left(\frac{e}{h}\right)x = 0,71 \text{ m}$$

$$q = 1$$

$$Kx= 0,45 \text{ (Dato obtenido en la figura 56)}$$

$$P_{RX} = 0,45 * 1\ 200\text{cm}^2 * 210\text{kg/cm}^2$$

$$P_{RX} = 113\ 400 \text{ kg}$$

Calculó de P<sub>RY</sub>

$$ey=0,17 \text{ m}$$

$$hy= 0,30 \text{ m}$$

$$\left(\frac{e}{h}\right)y = 0,58 \text{ m}$$

$$q = 1$$

$K_y = 0,50$  (Dato obtenido en la figura 56)

$$P_{RX} = 0,5 * 1\,200\text{cm}^2 * 210\text{kg/cm}^2$$

$$P_{RX} = 126\,000\text{ kg}$$

P de Bresler

$$P_R = \frac{1}{\frac{1}{113\,400\text{ kg}} + \frac{1}{126\,000\text{ kg}} - \frac{1}{336\,893,76\text{kg}}}$$

$$P_R = 70\,865,26\text{ kg}$$

$P_R > P_u$

La carga de Bresler debe ser mayor que la carga ultima. El factor  $\phi$  es igual a 0,65 para columnas con estribos.

$$P_u = \frac{P}{\phi}$$

$$P_u = \frac{79\,596,53\text{ kg}}{0,65}$$

$$P_u = 122\,456,20\text{ kg}$$

La sección propuesta no es adecuada por lo que se plantea la siguiente sección.

Nueva sección

Tabla LXII. **Datos de sección nueva propuesta**

ex	0,28
ey	0,17
hx	40
hy	50
(e/h) x	0,56
(e/h) y	0,43
Cuantía	0,0204
q	0,6
kx	0,65
ky	0,77
$P_{RX}$	273 000
$P_{RY}$	323 400
P	521 077,20
Pbresler	206 780,40
Pu	122 456,20

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

La sección nueva que se ha propuesta es adecuada.

Refuerzo transversal

Revisión por corte

Debe colocarse refuerzo transversal en cualquier sección donde pueda ocurrir fluencia por flexión.

Si  $V_u > \phi V_c$  se deben diseñar los estribos con un área mínima de refuerzo.  
Si  $V_u \leq \phi V_c$  entonces se colocarán solamente estribos por armado.

Cortante máximo del concreto ( $V_c$ )

$$V_c = \phi 0,53 \sqrt{f'} cbwd$$

$$V_c = 0,75 * 0,53 \sqrt{210} \frac{kg}{cm^2} * 40cm * 43,30 cm$$

$$V_c = 9\ 976,90\ kg$$

Cortante ultimo

El cortante último es menor que el cortante del concreto.

$$V_u = 4\ 403,85\ kg$$

Longitud de confinamiento

El código ACI establece en su sección 18.7.5 que la longitud de confinamiento para columnas de pórticos especiales resistentes a momentos debe ser al menos igual a la mayor de las siguientes opciones.

- La altura de la columna en la cara del nudo o en la sección donde pueda ocurrir fluencia por flexión (0,50 m).
- Un sexto de la luz libre de la columna (3,20m/6= 0,53 m)
- 450 mm (0,40 m)

La longitud de confinamiento para la columna B3 será de 0,55 m.

- Espaciamiento

La separación del refuerzo transversal no debe exceder la menor de las siguientes opciones establecidas en la sección 18.7.5.3 del código ACI 314S-14.

- La cuarta parte de la dimensión menor de la columna ( $0,40\text{m}/4=0,10\text{ m}$ ).
- Seis veces el diámetro de la menor barra de refuerzo longitudinal ( $6*0,0287\text{ m}= 0,17\text{ m}$ ).
- So según se calcule por medio de la siguiente ecuación.

$$S_o = 100 + \left( \frac{350 - hx}{3} \right)$$

Donde:

So= espaciamento medido desde el centro de los estribos

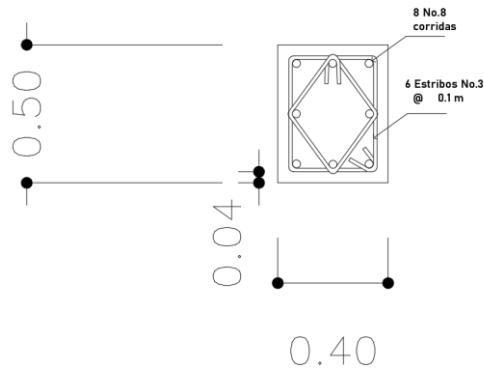
hx= separación máxima entre ramas de estribos

$$S_o = 100 + \left( \frac{350 - 394,6}{3} \right) = 85,13\text{mm} = 8,51\text{cm}$$

El valor de So obtenido en la ecuación no debe ser mayor a 150 mm y no es necesario tomarlo menor a 100 mm.

El espaciamento entre estribos será igual a 0,10 m.

Figura 58. **Detalle de columna B3**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

### 2.2.3.3. **Diseño de losas**

Las losas son utilizadas en las construcciones para proporcionar superficies planas y útiles. Pueden estar apoyadas a vigas, muros o en columnas.

La transmisión de cargas puede ser en una o en dos direcciones. Si la relación entre el lado menor y el lado mayor es menor 0,5, la losa se encuentra apoyada en una dirección, si el resultado es mayor a 0,5 entonces estará apoyada en dos direcciones.

Para el diseño de este elemento se utilizará el método de diseño del Código ACI de 1963. En la actualidad se permite el uso de este método bajo el criterio que un sistema de losa se puede diseñar utilizando cualquier procedimiento que satisfaga las condiciones de equilibrio y de compatibilidad y demuestre que la resistencia de diseño es igual o mayor a la requerida.

Datos de losa a diseñar

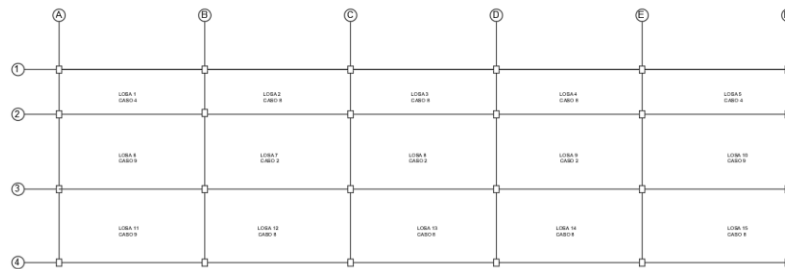
Losa en dos direcciones (4,10m/8,15m)

t=0,14 m

Losa 7, caso 2

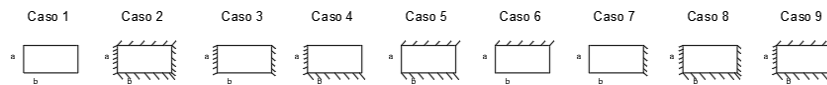
$$d = 14 \text{ cm} - 2\text{cm} - \frac{1,27}{2} \text{ cm} = 11,36 \text{ cm}$$

Figura 59. Distribución de losas



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 60. Continuidad entre losas



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Carga ultima (w)

$$W = 1,4CM + 1,7CV$$

Donde:

CM= carga muerta

CV= carga viva

Momentos de diseño

Momento negativo de borde continuo

$$Ma = Ca * w * la^2$$

$$Mb = Cb * w * lb^2$$

Momento positivo

$$Ma = Ca_{CM} * w_{CM} * la^2 + Ca_{CV} * w_{CV} * la^2$$

$$Mb = Cb_{CM} * w_{CM} * lb^2 + Cb_{CV} * w_{CV} * lb^2$$

Donde:

Ca,Cb= coeficientes de momentos tabulados.

w= carga uniforme kg/m<sup>2</sup>

la,lb= longitudes de la luz libre en la dirección corta y larga

Cálculos

Cargas

$$CM = 1,4 * 336 \frac{kg}{m^2} = 470,4 \frac{kg}{m^2}$$

$$CV = 1,7 * 200 \frac{kg}{m^2} = 340 \frac{kg}{m^2}$$



$$W = 470,4 \frac{kg}{m^2} + 340 \frac{kg}{m^2} = 810 \frac{kg}{m^2}$$

Momentos de diseño

Momento negativo borde continuo

$$Ma = 0,086 * 810 \frac{kg}{m^2} * (4,10 m)^2 = 1 170,98 kg * m$$

$$Mb = 0,006 * 810 \frac{kg}{m^2} * (8,15 m)^2 = 322,81 kg * m$$

Momento positivo

$$Ma = 0,037 * 470,4 \frac{kg}{m^2} * (4,10 m)^2 + 0,066 * 340 \frac{kg}{m^2} * (4,10 m)^2 = 669,79 kg * m$$

$$Mb = 0,002 * 470,4 \frac{kg}{m^2} * (8,15 m)^2 + 0,004 * 340 \frac{kg}{m^2} * (8,15 m)^2 = 152,82 kg * m$$

Diseño de armado de losa

El refuerzo mínimo a flexión para losas en dos direcciones establecido en el ACI 318S-14 corresponde a la siguiente ecuación. Para el diseño del refuerzo de losas, se considera un ancho unitario de 1 m.

$$A_{smin} = 0,002 A_g$$

$$A_{smin} = 0,002 (14 cm)(100 cm) = 2,8 cm^2$$

Momento para área de acero mínimo

$$M = \phi A_{s_{min}} f_y \left( d - \frac{A_{s_{min}} f_y}{1,7 f'_{cb}} \right)$$

$$M_{As_{min}} = (0,90)(2,80 \text{ cm}^2)(4\,200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}) \left( 11,36 \text{ cm} - \frac{2,80 \text{ cm}^2 * 4\,200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{1,7 * 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 100 \text{ cm}} \right)$$

$$M_{As_{min}} = 1\,16748 \text{ kg} * \text{m}$$

Área de acero para momento de diseño

$$A_s = \frac{M * A_{s_{min}}}{M_{As_{min}}}$$

Tabla LXIII. **Áreas de acero y armado en losa**

Mu (kg*m)	As (cm <sup>2</sup> )	As <sub>min</sub> (cm <sup>2</sup> )	Área por utilizar (cm <sup>2</sup> )	No. Varilla
1 170,98	2,81	2,80	2,81	6
322,81	0,77	2,80	2,80	6
669,79	1,61	2,80	2,80	6
152,82	0,37	2,80	2,80	6

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

## Espaciamiento

El espaciamiento se calcula por medio de la siguiente expresión.

$$S = \frac{Av}{As} * 100 \text{ cm}$$

$$S = \frac{0,71 \text{ cm}^2}{2,80 \text{ cm}^2} * 100 \text{ cm}$$

$$S = 25 \text{ cm}$$

El espaciamiento debe cumplir con lo establecido en el código ACI 314S-14 en la sección 8.7.2 y 25.2.

La sección 8.7.2 establece que el espaciamiento máximo S debe ser el menor entre 2h ( $2 * 14 \text{ cm} = 28 \text{ cm}$ ) y 45 cm.

La sección 25.2 determina que el espaciamiento mínimo del refuerzo debe ser al menos el mayor entre 2,5 cm, db (0,95 cm) y  $\frac{4}{3}agg \left( \frac{4}{3} * \frac{3}{4}plg * \frac{2,54}{1plg} = 2,54 \text{ cm} \right)$ .

El espaciamiento obtenido de 25 cm cumple con los requisitos establecidos anteriormente.

- Chequeo por corte

Este chequeo se realiza con el fin de verificar que el espesor de la losa sea el adecuado ante los esfuerzos de corte para los cuales se encuentra sometido.

Cortante del concreto

$$V_c = \phi 0,53 \sqrt{f'_c} b w d$$

$$V_c = 0,75 * 0,53 \sqrt{210 \frac{kg}{cm^2}} * 100 \text{ cm} * 11,36 \text{ cm}$$

$$V_c = 6\,543,73 \text{ kg}$$

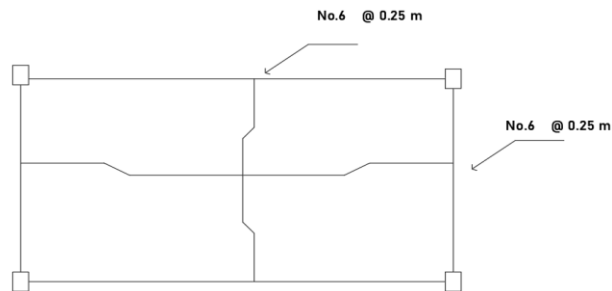
Cortante ultimo

$$V_u = \frac{810 * a}{2}$$

$$V_u = \frac{810 * 4,10}{2} = 1\,660,5 \text{ kg}$$

El cortante último es menor que el cortante del concreto por lo tanto se considera que el espesor de losa es el adecuado.

Figura 61. **Detalle armado de losa**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

#### 2.2.3.4. Diseño de cimentación

La subestructura o cimentación es aquella parte de la estructura que se coloca generalmente por debajo de la superficie del terreno y que transmite las cargas al suelo.

La subestructura de esta edificación es una cimentación superficial debido a que el suelo que es satisfactorio se encuentra justo debajo de la estructura. Los elementos para utilizar serán zapatas aisladas.

Datos para el diseño

Tabla LXIV. Datos de zapata propuesta

B (m)	2,5
A (m <sup>2</sup> )	6,25
t(m)	0,55
r (m)	0.09
d (m)	0,46
Mtx (ton*m)	22,46
Mty (ton*m)	13,81
Pu (ton)	79,60
q <sub>perm</sub> (ton/m <sup>2</sup> )	155,96
γ (ton/m <sup>3</sup> )	1,40
Df (m)	1
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	300
fy (kg/cm <sup>2</sup> )	4 200
No. de varilla	3

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Como el elemento a diseñar es una zapata cargada excéntricamente se debe evaluar las presiones lineales del suelo con la siguiente ecuación y comprobar que el área de la zapata sea la adecuada. Siempre y cuando la excentricidad no exceda a un sexto del ancho de la zapata.

$$q_{\begin{matrix} max \\ min \end{matrix}} = \frac{P}{A} \pm \frac{Mcx}{I} \pm \frac{Mcy}{I}$$

Donde:

P= carga sobre la zapata

A= área de la zapata

M= momento flector

C= distancia desde el eje central hasta la orilla de la zapata

I= inercia

Carga sobre la zapata

$$P = Pu + Ws + P_{pz}$$

Donde:

Pu= Carga axial

Ws= Peso del suelo

P<sub>pz</sub>= Peso propio de la zapata

Comprobación  $e < B/6$

$$e_x = 0,28 \text{ m} < \frac{2,5}{6}$$

$$e_x = 0,28 \text{ m} < 0,42 \text{ m} ; \text{Cumple}$$

$$e_y = 0,17 \text{ m} < \frac{2,5}{6}$$

$$e_x = 0,17 \text{ m} < 0,42 \text{ m} ; \text{Cumple}$$

Comprobación  $q_{\text{máx}}$  y  $q_{\text{mín}}$

$$q_{\text{max}} = \frac{95,85 \text{ ton}}{6,25 \text{ cm}^2} + \frac{(22,46 \text{ ton} * \text{m}) * \frac{2,5}{2}}{\frac{1}{12} (2,5)(2,5)^3} + \frac{(13,81 \text{ ton} * \text{m}) * \frac{2,5}{2}}{\frac{1}{12} (2,5)(2,5)^3}$$

$$q_{\text{max}} = 29,26 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_{\text{min}} = \frac{95,85 \text{ ton}}{6,25 \text{ cm}^2} - \frac{(22,46 \text{ ton} * \text{m}) * \frac{2,5}{2}}{\frac{1}{12} (2,5)(2,5)^3} - \frac{(13,81 \text{ ton} * \text{m}) * \frac{2,5}{2}}{\frac{1}{12} (2,5)(2,5)^3}$$

$$q_{\text{min}} = 1,41 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Ahora verificamos que  $q_{\text{max}} < q_{\text{perm}}$  y que  $q_{\text{min}} > 0$ . Los resultados cumplen con los valores establecidos.

Peralte efectivo

En zapatas aisladas la altura efectiva es regulada principalmente por el cortante debido a que estas se someten a flexión en ambas direcciones y utilizar acero de refuerzo para el cortante es una opción no económica.

Se propone un peralte efectivo de 0,55 metros. El cual se verificará en los chequeos de cortante en dos direcciones o por punzonamiento y cortante en una dirección por acción de viga.

Chequeo corte en una dirección

Cortante ultimo

$$Vu = \left( \frac{B}{2} - \frac{b}{2} - d \right) * B * q_{dis}$$

$$Vu = \left( \frac{2,5}{2} - \frac{0,4 \text{ m}}{2} - 0,46 \right) * 2,5 \text{ m} * 29,26 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$Vu = 43,46 \text{ ton}$$

Cortante del concreto

$$Vc = 0,53 \lambda \sqrt{f'c} b_w d$$

$$Vc = 0,53(1) \sqrt{210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * (2,5)(0,46)$$

$$Vc = 87,55$$

$$\phi Vc = 0,75 * 87,55$$

$$\phi Vc = 65,66 \text{ ton}$$



$$Vu < \phi Vc$$

$$43,46 \text{ ton} < 65,66 \text{ ton} ; \text{ Si cumple}$$

Chequeo corte en dos direcciones

Cortante ultimo

$$Vu = [B^2 - (a + d)(b + d)] * q_{dis}$$

$$Vu = [(2,5 \text{ m})^2 - (0,4\text{m} + 0,46\text{m})(0,3\text{m} + 0,46\text{m})] * 29,26 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$Vu = 163,96 \text{ ton}$$

Cortante del concreto

El cortante al concreto será el menor de las siguientes expresiones:

$$Vc = 1,1\lambda\sqrt{f'c}$$

$$Vc = 0,53\left(1 + \frac{2}{\beta}\right)\lambda\sqrt{f'c}$$

$$Vc = 0,27\left(2 + \frac{\alpha_s d}{b_o}\right)\lambda\sqrt{f'c}$$

Donde:

$\beta$  =Es la relación entre el lado largo al lado corto de la sección de la columna

$\alpha_s$  =40 para columnas interiores

$b_o$  =Perímetro del cortante en dos direcciones

$$Vc = 234,31 \text{ ton}$$

$$Vc = 282,23 \text{ ton}$$

$$Vc = 440,4 \text{ ton}$$

El cortante menor es igual a 234,31 toneladas.

$$Vc = 234,31 \text{ ton}$$

$$\phi Vc = 0,75 * 234,31 \text{ ton}$$

$$\phi Vc = 175,73 \text{ ton}$$

$$Vu < \phi Vc$$

$$163,96 \text{ ton} < 175,73 \text{ ton} ; \text{Si cumple}$$

Momento flexionante

$$Mu = \left[ B * \left( \frac{B - b}{2} \right) \right] * q_{dis} * \left( \frac{B - b}{4} \right)$$

$$Mu = \left[ 2,75 * \left( \frac{2,5 - 0,40}{2} \right) \right] * 29,26 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * \left( \frac{2,5 - 0,40}{4} \right)$$

$$Mu = 40,33 \text{ ton} * \text{m}$$

Acero requerido

Método iterativo

Datos:

$a$  (propuesta) = 5 cm

$\phi = 0,9$

$M_u = 40,33 \text{ ton}\cdot\text{m}$

$$M_n = A_s * f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$A_s = \frac{M_n}{f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \phi}$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f' c b}$$

Tabla LXV. iteraciones para el cálculo de acero requerido en zapata

Iteración 1		
As	52,6	cm <sup>2</sup>
a	4,95	cm
Iteración 2		
As	24,7	cm <sup>2</sup>
a	2,33	cm
Iteración 3		
As	24,0	cm <sup>2</sup>
a	2,26	cm

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

En la tercera iteración los resultados coinciden, obtenemos que el área de acero requerida es de 24 cm<sup>2</sup>, antes de establecer el número de varillas longitudinales debemos de chequear que cumpla con el acero mínimo y máximo establecidos.

Área de acero mínima

$$A_{smin} = \frac{14,1}{f_y} b d$$

Área de acero máxima

$$A_{smáx} = \rho_{max} * b * d$$

Donde:

$\rho_{max} = 50 \% \rho_{balanceada}$  (zona sísmica)

$$\rho_{bal} = 0,85\beta_1 * \frac{f'_c}{f_y} \left( \frac{6\,090}{6\,090 + f_y} \right) * b d$$

Tabla LXVI. **Áreas de acero para zapata**

Asmin	38,27	cm <sup>2</sup>
Asmax	121,85	cm <sup>2</sup>
Asreq	24	cm <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

El área de acero a utilizar será el área de acero mínimo igual a 38,21 cm<sup>2</sup>.

Acero por temperatura

$$A_{s \text{ temp}} = 0,0020A_g$$

$$A_{s \text{ temp}} = 0,0020 * 250\text{cm} * 55 \text{ cm}$$

$$A_{s \text{ min}} = 0,0020 * 250\text{cm} * 55 \text{ cm} = 27,5 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento

Espaciamiento cama inferior

El espaciamiento máximo S del refuerzo corrugado debe ser el menor entre 3h (3\*55cm=165 cm) y 45 cm.

$$S = \frac{250 \text{ cm} - 2 * 7,5 \text{ cm}}{\frac{38,27 \text{ cm}^2}{2,84 \text{ cm}^2}} = 17,44 \text{ cm}$$

El espaciamiento por utilizar será igual a 17 cm.

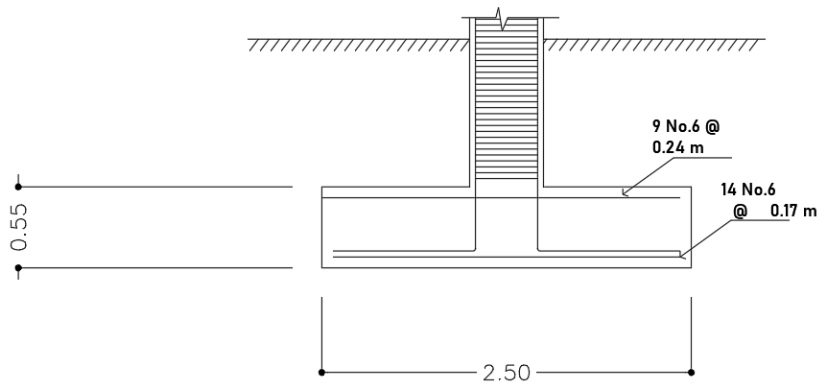
Espaciamiento cama superior

El espaciamiento máximo s del refuerzo corrugado debe ser el menor entre 5h (5\*55=275 cm) y 45 cm.

$$S = \frac{250 \text{ cm} - 2 * 7,5 \text{ cm}}{\frac{27,5 \text{ cm}^2}{2,84 \text{ cm}^2}} = 24,27 \text{ cm}$$

El espaciamiento por utilizar será igual a 24 cm.

Figura 62. **Detalle de zapata**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### 2.2.3.5. Módulo de gradas

Para el nivel de educación primario y preprimario se requiere una huella mínima de 25 cm y una contrahuella máxima de 15 cm según el manual de criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales. Para este establecimiento se utilizará una huella de 30 cm y una contrahuella de 15 cm.

Datos para el diseño estructural del módulo de gradas

Tabla LXVII. **Datos del módulo de gradas**

Huella (m)	0,3
contra huella (m)	0,15
altura del nivel (m)	3,2
Longitud de losa (m)	3,4
Espesor de losa (m)	0,12
Carga muerta (kg/m <sup>2</sup> )	363
Carga viva (kg/m <sup>2</sup> )	500
Carga ultima (kg/m)	1 358,2

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Momentos de diseño

$$M_{(-)} = \frac{wl^2}{9} = 1\,744,53 \text{ kg} * m$$

$$M_{(+)} = \frac{wl^2}{14} = 1\,121,48 \text{ kg} * m$$

- Diseño de armado de losa

El refuerzo mínimo a flexión para losas en una dirección establecido en el ACI 318S-14 corresponde a la siguiente ecuación. Para el diseño del refuerzo de losas, se considera un ancho unitario de 1 m.

$$A_{smin} = 0,002 A_g$$

$$A_{smin} = 0,002 (12 \text{ cm})(100 \text{ cm}) = 2,4 \text{ cm}^2$$

Momento para área de acero mínimo

$$M = \phi A_{smin} f_y \left( d - \frac{A_{smin} f_y}{1,7 f' c b} \right)$$

$$M_{A_{smin}} = (0,90)(2,40 \text{ cm}^2)(4\,200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}) \left( 10,87 \text{ cm} - \frac{2,40 \text{ cm}^2 * 4\,200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{1,7 * 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 100 \text{ cm}} \right)$$

$$M_{A_{smin}} = 960 \text{ kg} * \text{m}$$

Área de acero para momento de diseño

$$A_s = \frac{M * A_{smin}}{M_{A_{smin}}}$$



Tabla LXVIII. **Áreas de acero para módulo de gradas**

Mu (kg*m)	As (cm <sup>2</sup> )	As <sub>min</sub> (cm <sup>2</sup> )	Área a utilizar (cm <sup>2</sup> )	No. Varilla
1 744,53	4,36	2,4	4,36	3
1 121,48	2,80	2,4	2,80	3

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

- Espaciamiento

El espaciamiento se calcula por medio de la siguiente expresión.

$$S = \frac{A_v}{A_s} * 100 \text{ cm}$$

$$S = \frac{0,71 \text{ cm}^2}{4,36 \text{ cm}^2} * 100 \text{ cm}$$

$$S = 16 \text{ cm}$$

El espaciamiento debe cumplir con lo establecido en el código ACI 314S-14 en la sección 8.7.2 y 25.2.

La sección 8.7.2 establece que el espaciamiento máximo S debe ser el menor entre 2h (2\*12 cm=24 cm) y 45 cm.

La sección 25.2 determina que el espaciamiento mínimo del refuerzo debe ser al menos el mayor entre 2,5 cm, db (0,95 cm) y  $\frac{4}{3}d_{agg} \left( \frac{4}{3} * \frac{3}{4}plg * \frac{2,54}{1plg} = 2,54 \text{ cm} \right)$ .

El espaciamiento obtenido de 16 cm cumple con los requisitos establecidos anteriormente.

#### **2.2.4. Instalaciones**

El manual de criterio de normativas para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales recomienda que el terreno donde se desarrollara el proyecto posea servicios públicos de agua potable, alcantarillado y energía eléctrica o por lo menos la infraestructura máxima con que se cuente en la comunidad.

Este proyecto contará con los siguientes servicios:

- Instalaciones eléctricas
- Instalaciones sanitarias
- Instalaciones pluviales
- Instalaciones hidráulicas

#### **2.2.5. Planos constructivos**

Son la representación gráfica de un proyecto constructivo. Los planos establecidos para la ejecución del proyecto son los siguientes:

- Planos arquitectónicos
- Planos estructurales
- Planos de instalaciones

Estos planos se encontrarán en los apéndices.

#### **2.2.6. Presupuesto del proyecto**

Es el costo total proyectado para completar un proyecto durante un periodo específico. El cual toma en cuenta los costos indirectos y directos del proyecto.

Tabla LXIX. Presupuesto de edificio escolar

No.	Actividad	unidad	cantidad	costo unitario	costo total
1	Trabajos preliminares				
1.1	Nivelación y limpieza del terreno	m2	436	Q7,10	Q3 094,85
1.2	Trazo y estaqueado	ml	227	Q9,33	Q2 116,95
2	Cimentación				
2.1	Zanjeo y excavación para bases de cimentación	m3	232,5	Q105,83	Q24 606,24
2.2	Relleno y compactación	m3	145,2	Q168,53	Q24 470,54
2.3	Zapata aislada	Unidad	26	Q9 928,96	Q258 153,08
2.4	Solera de humedad	ml	227	Q186,04	Q42 232,03
3	Muros				
3.1	Levantado de muros	m2	494	Q172,11	Q85 024,70
3.2	Solera intermedia	ml	286	Q146,89	Q42 011,17
3.3	Mocheta	ml	198,4	Q81,95	Q16 258,68
4	Estructura				
4.1	Columna 0.40 X 0.50	ml	190,8	Q2 010,11	Q383 528,16
4.2	Viga 0.25 X 0.40	ml	128,4	Q530,08	Q68 062,12
4.3	Viga 0.35 X 0.40	ml	326	Q686,92	Q223 935,06
5	Cubierta y entrepiso				
5.1	Losa de piso	m2	436,02	Q241,26	Q105 194,45
5.2	Losa tipo 1	Unidad	10	Q13 038,74	Q130 387,39
5.3	Losa tipo 2	Unidad	20	Q20 603,35	Q412 067,04
6	Instalaciones hidráulicas				
6.1	Instalaciones hidráulicas	Global	1	Q24, 087,00	Q24, 087,00
7	Instalaciones sanitarias y pluviales				
7.1	Instalaciones sanitarias y pluviales	Global	1	Q24,315,20	Q24,315,20
8	Instalaciones eléctricas				
8.1	Instalaciones de fuera e iluminación	Global	1	Q28 196,00	Q28 196,00
9	Pisos				
9.1	Piso de granito	m2	872	Q286,35	Q249 699,70
10	Acabados losa				
10.1	Ensabietado	m2	872	Q63,63	Q55 576,49
10.2	Repello	m2	872	Q95,37	Q83,160,83
10.3	Cernido	m2	872	Q38,80	Q33 831,10
11	Acabados especiales en muros				
11.1	Ensabietado	m2	494	Q63,73	Q31 484,85
11.2	Repello	m2	494	Q95.37	Q47 111,76
11.3	Cernido	m2	494	Q38,80	Q19 165,78
12	Ventanería				
12.1	V-1 1.35 X 1.20	Unidad	9	Q3 297,00	Q29 673,00
12.2	V-2 5 X 1.20	Unidad	18	Q2 955,75	Q53 203,50
12.3	V-3 1.20 X 1.05	Unidad	2	Q1 989,75	Q3 979,50
12.4	V-4. 2.57 X 1.05	unidad	2	Q2 553,25	Q5 106,50
13	Puertas				
13.1	P-1. 1.20 X 2.00	Unidad	11	Q3 297,00	Q36 267,00
14	Herrería				
14.1	Baranda	ml	40,45	Q366,63	Q14 829,98
15	Módulo de gradas				
15.1	Módulo de gradas	global	1	Q11 491,10	Q11 491,10
16	Pintura				
16.1	Pintura	m2	494	Q31,31	Q15 464,75
17	Limpieza final				
17.1	Limpieza final	m2	436	Q4,65	Q2 025,92
TOTAL					Q2 589 812,41

Fuente elaboración propia, empleando Microsoft Excel.





## CONCLUSIONES

1. Con el análisis de la investigación diagnóstica sobre las necesidades básicas en el municipio de Jalapa, Jalapa se determinó atender las necesidades de servicios básicos y educacionales siendo estas: el sistema de agua potable de la aldea Arloroma y el edificio escolar para la aldea El Paraíso, Jalapa, Jalapa.
2. El diseño propuesto de los proyectos forma parte del proceso desarrollado por el COMUDE de organización, coordinación y planificación del desarrollo integral de las comunidades y el municipio de Jalapa.
3. La construcción del sistema de agua potable para aldea Arloroma beneficiará a una población actual de 825 habitantes y una población futura de 1 332 habitantes en un periodo de diseño de 22 años, que toma en cuenta el tipo de obra civil, la vida útil de los materiales, y los trámites administrativos.
4. Se realizó el análisis estructural del edificio escolar utilizando el método de CROSS y el software ETABS, obteniendo una diferencia en los resultados del 13,84 % ambos análisis siguen el mismo patrón en los resultados. Con el objetivo de ser conservadores en el diseño de la estructura se utilizaron los resultados del método de Cross.





## RECOMENDACIONES

1. Reducir los riesgos de contaminación del agua de la fuente protegiendo la estructura de captación con cercos para evitar incidentes con animales que puedan provocar contaminación.
2. Contratar mano de obra calificada y personal con experiencia en la ejecución y supervisión de obras para garantizar una adecuada construcción en los proyectos planteados.
3. Actualizar los presupuestos de construcción previo a la contratación de las empresas que ejecutaran dichos proyectos, debido a los cambios constantes de precios en los materiales de construcción.
4. Capacitar a los miembros de las comunidades para el cuidado de las edificaciones con el fin de preservar los proyectos en óptimas condiciones.
5. Realizar las gestiones correspondientes en el tiempo adecuado para que se cumplan con los periodos de diseño de los proyectos.



## BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes del curso ingeniería sanitaria 1*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. 170 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, 2010. 43 p.
3. DAS, Braja M. *Fundamento de ingeniería de cimentaciones*. 7a ed. México: Cengage Learning, 2011. 796 p.
4. MCCORMAC, Jack C & BROW, Rusell H. *Diseño de concreto reforzado*. 8a ed. México: Alfaomega, 2011. 724 p.
5. Ministerio de Salud Pública. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. Guatemala: infom, 2011. 63 p.
6. Ministerio de Educación. *Manual de criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales*. Guatemala: MINEDUC, 2016. 162 P.
7. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. Colombia: McGraw-Hill Interamericana, 2001. 722 p.



# APÉNDICE

## Apéndice 1. Cálculo línea de conducción

Línea de conducción		Cota inicial		2410													
Est.	PO	Caudal de la fuente	DH	Cota	Longitud de diseño	Diámetro nominal (pulg)	Diámetro interno (pulg)	Tipo tubería	Presión de trabajo (psi)	C	QMD (l/s)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Cota piezométrica	Presión dinámica (m)	Presión estática (m)	
1				2410							2.67						
1	2	8.45	20.82	2395	25.66	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	0.57	2409.43	14.43	15	
2	3	8.45	5.16	2387.7	8.93	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	0.20	2409.23	21.53	22.3	
3	4	8.45	26.1	2391.6	26.38	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	0.58	2408.64	17.04	18.4	
4	5	8.45	15.23	2390	15.31	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	0.34	2408.31	18.31	20	
5	6	8.45	17.62	2388	17.73	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	0.39	2407.91	19.91	22	
6	7	8.45	19.18	2388.5	19.18	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	0.45	2407.49	18.99	21.5	
7	8	8.45	21.31	2385.7	21.49	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	0.48	2407.01	21.31	24.3	
8	9	8.45	5.22	2386.7	5.31	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	0.12	2406.9	20.2	23.3	
9	10	8.45	16.1	2391.1	16.69	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	0.37	2406.53	15.43	18.9	
10	11	8.45	17.35	2394.1	17.78	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	0.39	2406.14	12.04	15.9	
11	12	8.45	26.08	2395.4	26.11	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	0.58	2405.56	10.16	14.59	
12	13	8.45	12.78	2385.7	16.04	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	0.36	2405.2	19.5	24.3	
13	14	8.45	84.49	2388	84.52	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	1.87	2403.33	15.33	22	
14	15	8.45	78.85	2382	78.95	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	1.75	2401.58	9.58	18	
15	16	8.45	89.85	2384.99	90.12	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	2.00	2399.59	14.6	25.01	
16	17	8.45	41.44	2384.9	41.44	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	0.92	2398.67	13.77	25.09	
17	18	8.45	39.58	2385.2	39.58	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	0.88	2397.79	12.59	24.8	
18	19	8.45	11.88	2384	11.94	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	0.26	2397.53	13.53	26	
19	20	8.45	17.02	2376.3	18.68	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	0.41	2397.12	20.82	33.69	
20	21	8.45	8.61	2369.9	10.72	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	0.24	2396.88	26.98	40.09	
21	22	8.45	7.42	2370.9	7.48	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	0.17	2396.71	25.81	39.09	
22	23	8.45	102.45	2365	102.61	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	2.27	2394.44	29.44	45	
23	24	8.45	97.99	2360	98.11	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	2.17	2392.27	32.27	50	
24	25	8.45	54.8	2350	55.7	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	1.23	2391.04	41.04	60	
25	26	8.45	41.66	2352	41.7	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	0.92	2390.11	38.11	58	
26	27	8.45	20.2	2354	20.29	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	0.45	2389.66	35.66	56	
27	28	8.45	11.67	2345.2	14.61	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	0.32	2389.34	44.14	64.8	
28	29	8.45	19.62	2343.2	19.72	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	0.44	2388.9	45.7	65.8	
29	30	8.45	22.17	2342.9	22.17	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	0.49	2388.41	45.51	67.09	
30	31	8.45	24.14	2341.6	24.17	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	0.54	2387.88	46.28	68.4	
31	32	8.45	22.11	2342.1	22.11	2	2.193	PVC	160	150	2.67	1.09	0.49	2387.39	45.29	67.9	
32	33	8.45	15.91	2343.5	15.97	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	1.05	2386.34	42.84	66.5	
33	34	8.45	22.86	2345.9	22.98	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	1.51	2384.83	38.93	64.09	
34	35	8.45	5.47	2347.4	5.67	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	0.37	2384.46	37.06	62.59	
35	36	8.45	12.52	2343.5	13.11	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	0.86	2383.59	40.09	66.5	
36	37	8.45	12.52	2339.8	13.05	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	0.86	2382.74	42.94	70.19	
37	38	8.45	9.34	2343.3	9.97	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	0.66	2382.08	38.78	66.69	
38	39	8.45	16.74	2346.5	17.04	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	1.12	2380.96	34.46	63.5	
39	40	8.45	16.17	2350.9	16.75	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	1.10	2379.86	28.96	59.09	
40	41	8.45	16.95	2353	17.07	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	1.12	2378.74	25.74	57	
41	42	8.45	18.73	2352	18.73	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	1.23	2377.51	25.01	57.5	
42	43	8.45	21.76	2353.2	21.77	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	1.43	2376.08	22.88	56.8	
43	44	8.45	22.79	2355	22.86	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	1.50	2374.58	19.58	55	
44	45	8.45	17.31	2354.8	17.31	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	1.14	2373.44	18.64	55.19	
45	46	8.45	24.82	2355.9	24.84	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	1.63	2371.81	15.91	54.09	
46	47	8.45	14.56	2356.3	14.56	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	0.96	2370.85	14.55	53.69	
47	48	8.45	11.21	2356	11.21	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	0.74	2370.11	14.11	54	
48	49	8.45	21.07	2352.1	24.38	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	1.60	2368.51	16.41	57.9	
49	50	8.45	21.86	2352	21.86	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	1.44	2367.07	15.07	58	
50	51	8.45	21.73	2350.5	21.78	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	1.43	2365.64	15.14	59.5	
51	52	8.45	41.81	2348.2	41.87	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	2.75	2362.89	14.69	61.8	
52	53	8.45	16.48	2345.8	16.65	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	1.09	2361.8	16.00	64.19	
53	54	8.45	15.48	2338.5	17.11	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	1.12	2360.67	22.17	71.5	
54	55	8.45	28.28	2338.8	28.28	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	1.86	2358.82	20.02	71.19	
55	56	8.45	19.83	2335.3	20.13	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	1.32	2357.49	22.19	74.69	
56	57	8.45	23.17	2330.9	23.58	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	1.53	2355.94	25.04	79.09	
57	58	8.45	21.13	2327.7	24.34	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	1.60	2354.34	26.64	82.3	
58	59	8.45	15.09	2325.8	15.2	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	1.00	2353.34	27.54	84.19	
59	60	8.45	29.18	2326.1	29.18	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	1.92	2351.43	25.33	83.9	
60	61	8.45	22.38	2327	22.39	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	1.47	2349.96	22.96	83	
61	62	8.45	26.86	2322.6	27.21	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	1.79	2348.17	25.57	87.4	
62	63	8.45	12.86	2316.7	14.14	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	0.93	2347.24	30.54	93.3	
63	64	8.45	13.85	2315	13.95	1 1/2	1.754	PVC	160	150	2.67	1.71	0.92	2346.32	31.32	95	
64	65	8.45	37.64	2312	41.3	1 1/2	1.532	PVC	160	150	2.67	2.24	5.24	2341.08	9.08	78	
65	66	8.45	41.55	2328	41.74	1 1/4	1.532	PVC	160	150	2.67	2.24	5.30	2335.78	7.78	82	
66	67	8.45	25.37	2324.9	25.55	1 1/4	1.532	PVC	160	150	2.67	2.24	3.25	2332.53	7.63	85.09	
67	68	8.45	21.94	2317.7	23.09	1 1/4	1.532	PVC	160	150	2.67	2.24	2.93	2329.6	11.8	92.3	
68	69	8.45	27.59	2300.5	32.51	1 1/4	1.532	PVC	160	150	2.67	2.24	4.13	2313.57	13.07	17.19	
69	70	8.45															



## Apéndice 2. Cálculo red de distribución

Aldea Aroroma, Jalapa, Jalapa

Línea de distribución Cota inicial 2410

Est.	PO	Caudal de la fuente	No. de viviendas futuras	QMD	DH	Cota	Longitud de diseño	Diámetro nominal (pulg)	Diámetro interno (pulg)	Tipo tubería	Presión de trabajo (psi)	C	QMD (l/s)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Cota piezométrica	Presión dinámica (m)	Presión estática (m)	
						2 176								4.45					
83	84	8.45				2 164	37.32	2	2.19	PVC	160	150	4.45	1.82	2.12	2 173.87	9.87	12.00	
84	85	8.45				2 153	27.33	2	2.19	PVC	160	150	4.45	1.82	1.55	2 172.31	19.31	23.00	
85	86	8.45				2 151.5	15.3	2	2.19	PVC	160	150	4.45	1.82	0.87	2 171.44	19.94	24.5	
86	87	8.45				2 148.2	28.37	2	2.19	PVC	160	150	4.45	1.82	1.61	2 169.82	21.62	27.8	
87	88	8.45				2 151	29.4	2	2.19	PVC	160	150	4.45	1.82	1.67	2 168.15	17.15	25.00	
88	89	8.45				2 143	29.54	2	2.19	PVC	160	150	4.45	1.82	1.68	2 166.47	23.47	33.00	
89	90	8.45				2 135.3	67.51	1/2	0.71	PVC	315	150	0.16	0.64	2.05	2 164.41	29.11	40.69	
90	91	8.45				2 130.1	25.53	1/2	0.71	PVC	315	150	0.16	0.64	0.77	2 163.63	33.53	45.9	
91	92	8.45				2 126	36.08	1/2	0.71	PVC	315	150	0.16	0.64	1.09	2 162.53	36.53	50.00	
89	93	8.45				2 145	20.49	2	2.19	PVC	160	150	4.28	1.76	1.08	2 165.38	20.38	31.00	
93	94	8.45				2 142	21.83	2	2.19	PVC	160	150	4.28	1.76	1.15	2 164.22	22.22	34.00	
94	95	8.45				2 139.5	30.71	2	2.19	PVC	160	150	4.28	1.76	1.62	2 162.59	23.09	36.5	
95	96	8.45				2 140	19.92	2	2.19	PVC	160	150	4.28	1.76	1.05	2 161.53	21.53	36.00	
99	97	8.45				2 139	23.79	3/4	0.92	PVC	250	150	0.6	1.38	2.21	2 159.32	20.32	37.00	
97	98	8.45				2 137.5	14.11	3/4	0.92	PVC	250	150	0.6	1.38	1.31	2 158	20.5	38.5	
98	99	8.45				2 136.2	13.4	3/4	0.92	PVC	250	150	0.6	1.38	1.24	2 156.75	20.55	39.8	
99	100	8.45				2 137	17.21	3/4	0.92	PVC	250	150	0.6	1.38	1.6	2 155.15	18.15	39.00	
100	101	8.45				2 135	38.34	3/4	0.92	PVC	250	150	0.6	1.38	3.57	2 151.58	16.58	41.00	
101	102	8.45				2 134.2	17.81	3/4	0.92	PVC	250	150	0.6	1.38	1.65	2 149.92	15.72	41.8	
102	103	8.45				2 133.5	32.65	3/4	0.92	PVC	250	150	0.6	1.38	3.04	2 146.88	13.38	42.5	
103	104	8.45				2 132	40.28	3/4	0.92	PVC	250	150	0.6	1.38	3.75	2 143.13	11.13	44.00	
104	105	8.45				2 133	36.68	3/4	0.92	PVC	250	150	0.6	1.38	3.41	2 139.71	6.71	43.00	
105	106	8.45				2 125	69.57	1/2	0.71	PVC	315	150	0.08	0.32	0.58	2 139.12	14.12	51.00	
105	107	8.45				2 129	60.92	1/2	0.71	PVC	315	150	0.08	0.32	0.51	2 139.19	10.19	47.00	
105	108	8.45				2 130	46.74	3/4	0.92	PVC	250	150	0.21	0.49	0.66	2 139.05	9.05	46.00	
108	109	8.45				2 128	39.01	3/4	0.92	PVC	250	150	0.21	0.49	0.55	2 138.5	10.5	48.00	
109	110	8.45				2 125	36.77	3/4	0.92	PVC	250	150	0.21	0.49	0.52	2 137.97	12.97	51.00	
110	111	8.45				2 124.5	9.89	3/4	0.92	PVC	250	150	0.21	0.49	0.13	2 137.83	13.33	51.5	
111	112	8.45				2 118.1	101.97	3/4	0.92	PVC	250	150	0.21	0.49	1.44	2 136.39	18.29	57.9	
96	113	8.45				2 138	23.1	2	2.19	PVC	160	150	3.68	1.51	0.92	2 160.61	22.61	38.00	
113	114	8.45				2 135	54.49	2	2.19	PVC	160	150	3.68	1.51	2.18	2 158.42	23.42	41.00	
114	115	8.45				2 136	25.25	2	2.19	PVC	160	150	3.68	1.51	1.01	2 157.4	21.4	40.00	
115	116	8.45				2 128	65.94	1/2	0.71	PVC	315	150	0.16	0.64	2	2 155.39	27.39	48.00	
115	117	8.45				2 133	48.19	2	2.19	PVC	160	150	3.52	1.44	1.77	2 155.63	22.63	43.00	
117	118	8.45				2 130	31.4	2	2.19	PVC	160	150	3.52	1.44	1.15	2 154.47	24.47	46.00	
118	119	8.45				2 132	34.05	2	2.19	PVC	160	150	3.52	1.44	1.25	2 153.22	21.22	44.00	
119	120	8.45				2 127	32.22	2	2.19	PVC	160	150	3.52	1.44	1.18	2 152.03	25.03	49.00	
120	121	8.45				2 125	21.72	2	2.19	PVC	160	150	3.52	1.44	0.8	2 151.23	26.23	51.00	
121	122	8.45				2 125.5	24.08	2	2.19	PVC	160	150	3.52	1.44	0.88	2 150.34	24.84	50.5	
122	123	8.45				2 122.2	41.72	2	2.19	PVC	160	150	3.52	1.44	1.53	2 148.8	26.6	53.8	
123	124	8.45				2 121	35.4	2	2.19	PVC	160	150	3.52	1.44	1.3	2 147.5	26.5	55.00	
124	125	8.45				2 119	51.07	2	2.19	PVC	160	150	3.52	1.44	1.88	2 145.62	26.62	57.00	
125	126	8.45				2 120	39.83	2	2.19	PVC	160	150	3.52	1.44	1.46	2 144.15	24.15	56.00	
126	127	8.45				2 115	43.36	2	2.19	PVC	160	150	3.52	1.44	1.59	2 142.55	27.55	61.00	
127	128	8.45				2 109.3	76.33	2	2.19	PVC	160	150	3.52	1.44	2.81	2 139.74	30.44	66.69	
128	129	8.45				2 105	69.01	2	2.19	PVC	160	150	3.52	1.44	2.54	2 137.19	32.19	71.00	
129	130	8.45				2 103.7	25.11	1 1/2	1.75	PVC	160	150	3.52	2.25	2.74	2 134.45	30.75	72.30	
130	131	8.45				2 105	38.44	1 1/2	1.75	PVC	160	150	3.52	2.25	4.2	2 130.24	25.24	71.00	
131	132	8.45				2 101.8	60.91	1 1/2	1.75	PVC	160	150	3.52	2.25	6.66	2 123.58	21.78	74.19	
132	133	8.45				2 100	65.14	1 1/2	1.75	PVC	160	150	3.52	2.25	7.12	2 116.46	16.46	76.00	
133	134	8.45				2 078	70.4	1 1/2	1.75	PVC	160	150	0.13	0.08	0.02	2 116.44	38.44	98.00	
133	135	8.45				2 098	23.93	1 1/2	1.75	PVC	160	150	3.38	2.17	2.43	2 114.02	16.02	78.00	
135	136	8.45				2 096	45.58	1	1.19	PVC	160	150	0.46	0.64	0.77	2 113.25	17.25	80.00	
136	137	8.45				2 099.6	37.97	1	1.19	PVC	160	150	0.46	0.64	0.64	2 112.61	13.01	76.40	
137	138	8.45				2 094	35.8	1	1.19	PVC	160	150	0.46	0.64	0.6	2 112	18.00	82.00	
138	139	8.45				2 088	49.4	1	1.19	PVC	160	150	0.46	0.64	0.83	2 111.17	23.17	88.00	
135	140	8.45				2 095	105.74	1 1/2	1.75	PVC	160	150	2.92	1.87	8.18	2 105.84	10.84	81.00	
140	141	8.45				2 089	69.27	1	1.19	PVC	160	150	0.35	0.48	0.68	2 105.15	16.15	87.00	
141	142	8.45				2 088	36.37	1	1.19	PVC	160	150	0.35	0.48	0.36	2 104.79	16.79	88.00	
142	143	8.45				2 084	35.7	1	1.19	PVC	160	150	0.35	0.48	0.35	2 104.44	20.44	92.00	
140	144	8.45				2 092	56.65	1 1/2	1.75	PVC	160	150	2.57	1.64	3.46	2 102.38	10.38	84.00	
144	145	8.45				2 088	38.63	1	1.19	PVC	160	150	0.43	0.59	0.56	2 101.81	13.81	88.00	
145	146	8.45				2 080	48.52	1	1.19	PVC	160	150	0.43	0.59	0.71	2 101.1	21.1	96.00	
146	147	8.45				2 077	43.5	1	1.19	PVC	160	150	0.43	0.59	0.64	2 100.45	23.45	99.00	
144	148	8.45				2 090	47.7	1 1/2	1.75	PVC	160	150	2.13	1.37	2.06	2 100.31	10.31	86.00	
148	149	8.45				2 085	56.63	3/4	0.92	P									

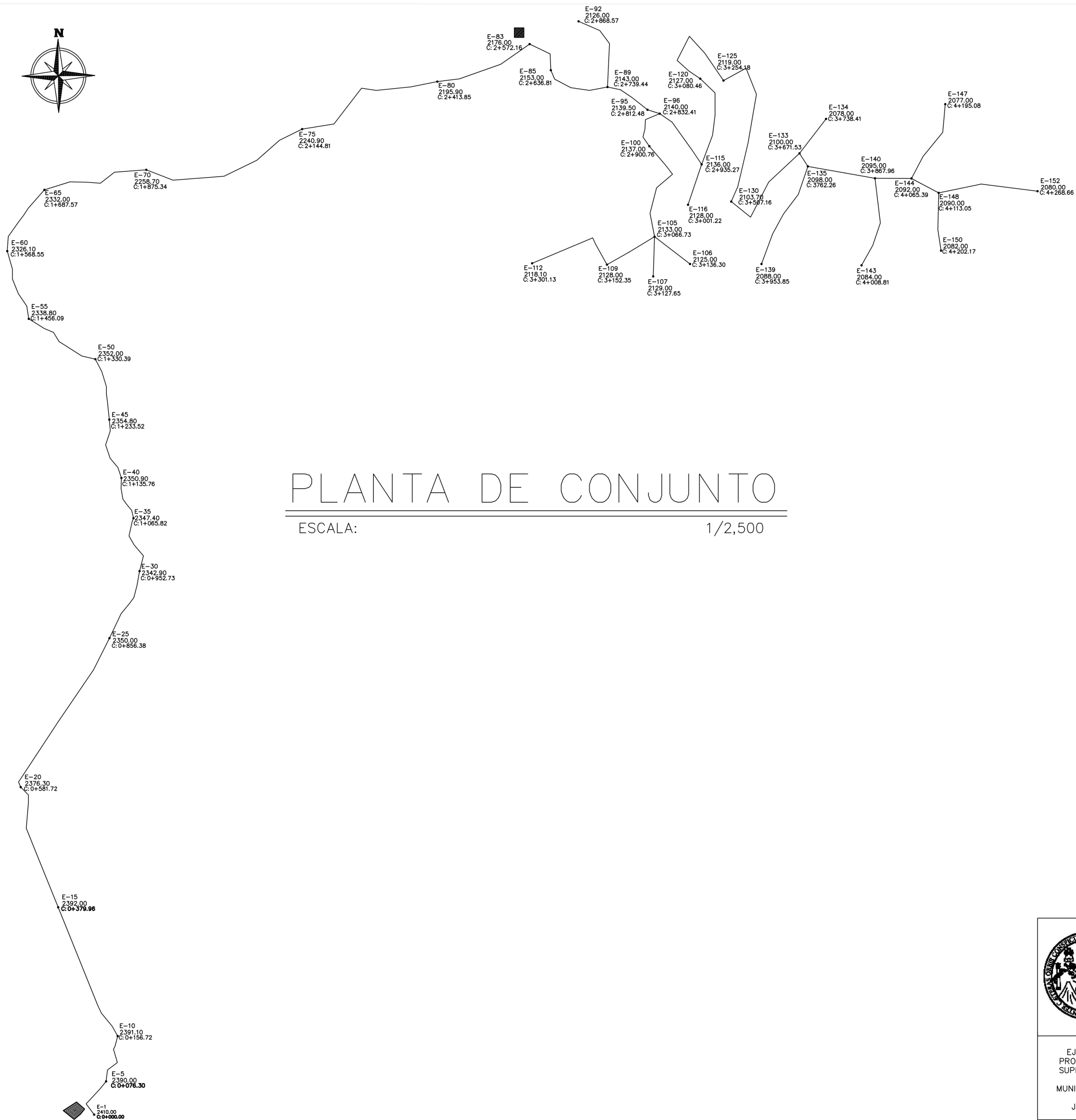




Apéndice 3. **Planos para el sistema de agua potable para la aldea  
Arloroma, Jalapa, Jalapa.**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.





# PLANTA DE CONJUNTO

ESCALA: 1/2,500

SIMBOLOGIA			
◀	REDUCIDOR BUSHING	⊥	TEE
☒	CRP + VFF ESCALA	⊕	TAPON DE TUBERIA
▣	CAJA REUNIDORA DE CAUDALES	⊞	CASA, IGLESIA, ESCUELA
⊞	CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES DE 2 VERTEDEROS	☑	LOTE
⊞	CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES DE 3 VERTEDEROS	—	TUBERIA DE CONDUCCION
■	TANQUE DE DISTRIBUCION	—	TUBERIA DE DISTRIBUCION
☐	CAJA ROMPE PRESION	◆	NACIMIENTO
⊕	VALVULA DE AIRE	▣	CAPTACION
⊥	VALVULA DE LIMPIEZA	⊞	VALVULA DE COMPUERTA
○	ESTACIONES	○	VALVULA DE GLOBO
⊞	DESARENADOR	○	ESTACION BASE
⊞	CASETA DE BOMBEO	☑	CAJA PARA VALVULAS
⊥	CODO 90 O 45	▣	LLENACANTAROS
⊕	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE DIAMETRO INDICADO	●	INDICACION DE DETALLE
⊥	CRUZ PVC	—	PIEZOMETRICA
—	CAMINO	—	FORMA DE COLOCAR EN PERFIL LA TUBERIA HG.
●	PASO DE ZANJON	—	FORMA DE COLOCAR EN PERFIL LA TUBERIA PVC
—	QUEBRADA, RIO	—	CERCO
—	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIAS	—	CURVAS DE NIVEL PRINCIPALES



EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE JALAPA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

UBICACION: ALDEA ARLOROMA, JALAPA, JALAPA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA ARLOROMA, JALAPA, JALAPA

CONTENIDO : PLANTA DE CONJUNTO

VO. BO. ASESOR EPS

FECHA: 2021

ESCALA:

DISEÑO: ANDREA MAZARIEGOS

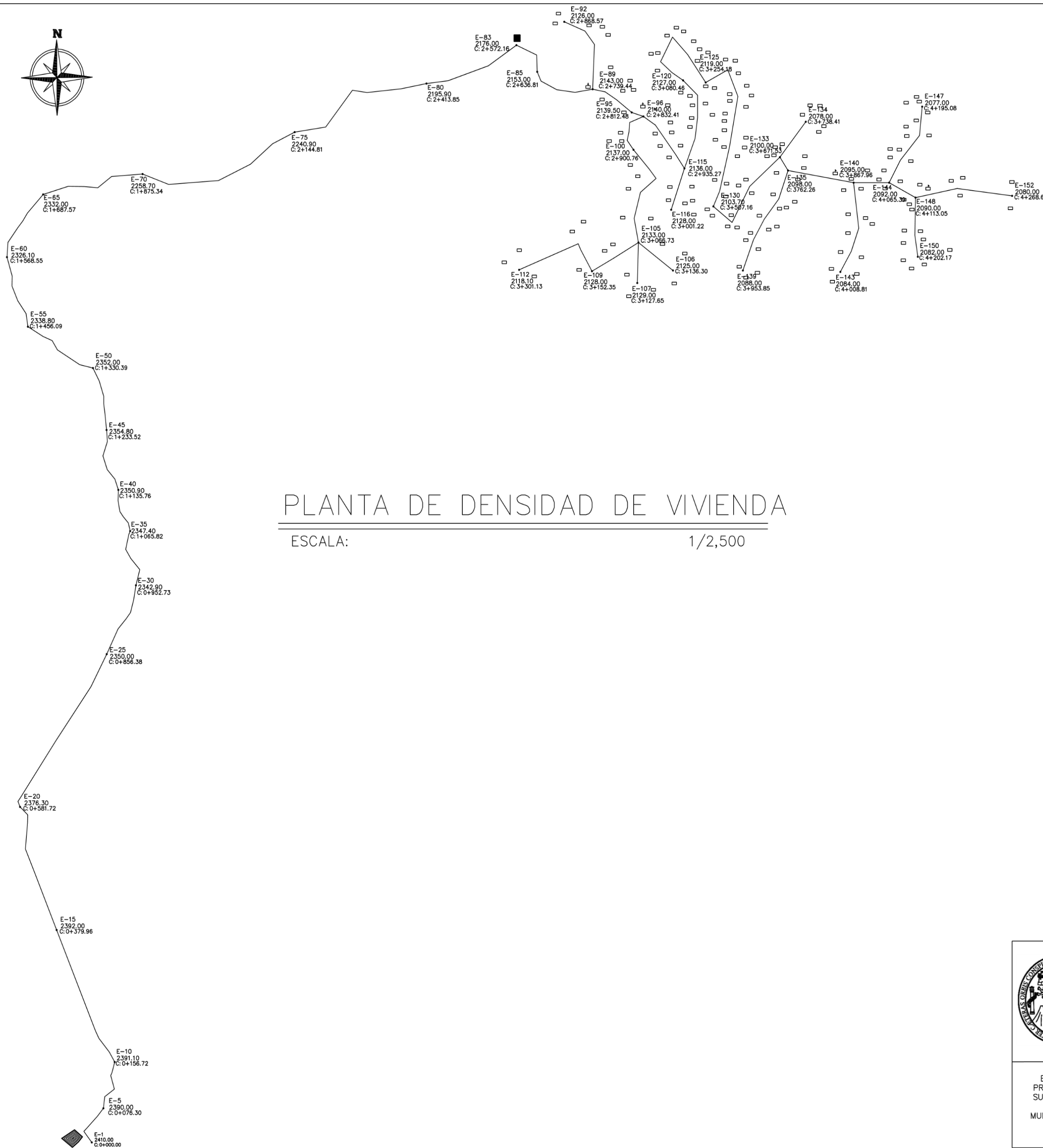
DIBUJO: ANDREA MAZARIEGOS

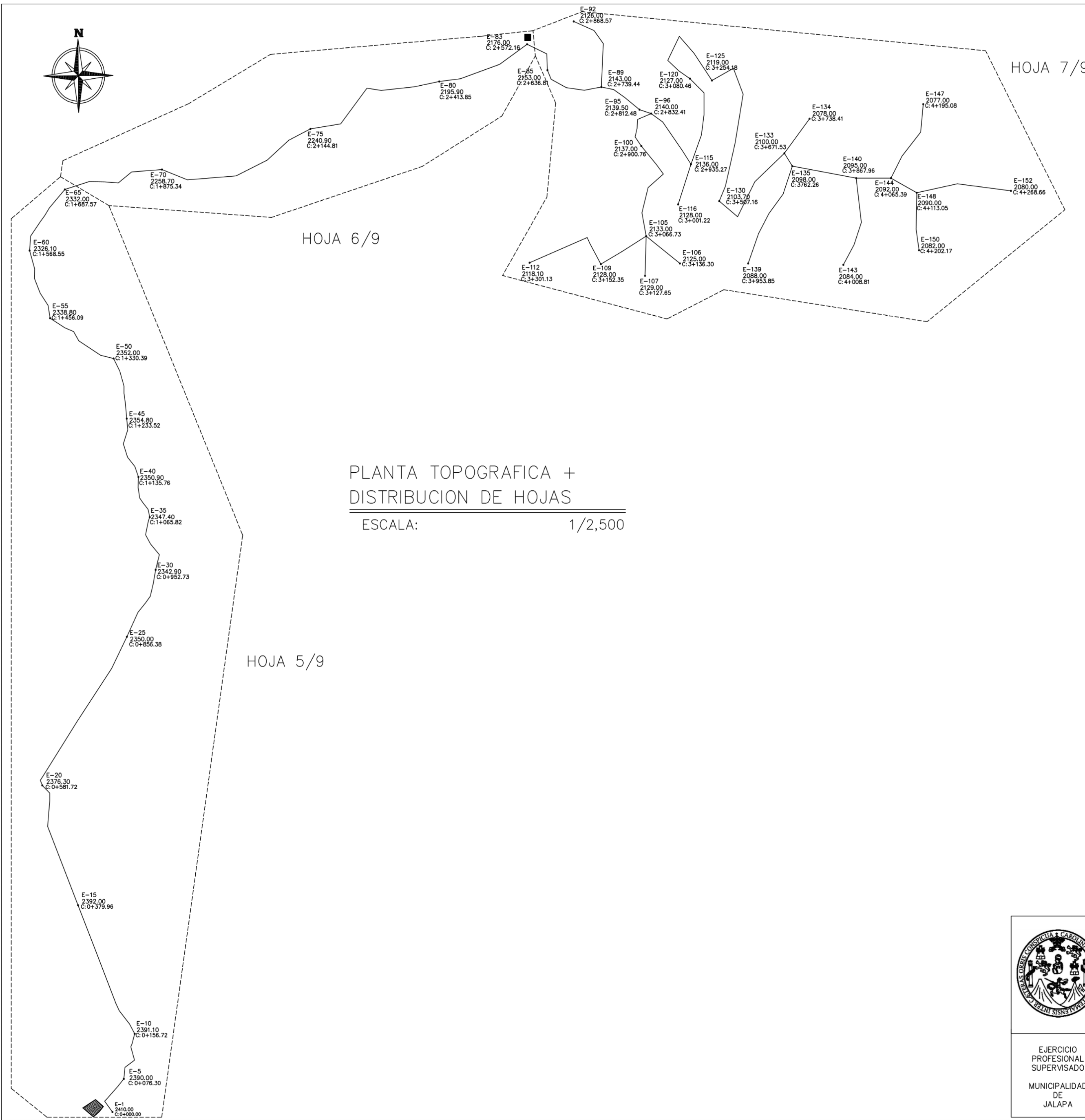
CALCULO: ANDREA MAZARIEGOS

HOJA

01 09

ING. MANUEL ARRIVILLAGA





PLANTA TOPOGRAFICA +  
DISTRIBUCION DE HOJAS

ESCALA: 1/2,500

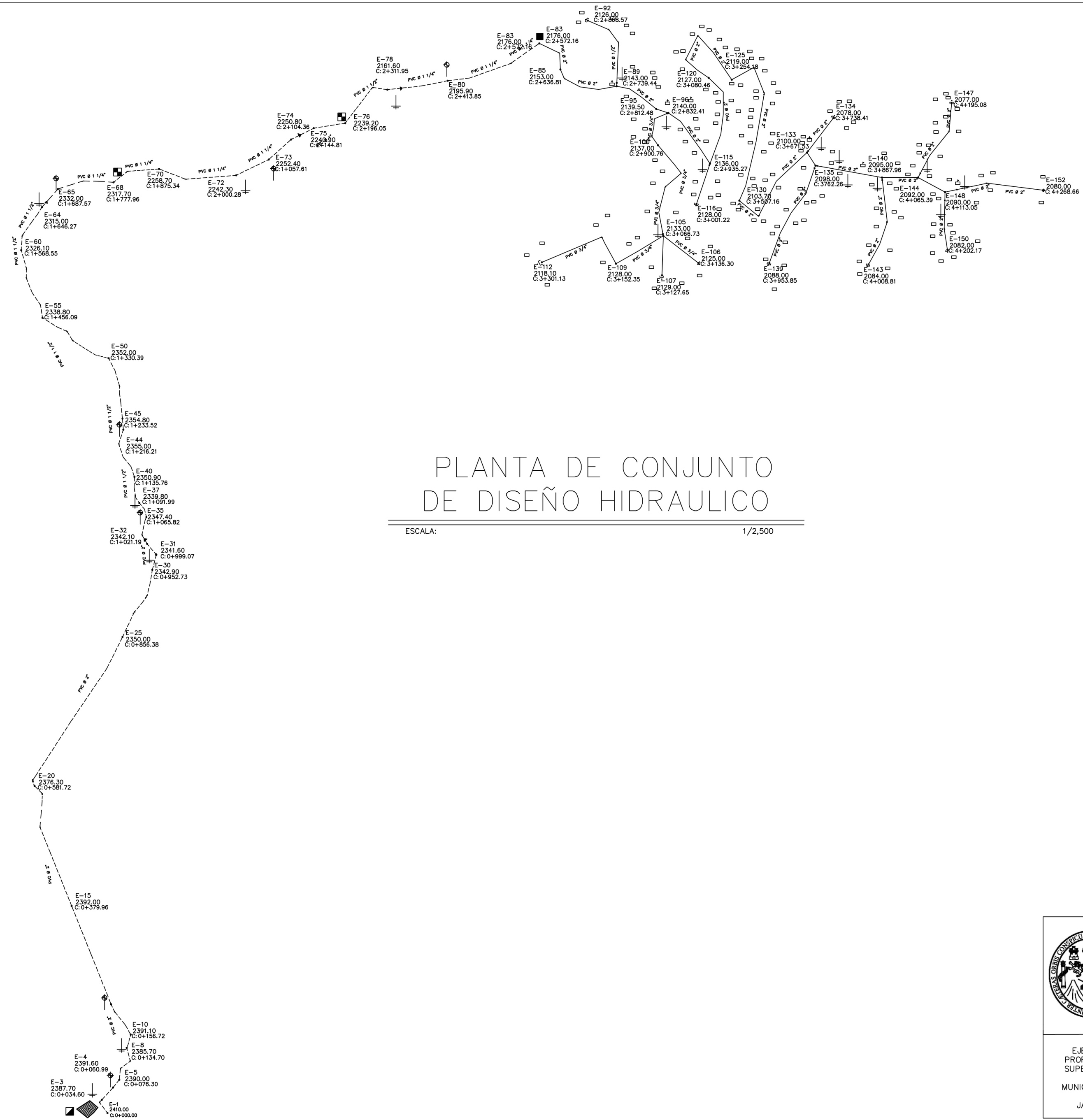
SIMBOLOGIA			
◀	REDUCIDOR BUSHING	⊥	TEE
☒	CRP + VFF ESCALA	⊕	TAPON DE TUBERIA
■	CAJA REUNIDORA DE CAUDALES	⊥	CASA, IGLESIA, ESCUELA
⊞	CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES DE 2 VERTEDEROS	☒	LOTE
⊞	CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES DE 3 VERTEDEROS	—	TUBERIA DE CONDUCCION
■	TANQUE DE DISTRIBUCION	—	TUBERIA DE DISTRIBUCION
☒	CAJA ROMPE PRESION	◆	NACIMIENTO
↑	VALVULA DE AIRE	☒	CAPTACION
⊥	VALVULA DE LIMPIEZA	⊗	VALVULA DE COMPUERTA
○	ESTACIONES	○	VALVULA DE GLOBO
⊞	DESARENADOR	→	ESTACION BASE
⌒	CASETA DE BOMBEO	☒	CAJA PARA VALVULAS
⊥	CODO 90 O 45	⊥	LLENACANTAROS
⊕	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE DIAMETRO INDICADO	●	INDICACION DE DETALLE
⊥	CRUZ PVC	—	PIEZOMETRICA
≡	CAMINO	≡	FORMA DE COLOCAR EN PERFIL LA TUBERIA HG.
●	PASO DE ZANJON	≡	FORMA DE COLOCAR EN PERFIL LA TUBERIA PVC
⊞	QUEBRADA, RIO	→	CERCO
⊞	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIAS	⊞	CURVAS DE NIVEL PRINCIPALES



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

UBICACION: ALDEA ARLOROMA, JALAPA, JALAPA		FECHA: 2021
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA ARLOROMA, JALAPA, JALAPA		ESCALA:
CONTENIDO : PLANTA TOPOGRAFICA + DISTRIBUCION DE HOJAS		DISEÑO: ANDREA MAZARIEGOS
VO. BO. ASESOR EPS		DIBUJO: ANDREA MAZARIEGOS
		CALCULO: ANDREA MAZARIEGOS
		HOJA
		03 / 09
		ING. MANUEL ARRIVILLAGA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE JALAPA



# PLANTA DE CONJUNTO DE DISEÑO HIDRAULICO

ESCALA: 1/2,500

SIMBOLOGIA			
◀	REDUCIDOR BUSHING	⊥	TEE
☒	CRP + VFF ESCALA	⊕	TAPON DE TUBERIA
■	CAJA REUNIDORA DE CAUDALES	⊞	CASA, IGLESIA, ESCUELA
⊞	CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES DE 2 VERTEDEROS	⊞	LOTE
⊞	CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES DE 3 VERTEDEROS	—	TUBERIA DE CONDUCCION
■	TANQUE DE DISTRIBUCION	—	TUBERIA DE DISTRIBUCION
■	CAJA ROMPE PRESION	◆	NACIMIENTO
↑	VALVULA DE AIRE	■	CAPTACION
⊥	VALVULA DE LIMPIEZA	⊞	VALVULA DE COMPUERTA
○	ESTACIONES	○	VALVULA DE GLOBO
⊞	DESARENADOR	→	ESTACION BASE
⊞	CASETA DE BOMBEO	☒	CAJA PARA VALVULAS
⊥	CODO 90 O 45	■	LLENACANTAROS
⊥	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE DIAMETRO INDICADO	●	INDICACION DE DETALLE
⊥	CRUZ PVC	—	PIEZOMETRICA
—	CAMINO	≡	FORMA DE COLOCAR EN PERFIL LA TUBERIA HG.
●	PASO DE ZANJON	≡	FORMA DE COLOCAR EN PERFIL LA TUBERIA PVC
⊞	QUEBRADA, RIO	←	CERCO
⊞	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIAS	⊞	CURVAS DE NIVEL PRINCIPALES

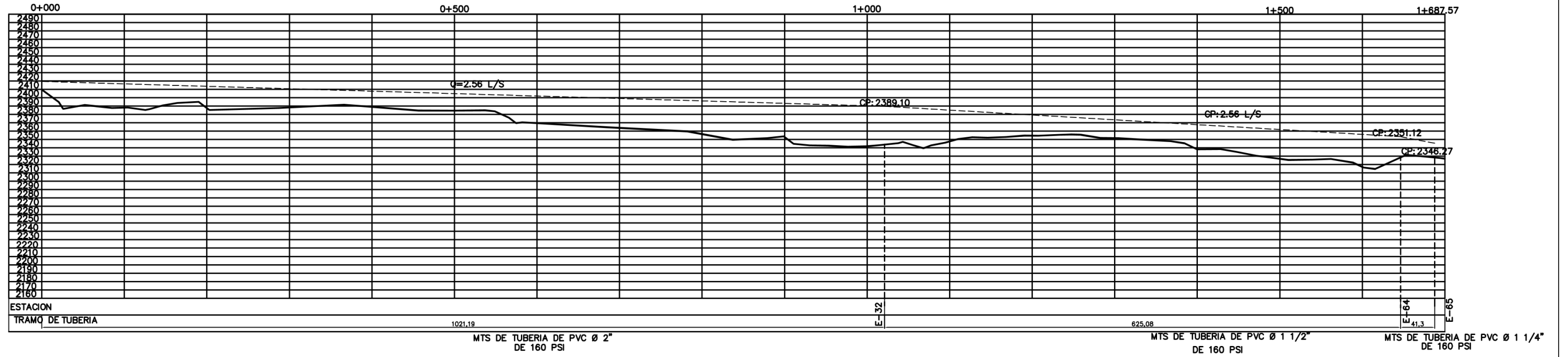
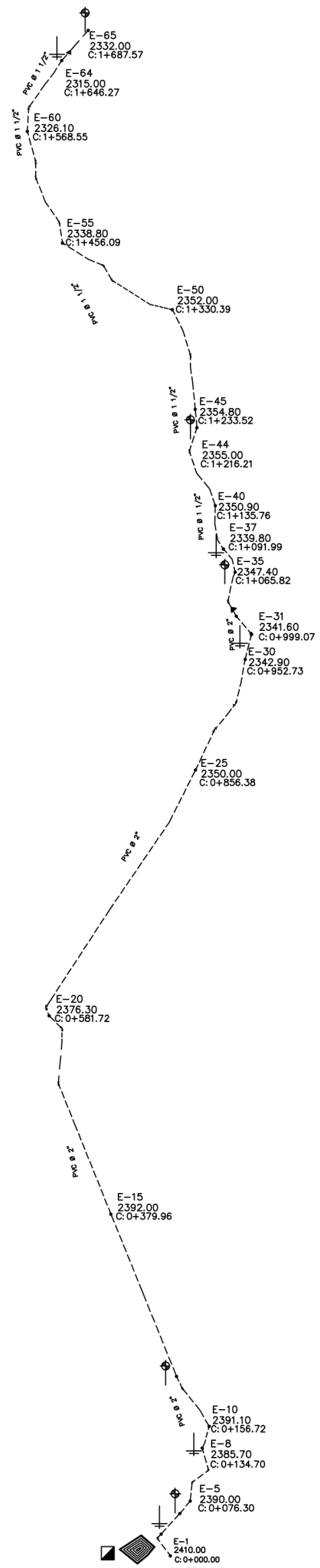


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

UBICACION: ALDEA ARLOROMA, JALAPA, JALAPA		FECHA: 2021
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA ARLOROMA, JALAPA, JALAPA		ESCALA:
CONTENIDO : PLANTA DE CONJUNTO DE DISEÑO HIDRAULICO		DISEÑO: ANDREA MAZARIEGOS
VO. BO. ASESOR EPS		DIBUJO: ANDREA MAZARIEGOS
		CALCULO: ANDREA MAZARIEGOS
		H O J A
		04 / 09

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE JALAPA

ING. MANUEL ARRIVILLAGA



PERFIL LINEA DE CONDUCCION

ESCALA VERTICAL: 1/2,500  
 ESCALA HORIZONTAL: 1/2,500

PLANTA PERFIL E-1 A E-65 LINEA DE CONDUCCION

ESCALA: 1/2,500

SIMBOLOGIA

◀	REDUCIDOR BUSHING	⊥	TEE
☒	CRP + VFF ESCALA	⊥	TAPON DE TUBERIA
■	CAJA REUNIDORA DE CAUDALES	⊥	CASA, IGLESIA, ESCUELA
⊞	CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES DE 2 VERTEDEROS	☑	LOTE
⊞	CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES DE 3 VERTEDEROS	—	TUBERIA DE CONDUCCION
■	TANQUE DE DISTRIBUCION	—	TUBERIA DE DISTRIBUCION
☒	CAJA ROMPE PRESION	◆	NACIMIENTO
⊥	VALVULA DE AIRE	☑	CAPTACION
⊥	VALVULA DE LIMPIEZA	⊞	VALVULA DE COMPUERTA
○	ESTACIONES	○	VALVULA DE GLOBO
⊞	DESARENADOR	→	ESTACION BASE
⊞	CASETA DE BOMBEO	☒	CAJA PARA VALVULAS
⊥	CODO 90 O 45	■	LLENACANTAROS
⊥	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE DIAMETRO INDICADO	●	INDICACION DE DETALLE
⊥	CRUZ PVC	—	PIEZOMETRICA
—	CAMINO	—	FORMA DE COLOCAR EN PERFIL LA TUBERIA HG.
●	PASO DE ZANJON	—	FORMA DE COLOCAR EN PERFIL LA TUBERIA PVC
—	QUEBRADA, RIO	—	CERCO
—	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIAS	—	CURVAS DE NIVEL PRINCIPALES



EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 MUNICIPALIDAD DE JALAPA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA

UBICACION: ALDEA ARLOROMA, JALAPA, JALAPA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA ARLOROMA, JALAPA, JALAPA

CONTENIDO: PLANTA PERFIL E-1 A E-65 LINEA DE CONDUCCION

VO. BO. ASESOR EPS

FECHA: 2021

ESCALA:

DISEÑO: ANDREA MAZARIEGOS

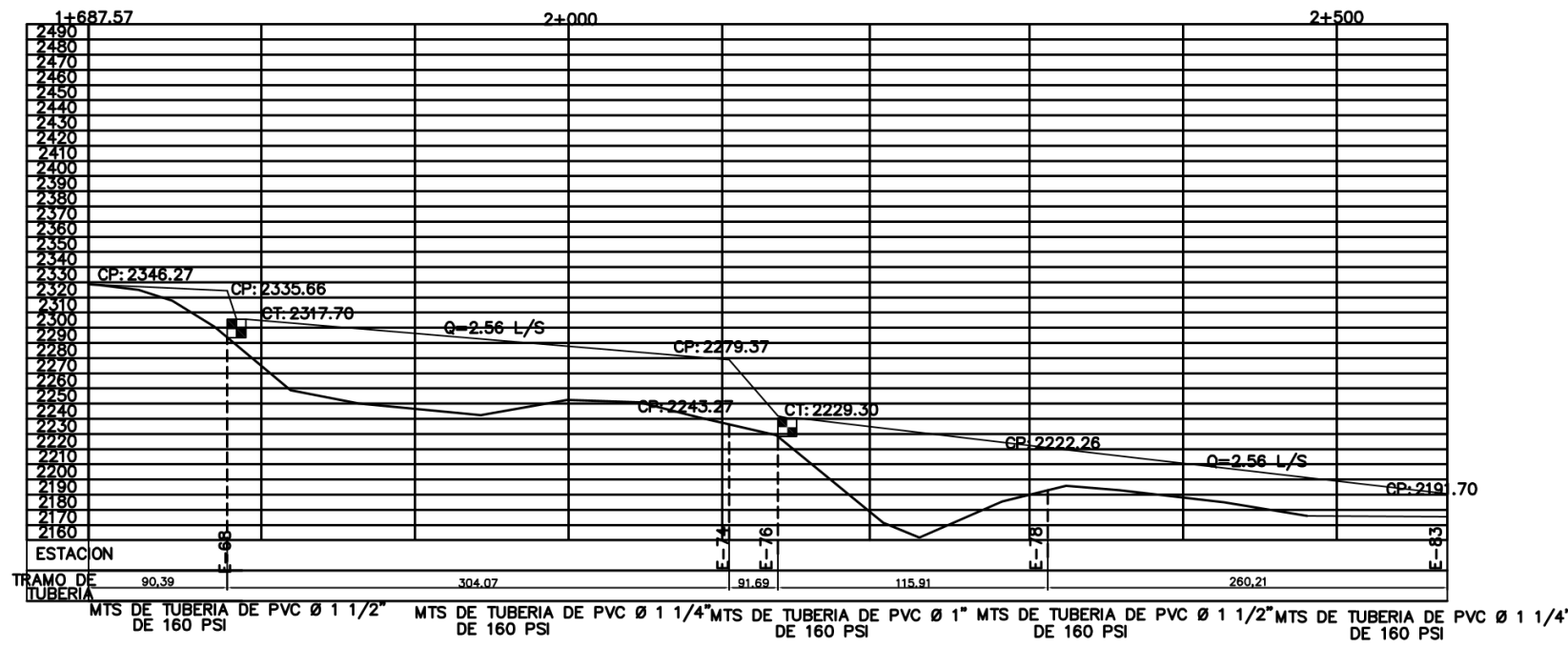
DIBUJO: ANDREA MAZARIEGOS

CALCULO: ANDREA MAZARIEGOS

HOJA

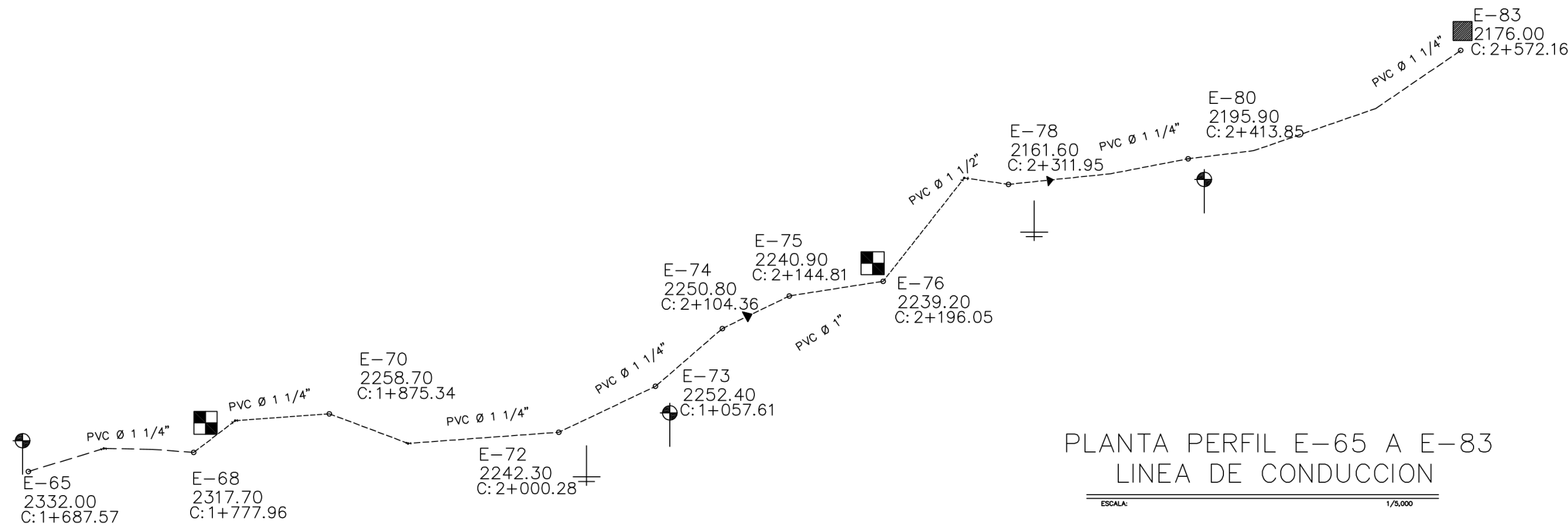
05 / 09

ING. MANUEL ARRIVILLAGA



PERFIL LINEA DE CONDUCCION

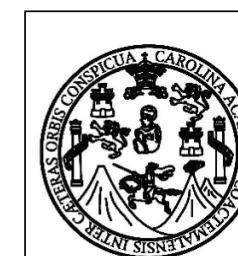
ESCALA VERTICAL: 1/2,500  
ESCALA HORIZONTAL: 1/2,500



PLANTA PERFIL E-65 A E-83 LINEA DE CONDUCCION

ESCALA: 1/5,000

SIMBOLOGIA			
◀	REDUCIDOR BUSHING	⊥	TEE
⊠	CRP + VFF ESCALA	⊕	TAPON DE TUBERIA
⊠	CAJA REUNIDORA DE CAUDALES	⊠	CASA, IGLESIA, ESCUELA
⊠	CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES DE 2 VERTEDEROS	⊠	LOTE
⊠	CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES DE 3 VERTEDEROS	—	TUBERIA DE CONDUCCION
■	TANQUE DE DISTRIBUCION	—	TUBERIA DE DISTRIBUCION
⊠	CAJA ROMPE PRESION	◆	NACIMIENTO
↑	VALVULA DE AIRE	⊠	CAPTACION
⊥	VALVULA DE LIMPIEZA	⊠	VALVULA DE COMPUERTA
⊠	ESTACIONES	⊠	VALVULA DE GLOBO
⊠	DESARENADOR	⊠	ESTACION BASE
⊠	CASETA DE BOMBEO	⊠	CAJA PARA VALVULAS
⊥	CODO 90 O 45	⊠	LLENACANTAROS
⊠	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE DIAMETRO INDICADO	⊠	INDICACION DE DETALLE
⊠	CRUZ PVC	⊠	PIEZOMETRICA
⊠	CAMINO	⊠	FORMA DE COLOCAR EN PERFIL LA TUBERIA HG.
⊠	PASO DE ZANJON	⊠	FORMA DE COLOCAR EN PERFIL LA TUBERIA PVC
⊠	QUEBRADA, RIO	⊠	CERCO
⊠	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIAS	⊠	CURVAS DE NIVEL PRINCIPALES



EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE JALAPA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

UBICACION: ALDEA ARLOROMA, JALAPA, JALAPA  
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA ARLOROMA, JALAPA, JALAPA

FECHA: 2021  
ESCALA:

CONTENIDO : PLANTA PERFIL E-65 A E-83 LINEA DE CONDUCCION  
VO. BO. ASESOR EPS

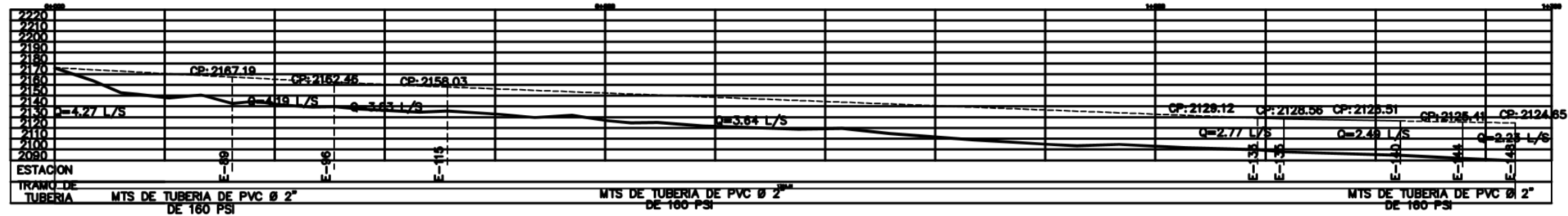
DISEÑO: ANDREA MAZARIEGOS  
DIBUJO: ANDREA MAZARIEGOS  
CALCULO: ANDREA MAZARIEGOS

HOJA

06 / 09

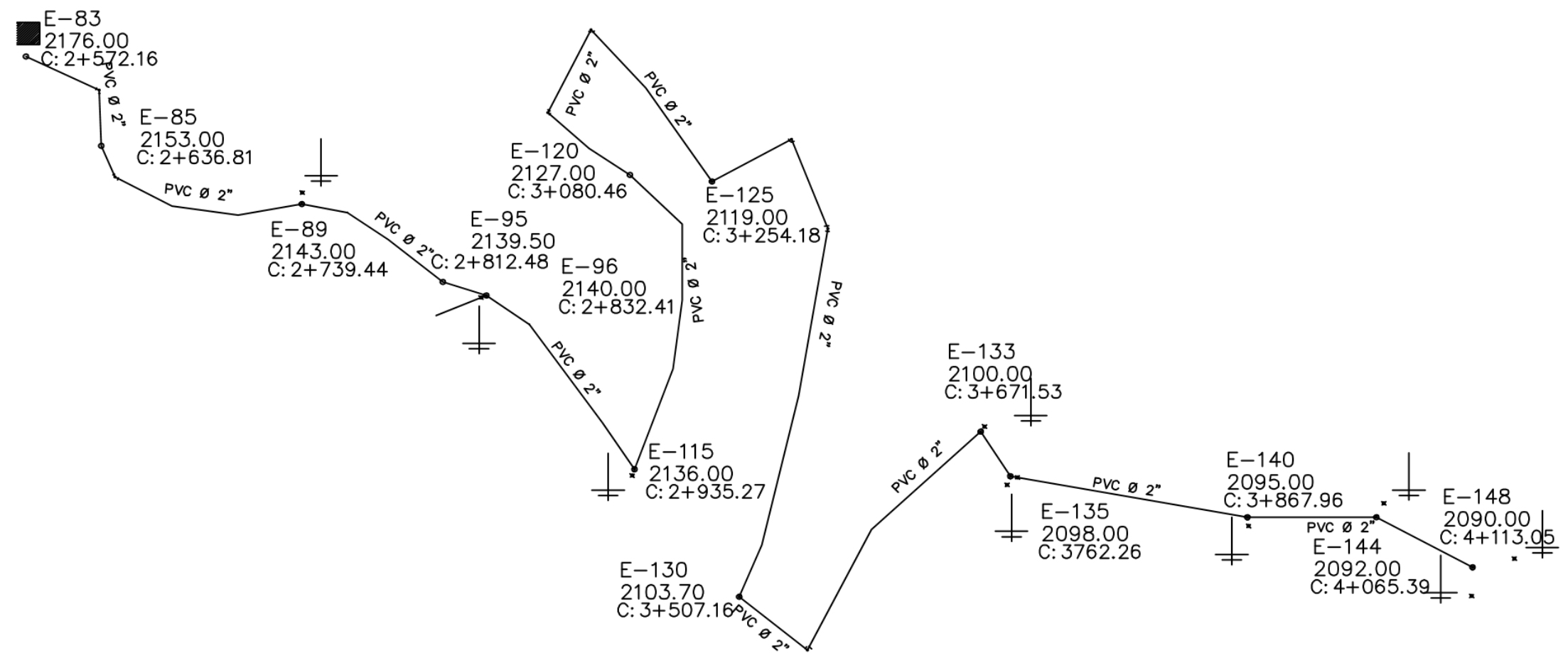
ING. MANUEL ARRIVILLAGA





PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION


ESCALA VERTICAL: 1/2,500  
ESCALA HORIZONTAL: 1/2,500



PLANTA PERFIL LINEA CENTRAL DE DISTRIBUCION

ESCALA: 1/5,000

SIMBOLOGIA			
◀	REDUCIDOR BUSHING	⊥	TEE
⊠	CRP + VFF ESCALA	⬇	TAPON DE TUBERIA
⊠	CAJA REUNIDORA DE CAUDALES	⊠	CASA, IGLESIA, ESCUELA
⊠	CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES DE 2 VERTEDEROS	⊠	LOTE
⊠	CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES DE 3 VERTEDEROS	—	TUBERIA DE CONDUCCION
■	TANQUE DE DISTRIBUCION	—	TUBERIA DE DISTRIBUCION
■	CAJA ROMPE PRESION	◆	NACIMIENTO
↑	VALVULA DE AIRE	⊠	CAPTACION
↓	VALVULA DE LIMPIEZA	⊠	VALVULA DE COMPUERTA
○	ESTACIONES	○	VALVULA DE GLOBO
⊠	DESARENADOR	○	ESTACION BASE
⊠	CASETA DE BOMBEO	⊠	CAJA PARA VALVULAS
⊠	CODO 90 O 45	⊠	LLENACANTAROS
⊠	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE DIAMETRO INDICADO	⊠	INDICACION DE DETALLE
⊠	CRUZ PVC	⊠	PIEZOMETRICA
—	CAMINO	⊠	FORMA DE COLOCAR EN PERFIL LA TUBERIA HG.
●	PASO DE ZANJON	⊠	FORMA DE COLOCAR EN PERFIL LA TUBERIA PVC
⊠	QUEBRADA, RIO	⊠	CERCO
⊠	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIAS	⊠	CURVAS DE NIVEL PRINCIPALES

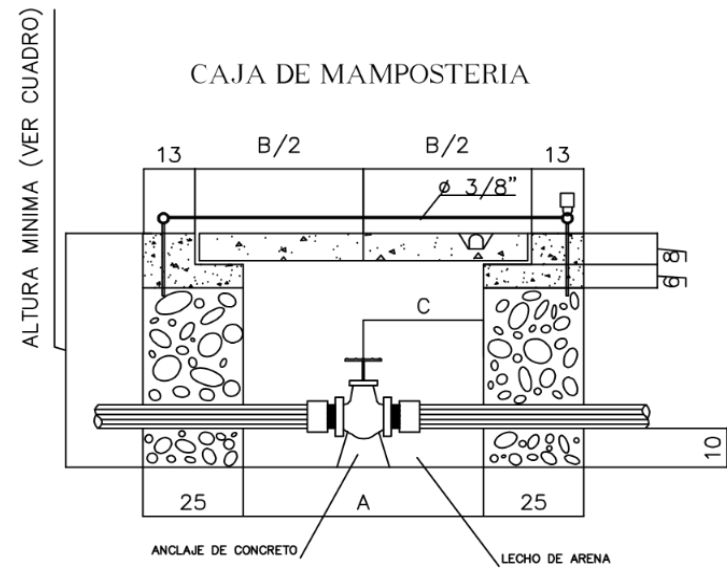


EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE JALAPA

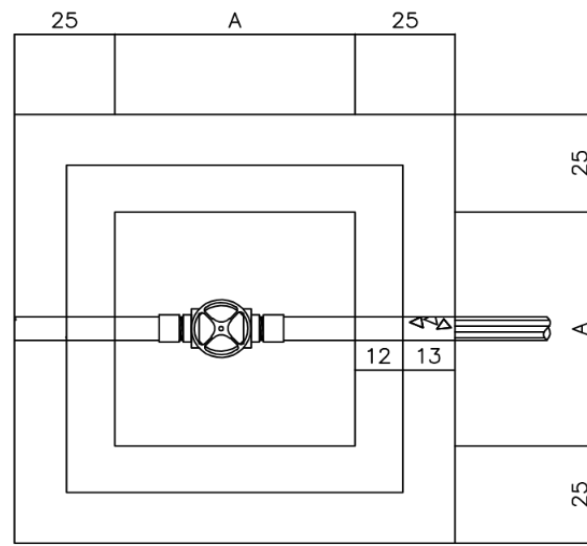
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

UBICACION: ALDEA ARLOROMA, JALAPA, JALAPA		FECHA: 2021
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA ARLOROMA, JALAPA, JALAPA		ESCALA:
CONTENIDO: PLANTA PERFIL LINEA CENTRAL DE DISTRIBUCION		DISEÑO: ANDREA MAZARIEGOS
VO. BO. ASESOR EPS		DIBUJO: ANDREA MAZARIEGOS
		CALCULO: ANDREA MAZARIEGOS
		H O J A
		07 / 09

ING. MANUEL ARRIVILLAGA



ELEVACION  
CAJA DE VALVULAS  
ESCALA 1/10

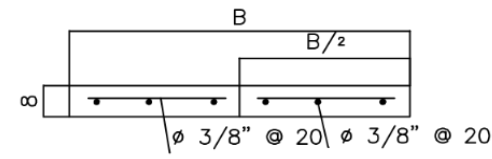


PLANTA  
CAJA DE VALVULAS  
ESCALA 1/10

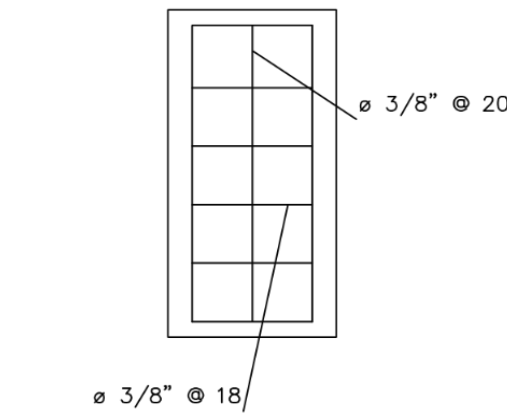
DIMENSIONES				
	A	B	C	ALTURA MINIMA
2"	50	74	25	40
2 1/2"	60	84	30	50
3"	70	94	35	60
4"	100	124	50	70

NOTAS:

- 1) LAS DIMENSIONES DE LA CAJA ESTAN DADAS EN CENTIMETROS
- 2) EL SUELO DE SOPORTE DE LA VALVULA HA DE SER ARENOSO
- 3) LAS PAREDES SE CONSTRUIRAN DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA PROPORCION 67% PIEDRA, 33% SABIETA, PROPORCION 1 CEMENTO 2 DE ARENA DE RIO



SECCION  
TAPADERA DE CAJA DE VALVULAS  
ESCALA 1/10

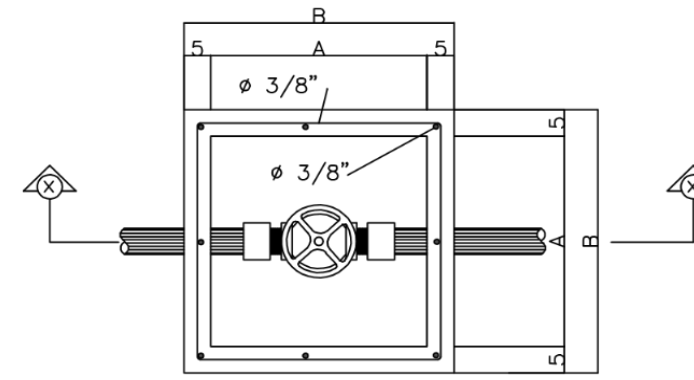


PLANTA  
TAPADERA DE CAJA DE VALVULAS  
ESCALA 1/10

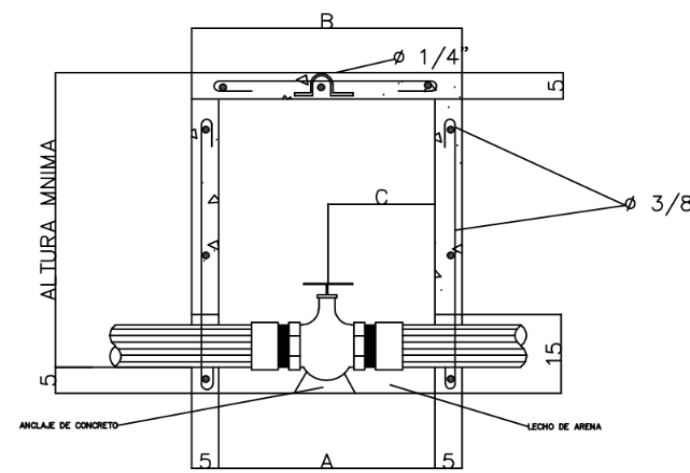
DIMENSIONES		
	B	B/2
2"	74	37
2 1/2"	84	42
3"	94	47
4"	124	62

NOTAS:

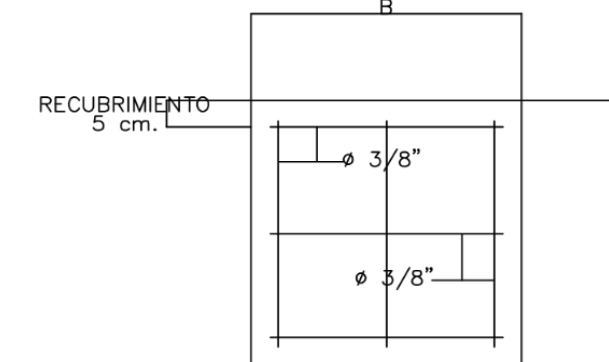
- ESTA TAPADERA ES LA QUE CORRESPONDE A LAS CAJAS DE MAMPOSTERIA.
- RECUBRIMIENTO 4 cms.



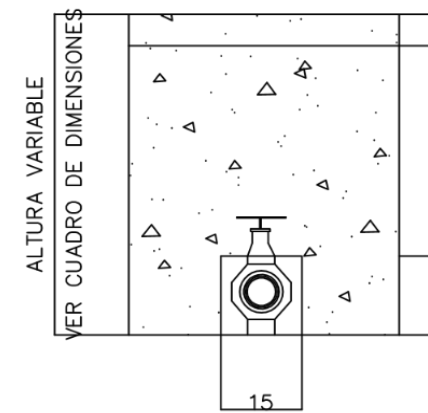
PLANTA  
CAJA PARA VALVULAS  
ESCALA 1:5



CORTE X-X  
CAJA PARA VALVULAS  
ESCALA 1:5

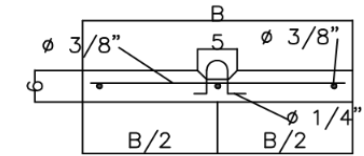


PLANTA  
CAJA PARA VALVULAS  
ESCALA 1:5



ELEVACION  
CAJA PARA VALVULAS  
ESCALA 1:5

DIMENSIONES EN cms.				
Ø	A	B	C	ALTURA MINIMA
1/2"	30	40	15	30
3/4"	30	40	15	30
1"	35	45	17.5	45
1.1/4"	35	45	17.5	45
1.1/2"	40	50	20	50



DETALLE  
TAPADERA DE CAJA PARA VALVULAS  
ESCALA 1:5

NOTAS:

- 1- LAS VALVULAS SE ASENTARAN SOBRE UN LECHO DE ARENA PARA FACILITAR EL DRENAJE
- 2- LAS CAJAS Y TAPADERAS SE CONSTRUIRAN DE CONCRETO F'c = 210 kg/cm
- 3- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN CENTIMETROS
- 4- EL HIERRO DE REFUERZO SERA DE Ø 3/8"
- 5- TODAS LAS PAREDES IRAN ALIZADAS CON SABIETAS PROPORCION 1 CEMENTO, 2 ARENA DE RIO



EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE JALAPA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

UBICACION: ALDEA ARLOROMA, JALAPA, JALAPA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA ARLOROMA, JALAPA, JALAPA

CONTENIDO : DETALLE DE VALVULAS

VO. BO. ASESOR EPS

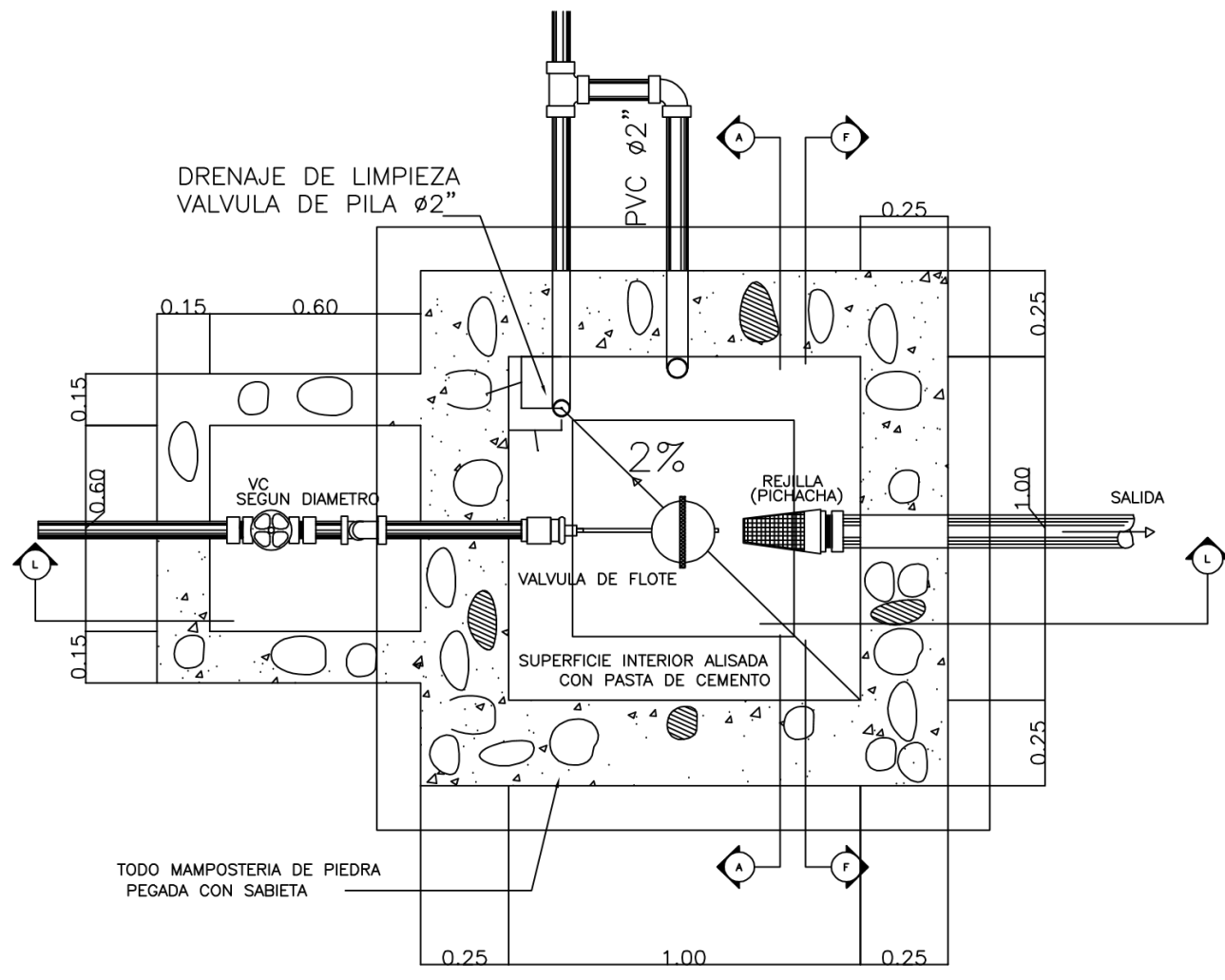
FECHA: 2021  
ESCALA:

DISEÑO: ANDREA MAZARIEGOS  
DIBUJO: ANDREA MAZARIEGOS  
CALCULO: ANDREA MAZARIEGOS

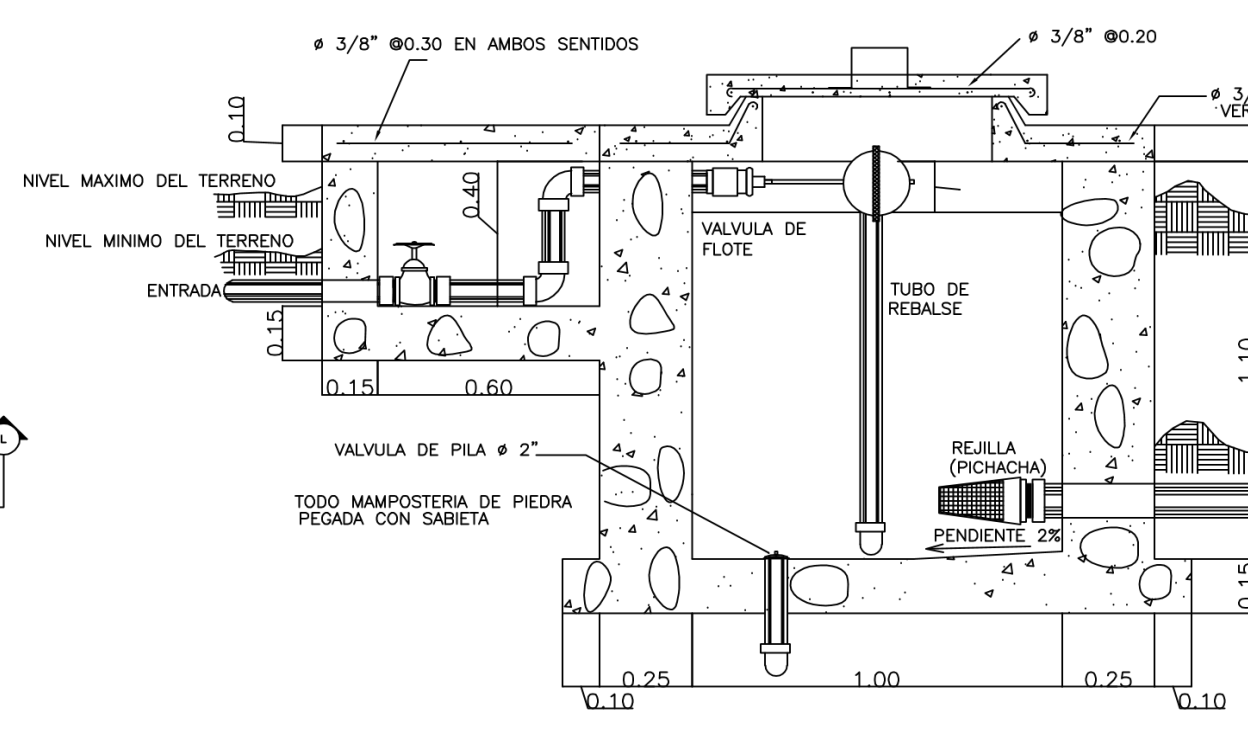
H O J A

08 / 09

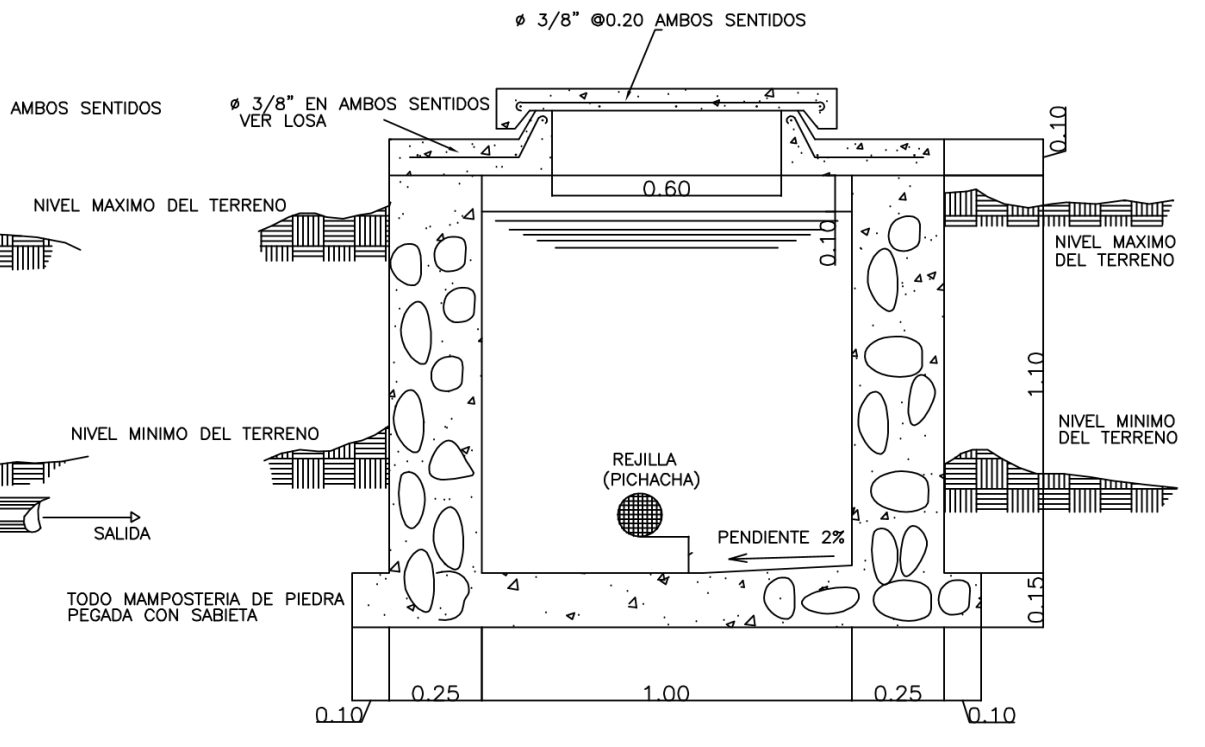
ING. MANUEL ARRIVILLAGA



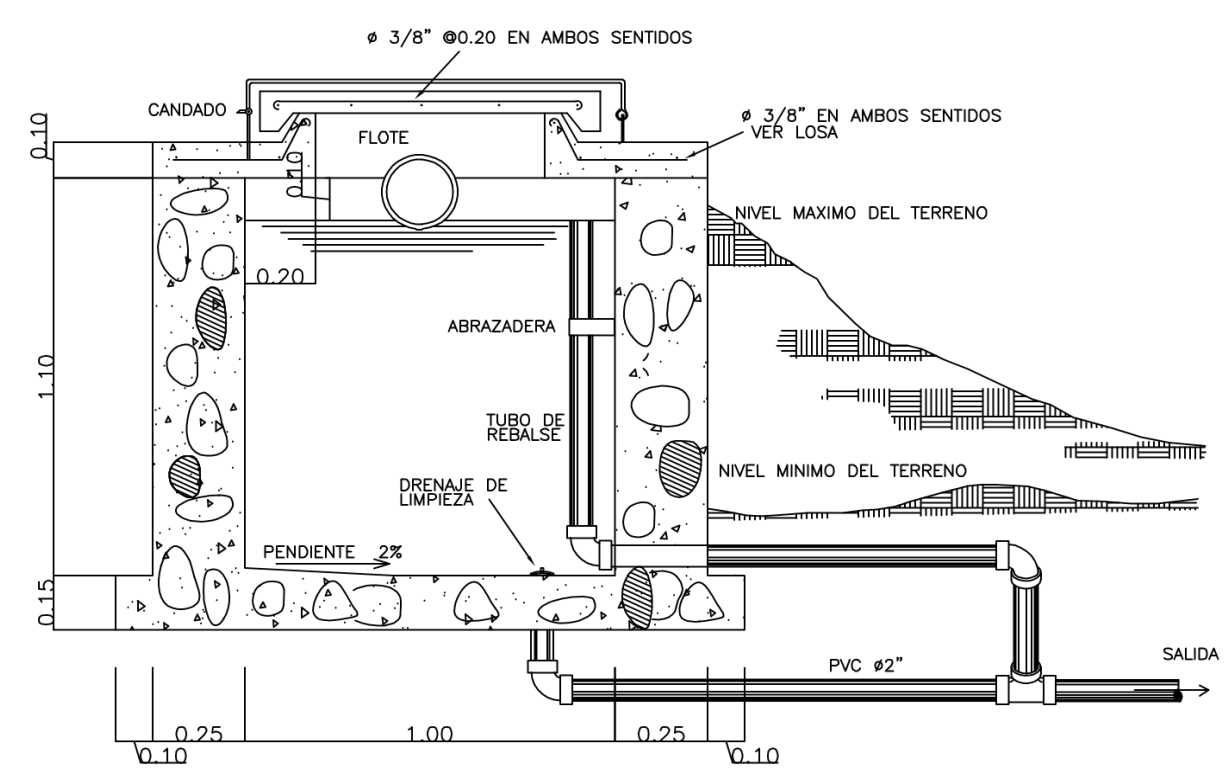
PLANTA  
ESCALA 1:12.5



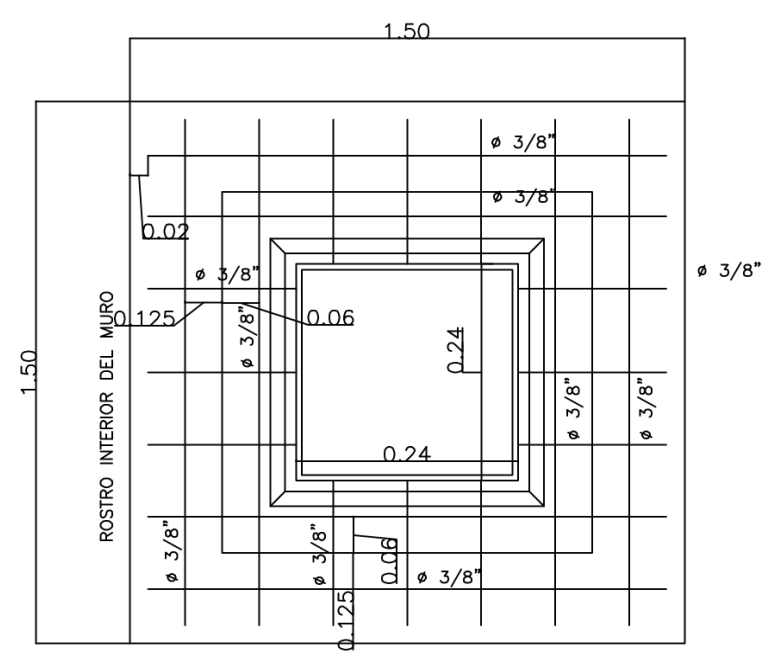
SECCION L-L  
ESCALA 1:12.5



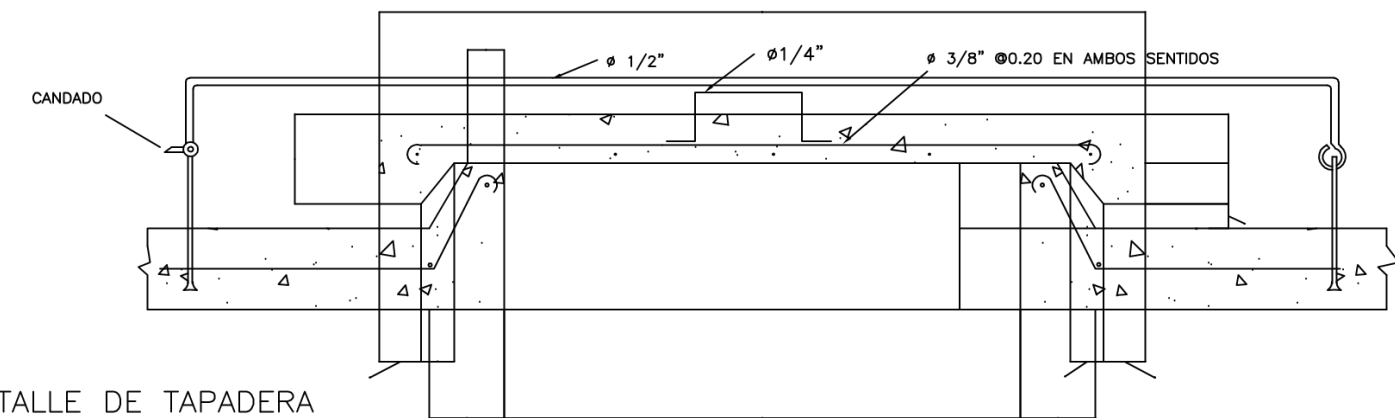
SECCION F-F  
ESCALA 1:12.5



SECCION A-A  
ESCALA 1:12.5



DETALLE DE LOSA  
ESCALA 1:12.5



DETALLE DE TAPADERA  
ESCALA 1:5

**NOTAS :**  
 MAMPOSTERIA 67 % PIEDRA  
 33 % SABIETA 1: CEMENTO  
 2: ARENA DE RIO  
 CONCRETO = F'c 3 Ksi  
 ACERO DE REFUERZO Fy = 40 Ksi

**ESPECIFICACIONES PARA VALVULAS DE FLOTE**

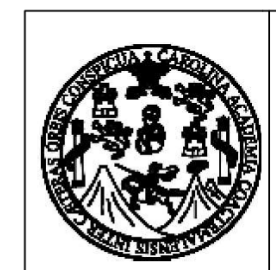
**MATERIALES**  
 CUERPO Y VARILLA: BRONCE  
 SELLO : CAUCHO  
 PELOTA: COBRE

**PRESION DE TRABAJO**  
 100 lbs/pulg.2 EN ROSCAS

**INSTALACION**  
 HORIZONTAL, DESVIACION MAXIMA PERMITIDA 45°

LISTA DE MATERIALES		
ACCESORIOS DE ENTRADA (SEGUN DISENO)	CANTIDAD	UNIDAD
ADAPTADORES MACHO (PVC)	2	U
VALVULA DE COMPUERTA (Br)	1	U
CODOS DE 90° (PVC)	2	U
ADAPTADOR HEMBRA PVC	1	U
VALVULA DE FLOTE	1	U
ACCESORIOS DE SALIDA (SEGUN DISENO)		
PICHACHA (PVC)	1	U
ADAPTADORES MACHO (PVC)	1	U
ACCESORIOS DE DRENAJE Y REBALSE		
TEE PVC (SEGUN CASO)	1	U
CODOS DE 90° PVC	3	U
VALVULA DE PILA Br Ø2"	1	U
CEMENTO	11	sacos
PIEDRA	1.4	m3
ARENA DE RIO	1.5	m3
PARALES DE 3"x3"x10'	38	PT
TABLA DE PINO RUSTICA 1"x12"x10'	60	PT
CLAVO	2	lbs
ALAMBRE DE AMARRE	1	lbs
HIERRO DE 3/8"	6	var
HIERRO DE 1/2"	2	m.

**REFERENCIAS**  
 EL DIAMETRO DE LA TUBERIA DE REBALSE SERA MAYOR QUE EL DIAMETRO DE LA TUBERIA DE ENTRADA Y EL MINIMO SERA 2"



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA

UBICACION: ALDEA ARLOROMA, JALAPA, JALAPA  
 PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA ARLOROMA, JALAPA, JALAPA

FECHA: 2021  
 ESCALA:

CONTENIDO :  
 DETALLE DE VALVULAS

DISEÑO: ANDREA MAZARIEGOS  
 DIBUJO: ANDREA MAZARIEGOS  
 CALCULO: ANDREA MAZARIEGOS

VO. BO. ASESOR EPS

H O J A

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 MUNICIPALIDAD DE JALAPA

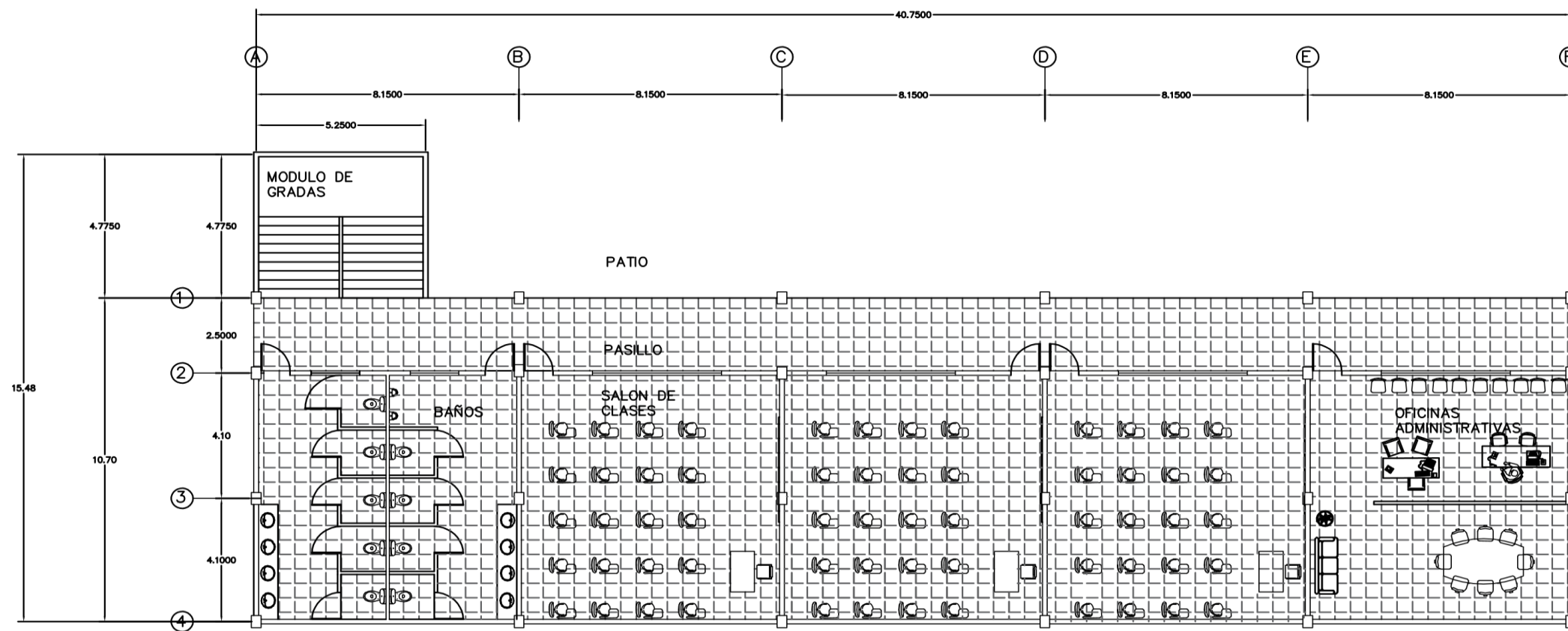
ING. MANUEL ARRIVILLAGA

09 / 09

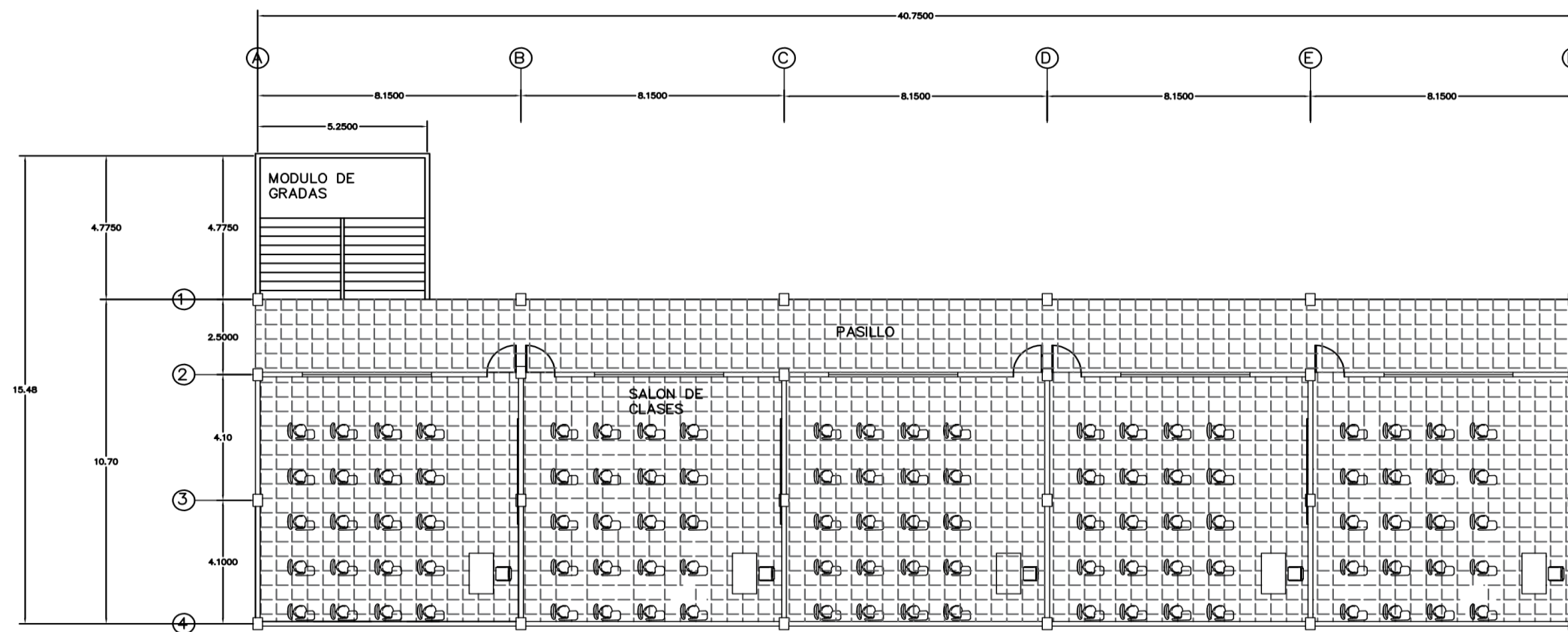
Apéndice 4. **Planos para el edificio escolar para la aldea El Paraíso,  
Jalapa, Jalapa.**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.




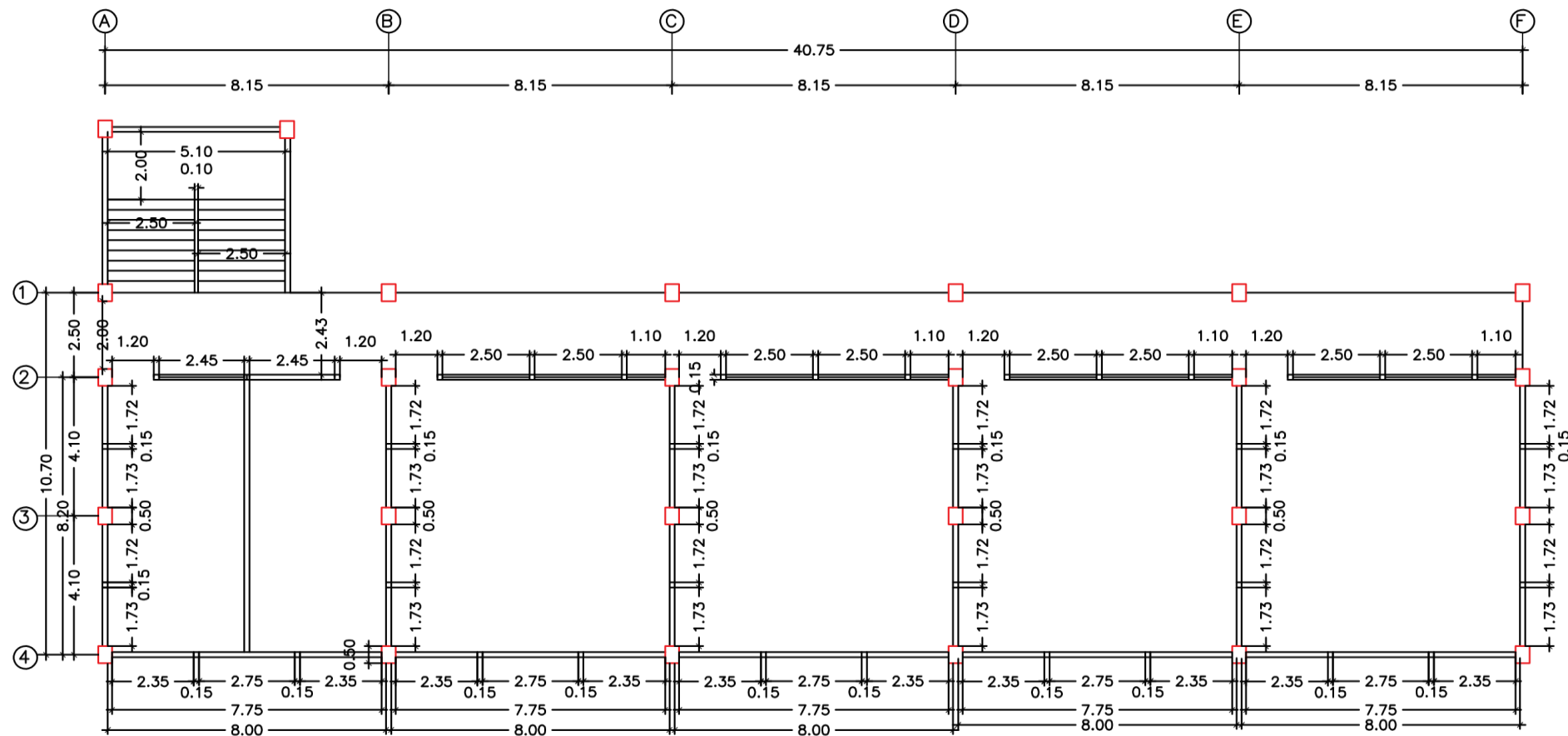


**PRIMER NIVEL**  
ALDEA EL PARAISO 1/100

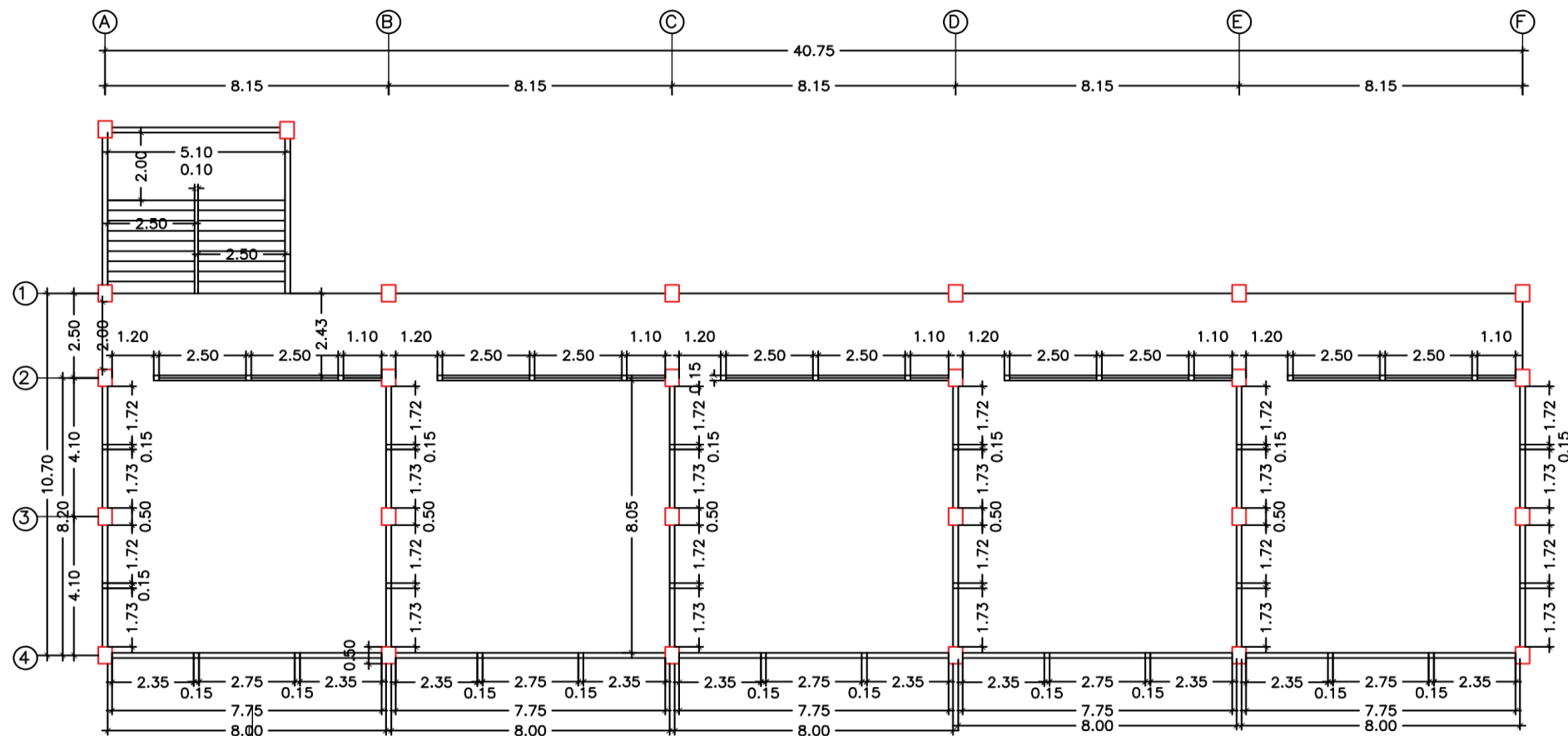


**SEGUNDO NIVEL**  
ALDEA EL PARAISO 1/100

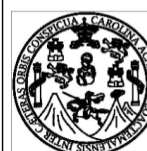
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
	UBICACION: ALDEA EL PARAISO, JALAPA, JALAPA	
	PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR PARA LA ALDEA EL PARAISO, JALAPA, JALAPA	FECHA: 2021
	CONTENIDO : PLANTA AMOBLADA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE JALAPA	VO. BO. ASESOR EPS	DISEÑO: ANDREA MAZAREGOS DIBUJO: ANDREA MAZAREGOS CALCULO: ANDREA MAZAREGOS H O J A 01 / 10
	ING. MANUEL ARRIVILLAGA	

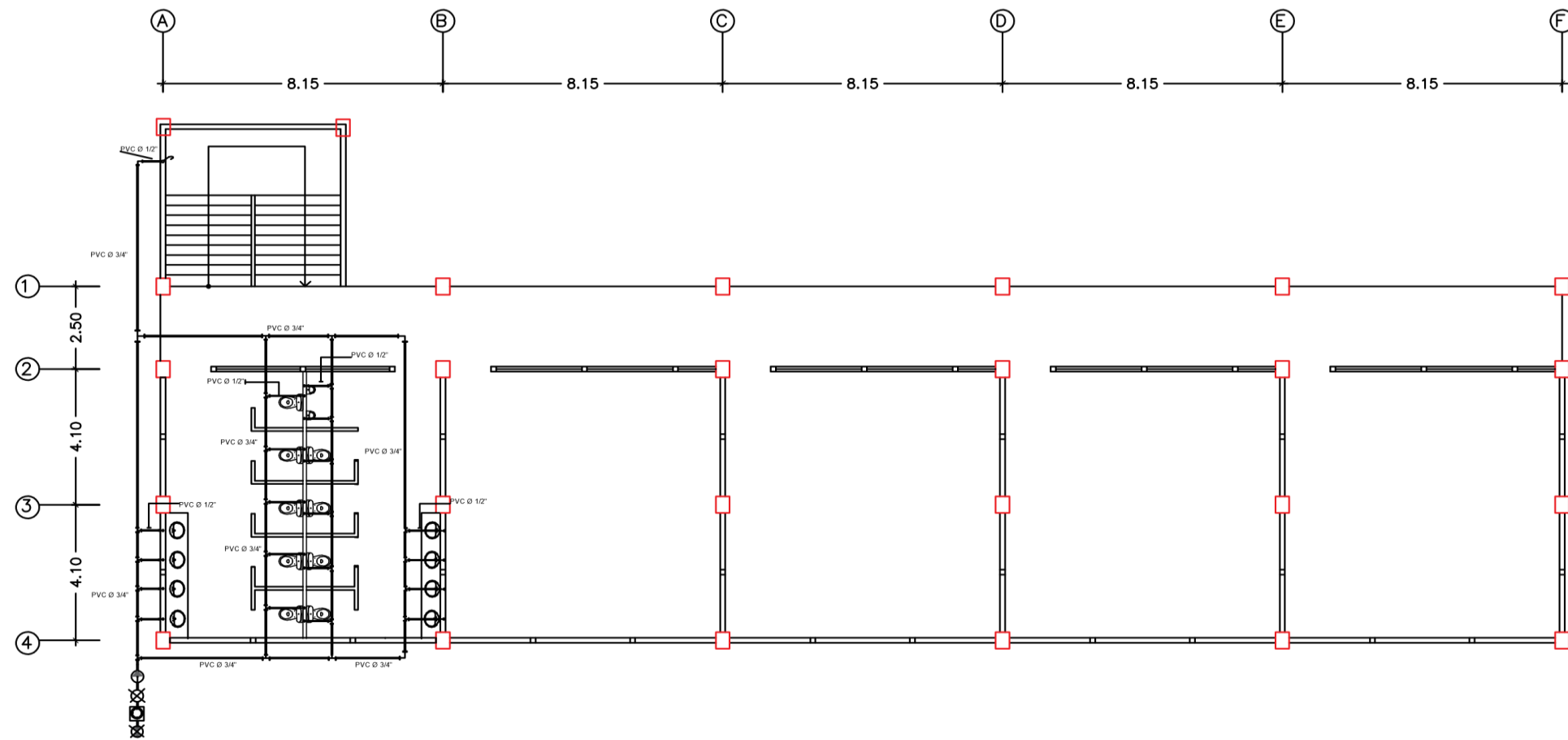


**PRIMER NIVEL**  
ALDEA EL PARAISO  
1/100

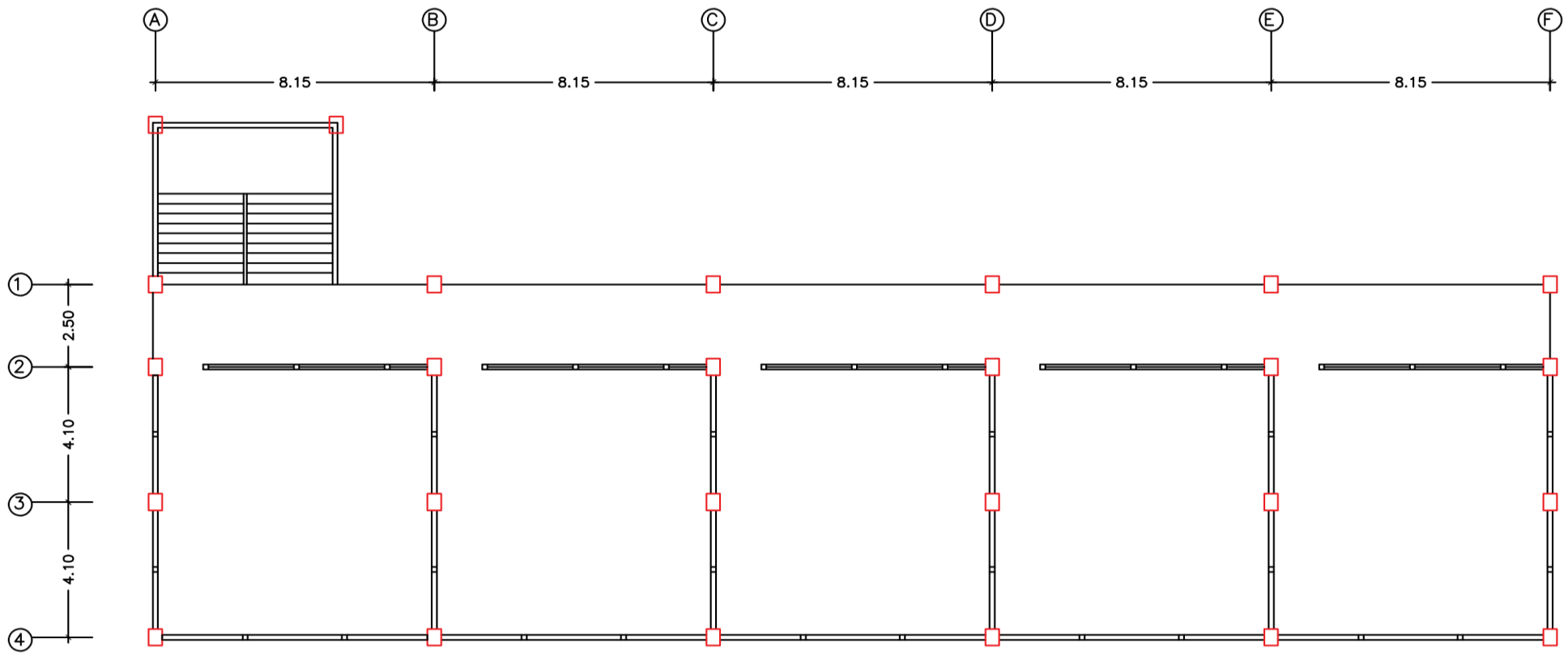


**SEGUNDO NIVEL**  
ALDEA EL PARAISO  
1/100

 <p>EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE JALAPA</p>	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>	
	UBICACION: ALDEA EL PARAISO, JALAPA, JALAPA	FECHA: 2021
	PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR PARA LA ALDEA EL PARAISO, JALAPA, JALAPA	ESCALA:
	CONTENIDO : PLANTA ACOTADA	DISEÑO: ANDREA MAZARIEGOS DIBUJO: ANDREA MAZARIEGOS CALCULO: ANDREA MAZARIEGOS
VO. BO. ASESOR EPS		H O J A <b>02</b> / <b>10</b> ING. MANUEL ARRIVILLAGA

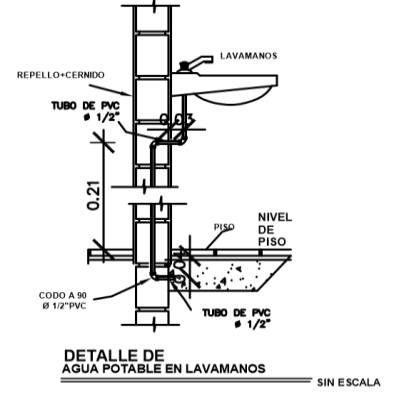
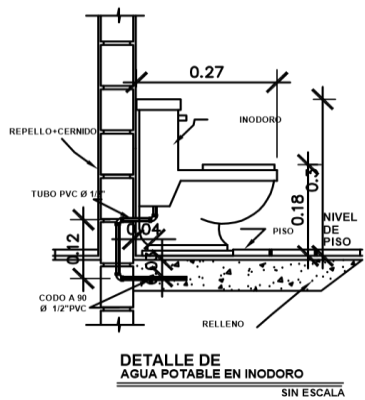
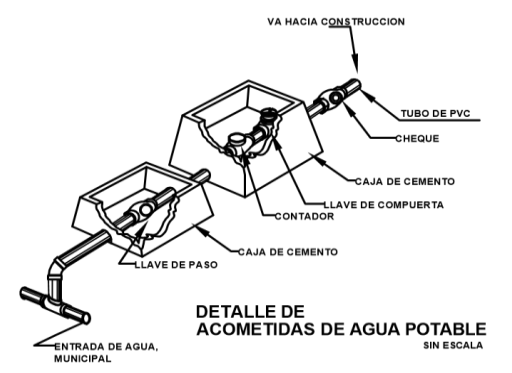


**PRIMER NIVEL**  
ALDEA EL PARAISO 1/100



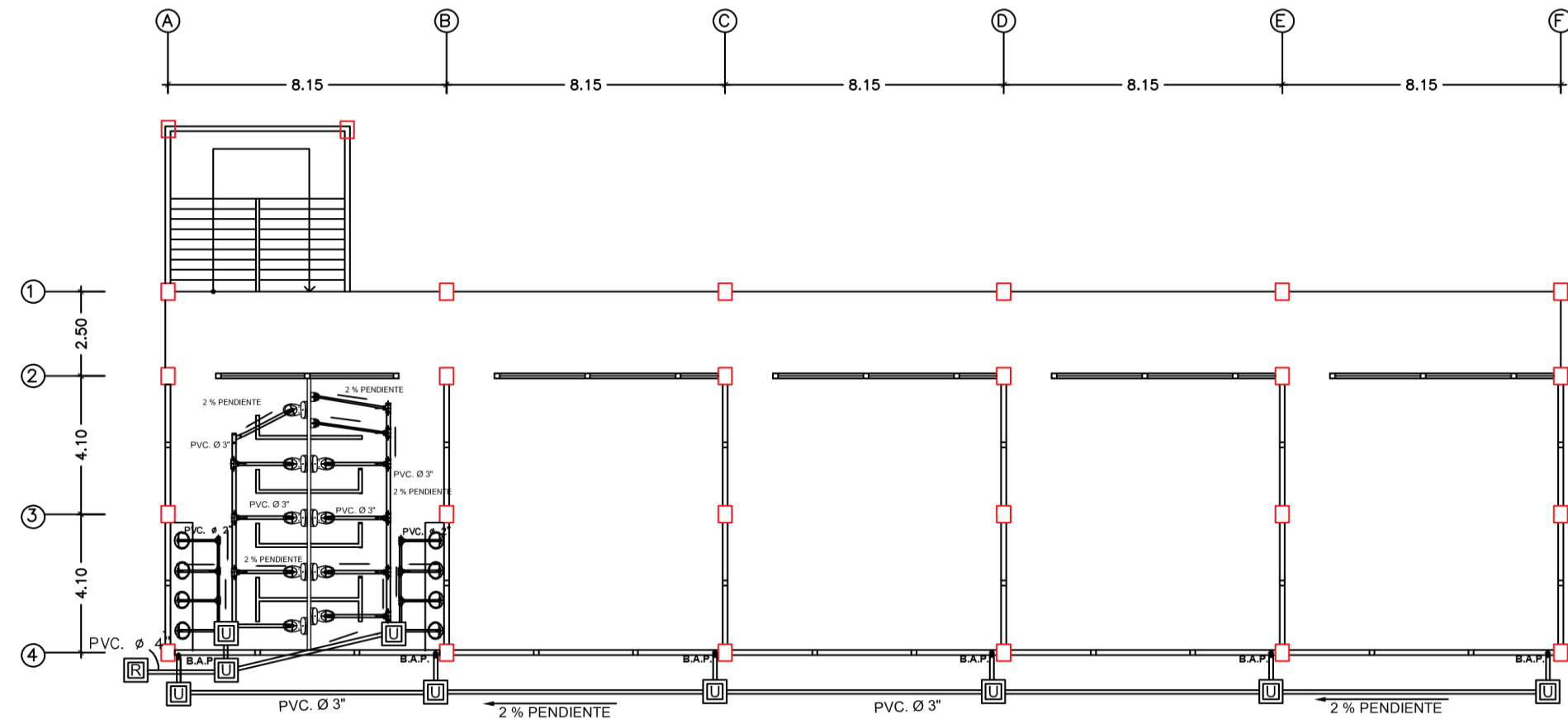
**SEGUNDO NIVEL**  
ALDEA EL PARAISO 1/100

SIMBOLOGÍA HIDRAULICA			
	VALVULA DE PASO		CODO 90 HORIZONTAL DIAMETRO INDICADO
	VALVULA DE CONTADOR		TEE HORIZONTAL DIAMETRO INDICADO
	VALVULA DE COMPUERTA		TEE VERTICAL DIAMETRO INDICADO
	VALVULA DE CHEQUE		TEE HORIZONTAL REDUCIDORA DE 3/4" A 1/2"
	TUBERÍA PVC DIAMETRO INDICADO		GRIFO PARA MANGUERA
	CODO 90 VERTICAL DIAMETRO INDICADO		

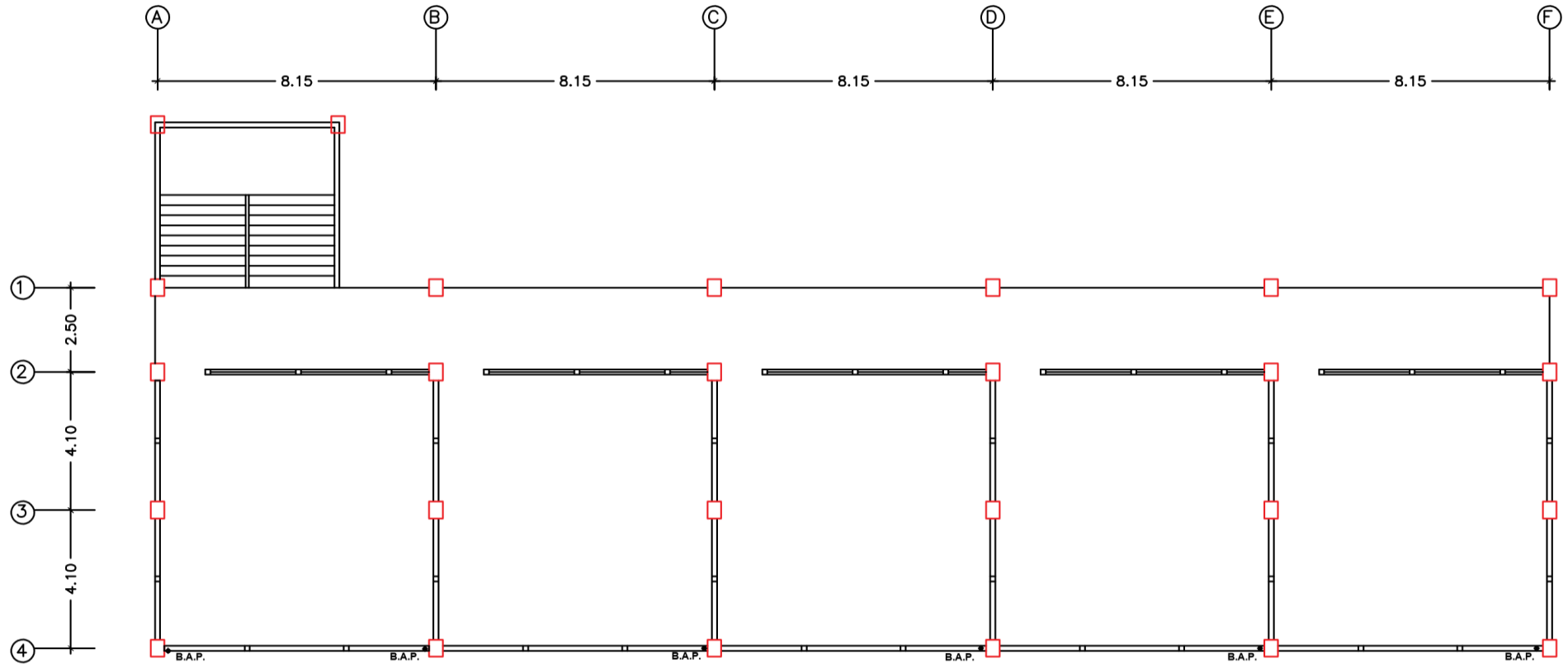


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
UBICACION: ALDEA EL PARAISO, JALAPA, JALAPA	FECHA: 2021
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR PARA LA ALDEA EL PARAISO, JALAPA, JALAPA	ESCALA:
CONTENIDO: INSTALACIONES HIDRAULICAS	DISEÑO: ANDREA HAZAREGOS
VO. BO. ASESOR EPS	DIBUJO: ANDREA HAZAREGOS
	CALCULO: ANDREA HAZAREGOS
	H O J A
	03 / 10
ING. MANUEL ARRIVILLAGA	



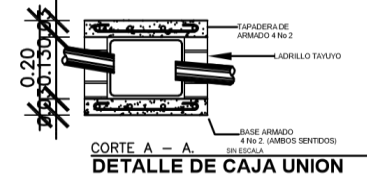
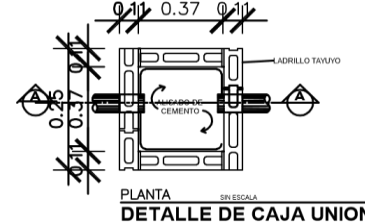
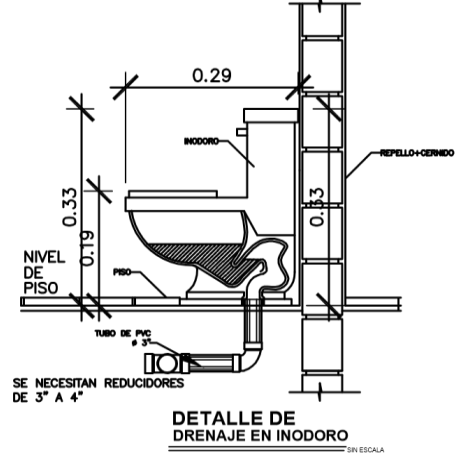
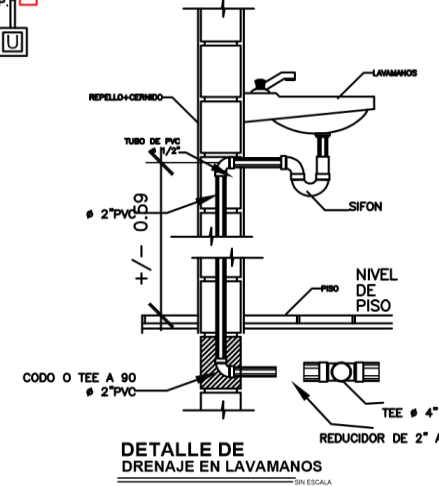


**PRIMER NIVEL**  
ALDEA EL PARAISO  
1/100

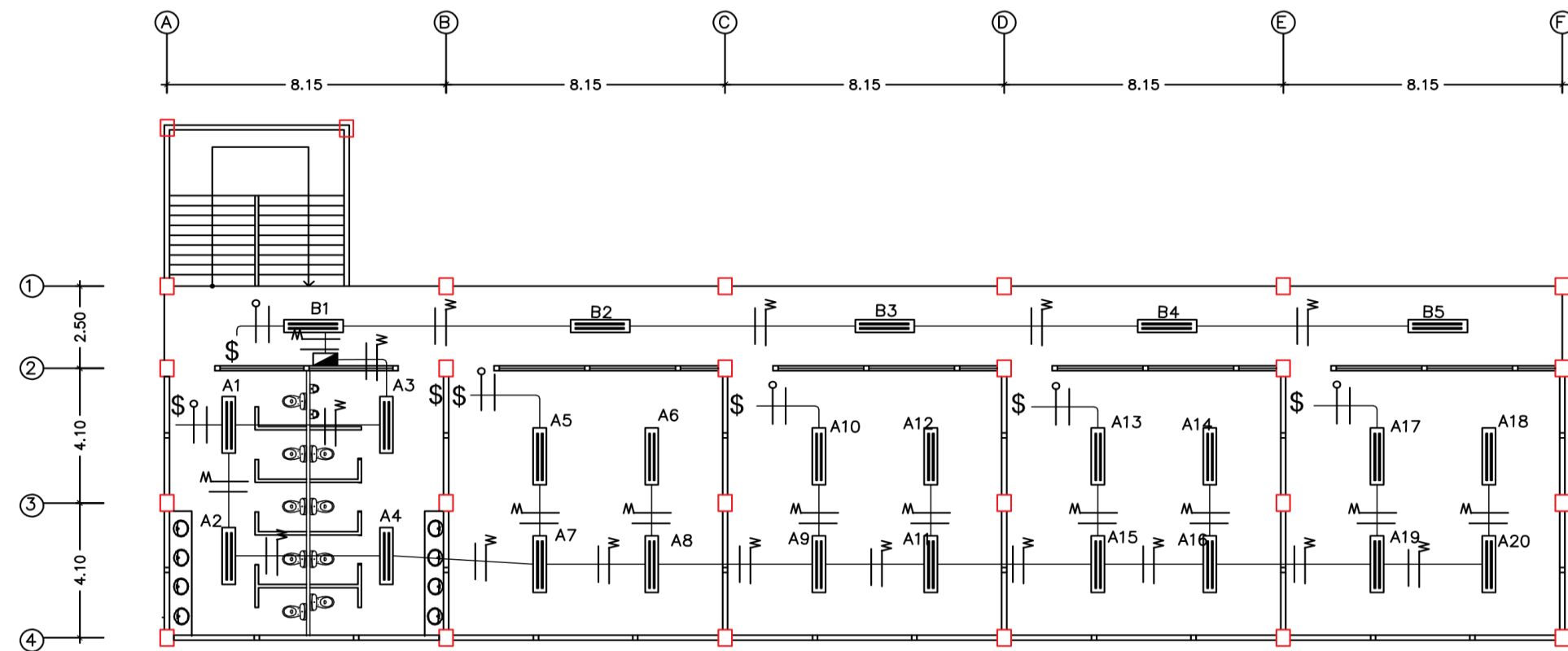


**SEGUNDO NIVEL**  
ALDEA EL PARAISO  
1/100

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA P.V.C. PARA AGUAS NEGRAS CON PENDIENTE INDICADA
	TUBERIA P.V.C. PARA AGUAS PLUVIALES CON PENDIENTE INDICADA
	BAJADA DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES
	CODO P.V.C. HORIZONTAL 90°
	CODO P.V.C. VERTICAL A 90°
	CODO P.V.C. HORIZONTAL A 45°
	TEE SANITARIA P.V.C. HORIZONTAL A 90°
	SIFON TERMINAL P.V.C.
	CAJA UNION
	INDICA SENTIDO DE LA PENDIENTE INDICADA
	CAJA DE REGISTRO
	B.A.P.

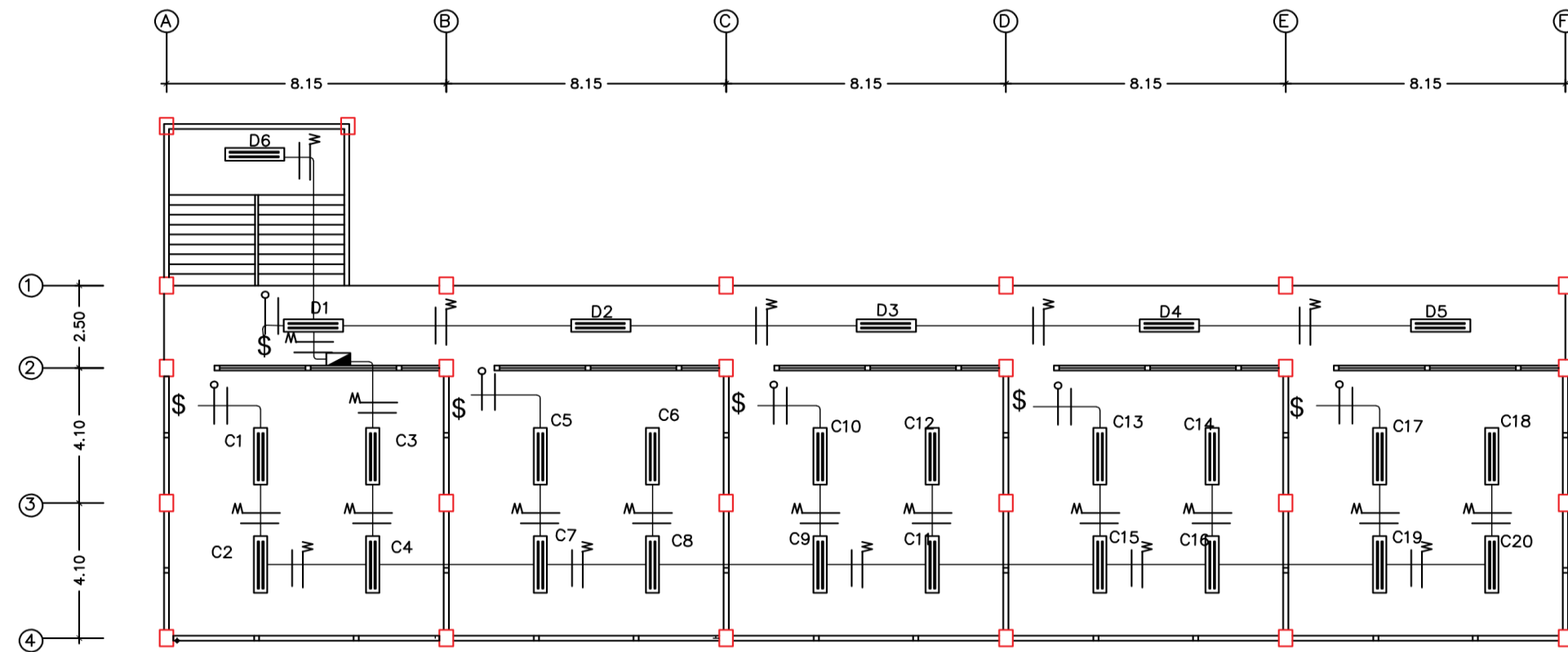


	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
	UBICACION: ALDEA EL PARAISO, JALAPA, JALAPA	
	PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR PARA LA ALDEA EL PARAISO, JALAPA, JALAPA	FECHA: 2021
	CONTENIDO: INSTALACIONES SANITARIAS Y PLUVIALES	ESCALA:
VO. BO. ASESOR EPS	DISEÑO: ANDREA HAZAREGOS DIBUJO: ANDREA HAZAREGOS CALCULO: ANDREA HAZAREGOS	H O J A
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE JALAPA	ING. MANUEL ARRIVILLAGA	04 / 10



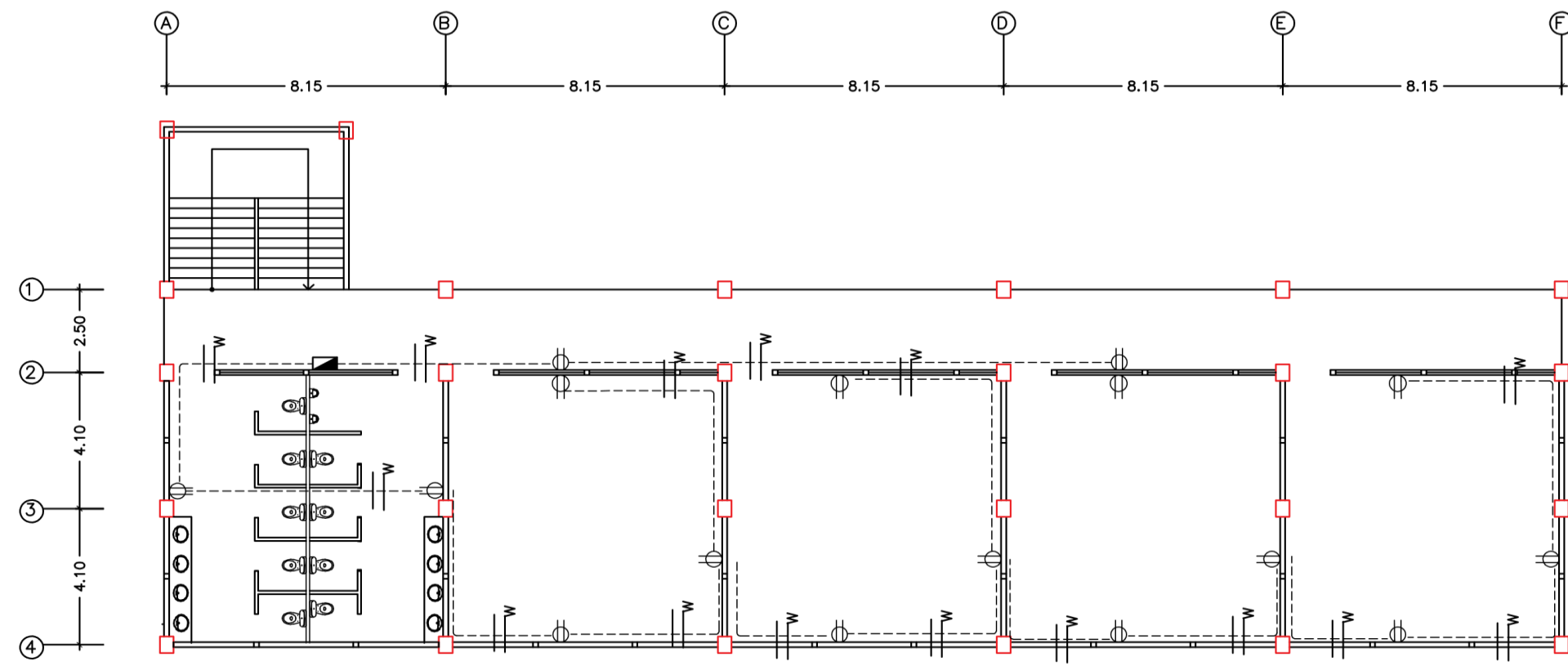
SIMBOLOGIA ELECTRICA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TABLERO DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS
	CONTADOR ELECTRICO
	LAMPARA TIPO INDUSTRIAL
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INDICA ALAMBRE NEUTRO
	INDICA ALAMBRE VIVA
	INDICA ALAMBRE RETORNO
	TUBERIA TIPO POLIDUCTO
	TUBERIA TIPO POLIDUCTO BAJO TIERRA

*PRIMER NIVEL*  
ALDEA EL PARAISO 1/100

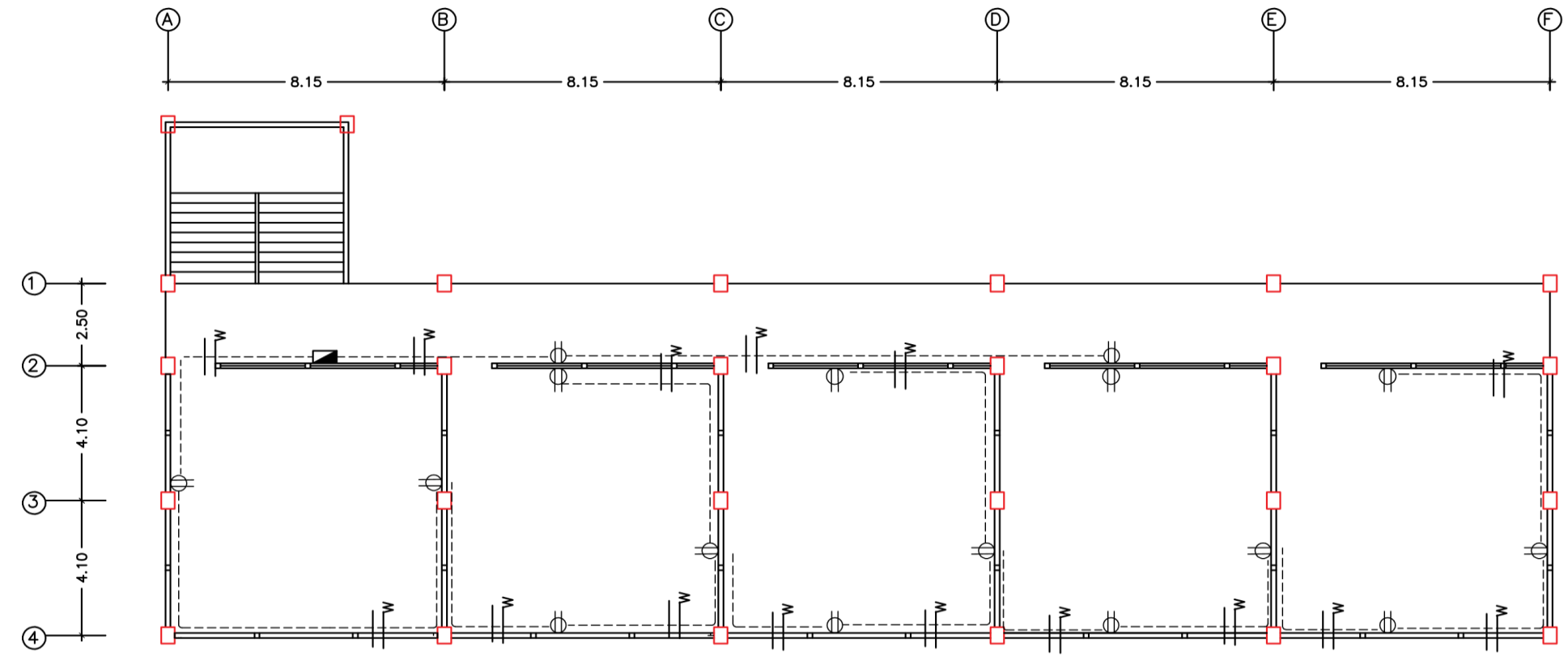


*SEGUNDO NIVEL*  
ALDEA EL PARAISO 1/100

 <b>EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</b> MUNICIPALIDAD DE JALAPA	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA	
	UBICACION:	ALDEA EL PARAISO, JALAPA, JALAPA
	PROYECTO:	DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR PARA LA ALDEA EL PARAISO, JALAPA, JALAPA
	CONTENIDO:	PLANTA DE ILUMINACION
	VO. BO. ASESOR EPS	
		FECHA: 2021 ESCALA: DISEÑO: ANDREA MAZAREGOS DIBUJO: ANDREA MAZAREGOS CALCULO: ANDREA MAZAREGOS H O J A <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">05 / 10</div>

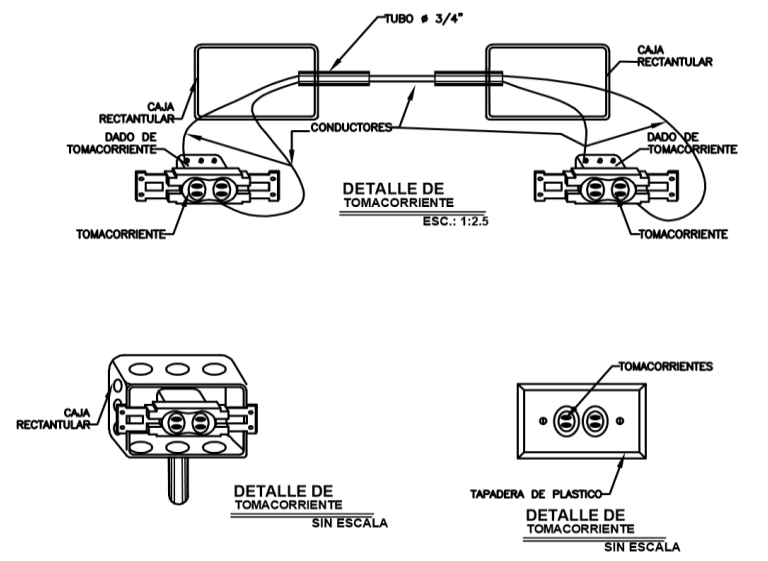


**PRIMER NIVEL**  
ALDEA EL PARAISO  
1/100

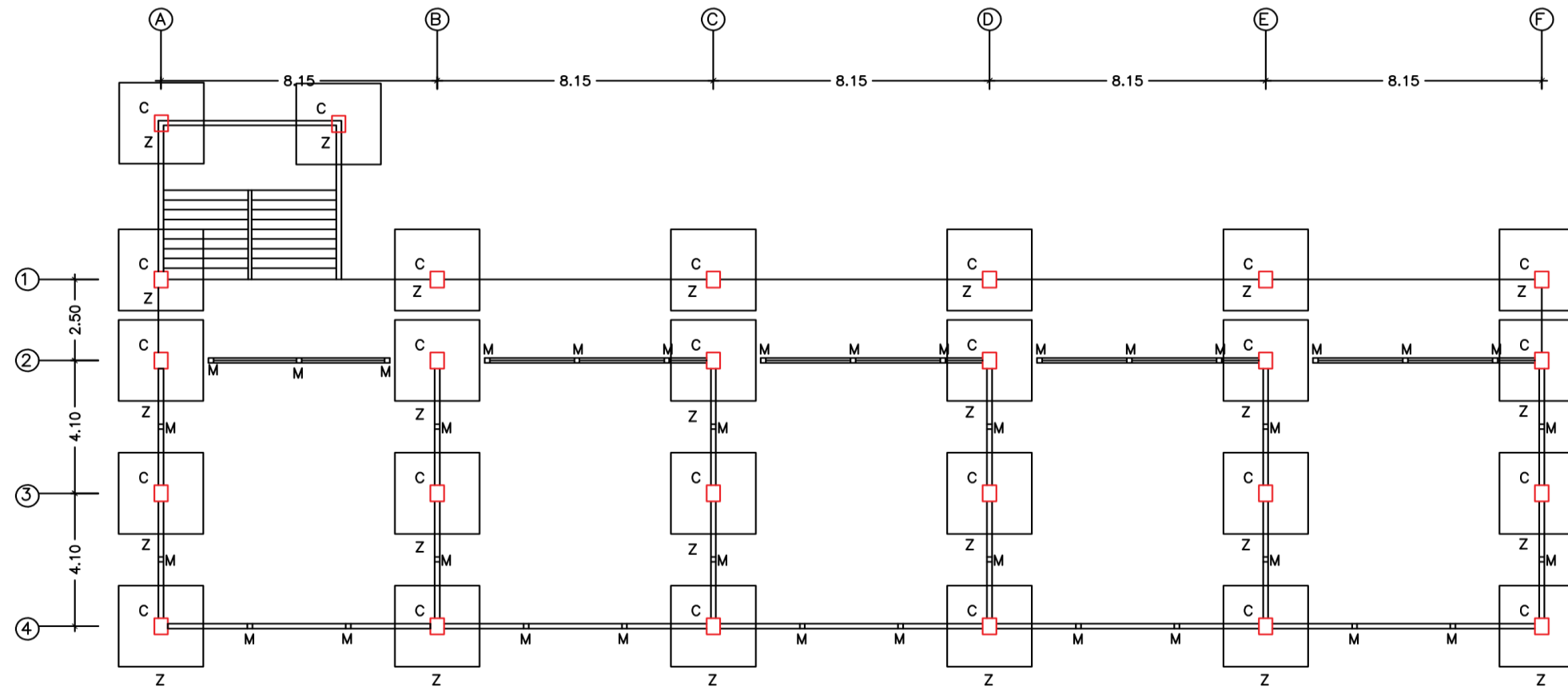


**SEGUNDO NIVEL**  
ALDEA EL PARAISO  
1/100

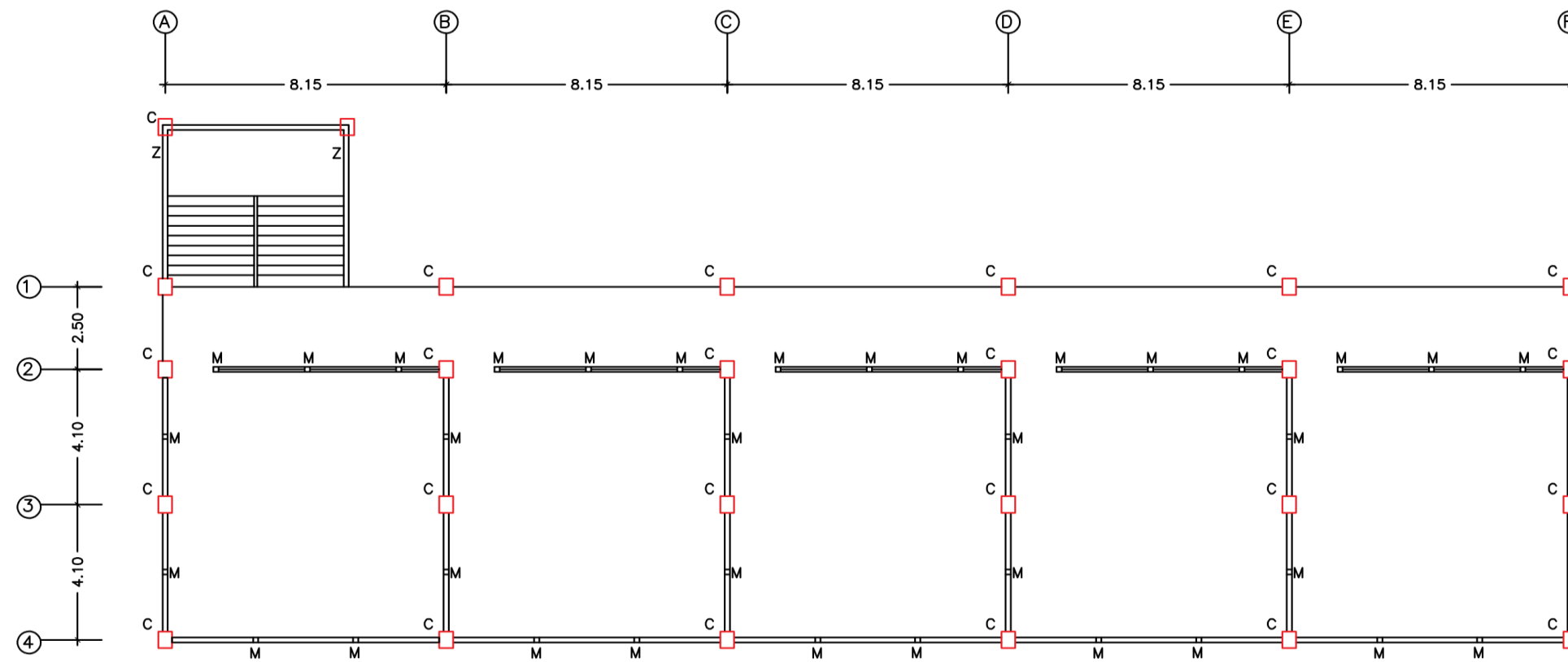
SIMBOLOGIA ELECTRICA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TABLERO DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS
	CONTADOR ELECTRICO
	LAMPARA TIPO INDUSTRIAL
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INDICA ALAMBRE NEUTRO
	INDICA ALAMBRE VIVA
	INDICA ALAMBRE RETORNO
	TUBERIA TIPO POLIDUCTO
	TUBERIA TIPO POLIDUCTO BAJO TIERRA




	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA	
	UBICACION:	ALDEA EL PARAISO, JALAPA, JALAPA
	PROYECTO:	DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR PARA LA ALDEA EL PARAISO, JALAPA, JALAPA
	CONTENIDO :	PLANTA DE FUERZA
<b>EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</b> MUNICIPALIDAD DE JALAPA	VO. BO. ASESOR EPS	FECHA: 2021 ESCALA: DISEÑO: ANDREA MAZAREGOS DIBUJO: ANDREA MAZAREGOS CALCULO: ANDREA MAZAREGOS H O J A <b>06</b> / 10
	ING. MANUEL ARRILLAGA	

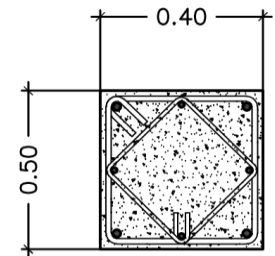


**PRIMER NIVEL**  
ALDEA EL PARAISO 1/100



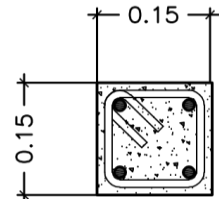
**SEGUNDO NIVEL**  
ALDEA EL PARAISO 1/100

 <b>EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</b> MUNICIPALIDAD DE JALAPA	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA	
	UBICACION:	ALDEA EL PARAISO, JALAPA, JALAPA
	PROYECTO:	DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR PARA LA ALDEA EL PARAISO, JALAPA, JALAPA
	CONTENIDO:	CIMENTACION Y COLUMNAS
	VO. BO. ASESOR EPS	
	FECHA: 2021	ESCALA:
	DISEÑO: ANDREA MAZAREGOS	DIBUJO: ANDREA MAZAREGOS
	CALCULO: ANDREA MAZAREGOS	H O J A
	ING. MANUEL ARRIVILLAGA	07 / 10



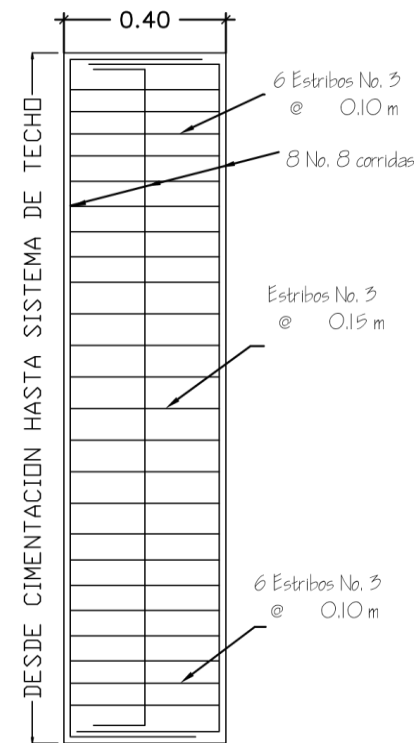
8 No. 8 corridas + 6 estribos No. 3 @ 0.10 m

**ARMADO DE COLUMNA**  
ESCALA: 1:15

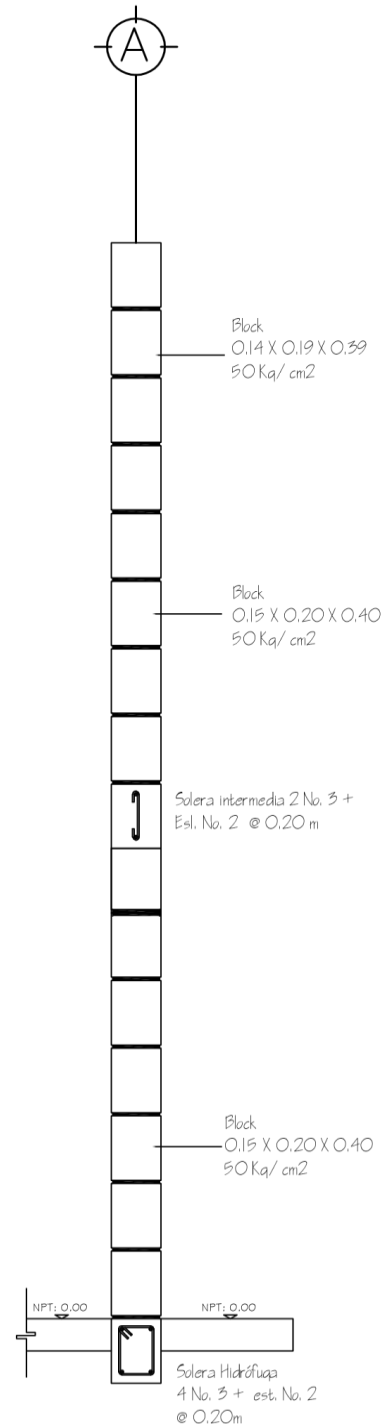


4 No. 3 corridas + Estribo No. 2 @ 0.10 m

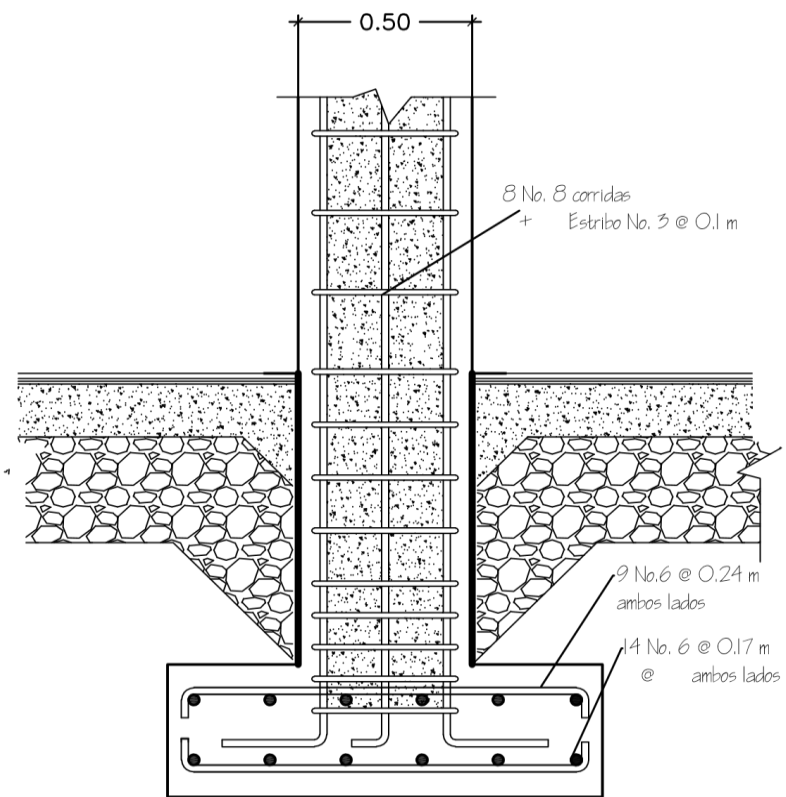
**ARMADO DE MOCHETA**  
ESCALA: 1:15



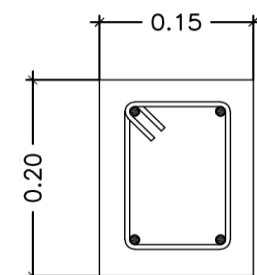
**ARMADO DE COLUMNA**  
SIN ESCALA



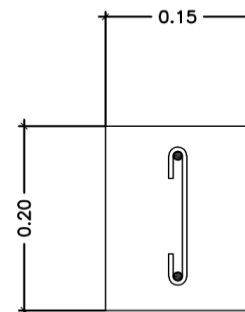
**CORTE TÍPICO DE MURO**  
ESCALA: 1:10



**ARMADO DE ZAPATA**  
ESCALA: 1:15

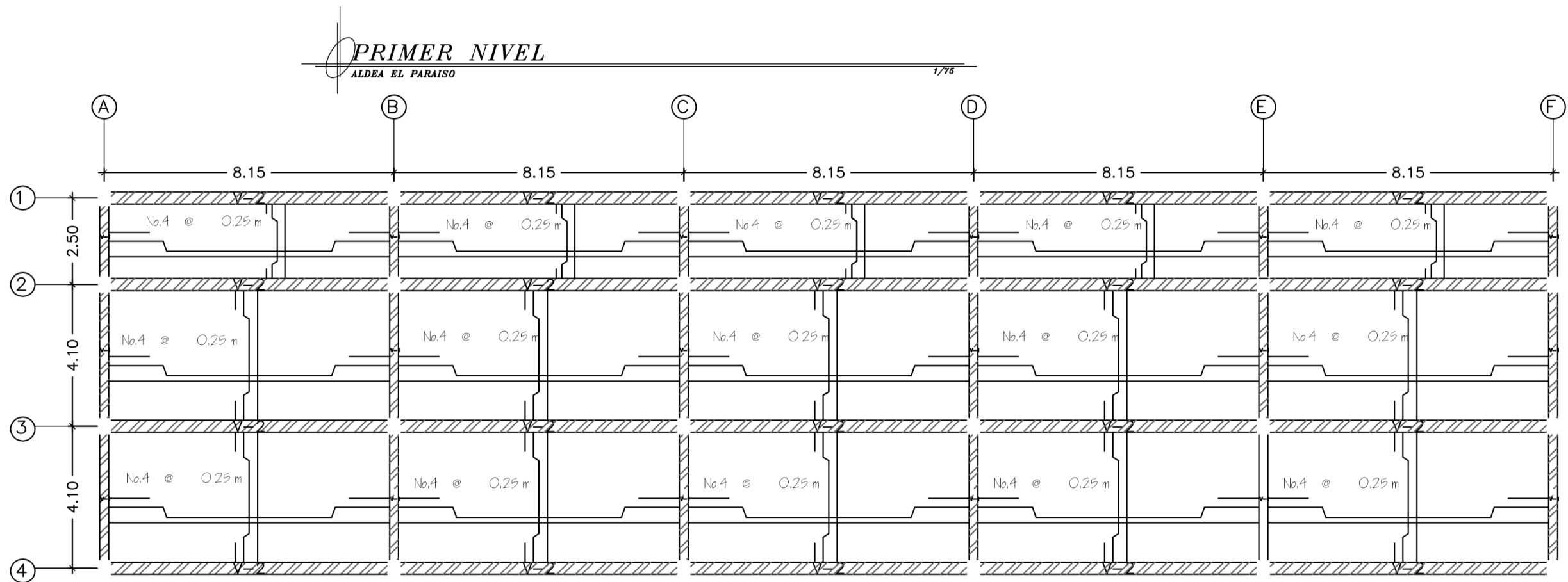
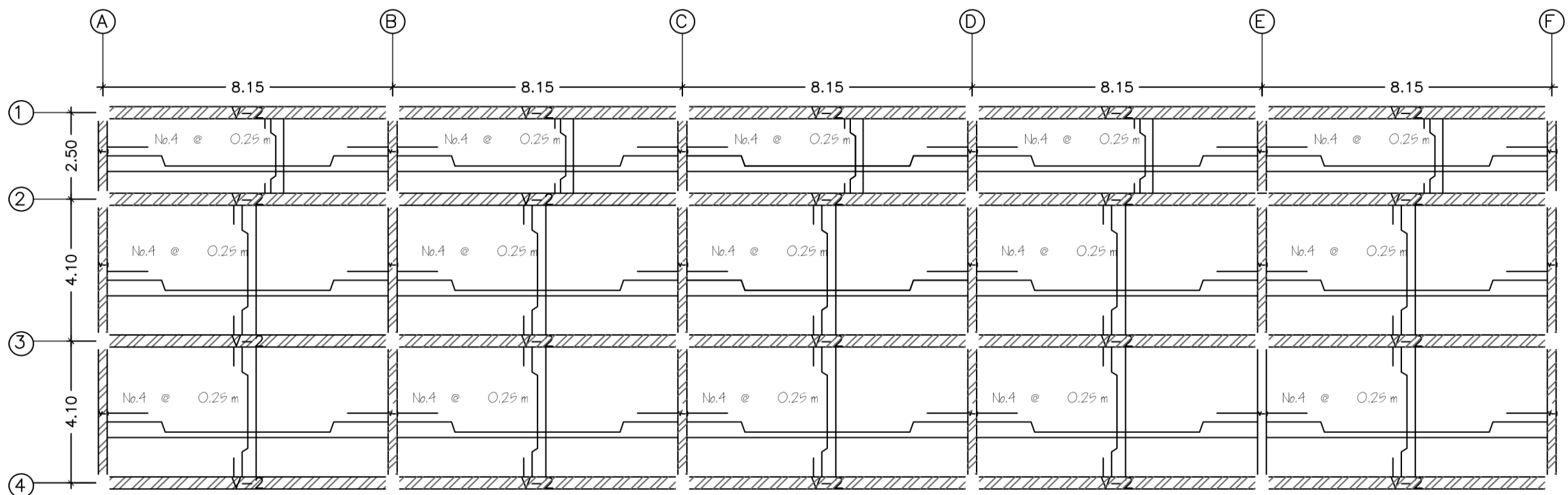



**ARMADO DE SOLERA DE HUMEDAD**  
ESCALA: 1:14



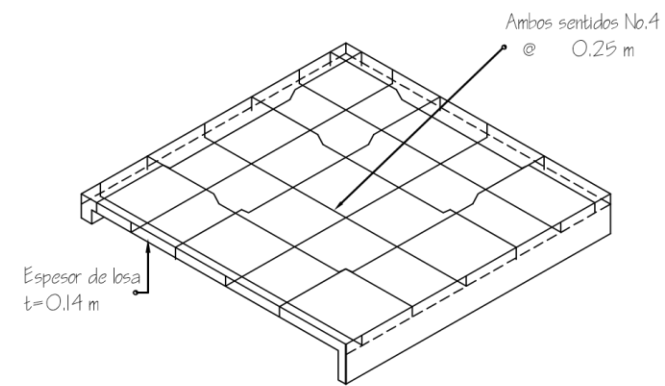
**ARMADO DE SOLERA INTERMEDIA**  
ESCALA: 1:14

	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA	
	UBICACION:	ALDEA EL PARAISO, JALAPA, JALAPA
	PROYECTO:	DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR PARA LA ALDEA EL PARAISO, JALAPA, JALAPA
	FECHA:	2021
<b>EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</b> MUNICIPALIDAD DE JALAPA	CONTENIDO :	DETALLE DE ARMADO DE CIMENTACIONES + DETALLE DE ARMADO DE COLUMNAS Y MUROS
	VO. BO. ASESOR EPS	
	H O J A	08 / 10
ING. MANUEL ARRILLAGA		

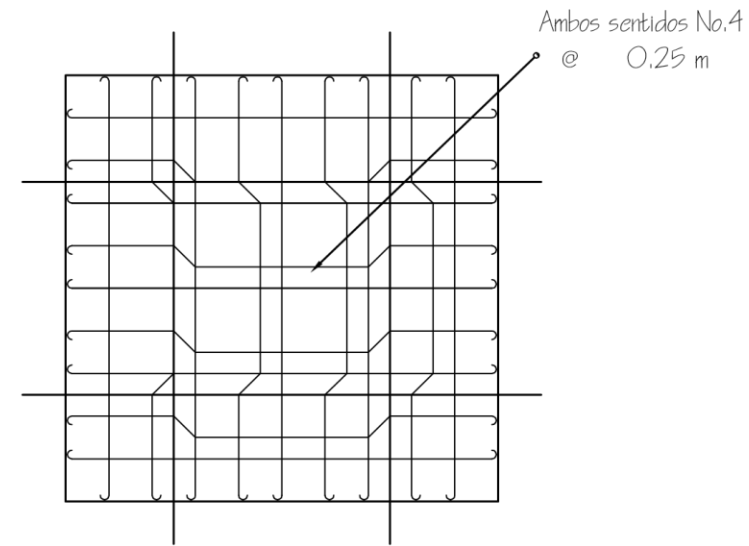


 <b>EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</b> <b>MUNICIPALIDAD DE JALAPA</b>	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA	
	UBICACION: ALDEA EL PARAISO, JALAPA, JALAPA	FECHA: 2021
	PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR PARA LA ALDEA EL PARAISO, JALAPA, JALAPA	ESCALA:
	CONTENIDO: ARMADO DE LOSAS Y VIGAS	DISEÑO: ANDREA HAZAREGOS
VO. BO. ASESOR EPS	CALCULO: ANDREA HAZAREGOS	H O J A
ING. MANUEL ARRILLAGA		09 / 10

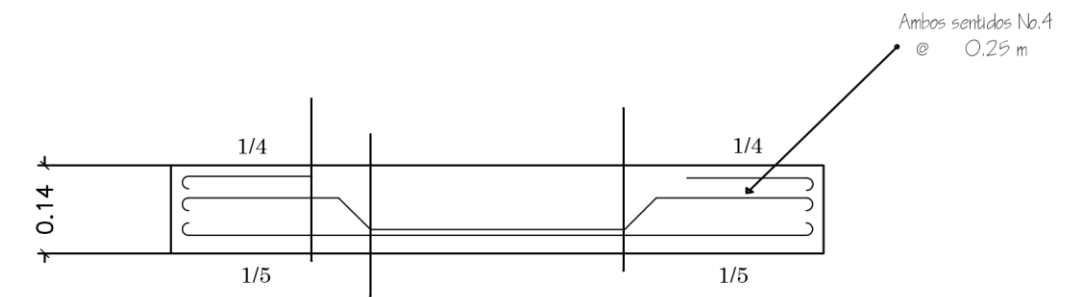




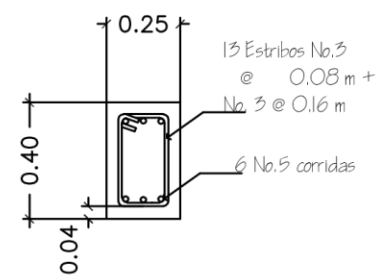
**ARMADO DE LOSA**  
SIN ESCALA



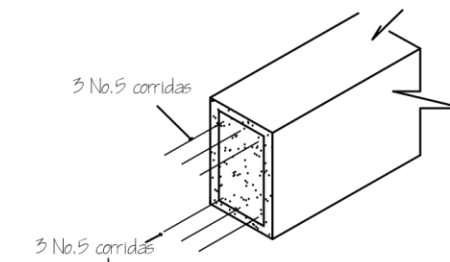
**PLANTA DE LOSA**  
SIN ESCALA



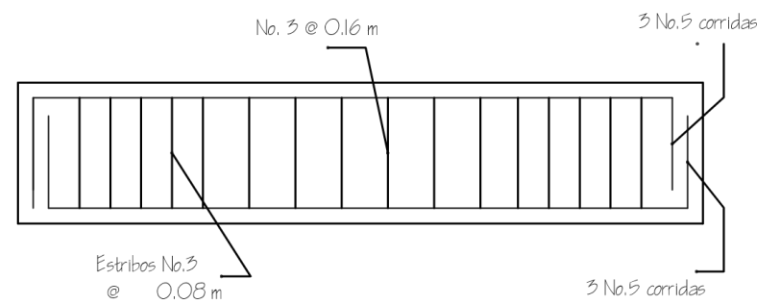
**PERFIL DE LOSA**  
SIN ESCALA



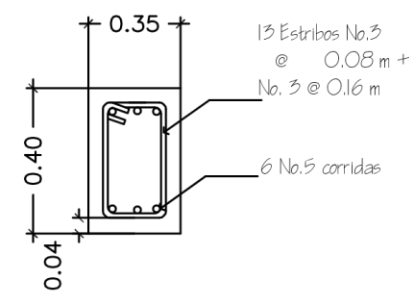
**ARMADO DE VIGA V-1**  
ESCALA: 1:6



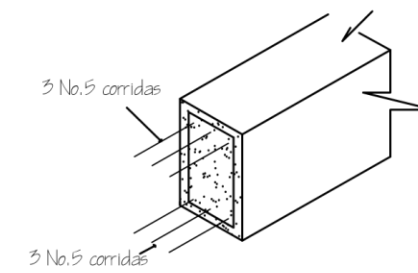
**ISOMETRICO VIGA V-1**  
SIN ESCALA



**ARMADO DE VIGA V-2**  
SIN ESCALA



**ARMADO DE VIGA V-1**  
ESCALA: 1:6




**ISOMETRICO VIGA V-2**  
SIN ESCALA


	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA	
	UBICACION: ALDEA EL PARAISO, JALAPA, JALAPA PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR PARA LA ALDEA EL PARAISO, JALAPA, JALAPA CONTENIDO: DETALLE DE ARMADO DE LOSAS Y VIGAS VO. BO. ASESOR EPS	FECHA: 2021 ESCALA: DISEÑO: ANDREA MAZAREGOS DIBUJO: ANDREA MAZAREGOS CALCULO: ANDREA MAZAREGOS H O J A 10 / 10
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE JALAPA	ING. MANUEL ARRIVALLAGA	

# ANEXOS

## Anexo 1. Resultado de ensayo físico químico de la calidad del agua



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



---

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO

O.T. No. 4881		IVF No. 28.229 <b>No. 10616</b>	
INTERESADO: <b>ANDREA MISHELLE MAZARIEGOS QUILADA, REGISTRO ACADÉMICO 201602926</b>		PROYECTO: <b>DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD DE LA ALDEA ARLOROMA, JALAPA.</b>	
RECOLECTADA POR: <u>Intervista</u>		DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERIA USAC</u>	
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>ALDEA ARLOROMA</u>		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2021-07-05, 15 h 00 min</u>	
FUENTE: <u>Nacimiento</u>		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB: <u>2021-07-05, 11 h 03 min</u>	
MUNICIPIO: <u>Jalapa</u>		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Sin refrigeración</u>	
DEPARTAMENTO: <u>Jalapa</u>			

RESULTADOS			
1. ASPECTO	Clas	4. OLOR	Insolens
2. COLOR	01,00 Unidades	5 SABOR	-----
3. TURBIEDAD	00,40 UNT	6 potencial de Hidrogeno (pH)	07,40 unidades
		7 TEMPERATURA (fin el momento de recolección)	--
		8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	213,00 $\mu$ hm/cm
		9 SÓLIDOS DISUELTOS	114 mg/l

SUSTANCIAS		mg/l	SUSTANCIAS		mg/l
1 CALCIO (Ca)		10,00	6 CLORUROS (Cl)		08,00
2 NITRITOS (NO <sub>2</sub> )		00,021	7 MAGNESIO (Mg)		02,00
3 NITRATOS (NO <sub>3</sub> )		10,00	8 SULFATOS (SO <sub>4</sub> )		03,00
4 CLORO RESIDUAL		--	9 HIERRO TOTAL (Fe)		00,03
5 MANGANESO (Mn)		00,022	10 DUREZA TOTAL		34,00

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
00,00	00,00	106,00	106,00

OTRAS DETERMINACIONES: Amatizo 0,51 mg/l


OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física el agua cumple con la norma. Desde el punto de vista de la calidad química, Indicadores Químicos de Contaminación AMBIENTAL sobrepasa el límite máximo de contaminación, según Normas de Calidad para las Fuentes de Agua de las Normas Intersectoriales para el Agua Potable, de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.M.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21<sup>ST</sup> EDITION 2 002, NORMAS COGULADOR NGD-4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.


Guatemala, 2021-07-14

DIRECCION

Vo Bo  
INGA TELMA MARCELA CANO MORELES  
DIRECCION DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA USAC



Zelma Pineda Siles  
Ing. Químico Col. No. 426  
MSc. en Ingeniería Sanitaria  
Jefe Técnico Laboratorio




FACULTAD DE INGENIERIA --USAC--  
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12  
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8030 Ext. 86208 y 86221 Fax: 2418-9121  
Página web: <http://ci.usac.edu.gt>


Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería. Facultad de Ingeniería, USAC.



Anexo 2. Resultado de ensayo bacteriológico de la calidad del agua



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



EXAMEN BACTERIOLOGICO		No. 10615
O.T. No. 40851		No. No. X-366 878
INTERESADO	ANDREA MISHELLE MAZARIEGOS QUIJADA REGISTRO ACADÉMICO 2011602926	PROYECTO DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD DE LA ALDEA ARLOROMA, JALAPA, JALAPA
MUESTRA RECOLECTADA POR	Intermedia	DEPENDENCIA FACULTAD DE INGENIERIAS/USAC
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA	ALDEA ARLOROMA	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2021-07-03 13:00pm
FUENTE	Manantial	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 2021-07-06 10:09am
MUNICIPIO	Jalapa	CONDICIONES DE TRANSPORTE: Con refrigeración
DEPARTAMENTO	Jalapa	
SABOR	----	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN No hay
ASPECTO	Claro	COLOR RESIDUAL ----
OLOR	Inodora	

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENOS)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm <sup>3</sup>	----	Inecesaria	Inecesaria
01,00 cm <sup>3</sup>	----	Inecesaria	Inecesaria
00,10 cm <sup>3</sup>	----	Inecesaria	Inecesaria
RESULTADO NUMERO MAS PROBABLE DE GERMINES COLIFORMES/100cm <sup>3</sup>		< 1,8	< 1,8


TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21<sup>TH</sup> NORMA COGUANOR NGO 4 016. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: EL AGUA SE ENMARCA EN LA CLASIFICACIÓN 1: CALIDAD BACTERIOLÓGICA QUE NO PRECISA MÁS QUE UN SIMPLE TRATAMIENTO DE DESINFECCIÓN SEGÚN NORMAS DE CALIDAD PARA LAS FUENTES DE AGUA, DE LAS NORMAS INTERNACIONALES PARA EL AGUA POTABLE DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS).



Guatemala, 2021-07-14

Vo Bo.

INGA. TELMA MARICELA CASO MORALES  
DIRECTORA COU/USAC



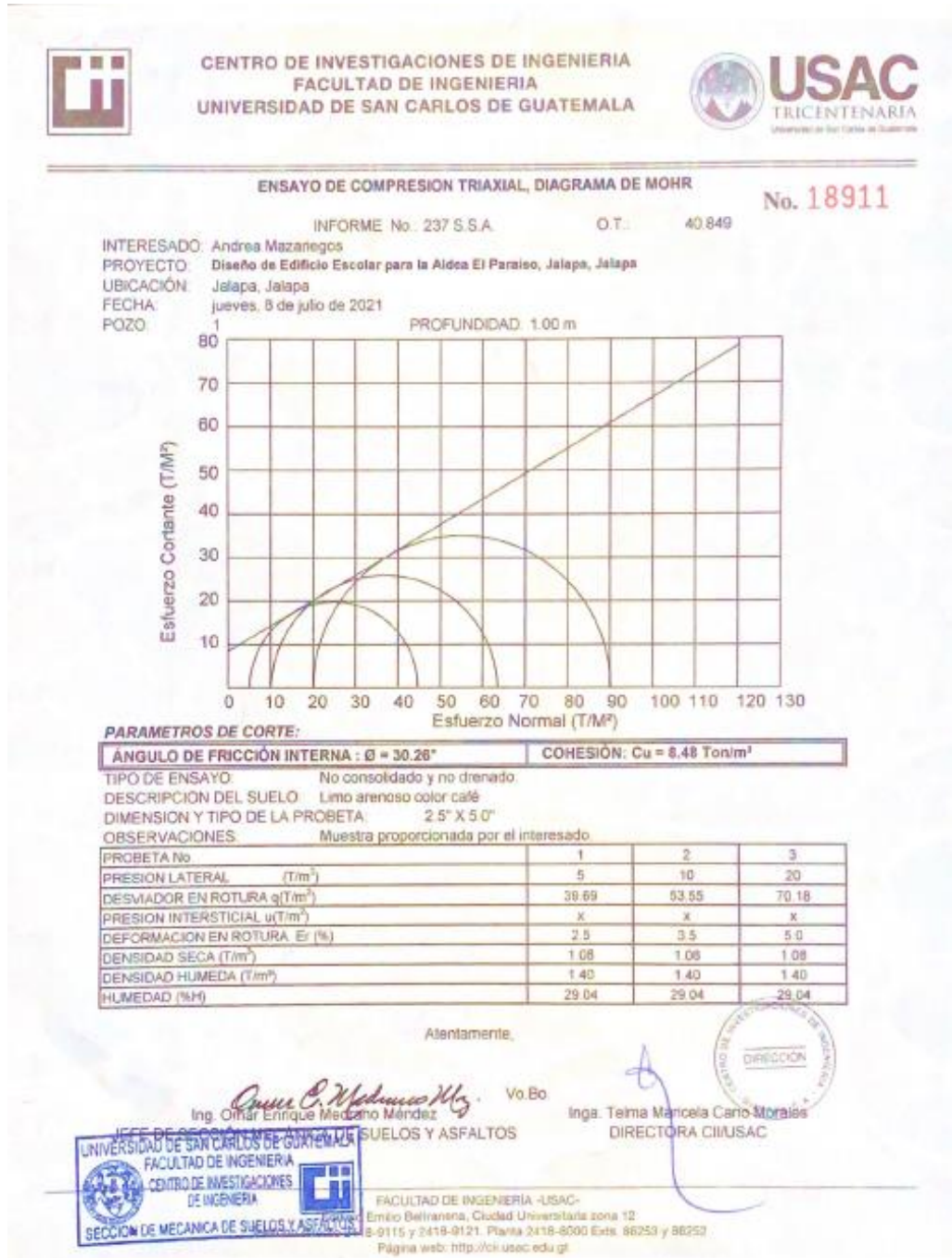
Zelmar Mach Sandoval  
Ing. Químico Cel. No. 480  
MSc en Ingeniería Sanitaria  
Jefe Técnico Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC -  
Edificio 14, Ciudad Universitaria zona 12  
Teléfono directo: 2418-9110, Planta: 2418-8000 Ext. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121  
Página web: http://ci.usac.edu.gt

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería. Facultad de Ingeniería, USAC.

### Anexo 3. Resultado del ensayo de compresión triaxial



Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería. Facultad de Ingeniería, USAC.

