



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

**DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR PARA EL CASERIO PACAJAY Y  
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ  
BLANCA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

**Byron Daniel Alvarado Popol**

Asesorado por la Inga. Christa Del Rosario Classon de Pinto

Guatemala, julio de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR PARA EL CASERIO PACAJAY Y  
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ  
BLANCA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**BYRON DANIEL ALVARADO POPOL**  
ASESORADO POR EL INGA. CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, JULIO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO a.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 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
EXAMINADORA	Inga. Christa Del Rosario Classon de Pinto
EXAMINADORA	Ing. Óscar Argueta Hernández
EXAMINADOR	Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR PARA EL CASERIO PACAJAY Y  
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ  
BLANCA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 21 de mayo de 2021.



**Byron Daniel Alvarado Popol**

Universidad de San Carlos de  
Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Unidad de EPS

Guatemala, 18 de abril de 2023  
REF.EPS.DOC.177.04.2023

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

Estimado Ingeniero Argueta Hernández:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Byron Daniel Alvarado Popol**, CUI 2627 15430 0109 y **Registro Académico 201503635** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR PARA EL CASERÍO PACAJAY Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ BLANCA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA.**

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”

Inga. Christa Classon de Pinto  
Asesora-Supervisora de EPS  
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo  
CCdP/ra

Universidad de San Carlos de  
Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Unidad de EPS

Guatemala, 02 de mayo de 2023  
REF.EPS.D.150.05.2023

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

Estimado Ingeniero Fuentes Roca:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR PARA EL CASERÍO PACAJAY Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ BLANCA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Byron Daniel Alvarado Popol, CUI 2627 15430 0109 y Registro Académico 201503635**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Christa Classon de Pinto.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Oscar Argueta Hernández  
Director Unidad de EPS

OAH/ra



Guatemala, 22 de marzo 2023

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

Ingeniero Aguilar:

Por medio de la presente comunico a usted, que a través del Departamento de Hidráulica de la Escuela de Ingeniería Civil se ha revisado el Trabajo Final de EPS, **“Diseño De Edificio Escolar Para El Caserío Pacajay Y Alcantarillado Sanitario Para El Sector Las Trojes 1, Aldea Cruz Blanca, San Juan Sacatepéquez, Guatemala”**, del estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, **Byron Daniel Alvarado Popol, Registro Académico: 201503635**, quien contó con la asesoría de la **Inga. Christa Classon De Pinto**.

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

**Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa**  
**Revisor del Departamento de Hidráulica**

Asesor  
Interesado





ING.DIRECTOR.153.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 DE EDIFICIO ESCOLAR PARA EL CASERIO PACAJAY Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ BLANCA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, presentado por: **Byron Daniel Alvarado Popol**, 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, julio de 2023





LNG.DECANATO.OI.550.2023

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR PARA EL CASERIO PACAJAY Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ BLANCA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, presentado por: **Byron Daniel Alvarado Popol**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. José Francisco Gómez Rivera  
Decano a.i.



Guatemala, julio de 2023

AACE/gaoc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por darme las fuerzas para salir adelante y siempre estar a mi lado.
- Mis padres** Carlos Alvarado y María Popol, por brindarme su apoyo incondicional, su esfuerzo y ser ejemplo de lucha, este logro va para ustedes.
- Mis hermanos** Carlos, Aracely, Erick y Lidia Alvarado, por sus consejos y apoyo a lo largo de mi vida.
- Mi abuela** Roberta Popol, por ser ejemplo de lucha y fuente de enseñanza.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por sus bendiciones derramadas en mi familia y permitirme vivir y alcanzar este logro.
<b>Mi familia</b>	Porque a pesar de los malos momentos están siempre a mi lado apoyándome para poder cumplir esta meta.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser mi casa de estudios.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por los conocimientos brindados a lo largo de la carrera.
<b>Mis amigos de la Facultad</b>	Por su apoyo y amistad a lo largo de la carrera.
<b>Mi amigo</b>	Julio Tobar, pasamos diferentes situaciones en la universidad, gracias por tu amistad y apoyo en los momentos que más lo necesitaba.
<b>Mi asesora</b>	Ing. Christa Classon de Pinto, por su asesoría y apoyo a este trabajo de graduación.
<b>Municipalidad de San Juan Sacatepéquez</b>	Por darme la oportunidad de realizar el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN .....	XXIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Monografía de las comunidades interesadas .....	1
1.1.1. Ubicación, extensión territorial y límites.....	1
1.1.2. Población y demografía .....	3
1.2. Servicios públicos .....	3
1.2.1. Educación .....	3
1.2.2. Agua potable.....	4
1.2.3. Servicios de alcantarillados .....	4
1.2.4. Salud.....	4
1.3. Diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos .....	4
1.3.1. Descripción de las necesidades .....	4
1.3.2. Evaluación y priorización de necesidades .....	5
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO Y PROFESIONAL .....	7
2.1. Diseño de edificio escolar para el caserío Pacajay, aldea Cruz Blanca, municipio de San Juan Sacatepéquez .....	7
2.1.1. Descripción del proyecto.....	7
2.1.1.1. Localización .....	7

2.1.2.	Levantamiento topográfico .....	8
2.1.3.	Análisis de suelos.....	9
2.1.3.1.	Resultados del ensayo triaxial .....	9
2.1.4.	Diseño arquitectónico .....	11
2.2.	Selección del sistema estructural a utilizar .....	12
2.2.1.	Descripción del sistema estructural de mampostería.....	13
2.2.2.	Tipos de cargas que afectan la estructura.....	13
2.2.2.1.	Cargas verticales .....	13
2.2.2.2.	Cargas horizontales .....	16
2.3.	Predimensionamiento de elementos estructurales .....	17
2.3.1.	Predimensionamiento de losa .....	17
2.3.2.	Predimensionamiento de soleras y mochetas .....	18
2.3.3.	Predimensionamiento de vigas.....	20
2.4.	Método de análisis estructural del edificio .....	20
2.4.1.	Análisis simplista .....	20
2.4.2.	Procedimiento de análisis.....	21
2.5.	Análisis estructural.....	21
2.5.1.	Integración de cargas .....	22
2.5.2.	Cálculo de cargas gravitacionales .....	22
2.5.3.	Cálculo de carga por nivel .....	24
2.5.4.	Determinación de la carga de sismo .....	26
2.5.5.	Distribución vertical de las fuerzas sísmicas .....	38
2.5.6.	Cálculo de momento de volteo .....	39
2.5.7.	Diseño de losas.....	39
2.5.8.	Cálculo de diseño de losas.....	41
2.5.9.	Diseño de vigas .....	56
2.5.10.	Diseño de muros de confinamiento, método simplista .....	63
2.5.11.	Esfuerzos admisibles.....	78

	2.5.11.1.	Cálculo de máximo esfuerzo axial permitido .....	78
	2.5.12.	Diseño de muro .....	80
	2.5.13.	Diseño cimentación de columna .....	86
	2.5.14.	Diseño de módulos de gradas .....	92
	2.5.15.	Planos constructivos .....	98
	2.5.16.	Presupuesto del proyecto .....	99
	2.5.17.	Cronograma de ejecución .....	100
3.	DISEÑO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ BLANCA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA .....		103
	3.1.	Descripción del proyecto .....	103
	3.2.	Estudio topográfico .....	103
	3.3.	Periodo de diseño .....	104
	3.4.	Cálculo de la población futura .....	104
	3.5.	Cálculo de caudales .....	104
	3.5.1.	Aspectos generales .....	105
	3.5.1.1.	Caudal domiciliar ( $Q_{dom}$ ) .....	105
	3.5.1.2.	Caudal comercial ( $Q_{com}$ ) .....	105
	3.5.1.3.	Caudal de conexiones ilícitas ( $Q_{ci}$ ) .....	106
	3.5.1.4.	Caudal industrial ( $Q_{ind}$ ) .....	106
	3.5.1.5.	Caudal de infiltración ( $Q_{inf}$ ) .....	106
	3.5.1.6.	Factor de caudal medio ( $f_{qm}$ ) .....	106
	3.5.1.7.	Factor de Harmond .....	107
	3.5.1.8.	Caudal de diseño .....	107
	3.5.2.	Criterios de diseño .....	108
	3.5.2.1.	Tipo de tubería .....	108
	3.5.2.2.	Diámetro de tuberías .....	108

3.5.2.3.	Velocidades máximas y mínimas.....	108
3.5.2.4.	Pendientes.....	109
3.5.2.5.	Profundidad de las tuberías .....	109
3.5.2.6.	Coeficientes de rugosidad .....	109
3.5.2.7.	Relaciones hidráulicas.....	110
3.5.3.	Cotas Invert.....	111
3.5.3.1.	Cota invert de salida (CIS).....	112
3.5.3.2.	Cota invert de entrada (CIE).....	113
3.5.4.	Pozos de visita .....	113
3.5.5.	Obras complementarias .....	114
3.5.5.1.	Conexiones domiciliarias .....	114
3.5.5.2.	Cajas de registros o candela domiciliar.....	114
3.5.5.3.	Tuberías secundarias .....	114
3.5.6.	Ejemplo del proceso de diseño hidráulico del alcantarillado sanitario.....	115
3.5.7.	Sistema de tratamiento de aguas residuales.....	120
3.5.7.1.	Fosas sépticas.....	120
3.5.8.	Planos constructivos.....	121
3.5.9.	Presupuesto del proyecto.....	121
3.5.10.	Cronograma de ejecución de actividades.....	122
3.5.11.	Estudio financiero .....	123
3.5.11.1.	Valor Presente Neto (VPN).....	124
3.5.11.2.	Tasa de Retorno (TIR).....	124
3.6.	Evaluación de impacto ambiental .....	125
CONCLUSIONES.....		127
RECOMENDACIONES .....		129
REFERENCIAS .....		131

APÉNDICES .....	133
ANEXO .....	151





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Ubicación de la aldea Cruz Blanca .....	2
<b>Figura 2.</b>	Localización .....	8
<b>Figura 3.</b>	Planta primer nivel .....	11
<b>Figura 4.</b>	Planta segundo nivel .....	12
<b>Figura 5.</b>	Mapa de zonificación sísmica de Guatemala .....	27
<b>Figura 6.</b>	Panel tipo 1 .....	43
<b>Figura 7.</b>	Panel tipo 2 .....	44
<b>Figura 8.</b>	Panel tipo 3 .....	45
<b>Figura 9.</b>	Panel tipo 4 .....	46
<b>Figura 10.</b>	Panel tipo 5 .....	47
<b>Figura 11.</b>	Panel tipo 6 .....	48
<b>Figura 12.</b>	Panel tipo 7 .....	49
<b>Figura 13.</b>	Panel tipo 8 .....	50
<b>Figura 14.</b>	Panel tipo 9 .....	51
<b>Figura 15.</b>	Panel tipo 10 .....	52
<b>Figura 16.</b>	Cronograma .....	101
<b>Figura 17.</b>	Programa preliminar de ejecución .....	123

### TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Cargas muertas mínimas .....	14
<b>Tabla 2.</b>	Cargas vivas de uso común .....	15
<b>Tabla 3.</b>	Mochetas propuestas .....	19

<b>Tabla 4.</b>	Soleras propuestas .....	19
<b>Tabla 5.</b>	Nivel de protección y probabilidad del sismo de diseño .....	28
<b>Tabla 6.</b>	Coeficientes de sitio $F_a$ .....	30
<b>Tabla 7.</b>	Coeficiente de sitio $F_v$ .....	30
<b>Tabla 8.</b>	Factor $N_a$ para períodos cortos de vibración .....	31
<b>Tabla 9.</b>	Factor $N_v$ para períodos largos de vibración .....	31
<b>Tabla 10.</b>	Factores $K_d$ de acuerdo al nivel de sismo .....	32
<b>Tabla 11.</b>	Resumen análisis sísmico.....	37
<b>Tabla 12.</b>	Distribución de fuerzas por nivel .....	39
<b>Tabla 13.</b>	Distribución de muros estructurales primer nivel.....	64
<b>Tabla 14.</b>	Distribución de muros estructurales segundo nivel .....	65
<b>Tabla 15.</b>	Cálculo centro de rigidez sentido X, primer nivel .....	66
<b>Tabla 16.</b>	Cálculo centro de rigidez sentido Y, primer nivel .....	67
<b>Tabla 17.</b>	Cálculo del centro de rigidez sentido X, segundo nivel .....	67
<b>Tabla 18.</b>	Cálculo del centro de rigidez sentido Y, segundo nivel .....	68
<b>Tabla 19.</b>	Resultados parciales para el análisis simplista .....	69
<b>Tabla 20.</b>	Centro de masa combinado, primer nivel.....	70
<b>Tabla 21.</b>	Centro de masa combinado, segundo nivel .....	71
<b>Tabla 22.</b>	Rigidez primer nivel sentido X – X .....	72
<b>Tabla 23.</b>	Distribución de momentos primer nivel sentido X – X.....	73
<b>Tabla 24.</b>	Rigidez primer nivel sentido Y – Y .....	74
<b>Tabla 25.</b>	Distribución de momentos primer nivel sentido Y – Y.....	74
<b>Tabla 26.</b>	Rigidez segundo nivel sentido X – X.....	75
<b>Tabla 27.</b>	Distribución de momentos segundo nivel sentido X – X .....	76
<b>Tabla 28.</b>	Rigidez segundo nivel sentido Y – Y.....	77
<b>Tabla 29.</b>	Distribución de momentos segundo nivel sentido Y – Y .....	78
<b>Tabla 30.</b>	Acero requerido primer nivel X-X .....	85
<b>Tabla 31.</b>	Acero requerido primer nivel Y-Y .....	86
<b>Tabla 32.</b>	Presupuesto de la construcción del edificio escolar.....	100

<b>Tabla 33.</b>	Coeficiente de rugosidad.....	110
<b>Tabla 34.</b>	Parámetros de diseño .....	115
<b>Tabla 35.</b>	Proyecto: construcción sistema de alcantarillado sanitario. ....	122



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>As</b>	Área de acero
<b>qa</b>	Capacidad portante del suelo
<b>CM</b>	Carga muerta
<b>CV</b>	Carga viva
<b>Cs</b>	Coefficiente sísmico al límite de cedencia
<b>e</b>	Excentricidad
<b>Io</b>	Índice de sismicidad
<b>Fy</b>	Límite de fluencia del acero
<b>Scr</b>	Ordenada espectral de periodo corto del sismo en el basamento de roca
<b>S1r</b>	Ordenada espectral de periodo 1 s. del sismo extremo considerado en el basamento de roca
<b>Pf</b>	Población futura
<b>Po</b>	Población inicial
<b>f'c</b>	Resistencia a la compresión del concreto



## GLOSARIO

<b>AGIES</b>	Asociación Guatemalteca de ingeniería Estructural y Sísmica.
<b>Agua potable</b>	Es aquella que por sus características físicas, químicas y bacteriológicas no representan un daño para la salud del consumidor.
<b>Alcantarillado</b>	El alcantarillado es un sistema de infraestructura subterránea diseñado para transportar y eliminar el agua residual y las aguas pluviales de una zona urbana.
<b>Ángulo de fricción interna</b>	Es el ángulo formado entre el eje del esfuerzo normal y la tangente a la envolvente de Mohr en un punto que representa una condición dada de esfuerzo de ruptura de un material sólido.
<b>ASTM</b>	Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (por sus siglas en inglés American Society for Testing and Materials).
<b>Caja de registro</b>	Se utilizan para conectar la tubería que sale del inmueble y se conecta a la tubería de la acometida de alcantarillado.



<b>Caudal</b>	Cantidad de fluido que circula a través de la tubería.
<b>Centro de masa</b>	Posición definida con relación a un objeto o a un sistema de objetos. El promedio de la posición de todas las partes del sistema.
<b>Centro de rigidez</b>	Punto central de los elementos verticales de un sistema que resiste a las fuerzas laterales.
<b>Coefficiente de rugosidad</b>	Es un índice el cual determina la resistencia de un flujo en la tubería.
<b>Coefficiente sísmico</b>	Coefficiente que se emplea para ajustar el cálculo de la sobrecarga sísmica horizontal en la base del edificio, a la relación entre el periodo de vibración de la estructura y del terreno donde se asienta.
<b>Cohesión</b>	Fuerza de unión entre las partículas de un suelo, cuya magnitud depende de la naturaleza y estructura de este.
<b>Concreto</b>	Es una mezcla de materiales como la arena, grava y gravilla, y cemento, que sirve como aglutinante. Es un material que para endurecer solo se necesita agua durante el mezclado.
<b>Conexión domiciliar</b>	Conjunto de elementos sanitarios instalados con la finalidad de permitir la evacuación del agua residual.

<b>Cota invert</b>	Son las cotas que determinan la localización de la entrada y salida de las tuberías dentro de los pozos de visita.
<b>Deformación</b>	Es el cambio de tamaño o su forma debido a fuerzas externas aplicadas al objeto.
<b>Densidad</b>	Es la relación entre la masa de una sustancia y el volumen que ocupa.
<b>Ensayo de compresión Triaxial</b>	Determina el máximo esfuerzo cortante que sufre una masa de suelo al ser sometida a cargas axiales. Permite reproducir las condiciones del terreno, aplicando sobre las muestras presiones de compresión y confinamiento.
<b>Esfuerzo</b>	Es cuando una fuerza actúa sobre el área unitaria en la que se aplica, existen esfuerzos de tensión, compresión y cortantes.
<b>Factor de flujo</b>	Es una medida relativa de la eficiencia del flujo del fluido.
<b>Fosa séptica</b>	Son sistemas seguros de almacenaje y posterior eliminación de residuos, a través de un proceso sencillo de decantación y sedimentación.

<b>Humedad</b>	Representa el porcentaje del peso de agua en una determinada masa de suelo con respecto al peso de partículas sólidas.
<b>Índice de sismicidad</b>	Es un índice rápido de la amenaza sísmica que corresponde a la nomenclatura de 0 a 4.
<b>INFOM</b>	Instituto de Fomento Municipal.
<b>Losa</b>	Elemento estructural formado comúnmente de concreto y varillas de acero, y se colocan de forma horizontal en edificaciones y forman el piso de niveles superiores.
<b>Mocheta</b>	Elemento constructivo similar a los tabiques y que, generalmente, forma parte de ellos, se usa para resaltar las particiones y resulta ser una especie de pilastra en la pared de poco espesor.
<b>NPS</b>	Nivel de protección sísmica.
<b>NSE</b>	Normas de Seguridad Estructural.
<b>Pendiente</b>	La pendiente del terreno es un punto dado como el ángulo que toma el plano horizontal con el plano tangente a la superficie del terreno.

<b>Pozo de visita</b>	Funciona como una cámara de inspección donde se tienen o encuentran las instalaciones, donde se encuentran cualquier tramo de la tubería.
<b>PVC</b>	Material termoplástico de policloruro de vinilo (por sus siglas en inglés Polyvinyl Chloride).
<b>Rugosidad</b>	Medida empleada para caracterizar la textura de la superficie, son pequeñas desviaciones verticales de la superficie nominal que vienen normalmente determinadas por las características del material.
<b>SIG</b>	Sistema de Información Geográfica.
<b>TIR</b>	Tasa Interna de Retorno.
<b>Tubería</b>	Es un recipiente bajo presión que conduce fluidos o gases de forma circular que tienen diferentes diámetros.
<b>Velocidad</b>	Está asociada al cambio de posición de un cuerpo solido o líquido a lo largo del tiempo.
<b>Viga</b>	Es un elemento estructural que normalmente se colocan en posición horizontal, que se apoyan sobre columnas, destinadas a soportar cargas.
<b>VPN</b>	Valor Presente Neto.



## RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el propósito de que, por medio del Ejercicio Profesional Supervisado, desarrollado en el municipio de San Juan Sacatepéquez, realizar el análisis, diagnóstico y propuesta de una solución técnica a la problemática que aqueja a la población, en el que se determinó que las prioridades son el diseño de la escuela primaria para el caserío Pacajay y el diseño del sistema de alcantarillado sanitario en el sector Las Trojes 1, ambos en la aldea Cruz Blanca.

El trabajo se dividirá en dos fases muy importantes, las cuales serán: la fase de investigación, esta contendrá la monografía y un diagnóstico de las problemáticas de la aldea en mención; la segunda fase, servicio técnico profesional, abarca el desarrollo de los diseños de la escuela y del sistema de alcantarillado sanitario en la aldea Cruz Blanca. El proyecto se realizará con base a los resultados del diagnóstico y al análisis realizado conjuntamente con autoridades municipales.

La propuesta del diseño de la escuela primaria contempla un edificio de dos niveles con trece aulas para impartir clases, una dirección, una bodega y un sector de servicios sanitarios, teniendo en cuenta los aspectos técnicos, como: topografía, diseño arquitectónico, diseño estructura, elaboración de planos y presupuesto, entre otros; todos bajo las normas y parámetros que lo rigen tomando en cuenta que Guatemala es un país altamente sísmico.

La propuesta del diseño del sistema de drenaje sanitario contemplara los aspectos técnicos, como: topografía, diseño del sistema, elaboración de planos y presupuesto, entre otros; todos bajo las normas y parámetros que lo rigen como lo es la reforma al Acuerdo Gubernativo número 326-2006. Con este proyecto se espera beneficiar a los miembros de la aldea, así mismo contribuir al cuidado del medio ambiente.

Debido a la topografía del sector, adicional al sistema de tratamiento de las aguas residuales se propone realizar cinco fosas sépticas, cabe mencionar que un aspecto muy importante a tomar en cuenta en propuesta de este proyecto es que la topografía fue realizada a través los sistemas de información geográfica (SIG) Google Earth y Global Mapper, esto debido a que los pobladores de la región no permitieron que se realizara la topografía por ningún otro medio por conflictos existentes en la comunidad, y al concretarse el siguiente diseño, es importante rectificar la topografía con los equipos profesionales.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar la escuela de nivel primario para el caserío Pacajay y el sistema de alcantarillado sanitario para el sector Las Trojes 1 en la aldea Cruz Blanca, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

### **Específicos**

1. Realizar una investigación monográfica y determinar las necesidades de servicios básicos e infraestructura de las aldeas del municipio de San Juan Sacatepéquez del departamento de Guatemala.
2. Proponer el diseño de las instalaciones del edificio escolar tomando en cuenta las normas arquitectónicas y estructurales, así como las que el Ministerio de Educación estipule.
3. Plantear el diseño del sistema de alcantarillado sanitario que mejore la calidad de vida de los habitantes del caserío Las Trojes 1, aldea Cruz Blanca.
4. Proveer a las autoridades, los cronogramas de ejecución, presupuestos y los planos constructivos; tanto del edificio escolar como el del sistema de alcantarillado sanitario, para su correcta construcción.





## INTRODUCCIÓN

El programa del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tiene como propósito que, a través de los conocimientos durante la formación académica, poder brindar el apoyo necesario a las comunidades que no cuentan con servicios básicos y de infraestructura, como: agua potable, servicios de salud, escuelas, mercados, entre otros.

El municipio de San Juan Sacatepéquez aún carece de infraestructura que ayude al desarrollo de la comunidad, y por medio de los análisis realizados conjuntamente con las autoridades municipales y como aporte a través del EPS, se llegó a la conclusión de necesidad de la construcción de una escuela primaria en el caserío Pacajay y de un sistema de alcantarillado sanitario para el sector las Trojes 1 en la aldea Cruz Blanca.

El proyecto se denomina *Diseño de edificio escolar para el caserío Pacajay y alcantarillado sanitario para el sector Las Trojes 1, aldea Cruz Blanca, San Juan Sacatepéquez, Guatemala*, en el que se pretende realizar proyectos óptimos que cumplan con las necesidades actuales de la comunidad.

Las propuestas de las obras incluyen el análisis, diseño, presupuesto, cronograma de ejecución y juego de planos finales.



# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografía de las comunidades interesadas**

Permite obtener conocimiento de los grupos de interés, con el fin de tomar decisiones y estrategias en cuanto a propuestas de proyectos a realizar.

### **1.1.1. Ubicación, extensión territorial y límites**

El municipio de San Juan Sacatepéquez se encuentra ubicado en la parte noroeste del departamento de Guatemala, es parte de la cuenca hidrográfica del río Motagua. Cuenta con una extensión territorial de 287 kilómetros cuadrados, como refiere el Instituto Geográfico Nacional y se encuentra ubicado en la latitud 14°43'02"y longitud 90°38'34", a una altura de 2,184.5 metros sobre el nivel del mar (msnm) por lo que generalmente su clima es de templado a frío. Geográficamente colinda: Al Norte: con el municipio de Granados (depto. Baja Verapaz). Al Sur: con el municipio de San Pedro Sacatepéquez (depto. Guatemala), y Municipio de Mixco (depto. de Guatemala) Al Este: con los municipios de San Raymundo, San Pedro Sacatepéquez y Chinautla (depto. Guatemala). Al Oeste: con los municipios de San Martín Jilotepeque, El Tejar (depto. Chimaltenango), y Santo Domingo Xenacoj (departamento de Sacatepéquez).

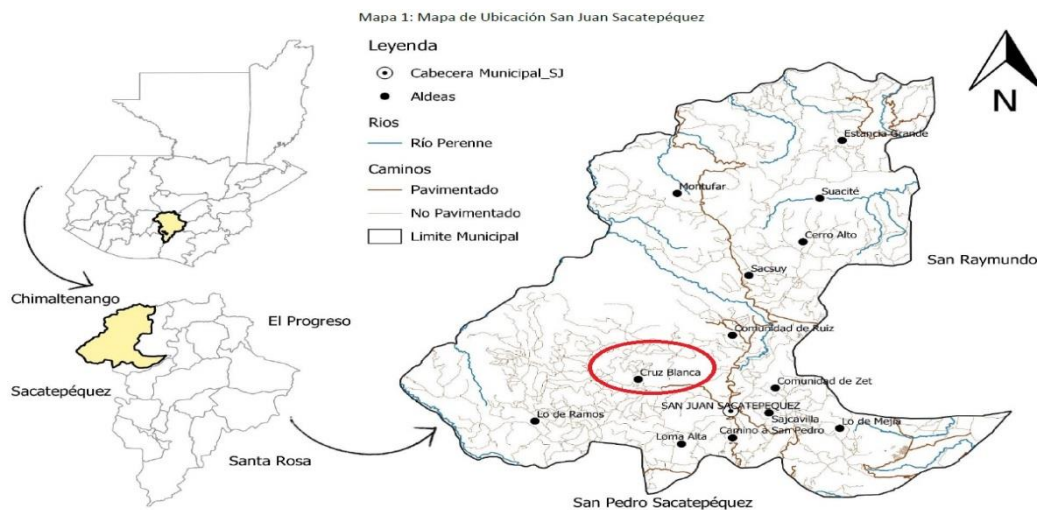
Según los registros de la Dirección Municipal de Planificación de San Juan Sacatepéquez, en la actualidad el municipio se divide en 163 centros poblados divididos de la siguiente forma: 13 aldeas, 54 colonias, 45 caseríos, 34 fincas, 11 lotificaciones, 14 residenciales, 1 asentamiento y un lugar poblado sin categoría.

Estos datos son utilizados para efectos de planificación, hay que señalar que las municipalidades deben actualizar datos de lugares poblados cada año ante el Instituto Nacional de Estadística (INE). Las áreas más pobladas son la cabecera municipal y la aldea Lo de Mejía específicamente Ciudad Quetzal.

De acuerdo a información proporcionada en la municipalidad de San Juan Sacatepéquez, la aldea Cruz Blanca se encuentra a 5 kilómetros de distancia de la cabecera municipal, ubicada en el oeste del municipio. Es la aldea con mayor extensión territorial y densidad poblacional.

### Figura 1.

*Ubicación de la aldea Cruz Blanca*



*Nota.* Ubicación del municipio de San Juan Sacatepéquez. Obtenido del Consejo Municipal de Desarrollo del municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala (2019). *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial San Juan Sacatepéquez, Guatemala* [Mapa]. (<https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan>), consultado el 17 de noviembre de 2022). De dominio público.

### **1.1.2. Población y demografía**

En San Juan Sacatepéquez, Guatemala, según los resultados del XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda, existe una población total de al menos 218,156 habitantes reconocidos como población mixta.

De acuerdo a datos proporcionados por la municipalidad, se estima que la población asciende a los 13,600 habitantes, y están distribuidos en aproximadamente 2,750 viviendas alrededor de la aldea Cruz Blanca.

## **1.2. Servicios públicos**

Servicios esenciales con que cuenta la población, considerando calidad y disponibilidad.

### **1.2.1. Educación**

Existen instituciones encargadas de la educación, entre ellas se puede mencionar: escuelas públicas de nivel primario y existe un centro privado de nivel pre primaria, primaria y carreras técnicas. Son pocos los jóvenes que tienen acceso al nivel universitario.

En la aldea Cruz Blanca se construyó en el año 2010 una escuela en el caserío La Joya de las Flores.

### **1.2.2. Agua potable**

Actualmente en la aldea Cruz Blanca sus habitantes se abastecen de agua proveniente de 2 sistemas de distribución existentes, uno que es de un manantial de agua y el otro por dos pozos mecánicos.

### **1.2.3. Servicios de alcantarillados**

En la actualidad, no todas las comunidades cuentan con un sistema idóneo que permita canalizar las aguas residuales para beneficio de los habitantes y del medio ambiente.

### **1.2.4. Salud**

En la aldea Cruz Blanca se cuenta con un puesto de salud, que atiende solo 2 veces por semana a los habitantes, para poder recibir una mejor atención deben de viajar al centro del casco urbano o pagar clínicas privadas.

## **1.3. Diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos**

Se analiza la disponibilidad y el estado de la infraestructura de servicios básicos actuales en la comunidad, identificar deficiencias en la infraestructura es esencial para determinar las necesidades de mejora.

### **1.3.1. Descripción de las necesidades**

Al conocer el municipio de San Juan Sacatepéquez se puede decir que es un municipio en desarrollo, y aún sus aldeas tienen necesidades de proyectos de infraestructura y de servicios básicos porque tienen un nivel de vida no adecuado,

debido a que no cuentan con todos los servicios básicos necesarios, entre los más importantes se puede mencionar:

- Agua potable
- Drenajes
- Transporte
- Manejo de basura
- Otros

Tampoco cuentan con edificios que puedan ser utilizados como centros de salud o escuelas.

### **1.3.2. Evaluación y priorización de necesidades**

Las necesidades que se presentan son diferentes, dependiendo de cada comunidad o población. Las más comunes en el municipio son las vías de acceso hacia los caseríos o aldeas. En las aldeas y caseríos del municipio se carece, principalmente, de los sistemas de agua potable, alcantarillado sanitario y escuelas.

Con base a estudios realizados por la Municipalidad de la localidad y al diagnóstico sobre las necesidades del municipio de San Juan Sacatepéquez; a continuación, priorizo lo más importante:

- Necesidad de sistema para la evacuación de aguas residuales para el sector las Trojes 1 y necesidad de una escuela en el caserío Pacajay, aldea Cruz Blanca, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.



- Necesidad de sistema de distribución de agua potable, Colonia Jardines del Quetzal y necesidad de un mercado comunal de Carranza, aldea lo de Mejía, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.
- Necesidad de mejoramiento con un pavimento rígido para el caserío Los Pirires, aldea Montufar, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

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

### **2.1. Diseño de edificio escolar para el caserío Pacajay, aldea Cruz Blanca, municipio de San Juan Sacatepéquez**

El diseño de un edificio escolar es un proceso que implica la planificación y consideración de diversos factores para que pueda ser un proyecto funcional, seguro y que cumpla con los objetivos de enseñanza.

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

Para este proyecto se han incluido los siguientes ambientes:

- Salón de clases
- Área Administrativa
- Servicios sanitarios

Cada salón está considerado para albergar entre 20 y 30 estudiantes por salón, así mismo contara con iluminación y ventilación natural.

##### **2.1.1.1. Localización**

El proyecto del edificio escolar pretende desarrollarse en el caserío Pacajay, dicha ubicación se muestra en la figura 2 (coordenadas: 14°43'16.81"N 90°39'35.80"W).

El proyecto está ubicado a 18 kilómetros del Casco Urbano del Municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

## **Figura 2.**

### *Localización*



*Nota.* La figura muestra la localización del lugar en donde se desarrollará el diseño del edificio escolar. Obtenido de Google Maps. *Coordenadas:*  $14^{\circ}43'16.81''N$   $90^{\circ}39'35.80''W$ . (<https://www.google.com/maps>), consultado el 17 de noviembre de 2022. De dominio público.

### **2.1.2. Levantamiento topográfico**

Con esta actividad se pretende delimitar los mojones disponibles para la construcción del edificio escolar, así mismo determinar las curvas de nivel de la superficie que permitirá determinar las distintas variaciones de niveles que este tiene.

De acuerdo a los estudios realizados el tipo de suelo del lugar es bastante accidentado, por lo que se deberán realizar grandes cortes para poder crear plataformas que permitan realizar un diseño óptimo del proyecto.

### **2.1.3. Análisis de suelos**

Al realizar una obra de infraestructura, un estudio importante es la de suelos ya que con ello se conocerán las características físicas y mecánicas del mismo; para realizar el análisis uno de los métodos utilizados es el de ensayo de compresión triaxial cuya principal finalidad es obtener parámetros del suelo y la relación esfuerzo-deformación a través de la evaluación del esfuerzo cortante, el cual consiste en extraer una muestra inalterada de aproximadamente un pie cubico en el lugar donde se desarrollara la obra, dicha muestra se lleva al laboratorio en donde se realizaran los estudios pertinentes que permitirán obtener los resultados que ayuden a determinar las condiciones en que se encuentra el suelo para poder realizar un diseño óptimo de la obra.

#### **2.1.3.1. Resultados del ensayo triaxial**

El ensayo de compresión triaxial realizado a la muestra de suelo fue el consolidado no drenado (U.U), según la norma ASTM D 2850-95.

Resultados obtenidos del ensayo de compresión triaxial:

- Descripción del suelo: limo con presencia de arena fina color café
- Ángulo de fricción interna  $\phi = 20.16^\circ$
- Cohesión (Cu) = 2.55 Ton/m<sup>2</sup>
- Densidad seca = 0.98 Ton/m<sup>3</sup>
- Densidad húmeda = 1.80 Ton/m<sup>3</sup>

- Desplante (df) = 1.00 m
- Humedad (porcentaje) = 55.42

Fórmula del Dr. Karl Terzaghi para cimentaciones corridas

$$q_u = C' N_c + q N_q + 1/2 \gamma B N_\gamma$$

$q_u$  = capacidad de carga

$C'$  = cohesión

$q$  = esfuerzo efectivo al nivel de desplante de la cimentación

$N_c$   $N_q$   $N_\gamma$  = factores de capacidad de carga adimensionales que están únicamente en función del ángulo de fricción interna del suelo.

$$q = \gamma df = 1.80$$

$$N_q = \tan^2$$

$$N_q = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) * e^{\pi * \tan \phi} = 6.50$$

$$N_c = \cot(\phi) * (N_q - 1) = 14.98$$

$$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * \tan(\phi) = 5.50$$

$$q_u = 2.55 * 14.98 + 1.80 * 6.50 + 1/2 * 1.80 * 0.5 * 5.50$$

$$q_u = 52.37 \text{ ton/m}^2$$

Aplicando un factor de seguridad FS de 3 a la carga última se obtiene la capacidad de la carga admisible,  $q_{adm}$ :

$$q_{adm} = \frac{52.37 \text{ ton/m}^2}{3} = 17.46 \text{ ton/m}^2$$

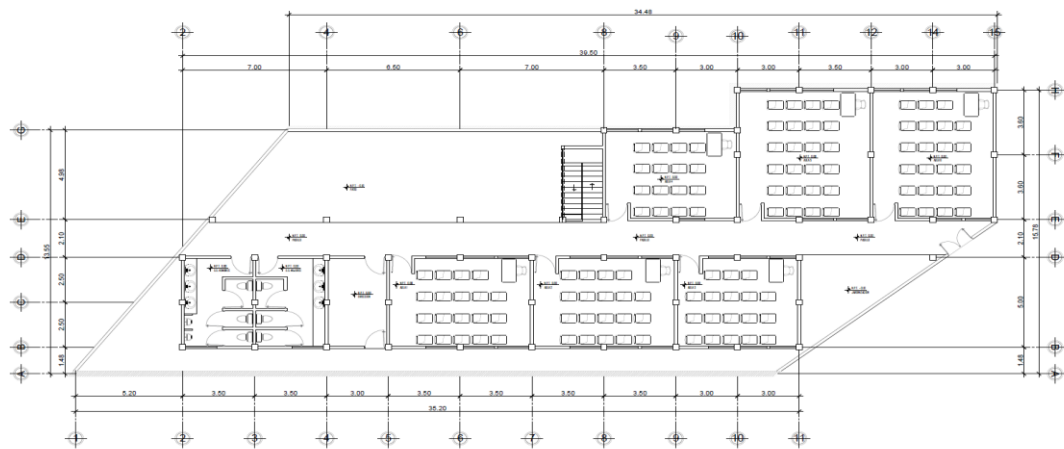
### 2.1.4. Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico del edificio escolar se realizó con base a los criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales, del Ministerio de Educación (MINEDUC), del 2016. Los principales criterios aplicados en este trabajo son:

- Criterios de conjunto: conjunto arquitectónico, emplazamiento, Orientación del edificio, tamaño del edificio.
- Criterios de iluminación: consideración del tamaño y ubicación de las ventanas y lámparas, selección de los acabados, contraste optimo y tipo de iluminación.
- Instalaciones: agua potable, drenajes de aguas negras, electricidad.

**Figura 3.**

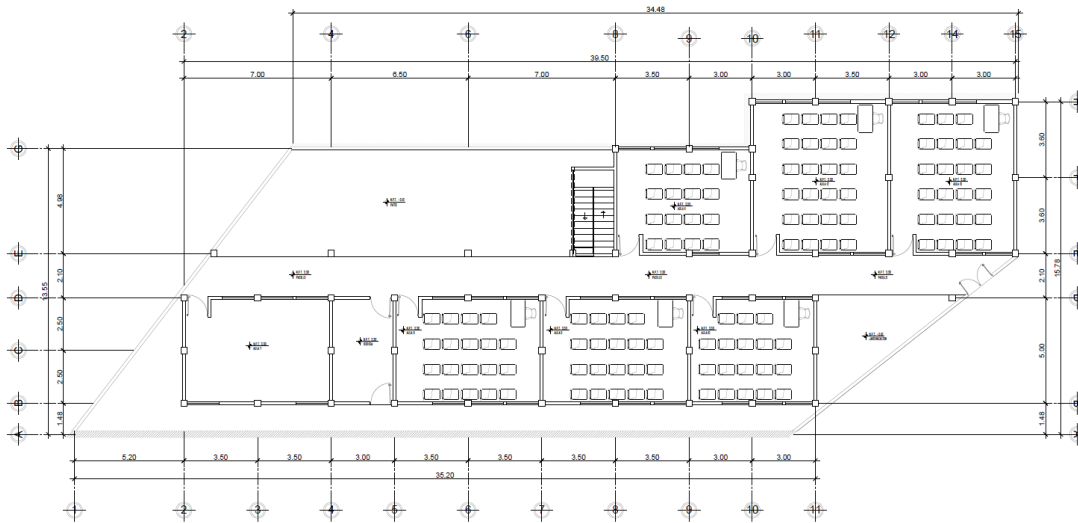
*Planta primer nivel*



*Nota.* Plano planta primer nivel del edificio escolar. Elaboración propia, realizado con CIVIL 3D.

## Figura 4.

### Planta segundo nivel



*Nota.* Plano planta segundo nivel del edificio escolar. Elaboración propia, realizado con CIVIL 3D.)

## 2.2. Selección del sistema estructural a utilizar

Al momento de elegir el sistema estructural a emplear, se deben de tomar en cuenta factores como: desempeño, economía, materiales y mano de obra disponibles en el lugar. El resultado debe de contener el tipo de estructura, forma, dimensiones, materiales y procesos de ejecución.

Analizando los factores descritos anteriormente, para este proyecto, se ha optado por un sistema estructural de mampostería reforzada de manera vertical y horizontal, así como losas de concreto reforzado.

### **2.2.1. Descripción del sistema estructural de mampostería**

Se cuenta con dos métodos para realizar el análisis de este sistema, los cuales son: el realista y el simplista; considerando el tipo de edificación se optó por el segundo método mencionado, ya que este contempla el diseño de refuerzos tanto verticales como horizontales (columnas y soleras), diseño de vigas, así mismo el diseño del techo que será de losa tradicional y los muros que se realizarán de mampuestos de block.

### **2.2.2. Tipos de cargas que afectan la estructura**

Las cargas que afectan a una estructura se divide generalmente en dos categorías: cargas permanentes (cargas muertas) y cargas variables (cargas vivas).

#### **2.2.2.1. Cargas verticales**

- Carga muerta: en esta se encuentran los pesos de los distintos miembros estructurales.



**Tabla 1.***Cargas muertas mínimas*

<b>Material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Wm</b>
<b>Pisos</b>		
concreto	volumétrico	2 400 kg/m <sup>3</sup>
piso de granito y mezlón	5 cm de espesor	60 kg/m <sup>2</sup>
asfalto	1 cm de espesor	23 kg/m <sup>2</sup>
duela	1 cm de espesor	8 kg/m <sup>2</sup>
relleno de concreto ligero	volumetrico	1 600 kg/m <sup>2</sup>
<b>Techos</b>		
teja de cemento		32 kg/m <sup>2</sup>
teja de barro		100 kg/m <sup>2</sup>
revestimiento de madera	2,5 cm de espesor	15 kg/m <sup>2</sup>
repellos	1,0 cm de espesor	15 kg/m <sup>2</sup>
losa prefabricada	15 cm de espesor	240 kg/m <sup>2</sup>
losa prefabricada	20 cm de espesor	300 kg/m <sup>2</sup>
losa prefabricada	25 cm de espesor	340 kg/m <sup>2</sup>
<b>Muros</b>		
block pómez de 10 cm		160 kg/m <sup>2</sup>
block pómez de 15 cm		210 kg/m <sup>2</sup>
block pómez de 20 cm		250 kg/m <sup>2</sup>
ladrillo perforado de 14 cm		230 kg/m <sup>2</sup>
ladrillo tubular de 14 cm		171 kg/m <sup>2</sup>
ladrillo tayuyo de 11 cm		186 kg/m <sup>2</sup>
muro divisorio de tablayeso		60 kg/m <sup>2</sup>
mamposteria reforzada de 20 cm con f'm de 80 de kg/cm <sup>2</sup>		300 kg/m <sup>2</sup>

*Nota.* Cargas muertas mínimas de diseño. Obtenido de R.C. Hibbeller (2012). *Análisis estructural*. (p. 7.). Pearson Educación.

- Carga viva: en estas se encuentran los pesos causados por objetos colocados temporalmente sobre la estructura.

**Tabla 2.**

*Cargas vivas de uso común*

<b>Tipo de ocupación o uso</b>	<b>Wv(kg/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Vivienda</b>	Edificio escolar
Balcones	300
Habitaciones y pasillos	200
Escaleras	300
<b>Oficina</b>	
Pasillos y escaleras	300
Oficinas	250
Áreas de Cafetería	500
<b>Hospitales</b>	
Pasillos y rampas	500
Clínicas y encamamiento	250
Servicios médicos y laboratorio	350
Farmacia	500
Escaleras	500
Cafetería y cocina	500
<b>Educativos</b>	
Aulas	200
Pasillos y escaleras	500
Salones de lectura de biblioteca	200
Área de Estanterías de Biblioteca	700
<b>Áreas de reunión</b>	
Escaleras privadas	300
Escaleras públicas	500
Balcones	500
Vestíbulos públicos	500
Plazas a nivel de la calle	500

Continuación de la tabla 2.

<b>Tipo de ocupación o uso</b>	<b>Wv(kg/m<sup>2</sup>)</b>
Salones con asiento fijo	300
Salones sin asiento fijo	500
Escenarios y circulaciones	500
<b>Coefficiente Sísmico Cs</b>	<b>0.27</b>

*Nota.* Cargas vivas de uso común. Adaptado de AGIES (NSE 2 – 2018) (2018). *Demandas Estructurales y Condiciones de Sitio.* (<https://www.agies.org/biblioteca>), consultado el 17 de noviembre de 2022. De dominio público).

#### **2.2.2.2. Cargas horizontales**

Son las fuerzas dinámicas que actúan de manera horizontal sobre una estructura, estas se dan de forma natural como son las fuerzas provocadas por el viento, la presión del agua o suelo y por los sismos, siendo esta última la principal fuerza a considerar para el diseño de una edificación, ya que Guatemala es un país altamente sísmico.

Para determinar la carga sísmica se hace uso de la metodología y parámetros propuesta por la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES), en las normas: Demandas Estructurales y Condiciones de Sitio (NSE 2-2018) y Diseño Estructural de Edificaciones (NSE 3-2018).

## 2.3. Predimensionamiento de elementos estructurales

Predimensionar consiste en asumir las dimensiones de los elementos estructurales (losas, vigas, mochetas y soleras), mediante fórmulas y criterios propuestas en normas, previo a realizar el cálculo estructural, de tal manera que se pueda llegar a un diseño óptimo de dichos elementos.

### 2.3.1. Predimensionamiento de losa

Para predimensionar la losa se analiza la que tenga las mayores dimensiones y determinar si esta trabaja en uno o dos sentidos, de acuerdo a la siguiente relación:

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

Si  $m < 0.5$ , trabaja en un sentido

Si  $m \geq 0.5$ , trabaja en dos sentidos

Donde:

a, b = lados menor y mayor de la losa en análisis, respectivamente.

La losa de análisis será la que tiene dimensiones 3.60m \* 6.50 m

$$m = \frac{3.60}{6.50} = 0.55 > 0.5$$

Como resultado se obtiene que la losa trabaja en dos sentidos, por lo tanto, el criterio para determinar el espesor está dada por la expresión:

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

Donde:

t, P = espesor y perímetro de la losa en análisis, respectivamente.

$$m = \frac{2 * (3.60 + 6.50)}{180} = 11 \text{ cm}$$

Se propone losa con espesor de 12 cm.

### **2.3.2. Predimensionamiento de soleras y mochetas**

- Mochetas

Para realizar el predimensionamiento de las mochetas se considera lo estipulado en la norma AGIES NSE 7.4, sección 5.4.2 en donde se indica que el ancho mínimo será el espesor de la pared y la longitud mínima será el espesor de la pared o el de la pared transversal si hubiera, así mismo la longitud mínima entre los bordes de dos mochetas será la longitud de las unidades de mampostería, en caso de longitudes menores se procede a unificar las mochetas en una sola de mayor longitud.

Con base a lo anterior las dimensiones que se proponen son:

**Tabla 3.**

*Mochetas propuestas*

<b>Tipo y dimensiones de moquetas</b>		
Tipo	Ancho (cm)	Largo (cm)
A	30	30
B	15	15
C	15	10

*Nota.* Dimensiones de moquetas propuestas. Elaboración propia, realizado en Excel.

- Soleras

Para realizar el predimensionamiento de las soleras se considera lo estipulado en la norma AGIES NSE 7.4, sección 5.4.3 en donde se indica que la dimensión mínima horizontal de las soleras principales será el espesor de la pared y su altura mínima será de 15 cm.

Con base a lo anterior se proponen las siguientes dimensiones:

**Tabla 4.**

*Soleras propuestas*

<b>Tipo y dimensiones de soleras</b>		
Tipo	Ancho (cm)	Alto (cm)
Hidrófuga	15	20
Intermedia	15	20
De entrepiso	15	30
Superior	15	30

*Nota.* Dimensiones de soleras propuestas. Elaboración propia, realizado con Excel.

### 2.3.3. Predimensionamiento de vigas

Según la sección 9.3.1.1 del ACI 318-19, asumiendo una viga con un extremo continuo y tomando en cuenta que la fluencia del acero a utilizar es de 280 MPa, y se obtiene la altura  $h$  de la viga.

$$h = \frac{l}{18.5 \left( 0.4 + \frac{f_y}{700} \right)}$$
$$h = \frac{6.50}{18.5 \left( 0.4 + \frac{280}{700} \right)} = 0.44$$
$$h = 0.40 \text{ m}$$
$$\frac{1}{2}h \leq b \leq \frac{3}{4}h$$
$$\frac{1}{2}(0.40) \leq b \leq \frac{3}{4}(0.40)$$
$$0.20 \leq b \leq 0.30$$

Se propone una viga con una altura de 40.00 cm. con una base de 30 cm.

## 2.4. Método de análisis estructural del edificio

Existen varios métodos de análisis estructural utilizados en el diseño y evaluación de edificios, en este caso se utilizará el análisis simplista.

### 2.4.1. Análisis simplista

Este método es ideal para el diseño de muros de mampostería confinada, ya que permite obtener resultados en corto tiempo.

Para realizar este análisis se requiere que, al momento de distribuir la fuerza lateral a cada muro, esta debe considerar únicamente los muros paralelos a la dirección que esta actúa.

También se debe de tomar en cuenta que en las estructuras cuya relación altura-largo en el sentido de la carga lateral sea mayor a 4.0, los esfuerzos generados entre juntas de muros, son tan grandes que los resultados no son confiables ya que se alejan de la realidad.

#### **2.4.2. Procedimiento de análisis**

Primero se proceden a determinar las cargas que afectan a la estructura, seguidamente se realiza la distribución de la carga lateral, para ello se debe calcular la rigidez de los muros que están únicamente en la dirección del sismo, utilizando las ecuaciones para muros en voladizo o empotrados.

También se hace uso del normativo de AGIES, para realizar un análisis sísmico de la estructura, para determinar las fuerzas que afectan a la estructura, una vez realizado esto se obtendrán los momentos en los muros analizados.

#### **2.5. Análisis estructural**

Por medio del análisis estructural, se busca determinar las fuerzas y momentos que actúan en una estructura, para este caso se utilizara el denominado método simplificado.



### 2.5.1. Integración de cargas

La integración de cargas en el diseño estructural consiste en la consideración y aplicación de diferentes tipos de cargas. Esto permite asegurar la estabilidad y resistencia de la estructura, garantizando su seguridad y eficiencia durante su vida útil.

Mampostería:	15x20x40
Altura muro:	3.30 m
Espesor de losa:	0.12
Carga viva de techo:	100 kg/m <sup>2</sup>
Carga viva de entepiso:	200 kg/m <sup>2</sup>
Carga viva pasillos:	500 kg/m <sup>2</sup>
Área losa primer nivel:	350.65 m <sup>2</sup>
Área losa segundo nivel:	350.65 m <sup>2</sup>

### 2.5.2. Cálculo de cargas gravitacionales

El cálculo de cargas gravitacionales es de importancia en el diseño estructural, ya que permite determinar las fuerzas verticales que actúan sobre la estructura debido al peso propio de los elementos constructivos que la conforman, así como a las cargas sobrepuestas como mobiliario, equipos o personas.

- Cargas muertas

Cargas muertas de techo

$$\text{Losa: } 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.12 = 288 \text{ kg/m}^2$$

Sobrecarga:	= 5 kg/m <sup>2</sup>
Acabados:	= 35 kg/m <sup>2</sup>
Relleno:	<u>= 35 kg/m<sup>2</sup></u>
Carga muerta total de techo	= 363 kg/m <sup>2</sup>

Carga muerta, aulas y pasillo:

Losa: 2400 kg/m <sup>3</sup> * 0.12m	= 288 kg/m <sup>2</sup>
Sobrecarga:	= 5 kg/m <sup>2</sup>
Piso	= 30 kg/m <sup>2</sup>
Acabados	= 35 kg/m <sup>2</sup>
Muebles	<u>= 10 kg/m<sup>2</sup></u>
Carga muerta total de entrepiso	= 368 kg/m <sup>2</sup>

Carga viva total de techo	= 100 kg/m <sup>2</sup>
Carga viva total aulas	= 200 kg/m <sup>2</sup>
Carga viva total pasillos	= 500 kg/m <sup>2</sup>

Muros primer nivel

Peso de la mampostería	= 300 kg/m <sup>2</sup>
Longitud total de los muros	= 98.20 m

$$W_{\text{muro primer nivel}} = 300 \text{ kg/m}^2 * 98.20 \text{ m} * 3.30 \text{ m} = 97,218.00 \text{ kg}$$

Muros segundo nivel

Peso de la mampostería	= 300 kg/m <sup>2</sup>
Longitud total de los muros	= 98.20 m

$$W_{\text{muro segundo nivel}} = 300 \text{ kg/m}^2 * 98.20 \text{ m} * 3.30 \text{ m} = 97,218.00 \text{ kg}$$

### 2.5.3. Cálculo de carga por nivel

El cálculo de cargas por nivel en el diseño estructural se realiza para determinar la resistencia de una estructura ante las fuerzas en que esta estará sometida. Estas cargas pueden ser de diversos tipos, como cargas muertas, cargas vivas, cargas de viento, cargas sísmicas, entre otras.

Longitud del edificio:	39.50 m
Ancho del edificio:	14.60 m
Altura de edificio(c/nivel):	3.30 m
Área de losa primer nivel:	350.65 m <sup>2</sup>
Área de losa segundo nivel:	350.65 m <sup>2</sup>
Desplante de cimentación (df):	0.80 m
Longitud de muros primer nivel:	98.20 m
Longitud de muros segundo nivel:	98.20 m
Peso de mampostería:	300.00 kg/m <sup>2</sup>
Espesor de losa:	0.12 m
Carga muerta en techo:	363 kg/m <sup>2</sup>
Carga muerta en entrepiso	368 kg/m <sup>2</sup>
Carga viva en techo:	100 kg/m <sup>2</sup>
Carga viva en pasillos:	500 kg/m <sup>2</sup>
Carga viva en aulas:	200 kg/m <sup>2</sup>

Peso segundo nivel

$$\begin{aligned} &= (CM_{\text{Techo}} * \text{área de losa} ) + (0.5 * W_{\text{muro segundo nivel}}) \\ &= (363 \text{ kg/m}^2 * 350.65 \text{ m}^2) + (0.5 * 97,218.00 \text{ kg}) \\ &= (127,285.95 \text{ kg}) + (48,609 \text{ kg}) \\ &= 175,894.95 \text{ kg} \end{aligned}$$

Peso primer nivel

$$\begin{aligned} &= (CM_{\text{Entrepiso}} * \text{área de losa}) + (0.5 * W_{\text{muro segundo nivel}} + W_{\text{muro primer nivel}}) \\ &\quad + (\text{longitud de muros} * \text{peso mampostería}) * (Df) \\ &= (368 \text{ kg/m}^2 * 350.65 \text{ m}^2) + (0.5 * 97,218.00 \text{ kg} + 97,218.00 \text{ kg}) + (98.20\text{m} \\ &\quad * 300 \text{ kg/m}^2) * (0.80\text{m}) \\ &= (129,039.20 \text{ kg}) + (145,827 \text{ kg}) + (23,568 \text{ kg}) \\ &= 298,434.20 \text{ kg} \end{aligned}$$

Peso total de la carga muerta de la estructura

$$\begin{aligned} &= 175,894.95 \text{ kg} + 298,434.20 \text{ kg} \\ &= 474,329.15 \text{ kg} \end{aligned}$$

Peso de carga viva en aulas

$$\begin{aligned} &25\% * (\text{Carga viva de entrepiso} * \text{área de aulas}) \\ &0.25 * (200 \text{ kg/m}^2 * 350.65 \text{ m}^2) \\ &17,532.50 \text{ kg} \end{aligned}$$

Peso de carga viva en pasillo

$$\begin{aligned} &25\% * (\text{Carga viva de pasillos} * \text{área de pasillos}) \\ &0.25 * (500 \text{ kg/m}^2 * 78.95 \text{ m}^2) \\ &9,868,75 \text{ kg} \end{aligned}$$

Peso de carga viva en techo

$$25\% * (\text{Carga viva de techo} * \text{área losa en techo})$$

$$0.25 * (100 \text{ kg/m}^2 * 350.65\text{m}^2)$$

$$8,766.25 \text{ kg}$$

Peso total de la carga viva en la estructura

$$17,532.50 \text{ kg} + 9,868.75 \text{ kg} + 8,766.25 \text{ kg} = 36,167.50 \text{ kg}$$

Peso total de la estructura

$$W_{\text{total}} = W_{\text{total CM}} + W_{\text{total CV}}$$

$$W_{\text{total}} = 474,329.15 \text{ kg} + 36,167.50 \text{ kg}$$

$$W_{\text{total}} = 510,496.65 \text{ kg} = 510.50 \text{ Ton.}$$

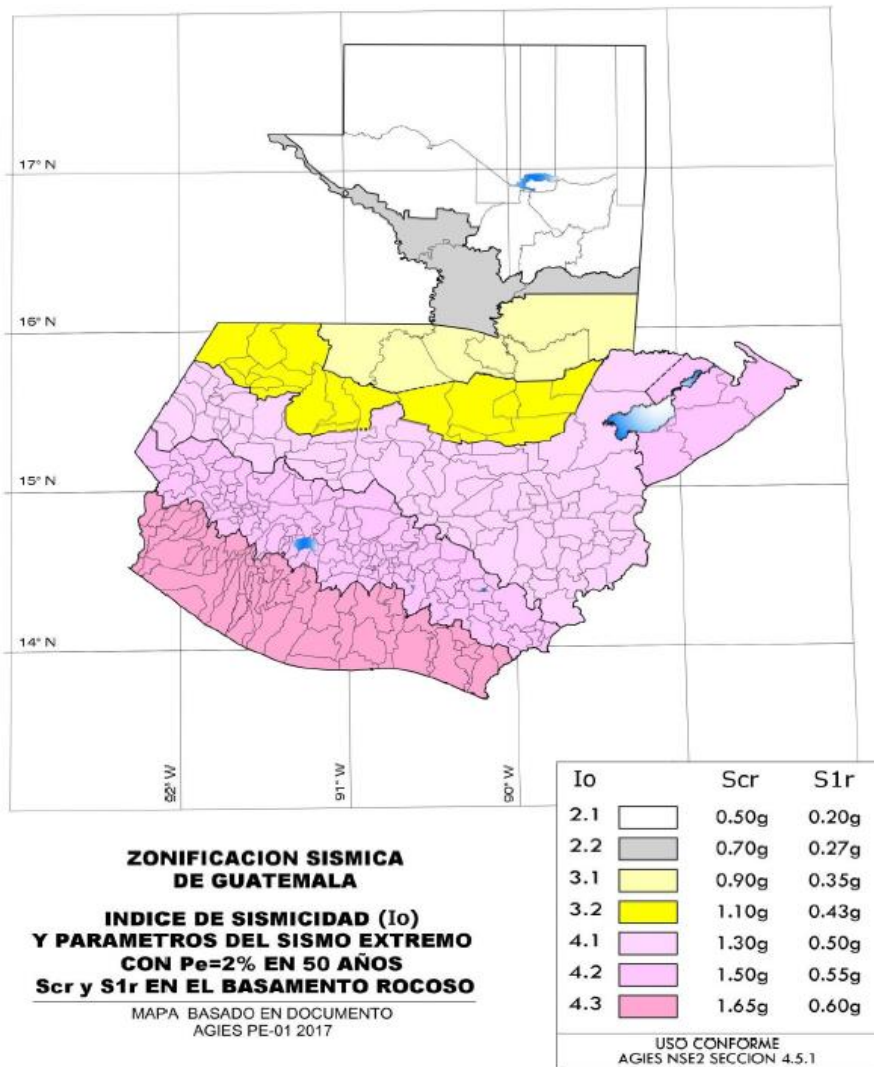
#### **2.5.4. Determinación de la carga de sismo**

La obtención de la carga sísmica es esencial en el diseño estructural de un edificio, ya que por medio de este se puede evaluar la resistencia necesaria para poder resistir las fuerzas generadas por un sismo.

- Índice de sismicidad

**Figura 5.**

*Mapa de zonificación sísmica de Guatemala*



*Nota.* Mapa de zonificación sísmica para la República de Guatemala. Obtenido del AGIES Normas de Seguridad Estructural (NSE 2 - 2018) (2018). *Demandas estructurales, condiciones de sitio y niveles de protección* [Mapa]. (<https://www.agies.org/bibliotec>), consultado el 20 de noviembre de 2022. De dominio público.

El índice de sismicidad se determina de acuerdo al mapa mostrado en la figura 5, así como los parámetros  $S_{cr}$  y  $S_{1r}$

$$I_0 = 4.2$$

$$S_{cr} = 1.50g$$

$$S_{1r} = 0.55g$$

- Clase de obra

**Tabla 5.**

*Nivel de protección y probabilidad del sismo de diseño*

Índice de Sismicidad	Clase de obra			
	Esencial	Importante	Ordinaria	Utilitaria
$I_0 = 4$	E	D	D	C
$I_0 = 3$	D	C	C	B
$I_0 = 2$	C	B	B	A
Probabilidad de exceder el sismo de diseño	5% en 50 años	5% en 50 años	10% en 50 años	Sismo mínimo

*Nota.* Nivel de protección y probabilidad del sismo de diseño. Obtenido del AGIES Normas de Seguridad Estructural (NSE 2 - 2018) (2018). *Demandas estructurales, condiciones de sitio y niveles de protección.* (<https://www.agies.org/bibliotec>), consultado el 20 de noviembre de 2022. De dominio público.

Al ser un edificio escolar, la obra se clasifica como importante. De acuerdo al índice de sismicidad y a la clase de obra, de la tabla V se obtienen los parámetros siguientes:

Nivel mínimo de protección sísmica = D

Probabilidad del sismo en el diseño = 5 % en 50 años

- Clase de suelo

Al ser un suelo limoso en las primeras capas y presentando presencia de arena en las capas más profundas, se considera como suave.

Clase de sitio = E

- Ajustes por clase de sitio e intensidades sísmicas especiales

$$S_{cs} = S_{cr} * Fa * Na$$

$$S_{1s} = S_{1r} * Fv * Nv$$

Donde:

$S_{cs}$  = es la ordenada espectral del sismo extremo en el sitio de interés para estructuras con período de vibración corte.

$S_{1s}$  = es la ordenada espectral correspondiente a períodos de vibración de 1 segundo.

$Fa$  = es el coeficiente de sitio para períodos de vibración cortos.

$Fv$  = es el coeficiente de sitio para períodos largos.

$Na$  y  $Nv$  = factores que se aplican por la proximidad de las amenazas especiales.



**Tabla 6.***Coefficientes de sitio Fa*

Clase de sitio	Índice de sismicidad						
	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	4.3
AB	1.0	1.0	1.0	1.0		1.0	
C	1.3	1.2	1.2	1.2		1.2	
D	1.4	1.2	1.1	1.0		1.0	
E	1.7	1.3	1.1	1.0		0.9	
F	Se requiere evaluación específica						

*Nota.* Coeficientes de sitio Fa. Obtenido del AGIES Normas de Seguridad Estructural (NSE 2 - 2018) (2018). *Demandas estructurales, condiciones de sitio y niveles de protección.* (<https://www.agies.org/bibliotec>), consultado el 20 de noviembre de 2022. De dominio público.

**Tabla 7.***Coefficiente de sitio Fv*

Clase de sitio	Índice de sismicidad						
	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	4.3
AB	1.0	1.0	1.0	1.0		1.0	
C	1.5	1.5	1.5	1.5		1.4	
D	2.2	2.0	1.9	1.8		1.7	
E	3.3	2.8	2.6	2.4		2.2	
F	Se requiere evaluación específica						

*Nota.* Coeficientes de sitio Fv. Obtenido del AGIES Normas de Seguridad Estructural (NSE 2 - 2018) (2018). *Demandas estructurales, condiciones de sitio y niveles de protección.* (<https://www.agies.org/bibliotec>), consultado el 20 de noviembre de 2022. De dominio público.

**Tabla 8.***Factor  $N_a$  para períodos cortos de vibración*

Tipo de fuente	Distancia horizontal más cercana a fuente sísmica		
	$\leq 2$ km	5 km	$\geq 10$ km
A	1.25	1.1	1.0
B	1.12	1.0	1.0
C	1.0	1.0	1.0

*Nota.* Factor  $N_a$  para períodos cortos de vibración. Obtenido del AGIES Normas de Seguridad Estructural (NSE 2 - 2018) (2018). *Demandas estructurales, condiciones de sitio y niveles de protección.* (<https://www.agies.org/bibliotec>), consultado el 20 de noviembre de 2022. De dominio público.

**Tabla 9.***Factor  $N_v$  para períodos largos de vibración*

Tipo de fuente	Distancia horizontal más cercana a fuente sísmica			
	$\leq 2$ km	5 km	$\geq 10$ km	$\geq 15$ km
A	1.4	1.2	1.1	1.0
B	1.2	1.1	1.0	1.0
C	1.0	1.0	1.0	1.0

*Nota.* Coeficientes de sitio  $F_a$ . Obtenido del AGIES Normas de Seguridad Estructural (NSE 2 - 2018) (2018). *Demandas estructurales, condiciones de sitio y niveles de protección.* (<https://www.agies.org/bibliotec>), consultado el 20 de noviembre de 2022. De dominio público.

De las tablas 6 y 7 se obtienen los coeficientes de sitio.

$$F_a = 0.9$$

$$F_v = 2.2$$

De las tablas 8 y 9 se obtienen los factores de proximidad

$$N_a = 1.0$$

$$N_v = 1.0$$

- Ajustes en los espectros especiales

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

$$S_{CS} = 1.5 * 0.9 * 1.0$$

$$S_{CS} = 1.35$$

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

$$S_{1S} = 0.55 * 2.2 * 1.0$$

$$S_{1S} = 1.21$$

- Probabilidad nominal de ocurrencia de los sismos de diseño

Según AGIES NSE-2-2018 sección 4-8, se determinará la probabilidad de ocurrencia del sismo de diseño, según el nivel de protección sísmica que se requiera, de acuerdo a uno de los factores  $K_d$  indicados en la siguiente tabla:

**Tabla 10.**

*Factores  $K_d$  de acuerdo al nivel de sismo*

Nivel de sismo	Factor $K_d$
Sismo ordinario - 10% probabilidad de ser excedido en 50 años	0.66
Sismo severo - 5% probabilidad de ser excedido en 50 años	0.8
Sismo extremo - 2% probabilidad de ser excedido en 50 años	1.00
Sismo mínimo - condición de excepción	0.55

*Nota.* Factores  $K_d$  de acuerdo al nivel de sismo. Obtenido del AGIES Normas de Seguridad Estructural (NSE 2 - 2018) (2018). *Demandas estructurales, condiciones de sitio y niveles de protección.* (<https://www.agies.org/bibliotec>), consultado el 20 de noviembre de 2022. De dominio público.

Para el diseño del edificio escolar se requerirá un nivel de protección para un sismo severo.

$$K_d = 0.80$$

Espectro calibrado de acuerdo al nivel de sismo, mediante las expresiones mostradas en el AGIES NSE-2-2018 sección 4-8.

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

$$S_{cd} = 0.8 * 1.35$$

$$S_{cd} = 1.08$$

$$S_{1d} = 0.8 * 1.21$$

$$S_{1d} = 0.97$$

- Periodo de vibración de transición

Según AGIES NSE-2-2018 sección 4-7, el periodo  $T_s$  separa los periodos cortos de los largos, obteniéndose de la siguiente manera:

$$T_s = S_{1S}/S_{CS}$$

$$T_s = 1.21/1.35$$

$$T_s = 0.90$$

Según AGIES NSE-2-2018 sección 4-7, el periodo  $T_0$  define el inicio de la meseta de períodos cortos del espectro, obteniéndose de la siguiente forma:

$$T_0 = 0.2 * T_s$$

$$T_0 = 0.2 * 0.90$$

$$T_0 = 0.18$$

- Periodo de vibración empírico

Según AGIES NSE-3-2018, el periodo fundamental de vibración  $T_a$  se obtendrá de forma empírica y genérica de la siguiente forma:

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

Donde:

- $h_n$  = es la altura total del edificio, en metros.
- $K_T = 0.049$ ,  $x = 0.75$  para sistemas estructurales E2, E3, E4 o E5.

La tipología estructural a utilizar será un Sistema E2, estructura de muros. La altura total para diseño será de 7.80 m.

$$T_a = 0.049(7.80)^{0.75}$$

$$T_a = 0.229 \text{ s}$$

- Espectros genéricos probables

Según AGIES NSE-2-2018 en su sección 4-9, las ordenadas espectrales  $S_a(T)$ , para cualquier período de vibración  $T$ , se obtienen de acuerdo a las siguientes expresiones:

$$S_a(T) = S_{cd} \text{ Cuando } T_0 \leq T \leq T_s$$

$$S_a(T) = \frac{S_{1d}}{T} \leq S_{cd} \text{ cuando } T > T_s$$

$$S_a(T) = S_{cd} \left[ 0.4 + 0.6 \frac{T}{T_0} \right] \text{ cuando } T < T_0$$

- Revisión:

$$T_s = 0.90$$

$$T_0 = 0.18$$

$$T_a = 0.23$$

$$T_0 \leq T \leq T_s$$

$$S_a(T) = S_{cd}$$

$$S_a(T) = 1.08$$

- Cálculo del coeficiente sísmico al límite de cedencia  $C_s$

Según AGIES NSE-3-2018 en su sección 2-2, el coeficiente sísmico  $C_s$  en cada dirección de análisis se establecerá e de la siguiente forma:

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

Donde:

- $S_a(T)$  = es la demanda sísmica de diseño para una estructura con período  $T$  obtenida del espectro de diseño sísmico establecido para el sitio, según la probabilidad de ocurrencia requerida.
- $R$  = es el factor de reducción que se obtiene en la Sección 1.5.2 del NSE-3-2018.
- $T$  = es el periodo fundamental de vibración de la estructura según la Sección 2.1.9 del NSE-3-2018.

Se propone un Sistema de Muros (E2) de mampostería reforzada de Alta Ductilidad (DA) ya que se considera una zona de alta sismicidad, entonces se obtiene:

$$C_s = \frac{1.08}{4}$$

$$C_s = 0.27$$

- Valores mínimos de  $C_s$

Según AGIES NSE-3-2018 en su sección 2.1.4, el  $C_s$  obtenido debe de cumplir con lo siguiente:

$$C_s \geq \frac{0.75K_d S_{1r}}{R} C_s, \quad \text{si } S_{1r} \geq 0.6g$$

$$C_s \geq 0.044 \times 1.08 \geq 0.01$$

$$0.27 \geq 0.048 \geq 0.01, \text{ cumple}$$

- Cálculo de corte basal al límite de cedencia

Según AGIES NSE-3-2018 en su sección 2.1.2, el total de las fuerzas sísmicas equivalentes que actúan sobre la edificación, en cada dirección de análisis, se obtendrá de la siguiente manera:

$$V_B = C_s W_s$$

Donde:

- $W_s$  = es la parte del peso de la edificación según la Sección 1.11.3 del NSE-3-2018.
- $C_s$  = es el coeficiente sísmico de diseño según la Sección 2.1.3 del NSE-3-2018.

$$V_B = C_s * W_s$$
$$V_B = 0.27 * 510.50 \text{ Ton}$$
$$V_B = 137.84 \text{ Ton}$$

**Tabla 11.**

*Resumen análisis sísmico*

<b>CÁLCULO <math>C_s</math>, AGIES 2018</b>	
Uso de la edificación	Edificio escolar
Índice de sismicidad $I_0$	4.20
Parámetro $S_{cr}$	1.50g
Parámetro $S_{1r}$	0.55g
Clase de obra	Importante D
Clase de suelo	E
Coeficiente $F_a$	0.90
Coeficiente $F_v$	2.20
Factor de proximidad $N_a$	1.00
Factor de proximidad $N_v$	1.00
Ordenada espectral $S_{cs}$	1.35
Ordenada espectral $S_{1s}$	1.21
Periodo de transición $T_s$	0.90
Periodo de transición $T_0$	0.18
Factor $K_d$	0.80



Continuación de la tabla 11.

<b>CÁLCULO Cs, AGIES 2018</b>	
KT	0.049
Altura total del edificio	7.80m
Espectro calibrado Scd	1.08
Espectro calibrado S1d	0.97
Vibración empírica	0.229s
Sistema estructural	E2
Espectro genérico Sa (T)	1.08
Factor R	4.00

*Nota.* Resumen del análisis sísmico. Elaboración propia, realizado con Excel.

### **2.5.5. Distribución vertical de las fuerzas sísmicas**

Según AGIES NSE-3-2018 en su sección 2.2.1, el cortante basal de cedencia  $V_B$  se distribuirá a lo alto del edificio de acuerdo con:

$$F_x = C_{yx} V_B$$

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

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
- $k = 0.75 + 0.5 T_s$ , para  $0.5 < T \leq 2.5$  segundos
- $K = 2$ , para  $T > 2.5$  segundos

**Tabla 12.**

*Distribución de fuerzas por nivel*

<b>Distribución de fuerzas por nivel</b>						
Nivel	Wx (ton)	(hx) <sup>k</sup> acum (m)	Wx*(hx) <sup>k</sup>	Cx	Fx (ton)	Vx (ton)
2	175.894	7.80	1371.973	0.498	69.835	69.835
1	307.200	4.50	1382.400	0.502	70.365	140.200
Total	483.094		2754.373	1.000	140.200	

*Nota.* Distribución de fuerzas por nivel. Elaboración propia, realizado con Excel.

### **2.5.6. Cálculo de momento de volteo**

Las fuerzas laterales causadas por los sismos generan en las estructuras momentos de volteo, los resultados de dichos momentos se muestran en la siguiente tabla.

Los sismos generan fuerzas laterales en las estructuras, lo que hace que estas se sometan a momentos de volteo.

De la distribución de fuerzas calculadas anteriormente se obtendrán los momentos de volteo, como se muestran en la siguiente tabla.

### **2.5.7. Diseño de losas**

Para realizar el diseño de losas se considera lo estipulado en el código ACI 318-19 (8.2.1), en donde se indica que se permite el método de diseño directo o el método de pórticos equivalentes para diseñar losas en dos direcciones.

El método de diseño a utilizar será el método de diseño directo, el procedimiento para las losas del primer nivel se muestra a continuación.

- Especificaciones

- Resistencia del concreto a la compresión,  $f'c = 280.0 \text{ kg/cm}^2$
- Resistencia a la fluencia del acero,  $f_y = 2,810.0 \text{ kg/cm}^2$
- Peso específico del concreto,  $w_c = 2400.0 \text{ kg/m}^3$
- Espesor de losa,  $t = 12.0 \text{ cm}$ .
- Carga muerta en aulas =  $368 \text{ kg/m}^2$
- Carga muerta techo =  $363 \text{ kg/m}^2$
- Carga viva en aulas =  $200 \text{ kg/m}^2$
- Carga viva en pasillos =  $500 \text{ kg/m}^2$

- Integración de cargas últimas

- Carga muerta última, entrepiso

$$CM_{U\text{entrepiso}} = 1.4(CM_{\text{Entrepiso}} + w_c * t)$$

$$CM_{U\text{entrepiso}} = 1.4(368 \text{ kg/m}^2 + (2400 \text{ kg/m}^3 * 0.12 \text{ m}))$$

$$CM_{U\text{entrepiso}} = 918.40 \text{ kg/m}^2$$

- Carga viva última, aulas

$$CV_{U\text{aulas}} = 1.7(CV_{\text{aulas}})$$

$$CV_{U\text{aulas}} = 1.7(200 \text{ kg/m}^2)$$

$$CV_{U\text{aulas}} = 340.0 \text{ kg/m}^2$$

- Carga viva última, pasillos

$$CV_{Upasillos} = 1.7(CV_{pasillos})$$

$$CV_{Upasillos} = 1.7(500 \text{ kg/m}^2)$$

$$CV_{Upasillos} = 850.0 \text{ kg/m}^2$$

- Carga total última, aulas

$$CT_{Uaulas} = CM_{Uentrepiso} + CV_{Uaulas}$$

$$CT_{Uaulas} = 918.40 \text{ kg/m}^2 + 340 \text{ kg/m}^2$$

$$CT_{Uaulas} = 1258.40 \text{ kg/m}^2$$

- Carga total última, pasillos

$$CT_{Upasillos} = CM_{Uentrepiso} + CV_{Upasillos}$$

$$CT_{Upasillos} = 918.40 \text{ kg/m}^2 + 850 \text{ kg/m}^2$$

$$CT_{Upasillos} = 1768.40 \text{ kg/m}^2$$

### 2.5.8. Cálculo de diseño de losas

El diseño de losas implica considerar diversos factores, como lo es la carga en que la losa estará sometida, la resistencia del concreto y del acero utilizado en la armadura, así como la resistencia a los momentos generados de la estructura y los sismos.

Carga muerta de servicio aulas,  $CM_{N1au} = 105,0 \text{ kg/m}^2$

Carga muerta de servicio voladizo,  $CM_{N1vo} = 40,0 \text{ kg/m}^2$

Carga viva de servicio en aulas,  $CV_{N1au} = 200,0 \text{ kg/m}^2$

Carga viva de servicio en voladizo,  $CV_{N1vo} = 500,0 \text{ kg/m}^2$

- Momentos actuantes en la losa,  $M (\pm)$

A continuación, se muestra el procedimiento de cálculo de momentos actuantes:

- Momentos negativos

$$M_a (-) = C_a * C_{T_U} * a^2$$

$$M_b (-) = C_b * C_{T_U} * b^2$$

- Momentos positivos

$$M_a (+) = C_a * C_{M_U} * a^2 + C_{aCV} * C_{V_U} * a^2$$

$$M_b (+) = C_b * C_{M_U} * b^2 + C_{bCV} * C_{V_U} * b^2$$

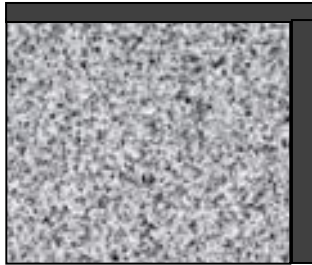
Donde:

- $C_a$  = coeficientes para momentos, lado corto de la losa
- $C_b$  = coeficiente para momentos, lado largo de la losa
- $C_{T_U}$  = carga total última
- $C_{M_U}, C_{V_U}$  = carga muerta última, carga viva última
- $a$  = longitud menor de la losa
- $b$  = longitud mayor de la losa

A continuación, se muestra el cálculo de las diferentes configuraciones de losas de entrepiso.

## Figura 6.

### Panel tipo 1



*Nota.* Detalle de panel tipo 1. Elaboración propia, realizado con Word.

- $a = 2.50 \text{ m.}$
- $b = 3.50 \text{ m.}$
- Caso 4 = apoyo en dos lados
- Relación  $a/b = 2.50/3.50 = 0.71$ . Trabaja en dos direcciones

$$M_a (-) = 0.081 * 2,150.40 * 6.25 = 1,088.64 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_b (-) = 0.019 * 2,150.40 * 12.25 = 500.51 \text{ kg} - \text{m}$$

$$\begin{aligned} M_a (+) &= 0.046 * 960.40 * 6.25 + 0.057 * 1,190 * 6.25 \\ &= 700.05 \text{ kg} - \text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_b (+) &= 0.011 * 960.40 * 12.25 + 0.014 * 1,190 * 12.25 \\ &= 333.50 \text{ kg} - \text{m} \end{aligned}$$

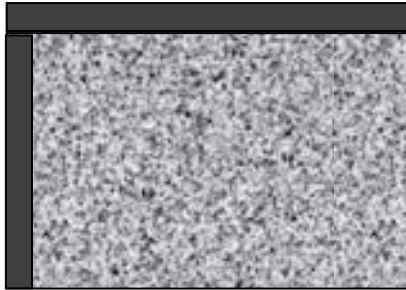
En bordes discontinuos

$$M_a (-) = \frac{1}{3} * 700.05 = 233.35 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_b (-) = \frac{1}{3} * 333.50 = 111.17 \text{ kg} - \text{m}$$

**Figura 7.**

*Panel tipo 2*



*Nota.* Detalle de panel tipo 2. Elaboración propia, realizado con Word.

- a = 2.50 m.
- b = 3.00 m.
- Caso 4 = apoyo en dos lados
- Relación a/b = 2.50/3.00 = 0.83. Trabaja en dos direcciones

$$M_a (-) = 0.066 * 2,150.40 * 6.25 = 887.04 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_b (-) = 0.034 * 2,150.40 * 9.00 = 658.02 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_a (+) = 0.036 * 960.40 * 6.25 + 0.043 * 1,190 * 6.25 \\ = 535.90 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_b (+) = 0.019 * 960.40 * 9.00 + 0.023 * 1,190 * 9.00 \\ = 410.56 \text{ kg} - \text{m}$$

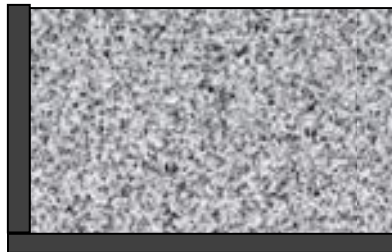
En bordes discontinuos

$$M_a (-) = \frac{1}{3} * 535.90 = 178.63 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_b (-) = \frac{1}{3} * 410.56 = 136.85 \text{ kg} - \text{m}$$

**Figura 8.**

*Panel tipo 3*



*Nota.* Detalle de panel tipo 3. Elaboración propia, realizado con Word.

- a = 3.60 m.
- b = 6.00 m.
- Caso 4 = apoyo en dos lados
- Relación a/b = 3.60/6.00 = 0.60. Trabaja en dos direcciones

$$M_a (-) = 0.089 * 2,150.40 * 12.96 = 2,480.36 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_b (-) = 0.011 * 2,150.40 * 36.00 = 851.56 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_a (+) = 0.053 * 960.40 * 12.96 + 0.067 * 1,190 * 12.96 \\ = 1,692.98 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_b (+) = 0.007 * 960.40 * 36 + 0.009 * 1,190 * 36 \\ = 627.58 \text{ kg} - \text{m}$$

En bordes discontinuos

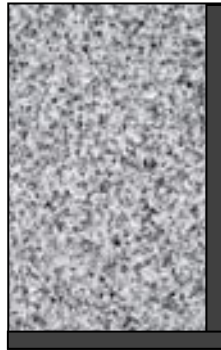
$$M_a (-) = \frac{1}{3} * 1,692.98 = 564.33 \text{ kg} - \text{m}$$



$$M_b (-) = \frac{1}{3} * 627.58 = 209.19 \text{ kg} - \text{m}$$

**Figura 9.**

*Panel tipo 4*



*Nota.* Detalle de panel tipo 4. Elaboración propia, realizado con Word.

- a = 3.60 m.
- b = 6.00 m.
- Caso 4 = apoyo en dos lados
- Relación a/b = 3.60/6.00 = 0.60. Trabaja en dos direcciones

$$M_a (-) = 0.089 * 2,150.40 * 12.96 = 2,480.36 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_b (-) = 0.011 * 2,150.40 * 36.00 = 851.56 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_a (+) = 0.053 * 960.40 * 12.96 + 0.067 * 1,190 * 12.96$$

$$= 1,692.98 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_b (+) = 0.007 * 960.40 * 36 + 0.009 * 1,190 * 36$$

$$= 627.58 \text{ kg} - \text{m}$$

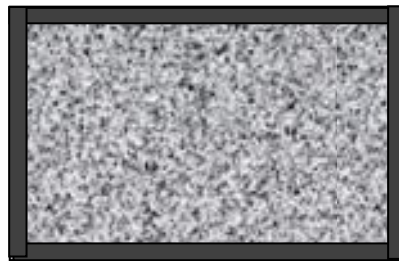
En bordes discontinuos

$$M_a (-) = \frac{1}{3} * 1,692.98 = 564.33 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_b (-) = \frac{1}{3} * 627.58 = 209.19 \text{ kg} - \text{m}$$

**Figura 10.**

*Panel tipo 5*



*Nota.* Detalle de panel tipo 5. Elaboración propia, realizado con Word.

- a = 2.50 m.
- b = 3.00 m.
- Caso 2 = apoyo en cuatros lados
- Relación a/b = 2.50/3.00 = 0.83. Trabaja en dos direcciones

$$M_a (-) = 0.065 * 2,150.40 * 6.25 = 873.60 \text{ kg} - \text{m}$$

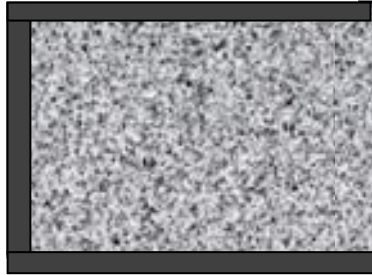
$$M_b (-) = 0.027 * 2,150.40 * 12.25 = 711.24 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_a (+) = 0.026 * 960.40 * 6.25 + 0.041 * 1,190 * 12.25 = 753.74 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_b (+) = 0.011 * 960.40 * 12.25 + 0.017 * 1,190 * 12.25 = 377.23 \text{ kg} - \text{m}$$

## Figura 11.

### Panel tipo 6



Nota. Detalle de panel tipo 6. Elaboración propia, realizado con Word.

- $a = 2.50 \text{ m.}$
- $b = 3.50 \text{ m.}$
- Caso 2 = apoyo en cuatros lados
- Relación  $a/b = 2.50/3.50 = 0.71$ . Trabaja en dos direcciones

$$M_a (-) = 0.074 * 2,150.40 * 6.25 = 994.56 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_b (-) = 0.017 * 2,150.40 * 12.25 = 447.82 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_a (+) = 0.030 * 960.40 * 6.25 + 0.049 * 1,190 * 12.25 = 894.74 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_b (+) = 0.007 * 960.40 * 12.25 + 0.012 * 1,190 * 12.25 = 377.23 \text{ kg} - \text{m}$$

## Figura 12.

### Panel tipo 7



Nota. Detalle de panel tipo 7. Elaboración propia, realizado con Word.

- $a = 2.50 \text{ m.}$
- $b = 3.50 \text{ m.}$
- Caso 8= apoyo en tres lados
- Relación  $a/b = 2.50/3.50 = 0.71$ . Trabaja en dos direcciones

$$M_a (-) = 0.068 * 2,150.40 * 6.25 = 913.92 \text{ kg - m}$$

$$M_b (-) = 0.029 * 2,150.40 * 12.25 = 763.93 \text{ kg - m}$$

$$\begin{aligned} M_a (+) &= 0.040 * 960.40 * 6.25 + 0.054 * 1,190 * 12.25 \\ &= 1,027.29 \text{ kg - m} \end{aligned}$$

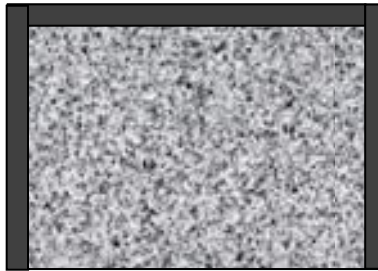
$$\begin{aligned} M_b (+) &= 0.011 * 960.40 * 6.25 + 0.014 * 1,190 * 12.25 \\ &= 270.11 \text{ kg - m} \end{aligned}$$

En bordes discontinuos

$$M_a (-) = \frac{1}{3} * 1,027.29 = 342.43 \text{ kg - m}$$

### Figura 13.

Panel tipo 8



Nota. Detalle de panel tipo 8. Elaboración propia, realizado con Word.

- $a = 2.50 \text{ m.}$
- $b = 3.00 \text{ m.}$
- Caso 8= apoyo en tres lados
- Relación  $a/b = 2.50/3.00 = 0.83$ . Trabaja en dos direcciones

$$M_a (-) = 0.049 * 2,150.40 * 6.25 = 658.56 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_b (-) = 0.046 * 2,150.40 * 9.0 = 890.27 \text{ kg} - \text{m}$$

$$\begin{aligned} M_a (+) &= 0.029 * 960.40 * 6.25 + 0.040 * 1,190 * 9.0 \\ &= 602.47 \text{ kg} - \text{m} \end{aligned}$$

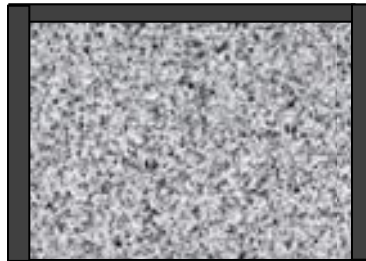
$$\begin{aligned} M_b (+) &= 0.017 * 960.40 * 6.25 + 0.022 * 1,190 * 9.0 \\ &= 337.66 \text{ kg} - \text{m} \end{aligned}$$

En bordes discontinuos

$$M_a (-) = \frac{1}{3} * 602.47 = 200.82 \text{ kg} - \text{m}$$

## Figura 14.

### Panel tipo 9



Nota. Detalle de panel tipo 9. Elaboración propia, realizado con Word.

- $a = 3.50 \text{ m.}$
- $b = 5.00 \text{ m.}$
- Caso 8= apoyo en tres lados
- Relación  $a/b = 3.50/5.00 = 0.70$ . Trabaja en dos direcciones

$$M_a (-) = 0.068 * 2,150.40 * 12.25 = 1,791.28 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_b (-) = 0.029 * 2,150.40 * 25 = 1,559.04 \text{ kg} - \text{m}$$

$$\begin{aligned} M_a (+) &= 0.040 * 960.40 * 12.25 + 0.054 * 1,190 * 25 \\ &= 2,077.10 \text{ kg} - \text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_b (+) &= 0.011 * 960.40 * 12.25 + 0.014 * 1,190 * 25 \\ &= 552.97 \text{ kg} - \text{m} \end{aligned}$$

En bordes discontinuos

$$M_a (-) = \frac{1}{3} * 552.97 = 184.32 \text{ kg} - \text{m}$$

## Figura 15.

Panel tipo 10



Nota. Detalle de panel tipo 10. Elaboración propia, realizado con Word.

- $a = 2.50 \text{ m.}$
- $b = 3.50 \text{ m.}$
- Caso 9= apoyo en tres lados
- Relación  $a/b = 2.50/3.50 = 0.71$ . Trabaja en dos direcciones

$$M_a (-) = 0.081 * 2,150.40 * 6.25 = 1,088.64 \text{ kg - m}$$

$$M_b (-) = 0.011 * 2,150.40 * 12.25 = 289.77 \text{ kg - m}$$

$$\begin{aligned} M_a (+) &= 0.033 * 960.40 * 6.25 + 0.050 * 1,190 * 12.25 \\ &= 926.96 \text{ kg - m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_b (+) &= 0.006 * 960.40 * 12.25 + 0.011 * 1,190 * 12.25 \\ &= 230.94 \text{ kg - m} \end{aligned}$$

En bordes discontinuos

$$M_a (-) = \frac{1}{3} * 230.94 = 76.98 \text{ kg - m}$$

- Cálculo de acero mínimo ( $A_{Smin}$ )

Se calcula de acuerdo a lo establecido en el ACI 318-19, en su sección 9.6.2.1:

- Peralte efectivo

$$d = t - \text{rec} - \frac{\phi}{2} = 12.0 - 2.5 - \frac{0.95}{2} = 9.025 \text{ cm}$$

- $A_{Smin}$

$$A_{Smin} = \frac{0.80\sqrt{f'c}}{f_y} bd = \frac{0.80\sqrt{280}}{2810} (100)(9.025) = 4.30 \text{ cm}^2$$

$$A_{Smin} = \frac{14}{f_y} bd = \frac{14}{2810} (100)(9.025) = 4.50 \text{ cm}^2$$

$$A_{Smin} = 4.50 \text{ cm}^2$$

$$s = \frac{A}{A_{Smin}} b = \frac{0.71}{4.50} (100) = \mathbf{15.78 \text{ cm}}$$

- Momento último

$$M_{A_{Smin}} = \phi \left[ A_{Smin} * f_y * \left( d - \frac{A_{Smin} * f_y}{1.7 * f'c * b} \right) \right]; \phi = 0.9, \text{ flexión}$$

$$M_{uA_{Smin}} = 0.90 \left[ 4.50 * 2810 * \left( 9.025 - \frac{4.51 * 2810}{1.7 * 280 * 100} \right) \right] = 98,551 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_{uA_{Smin}} = 997 \text{ kg} - \text{m}$$

- Cálculo de acero máximo,  $A_{Smax}$

$$\rho_b = \frac{0.85\beta_1 f'c}{f_y} * \left( \frac{6120}{6120 + f_y} \right); \beta_1 = 0.85, f'c \leq 280 \text{ kg/cm}^2$$



$$\rho_b = \frac{0.85 * 0.85 * 280}{2810} * \left( \frac{6120}{6120 + 2810} \right) = 0.049339$$

$$A_{Smax} = 0.50 \rho_b b d$$

$$A_{Smax} = 0.50 * 0.049339 * 100 * 9.025$$

$$A_{Smax} = 22.26 \text{ cm}^2$$

- Momento para  $A_{Smax}$

$$MA_{Smax} = \phi \left[ A_{Smax} * f_y * \left( d - \frac{A_{Smax} * f_y}{1.7 * f'_c * b} \right) \right]; \phi = 0.9$$

$$MA_{Smax} = 0.90 \left[ 22.26 * 2810 * \left( 9.025 - \frac{22.26 * 2810}{1.7 * 280 * 100} \right) \right]$$

$$MA_{Smax} = 4,341 \text{ kg} - \text{m}$$

$$S = \frac{A}{A_{Smax}} b = \frac{0.71}{22.26} (100) = 3.19 \text{ cm}$$

Al obtener el momento último para el acero mínimo se observa que este es menor que algunos momentos encontrados anteriormente, y es necesario calcular el área de acero y el espaciamiento que satisfagan a esos momentos, por lo cual para el armado de la losa se utilizara la que tenga los momentos más críticos.

- $M (-) = 1500 \text{ kg-m}$ , losa I

$$A_{Sreq} = \frac{0.85 * f'_c}{f_y} \left[ b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'_c}} \right]$$

$$A_{Sreq} = \frac{0.85 * 280}{2810} \left[ 100 * 9.025 - \sqrt{(100 * 9.025)^2 - \frac{1500 * 100}{0,003825 * 280}} \right]$$

$$A_{Sreq} = 6.88 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{A}{A_s} b = \frac{0.71}{6.88} (100) = 10.32 \text{ cm}$$

Como  $AS_{min} < AS_{req} < AS_{max}$  se utilizará el acero requerido

Para el refuerzo del armado de la losa se utilizará varillas corrugadas grado 40 No. 3 @ 12 cm.

- Chequeo por corte

$$V_c = \phi * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d ; \phi = 0.85$$

$$V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{280} * 100 * 9.025$$

$$V_c = 6,803.32 \text{ kg}$$

- Losa I, a = 3.60, b = 6.50

$$V_{a,b} = \frac{CT_U * b * L}{2}$$

$$V_a = \frac{1,258.40 * 100 * 3.60}{2} = 226,512 \text{ kg}$$

$$V_b = \frac{1,258.40 * 100 * 6.50}{2} = 408,980 \text{ kg}$$

Como  $V_a < V_c$  y  $V_b < V_c$ , por lo tanto, el espesor de la losa propuesta cumple con los requerimientos necesarios para su buen funcionamiento.

### 2.5.9. Diseño de vigas

Las vigas de concreto armado del edificio escolar serán de un solo tipo (V1), unas serán colocadas en la parte media de la losa, siempre apoyadas en columnas, esto con el objetivo de disminuir la luz libre de cobertura de la losa, así mismo contribuyendo a disminuir el espeso de losa, dicha viga trabajará como simplemente apoyada.

- Datos para el diseño de viga más crítica:

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

$$h = 40 \text{ cm.}$$

$$t = 12 \text{ cm.}$$

$$L \text{ viga} = 6.50 \text{ m.}$$

$$\text{Recubrimiento} = 4 \text{ cm.}$$

$$\text{Área Tributaria: } 17.94 \text{ m}^2$$

$$C_U = 1,258.40 \text{ kg/ m}^2$$

$$f'c = 280 \text{ kg/ cm}^2$$

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

$$h_{\text{efectiva}} = h - t = 40 \text{ cm} - 12 \text{ cm} = 28 \text{ cm}$$

$$W_{\text{viga}} = b * h_{\text{efectiva}} * w_c = 0.30 \text{ m} * 0.28 \text{ m} * 2,400.0 \text{ kg/m}^3 = 201.60 \text{ kg/m}$$

- Cálculo de momentos

$$W = \frac{At * Cu}{l} + W_{viga}$$

$$W = \frac{17.94 \text{ m}^2 * 1,258.40 \text{ kg/m}^2}{6.50 \text{ m}} + 201.60 \text{ kg/m}$$

$$W = 3,674.78 \text{ kg/m}$$

Momentos negativos

$$M(\pm) = \frac{W * l^2}{12}$$

$$M(\pm) = \frac{3,674.78 \text{ kg/m} * (6.50\text{m})^2}{12}$$

$$M(\pm) = 12,938.29 \text{ kg} - \text{m}$$

Momento positivo

$$M(+) = \frac{W * l^2}{24}$$

$$M(+) = \frac{3,674.78 \text{ kg/m} * (6.50)^2}{24}$$

$$M(+) = \frac{3,674.78 \text{ kg/m} * (6.50)^2}{24}$$

$$M(+) = 6,469.14 \text{ kg} - \text{m}$$

- Cálculo del acero de refuerzo

Se utilizará varilla No. 6 para el refuerzo principal y varilla No. 3 para el refuerzo a corte.

- Acero mínimo

$$d = h - \text{rec} - \phi_{\text{estribo}} - \frac{\phi_{\text{principal}}}{2}$$

$$d = 40 - 4 - 0.9525 - \frac{1.905}{2} = 34.095 \text{ cm}$$

$$A_{S\text{min}} = \frac{14}{f_y} bd$$

$$A_{S\text{min}} = \frac{14}{2810} (30)(34.905)$$

$$A_{S\text{min}} = 5.22 \text{ cm}^2$$

- Acero máximo,  $A_{S\text{max}}$

$$\rho_b = \frac{0.85\beta_1 f'_c}{f_y} * \left( \frac{6120}{6120 + f_y} \right); \beta_1 = 0.85, f'_c \leq 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$\rho_b = \frac{0.85 * 0.85 * 280}{2,810} * \left( \frac{6,120}{6,120 + 2,810} \right) = 0.049339$$

$$A_{S\text{max}} = 0.50 \rho_b bd$$

$$A_{S\text{max}} = 0.50 * 0.049339 * 30 * 34.095$$

$$A_{S\text{max}} = 25.23 \text{ cm}^2$$

- Acero requerido

$$A_{Sreq} = \frac{0.85 * f'c}{fy} \left[ b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c}} \right]$$

$$A_{Sreq}(M-) = \frac{0.85 * 280}{2810} \left[ 30 * 34.095 - \sqrt{(30 * 34.095)^2 - \frac{12,938.29 * 30}{0,003825 * 280}} \right]$$

$$A_{Sreq}(M-) = 16.59 \text{ cm}^2$$

$$A_{Sreq}(M+) = \frac{0.85 * 280}{2810} \left[ 30 * 34.095 - \sqrt{(30 * 34.095)^2 - \frac{6,469.14 * 30}{0,003825 * 280}} \right]$$

$$A_{Sreq}(M+) = 7.86 \text{ cm}^2$$

El área de acero requerido para ambos momentos cumple con el área de acero mínimo y máximo, por lo tanto, esta se utilizará para el armado de los refuerzos.

- Refuerzo por corte
  - Fuerza cortante en los apoyos

$$V = \frac{W * L}{2}$$

$$V = \frac{3,674.78 \text{ kg/m} * 6.50 \text{ m}}{2}$$

$$V = 11,943.035 \text{ kg}$$

- Fuerza cortante critica a la distancia d

$$V_u = V - W * d$$

$$V_u = 11,943.035 \text{ kg} - 3,674.78 \text{ kg/m} * 0.34095 \text{ m}$$

$$V_u = 10,690.12 \text{ kg}$$

De acuerdo al ACI 318-19 en su sección 22.5.1.1 la resistencia nominal para cortante en una dirección en una sección,  $V_n$ , se debe calcular como:

$$V_n = V_c - V_s$$

Donde:

$V_c$  = Resistencia nominal al cortante proporcionada por el concreto.

$V_s$  = Resistencia nominal al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante.

El cortante vertical,  $V_c$ , se calcula de acuerdo a lo establecido en el AC318-19 en su sección 22.5.5.1.

El concreto se tomará como peso normal,  $\lambda = 1$

$$V_c = 0.53 * \lambda * \sqrt{f'_c} * b_w * d$$

$$V_c = 0.53 * 1 * \sqrt{280} * 30 * 34.095$$

$$V_c = 9,071.24 \text{ kg}$$

Aplicando el factor de resistencia para el esfuerzo cortante de acuerdo al ACI 318-19 en su sección 21.2.1

$$\phi V_c = 0.75 * 9,071.24 \text{ kg}$$

$$\phi V_c = 6,803.43 \text{ kg}$$

Resistencia nominal al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante es:

$$\phi V_s = V_u - \phi V_c$$

$$\phi V_s = 10,690.12 \text{ kg} - 6,803.43 \text{ kg}$$

$$\phi V_s = 3,886.69 \text{ kg}$$

$V_u \geq \phi V_c$ , la separación entre estribos se calcula con la siguiente ecuación:

$$S = \frac{\phi A_v * f_y * d}{\phi V_s}$$

Donde:

S = Separación de los estribos

$A_v$  = Área de varilla de refuerzo

$f_y$  = Resistencia a la fluencia del refuerzo de cortante (estribos)

d = altura efectiva de la viga

$$S = \frac{\phi A_v * f_y * d}{\phi V_s}$$

Se colocarán estribos No. 3 ( $A_s = 0.71 \text{ cm}^2$ )

$$S = \frac{0.71 \text{ cm}^2 * 2810 \text{ kg/cm}^2 * 34.095 \text{ cm}}{3,886.69 \text{ kg}}$$



$$S = 17.50 \text{ cm}$$

Según el ACI318-19 en su sección 18.4.2.6, el espaciamiento del refuerzo transversal no debe exceder  $d/2$  en toda la longitud de la viga.

$$S_{\max} = \frac{d}{2}$$
$$S_{\max} = \frac{34.095 \text{ cm}}{2}$$
$$S_{\max} = 17.05 \text{ cm}$$

La separación entre los estribos en la zona no confinada será de 15 cm.

Según el ACI318-19 en su sección 18.4.2.4, deben colocarse en la viga estribos cerrados de confinamiento en ambos extremos en una longitud  $2h$  medida desde la cara del miembro de apoyo hacia el centro de la luz, así mismo el primer estribo cerrado de confinamiento debe estar situado a no más de 50 mm de la cara del miembro de apoyo.

$$L_c = 2 * h$$
$$L_c = 2 * 40 \text{ cm.}$$
$$L_c = 80 \text{ cm.}$$

Además, el espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe de acceder al menor de los siguientes cálculos:

- $d/4 = 34.095 \text{ cm} / 4 = 8.52 \text{ cm}$
- 8 veces el diámetro de la barra longitudinal confinada más pequeña
- $8(\emptyset 6) = 8 * 1.905 \text{ cm} = 15.24 \text{ cm}$
- 24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento

- $24(\emptyset 3) = 24 * 0.95 \text{ cm} = 22.80 \text{ cm}$
- 300 mm

Se colocarán estribos No. 3, el primero se colocará a una distancia de 5 cm medida desde la cara del elemento de apoyo, el resto se colocarán a cada 8 cm en una longitud de 0,80 m.

#### **2.5.10. Diseño de muros de confinamiento, método simplista**

Es de importancia aclarar que el método simplista es solo una guía básica para el diseño de muros de confinamiento y que puede haber otros factores y consideraciones técnicas específicas que deban tenerse en cuenta según el proyecto y las condiciones del suelo.

Este método se basa en el cálculo de las fuerzas que actúan sobre el muro y en la capacidad del suelo para resistir estas fuerzas.

Para realizar este análisis primero se procede a enumerar los muros en ambos sentidos (X y Y), de cada nivel.

**Tabla 13.***Distribución de muros estructurales primer nivel*

No. Muro	Dirección	Longitud, L(m)
1	x	3.65
2	x	1.70
3	x	1.68
4	x	1.68
5	x	1.43
6	x	2.20
7	x	4.20
8	x	0.68
9	x	0.68
10	x	0.43
11	x	2.20
12	x	1.43
13	x	1.70
14	x	1.70
15	x	1.43
16	x	1.68
17	x	1.68

No. Muro	Dirección	Longitud, L(m)
A	y	4.70
B	y	4.70
C	y	4.70
D	y	4.70
E	y	4.70
F	y	4.70
G	y	4.68
H	y	7.20
I	y	7.20
J	y	7.20

*Nota.* Distribución de muros estructurales primer nivel. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 14.***Distribución de muros estructurales segundo nivel*

No. Muro	Dirección	Longitud, L(m)	No. Muro	Dirección	Longitud, L(m)
1	x	3.65	A	y	4.70
2	x	1.70	B	y	4.70
3	x	1.68	C	y	4.70
4	x	1.68	D	y	4.70
5	x	1.43	E	y	4.70
6	x	2.20	F	y	4.70
7	x	4.20	G	y	4.68
8	x	0.68	H	y	7.20
9	x	0.68	I	y	7.20
10	x	0.43	J	y	7.20
11	x	2.20			
12	x	1.43			
13	x	1.70			
14	x	1.70			
15	x	1.43			
16	x	1.68			
17	x	1.68			

*Nota.* Distribución de muros estructurales segundo nivel. Elaboración propia, realizado con Excel.

- Cálculo del centro de rigidez y centro de masa del edificio

$$K = \frac{t}{\frac{1}{E} \left[ 4 \left( \frac{h}{L} \right)^3 + 3 \left( \frac{h}{L} \right) \right]}$$

Donde:

- K = rigidez del muro
- E = módulo elástico de mampostería = 70, 000 kg/cm<sup>2</sup>

- $t =$  espesor del muro = 15 cm
- $h =$  altura del muro en análisis = 3.30 cm
- $L =$  longitud de muro en análisis

**Tabla 15.**

*Cálculo centro de rigidez sentido X, primer nivel*

No. Muro	Dirección	Longitud L(m)	h/L	Deflexión del muro	Rigidez, (1/D)	Distancia X al origen, dx	Distancia Y al origen, dy	L*dx	L*dy	R*Y
1	x	3.65	0.90	0.39	2.59	3.58	0.00	13.05	0.00	0.00
2	x	1.70	1.94	1.47	0.68	8.00	0.00	13.60	0.00	0.00
3	x	1.68	1.97	1.51	0.66	10.99	0.00	18.40	0.00	0.00
4	x	1.68	1.97	1.51	0.66	17.99	0.00	30.13	0.00	0.00
5	x	1.430	2.32	2.16	0.46	24.86	0.00	35.43	0.00	0.00
6	x	2.20	1.50	0.88	1.14	1.25	5.00	2.75	11.00	5.68
7	x	4.20	0.79	0.32	3.15	6.75	5.00	28.35	21.00	15.75
8	x	0.68	4.89	14.69	0.07	11.49	5.00	7.75	3.38	0.34
9	x	0.68	4.89	14.69	0.07	18.49	5.00	12.48	3.38	0.34
10	x	0.43	7.76	54.89	0.02	25.36	5.00	10.78	2.13	0.09
11	x	2.20	1.50	0.88	1.14	22.75	7.10	50.05	15.62	8.07
12	x	1.43	2.32	2.16	0.46	26.14	7.10	37.25	10.12	3.28
13	x	1.70	1.94	1.47	0.68	29.00	7.10	49.30	12.07	4.84
14	x	1.70	1.94	1.47	0.68	35.50	7.10	60.35	12.07	4.84
15	x	1.43	2.32	2.16	0.46	26.14	12.08	37.25	17.21	5.58
16	x	1.68	1.97	1.51	0.66	32.51	14.30	54.46	23.95	9.44
17	x	1.68	1.97	1.51	0.66	38.51	14.30	64.51	23.95	9.44
		30.10						525.88	155.86	67.71

*Nota.* Cálculo del centro de rigidez en sentido X del primer nivel. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 16.***Cálculo centro de rigidez sentido Y, primer nivel*

Muro	Dirección	Longitud, L(m)	h/L	Deflexión del muro	Rigidez, (1/D)	Distancia X al origen	Distancia Y al origen	L*dx	L*dy	R*X
A	y	4.70	0.70	0.27	3.65	0.00	2.50	0.00	11.75	0.00
B	y	4.70	0.70	0.27	3.65	7.00	2.50	32.90	11.75	25.55
C	y	4.70	0.70	0.27	3.65	10.00	2.50	47.00	11.75	36.51
D	y	4.70	0.70	0.27	3.65	17.00	2.50	79.90	11.75	62.06
E	y	4.70	0.70	0.27	3.65	24.00	2.50	112.80	11.75	87.62
F	y	4.70	0.70	0.27	3.65	30.00	2.50	141.00	11.75	109.52
G	y	4.68	0.71	0.28	3.63	20.50	9.59	95.84	44.82	74.33
H	y	7.20	0.46	0.16	6.09	27.00	10.70	194.40	77.04	164.31
I	y	7.20	0.46	0.16	6.09	33.50	10.70	241.20	77.04	203.86
J	y	7.20	0.46	0.16	6.09	39.50	10.70	284.40	77.04	240.37
		54.48						1229.44	346.44	1004.12

*Nota.* Cálculo del centro de rigidez en sentido Y del primer nivel. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 17.***Cálculo del centro de rigidez sentido X, segundo nivel*

No. Muro	Dirección	Longitud, L(m)	h/L	Deflexión del muro	Rigidez, (1/D)	Distancia X al origen, dx	Distancia Y al origen, dy	L*dx	L*dy	R*Y
1	x	3.65	0.90	0.38	2.61	3.58	0.00	13.05	0.00	0.00
2	x	1.70	1.94	1.46	0.69	8.00	0.00	13.60	0.00	0.00
3	x	1.68	1.97	1.50	0.67	10.99	0.00	18.40	0.00	0.00
4	x	1.68	1.97	1.50	0.67	17.99	0.00	30.13	0.00	0.00
5	x	1.43	2.32	2.15	0.47	24.86	0.00	35.43	0.00	0.00
6	x	2.20	1.50	0.87	1.15	1.25	5.00	2.75	11.00	5.73
7	x	4.20	0.79	0.32	3.17	6.75	5.00	28.35	21.00	15.87
8	x	0.68	4.89	14.58	0.07	11.49	5.00	7.75	3.38	0.34
9	x	0.68	4.89	14.58	0.07	18.49	5.00	12.48	3.38	0.34
10	x	0.43	7.76	54.47	0.02	25.36	5.00	10.78	2.13	0.09
11	x	2.20	1.50	0.87	1.15	22.75	7.10	50.05	15.62	8.13
12	x	1.43	2.32	2.15	0.47	26.14	7.10	37.25	10.12	3.31
13	x	1.70	1.94	1.46	0.69	29.00	7.10	49.30	12.07	4.88
14	x	1.70	1.94	1.46	0.69	35.50	7.10	60.35	12.07	4.88
15	x	1.43	2.32	2.15	0.47	26.14	12.08	37.25	17.21	5.62
16	x	1.68	1.97	1.50	0.67	32.51	14.30	54.46	23.95	9.52
17	x	1.68	1.97	1.50	0.67	38.51	14.30	64.51	23.95	9.52
		30.1						525.88	155.86	68.22

*Nota.* Cálculo del centro de rigidez en sentido X del segundo nivel. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 18.**

*Cálculo del centro de rigidez sentido Y, segundo nivel*

No. Muro	Dirección	Longitud, L(m)	h/L	Deflexión del muro	Rigidez, (1/D)	Distancia X al origen	Distancia Y al origen	L*dx	L*dy	R*X	
A	y	4.70	0.70	0.27	3.68	0.00	2.50	0.00	11.75	0.00	
B	y	4.70	0.70	0.27	3.68	7.00	2.50	32.90	11.75	25.75	
C	y	4.70	0.70	0.27	3.68	10.00	2.50	47.00	11.75	36.78	
D	y	4.70	0.70	0.27	3.68	17.00	2.50	79.90	11.75	62.53	
E	y	4.70	0.70	0.27	3.68	24.00	2.50	112.80	11.75	88.28	
F	y	4.70	0.70	0.27	3.68	30.00	2.50	141.00	11.75	110.35	
G	y	4.68	0.71	0.27	3.65	20.50	9.59	95.84	44.82	74.89	
H	y	7.20	0.46	0.16	6.13	27.00	10.70	194.40	77.04	165.55	
I	y	7.20	0.46	0.16	6.13	33.50	10.70	241.20	77.04	205.41	
J	y	7.20	0.46	0.16	6.13	39.50	10.70	284.40	77.04	242.20	
								54.48	1229.44	346.44	1011.70

*Nota.* Cálculo del centro de rigidez en sentido Y del primer nivel. Elaboración propia, realizado con Excel.

De las tablas anteriores se obtiene lo siguiente:

$$X_{CM} = \frac{L \cdot X}{L} \qquad X_{CR} = \frac{R \cdot X}{R_y}$$

$$Y_{CM} = \frac{L \cdot Y}{L} \qquad Y_{CR} = \frac{R \cdot Y}{R_x}$$

**Tabla 19.***Resultados parciales para el análisis simplista*

<b>Resultados de Segundo nivel</b>			
Lx =	30.10 m	L*X =	1846.12
Ly =	54.48 m	L*Y =	527.48
L =	84.58 m		
Rx =	14.35	R*X =	1011.74
Ry =	44.12	R*Y =	68.22

<b>Resultados de Primer nivel</b>			
Lx =	30.10 m	L*X =	1846.12
Ly =	54.48 m	L*Y =	527.48
L =	84.58 m		
Rx =	14.25	R*X =	1004.12
Ry =	43.79	R*Y =	67.71

<b>Centro de masa de los muros</b>		
X =	20.75 m	
Y =	5.94 m	

<b>Centro de masa de los muros</b>		
X =	20.75 m	
Y =	5.94 m	

<b>Centro de rigidez de los muros</b>		
X cr =	22.93 m	
Y cr =	4.75 m	

<b>Centro de rigidez de los muros</b>		
X cr =	22.93 m	
Y cr =	4.75 m	

<b>Centro de masa del entrepiso</b>		
X cm =	21.84 m	
Y cm =	5.35 m	

<b>Centro de masa del entrepiso</b>		
X cm =	21.84 m	
Y cm =	5.35 m	

*Nota.* Resultados de realizar el análisis simplista. Elaboración propia, realizado con Excel.



**Tabla 20.***Centro de masa combinado, primer nivel*

<b>Centro de masa combinado (losa + muros)</b>			
W losa techo =	CM techo * área de losa	185050.8	kg
W muros 1º. nivel =	CM muros * perímetro de muros	165393.9	kg
W losa entrepiso =	CM entrepiso * área de losa entrepiso	185050.8	kg
<b>Techo</b>			
X =	$(185050.80) * (21.84) + (165393.90) * (20.75)$ $(185050.80) + (165393.90)$	21.33	m
Y =	$(185050.80) * (5.35) + (165393.90) * (5.94)$ $(185050.80) + (165393.90)$	5.63	m
<b>Entrepiso</b>			
X =	$(185050.80) * (21.84) + (165393.90) * (20.75)$ $(185050.80) + (165393.90)$	21.33	m
Y =	$(185050.80) * (5.35) + (165393.90) * (5.94)$ $(185050.80) + (165393.90)$	5.63	m
Nota. Se tomarán como resultados			
X cm =	21.33		m
Y cm =	5.63		m
<b>Cálculo de excentricidad con respecto al centro de rigidez</b>			
e' x =	X cr - X cm	1.6	m
e' y =	Y cr - Y cm	0.88	m
<b>Excentricidad mínima</b>			
E min =	5 % de la dimensión perpendicular a la fuerza aplicada		
Sentido X =	5 % * (39.50 m)	e min. Y	1.98 m
Sentido Y =	5 % * (14.3 m)	e min. X	0.72 m

Nota. Cálculo del centro de masa combinado, nivel 1. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 21.***Centro de masa combinado, segundo nivel*

<b>Centro de masa combinado (losa + muros)</b>				
W losa techo =	CM techo * área de losa	185050.8	kg	
W muros 2º. nivel =	CM muros * perímetro de muros	165393.9	kg	
W losa entrepiso =	CM entrepiso * área de losa entrepiso	185050.8	kg	
<b>Techo</b>				
X =	$\frac{(185050.80) * (21.84) + (165393.90) * (20.75)}{(185050.80) + (165393.90)}$	21.33	m	
Y =	$\frac{(185050.80) * (5.35) + (165393.90) * (5.94)}{(185050.80) + (165393.90)}$	5.63	m	
<b>Entrepiso</b>				
X =	$\frac{(185050.80) * (21.84) + (165393.90) * (20.75)}{(185050.80) + (165393.90)}$	21.33	m	
Y =	$\frac{(185050.80) * (5.35) + (165393.90) * (5.94)}{(185050.80) + (165393.90)}$	5.63	m	
Nota. Se tomarán como resultados				
X cm =	21.33	m		
Y cm =	5.63	m		
<b>Cálculo de excentricidad con respecto al centro de rigidez</b>				
e' x =	X cr - X cm	1.6	m	
e' y =	Y cr - Y cm	0.88	m	
<b>Excentricidad mínima</b>				
E min =	5 % de la dimensión perpendicular a la fuerza aplicada			
Sentido X =	5 % * (39.50 m)	e min. Y	1.98	m
Sentido Y =	5 % * (14.3 m)	e min. X	0.72	m

Nota. Cálculo del centro de masa combinado, nivel 2. Elaboración propia, realizado con Excel.

$$\text{Corte} = 2V = 140.20 * 2.00 = 280.40 \text{ Ton}$$

$$e'y = 0.88 \text{ m}$$

$$e_y = e'y + e_{\text{min } y} = 1.60 \text{ m}$$

$$e_{\text{min } y} = 0.72 \text{ m}$$

Momento De Torsión = CORTE \* e y = 224.3 Ton-m

Momento De Volteo= 693.12 Ton-m

**Tabla 22.**

*Rigidez primer nivel sentido X – X*

Muro	Rigidez	V (Ton)	2V	Distancia de Y	Y-Ycr	R*dy	R*dy <sup>2</sup>
1	2.594	140.2	280.4	0.00	4.75	12.32	58.53
2	0.681	140.2	280.4	0.00	4.75	3.24	15.38
3	0.660	140.2	280.4	0.00	4.75	3.14	14.90
4	0.660	140.2	280.4	0.00	4.75	3.14	14.90
5	0.462	140.2	280.4	0.00	4.75	2.20	10.43
6	1.137	140.2	280.4	5.00	0.25	0.28	0.07
7	3.150	140.2	280.4	5.00	0.25	0.79	0.20
8	0.068	140.2	280.4	5.00	0.25	0.02	0.00
9	0.068	140.2	280.4	5.00	0.25	0.02	0.00
10	0.018	140.2	280.4	5.00	0.25	0.00	0.00
11	1.137	140.2	280.4	7.10	2.35	2.67	6.28
12	0.462	140.2	280.4	7.10	2.35	1.09	2.55
13	0.681	140.2	280.4	7.10	2.35	1.60	3.76
14	0.681	140.2	280.4	7.10	2.35	1.60	3.76
15	0.462	140.2	280.4	12.08	7.33	3.39	24.81
16	0.660	140.2	280.4	14.30	9.55	6.31	60.23
17	0.660	140.2	280.4	14.30	9.55	6.31	60.23
	14.241						276.03

Fuente: *Nota.* Cálculo de rigidez, nivel 1: Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 23.***Distribución de momentos primer nivel sentido X – X*

Muro	Fv (Ton)	Ft (Ton)	F (Ton)	M vi (Ton-m)	M ti (Ton-m)	M dis (Ton-m)
1	51.06	10.01	61.08	126.22	33.04	159.26
2	13.41	2.63	16.04	33.16	8.68	41.84
3	13.00	2.55	15.55	32.13	8.41	40.54
4	13.00	2.55	15.55	32.13	8.41	40.54
5	9.100	1.78	10.88	22.49	5.89	28.38
6	22.38	0.23	22.61	55.32	0.76	56.08
7	62.01	0.64	62.65	153.27	2.11	155.38
8	1.34	0.01	1.35	3.31	0.05	3.36
9	1.34	0.01	1.35	3.31	0.05	3.36
10	0.36	0.00	0.36	0.89	0.01	0.90
11	22.38	2.17	24.55	55.32	7.16	62.48
12	9.10	0.88	9.98	22.49	2.91	25.41
13	13.41	1.30	14.72	33.16	4.29	37.45
14	13.41	1.30	14.72	33.16	4.29	37.45
15	9.10	2.75	11.85	22.49	9.08	31.57
16	13.00	5.13	18.12	32.13	16.91	49.04
17	13.00	5.13	18.12	32.13	16.91	49.04

*Nota.* Cálculo distribución de momentos, nivel 1. Elaboración propia, realizado con Excel.

$$\text{Corte} = 2V = 140.20 \cdot 2.00 = 280.40 \text{ Ton}$$

$$e'x = 1.60 \text{ m}$$

$$ex = e'x + e \text{ min } x = 3.58 \text{ m}$$

$$e \text{ min } x = 1.98 \text{ m}$$

$$\text{Momento De Torsión} = \text{CORTE} \cdot e \text{ y} = 501.92 \text{ Ton-m}$$

$$\text{Momento De Volteo} = 693.12 \text{ Ton-m}$$

**Tabla 24.***Rigidez primer nivel sentido Y – Y*

Muro	Rigidez	V (Ton)	2V	Distancia de X	X-Xcr	R*dy	R*dy <sup>2</sup>
A	3.65	140.2	280.4	0.00	23.92	87.31	2,088.17
B	3.65	140.2	280.4	7.00	16.92	61.76	1,044.70
C	3.65	140.2	280.4	10.00	13.92	50.8	707.02
D	3.65	140.2	280.4	17.00	6.92	25.25	174.64
E	3.65	140.2	280.4	24.00	0.08	0.30	0.03
F	3.65	140.2	280.4	30.00	6.08	22.21	135.11
G	3.63	140.2	280.4	20.50	3.42	12.39	42.32
H	6.09	140.2	280.4	27.00	3.08	18.76	57.86
I	6.09	140.2	280.4	33.00	9.58	58.32	558.90
J	6.09	140.2	280.4	39.50	15.58	94.83	1,477.81
	43.79						6,286.56

*Nota.* Cálculo de rigidez, nivel 1. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 25.***Distribución de momentos primer nivel sentido Y – Y*

Muro	Fv (Ton)	Ft (Ton)	F (Ton)	M vi (Ton-m)	M ti (Ton-m)	M dis (Ton-m)
A	23.38	6.97	30.35	57.79	23.00	80.79
B	23.38	4.93	28.31	57.79	16.27	74.06
C	23.38	4.06	27.43	57.79	13.39	71.17
D	23.38	2.02	25.39	57.79	6.65	64.44
E	23.38	0.02	23.40	57.79	0.08	57.87
F	23.38	1.77	25.15	57.79	5.85	63.64
G	23.22	0.99	24.21	57.39	3.26	60.66
H	38.97	1.50	40.47	96.33	4.94	101.27
I	38.97	4.66	43.63	96.33	15.37	111.70
J	38.97	7.57	46.54	96.33	24.99	121.31

*Nota.* Cálculo distribución de momentos, nivel 1. Elaboración propia, realizado con Excel.

X

$$\text{Corte} = 2V = 140.20 \times 2.00 = 280.40 \text{ Ton}$$

$$e'y = 0.88 \text{ m}$$

$$e_y = e'y + e_{\min y} = 1.60 \text{ m}$$

$$e_{\min y} = 0.72 \text{ m}$$

$$\text{Momento De Torsión} = \text{CORTE} \times e_y = 224.32 \text{ Ton-m}$$

$$\text{Momento De Volteo} = 230.46 \text{ Ton-m}$$

**Tabla 26.**

*Rigidez segundo nivel sentido X – X*

Muro	Rigidez	V (Ton)	2V	Distancia de Y	Y-Ycr	R*dy	R*dy <sup>2</sup>
1	2.61	140.2	280.4	0.00	24.60	64.30	4,134.58
2	0.69	140.2	280.4	0.00	24.60	16.89	285.33
3	0.67	140.2	280.4	0.00	24.60	16.37	267.95
4	0.67	140.2	280.4	0.00	24.60	16.37	267.95
5	0.47	140.2	280.4	0.00	24.60	11.46	131.31
6	1.15	140.2	280.4	5.00	19.60	22.45	504.14
7	3.17	140.2	280.4	5.00	19.60	62.21	3,870.32
8	0.07	140.2	280.4	5.00	19.60	1.34	1.81
9	0.07	140.2	280.4	5.00	19.60	1.34	1.81
10	0.02	140.2	280.4	5.00	19.60	0.36	0.13
11	1.15	140.2	280.4	7.10	17.50	20.05	401.9
12	0.47	140.2	280.4	7.10	17.50	8.15	66.45
13	0.69	140.2	280.4	7.10	17.50	12.02	144.39
14	0.69	140.2	280.4	7.10	17.50	12.02	144.39
15	0.47	140.2	280.4	12.08	12.53	5.83	34.04
16	0.67	140.2	280.4	14.30	10.30	6.85	46.97
17	0.67	140.2	280.4	14.30	10.30	6.85	46.97
	14.35						10,350.50

Fuente: *Nota.* Cálculo de rigidez, nivel 1. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 27.***Distribución de momentos segundo nivel sentido X – X*

Muro	Fv (Ton)	Ft (Ton)	F (Ton)	M vi (Ton-m)	M ti (Ton-m)	M dis (Ton-m)
1	25.53	1.40	26.93	41.97	4.61	46.58
2	13.41	0.37	13.78	11.02	1.21	12.24
3	13.00	0.36	13.35	10.68	1.17	11.86
4	13.00	0.36	13.35	10.68	1.17	11.86
5	9.10	0.25	9.35	7.48	0.82	8.30
6	22.38	0.49	22.87	18.39	1.61	20.00
7	62.01	1.35	63.36	50.96	4.46	55.42
8	1.34	0.03	1.37	1.10	0.10	1.20
9	1.34	0.03	1.37	1.10	0.10	1.20
10	0.36	0.01	0.37	0.29	0.03	0.32
11	22.38	0.44	22.81	18.39	1.44	19.83
12	9.10	0.18	9.28	7.48	0.58	8.06
13	13.41	0.26	13.67	11.02	0.86	11.89
14	13.41	0.26	13.67	11.02	0.86	11.89
15	9.10	0.13	9.23	7.48	0.42	7.90
16	13.00	0.15	13.15	10.68	0.49	11.18
17	13.00	0.15	13.15	10.68	0.49	11.18

Fuente: *Nota.* Cálculo de rigidez, nivel 1. Elaboración propia, realizado con Excel.

Y

$$\text{Corte} = 2V = 140.20 \times 2.00 = 280.40 \text{ Ton}$$

$$e'x = 1.60 \text{ m}$$

$$ex = e'x + e \text{ min } x = 3.58 \text{ m}$$

$$e \text{ min } x = 1.98 \text{ m}$$

$$\text{Momento De Torsión} = \text{CORTE} * e y = 501.92 \text{ Ton-m}$$

$$\text{Momento De Volteo} = 230.46 \text{ Ton-m}$$

**Tabla 28.**

*Rigidez segundo nivel sentido Y – Y*

Muro	Rigidez	V (Ton)	2V	Distancia de X	X-Xcr	R*dy	R*dy <sup>2</sup>
A	3.678	140.2	280.4	0.0	22.93	84.34	44,347.30
B	3.678	140.2	280.4	7.0	15.93	58.60	14,869.70
C	3.678	140.2	280.4	10.0	12.93	47.56	7,951.52
D	3.678	140.2	280.4	17.0	5.93	21.81	767.04
E	3.678	140.2	280.4	24.0	1.07	3.94	4.51
F	3.678	140.2	280.4	30.0	7.07	26.01	1,299.91
G	3.653	140.2	280.4	20.5	2.43	8.88	52.42
H	6.132	140.2	280.4	27.0	4.07	24.96	413.39
I	6.132	140.2	280.4	33.5	10.57	64.81	7,240.97
J	6.132	140.2	280.4	39.5	16.57	101.60	27,895.80
	44.118						10,4843.00

Fuente: Nota. Cálculo de rigidez, nivel 2. Elaboración propia, realizado con Excel.



**Tabla 29.***Distribución de momentos segundo nivel sentido Y – Y*

Muro	Fv (Ton)	Ft (Ton)	F (Ton)	M vi (Ton-m)	M ti (Ton-m)	M dis (Ton-m)
A	23.38	0.4	23.78	19.21	1.33	20.55
B	23.38	0.28	23.66	19.21	0.93	20.14
C	23.38	0.23	23.61	19.21	0.75	19.97
D	23.38	0.1	23.48	19.21	0.34	19.56
E	23.38	0.02	23.4	19.21	0.06	19.28
F	23.38	0.12	23.5	19.21	0.41	19.63
G	23.22	0.04	23.26	19.08	0.14	19.22
H	38.97	0.12	39.09	32.03	0.39	32.42
I	38.97	0.31	39.28	32.03	1.02	33.05
J	38.97	0.49	39.46	32.03	1.61	33.63

*Nota.* Cálculo distribución de momentos, nivel 2. Elaboración propia, realizado con Excel.

### **2.5.11. Esfuerzos admisibles**

Estos esfuerzos se determinan en el diseño estructural para garantizar la seguridad y la integridad de la estructura.

#### **2.5.11.1. Cálculo de máximo esfuerzo axial permitido**

El esfuerzo axial permitido, también conocido como tensión de fluencia o límite elástico, es la máxima magnitud de esfuerzo que podemos aplicar a un material sin que este entre en deformación plástica permanente.

Datos:

$$f'm = 130 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_s = 2.1 \text{ E}+06 \text{ kg/cm}^2$$

$$t = 15 \text{ cm}$$

$$h = 3.3 \text{ m}$$

El factor de seguridad a utilizar será  $F_s = 0.50$

- Esfuerzo de compresión axial

$$F_a = 0.20 * f'_m * \left[1 - \left(\frac{h}{40 * t}\right)^3\right]$$

$$F_a = 0.5 * 0.20 * \left[1 - \left(\frac{330}{40 * 15}\right)^3\right]$$

$$F_a = 10.84 \text{ kg/cm}^2$$

- Esfuerzo de flexión

$$F_b = 0.33 * f'_m$$

$$F_b = 0.50 * 0.33 * 130$$

$$F_b = 21.45 \text{ kg/cm}^2$$

- Esfuerzo de corte

$$F_v = 0.30 * \sqrt{f'_m}$$

$$F_v = 0.50 * 0.30 * \sqrt{130}$$

$$F_v = 7.92 * \text{kg/cm}^2$$

- Esfuerzo a tensión

$$F_s = 0.40 * f_y$$

$$F_s = 0.40 * 2,810$$

$$F_s = 1,124 \text{ kg/cm}^2$$

### 2.5.12. Diseño de muro

Se procede a diseñar el muro más crítico con los esfuerzos admisibles calculados anteriormente.

Datos del muro crítico:

F=	70365	kg
M =	159263.49	kg
L =	3.65	m
H =	3.30	m
T =	0.15	m
A tributaria =	10.73	m <sup>2</sup>
W techo =	350	kg/m <sup>2</sup>
W entrepiso =	350	kg/m <sup>2</sup>
W mampostería =	340	kg/m <sup>2</sup>
CV aulas =	200	kg/m <sup>2</sup>
CV techo =	100	kg/m <sup>2</sup>
CV pasillo =	500	kg/m <sup>2</sup>

$$CM = \frac{(W_{\text{techo}} * A_t) + (W_{\text{entrepiso}} * A_t)}{L} + (W_{\text{mamp}} * 2 * \text{Altura})$$

$$CM = \frac{\left(350 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 10.73 \text{ m}^2\right) + \left(350 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 10.73 \text{ m}^2\right)}{3.65 \text{ m}} + \left(340 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 2 * 3.30 \text{ m}\right)$$

$$CM = 4,301 \text{ kg/m}$$

$$CV = \frac{(CV_{aulas} * A_t) + (CV_{techo} * A_t)}{L}$$
$$CV = \frac{\left(200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 10.73 \text{m}^2\right) + \left(100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 10.73 \text{m}^2\right)}{3.65 \text{ m}}$$

$$CV = 881.82 \text{ kg/m}$$

- Cálculo de carga última

$$CU = 1.4 * CM + 1.7 * CV$$

$$CU = 1.4 * 4,301.81 + 1.7 * 881.82$$

$$CU = 7,521.79 \text{ kg/m}$$

- Cálculo de esfuerzo axial actuante

$$fa = \frac{CU * L}{b * t}$$

$$fa = \frac{7,521.79 * 3.65}{365 * 15}$$

$$fa = 5.01 \text{ kg/cm}^2$$

- Cálculo del corte unitario

$$fv = \frac{F}{t * L}$$

$$fv = \frac{70365 \text{ kg}}{15 \text{ cm} * 365 \text{ cm}}$$

$$fv = 12.85 \text{ kg/cm}^2$$

- Cálculo de esfuerzo flexionante

$$fb = \frac{6 * M_y * 100}{t * L^2}$$
$$fb = \frac{6 * 159263.49 \text{ kg} - \text{m} * 100}{15 * (365)^2}$$

$$fb = 47.82 \text{ kg/cm}^2$$

- Corrección de esfuerzo flexionante

$$fb = \left(1.33 - \frac{fa}{Fa}\right) * Fb$$
$$fb = \left(1.33 - \frac{5.01}{10.84}\right) * 21.45$$

$$fb = 18.61 \text{ kg/cm}^2$$

- Relación modular

$$n = \frac{Es}{Em} = \frac{2.1 \text{ E6}}{750 * 70}$$

$$n = 40$$

- Factor K

$$\frac{F_s/n}{d - k * d} = \frac{fb}{k * d}$$

$$\frac{1124/40}{3.65 - 3.65 * k} = \frac{22.58}{3.65 * k}$$

$$28.10 * 3.65k = 22.58 * (3.65 - 3.65 * k)$$

$$102.57 * 3.65k = 22.58 * (3.65 - 3.65 * k)$$

$$102.57 * k = 82.42 - 82.42 * k$$

$$k = \frac{82.42}{102.57 + 82.42}$$

$$k = 0.445$$

- Factor J

$$J = 1 - \left(\frac{k}{3}\right)$$

$$J = 1 - \left(\frac{0.445}{3}\right)$$

$$k = 0.85$$

- Acero mínimo

$$A_{S_{\min \text{ columnas}}} = 0.0007 * 15 * 365$$

$$A_{S_{\min}} = 3.83 \text{ cm}^2$$

- Acero requerido

$$d = 3.65\text{m} - 0.10\text{m} = 3.55\text{m}$$

$$d = 355 \text{ cm}$$

$$A_{s_{req}} = \frac{M}{f_s * j * d}$$

$$A_{s_{req}} = \frac{159263.49 \text{ kg} - \text{m} * 100}{1124 * 0.85 * 355}$$

$$A_{s_{req}} = 46.88 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{req}} > A_{s_{min}}$$

- Diseño a corte

$$A_v = \frac{S * b * f_v}{f_s}$$

$$A_v = \frac{S * 15 * 12.85}{1124}$$

$$A_v = 0.1715 * S$$

Donde S es la distancia entre soleras.

$$S = 1.00\text{m}$$

$$A_v = 0.1715 * 100$$

$$A_v = 17.15 \text{ cm}^2$$

**Tabla 30.***Acero requerido primer nivel X-X*

No. Muro	Dirección	Longitud, L(m)	As min	As req
1	x	3.65	0.0383	46.88
2	x	1.70	0.0179	27.32
3	x	1.68	0.0176	26.90
4	x	1.68	0.0176	26.90
5	x	1.43	0.0150	22.38
6	x	2.20	0.0231	27.90
7	x	4.20	0.0441	39.60
8	x	0.68	0.0071	6.10
9	x	0.68	0.0071	6.10
10	x	0.43	0.0045	2.89
11	x	2.20	0.0231	31.09
12	x	1.43	0.0150	20.04
13	x	1.70	0.0179	24.46
14	x	1.70	0.0179	24.46
15	x	1.43	0.0150	24.90
16	x	1.68	0.0176	32.54
17	x	1.68	0.0176	32.54

*Nota.* Resultados de acero requerido en muros. Elaboración propia, realizado con Excel.



**Tabla 31.***Acero requerido primer nivel Y-Y*

No. Muro	Dirección	Longitud, L(m)	As min	As req
A	y	4.70	0.0494	18.35
B	y	4.70	0.0494	16.82
C	y	4.70	0.0494	16.17
D	y	4.70	0.0494	14.64
E	y	4.70	0.0494	13.14
F	y	4.70	0.0494	14.46
G	y	4.68	0.0491	13.85
H	y	7.20	0.0756	14.90
I	y	7.20	0.0756	16.44
J	y	7.20	0.0756	17.85

*Nota.* Resultados de acero requerido en muros. Elaboración propia, realizado con Excel.

### 2.5.13. Diseño cimentación de columna

El diseño de la cimentación de una columna depende de varios factores, como lo son: el tipo de suelo, la carga que soportará la columna y el diseño estructural general del edificio.

- Capacidad de carga última admisible,  $q_{adm}$

Será la capacidad máxima que tiene un suelo de soportar la estructura, considerando un factor de seguridad igual a 3.

$$q_{adm} = \frac{52.37 \text{ ton/m}^2}{3} = 17.46 \text{ ton/m}^2$$

- Diseño de cimiento corrido

Datos:

Resistencia del concreto a la compresión,  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Resistencia a la fluencia del acero,  $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$

Peso unitario del concreto armado,  $w_c = 2.40 \text{ Ton/m}^3$

Peso de la estructura,  $W_{\text{total}} = 510.50 \text{ ton}$

Densidad húmeda  $\gamma_s = 1.80 \text{ Ton/m}^3$

Sección propuesta = 50.0 cm x 20 cm

Desplante (df) = 1.00 m

Longitud total de muros,  $L_{\text{muros}} = 96.29 \text{ m}$

- Carga que soportará el cimiento por unidad lineal,  $W_u$

$$W_u = \frac{W_{\text{total}}}{L_{\text{muro}}}$$

$$W_u = \frac{510.50 \text{ Ton}}{96.29 \text{ m}}$$

$$W_u = 5.30 \text{ Ton/m}$$

- Carga de trabajo (WT)

$$W_t = \frac{W_u}{FS}$$

$$W_t = \frac{5.30 \text{ Ton/m}}{1.60}$$

$$W_t = 3.31 \text{ Ton/m}$$

- Presión actuante,  $P_{act}$

$$P_{act} = W_t + (\gamma_s * b * h * l) + (W_c * b * t * l)$$

$$P_{act} = 3.31 + (1.80 * 0.50 * 1 * 1) + (2.40 * 0.50 * 0.20 * 1)$$

$$P_{act} = 3.31 + 0.90 + 0.24$$

$$P_{act} = 4.41 \text{ Ton}$$

- Carga actuante,  $q_{act}$

$$q_{act} = \frac{P_{act}}{Az}$$

$$q_{act} = \frac{4.41 \text{ Ton}}{1.30 * 0.30}$$

$$q_{act} = 11.31 \text{ Ton/m}$$

$$q_{act} = 11.31 \text{ Ton/m}$$

$$q_{act} < q_{adm}$$

$$11.31 \text{ Ton/m} < 17.46 \text{ Ton/m}$$

Ya que la carga actuante es menor a la carga admisible, el cimiento corrido propuesto es aceptable.

- Chequeo por corte

- Presión última de diseño,  $Q_u$ :

$$Q_u = q_{act} * FS_{cu}$$

$$Q_u = 11.31 \text{ Ton/m}^2 * 1.5$$

$$Q_u = 16.97 \text{ Ton/m}^2 * 1.5$$

- Peralte efectivo zapata corrida, d:

$$d = t - \text{rec} - \frac{\emptyset \text{No.3}}{2}$$

$$d = 20 - 7 - \frac{0.9525}{2}$$

$$d = 12.52 \text{ cm}$$

- Cortante actuante:

$$X = \frac{b - t}{2} - d$$

$$X = \frac{0.50 - 0.20}{2} - 0.1252$$

$$X = 0.0248 \text{ m}$$

$$V_{\text{act}} = Q_u * X * l$$

$$V_{\text{act}} = 11.31 \text{ Ton/m}^2 * 0.0248 \text{ m} * 1.0 \text{ m}$$

$$V_{\text{act}} = 0.280 \text{ Ton} = 28.05 \text{ kg}$$

- Cortante resistente:

$$V_c = \emptyset * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d; \emptyset = 0.85$$

$$V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{280} * 100 * 12.52$$

$$V_c = 9,437.96 \text{ kg}$$

$$V_c > V_{\text{act}}$$

Dado que el cortante resistente ( $V_c$ ) es mayor que el cortante actuante, el peralte propuesto para el cimiento corrido es aceptable.

- Diseño a flexión:

- Momento flexionante, M:

$$L_{\text{actuante}} = \frac{b - t}{2}$$

$$L_{\text{actuante}} = \frac{0.50 - 0.20}{2}$$

$$L_{\text{actuante}} = 0.15 \text{ m}$$

$$M = \frac{W * L_{\text{actuante}}^2}{2}$$

$$M = \frac{16.97 \text{ Ton/m}^2 * (0.15 \text{ m})^2 * 1\text{m}}{2}$$

$$M = \frac{4.97 \text{ Ton/m}^2 * (0.25 \text{ m})^2 * 1\text{m}}{2}$$

$$M = 0.191 \text{ Ton} - \text{m} = 190.91 \text{ kg} - \text{m}$$

- Acero requerido

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

$$A_s(M) = \frac{0.85 * 280}{28010} \left[ (100 * 12.52) - \sqrt{(100 * 12.52)^2 - \frac{190.91 * 100}{0.003825 * 280}} \right]$$

$$A_s(M) = 0.061 \text{ cm}^2$$

- Acero mínimo

$$A_{Smin} = \frac{14.1 * b * d}{f_y}$$

$$A_{Smin} = \frac{14.1 * 100 * 12.52}{2810}$$

$$A_{Smin} = 6.28 \text{ cm}^2$$

- Acero máximo

$$\rho_b = \frac{0.85\beta_1 f'_c}{f_y} * \left( \frac{6120}{6120 + f_y} \right); \beta_1 = 0.85, f'_c \leq 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$\rho_b = \frac{0.85 * 0.85 * 280}{2810} * \left( \frac{6120}{6120 + 2810} \right)$$

$$\rho_b = \frac{0.85 * 0.85 * 280}{2810} * \left( \frac{6120}{6120 + 2810} \right)$$

$$\rho_b = 0.0493$$

$$A_{Smax} = 0.5 * \rho_b * b * d$$

$$A_{Smax} = 0.5 * 0.0493 * 100 * 12.52$$

$$A_{Smax} = 30.86 \text{ cm}^2$$

- Espaciamiento entre eslabones:

Se utilizará varilla No. 2 ( $A_s = 0.32 \text{ cm}^2$ )

$$S = \frac{A_{Svarilla} * b}{A_{Smin}}$$

$$S = \frac{0.32 * 100}{6.28}$$

$$S = 5.06 \text{ cm}$$

Se colocarán eslabones No. 2 separados a una distancia de 10 cm.

- Acero por temperatura

$$A_{\text{temperatura}} = 0.002 * b * t$$

$$A_{\text{temperatura}} = 0.002 * 50 * 20$$

$$A_{\text{temperatura}} = 2.00 \text{ cm}^2$$

El área de acero por temperatura es cubierta con 4 varillas núm. 3 corridas  
( $4 * 0.71 = 2.84 \text{ m}^2$ )

#### **2.5.14. Diseño de módulos de gradas**

Para obtener un diseño óptimo de gradas se debe de tomar en cuenta los siguientes límites:

$$\text{Contrahuella (C)} \leq 20 \text{ cm}$$

$$\text{Huella (H)} > C$$

$$2C \leq 65 \text{ cm}$$

$$C + H = 45 \text{ a } 48 \text{ cm}$$

$$C * H = 480 \text{ a } 500 \text{ cm}^2$$

- Relación de comodidad

Datos:

$$\text{Carga viva} = 500 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga de acabados} = 50 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{ancho} = 2.0 \text{ m}$$

$$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$C = 18 \text{ cm} \leq 20 \text{ cm}$$

$$H = 29 \text{ cm} > C = 18 \text{ cm}$$

$$2C + H \leq 65 \text{ cm}$$

$$2 * 18 \text{ cm} + 29 \text{ cm} = 65 \text{ cm} < 65 \text{ cm}$$

$$C + H = 18 + 29 = 47 \text{ cm} < 48 \text{ cm}$$

$$C * H = 18 * 29 = 522 \text{ cm}^2$$

- Número de contrahuellas

$$\text{Altura de piso a cielo} = 3.30 \text{ m}$$

$$\text{Espesor de losa} = 0.12 \text{ m}$$

$$\text{Piso más mezclón} = \underline{0.08 \text{ m}}$$

$$\text{Total} = 3.50 \text{ m}$$

$$\text{No. de contrahuellas} = \frac{\text{altura total}}{\text{altura de contrahuella}}$$

$$\text{No. de contrahuellas} = \frac{3.50 \text{ m}}{0.18 \text{ m}}$$

$$\text{No. de contrahuellas} = 19$$



- Número de huellas

$$\text{No. de huellas} = \text{No. de contrahuellas} - 1$$

$$\text{No. de huellas} = 19 - 1$$

$$\text{No. de huellas} = 18$$

- Espesor de losa

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

$$t = \frac{(2 * 2.6) + (2 * 2)}{180}$$

$$t = \frac{9.2}{180}$$

$$t = 0.05 \text{ m}$$

Se utilizará un peralte de 12 cm por ser el mínimo espesor según norma.

- Integración de cargas

- Carga muerta

$$\text{P.P. escalera} = \gamma_{\text{concreto}} * (t + c/2)$$

$$\text{P.P. escalera} = 2,400 \text{ kg/m}^3 * (0.12\text{m} + 0.18/2)$$

$$\text{P.P. escalera} = 504 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{C.M.} = \text{P.P. escalera} + \text{acabados}$$

$$\text{C.M.} = 504 \text{ kg/m}^2 + 50 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{C.M.} = 554 \text{ kg/m}^2$$

- Carga viva

$$\text{Escaleras públicas} = 500 \text{ kg/m}^2$$

- Carga última

$$\text{C. U.} = 1.2 * \text{C. M.} + 1.6 * \text{C. V.}$$

$$\text{C. U.} = (1.2 * 554 \text{ kg/m}^2) + (1.6 * 500 \text{ kg/m}^2)$$

$$\text{C. U.} = 1,465 \text{ kg/m}^2$$

- Cálculo de momentos

$$M_+ = \frac{\text{C. U.} * L^2}{9}$$

$$M_+ = \frac{1,465 * (2.60)^2}{9}$$

$$M_+ = 1,100.38 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_- = \frac{\text{C. U.} * L^2}{14}$$

$$M_- = \frac{1,465 * (2.0)^2}{14}$$

$$M_- = 418.57 \text{ kg} - \text{m}$$

- Cálculo del acero mínimo

$$d = 12 - 2.5 = 9.5 \text{ cm}$$

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

$$AS_{\min} = \frac{0.80 * \sqrt{f'c}}{fy} * b * d$$

$$AS_{\min} = \frac{0.80 * \sqrt{280}}{2,810} * 100 * 9.5$$

$$AS_{\min} = 4.53 \text{ cm}^2$$

$$AS_{\min} = \frac{14.1 * b * d}{fy}$$

$$AS_{\min} = \frac{14.1 * 100 * 9.5}{2,810}$$

$$AS_{\min} = 4.77 \text{ cm}^2$$

De los resultados anteriores se utilizará el mayor, en este caso sería 4.77 cm<sup>2</sup>.

- Acero máximo

$$AS_{\max} = 0.5 * \rho_b * b * d$$

$$\rho_b = \frac{0.85 * \beta * f'c * 6,120}{fy (6,120 + fy)}$$

si  $0 \text{ kg/cm}^2 < f'c \leq 280 \text{ kg/cm}^2$  entonces  $\beta = 0.85$

$$\rho_b = \frac{0.85 * 0.85 * 280 * 6,120}{2,810 (6,120 + 2,810)}$$

$$\rho_b = 0.0493$$

$$AS_{\max} = 0.5 * 0.0493 * 100 * 9.5$$

$$AS_{\max} = 23.42 \text{ cm}^2$$

- Acero requerido

$$AS_{req} M_+ = \left[ b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 * f'c}} \right] * 0.85 * \left( \frac{f'c}{fy} \right)$$

$$AS_{req} M_+ = \left[ 100 * 9.5 - \sqrt{(100 * 9.5)^2 - \frac{1,100.38 * 100}{0.003825 * 280}} \right] * 0.85 * \left( \frac{280}{2,810} \right)$$

$$AS_{req} = 4.72 \text{ cm}^2$$

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

$$AS_{req} M_- = \left[ 100 * 9.5 - \sqrt{(100 * 9.5)^2 - \frac{418.57 * 100}{0.003825 * 280}} \right] * 0.85 * \left( \frac{280}{2,810} \right)$$

$$AS_{req} = 1.76 \text{ cm}^2$$

El área de acero requerido para ambos momentos es menor que el acero mínimo  $AS_{req} < AS_{min}$ . Por lo tanto, se utilizará el área de acero mínimo  $AS_{min} = 4.77 \text{ cm}^2$  con varillas No.3.

- Espaciamiento entre estribos

$$S = \frac{AS_{varilla} * b}{AS_{min}}$$

$$S = \frac{0.71 * 100}{4.77}$$

$$S = 14.88 \text{ cm}$$

$$S = 15 \text{ cm}$$

Se utilizará varillas No.3 @ 0.15 m en forma de bastones, tanto en la cama superior como en la inferior.

- Acero por temperatura

$$AS_{tem} = 0.002 * b * t$$
$$AS_{tem} = 0.002 * 100 * 15$$
$$AS_{tem} = 3.00 \text{ cm}^2$$

- Espaciamiento

$$S = \frac{AS_{varilla} * b}{AS_{tem}}$$
$$S = \frac{0.71 * 100}{3.0}$$
$$S = 23.67 \text{ cm}$$

Con lo anteriormente calculado se determina que se colocaran transversalmente varillas No.3 @ 0.20 m.

### **2.5.15. Planos constructivos**

Estos planos detallan de manera precisa y gráfica los diferentes aspectos del proyecto, incluyendo dimensiones, ubicación, materiales, especificaciones técnicas y detalles constructivos.

- Área de Arquitectura
  - Planta amueblada, nivel 1 y 2
  - Elevaciones

- Planta acotada, nivel y 2
- Planta de acabados
- Detalles de ventanas
- Detalle de puertas
  
- Área de Estructuras
  - Planta de cimentaciones y refuerzos vertical, nivel 1
  - Planta de refuerzo vertical, nivel 2
  - Detalle de columnas
  - Planta de vigas y losa, nivel y 2
  - Detalle de vigas
  - Detalle de muros
  - Detalles de módulos de gradas
  
- Área de Instalaciones
  - Planta de instalación de drenaje pluvial y sanitario
  - Planta de instalación eléctrica de iluminación, niveles 1 y 2
  - Planta de instalación eléctrica de fuerza, niveles 1 y 2

#### **2.5.16. Presupuesto del proyecto**

El presupuesto es fundamental para la planificación y gestión financiera del proyecto, debido a que permite establecer los recursos económicos necesarios para la ejecución del mismo.

**Tabla 32.***Presupuesto de la construcción del edificio escolar*

No.	Renglon	Unidad	Cantidad	P.u. En q.	Total, en q.
1.00	<b>Edificio escolar</b>				
1.01	Trabajos preliminares	M2	994.63	Q16.00	Q15,914.08
1.02	Cimiento corrido	MI	234.28	Q330.00	Q77,312.40
1.03	Zapata tipo z1	Unidad	48.00	Q1,285.00	Q61,680.00
1.04	Zapata tipo z2	Unidad	62.00	Q950.00	Q58,900.00
1.05	Columnas tipo c1	MI	427.28	Q469.00	Q200,394.32
1.06	Columnas tipo c2	MI	549.36	Q184.00	Q101,082.24
1.07	Columnas tipo c3	MI	118.50	Q177.00	Q20,974.50
1.08	Solera humedad	MI	224.26	Q244.00	Q54,719.44
1.09	Solera intermedia	MI	448.52	Q265.00	Q118,857.80
1.10	Solera corona	MI	448.52	Q272.00	Q121,997.44
1.11	Emplantillado	M2	144.02	Q202.00	Q29,092.04
1.12	Levantado de block	M2	1,895.68	Q184.00	Q348,805.12
1.13	Canal	MI	40.00	Q291.00	Q11,640.00
1.14	Estructura metalica (techo)	M2	402.32	Q516.00	Q207,597.12
1.15	Repello + cernido	M2	3,783.36	Q135.25	Q511,699.44
1.16	Fundicion y piso granito	M2	538.00	Q383.00	Q206,054.00
1.17	Fundicion pasillo + cernido	M2	154.24	Q262.00	Q40,410.88
1.18	Ventanas	M2	124.20	Q1,041.00	Q129,292.20
1.19	Puertas	Unidad	33.00	Q2,569.00	Q84,777.00
1.20	Electricidad fuerza	Unidad	64.00	Q1,022.00	Q65,408.00
1.21	Electricidad iluminacion	Unidad	84.00	Q1,069.00	Q89,796.00
1.22	Instalacion drenajes y pluviales	MI	356.00	Q244.00	Q86,864.00
1.23	Instalacion agua potable	MI	266.00	Q625.00	Q166,250.00
1.24	Artefactos sanitarios	Unidad	28.00	Q1,057.00	Q29,596.00
<b>Total</b>					<b>Q2,839,114.02</b>
<b>Total, en letras</b>					
<b>Dos millones ochocientos treita y nueve mil ciento catorce con 02/100 centavos</b>					

*Nota.* Tabla de presupuesto de la construcción del edificio escolar, caserío Pacajay, aldea Cruz Blanca, San Juan Sacatepéquez, Guatemala. Elaboración propia, realizado con Excel.

### 2.5.17. Cronograma de ejecución

Es una herramienta que permite planificar y visualizar las actividades del proyecto en el tiempo programado.

**Figura 16.**  
*Cronograma*

PROGRAMA PRELIMINAR DE EJECUCION																																		
PROYECTO:		CONSTRUCCIÓN ESCUELA, CASERIO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA																																
CRONOGRAMA FÍSICO						MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6								
No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. EN Q.	TOTALEN Q.	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4					
1.00	<b>EDIFICIO ESCOLAR</b>																																	
1	TRABAJOS PRELIMINARES	M2	994.63	Q16.00	Q15,914.08	5.36%																												
1	CIMIENTO CORRIDO	ML	234.28	Q330.00	Q77,312.40	4.55%																												
1	ZAPATA TIPO Z1	UNIDAD	48.00	Q1485.00	Q71280.00	16.4%				16.4%																								
1	ZAPATA TIPO Z2	UNIDAD	62.00	Q950.00	Q58,900.00					3.95%																								
1.1	COLUMNAS TIPO C1	ML	427.28	Q669.00	Q243,122.32					2.04%				2.04%																				
1.1	COLUMNAS TIPO C2	ML	549.36	Q184.00	Q101,082.24					1.38%				1.38%																				
1.1	COLUMNAS TIPO C3	ML	118.50	Q77.00	Q20,974.50									0.67%																				
1.08	SOLERA HUMEDAD	ML	224.26	Q244.00	Q54,719.44									0.95%																				
1.09	SOLERA INTERMEDIA	ML	448.52	Q165.00	Q74,005.80									2.42%				2.42%																
1.10	SOLERA CORONA	ML	448.52	Q172.00	Q77,145.44									2.82%																				
1.11	EMPLANTILLADO	M2	144.02	Q202.00	Q29,092.04																	2.68%				2.68%								
1.12	LEVANTADO DE BLOCK	M2	1,895.68	Q184.00	Q348,805.12																													
1.13	CANAL	ML	40.00	Q291.00	Q11,640.00																													
1.14	ESTRUCTURA METALICA (TECHO)	M2	402.32	Q516.00	Q207,597.12																													
1.15	REPELLO + CERNIDO	M2	#####	Q135.25	Q511,699.44																													
1.16	FUNDICION Y PISO GRANITO	M2	538.00	Q383.00	Q206,054.00																													
1.17	FUNDICION PASILLO + CERNIDO	M2	154.24	Q262.00	Q40,410.88																													
1.18	VENTANAS	M2	124.20	Q1,041.00	Q129,292.20																													
1.19	PUERTAS	UNIDAD	33.00	Q2,569.00	Q84,777.00																													
1.20	ELECTRICIDAD FUERZA	UNIDAD	64.00	Q1,022.00	Q65,408.00																													
1.21	ELECTRICIDAD ILUMINACION	UNIDAD	84.00	Q1,069.00	Q89,796.00																													
1.22	INSTALACION DRENAJES Y PLUVIAL	ML	356.00	Q244.00	Q86,864.00																													
1.23	INSTALACION AGUA POTABLE	ML	266.00	Q625.00	Q166,250.00																													
1.24	ARTEFACTOS SANITARIOS	UNIDAD	28.00	Q1,057.00	Q29,596.00																													
Avance físico mensual						11.55%				7.63%				3.42%				8.24%				5.10%				2.68%								
Avance físico acumulado						11.55%				19.18%				22.60%				30.84%				35.94%				38.62%								



Continuación de la figura 16.

CRONOGRAMA FÍSICO					MES 7				MES 8				MES 9				MES 10				MES 11				MES 12							
No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. EN Q.	TOTAL EN Q.	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4			
100	<b>EDIFICIO ESCOLAR</b>																															
1	TRABAJOS PRELIMINARES	M2	994.63	Q16.00	Q15,914.08																											
1	CIMIENTO CORRIDO	ML	234.28	Q330.00	Q77,312.40																											
1	ZAPATA TIPO Z1	UNIDAD	48.00	Q1,485.00	Q71,280.00																											
1	ZAPATA TIPO Z2	UNIDAD	62.00	Q950.00	Q58,900.00																											
1.1	COLUMNAS TIPO C1	ML	427.28	Q569.00	Q243,122.32																											
1.1	COLUMNAS TIPO C2	ML	649.36	Q184.00	Q101,082.24																											
1.1	COLUMNAS TIPO C3	ML	118.50	Q177.00	Q20,974.50																											
1.08	SOLERA HUMEDAD	ML	224.26	Q244.00	Q54,719.44																											
1.09	SOLERA INTERMEDIA	ML	448.52	Q165.00	Q74,005.80																											
1.10	SOLERA CORONA	ML	448.52	Q172.00	Q77,145.44																											
1.11	EMPLANTILLADO	M2	144.02	Q202.00	Q29,092.04																											
1.12	LEVANTADO DE BLOCK	M2	1,895.68	Q184.00	Q348,805.12																							8.12%				
1.13	CANAL	ML	40.00	Q291.00	Q11,640.00			3.82%																								
1.14	ESTRUCTURA METALICA (TECHO)	M2	402.32	Q516.00	Q207,597.12										2.87%				2.87%							2.87%						
1.15	REPELLO + CERNIDO	M2	#####	Q135.25	Q511,699.44			4.60%			4.60%																					
1.16	FUNDICION Y PISO GRANITO	M2	538.00	Q383.00	Q206,054.00										9.10%																	
1.17	FUNDICION PASILLO + CERNIDO	M2	154.24	Q262.00	Q40,410.88										11.2%																	
1.18	VENTANAS	M2	124.20	Q1041.00	Q129,292.20																							4.03%				
1.19	PUERTAS	UNIDAD	33.00	Q2,569.00	Q84,777.00																							2.51%				
1.20	ELECTRICIDAD FUERZA	UNIDAD	64.00	Q1022.00	Q65,408.00																							1.60%				
1.21	ELECTRICIDAD ILUMINACION	UNIDAD	84.00	Q1069.00	Q89,796.00																							1.70%				
1.22	INSTALACION DRENAJES Y PLUVIAL	ML	356.00	Q244.00	Q86,864.00																											
1.23	INSTALACION AGUA POTABLE	ML	266.00	Q625.00	Q166,250.00																											
1.24	ARTEFACTOS SANITARIOS	UNIDAD	28.00	Q1,057.00	Q29,596.00																							1.48%				
Avance físico mensual								8.42%							4.60%				23.18%							7.65%			2.87%		14.66%	
Avance físico acumulado								47.04%							51.64%					74.82%							82.47%			85.34%		100.00%
<b>SE ESTIMA QUE LA EJECUCIÓN FÍSICA DEL PROYECTO SE REALIZARÁ EN UN PERIODO DE SEIS (6) MESES CALENDARIO EN CONDICIONES CLIMÁTICAS Y FINANCIERAS FAVORABLES</b>																																

Nota. Cronograma de ejecución de actividades. Elaboración propia, realizado con Excel.

### **3. DISEÑO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ BLANCA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

#### **3.1. Descripción del proyecto**

Se proyectará un sistema de drenaje sanitario por gravedad, comprendido con una línea principal, así como ramales auxiliares para la conducción de las aguas residuales hacia la planta de tratamiento o hacia fosas sépticas. Tendrá una longitud aproximada de 3,500 metros lineales de tubería de PVC bajo la norma ASTM F949 de distintos diámetros, contara con 112 pozos de visita que se construirán de ladrillos tayuyo, así mismo de 5 fosas sépticas que ayudarán como sistemas de tratamientos auxiliares, con el objetivo de reducir las alturas de los pozos de visita.

Cabe mencionar que el sistema se diseñara para que desfogue hacia la planta de tratamiento ya diseñada en dicho lugar.

#### **3.2. Estudio topográfico**

El estudio topográfico fue realizado por medio de los sistemas de información geográfica (SIG), Google Earth y Global Mapper, esto debido a que los pobladores de la región no permitieron que se realizara la topografía por ningún otro medio, y al concretarse el siguiente diseño este aspecto se debe de tomar en cuenta.

### 3.3. Periodo de diseño

Este período generalmente depende de varios factores, como la vida útil esperada de los materiales utilizados en la construcción de la alcantarilla, la carga de tráfico esperada y otros factores ambientales. En este proyecto se estiman 22 años para el periodo de diseño.

### 3.4. Cálculo de la población futura

Para determinar la población futura de diseño  $P_f$ , se optó por el método geométrico:

$$P_f = P_o (1 + r)^n$$

Donde:

- $P_f$  = Población futura
- $P_o$  = Población inicial
- $r$  = Tasa de crecimiento (se asume 2.23 %)
- $n$  = Periodo de diseño (se asume 22 años)

### 3.5. Cálculo de caudales

El cálculo de caudales es fundamental en el diseño de sistemas hidráulicos, porque permite determinar la cantidad de líquido que fluye a través de los conductos.

### 3.5.1. Aspectos generales

Debido a que no toda el agua utilizada por los habitantes será vertida al drenaje, parte de esta se infiltrará en la tierra o será evaporada, por lo tanto, se considera el factor de retorno siguiente:

$$F_r = 0.75$$

#### 3.5.1.1. Caudal domiciliar ( $Q_{dom}$ )

Agua cuyo uso fue de limpieza o producción de alimentos, el cual se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q_{dom} = \frac{\text{Dotación} * \text{No.hab} * Fr}{86400}$$

Se considera una dotación de 120 l/hab/hora

#### 3.5.1.2. Caudal comercial ( $Q_{com}$ )

Agua utilizada en los comercios, restaurantes, hoteles, entre otros, se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q_{com} = \text{Dotación} * \text{No. de comercios}$$

Para este proyecto no se toma en cuenta este caudal, debido a que no hay edificaciones que contribuyan a este tipo de caudal.

### **3.5.1.3. Caudal de conexiones ilícitas ( $Q_{ci}$ )**

Agua proveniente de viviendas que conectan ilícitamente las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario, para el diseño se tomara el 10 % del caudal domiciliar, de acuerdo con las Normas de Fomento Municipal.

$$Q_{ci} = 10\% Q_{dom}$$

### **3.5.1.4. Caudal industrial ( $Q_{ind}$ )**

Caudal proveniente de plantas industriales, fabricas, entre otros, se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q_{ind} = \frac{\text{Dotación} * \text{No. industrias}}{86400}$$

### **3.5.1.5. Caudal de infiltración ( $Q_{inf}$ )**

Agua que se infiltra en el alcantarillado, dependiendo del material de la alcantarilla a utilizar, del nivel freático, la permeabilidad del terreno, siendo el PVC un material que proporciona una alta impermeabilidad, por lo que al utilizarse este material no se toma en cuenta este caudal.

### **3.5.1.6. Factor de caudal medio (fqm)**

Este factor tiene un valor entre 0.002 a 0.005, de no estar entre este rango se utiliza el más próximo. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q_{medio} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{inf} + Q_{ci}$$

$$F_{qm} = \frac{Q_{medio}}{No. hab}$$

Según el Instituto de Fomento Municipal, (INFOM) el factor es:

$$F_{qm} = 0.0046$$

El factor utilizado para este diseño será el proporcionado por el INFOM.

### **3.5.1.7. Factor de Harmond**

Factor de seguridad cuando el drenaje sea utilizado al máximo, el cual se calcula con la fórmula:

$$FH = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$

En donde P es la población ya sea el actual o futuro, depende de que factor se esté calculado.

### **3.5.1.8. Caudal de diseño**

Caudal que se utiliza como referencia para dimensionar y seleccionar los componentes del sistema, dicho caudal se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q_d = F_{qm} * FH * No. Hab$$

### **3.5.2. Criterios de diseño**

Para obtener un óptimo diseño del sistema de alcantarillado se deben de tomar en cuenta normas como la del INFOM.

#### **3.5.2.1. Tipo de tubería**

Las tuberías utilizadas para los drenajes sanitario pueden ser fabricados de Cloruro de Polivinilo o también pueden ser fabricados de concreto.

Para el diseño de este sistema de alcantarillado se utilizará tubería de PVC bajo la Norma ASTM F 949 y accesorios que cumplan también con dicha norma.

#### **3.5.2.2. Diámetro de tuberías**

Las Normas Generales para el Diseño de Alcantarillado del INFOM indica que el diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados sanitarios será de 8 pulgadas para tubos de concreto y de 6 pulgadas para tubos de PVC.

#### **3.5.2.3. Velocidades máximas y mínimas**

Las Normas Generales para Diseño de Alcantarillados del INFOM establecen para el caudal de diseño las siguientes velocidades:

- Velocidad máxima: 2.50 m/s
- Velocidad mínima: 0.60 m/s

#### **3.5.2.4. Pendientes**

Idealmente la pendiente de la tubería deberá adaptarse a la pendiente del terreno natural, esto con el objetivo de evitar costos elevados de excavación, siempre que esta cumpla con las relaciones hidráulicas y velocidades máximas y mínimas, se calcula con la siguiente fórmula:

$$S_t = \left( \frac{C_f - C_o}{Dh} \right) * 100$$

Donde:

$S_t$  = pendiente del terreno

$C_f$  = cota final del terreno

$C_o$  = cota inicial del terreno

$Dh$  = distancia horizontal

#### **3.5.2.5. Profundidad de las tuberías**

La profundidad del sistema de alcantarillado dependerá de factores como el diámetro de tubería a utilizar, Las Normas Generales para el Diseño de Alcantarillado del INFOM indica que la profundidad mínima del coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreo será de 1.20 metros.

#### **3.5.2.6. Coeficientes de rugosidad**

Es un índice que indica la resistencia que tendrá el flujo en la tubería, es un valor adimensional.



**Tabla 33.**

*Coefficiente de rugosidad*

<b>Material</b>	<b>Rugosidad</b>
Alcantarilla de PVC	0.010
Alcantarilla de concreto diámetro menor de 24"	0.015
Alcantarilla de concreto diámetro mayor de 24"	0.013
Canales de piedra	0.030

*Nota.* Tabla de coeficientes de rugosidades. Elaboración propia, realizado con Excel.

### **3.5.2.7. Relaciones hidráulicas**

Las relaciones hidráulicas son fundamentales para el diseño y funcionamiento eficiente de los sistemas hidráulicos en aplicaciones como la industria, la construcción y el transporte. Las relaciones a tomar en cuenta son las siguientes:

- $(q/Q)$ : relación entre el caudal a sección parcialmente llena y a sección llena.
- $(v/V)$ : relación entre la velocidad del flujo a sección parcialmente llena y a sección llena.
- $(d/D)$ : relación de tirantes del flujo a sección parcialmente llena y a sección llena.

Generalmente para el diseño de los alcantarillados se toma como base la ecuación de Manning tanto para canales abiertos como cerrados, independientemente de la geometría.

$$V = \frac{1}{n} * R_h^{2/3} * S^{1/2}$$

Para el cálculo de los valores a sección llena, la ecuación anterior se describe de la siguiente manera:

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

Donde:

- V = velocidad a sección llena (m/s)
- n = coeficiente de rugosidad de Manning
- D = diámetro (pulgadas)
- S = pendiente de tubería (porcentaje)

$$Q = V * A$$

Donde:

- Q = caudal a sección llena del colector (m<sup>3</sup>/s)
- A = área de la sección transversal del colector (m<sup>2</sup>)
- V = velocidad a sección llena (m/s)

### **3.5.3. Cotas Invert**

Cota entre la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería, para su cálculo se deben de tomar en cuenta lo siguiente:

- Caso 1: cuando en un pozo de visita entra una tubería y sale otra de igual diámetro, la cota invert de salida (CIS) debe de estar como mínimo 0,03 metros por debajo de la Cota Invert de entrada (CIE).
- Caso 2: cuando en un pozo de visita entra una tubería y sale otra de distinto diámetro, la diferencia entre cotas invert será, como mínimo, a la diferencia de los diámetros por debajo de la CIE.
- Caso 3: cuando en un pozo de visita entra más de una tubería y sale solo una tubería, todas del mismo diámetro, la CIS debe de estar como mínimo, 0,03 metros por debajo de la CIE más baja.
- Caso 4: cuando en un pozo de visita llegan más de una tubería, y sale una tubería pudiendo ser igual o de distinto diámetro que las tuberías de entrada, la CIS debe de estar por debajo de la CIE de acuerdo a los casos 1 y 2.

### 3.5.3.1. Cota invert de salida (CIS)

El cálculo de esta cota es de importancia ya que con ella se aseguran de que los fluidos se transporten correctamente en el sistema y no se acumulen o se creen presiones negativas.

$$CIS = CT * H_{min}$$

Donde:

CIS = cota invert de salida (m)

CT = cota de terreno (m)

H<sub>min</sub> = altura mínima de pozo (m)

### 3.5.3.2. Cota invert de entrada (CIE)

El cálculo de la cota invert de entrada de una alcantarilla es importante para el diseño y construcción de sistemas de drenaje y alcantarillado, ya que nos permite determinar la capacidad de flujo de agua que puede transportar el sistema.

$$CIE = CIS - \left( \frac{S_{\text{tub}} * Dh}{100} \right)$$

Donde:

CIS = cota invert de salida (m)

CIE = cota invert de entrada (m)

Dh = distancia horizontal (m)

S<sub>tub</sub> = pendiente de la tubería (porcentaje)

### 3.5.4. Pozos de visita

Son estructuras cilíndricas empleados como medio de inspección y de limpieza del alcantarillado. De acuerdo a las Normas Generales para el Diseño de Alcantarillado del Instituto de Fomento Municipal, se diseñarán pozos de visita en los siguientes casos:

- En cambios de diámetro
- En cambios de pendiente
- En cambios de dirección horizontal para diámetros menores de 24"
- En las intersecciones de tuberías colectoras
- En los extremos superiores de ramales iniciales

- A distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros hasta 24”
- A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24”

Los diámetros del pozo generalmente son de 1.20 metros para tuberías de hasta 24 pulgadas, 1.50 metros para tuberías entre 30 y 42 pulgadas y de 2.00 metros para tuberías de hasta 48 pulgadas.

### **3.5.5. Obras complementarias**

Obras que se realizan conjuntamente con el sistema principal para garantizar su correcto funcionamiento, o mejorar su utilidad.

#### **3.5.5.1. Conexiones domiciliarias**

Conexiones necesarias para transportar el caudal proveniente de los inmuebles hacia el colector principal.

#### **3.5.5.2. Cajas de registros o candela domiciliar**

Son cajas construidas con el objetivo de poder realizar la inspección y mantenimiento de las tuberías de la red de alcantarillado, estas pueden ser construidas de mampostería o con tubos de concreto colocados de manera vertical.

#### **3.5.5.3. Tuberías secundarias**

Estas se utilizan para conectar la caja de registro domiciliar con la tubería central, estas deben de tener un diámetro mínimo de 6 pulgadas en tubería de

concreto y de 4 pulgadas en tubería de PVC, así mismo debe tener una pendiente mínima de 2 por ciento, con el propósito de poder evacuar adecuadamente los desechos.

### 3.5.6. Ejemplo del proceso de diseño hidráulico del alcantarillado sanitario

A continuación, se muestra un ejemplo del proceso de diseño hidráulico del sistema de alcantarillado propuesto.

**Tabla 34.**

*Parámetros de diseño*

<b>Parámetros</b>	<b>Valor</b>	<b>Dimensión</b>
Densidad de población (Dp)	5.0000	hab/viv
Tasa de crecimiento poblacional (r)	2.2300	porcentaje
Periodo de diseño	22.0000	años
Diámetro mínimo	6.0000	plg
Factor de caudal medio	0.0046	-
Rugosidad de Manning	0.0100	-
Velocidad de diseño mínima	0.6000	m/s
Velocidad de diseño máxima	3.0000	m/s
Profundidad mínima de pozo	1.2000	m/s
Diámetro mínimo de pozo	1.2000	m

*Nota.* Parámetros para el diseño del sistema de drenaje sanitario. Elaboración propia, realizado con Excel.

- Diseño del tramo inicial, PV-1 a PV-2

Datos de entrada:

- CT de PV-1: 1,971.81 m

- CT de PV-2: 1,971.62 m
- Distancia horizontal entre pozos: 21.75 m
- Viviendas locales ( $V_c$ ): 2 viviendas

- Pendiente del terreno

$$S = \left( \frac{C_f * C_o}{Dh} \right) * 100$$

$$S = \left( \frac{1,971.81 * 1971.62}{21.75} \right) * 100$$

$$S = 0.87 \%$$

- Viviendas

$$Viv_{acu} = V_{ant} + V_{loc}$$

$$Viv_{acu} = 0 + 2$$

$$Viv_{acu} = 2$$

- Habitantes

$$P_o = Viv_{acu} * Dp$$

$$P_o = 2 * 5$$

$$P_o = 10 \text{ hab.}$$

$$P_f = P_o (1 + r)^n$$

$$P_f = 100 (1 + 0.0123)^{22}$$

$$P_f = 16 \text{ hab.}$$

- Factor de flujo

Actual:

$$FH = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{10}{1000}}} = 4.41$$

Futuro:

$$FH = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{16}{1000}}} = 4.39$$

- Caudal de diseño

Actual:

$$q_{d\text{-actual}} = 0.0046 * 4.41 * 10 = 0.201 \text{ l/s.}$$

Futuro:

$$q_{d\text{-futuro}} = 0.0046 * 4.39 * 16 = 0.33 \text{ l/s.}$$

- Valores hidráulicos a sección llena

Se propone una pendiente de tubería del 4 por ciento y un diámetro de 8 pulgadas.

- Velocidad

$$V = \frac{0.03429}{0.010} * 7.881^{2/3} * 0.04^{1/2} = 2.72 \text{ m/s}$$

- Caudal

$$Q = 2.72 * 5.067 \times 10^{-4} * 7.881^2 = 85.47 \text{ l/s}$$



- Relaciones hidráulicas

Actual:

$$\frac{q_{d\text{-actual}}}{Q} = \frac{0.20}{85.47} = 0.00238$$

Futuro:

$$\frac{q_{d\text{-futuro}}}{Q} = \frac{0.33}{85.47} = 0.00384$$

De la tabla de relaciones hidráulicas y realizando las interpolaciones necesarias, se obtiene:

Actual:

$$\frac{d}{D} = 0.0350$$

$$\frac{v}{V} = 0.203$$

Futuro:

$$\frac{d}{D} = 0.00384$$

$$\frac{v}{V} = 0.239$$

Se concluye que las relaciones de diámetros y las velocidades del flujo se encuentran por debajo del 75 %, por lo tanto, la pendiente y diámetro de tubería es aceptable para el cálculo de la velocidad de diseño.

- Velocidades de diseño

Actual:

$$V_d = 0.203 * 2.72 = 0.55 \text{ m/s}$$

Futuro:

$$V_d = 0.239 * 2.72 = 0.65 \text{ m/s}$$

Ambos cumplen con las velocidades mínimas y máximas aceptadas.

- Cotas Invert

Por ser el primer punto la CIS se obtiene restando a la cota del terreno la 1.42m para garantizar la CIE, los siguientes se tendrían que evaluar de acuerdo a los casos descritos anteriormente.

$$CIS = 1971.81 - 1.42 = 1970.39 \text{ m}$$

$$CIE = CIS - \left( \frac{S_{\text{tub}} * Dh}{100} \right)$$

$$\text{CIE} = 1970.39 - \left( \frac{4 * 21.75 - 1.20}{100} \right) = 1969.57 \text{ m}$$

- Altura de pozos

$$H_o = C_t - \text{CIS} = 1971.81 - 1970.39 = 1.42$$

$$H_f = C_t - \text{CIE} = 1971.62 - 1969.57 = 2.05$$

El cálculo anterior se realiza de manera iterativa para el diseño de los ramales, en el apéndice, se muestran los resultados obtenidos.

### **3.5.7. Sistema de tratamiento de aguas residuales**

Actualmente en el Sector Las Trojes 1 de la aldea Cruz Blanca se encuentra construida un sistema de tratamiento de aguas residuales, por lo cual el diseño de la red de alcantarillado sanitario se conectará a dicho sistema.

#### **3.5.7.1. Fosas sépticas**

Sistema de tratamiento primario que consiste en una estructura cerrada en la que se acumulan las aguas negras separando los sólidos. Para el diseño del sistema de drenaje sanitario para el Sector Las Trojes 1, se considera construir 5 fosas sépticas que ayuden a realizar el tratamiento de las aguas, esto debido a que la topografía del terreno no permite que todas las casas puedan conectarse al sistema de tratamiento principal.

### **3.5.8. Planos constructivos**

Los planos constructivos son herramientas fundamentales para guiar la construcción de una edificación de manera eficiente y cumpliendo con los estándares de calidad requeridos. Para el presente proyecto los planos que se incluirán serán las siguientes:

- Topografía general
- Planta perfil
- Detalles

Ver anexos.

### **3.5.9. Presupuesto del proyecto**

Durante la ejecución del proyecto, se debe realizar un seguimiento y control del presupuesto para garantizar que los gastos se mantengan dentro de lo establecido, y si es necesario realizar ajustes.

**Tabla 35.***Proyecto: construcción sistema de alcantarillado sanitario*

No.	REGLON	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. EN Q.	TOTAL, EN Q.
1.00	<b>SISTEMA DE TUBERÍA COLECTORA, POZOS DE VISITA Y FOSAS SEPTICAS</b>				
1.01	TRABAJOS PRELIMINARES	ML	4,000.00	Q17.00	Q68,000.00
1.02	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	ML	4,000.00	Q12.00	Q48,000.00
1.03	EXCAVACIÓN Y RELLENO DE ZANJA PARA TUBERÍA	M3	3,499.95	Q72.50	Q253,746.30
1.04	TUBERÍA PVC NORMA F-949 DE 8"	ML	3,500.00	Q835.00	Q2,922,500.00
1.05	POZOS DE VISITA (PROMEDIO H= 1.42 M )	UNIDAD	112	Q9,750.00	Q1,092,000.00
1.06	CANDELAS DOMICILIARES	UNIDAD	200	Q3,220.97	Q644,194.00
1.07	FOSA SÉPTICA	UNIDAD	5	Q66,521.94	Q332,609.70
<b>TOTAL</b>					<b>Q5,361,050.00</b>
<b>TOTAL, EN LETRAS</b>					
<b>CINCO MILLONES TRESCIENTOS SESENTA Y UNO MIL CINCUENTA QUETZALES EXACTOS</b>					

*Nota.* Tabla de presupuesto para la ejecución del proyecto. Elaboración propia, realizado con Excel.

### **3.5.10. Cronograma de ejecución de actividades**

El cronograma facilita la programación y el seguimiento del proyecto, asegurando que las actividades se completen según lo planificado.

**Figura 17.**

*Programa preliminar de ejecución*

PROGRAMA PRELIMINAR DE EJECUCION													
<b>PROYECTO:</b>				CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ BLANCA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA.									
CRONOGRAMA FÍSICO											MES 1		
No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. EN Q.	TOTAL EN Q.	S1	S2	S3	S4				
1.00	<b>SISTEMA DE TUBERÍA COLECTORA, POZOS DE VISITA Y FOSAS SEPTICAS</b>												
1	TRABAJOS PRELIMINARES	ML	4,000.00	Q17.00	Q68,000.00	12.54%							
1	REMPLANTEO TOPOGRÁFICO	ML	4,000.00	Q12.00	Q48,000.00	7.58%							
1	EXCAVACIÓN Y RELLENO DE ZANJA PARA TUBERÍA	M3	3,499.95	Q72.50	Q253,746.30								
1	TUBERÍA PVC NORMA F-949 DE 8"	ML	3,500.00	Q835.00	Q2,922,500.00								
1.1	POZOS DE VISITA (PROMEDIO H= 1.42 M )	UNIDAD	112.00	Q9,750.00	Q1,092,000.00								
1.1	CANDELAS DOMICILIARES	UNIDAD	200.00	Q3,220.97	Q644,194.00								
1.1	FOSA SÉPTICA	UNIDAD	5.00	Q66,521.94	Q332,609.70								
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q5,361,050.00</b>								
Avance físico mensual						20.12%							
Avance físico acumulado						20.12%							

CRONOGRAMA FÍSICO		MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6					
No.	DESCRIPCIÓN	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4		
1.00	<b>SISTEMA DE TUBERÍA COLECTORA, POZOS DE VISITA Y FOSAS SEPTICAS</b>																						
1	TRABAJOS PRELIMINARES																						
1	REMPLANTEO TOPOGRÁFICO																						
1	EXCAVACIÓN Y RELLENO DE ZANJA PARA TUBERÍA			4.41%																			
1	TUBERÍA PVC NORMA F-949 DE 8"			6.91%				6.91%					6.91%										
1.1	POZOS DE VISITA (PROMEDIO H= 1.42 M )			8.26%				8.26%					8.26%										
1.1	CANDELAS DOMICILIARES							1.59%					1.59%										
1.1	FOSA SÉPTICA							2.51%					2.51%										2.51%
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>																							
Avance físico mensual		19.58%				19.27%				19.27%				19.27%				2.51%					
Avance físico acumulado		39.70%				58.97%				78.23%				97.50%				100.00%					

SE ESTIMA QUE LA EJECUCIÓN FÍSICA DEL PROYECTO SE REALIZARÁ EN UN PERIODO DE SEIS (6) MESES CALENDARIO EN CONDICIONES CLIMÁTICAS Y FINANCIERAS FAVORABLES																					
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

*Nota.* Tabla de presupuesto para la ejecución del proyecto. Elaboración propia, realizado con Excel.

**3.5.11. Estudio financiero**

Es un análisis detallado de la viabilidad económica y financiera del proyecto que permite evaluar la rentabilidad y la sostenibilidad financiera.

### **3.5.11.1. Valor Presente Neto (VPN)**

El valor presente neto también conocido como valor actual neto (VAN), ayuda a determinar las ganancias o pérdidas que se obtendrán al realizar una inversión, se determina con la siguiente fórmula:

$$VPN = \text{ingresos} - \text{egresos}$$

Según el presupuesto de inversión el costo del proyecto será Q.5,361,050.00 este recurso tendrá como fuente de financiamiento al Gobierno Local por medio del Sistema de Consejos de Desarrollo, esto sin contemplar el costo de post inversión del proyecto, cuyo financiamiento estará a cargo de la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala. Por lo tanto, al ser un proyecto de carácter social no se obtendrán ingresos y el costo total del proyecto serán los egresos, como se muestra a continuación:

$$VPN = 0 - Q.5,361,050.00$$

$$VPN = - Q.5,361,050.00$$

### **3.5.11.2. Tasa de Retorno (TIR)**

La tasa interna de retorno, también conocida como TIR, es una herramienta que nos permite determinar la rentabilidad de un proyecto, a través del cálculo de la diferencia entre los gastos actuales y los ingresos proyectados en el futuro, con el propósito de estimar las ganancias esperadas de una inversión.

Fuentes de financiamiento:

Gobierno central.....	Q.5,361,050.00
Municipalidad.....	Q. 00.00 (planificación)
Comunidad.....	Q. 00.00

Al ser un proyecto de carácter social, financiada en su totalidad por el gobierno central los ingresos serán nulos, y no es posible realizar el cálculo del TIR.

### **3.6. Evaluación de impacto ambiental**

En su etapa de construcción el suelo sería el afectado porque se necesita de movimiento de tierra para la ejecución del mismo, esto a su vez puede generar contaminación en el aire debido a las partículas de polvo suspendidas.

Al finalizar el proyecto se tendrá gran beneficio para el ecosistema que lo rodea, ya que, se reduciría la contaminación del manto freático, ayudaría a la reducción de la contaminación de los ríos, dado que al cuerpo receptor las aguas descargadas llegarían con menor porcentaje de contaminantes eliminando fuentes que generan el mosquito y el zancudo, así mismo crea un ambiente agradable. Se reduciría la morbilidad en la población.





## CONCLUSIONES

1. Se elaboró una investigación monográfica en donde se determinó la necesidad de diseñar un sistema de drenaje sanitario en el sector de Las Trojes 1 y el diseño de un edificio escolar en el caserío Pacajay, ambos en la aldea Cruz Blanca del municipio de San Juan Sacatepéquez del departamento de Guatemala.
2. Se realizó el diseño de las instalaciones del edificio escolar de nivel primario en el caserío Pacajay tomando en cuenta las normas arquitectónicas y estructurales, así como las que el Ministerio de Educación estipule, siendo esta un edificio de dos niveles conformado con trece salones de clases, un área Administrativa, una bodega y un sector de servicios sanitarios.
3. Se propuso el diseño del sistema de alcantarillado sanitario que mejore la calidad de vida de los habitantes del caserío Las Trojes 1, aldea Cruz Blanca.
4. Se proveyó a las autoridades, los cronogramas de ejecución, presupuestos y los planos constructivos; tanto del edificio escolar como el del sistema de alcantarillado sanitario, para su correcta construcción.



## RECOMENDACIONES

1. Verificar que los proyectos se ejecuten de acuerdo a lo estipulado en planos.
2. Utilizar los materiales adecuados cumpliendo con lo que los planos indiquen.
3. Realizar un nuevo estudio topográfico en el Sector Las Trojes 1 para la realización del proyecto del drenaje sanitario.
4. Implementar una estrategia de concientización sobre el cuidado del sistema de alcantarillado sanitario, para que este funcione de manera óptima en el tiempo de vida establecido, así mismo evitar las conexiones ilícitas.



## REFERENCIAS

- Álvarez, R. (2005). *Programas para el análisis de estructuras de mampostería reforzada por los métodos simplistas y realista*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. <https://www.doccity.com/es/mamposteria-simplista-y-realista/7986855/>
- American Concrete Institute Comité ACI 318. (2019). *Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318-19) y comentario (ACI 318R-19)*. Estados Unidos.
- Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. (2018). *Normas de seguridad estructural de edificios y obras de infraestructura para la República de Guatemala*. <https://conred.gob.gt/normas>
- Chiguichón, C. (2018). *Diseño del edificio de dos niveles para uso escolar en caserío Santa Rosa, aldea Estancia Grande, San Juan Sacatepéquez, Guatemala*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. <https://1library.co/document/zx284wdq-diseno-edificio-niveles-escolar-caserio-estancia-sacatepequez-guatemala.html>
- Gómez, F. (2018). *Diseño del edificio escolar de dos niveles para el caserío Sacchim y puente vehicular para la aldea Pueblo Viejo, San Sebastián Huehuetenango, Huehuetenango*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio institucional.

Hernández, H. (2008). *Diseño de la red de alcantarillado sanitario para la aldea San José Lo De Ortega, Municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. [http://www.biblioteca.usac.edu.gt/EPS/08/08\\_0067.pdf](http://www.biblioteca.usac.edu.gt/EPS/08/08_0067.pdf)

Instituto de fomento municipal INFOM (2009). *Normas generales para diseño de alcantarillados*. Guatemala.

Ministerio de Educación de la República de Guatemala (2011). *Criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales*. <https://www.mineduc.gob.gt/DIPLAN/?p=manual.asp>

Nilson, H. (2001). *Diseño de estructuras de concreto*. McGraw-Hill.

Patzán, C. (2010) *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario ubicado en el caserío Pacajay, de la aldea Cruz Blanca y muro de contención de mampostería reforzada ubicado en la aldea Comunidad Zet, del municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/8277/>

# APÉNDICES

## Apéndice 1.

*Memoria de cálculo, sistema de drenaje sanitario*

**Hoja de cálculo hidráulico de alcantarillado sanitario hacia planta de  
tratamiento  
Las Trojes 1, aldea Cruz Blanca, San Juan Sacatepéquez, Guatemala  
Cálculo: Byron Alvarado**

DE	A	COTA DE TERRENO (m)		DISTANCIA HORIZONTAL (m)	PENDIENTE DEL TERRENO (%)	VIVIENDAS		HABITANTES		FACTOR DE FLUJO	
		INICIO	FINAL			LOCAL	ACUMULADA	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO
1	2	1971.81	1971.62	21.75	0.87	2	2	10	16	4.41	4.39
2	3	1971.62	1967.91	32.54	11.41	8	10	50	81	4.31	4.27
3	4	1967.91	1963.46	43.33	10.27	10	47	235	382	4.12	4.03
4	5	1963.46	1960.64	30.07	9.39	4	51	255	414	4.11	4.01
5	6	1960.64	1956.90	61.12	6.11	4	55	275	447	4.09	4.00
6	7	1956.90	1948.72	85.56	9.57	8	65	325	528	4.06	3.96
7	8	1948.72	1946.82	34.57	5.50	3	68	340	552	4.05	3.95
8	9	1946.82	1949.59	57.49	-4.82	4	72	360	585	4.04	3.94
9	10	1949.59	1958.84	99.54	-9.30	0	72	360	585	4.04	3.94
10	11	1958.84	1955.14	32.26	11.48	0	72	360	585	4.04	3.94
11	12	1955.14	1956.90	20.90	-8.41	0	72	360	585	4.04	3.94
12	13	1956.90	1953.84	34.75	8.79	0	72	360	585	4.04	3.94
13	PT	1953.84	1.00	1.00	195284.10	0	72	360	585	4.04	3.94
						.					
14	15	2014.26	2012.67	28.53	5.59	1	1	5	8	4.44	4.07
15	16	2012.67	2005.90	35.26	19.20	2	3	15	24	4.40	4.07
16	17	2005.90	2000.90	26.91	18.57	3	20	100	162	4.24	4.07
17	18	2000.90	1993.74	42.52	16.86	2	22	110	179	4.23	4.07
18	19	1993.74	1987.62	32.00	19.12	1	23	115	187	4.23	4.07
19	20	1987.62	1972.40	63.90	23.81	2	25	125	203	4.22	4.07
20	4	1972.40	1963.46	45.55	19.64	2	27	135	219	4.21	4.13
21	22	2003.49	2006.41	23.41	-12.49	7	7	35	57	4.34	4.30
22	23	2006.41	2006.93	18.62	-2.78	2	9	45	73	4.32	4.28
23	24	2006.93	2004.53	22.17	10.80	2	11	55	89	4.31	4.26
24	17	2004.53	2000.90	24.74	14.68	3	14	70	114	4.28	4.23
25	26	1970.47	1962.57	52.68	14.55	1	1	5	8	4.44	4.07
27	7	1962.57	1948.72	44.33	33.35	1	2	25	41	4.37	4.07



Continuación del apéndice 1.

DE	A	Fqm l/s/hab	Qdiseño (l/s) SANIATRIO		COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO NOMINAL DE TUBERÍA (púl)	DIÁMETRO INTERNO DE TUBERÍA (púl)	PENDIENTE DE TUBERÍA (%)	PEND. DE TUB. (%) CORREGIDA
			ACTUAL	FUTURO					
1	2	0.0046	0.20	0.33	0.01	8	7.881	0.92	4.00
2	3	0.0046	0.99	1.59	0.01	8	7.881	9.73	-
3	4	0.0046	4.46	7.08	0.01	8	7.881	10.49	-
4	5	0.0046	4.82	7.65	0.01	8	7.881	9.67	-
5	6	0.0046	5.18	8.22	0.01	8	7.881	6.18	-
6	7	0.0046	6.07	9.62	0.01	8	7.881	9.67	-
7	8	0.0046	6.34	10.04	0.01	8	7.881	5.61	-
8	9	0.0046	6.70	10.60	0.01	8	7.881	-4.98	2.00
9	10	0.0046	6.70	10.60	0.01	8	7.881	-13.43	2.00
10	11	0.0046	6.70	10.60	0.01	8	7.881	-37.03	2.00
11	12	0.0046	6.70	10.60	0.01	8	7.881	-70.64	2.00
12	13	0.0046	6.70	10.60	0.01	8	7.881	-33.63	2.00
13	PT	0.0046	6.70	10.60	0.01	8	7.881	-970429.62	2.00
14	15	0.0046	0.10	0.15	0.01	8	7.881	5.84	-
15	16	0.0046	0.30	0.46	0.01	8	7.881	19.79	-
16	17	0.0046	1.95	3.04	0.01	8	7.881	19.32	-
17	18	0.0046	2.14	3.35	0.01	8	7.881	17.27	-
18	19	0.0046	2.24	3.50	0.01	8	7.881	19.76	-
19	20	0.0046	2.42	3.81	0.01	8	7.881	24.22	-
20	4	0.0046	2.61	4.17	0.01	8	7.881	20.10	-
21	22	0.0046	0.70	1.13	0.01	8	7.881	-13.17	2.00
22	23	0.0046	0.90	1.44	0.01	8	7.881	-22.48	2.00
23	24	0.0046	1.09	1.75	0.01	8	7.881	-9.06	2.00
24	17	0.0046	1.38	2.21	0.01	8	7.881	5.44	5.47
25	26	0.0046	0.10	0.15	0.01	8	7.881	14.93	-
27	7	0.0046	0.50	0.76	0.01	8	7.881	34.93	-

Continuación del apéndice 1.

DE	A	SECCION LLENA		RELACIÓN q / Q		RELACIÓN d / D		RELACIÓN v / V	
		VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (l/s)	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO
1	2	2.72	85.4736	0.00238	0.00384	0.0350	0.0450	0.203	0.239
2	3	4.24	133.3222	0.00744	0.01196	0.0625	0.0775	0.297	0.341
3	4	4.40	138.4028	0.03219	0.05117	0.1250	0.1550	0.463	0.528
4	5	4.22	132.9249	0.03625	0.05757	0.1325	0.1650	0.479	0.548
5	6	3.38	106.2430	0.04875	0.07736	0.1525	0.1900	0.522	0.596
6	7	4.22	132.8741	0.04572	0.07243	0.1475	0.1850	0.511	0.587
7	8	3.22	101.1984	0.06266	0.09923	0.1700	0.2150	0.560	0.644
8	9	1.92	60.4390	0.11079	0.17533	0.2250	0.2900	0.659	0.761
9	10	1.92	60.4390	0.11079	0.17533	0.2250	0.2900	0.659	0.761
10	11	1.92	60.4390	0.11079	0.17533	0.2250	0.2900	0.659	0.761
11	12	1.92	60.4390	0.11079	0.17533	0.2250	0.2900	0.659	0.761
12	13	1.92	60.4390	0.11079	0.17533	0.2250	0.2900	0.659	0.761
13	PT	1.92	60.4390	0.11079	0.17533	0.2250	0.2900	0.659	0.761
14	15	3.28	103.2434	0.00099	0.00147	0.0250	0.0300	0.163	0.184
15	16	6.04	190.1176	0.00160	0.00240	0.0300	0.0375	0.184	0.212
16	17	5.97	187.8327	0.01039	0.01621	0.0725	0.0900	0.327	0.375
17	18	5.64	177.6193	0.01206	0.01885	0.0775	0.0975	0.341	0.393
18	19	6.04	189.9858	0.01177	0.01843	0.0775	0.0950	0.341	0.388
19	20	6.68	210.3245	0.01153	0.01809	0.0775	0.0950	0.341	0.388
20	4	6.09	191.5961	0.01363	0.02177	0.0825	0.1025	0.355	0.408
21	22	1.92	60.4390	0.01157	0.01863	0.0775	0.0950	0.341	0.388
22	23	1.92	60.4390	0.01481	0.02381	0.0875	0.1075	0.368	0.420
23	24	1.92	60.4390	0.01803	0.02895	0.0950	0.1175	0.388	0.444
24	17	3.17	99.7030	0.01383	0.02219	0.0825	0.1050	0.355	0.414
25	26	5.25	165.1047	0.00062	0.00092	0.0200	0.0250	0.141	0.163
26	7	8.03	252.5800	0.00199	0.00301	0.035	0.0425	0.203	0.23

Continuación del apéndice 1.

DE	A	VELOCIDAD DE DISEÑO (m/s)		COTAS INVERT (m)		ALTURA DE POZOS (m)		DISTANCIA HORIZONTAL DE DISEÑO (m)
		ACTUAL	FUTURO	CIS	CIE	INICIO	FINAL	
1	2	0.55	0.65	1970.39	1969.57	1.42	2.05	20.55
2	3	1.26	1.44	1969.54	1966.49	2.08	1.42	31.34
3	4	2.04	2.32	1966.46	1962.04	1.45	1.42	42.13
4	5	2.02	2.31	1962.01	1959.22	1.45	1.42	28.87
5	6	1.76	2.01	1959.19	1955.48	1.45	1.42	59.92
6	7	2.16	2.48	1955.45	1947.30	1.45	1.42	84.36
7	8	1.80	2.07	1947.27	1945.40	1.45	1.42	33.37
8	9	1.27	1.46	1945.37	1944.24	1.45	5.35	56.29
9	10	1.27	1.46	1944.21	1942.25	5.38	16.60	98.34
10	11	1.27	1.46	1942.22	1941.59	16.63	13.54	31.06
11	12	1.27	1.46	1941.56	1941.17	13.57	15.73	19.70
12	13	1.27	1.46	1941.14	1940.47	15.76	13.37	33.55
13	PT	1.27	1.46	1940.81	-0.05	13.03	1.05	-0.20
14	15	0.53	0.60	2012.84	2011.25	1.42	-	27.33
15	16	1.11	1.28	2011.22	2004.48	1.45	1.42	34.06
16	17	1.95	2.24	2004.45	1999.48	1.45	1.42	25.71
17	18	1.92	2.22	1999.45	1992.32	1.45	1.42	41.32
18	19	2.06	2.34	1992.29	1986.20	1.45	1.42	30.80
19	20	2.28	2.59	1986.17	1970.98	1.45	1.42	62.70
20	4	2.16	2.48	1970.95	1962.04	1.45	1.42	44.35
21	22	0.65	0.75	2002.07	2001.62	1.42	-	22.21
22	23	0.71	0.81	2001.59	2001.24	4.82	5.68	17.42
23	24	0.75	0.85	2001.21	2000.79	5.71	3.74	20.97
24	17	1.12	1.31	2000.76	1999.48	3.77	1.42	23.54
25	26	0.74	0.86	1969.05	1961.37	1.42	-	51.48
26	7	1.63	1.85	1961.34	1946.27	1.45	1.42	43.13

Continuación del apéndice 1.

DE	A	Fqm l/s/hab	Qdiseño (l/s) SANIATRIO		COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO NOMINAL DE TUBERÍA (púl)	DIÁMETRO INTERNO DE TUBERÍA (púl)	PENDIENTE DE TUBERÍA (%)	PEND. DE TUB. (%) CORREGIDA
			ACTUAL	FUTURO					
27	28	0.0046	0.20	0.33	0.01	8	7.881	15.01	-
28	29	0.0046	0.40	0.65	0.01	8	7.881	11.05	-
29	30	0.0046	1.86	2.97	0.01	8	7.881	-10.86	2.50
30	FS1	0.0046	1.86	2.97	0.01	8	7.881	22733.88	2.50
31	32	0.0046	0.50	0.81	0.01	8	7.881	25.95	-
32	33	0.0046	1.28	2.06	0.01	8	7.881	-8.05	1.35
33	30	0.0046	1.38	2.21	0.01	8	7.881	-4.82	1.35
34	35	0.0046	0.20	0.33	0.01	8	7.881	21.03	-
35	33	0.0046	0.20	0.33	0.01	8	7.881	31.00	-

DE	A	COTA DE TERRENO (m)		DISTANCIA HORIZONTAL (m)	PENDIENTE DEL TERRENO (%)	VIVIENDAS		HABITANTES		FACTOR DE FLUJO	
		INICIO	FINAL			LOCAL	ACUMULADA	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO
27	28	2014.19	2009.01	35.69	14.50	2	2	10	16	4.41	4.39
28	29	2009.01	2002.09	63.59	10.89	2	4	20	32	4.38	4.35
29	30	2002.09	2004.00	19.07	-10.02	1	19	95	154	4.25	4.19
30	FS1	2004.00	1.00	10.00	20030.00	0	19	95	154	4.25	4.19
31	32	2013.74	2003.77	39.61	25.17	5	5	25	41	4.37	4.33
32	33	2003.77	2006.92	40.68	-7.74	6	13	65	106	4.29	4.24
33	30	2006.92	2004.00	18.22	16.03	1	14	70	114	4.28	4.23
34	35	2025.77	2012.38	64.89	20.64	2	2	10	16	4.41	4.39
35	33	2012.38	2006.92	18.71	29.17	0	2	10	16	4.41	4.39

Continuación del apéndice 1.

DE	A	SECCION LLENA		RELACIÓN q / Q		RELACIÓN d / D		RELACIÓN v / V	
		VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (l/s)	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO
27	28	5.26	165.5685	0.00123	0.00198	0.0275	0.0350	0.174	0.203
28	29	4.51	142.0879	0.00284	0.00458	0.0400	0.0500	0.221	0.256
29	30	2.15	67.5728	0.02748	0.04400	0.1150	0.1450	0.439	0.507
30	FS1	2.15	67.5728	0.02748	0.04400				
31	32	6.92	217.7127	0.00231	0.00372	0.0375	0.0425	0.212	0.230
32	33	1.58	49.6557	0.02583	0.04146	0.0975	0.1400	0.393	0.495
33	30	1.58	49.6557	0.02777	0.04455	0.1000	0.1250	0.401	0.463
34	35	6.23	195.9771	0.00104	0.00168	0.0250	0.0325	0.163	0.194
35	33	7.56	237.9462	0.00085	0.00138	0.0225	0.0300	0.152	0.184

DE	A	VELOCIDAD DE DISEÑO (m/s)		COTAS INVERT (m)		ALTURA DE POZOS (m)		DISTANCIA HORIZONTAL DE DISEÑO (m)
		ACTUAL	FUTURO	CIS	CIE	INICIO	FINAL	
27	28	<b>0.92</b>	<b>1.07</b>	2012.77	2007.59	<b>1.42</b>	-	34.49
28	29	<b>1.00</b>	<b>1.16</b>	2007.56	2000.67	<b>1.45</b>	<b>1.42</b>	62.39
29	30	<b>0.94</b>	<b>1.09</b>	2000.64	2000.19	<b>1.45</b>	<b>3.81</b>	17.87
30	FS1	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	2000.16	-0.42	<b>3.84</b>	<b>1.42</b>	8.80
31	32	<b>1.47</b>	<b>1.59</b>	2012.32	2002.35	<b>1.42</b>	-	38.41
32	33	<b>0.62</b>	<b>0.78</b>	2002.32	2001.79	<b>1.45</b>	<b>5.13</b>	39.48
33	30	<b>0.63</b>	<b>0.73</b>	2001.76	2001.53	<b>5.16</b>	<b>2.47</b>	17.02
34	35	<b>1.02</b>	<b>1.21</b>	2024.35	2010.96	<b>1.42</b>	-	63.69
35	33	<b>1.15</b>	<b>1.39</b>	2010.93	2005.50	<b>1.45</b>	<b>1.42</b>	17.51

Continuación del apéndice 1.

DE	A	COTA DE TERRENO (m)		DISTANCIA HORIZONTAL (m)	PENDIENTE DEL TERRENO (%)	VIVIENDAS		HABITANTES		FACTOR DE FLUJO	
		INICIO	FINAL			LOCAL	ACUMULADA	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO
36	37	1971.42	1968.30	18.81	16.57	1	1	5	8	4.44	4.42
37	38	1968.30	1964.24	29.87	13.61	2	3	15	24	4.40	4.37
38	39	1964.24	1963.10	8.74	13.05	0	3	15	24	4.40	4.37
39	40	1963.10	1964.25	30.55	-3.75	0	3	15	24	4.40	4.37
40	41	1964.25	1963.12	19.90	5.63	0	3	15	24	4.40	4.37
41	42	1963.12	1954.61	45.53	18.71	6	9	45	73	4.32	4.28
42	43	1954.61	1950.06	21.80	20.87	0	9	45	73	4.32	4.28
43	44	1950.06	1945.85	22.40	18.77	1	10	50	81	4.31	4.27
44	45	1945.85	1944.46	22.84	6.12	0	10	50	81	4.31	4.27
45	46	1944.46	1942.85	26.67	6.00	0	10	50	81	4.31	4.27
46	47	1942.85	1942.26	20.69	2.88	0	16	80	130	4.27	4.21
47	48	1942.26	1942.07	26.15	0.72	2	18	90	146	4.26	4.19
48	49	1942.07	1941.85	17.54	1.25	1	19	95	154	4.25	4.19
49	50	1941.85	1938.59	56.81	5.75	7	26	130	211	4.21	4.14
50	51	1938.59	1935.61	27.66	10.75	4	30	150	244	4.19	4.12
51	52	1935.61	1932.07	41.49	8.53	5	65	325	528	4.06	3.96
52	FS2	1932.07	1.00	10.00	19310.74	0	65	325	528	4.06	3.96
57	58	1951.12	1945.55	29.19	19.09	3	3	15	24	4.40	4.37
58	59	1945.55	1941.56	22.09	18.06	0	3	15	24	4.40	4.37
59	60	1941.56	1939.04	25.16	10.03	1	17	85	138	4.26	4.20
60	61	1939.04	1936.21	34.64	8.18	1	18	90	146	4.26	4.19
61	62	1936.21	1935.07	53.32	2.13	6	24	120	195	4.22	4.15
62	63	1935.07	1932.98	22.39	9.31	1	25	125	203	4.22	4.15
63	64	1932.98	1932.20	35.47	2.21	1	26	130	211	4.21	4.14
64	65	1932.20	1931.20	24.18	4.13	2	28	140	227	4.20	4.13
65	52	1931.20	1932.07	27.52	-3.17	2	30	150	244	4.19	4.12
66	67	1959.05	1952.72	42.21	15.01	7	7	35	57	4.34	4.30
67	68	1952.72	1949.76	22.67	13.04	3	10	50	81	4.31	4.27
68	69	1949.76	1947.02	14.22	19.25	0	10	50	81	4.31	4.27
69	70	1947.02	1946.00	18.21	5.61	0	10	50	81	4.31	4.27
70	71	1946.00	1944.21	16.38	10.96	3	13	65	106	4.29	4.24
71	72	1944.21	1941.09	16.68	18.70	0	13	65	106	4.29	4.24
72	60	1941.09	1939.04	20.27	10.09	0	13	65	106	4.29	4.24
53	54	1946.99	1942.32	24.09	19.37	2	2	10	16	4.41	4.39
54	55	1942.32	1940.39	68.03	2.84	4	6	30	49	4.35	4.32
55	56	1940.39	1941.79	47.82	-2.93	0	6	30	49	4.35	4.32
56	47	1941.79	1942.26	15.85	-2.97	0	6	30	49	4.35	4.32

Continuación del apéndice 1.

DE	A	Fqm l/s/hab	Qdiseño (l/s) SANIATRIO		COEFCIENTE DE RUGOSIDAD DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO NOMINAL DE TUBERÍA (púl)	DIÁMETRO INTERNO DE TUBERÍA (púl)	PENDIENTE DE TUBERÍA (%)	PEND. DE TUB. (%) CORREGIDA
			ACTUAL	FUTURO					
36	37	0.0046	0.10	0.17	0.01	8	7.881	17.70	-
37	38	0.0046	0.30	0.49	0.01	8	7.881	14.08	-
38	39	0.0046	0.30	0.49	0.01	8	7.881	14.73	-
39	40	0.0046	0.30	0.49	0.01	8	7.881	-4.01	3.25
40	41	0.0046	0.30	0.49	0.01	8	7.881	-5.56	3.25
41	42	0.0046	0.90	1.44	0.01	8	7.881	15.43	-
42	43	0.0046	0.90	1.44	0.01	8	7.881	21.93	-
43	44	0.0046	0.99	1.59	0.01	8	7.881	19.69	-
44	45	0.0046	0.99	1.59	0.01	8	7.881	6.32	-
45	46	0.0046	0.99	1.59	0.01	8	7.881	6.17	-
46	47	0.0046	1.57	2.52	0.01	8	7.881	2.90	2.90
47	48	0.0046	1.76	2.82	0.01	8	7.881	0.64	0.75
48	49	0.0046	1.86	2.97	0.01	8	7.881	-17.38	0.75
49	50	0.0046	2.52	4.02	0.01	8	7.881	0.49	0.55
50	51	0.0046	2.89	4.61	0.01	8	7.881	10.99	
51	52	0.0046	6.07	9.62	0.01	8	7.881	8.71	
52	FS2	0.0046	6.07	9.62	0.01	8	7.881	21943.68	
57	58	0.0046	0.30	0.49	0.01	8	7.881	19.90	-
58	59	0.0046	0.30	0.49	0.01	8	7.881	18.95	-
59	60	0.0046	1.67	2.67	0.01	8	7.881	10.41	-
60	61	0.0046	1.76	2.82	0.01	8	7.881	8.39	-
61	62	0.0046	2.33	3.72	0.01	8	7.881	2.13	
62	63	0.0046	2.42	3.87	0.01	8	7.881	9.69	
63	64	0.0046	2.52	4.02	0.01	8	7.881	2.20	
64	65	0.0046	2.71	4.32	0.01	8	7.881	4.22	
65	52	0.0046	2.89	4.61	0.01	8	7.881	-3.43	0.50
66	67	0.0046	0.70	1.13	0.01	8	7.881	15.45	-
67	68	0.0046	0.99	1.59	0.01	8	7.881	13.63	-
68	69	0.0046	0.99	1.59	0.01	8	7.881	20.79	-
69	70	0.0046	0.99	1.59	0.01	8	7.881	5.83	-
70	71	0.0046	1.28	2.06	0.01	8	7.881	11.63	-
71	72	0.0046	1.28	2.06	0.01	8	7.881	19.96	-
72	60	0.0046	1.28	2.06	0.01	8	7.881	10.57	-
53	54	0.0046	0.20	0.33	0.01	8	7.881	20.39	-
54	55	0.0046	0.60	0.97	0.01	8	7.881	2.84	-
55	56	0.0046	0.60	0.97	0.01	8	7.881	-3.07	1.75
56	47	0.0046	0.60	0.97	0.01	8	7.881	-18.75	1.75

Continuación del apéndice 1.

DE	A	SECCION LLENA		RELACIÓN q / Q		RELACIÓN d / D		RELACIÓN v / V		VELOCIDAD DE DISEÑO (m/s)		COTAS INVERT (m)		ALTURA DE POZOS (m)		DISTANCIA HORIZONTAL DE DISEÑO (m)
		VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (l/s)	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	CIS	CIE	INICIO	FINAL	
73	74	6.63	208.5412	0.00145	0.00235	0.0300	0.0375	0.184	0.212	1.22	1.40	1967.45	1963.92	1.42	-	14.85
74	75	6.47	203.6146	0.00198	0.00319	0.0350	0.0425	0.203	0.230	1.31	1.49	1963.89	1958.71	1.45	1.42	22.82
75	76	5.65	177.8257	0.00338	0.00544	0.0450	0.0550	0.239	0.273	1.35	1.54	1958.68	1952.32	1.45	1.42	36.72
76	77	4.36	137.0573	0.00438	0.00706	0.0500	0.0600	0.256	0.289	1.11	1.26	1952.29	1950.17	1.45	1.42	20.60
77	78	3.70	116.5301	0.00935	0.01502	0.0700	0.0875	0.320	0.368	1.18	1.36	1950.14	1946.28	1.45	1.42	51.96
78	FS3	5.36	168.6857	0.00646	0.01037					0.00	0.00	1964.47	17.80	-16.77	-16.80	-0.20
79	80	5.98	188.1871	0.00319	0.00514	0.0425	0.0525	0.230	0.264	1.38	1.58	1976.89	1964.50	1.42	-	63.93
80	81	5.37	169.0261	0.00472	0.00759	0.0500	0.0625	0.256	0.297	1.37	1.60	1964.47	1960.85	1.45	1.42	23.16
81	82	5.70	179.3008	0.00553	0.00889	0.0550	0.6750	0.273	0.312	1.56	1.78	1960.82	1955.58	1.45	1.42	29.72
82	83	6.68	210.1315	0.00518	0.00833	0.0525	0.0650	0.264	0.305	1.76	2.04	1955.55	1949.21	1.45	1.42	26.23
83	84	5.69	179.1126	0.00716	0.01149	0.0625	0.0775	0.297	0.341	1.69	1.94	1949.18	1942.33	1.45	1.42	39.00
84	85	3.74	117.7740	0.01089	0.01748	0.0750	0.0925	0.334	0.381	1.25	1.43	1942.30	1939.09	1.45	1.42	42.28
85	86	3.64	114.6082	0.01119	0.01796	0.0750	0.0950	0.334	0.388	1.22	1.41	1939.06	1936.36	1.45	1.42	37.49
86	87	4.61	145.2266	0.00883	0.01417	0.0675	0.0850	0.312	0.361	1.44	1.67	1936.33	1931.67	1.45	1.42	40.36
87	FS4	5.18	163.0209	0.00787	0.01263					0.00	0.00	1931.64	-0.42	1.45	1.42	-0.20
88	89	3.31	104.2980	0.00195	0.00315	0.0350	0.0425	0.203	0.230	0.67	0.76	1970.45	1968.64	1.42	-	30.39
89	90	2.01	63.2921	0.00479	0.00774	0.0500	0.0650	0.256	0.305	0.51	0.61	1968.61	1968.29	1.45	1.42	14.59
90	80	5.48	172.4523	0.00291	0.00469	0.0400	0.0500	0.221	0.256	1.21	1.40	1968.26	1964.50	1.45	1.42	23.11
91	92	8.03	252.8331	0.00040	0.00065	0.0175	0.0200	0.129	0.141	1.04	1.13	1964.26	1959.01	1.42	-	15.00
92	93	7.59	238.9434	0.00043	0.00069	0.0175	0.0200	0.129	0.141	0.98	1.07	1958.98	1954.99	1.45	1.42	12.76
93	94	5.63	177.1268	0.00058	0.00093	0.0200	0.025	0.141	0.163	0.92	0.99	1954.96	1952.72	1.45	1.42	13.05
94	95	6.83	214.8746	0.00141	0.00228	0.0300	0.0375	0.184	0.212	1.26	1.45	1952.69	1941.88	1.45	1.42	42.77
95	96	2.15	67.5728	0.00596	0.00962	0.0575	0.0700	0.281	0.320	0.60	0.69	1941.85	1940.32	1.45	2.11	61.11
96	97	6.92	217.7952	0.00276	0.00444	0.0400	0.0500	0.221	0.256	1.53	1.77	1940.29	1935.69	2.14	1.42	17.72
97	98	7.54	237.1891	0.00295	0.00475	0.04	0.0500	0.221	0.256	1.67	1.93	1935.66	1929.75	1.45	1.42	19.20
98	99	5.41	170.2855	0.00640	0.01028	0.0575	0.0725	0.281	0.327	1.52	1.77	1929.72	1921.98	1.45	1.42	48.70
99	100	1.36	42.7368	0.02776	0.04456	0.1150	0.1450	0.439	0.507	0.60	0.69	1921.95	1921.63	1.45	1.61	32.89
100	101	1.36	42.7368	0.02776	0.04456	0.1150	0.1450	0.439	0.507	0.60	0.69	1921.60	1921.42	1.64	2.20	17.35
101	102	2.83	88.9788	0.01442	0.02313	0.0850	0.1075	0.361	0.420	1.02	1.19	1921.39	1920.72	2.40	1.42	15.42
102	103	5.64	177.6057	0.00938	0.01503	0.0700	0.0875	0.320	0.368	1.81	2.08	1920.69	1914.98	1.45	1.42	33.06
103	104	7.62	239.8780	0.00695	0.01113	0.0600	0.0750	0.289	0.334	2.20	2.55	1914.95	1909.83	1.45	1.42	16.26
104	105	4.73	148.7340	0.01249	0.01999	0.0800	0.1000	0.348	0.401	1.64	1.90	1909.80	1905.61	1.45	1.42	34.60
105	106	5.97	187.7319	0.01040	0.01664	0.0725	0.0900	0.327	0.375	1.95	2.24	1905.58	1902.07	1.45	1.42	18.22
106	107	3.82	120.2900	0.01623	0.02597	0.0900	0.1125	0.375	0.432	1.43	1.65	1902.04	1901.04	1.45	1.42	12.57
107	108	3.90	122.6505	0.01669	0.02670	0.0900	0.1125	0.375	0.432	1.46	1.68	1901.01	1899.00	1.45	1.42	24.40
108	109	3.68	115.7811	0.01850	0.02958	0.0950	0.1200	0.388	0.450	1.43	1.66	1898.97	1896.46	1.45	1.42	34.24
109	110	3.28	103.3601	0.02345	0.03747	0.1075	0.1325	0.420	0.479	1.38	1.57	1896.43	1893.96	1.45	1.42	42.14
110	111	1.05	33.1038	0.07323	0.11700	0.1850	0.2350	0.587	0.676	0.62	0.71	1893.93	1893.70	1.45	3.53	38.98
111	112	1.05	33.1038	0.07323	0.11700	0.1850	0.2350	0.587	0.676	0.62	0.71	1893.67	1893.48	3.56	5.07	31.20
112	FS5	4.59	144.4529	0.00000	0.00000					0.00	0.00	1893.45	-0.42	5.10	1.42	-0.20



Continuación del apéndice 1.

DE	A	SECCION LLENA		RELACIÓN q / Q		RELACIÓN d / D		RELACIÓN v / V	
		VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (l/s)	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO
36	37	5.71	179.7971	0.00057	0.00092	0.0020	0.0250	0.141	0.163
37	38	5.09	160.3422	0.00189	0.00305	0.0325	0.0425	0.194	0.230
38	39	5.21	163.9968	0.00185	0.00299	0.0325	0.0425	0.194	0.230
39	40	2.45	77.0448	0.00394	0.00636	0.0475	0.0575	0.248	0.281
40	41	2.45	77.0448	0.00394	0.00636	0.0475	0.0575	0.248	0.281
41	42	5.33	167.8718	0.00533	0.00857	0.0200	0.0225	0.141	0.152
42	43	6.36	200.1559	0.00447	0.00719	0.0500	0.0625	0.256	0.297
43	44	6.03	189.6496	0.00523	0.00841	0.0525	0.0650	0.264	0.305
44	45	3.41	107.4599	0.00923	0.01484	0.0700	0.0875	0.320	0.368
45	46	3.37	106.1371	0.00935	0.01503	0.0700	0.0875	0.320	0.368
46	47	2.31	72.7781	0.02159	0.03459	0.1025	0.1275	0.408	0.468
47	48	1.18	37.0111	0.04760	0.07624	0.1500	0.1900	0.517	0.596
48	49	1.18	37.0111	0.05018	0.08033	0.1525	0.1950	0.522	0.605
49	50	1.01	31.6945	0.07944	0.12690	0.2000	0.2450	0.615	0.692
50	51	4.50	141.6872	0.02041	0.03257	0.1000	0.1250	0.401	0.463
51	52	4.01	126.1216	0.04817	0.07631	0.1500	0.1900	0.517	0.596
52	FS2	201.16	6330.7721	0.00096	0.00152				
57	58	6.06	190.6632	0.00159	0.00257	0.0300	0.0375	0.184	0.212
58	59	5.91	186.0437	0.00163	0.00263	0.0325	0.0400	0.194	0.221
59	60	4.38	137.8904	0.01209	0.01936	0.0775	0.0975	0.341	0.393
60	61	3.93	123.7812	0.01423	0.02280	0.0850	0.1050	0.361	0.414
61	62	1.98	62.3099	0.03739	0.05977	0.1325	0.1700	0.479	0.560
62	63	4.23	133.0400	0.01822	0.02911	0.0950	0.1175	0.388	0.444
63	64	2.01	63.3503	0.03975	0.06349	0.1375	0.1750	0.490	0.568
64	65	2.79	87.7584	0.03083	0.04921	0.1225	0.1525	0.456	0.522
65	52	0.96	30.2195	0.09569	0.15269	0.2100	0.2700	0.633	0.730
66	67	5.34	167.9745	0.00416	0.00670	0.0475	0.0600	0.248	0.289
67	68	5.01	157.7879	0.00629	0.01011	0.0600	0.0725	0.289	0.327
68	69	6.19	194.8680	0.00509	0.00818	0.0525	0.0675	0.264	0.312
69	70	3.28	103.1632	0.00962	0.01546	0.0700	0.0875	0.320	0.368
70	71	4.63	145.7457	0.00880	0.01412	0.0675	0.0850	0.312	0.361
71	72	6.07	190.9210	0.00672	0.01078	0.0600	0.0750	0.289	0.334
72	60	4.42	138.9543	0.00923	0.01481	0.0975	0.1200	0.393	0.450
53	54	6.13	192.9736	0.00105	0.00170	0.0250	0.0325	0.163	0.194
54	55	2.29	72.0430	0.00834	0.01344	0.0675	0.0825	0.312	0.355
55	56	1.80	56.5355	0.01063	0.01712	0.0750	0.0925	0.334	0.381

Continuación del apéndice 1.

DE	A	VELOCIDAD DE DISEÑO (m/s)		COTAS INVERT (m)		ALTURA DE POZOS (m)		DISTANCIA HORIZONTAL DE DISEÑO (m)
		ACTUAL	FUTURO	CIS	CIE	INICIO	FINAL	
36	37	0.81	0.93	1970.00	1966.88	1.42	-	17.61
37	38	0.99	1.17	1966.85	1962.82	1.45	1.42	28.67
38	39	1.01	1.20	1962.79	1961.68	1.45	1.42	7.54
39	40	0.61	0.69	1961.65	1960.69	1.45	3.55	29.35
40	41	0.61	0.69	1960.66	1960.06	3.58	3.07	18.70
41	42	0.75	0.81	1960.03	1953.19	3.10	1.42	44.33
42	43	1.63	1.89	1953.16	1948.64	1.45	1.42	20.60
43	44	1.59	1.84	1948.61	1944.43	1.45	1.42	21.20
44	45	1.09	1.26	1944.40	1943.04	1.45	1.42	21.64
45	46	1.08	1.24	1943.01	1941.43	1.45	1.42	25.47
46	47	0.94	1.08	1941.40	1940.84	1.45	1.42	19.49
47	48	0.61	0.70	1937.81	1937.62	4.45	4.45	24.95
48	49	0.61	0.71	1937.59	1937.47	4.48	4.38	16.34
49	50	0.62	0.70	1937.44	1937.13	4.41	1.45	55.61
50	51	1.81	2.08	1937.10	1934.19	1.48	1.42	26.46
51	52	2.07	2.39	1934.16	1930.65	1.45	1.42	40.29
52	FS2	0.00	0.00	1929.59	-1.45	2.48	2.45	8.80
57	58	1.11	1.28	1949.70	1944.13	1.42	1.42	27.99
58	59	1.15	1.31	1944.10	1940.14	1.45	1.42	20.89
59	60	1.49	1.72	1940.11	1937.62	1.45	1.42	23.96
60	61	1.42	1.63	1937.59	1934.79	1.45	1.42	33.44
61	62	0.95	1.11	1934.76	1933.65	1.45	1.42	52.12
62	63	1.64	1.88	1933.62	1931.56	1.45	1.42	21.19
63	64	0.99	1.14	1931.53	1930.78	1.45	1.42	34.27
64	65	1.27	1.46	1930.75	1929.78	1.45	1.42	22.98
65	52	0.61	0.70	1929.75	1929.62	1.45	2.45	26.32
66	67	1.32	1.54	1957.63	1951.30	1.42	1.42	41.01
67	68	1.45	1.64	1951.27	1948.34	1.45	1.42	21.47
68	69	1.63	1.93	1948.31	1945.60	1.45	1.42	13.02
69	70	1.05	1.21	1945.57	1944.58	1.45	1.42	17.01
70	71	1.44	1.67	1944.55	1942.79	1.45	1.42	15.18
71	72	1.75	2.03	1942.76	1939.67	1.45	1.42	15.48
72	60	1.74	1.99	1939.64	1937.62	1.45	1.42	19.07
53	54	1.00	1.19	1945.57	1940.90	1.42	-	22.89
54	55	0.71	0.81	1940.87	1938.97	1.45	1.42	66.83
55	56	0.60	0.68	1938.94	1938.12	1.45	3.67	46.62
56	47	0.60	0.68	1938.09	1937.84	3.70	4.42	14.65

Continuación del apéndice 1.

DE	A	COTA DE TERRENO (m)		DISTANCIA HORIZONT AL (m)	PENDIENTE DEL TERRENO (%)	VIVIENDAS		HABITANTES		FACTOR DE FLUJO	
		INICIO	FINAL			LOCAL	ACUMULADA	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO
73	74	1968.87	1965.34	16.05	22.03	3	3	15	24	4.40	4.37
74	75	1965.34	1960.13	24.02	21.69	1	4	20	32	4.38	4.35
75	76	1960.13	1953.74	37.92	16.84	2	6	30	49	4.35	4.32
76	77	1953.74	1951.59	21.80	9.86	0	6	30	49	4.35	4.32
77	78	1951.59	1947.70	53.16	7.32	5	11	55	89	4.31	4.26
78	FS3	1947.70	1.00	1.00	194669.80	0	11	55	89	4.31	4.26
79	80	1978.31	1965.92	65.13	19.03	6	6	30	49	4.35	4.32
80	81	1965.92	1962.27	24.36	14.99	2	8	40	65	4.33	4.29
81	82	1962.27	1957.00	30.92	17.02	2	10	50	81	4.31	4.27
82	83	1957.00	1950.63	27.43	23.23	1	11	55	89	4.31	4.26
83	84	1950.63	1943.75	40.20	17.12	2	13	65	106	4.29	4.24
84	85	1943.75	1940.51	43.48	7.45	0	13	65	106	4.29	4.24
85	86	1940.51	1937.78	38.69	7.05	0	13	65	106	4.29	4.24
86	87	1937.78	1933.09	41.56	11.29	0	13	65	106	4.29	4.24
87	FS4	1933.09	1.00	1.00	193209.40	0	13	65	106	4.29	4.24
88	89	1971.87	1970.06	31.59	5.73	2	2	10	16	4.41	4.39
89	90	1970.06	1969.71	15.79	2.22	1	3	15	24	4.40	4.37
90	80	1969.71	1965.92	24.31	15.60	2	5	25	41	4.37	4.33
91	92	1965.68	1960.43	16.20	32.41	1	1	5	8	4.44	4.42
92	93	1960.43	1956.41	13.96	28.79	0	1	5	8	4.44	4.42
93	94	1956.41	1954.14	14.25	15.94	0	1	5	8	4.44	4.42
94	95	1954.14	1943.30	43.97	24.66	3	3	15	24	4.40	4.37
95	96	1943.30	1942.43	62.31	1.40	4	4	20	32	4.38	4.35
96	97	1942.43	1937.11	18.92	28.11	2	6	30	49	4.35	4.32
97	98	1937.11	1931.17	20.40	29.14	1	7	35	57	4.34	4.30
98	99	1931.17	1923.40	49.90	15.55	4	11	55	89	4.31	4.26
99	100	1923.40	1923.24	34.09	0.48	1	12	60	97	4.30	4.25
100	101	1923.24	1923.62	18.55	-2.05	0	12	60	97	4.30	4.25
101	102	1923.79	1922.14	16.62	9.91	1	13	65	106	4.29	4.24
102	103	1922.14	1916.40	34.26	16.75	4	17	85	138	4.26	4.20
103	104	1916.40	1911.25	17.46	29.51	0	17	85	138	4.26	4.20
104	105	1911.25	1907.03	35.80	11.79	2	19	95	154	4.25	4.19
105	106	1907.03	1903.49	19.42	18.26	1	20	100	162	4.24	4.18
106	107	1903.49	1902.46	13.77	7.45	0	20	100	162	4.24	4.18
107	108	1902.46	1900.42	25.60	7.97	1	21	105	171	4.24	4.17
108	109	1900.42	1897.88	35.44	7.18	1	22	110	179	4.23	4.17
109	110	1897.88	1895.38	43.34	5.76	3	25	125	203	4.22	4.15
110	111	1895.38	1897.23	40.18	-4.60	0	25	125	203	4.22	4.15
111	112	1897.23	1898.55	32.40	-4.08	0	25	125	203	4.22	4.15
112	FS5	1898.55	1.00	1.00	189755.10	0	25	125	203	4.22	4.15

Continuación del apéndice 1.

DE	A	Qdiseño (l/s) SANIATRIO		COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO NOMINAL DE TUBERÍA (púl)	DIÁMETRO INTERNO DE TUBERÍA (púl)	PENDIENTE DE TUBERÍA (%)	PEND. DE TUB. (%) CORREGIDA
		ACTUAL	FUTURO					
73	74	0.30	0.49	0.01	8	7.881	23.81	-
74	75	0.40	0.65	0.01	8	7.881	22.70	-
75	76	0.60	0.97	0.01	8	7.881	17.31	-
76	77	0.60	0.97	0.01	8	7.881	10.28	-
77	78	1.09	1.75	0.01	8	7.881	7.43	-
78	FS3	1.09	1.75	0.01	8	7.881	-973334.00	-
79	80	0.60	0.97	0.01	8	7.881	19.39	-
80	81	0.80	1.28	0.01	8	7.881	15.64	-
81	82	0.99	1.59	0.01	8	7.881	17.60	-
82	83	1.09	1.75	0.01	8	7.881	24.18	-
83	84	1.28	2.06	0.01	8	7.881	17.57	-
84	85	1.28	2.06	0.01	8	7.881	7.59	-
85	86	1.28	2.06	0.01	8	7.881	7.19	-
86	87	1.28	2.06	0.01	8	7.881	11.55	-
87	FS4	1.28	2.06	0.01	8	7.881	-966032.00	-
88	89	0.20	0.33	0.01	8	7.881	5.96	-
89	90	0.30	0.49	0.01	8	7.881	2.19	-
90	80	0.50	0.81	0.01	8	7.881	16.28	-
91	92	0.10	0.17	0.01	8	7.881	35.00	-
92	93	0.10	0.17	0.01	8	7.881	31.26	-
93	94	0.10	0.17	0.01	8	7.881	17.18	-
94	95	0.30	0.49	0.01	8	7.881	25.28	-
95	96	0.40	0.65	0.01	8	7.881	1.38	2.50
96	97	0.60	0.97	0.01	8	7.881	25.97	-
97	98	0.70	1.13	0.01	8	7.881	30.80	-
98	99	1.09	1.75	0.01	8	7.881	15.88	-
99	100	1.19	1.90	0.01	8	7.881	0.41	1.00
100	101	1.19	1.90	0.01	8	7.881	-3.49	1.00
101	102	1.28	2.06	0.01	8	7.881	4.33	-
102	103	1.67	2.67	0.01	8	7.881	17.27	-
103	104	1.67	2.67	0.01	8	7.881	31.50	-
104	105	1.86	2.97	0.01	8	7.881	12.11	-
105	106	1.95	3.12	0.01	8	7.881	19.30	-
106	107	1.95	3.12	0.01	8	7.881	7.92	-
107	108	2.05	3.27	0.01	8	7.881	8.24	-
108	109	2.14	3.42	0.01	8	7.881	7.34	-
109	110	2.42	3.87	0.01	8	7.881	5.85	-
110	111	2.42	3.87	0.01	8	7.881	-4.82	0.60
111	112	2.42	3.87	0.01	8	7.881	-11.10	0.60
112	FS5	0.00	0.00	0.01	8	7.881	-946934.97	-

Continuación del apéndice 1.

DE	A	SECCION LLENA		RELACIÓN q / Q		RELACIÓN d / D		RELACIÓN v / V	
		VELOCIDAD (m/s)	AUDAL (l/s)	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO
73	74	6.63	208.5412	0.00145	0.00235	0.0300	0.0375	0.184	0.212
74	75	6.47	203.6146	0.00198	0.00319	0.0350	0.0425	0.203	0.230
75	76	5.65	177.8257	0.00338	0.00544	0.0450	0.0550	0.239	0.273
76	77	4.36	137.0573	0.00438	0.00706	0.0500	0.0600	0.256	0.289
77	78	3.70	116.5301	0.00935	0.01502	0.0700	0.0875	0.320	0.368
78	FS3	5.36	168.6857	0.00646	0.01037				
79	80	5.98	188.1871	0.00319	0.00514	0.0425	0.0525	0.230	0.264
80	81	5.37	169.0261	0.00472	0.00759	0.0500	0.0625	0.256	0.297
81	82	5.70	179.3008	0.00553	0.00889	0.0550	0.0675	0.273	0.312
82	83	6.68	210.1315	0.00518	0.00833	0.0525	0.0650	0.264	0.305
83	84	5.69	179.1126	0.00716	0.01149	0.0625	0.0775	0.297	0.341
84	85	3.74	117.7740	0.01089	0.01748	0.0750	0.0925	0.334	0.381
85	86	3.64	114.6082	0.01119	0.01796	0.0750	0.0950	0.334	0.388
86	87	4.61	145.2266	0.00883	0.01417	0.0675	0.0850	0.312	0.361
87	FS4	5.18	163.0209	0.00787	0.01263				
88	89	3.31	104.2980	0.00195	0.00315	0.0350	0.0425	0.203	0.230
89	90	2.01	63.2921	0.00479	0.00774	0.0500	0.0650	0.256	0.305
90	80	5.48	172.4523	0.00291	0.00469	0.0400	0.0500	0.221	0.256
91	92	8.03	252.8331	0.00040	0.00065	0.0175	0.0200	0.129	0.141
92	93	7.59	238.9434	0.00043	0.00069	0.0175	0.0200	0.129	0.141
93	94	5.63	177.1268	0.00058	0.00093	0.0200	0.025	0.141	0.163
94	95	6.83	214.8746	0.00141	0.00228	0.0300	0.0375	0.184	0.212
95	96	2.15	67.5728	0.00596	0.00962	0.0575	0.0700	0.281	0.320
96	97	6.92	217.7952	0.00276	0.00444	0.0400	0.0500	0.221	0.256
97	98	7.54	237.1891	0.00295	0.00475	0.04	0.0500	0.221	0.256
98	99	5.41	170.2855	0.00640	0.01028	0.0575	0.0725	0.281	0.327
99	100	1.36	42.7368	0.02776	0.04456	0.1150	0.1450	0.439	0.507
100	101	1.36	42.7368	0.02776	0.04456	0.1150	0.1450	0.439	0.507
101	102	2.83	88.9788	0.01442	0.02313	0.0850	0.1075	0.361	0.420
102	103	5.64	177.6057	0.00938	0.01503	0.0700	0.0875	0.320	0.368
103	104	7.62	239.8780	0.00695	0.01113	0.0600	0.0750	0.289	0.334
104	105	4.73	148.7340	0.01249	0.01999	0.0800	0.1000	0.348	0.401
105	106	5.97	187.7319	0.01040	0.01664	0.0725	0.0900	0.327	0.375
106	107	3.82	120.2900	0.01623	0.02597	0.0900	0.1125	0.375	0.432
107	108	3.90	122.6505	0.01669	0.02670	0.0900	0.1125	0.375	0.432
108	109	3.68	115.7811	0.01850	0.02958	0.0950	0.1200	0.388	0.450
109	110	3.28	103.3601	0.02345	0.03747	0.1075	0.1325	0.420	0.479
110	111	1.05	33.1038	0.07323	0.11700	0.1850	0.2350	0.587	0.676
111	112	1.05	33.1038	0.07323	0.11700	0.1850	0.2350	0.587	0.676
112	FS5	4.59	144.4529	0.00000	0.00000				

Continuación del apéndice 1.

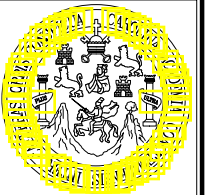
DE	A	VELOCIDAD DE DISEÑO (m/s)		COTAS INVERT (m)		ALTURA DE POZOS (m)		DISTANCIA HORIZONTAL DE DISEÑO (m)
		ACTUAL	FUTURO	CIS	CIE	INICIO	FINAL	
73	74	1.22	1.40	1967.45	1963.92	1.42	-	14.85
74	75	1.31	1.49	1963.89	1958.71	1.45	1.42	22.82
75	76	1.35	1.54	1958.68	1952.32	1.45	1.42	36.72
76	77	1.11	1.26	1952.29	1950.17	1.45	1.42	20.60
77	78	1.18	1.36	1950.14	1946.28	1.45	1.42	51.96
78	FS3	0.00	0.00	1964.47	17.80	-16.77	-16.80	-0.20
79	80	1.38	1.58	1976.89	1964.50	1.42	-	63.93
80	81	1.37	1.60	1964.47	1960.85	1.45	1.42	23.16
81	82	1.56	1.78	1960.82	1955.58	1.45	1.42	29.72
82	83	1.76	2.04	1955.55	1949.21	1.45	1.42	26.23
83	84	1.69	1.94	1949.18	1942.33	1.45	1.42	39.00
84	85	1.25	1.43	1942.30	1939.09	1.45	1.42	42.28
85	86	1.22	1.41	1939.06	1936.36	1.45	1.42	37.49
86	87	1.44	1.67	1936.33	1931.67	1.45	1.42	40.36
87	FS4	0.00	0.00	1931.64	-0.42	1.45	1.42	-0.20
88	89	0.67	0.76	1970.45	1968.64	1.42	-	30.39
89	90	0.51	0.61	1968.61	1968.29	1.45	1.42	14.59
90	80	1.21	1.40	1968.26	1964.50	1.45	1.42	23.11
91	92	1.04	1.13	1964.26	1959.01	1.42	-	15.00
92	93	0.98	1.07	1958.98	1954.99	1.45	1.42	12.76
93	94	0.79	0.92	1954.96	1952.72	1.45	1.42	13.05
94	95	1.26	1.45	1952.69	1941.88	1.45	1.42	42.77
95	96	0.60	0.69	1941.85	1940.32	1.45	2.11	61.11
96	97	1.53	1.77	1940.29	1935.69	2.14	1.42	17.72
97	98	1.67	1.93	1935.66	1929.75	1.45	1.42	19.20
98	99	1.52	1.77	1929.72	1921.98	1.45	1.42	48.70
99	100	0.60	0.69	1921.95	1921.63	1.45	1.61	32.89
100	101	0.60	0.69	1921.60	1921.42	1.64	2.20	17.35
101	102	1.02	1.19	1921.39	1920.72	2.40	1.42	15.42
102	103	1.81	2.08	1920.69	1914.98	1.45	1.42	33.06
103	104	2.20	2.55	1914.95	1909.83	1.45	1.42	16.26
104	105	1.64	1.90	1909.80	1905.61	1.45	1.42	34.60
105	106	1.95	2.24	1905.58	1902.07	1.45	1.42	18.22
106	107	1.43	1.65	1902.04	1901.04	1.45	1.42	12.57
107	108	1.46	1.68	1901.01	1899.00	1.45	1.42	24.40
108	109	1.43	1.66	1898.97	1896.46	1.45	1.42	34.24
109	110	1.38	1.57	1896.43	1893.96	1.45	1.42	42.14
110	111	0.62	0.71	1893.93	1893.70	1.45	3.53	38.98
111	112	0.62	0.71	1893.67	1893.48	3.56	5.07	31.20
112	FS5	0.00	0.00	1893.45	-0.42	5.10	1.42	-0.20

Nota. Cálculos realizados para el diseño del sistema de drenaje sanitario. Elaboración propia, realizado con Excel.

## **Apéndice 2.**

### *Planos edificio escolar*

*Nota.* Juegos de planos constructivos de la escuela de nivel primario en caserío Pacajay, aldea Cruz Blanca, San Juan Sacatepéquez, Guatemala. Elaboración propia realizado con Civil3D.



MUNICIPALIDAD  
SAN JUAN SACATEPEQUEZ

DMP  
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

NUMERO DEL PROYECTO:  
CONSTRUCCION ESCUELA  
PRIMARIA CASERIO PACAJAY,  
ALDEA CRUZ BLANCA, SAN JUAN  
SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

UBICACION:  
CASERIO PACAJAY, ALDEA  
CRUZ BLANCA, SAN JUAN  
SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

DISEÑO:  
BYRON ALVARADO

BRUJO:  
BYRON ALVARADO

CALCULO:  
BYRON ALVARADO

CONTENIDO:  
PLANTA TOPOGRAFICA EXISTENTE  
PLANTA TOPOGRAFICA MODIFICADA

PARTE	ARD	EST	INS	INSEP

FIRMA DEL PROFESIONAL:

TIPO DE PROFESIONAL:

OBSERVACIONES:

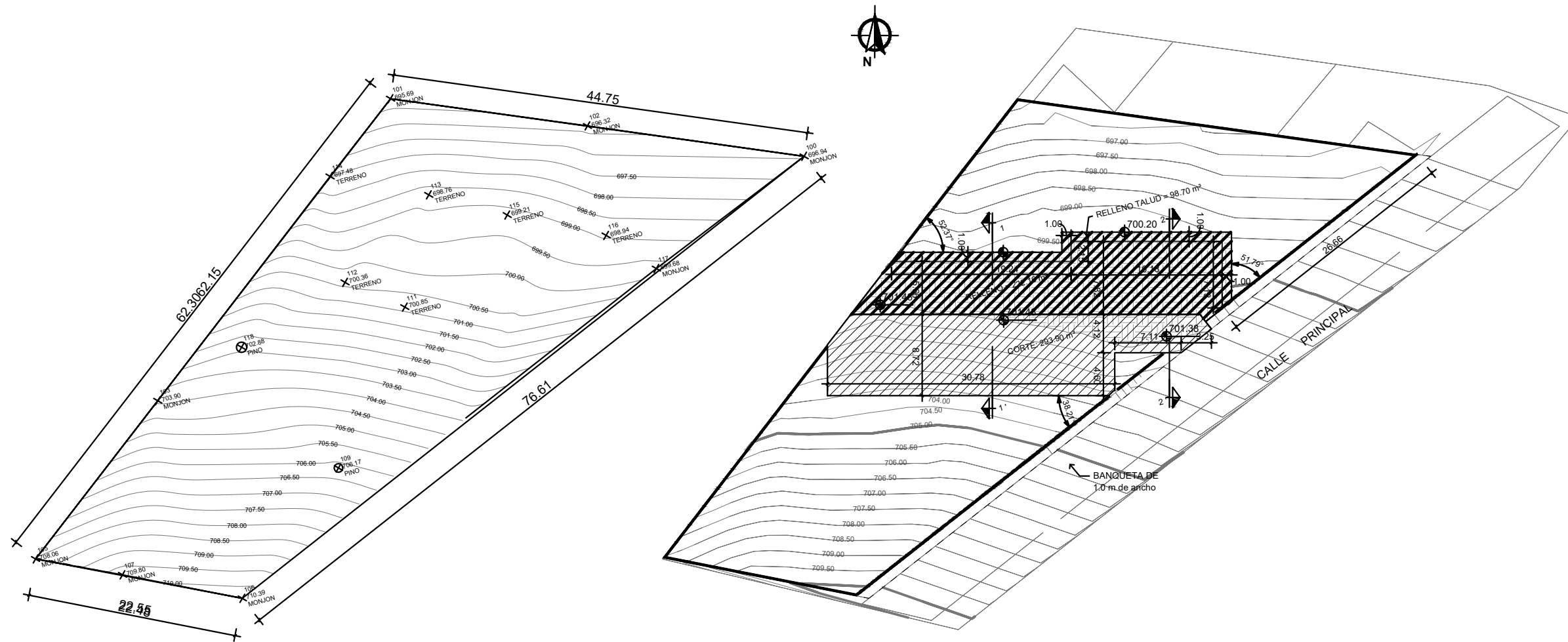
ESCALA: INDICADA

FECHA: MARZO 2022

HOJA:

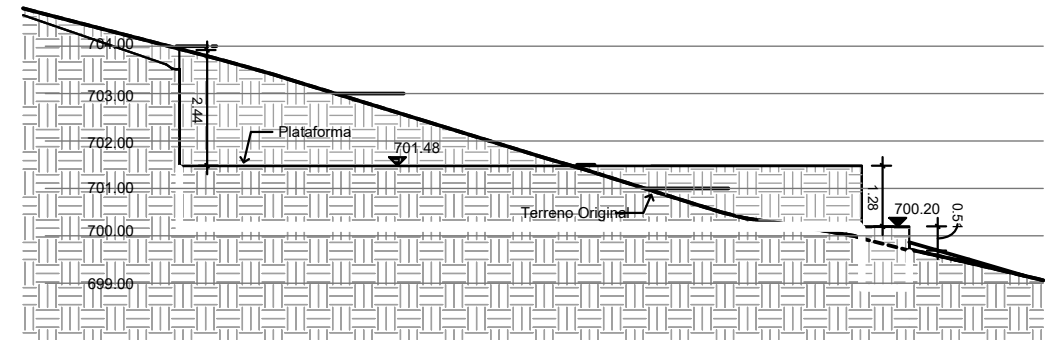
01

17

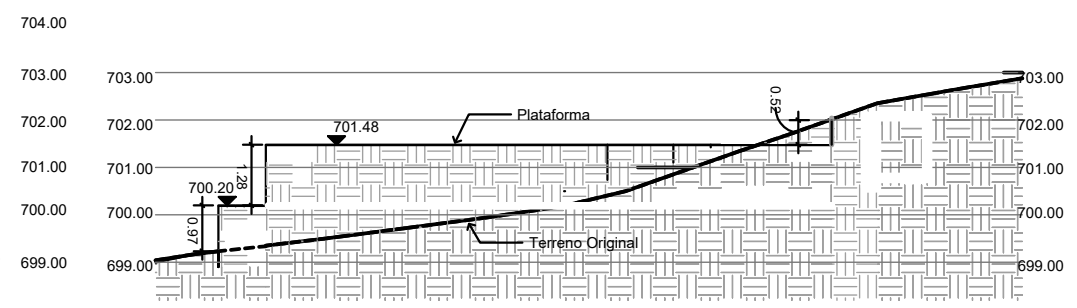


Planta de Topografía Existente  
Sin Escala

Planta de Topografía Modificada  
Sin Escala

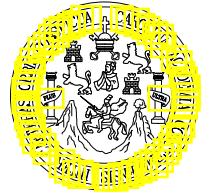


Sección Transversal 1-1'  
Sin Escala



Sección Transversal 2-2'  
Sin Escala





NOMBRE DEL PROYECTO: CONSTRUCCION ESCUELA PRIMARIA CASERIO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

UBICACION: CASERIO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

DISEÑO: D M P

DIBUJO: D M P

CALCULO: D M P

CONTENIDO: PLANO DE CONJUNTO

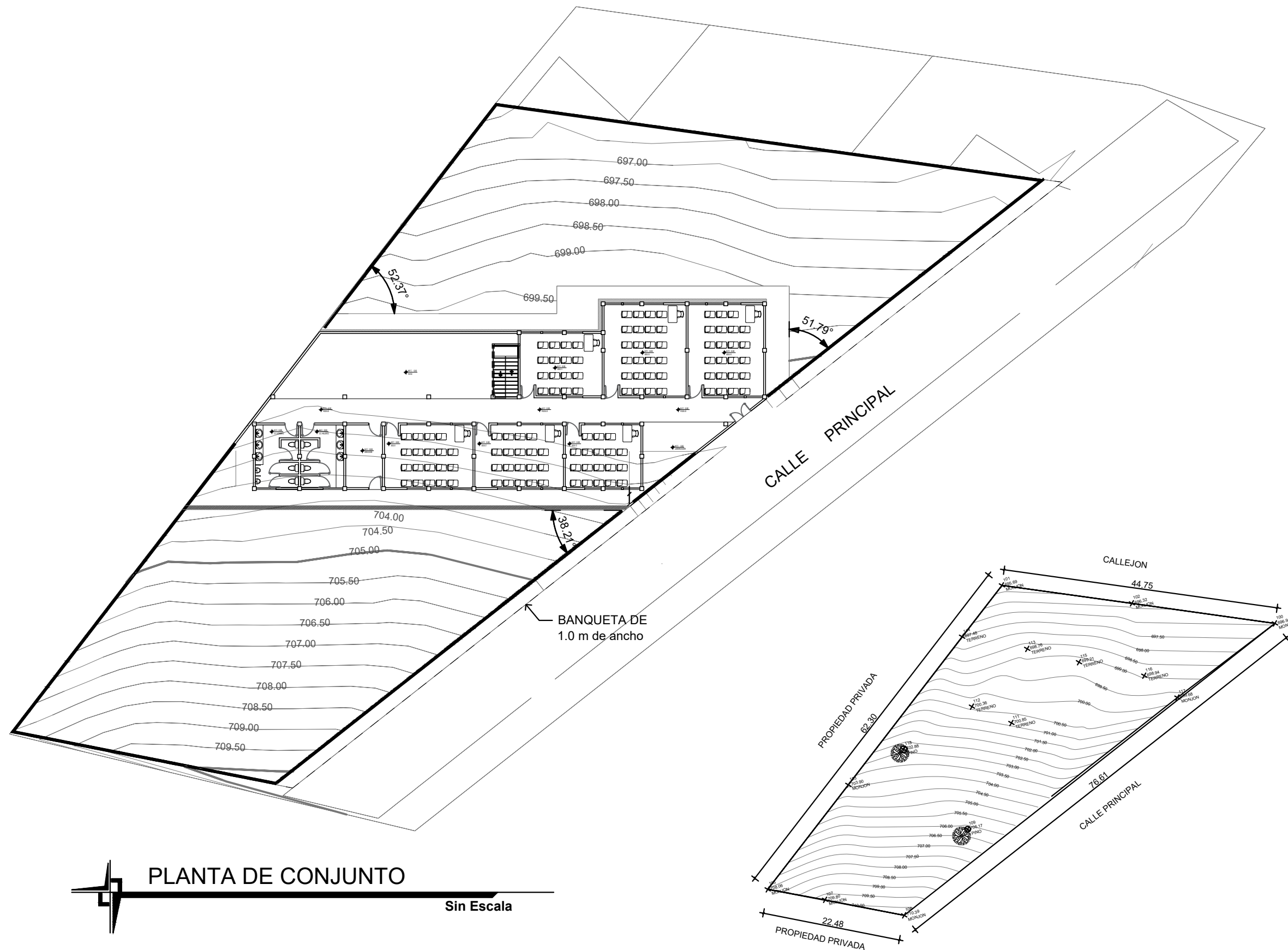
FASE:	ARQ	EST	INS	INS/ESP

FIRMA DEL PROFESIONAL:

ESCALA: INDICADA

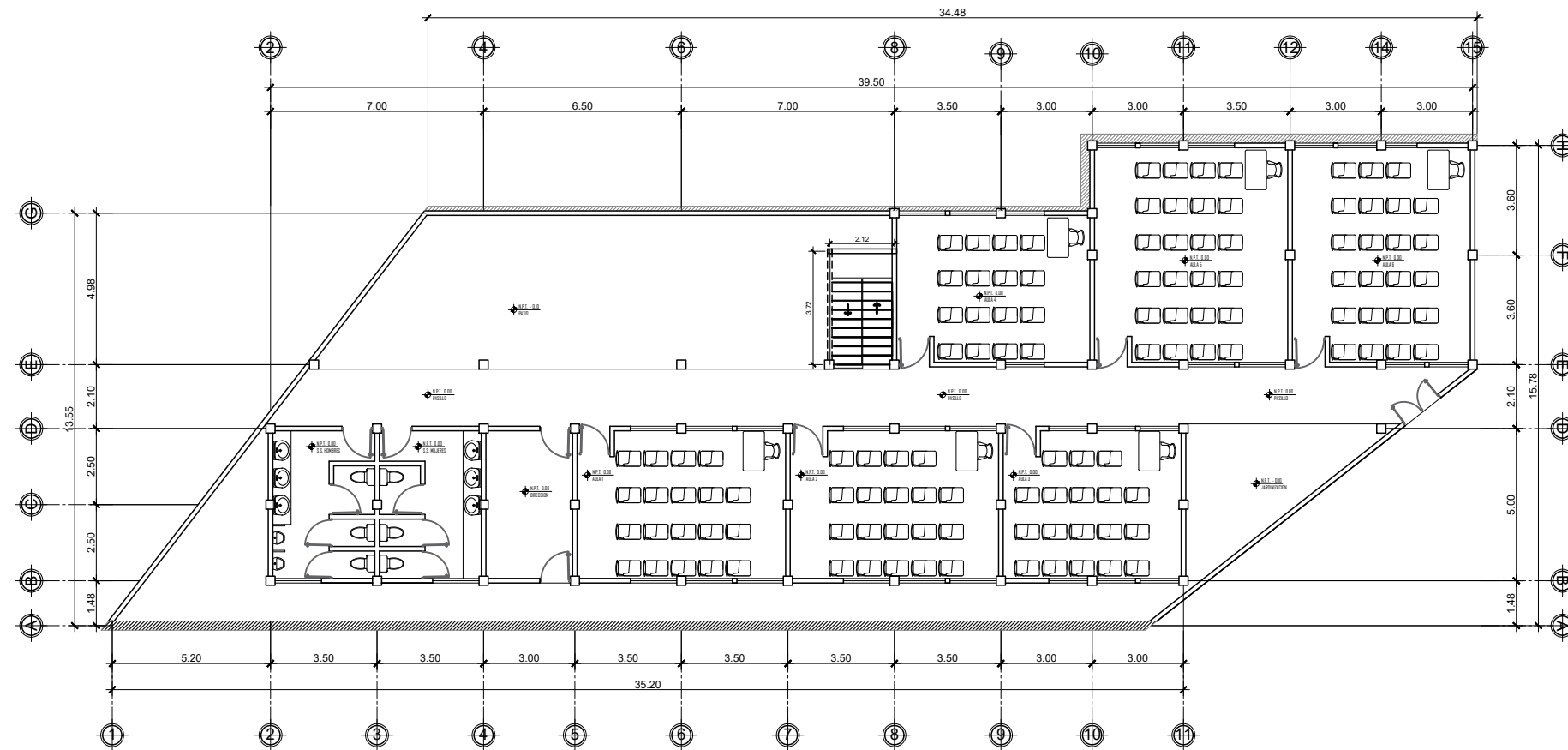
FECHA: DICIEMBRE 2021

HOJA:  
02 / 17

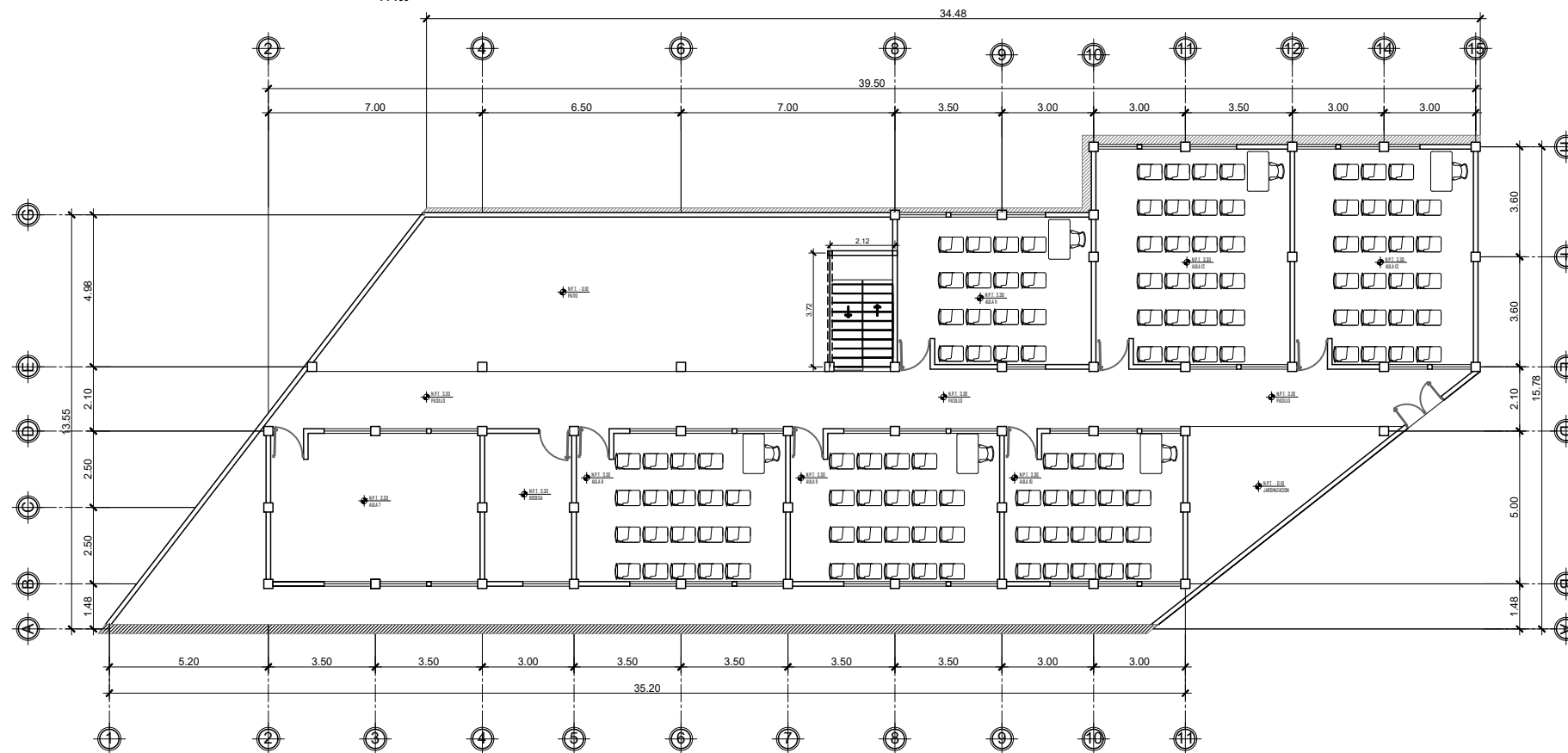


**PLANTA DE CONJUNTO**  
Sin Escala

Planta de Topografía Existente  
Sin Escala



PLANTA AMUEBLADA 1er NIVEL  
1:100



PLANTA AMUEBLADA 2do NIVEL  
1:100



NOMBRE DEL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN ESCUELA PRIMARIA CASERIO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

UBICACION: SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

DISEÑO: BYRON ALVARADO

DIBUJO: BYRON ALVARADO

CALCULO: BYRON ALVARADO

CONTENIDO: PLANTA AMUEBLADA

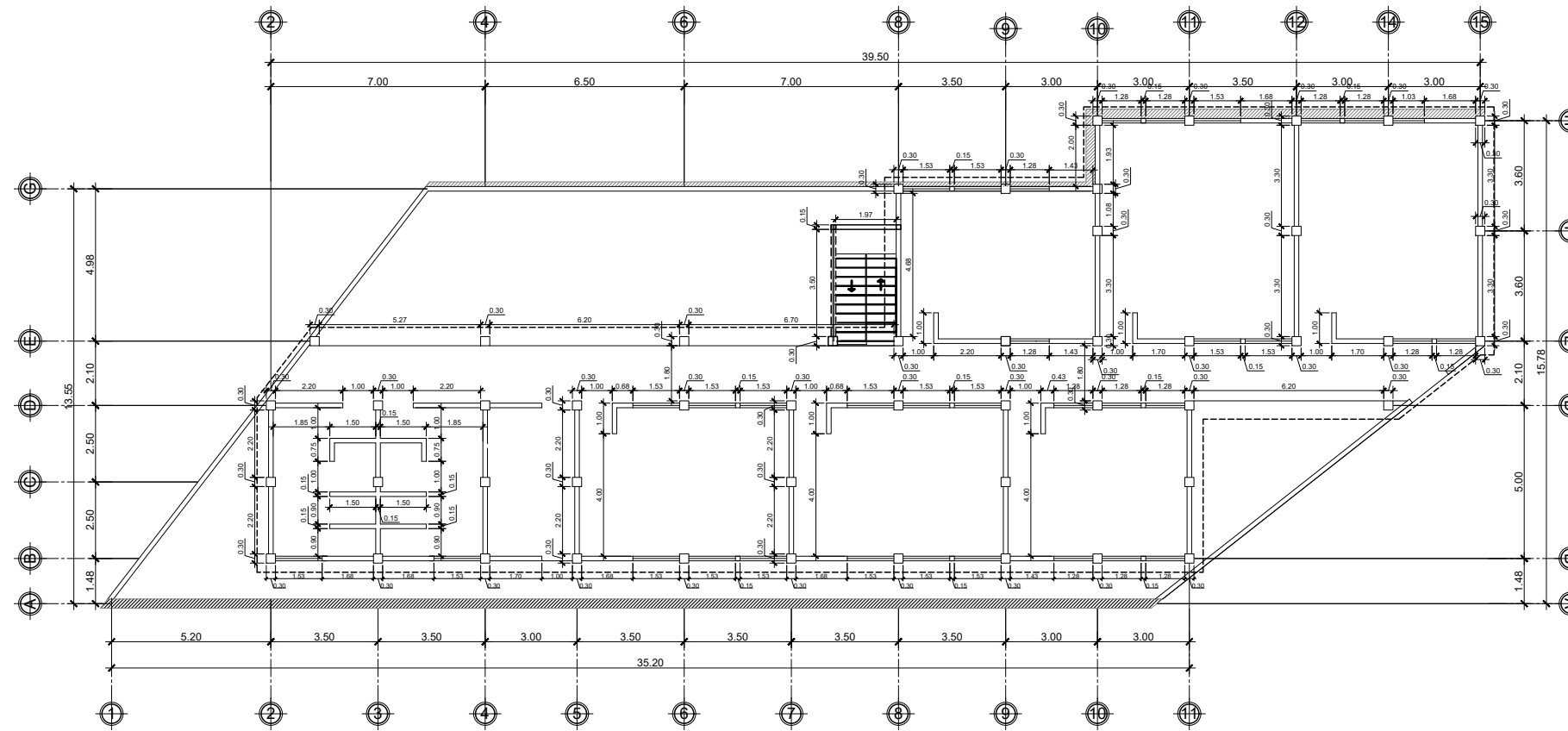
FASE:	ARQ	EST	INS	INS/ESP

FIRMA DEL PROFESIONAL:

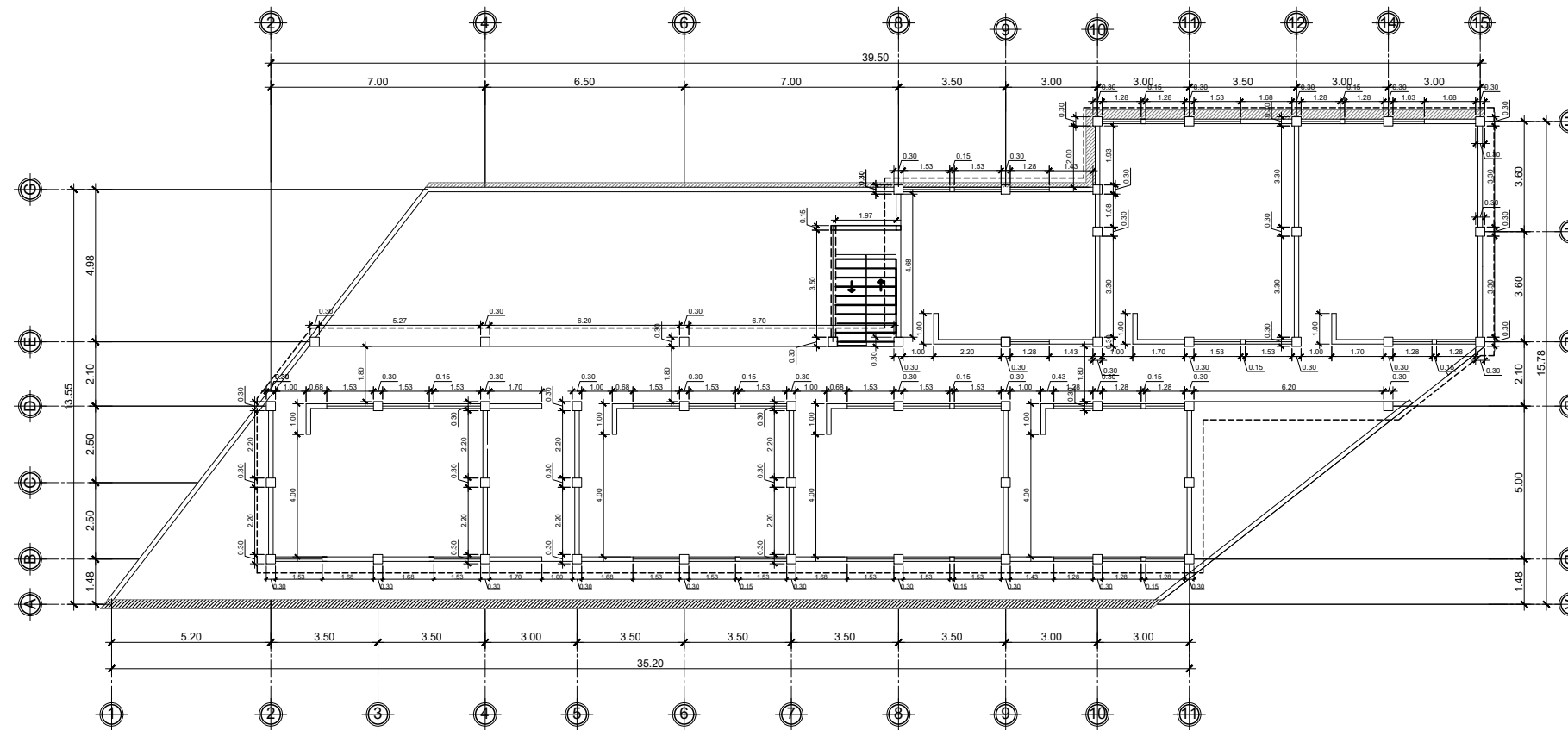
ESCALA: 1:100

FECHA: MARZO\_2022

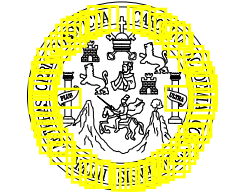
HOJA:  
03 / 17



PLANTA ACOTADA 1er NIVEL  
1 : 100



PLANTA ACOTADA 2do NIVEL  
1 : 100



NOMBRE DEL PROYECTO:  
CONSTRUCCIÓN ESCUELA PRIMARIA  
CASERIO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA  
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

UBICACION:  
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

DISEÑO:  
BYRON  
ALVARADO

DIBUJO:  
BYRON  
ALVARADO

CALCULO:  
BYRON  
ALVARADO

CONTENIDO:  
PLANTAS ACOTADAS

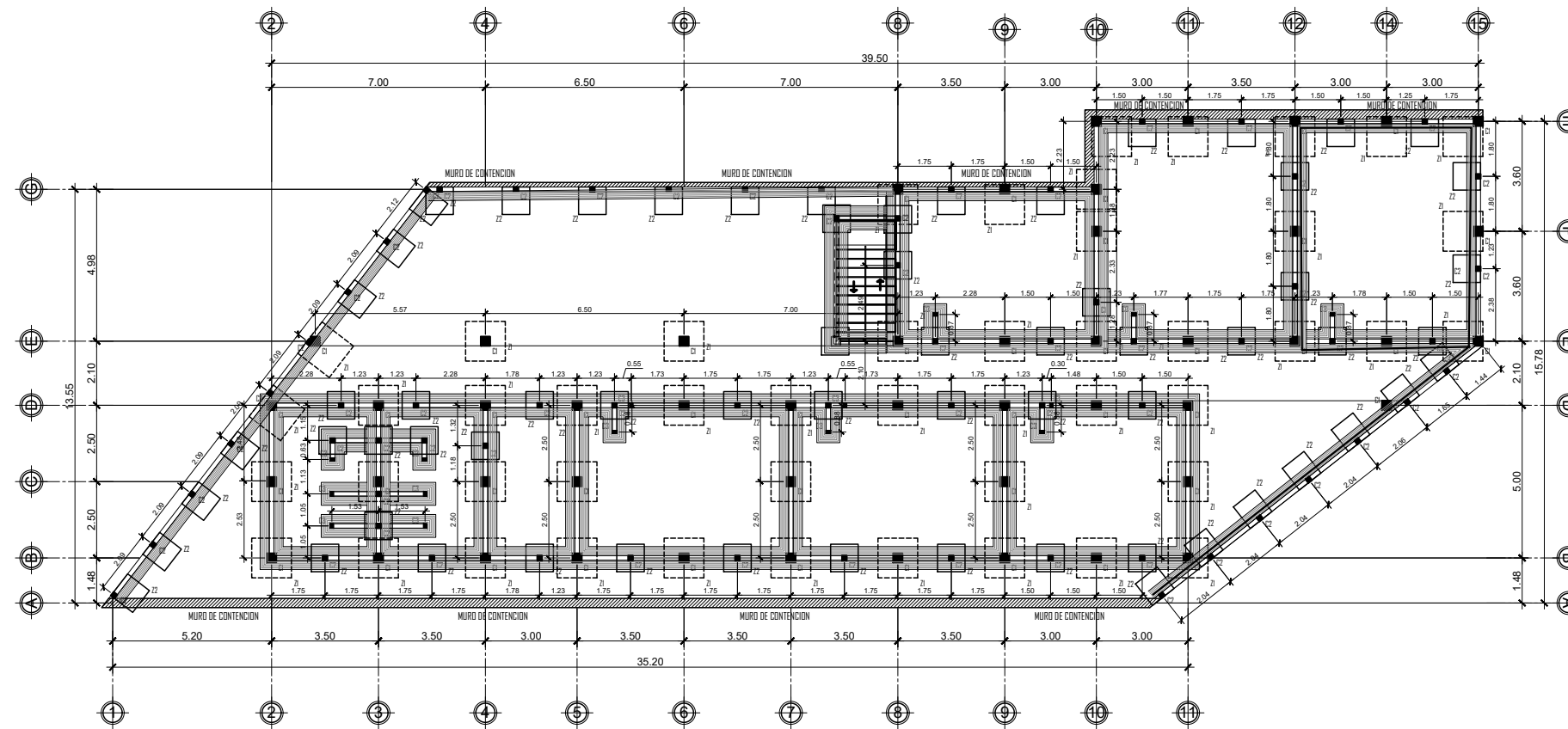
FASE:	ARQ	EST	INS	INS/ESP

FIRMA DEL PROFESIONAL:

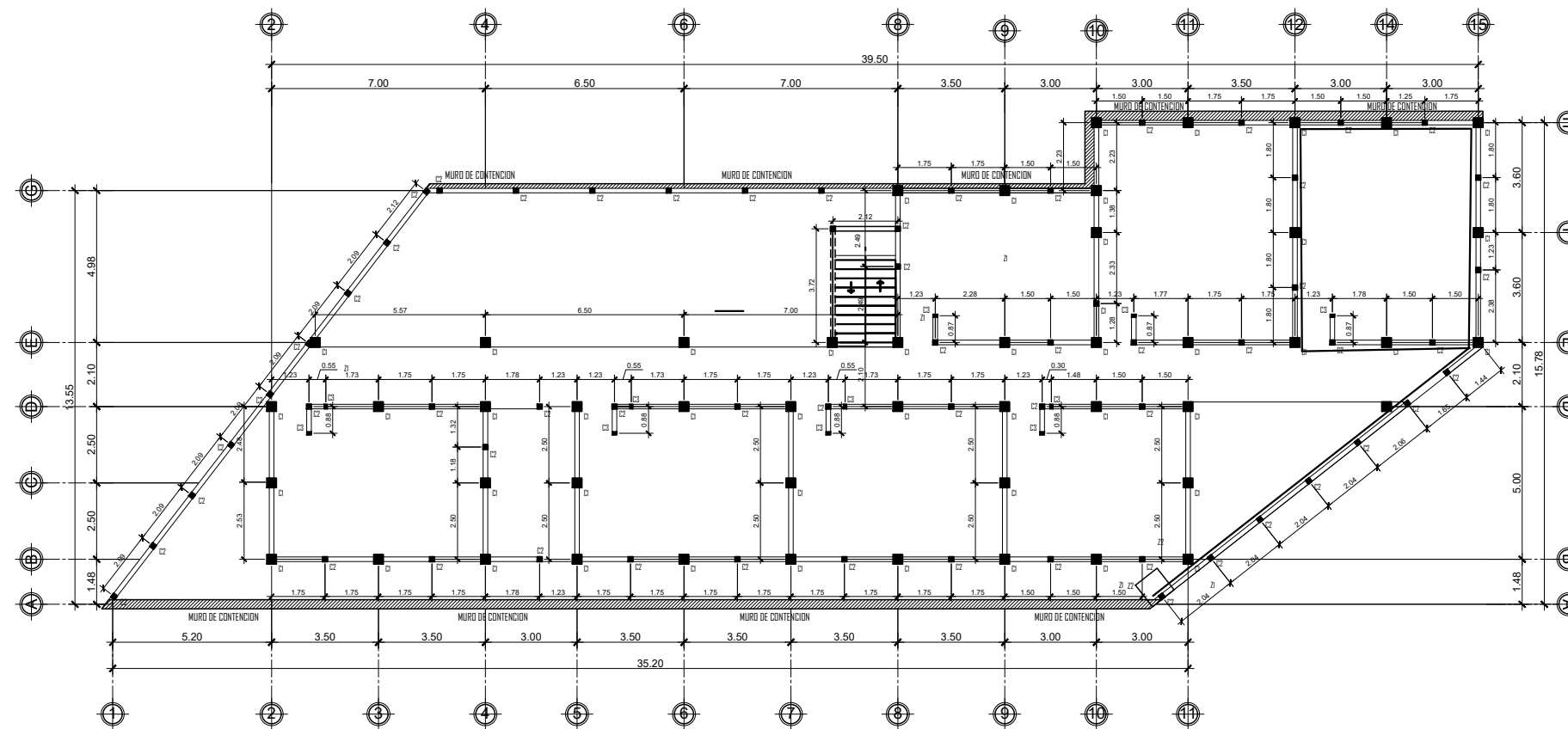
ESCALA: 1:100

FECHA: MARZO\_2022

HOJA:  
04 / 17



PLANTA DE CIMENTACION 1er NIVEL  
1:100

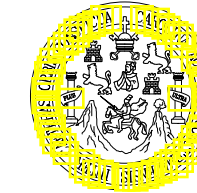


PLANTA DE CIMENTACION 2do NIVEL  
1:100



**NOMENCLATURA**

- Zapata Z1 1.30x1.30x0.25 M.
- Zapata Z2 0.90x0.90x0.20 M.
- Columna C1 0.30x0.30 M.
- Columna C2 0.15x0.15 M.
- Columna C3 0.15x0.10 M.
- Cimiento Corrido 0.60x0.20 M.
- Muro de Contención Ciclopeo
- Solera Hidrofuga 0.15x0.20 M.



NOMBRE DEL PROYECTO:  
CONSTRUCCIÓN ESCUELA PRIMARIA  
CASERIO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA  
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

UBICACION:  
CASERIO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA  
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

DISEÑO:  
BYRON  
ALVARADO

DIBUJO:  
BYRON  
ALVARADO

CALCULO:  
BYRON  
ALVARADO

CONTENIDO:  
PLANTA DE CIMENTACIÓN

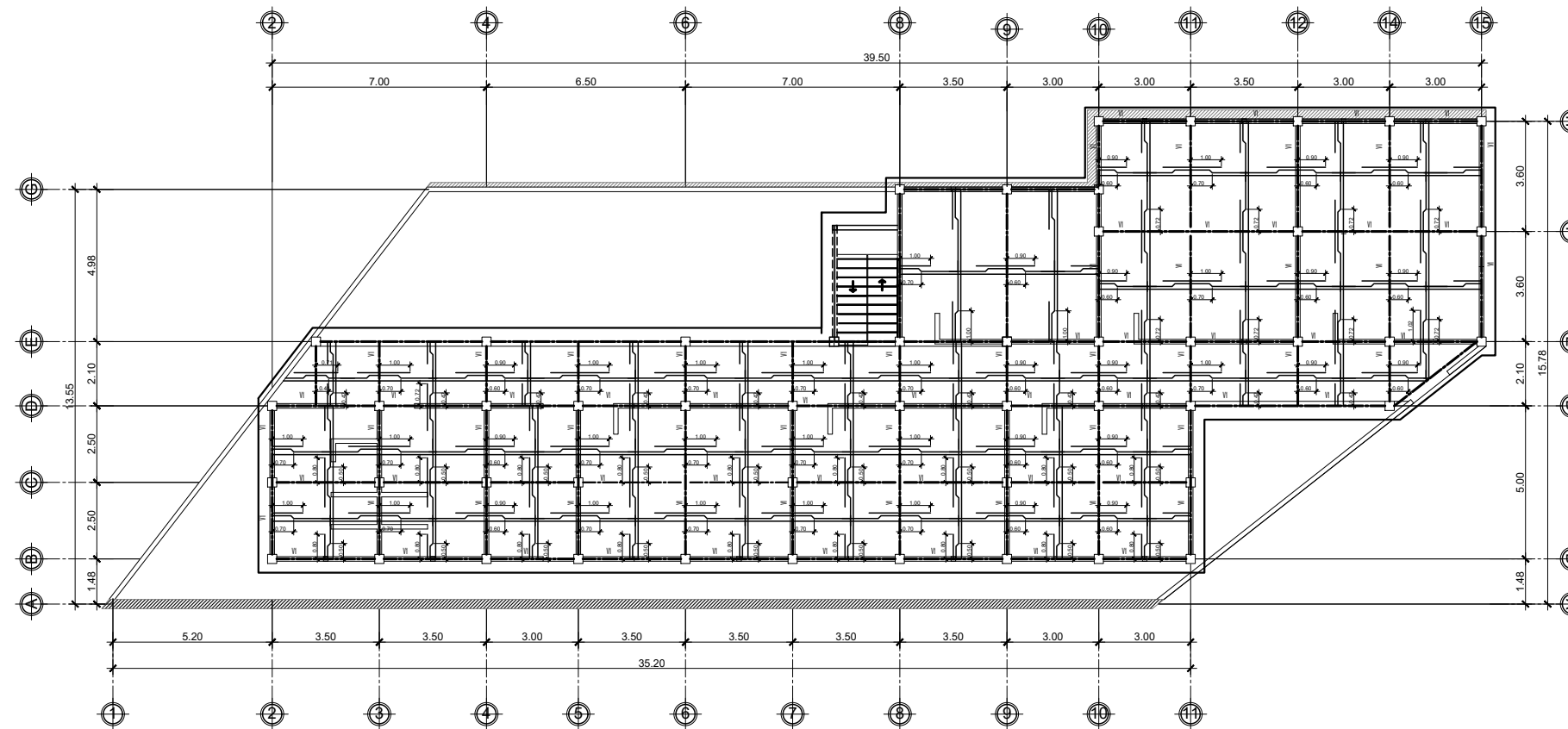
FASE:	ARG	EST	INS	INS/ESP

FIRMA DEL PROFESIONAL:

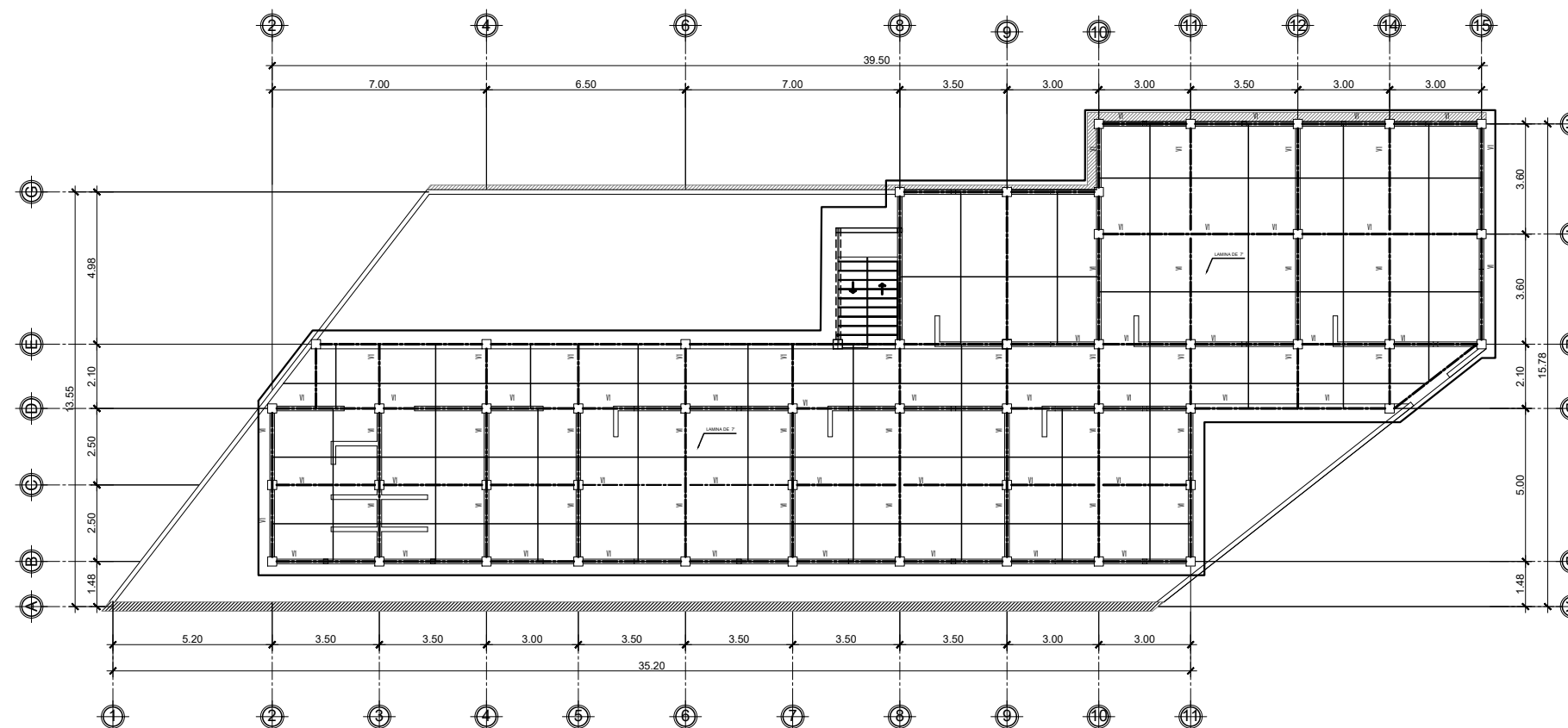
ESCALA: 1:100

FECHA: MARZO\_2022

HOJA:  
05 / 17



PLANTA EST. DE LOSA 1er NIVEL  
1 : 100



PLANTA EST. DE LOSA 2do NIVEL  
1 : 100

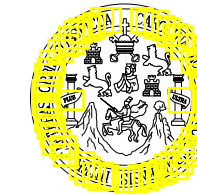


**NOMENCLATURA**

	Riel, Baston, Tension
	Viga V1 0.30x0.40 M.
	Solera Hidrofuga 0.15x0.20 M.

**NOMENCLATURA**

	Riel, Baston, Tension
	Viga V1 0.30x0.40 M.
	Solera Hidrofuga 0.15x0.20 M.



NOMBRE DEL PROYECTO:  
CONSTRUCCIÓN ESCUELA PRIMARIA  
CASERIO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA  
SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

UBICACION:  
CASERIO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA  
SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

DISEÑO:  
BYRON  
ALVARADO

DIBUJO:  
BYRON  
ALVARADO

CALCULO:  
BYRON  
ALVARADO

CONTENIDO:  
PLANTA ESTRUCTURA DE LOSA

FASE:	ARQ	EST	INS	INS/ESP

FIRMA DEL PROFESIONAL:

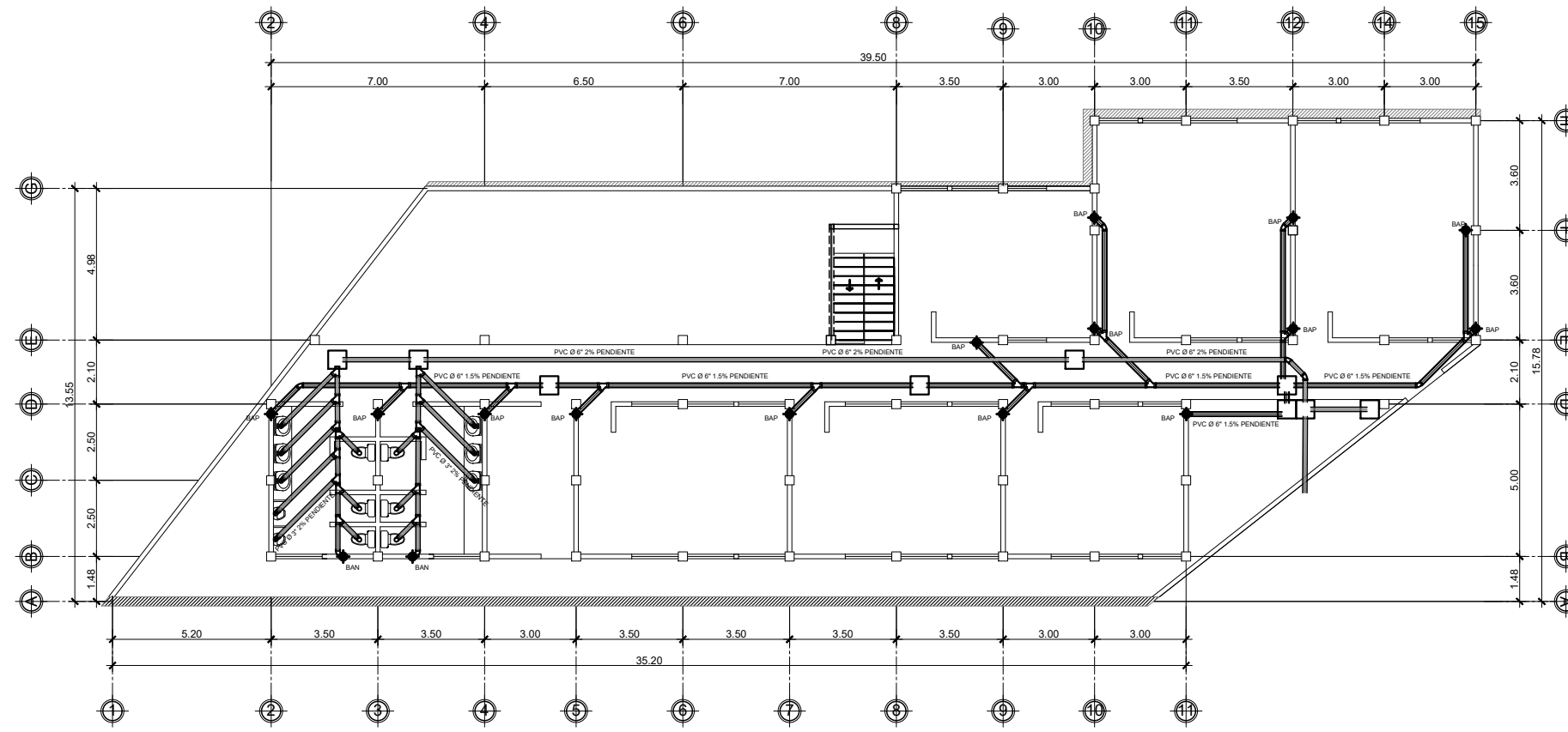
ESCALA: 1:100

FECHA: MARZO\_2022

HOJA:

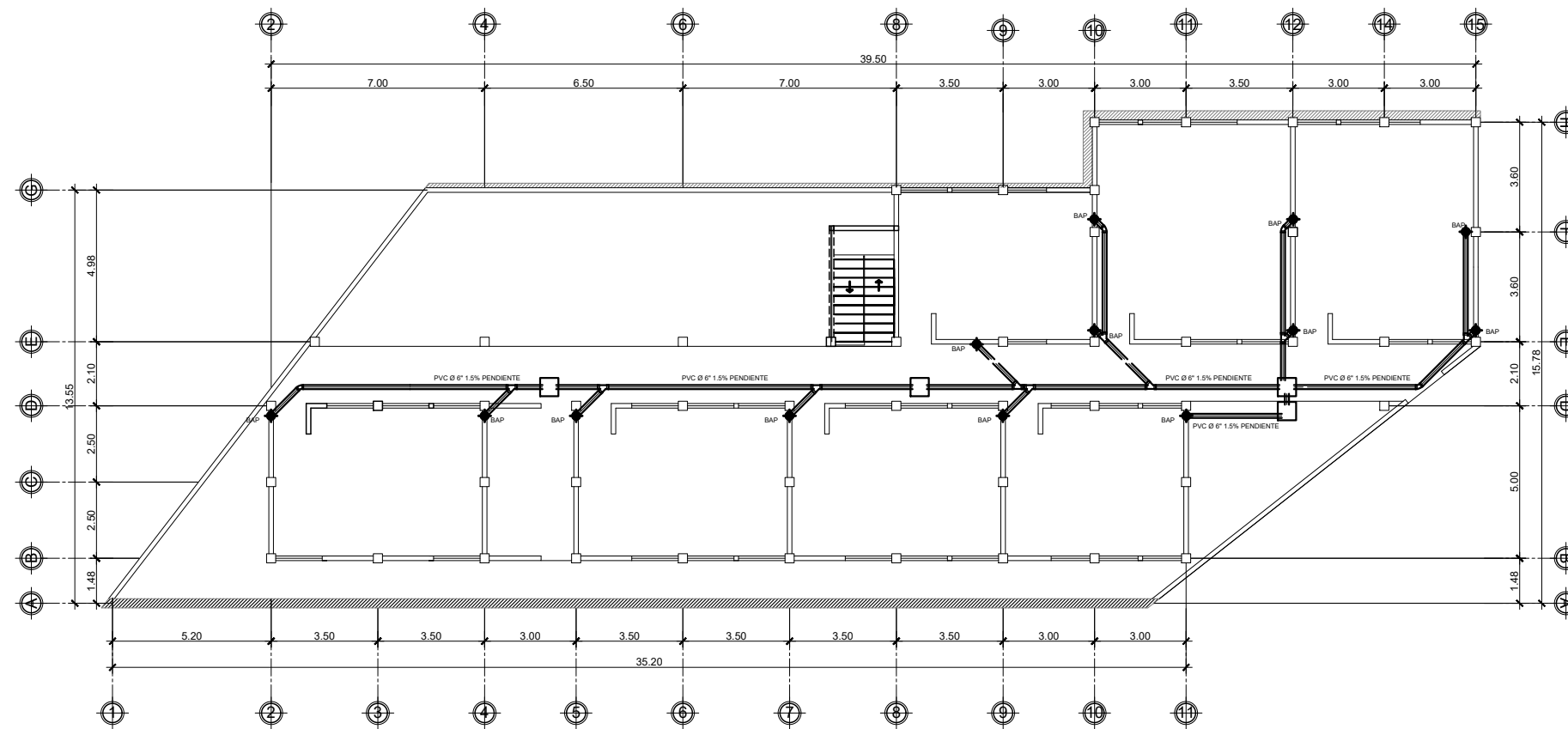
06

17



PLANTA INST. DRENAJES BAN/BAP 1er NIVEL

1 : 100














PLANTA INST. DRENAJES BAN/BAP 2do NIVEL

1 : 100



**NOMENCLATURA**

-  Bajada de Agua Pluvial Ø 4" PVC
-  Bajada de Agua Negra Ø 4" PVC
-  Tubería de Aguas Negras PVC Ø
-  Tubería de Aguas Pluvial PVC Ø
-  Yee Horizontal PVC
-  Codo a 90° Vertical PVC
-  Codo a 45° Horizontal PVC
-  Dirección y Porcentaje de Pendiente
-  Caja Tipo Sifón o Cofina
-  Caja de Registro
-  Caja de Reprocedera



NOMBRE DEL PROYECTO: CONSTRUCCION ESCUELA PRIMARIA  
CASERIO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA  
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

UBICACION: CASERIO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA  
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

DISEÑO: BYRON ALVARADO

DIBUJO: BYRON ALVARADO

CALCULO: BYRON ALVARADO

CONTENIDO: PLANTA INST. DRENAJES

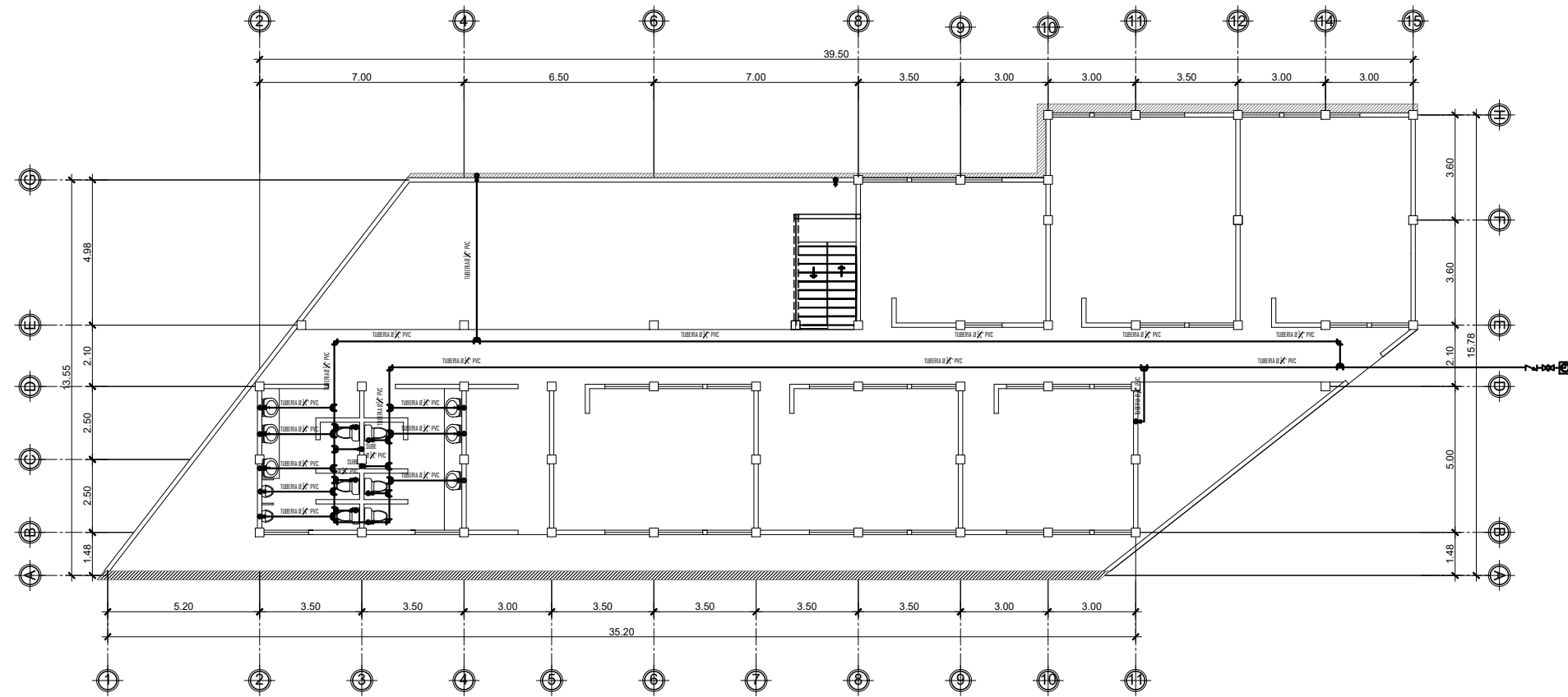
FASE:	ARG	EST	INS	INS/ESP

FIRMA DEL PROFESIONAL:

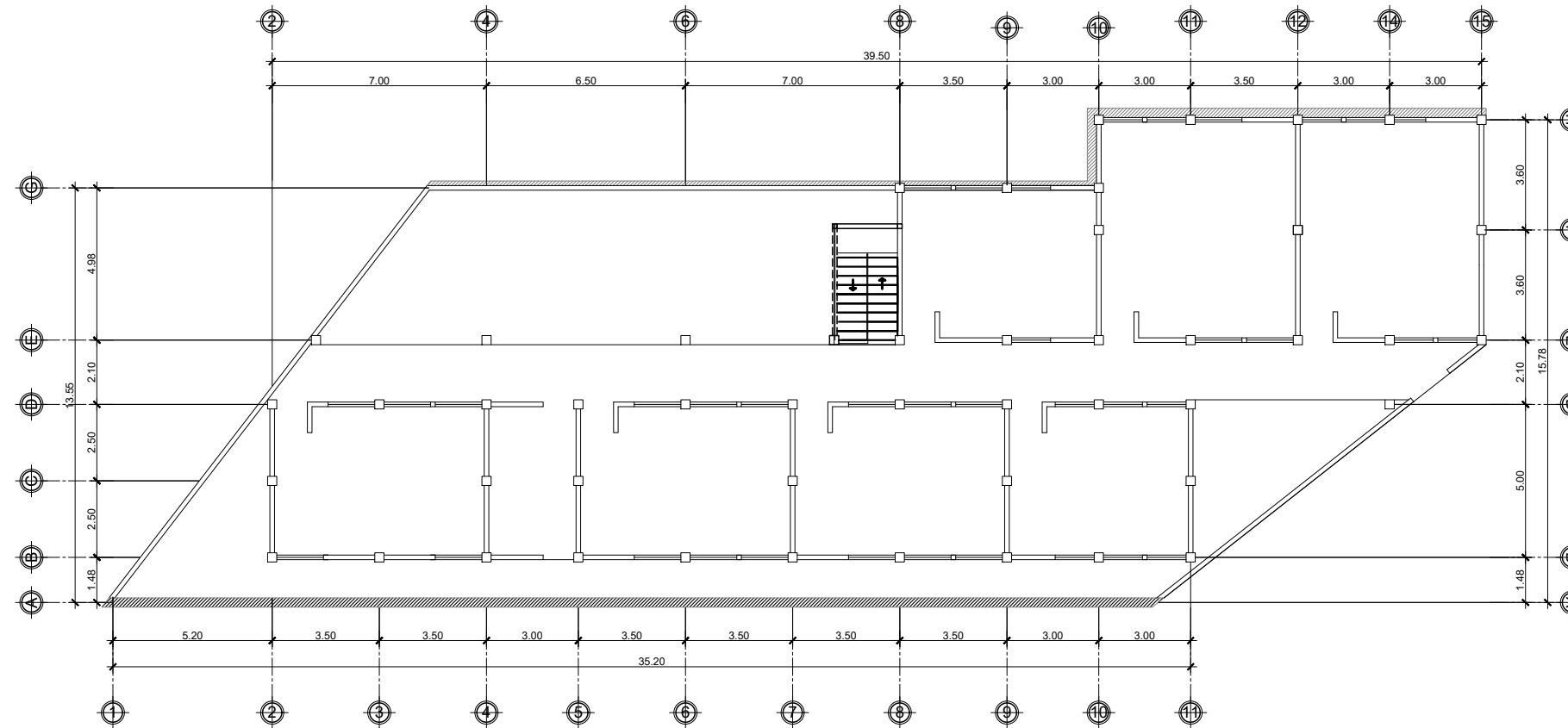
ESCALA: INDICADA

FECHA: MARZO\_2022

HOJA:  
07 / 17



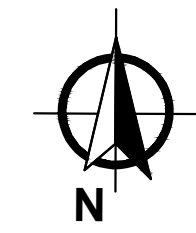
PLANTA INST. AGUA POTABLE 1er NIVEL  
1 : 100



PLANTA INST. AGUA POTABLE 2do NIVEL  
1 : 100

**NOMENCLATURA**

	Tubería PVC Ø 3/4"
	Codo 90° Vertical
	Tee Horizontal
	Codo 90° Horizontal
	Reductor Ø 3/4" a Ø 1/2" PVC
	Llave de paso Municipal
	Contador
	Llave de Globo
	Llave de Cheque



NOMBRE DEL PROYECTO: CONSTRUCCION ESCUELA PRIMARIA CASERIO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

UBICACION: CASERIO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA DMP

DISEÑO: D M P

DIBUJO: D M P

CALCULO: D M P

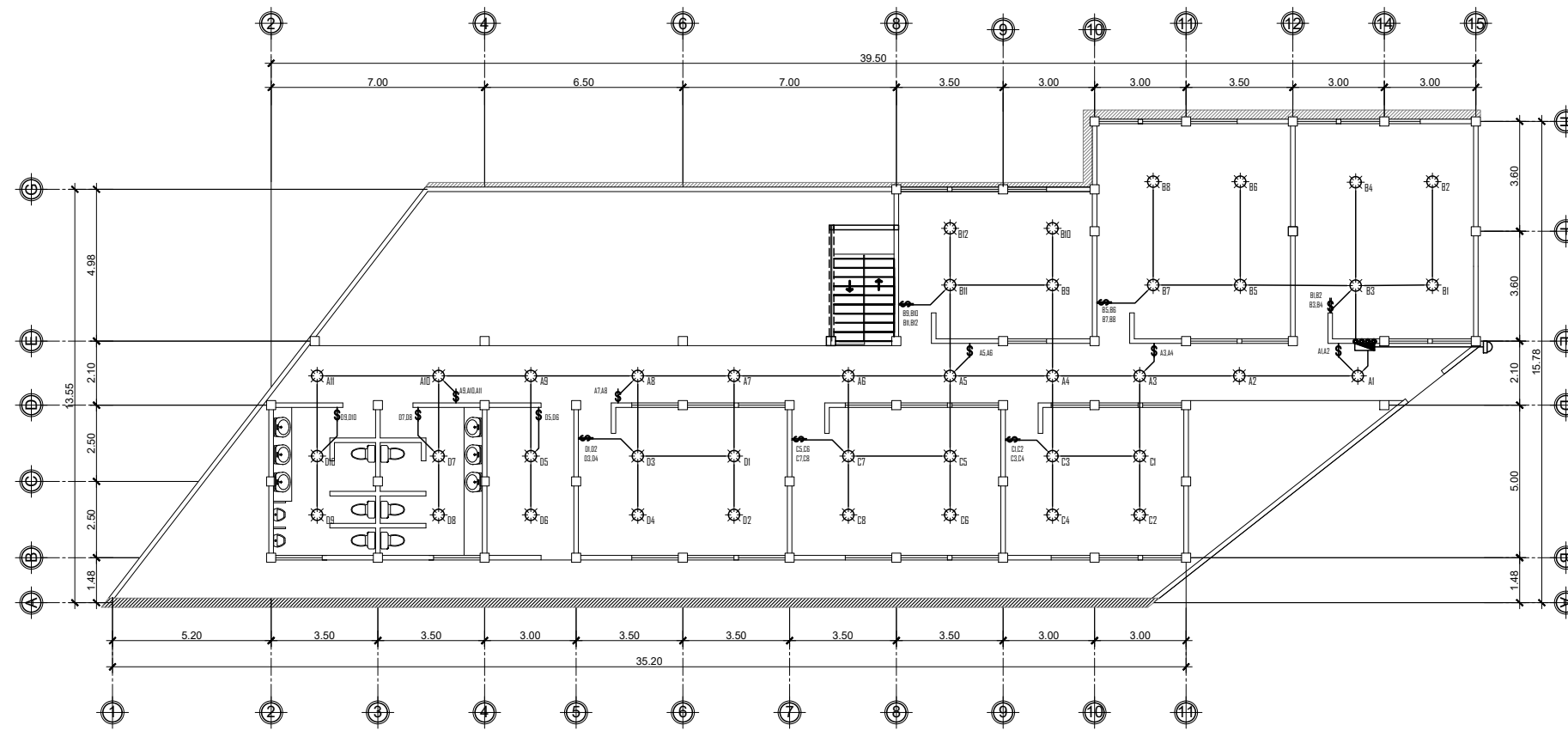
CONTENIDO: PLANTA INST. DRENAJES PLANTA INST. AGUA POTABLE

FASE:	ARQ	EST	INS	INS/ESP

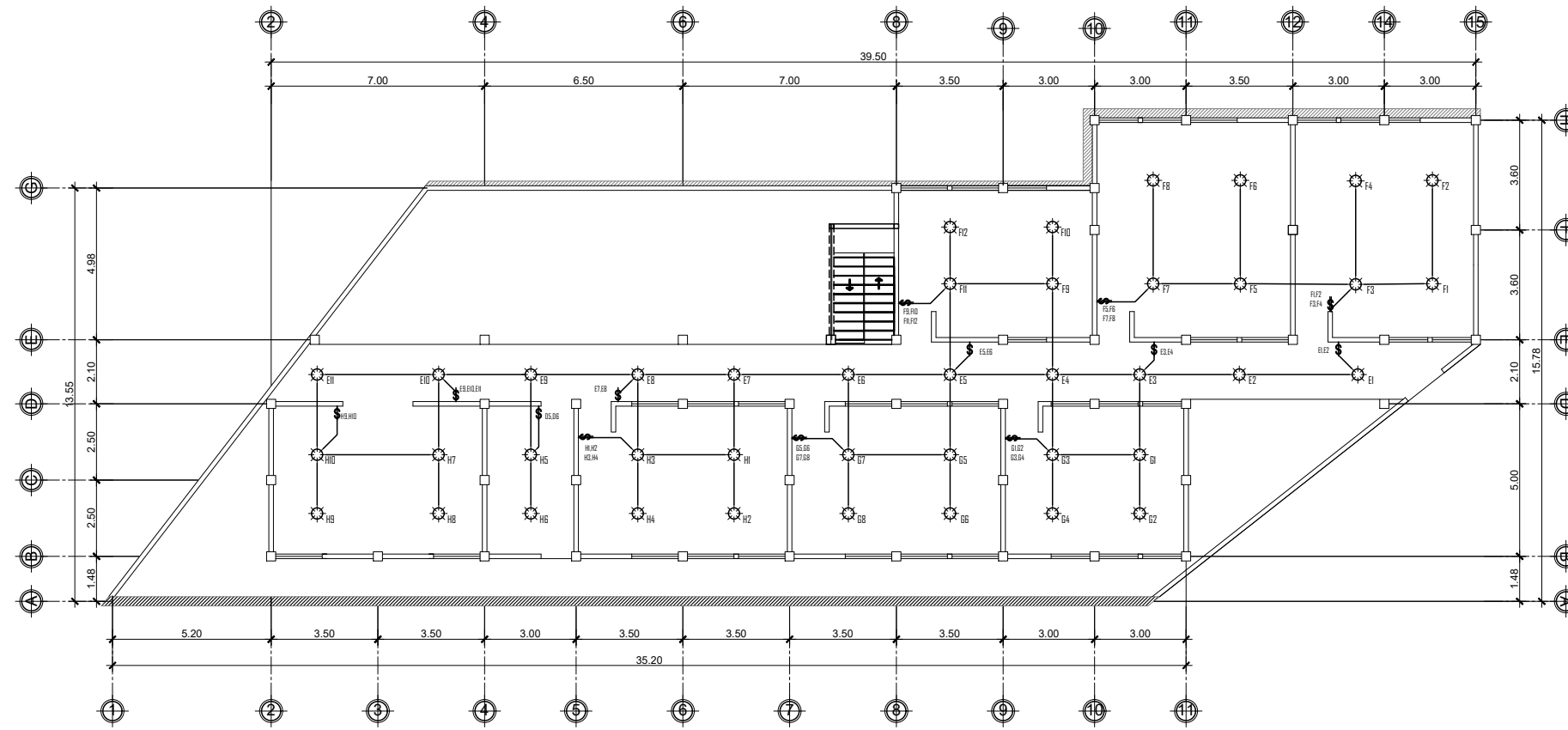
FIRMA DEL PROFESIONAL:

ESCALA: INDICADA

FECHA: MARZO\_2022



PLANTA INST. ELECTRICA ILUMINACION 1er NIVEL  
1 : 100



PLANTA INST. ELECTRICA ILUMINACION 1er NIVEL  
1 : 100



**NOMENCLATURA**

	Bombillo LED 15w
	Lampara en pared
	Tuberia Conduit 3/4" en cielo
	Tuberia Conduit 3/4" en muro
	Linea Viva
	Linea Neutra
	Linea de Retorno
	Interruptor Doble
	Interruptor Simple
	Tablero Empotrado en Pared
	Contador



NOMBRE DEL PROYECTO: CONSTRUCCION ESCUELA PRIMARIA CASERIO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

UBICACION: CASERIO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

DISEÑO: D M P

DIBUJO: D M P

CALCULO: D M P

CONTENIDO: PLANTA INST. ELECTRICA ILUMINACION

FASE:	ARG	EST	INS	INS/ESP

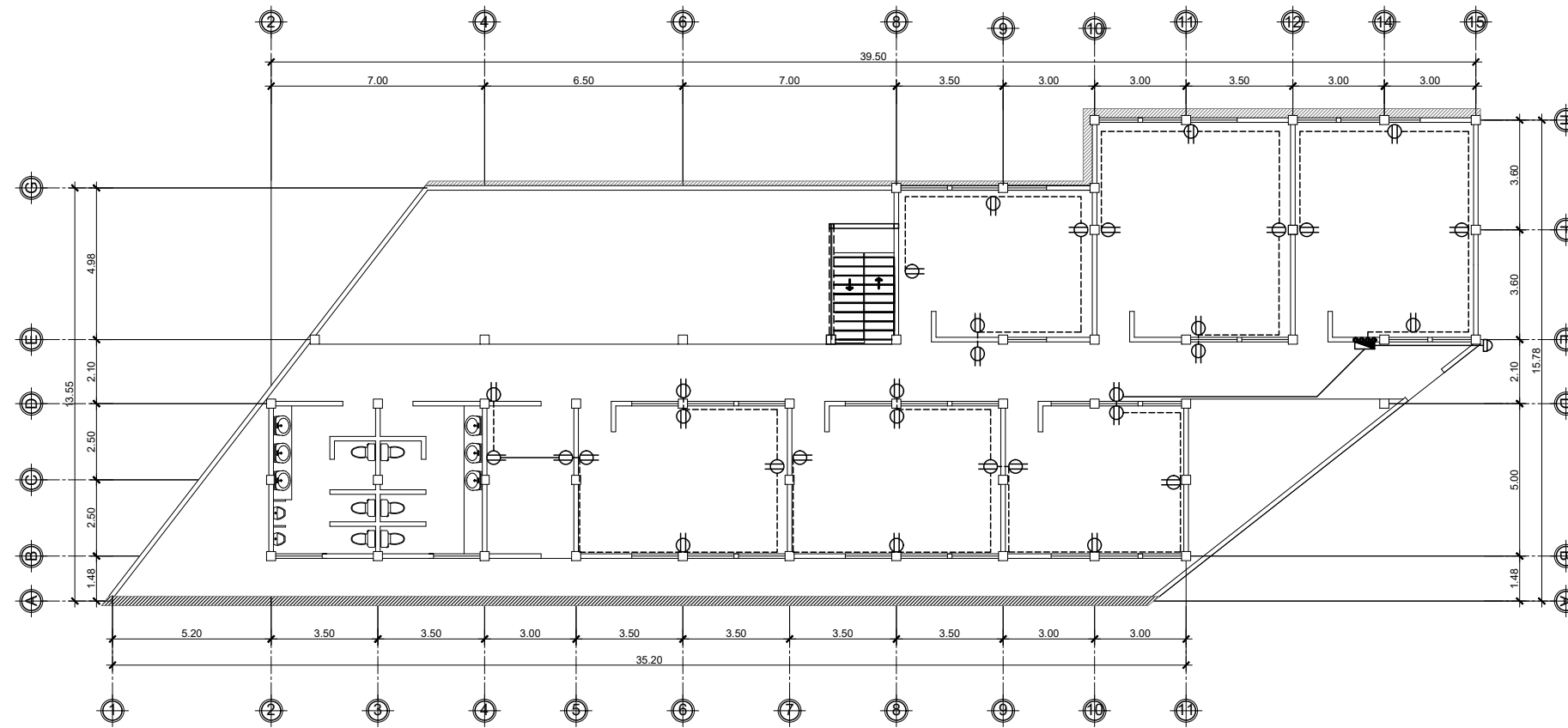
FIRMA DEL PROFESIONAL:

ESCALA: INDICADA

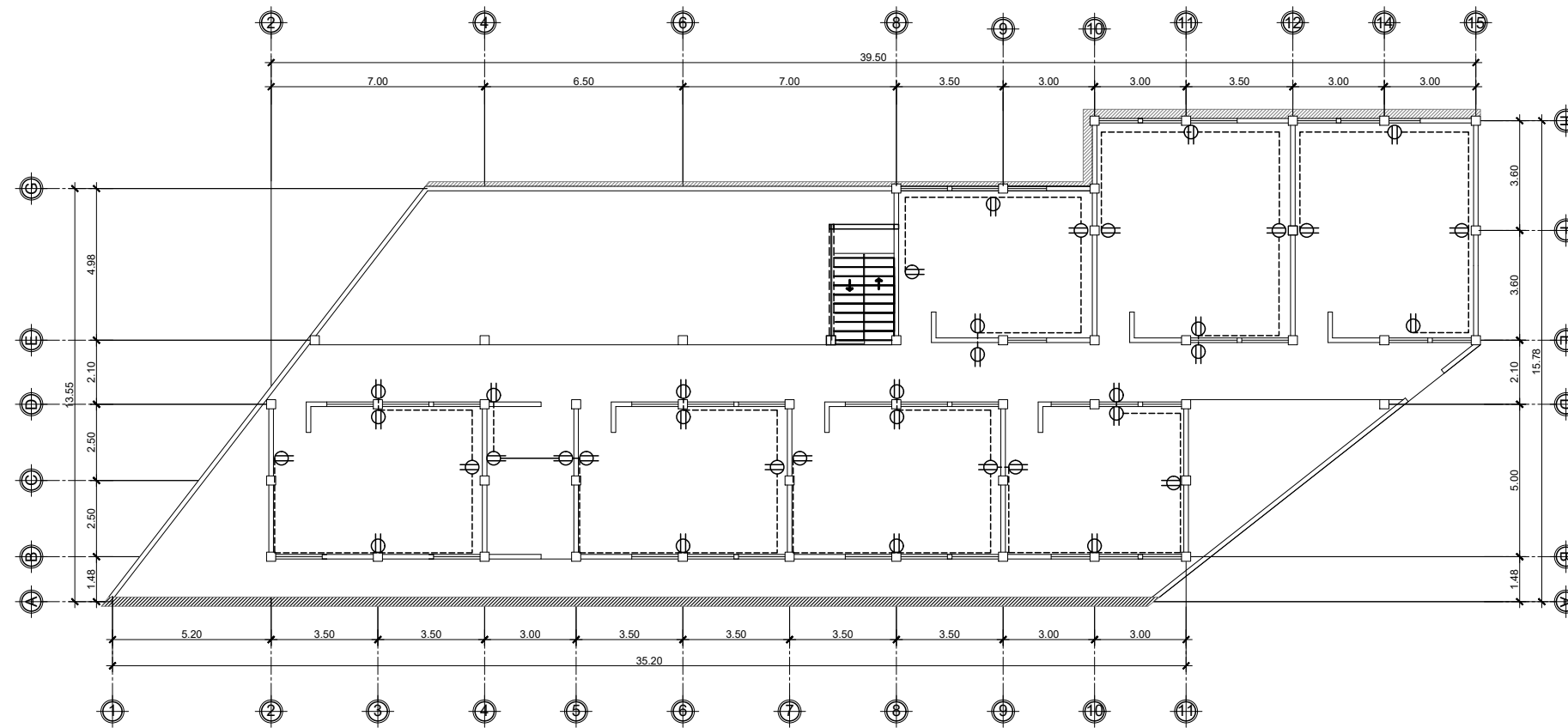
FECHA: MARZO\_2022

HOJA:  
09 / 17





PLANTA INST. ELECTRICA FUERZA 1er NIVEL  
1 : 100



PLANTA INST. ELECTRICA FUERZA 2do NIVEL  
1 : 100



**NOMENCLATURA**

	Tuberia Conduit Ø 3/4" en cielo
	Tuberia Conduit Ø 3/4" en pared
	Línea Viva
	Línea Neutra
	Línea de Retorno
	Tablero Empotrado en Pared
	Contador
	Tomacorriente 110V



NOMBRE DEL PROYECTO:  
CONSTRUCCION ESCUELA PRIMARIA  
CASERIO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA  
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

UBICACION:  
CASERIO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA  
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

DISEÑO: BYRON ALVARADO

DIBUJO: BYRON ALVARADO

CALCULO: BYRON ALVARADO

CONTENIDO:  
PLANTA INST. ELECTRICA FUERZA

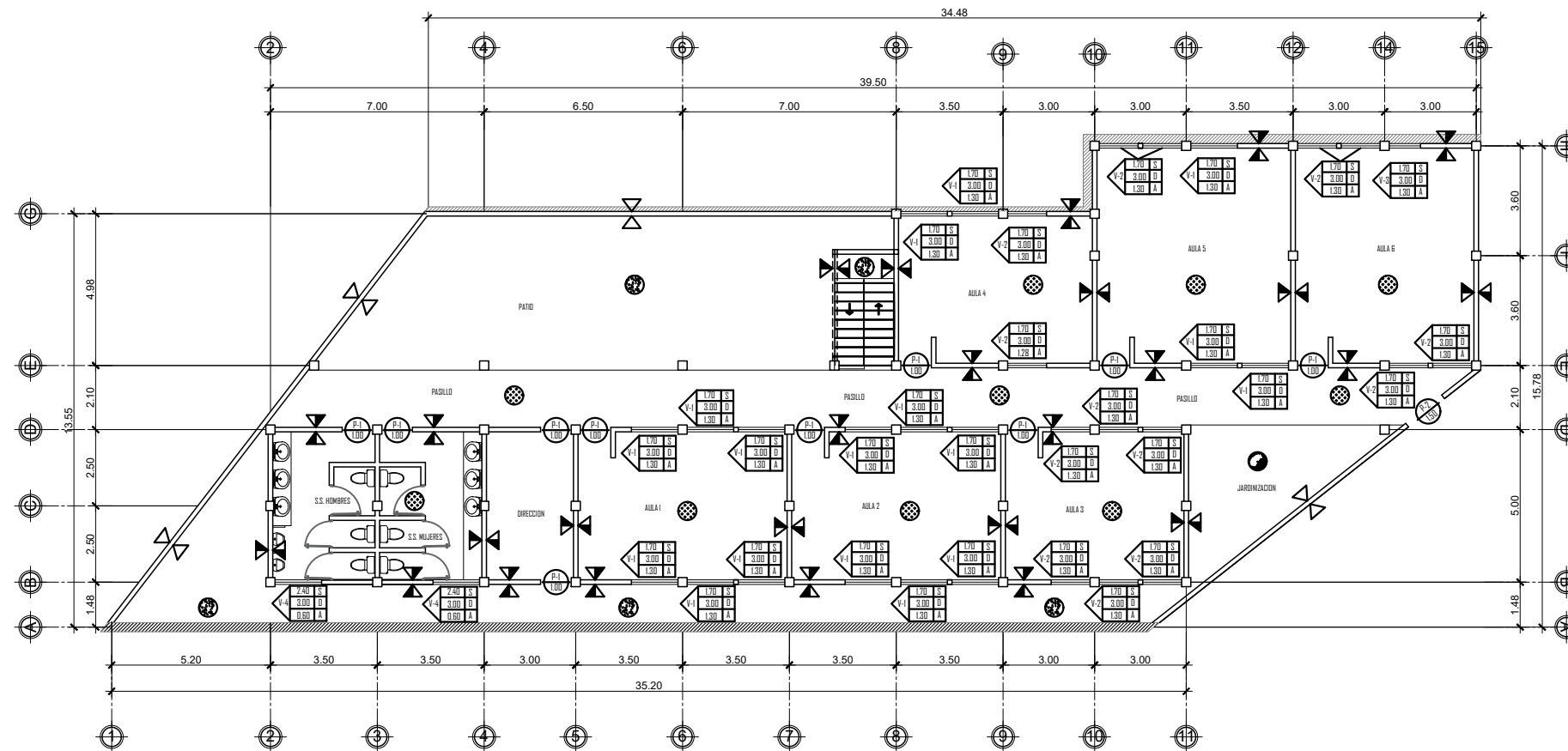
FASE:	ARQ	EST	INS	INS/ESP

FIRMA DEL PROFESIONAL:

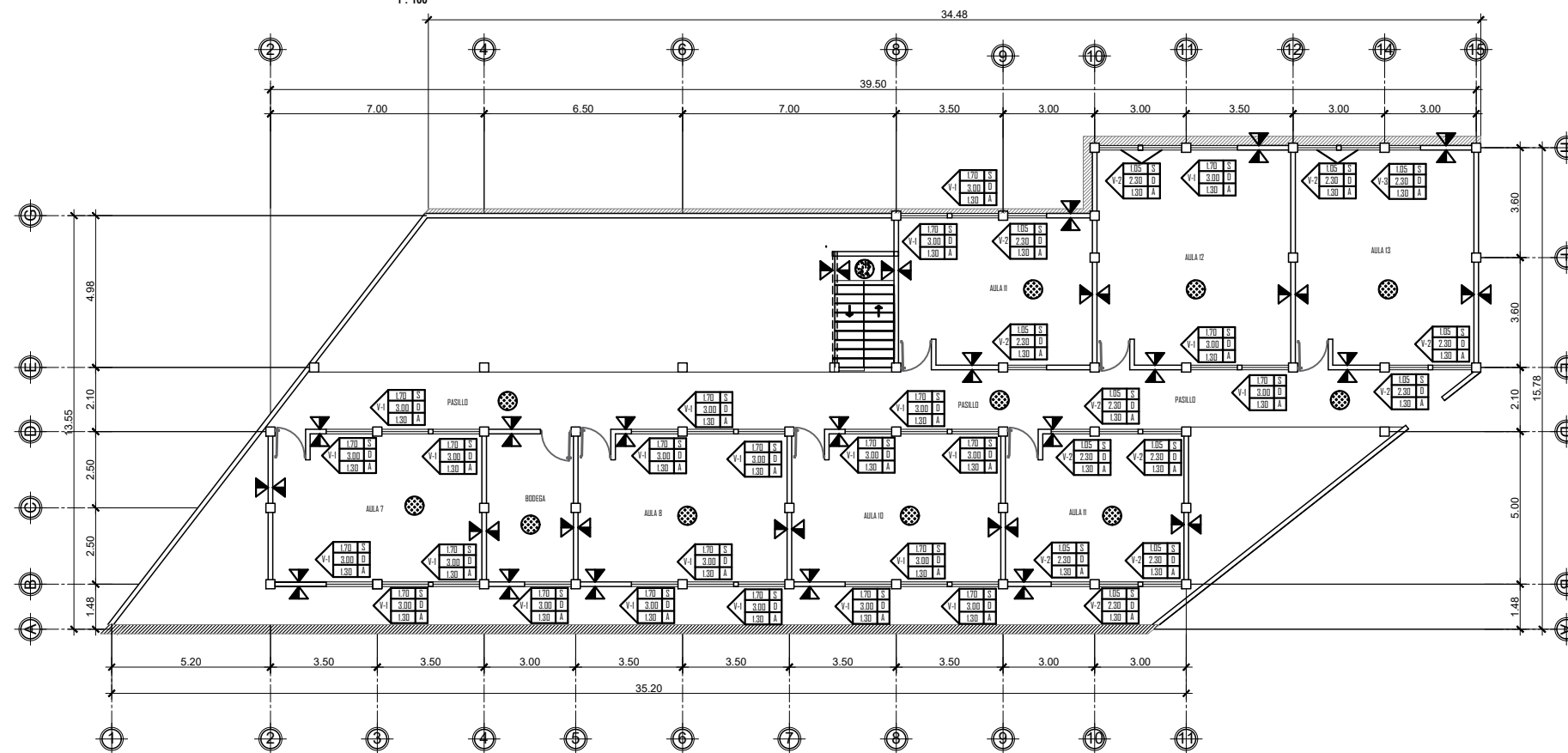
ESCALA: INDICADA

FECHA: MARZO 2022

HOJA:  
10 / 17



PLANTA AMUEBLADA 1er NIVEL  
1:100



PLANTA AMUEBLADA 2do NIVEL  
1:100

**NOMENCLATURA**

	Torta de concreto
	Piso de granito
	Granilla
	Levantado de block visto
	Repeto + Cerrido
	Puerta tipo
	Ancho de puerta
	Sillar de ventana
	Dintel de ventana
	Alto de ventana



NOMBRE DEL PROYECTO:  
CONSTRUCCIÓN ESCUELA PRIMARIA  
CASERIO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA  
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

UBICACION:  
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

DISEÑO:  
BYRON  
ALVARADO

DIBUJO:  
BYRON  
ALVARADO

CALCULO:  
BYRON  
ALVARADO

CONTENIDO:  
PLANTA DE ACABADOS

FASE:

ARQ	EST	INS	INS/ESP

ESCALA: 1:100

FECHA: MARZO\_2022

FIRMA DEL PROFESIONAL:

HOJA:
11 / 17



NOMBRE DEL PROYECTO:  
CONSTRUCCION ESCUELA PRIMARIA  
CASERIO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA  
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

UBICACION:  
CASERIO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA  
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

DISEÑO:  
BYRON ALVARADO

DIBUJO:  
BYRON ALVARADO

CALCULO:  
BYRON ALVARADO

CONTENIDO:  
ELEVACIONES

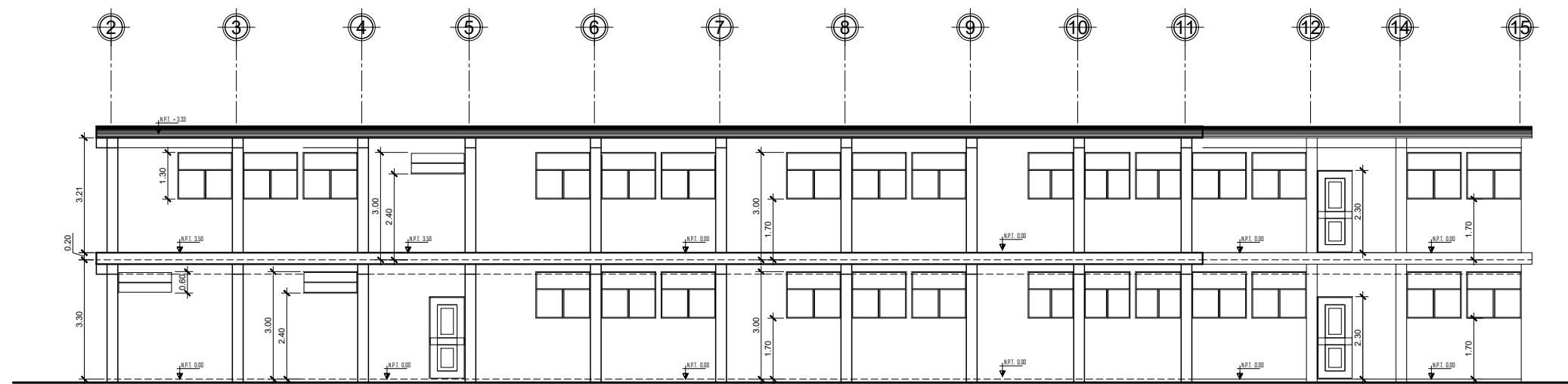
FASE:	ARQ	EST	INS	INS/ESP

FIRMA DEL PROFESIONAL:

ESCALA: INDICADA

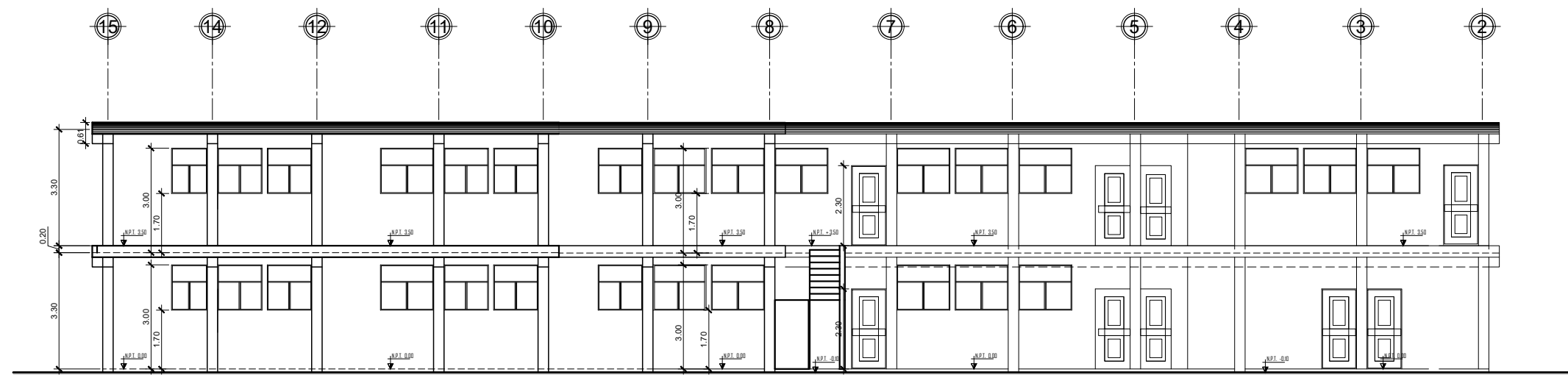
FECHA: MARZO 2022

HOJA:  
12 / 17



ELEVACION LATERAL IZQUIERDA

1 : 75



ELEVACION LATERAL DERECHA

1 : 75



NOMBRE DEL PROYECTO: CONSTRUCCION ESCUELA PRIMARIA CASERIO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

UBICACION: CASERIO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

DISEÑO: BYRON ALVARADO

DIBUJO: BYRON ALVARADO

CALCULO: BYRON ALVARADO

CONTENIDO: DETALLES DE CIMENTACIONES

FASE:	ARQ	EST	INS	INS/ESP

FIRMA DEL PROFESIONAL:

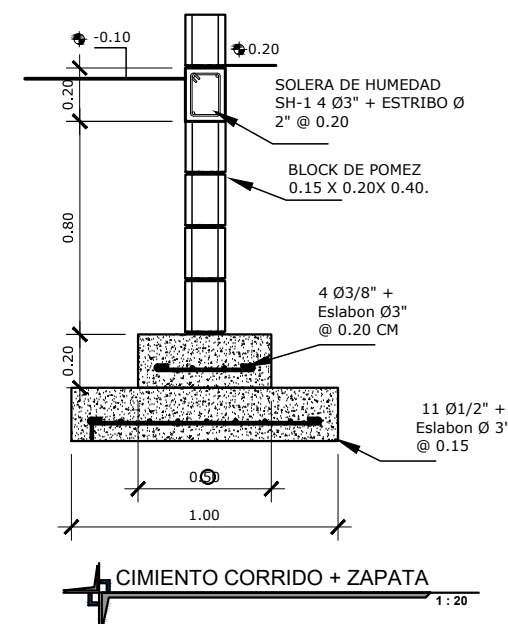
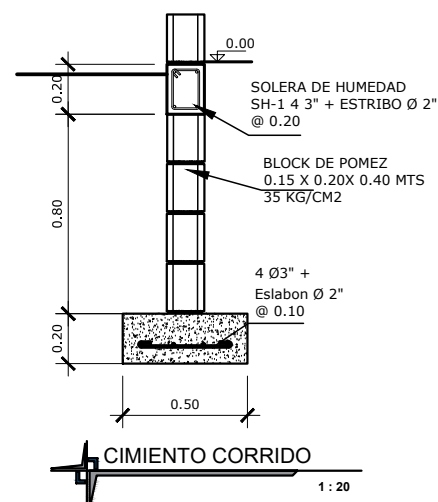
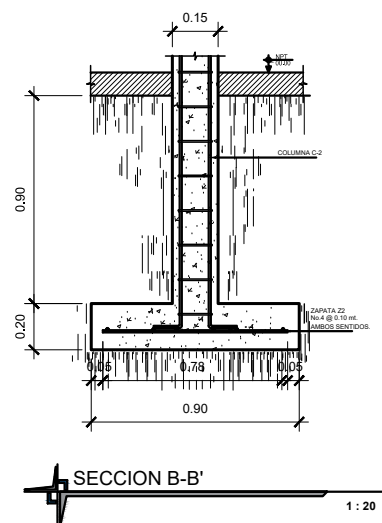
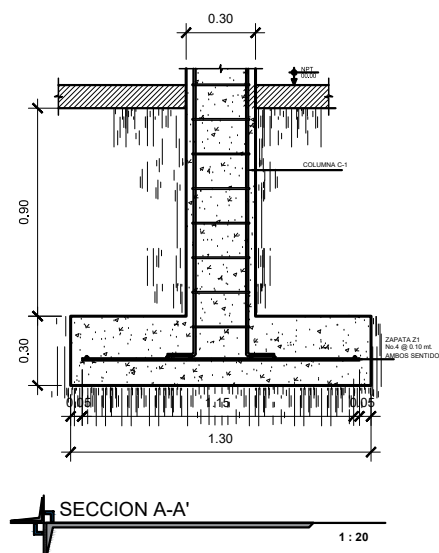
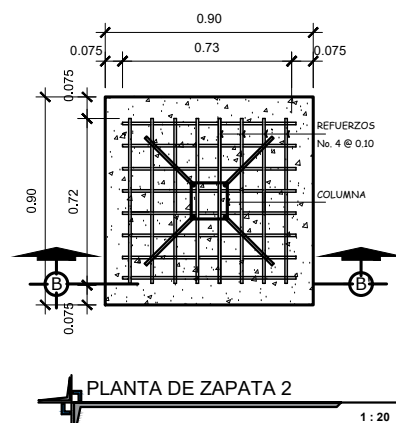
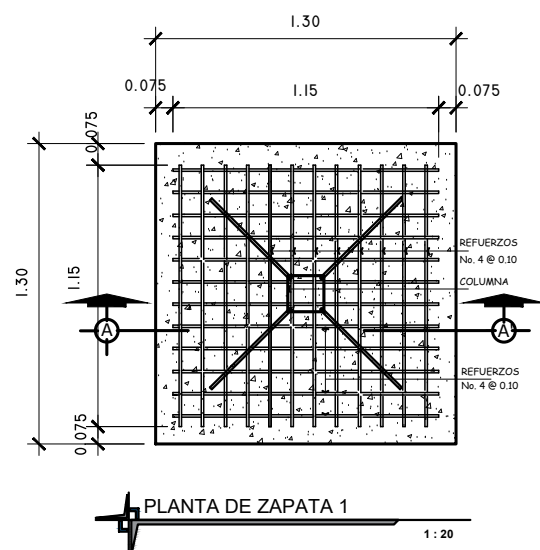
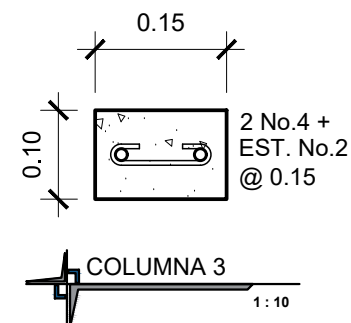
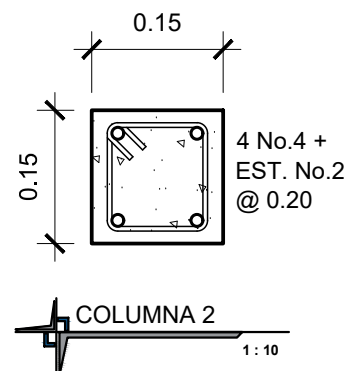
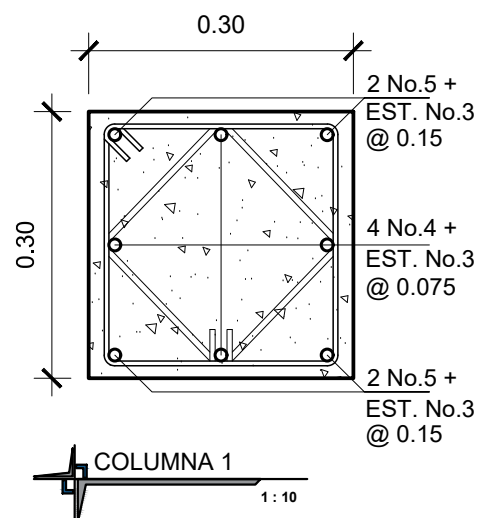
ESCALA: INDICADA

FECHA: MARZO 2022

HOJA:

13

17



**CIMENTO CORRIDO CC-1** ESCALA 1/20



NOMBRE DEL PROYECTO: CONSTRUCCION ESCUELA PRIMARIA CASERIO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

UBICACION: CASERIO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

DISEÑO: BYRON ALVARADO

DIBUJO: BYRON ALVARADO

CALCULO: BYRON ALVARADO

CONTENIDO: DETALLES DE VIGA  
DETALLE DE LOSA

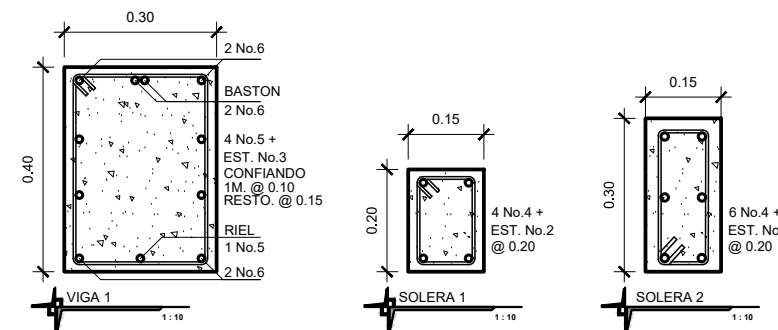
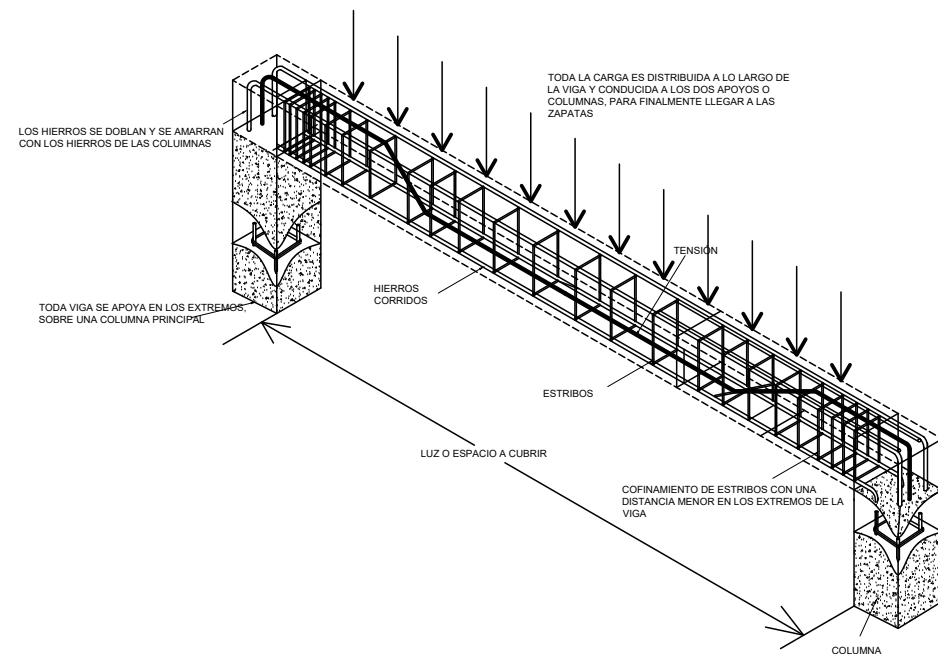
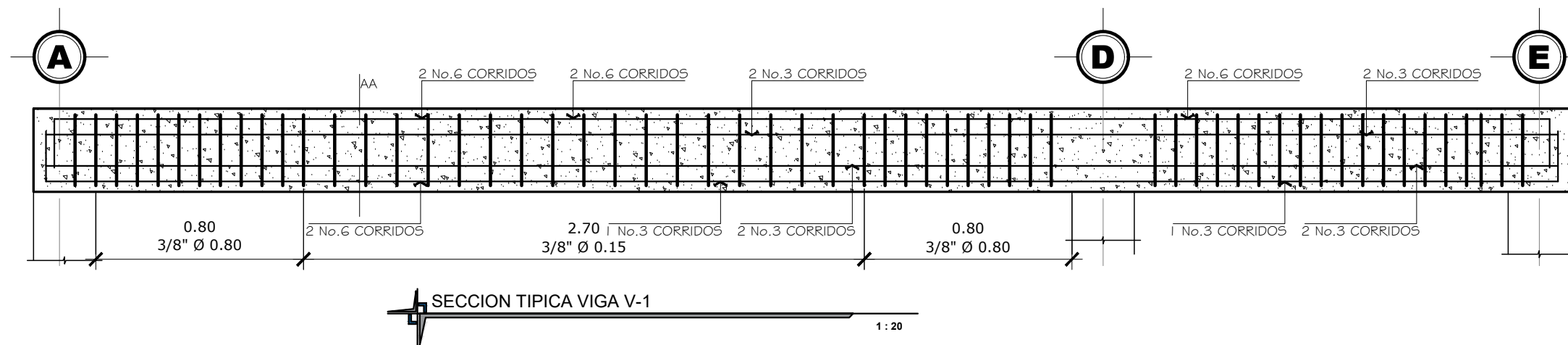
FASE:	ARQ	EST	INS	INS/ESP

FIRMA DEL PROFESIONAL:

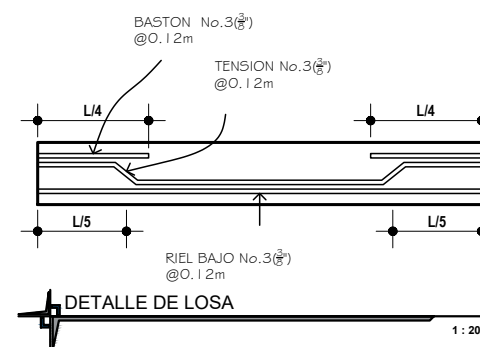
ESCALA: INDICADA

FECHA: MARZO 2022

HOJA:	14 / 17
-------	---------

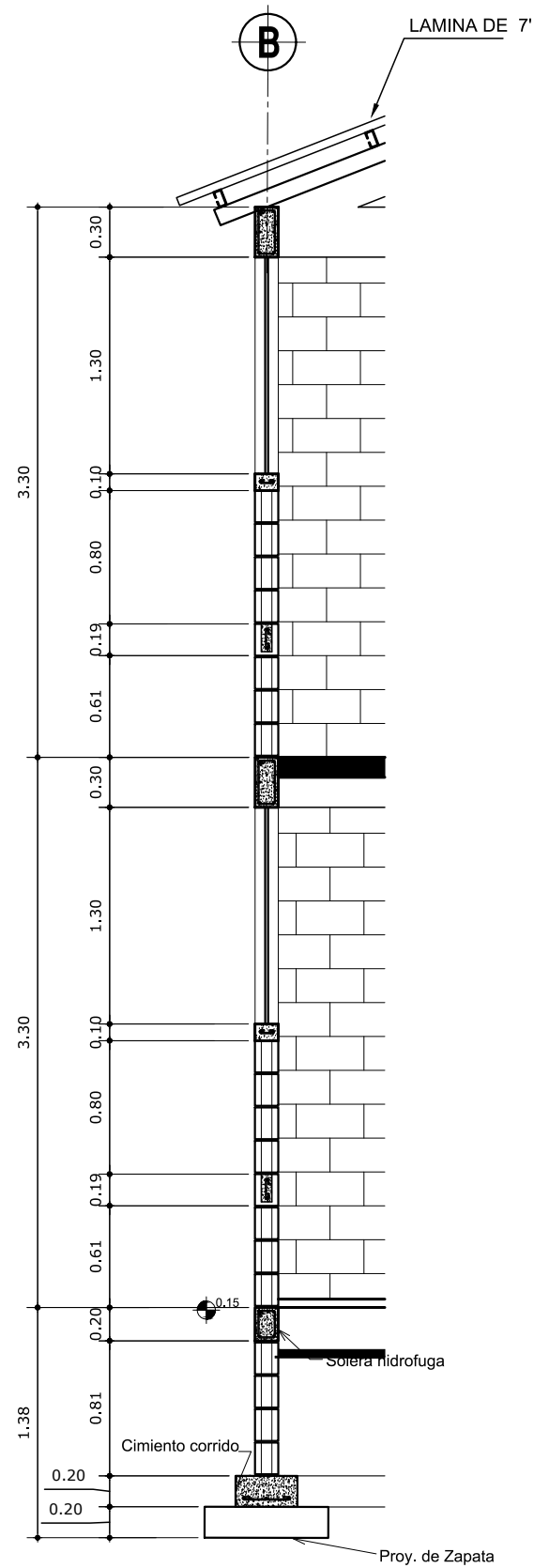


PROYECCIÓN ISOMÉTRICA  
VIGA DE CONCRETO ARMADO

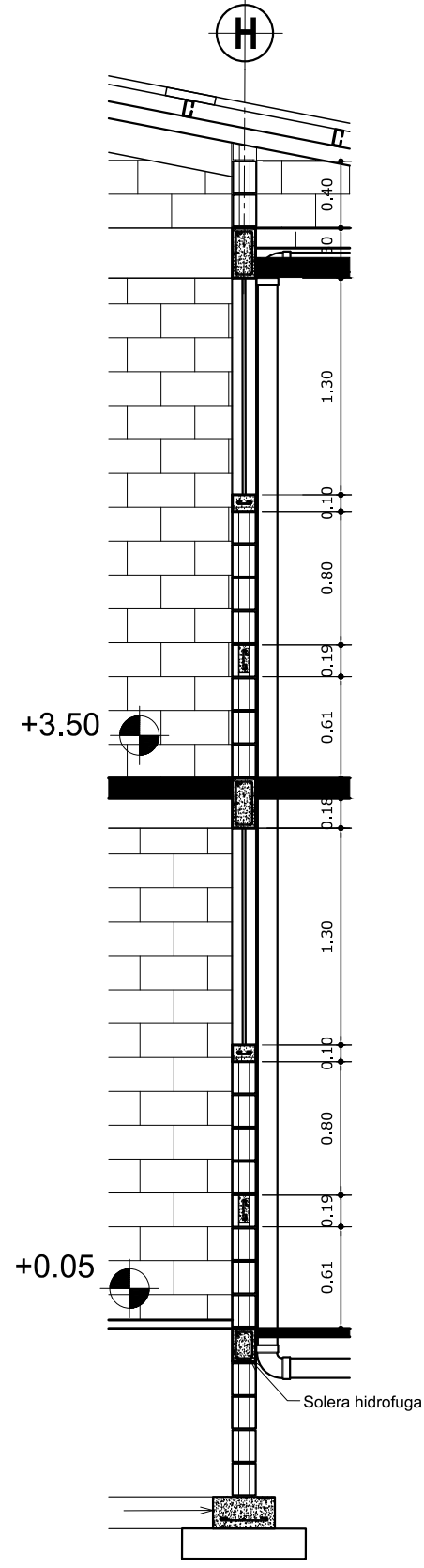


NOTA:  
EL ESPESOR DE LA LOSA SERA DE 12 CMS, ARMADURA No.3 @ 0.12m COLOCADA A CADA 0.12MTS.

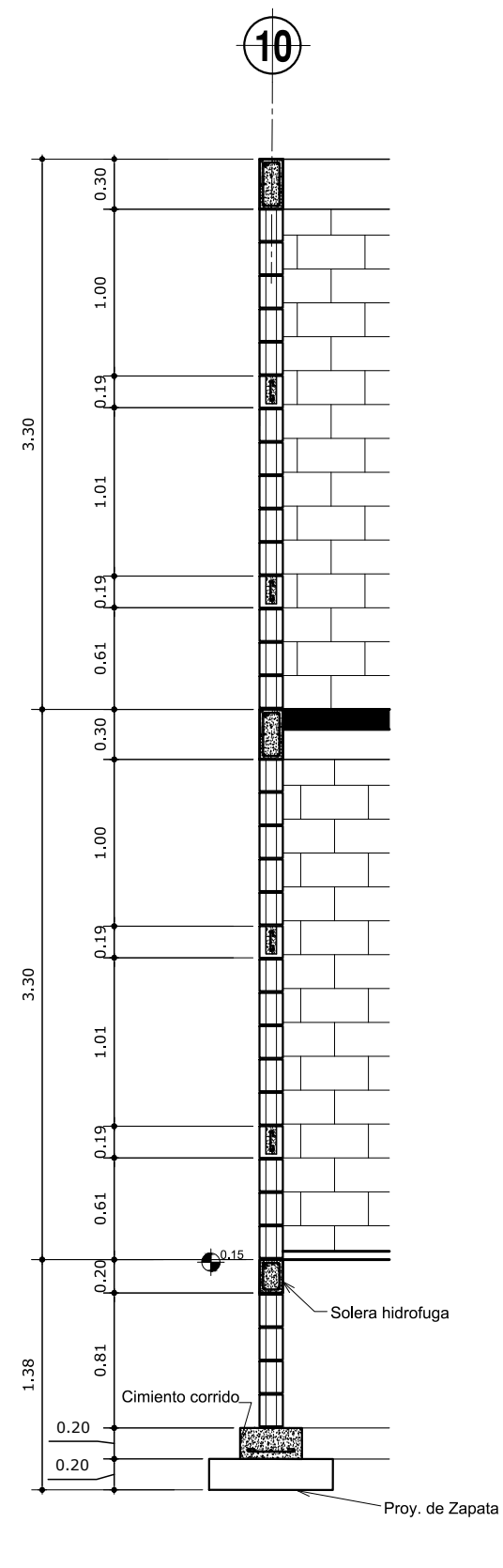
DETALLE DE LOSA  
1 : 20



CIMIENTO CORRIDO + ZAPATA  
1:50



CIMIENTO CORRIDO + ZAPATA  
1:50



CIMIENTO CORRIDO + ZAPATA  
1:50



NOMBRE DEL PROYECTO: CONSTRUCCION ESCUELA PRIMARIA CASERIO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

UBICACION: CASERIO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

DISEÑO: BYRON ALVARADO

DIBUJO: BYRON ALVARADO

CALCULO: BYRON ALVARADO

CONTENIDO: SECCIONES DE MUROS

FASE:	ARQ	EST	INS	INS/ESP

FIRMA DEL PROFESIONAL:

ESCALA: INDICADA

FECHA: MARZO 2022



NOMBRE DEL PROYECTO: CONSTRUCCION ESCUELA PRIMARIA CASERIO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

UBICACION: CASERIO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

DISEÑO: BYRON ALVARADO

DIBUJO: BYRON ALVARADO

CALCULO: BYRON ALVARADO

CONTENIDO: DETALLE DE GRADAS

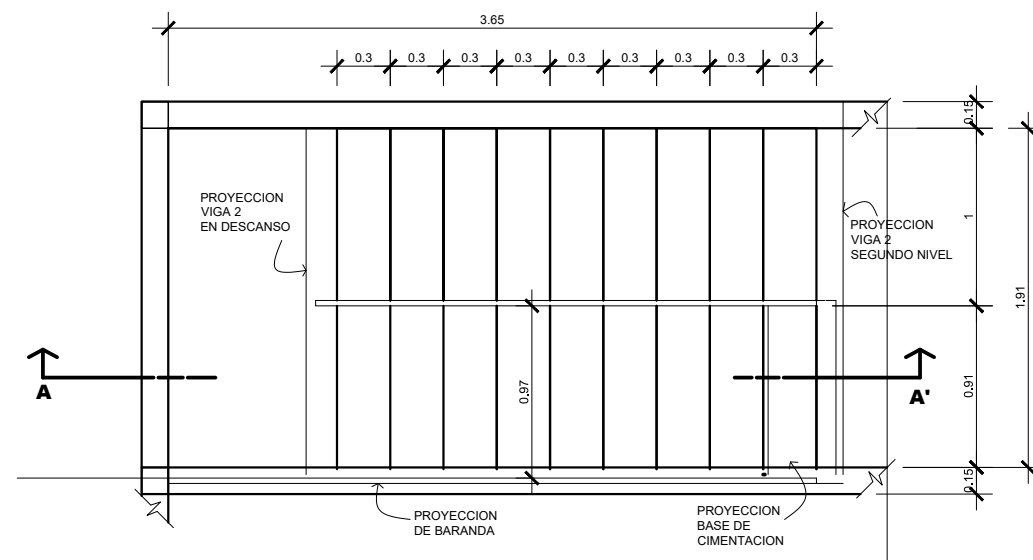
FASE:	ARQ	EST	INS	INS/ESP

FIRMA DEL PROFESIONAL:

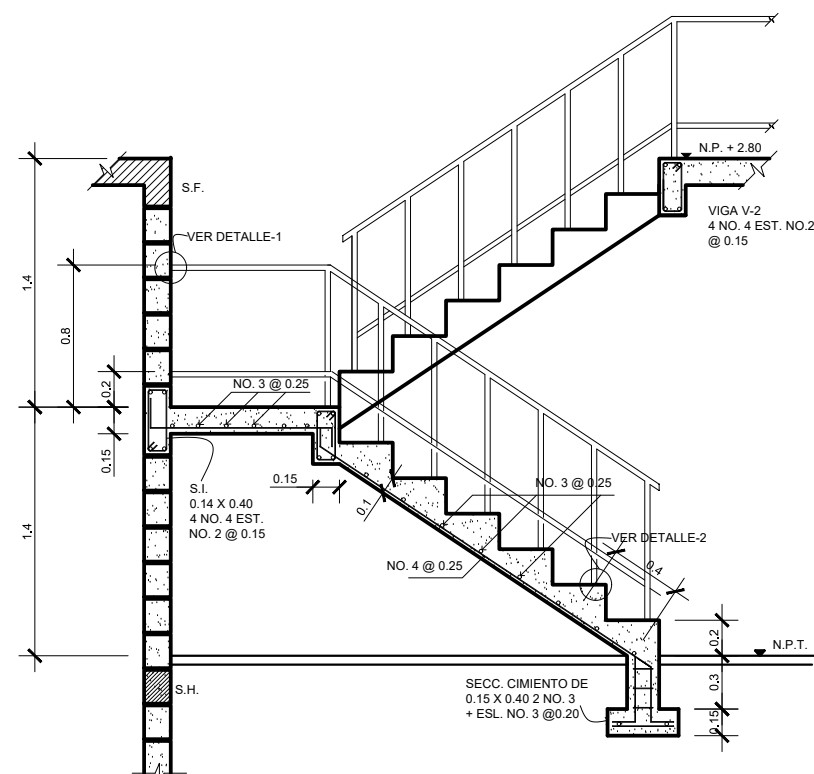
ESCALA: INDICADA

FECHA: MARZO 2022

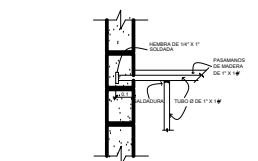
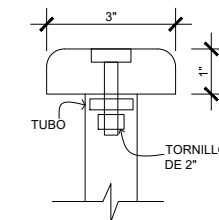
HOJA:
16 / 17



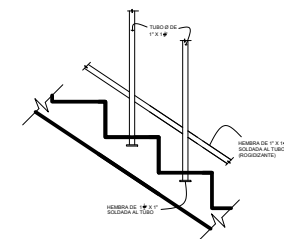
PLANTA GRADAS 1:50



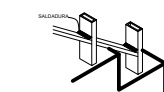
DETALLE DE GRADAS 1:50



DETALLE 1



DETALLE 2



ISOMETRICO DETALLE 2



NOMBRE DEL PROYECTO: CONSTRUCCION ESCUELA PRIMARIA CASERIO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

UBICACION: CASERIO PACAJAY, ALDEA CRUZ BLANCA SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

DISEÑO: BYRON ALVARADO

DIBUJO: BYRON ALVARADO

CALCULO: BYRON ALVARADO

CONTENIDO: DETALLE DE PUERTAS Y VENTANAS

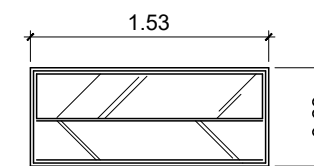
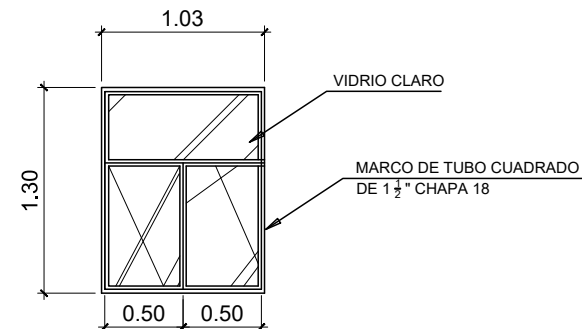
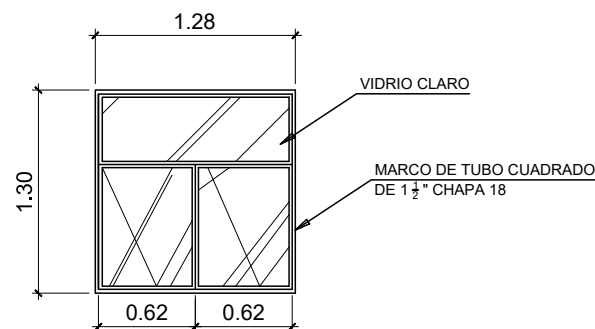
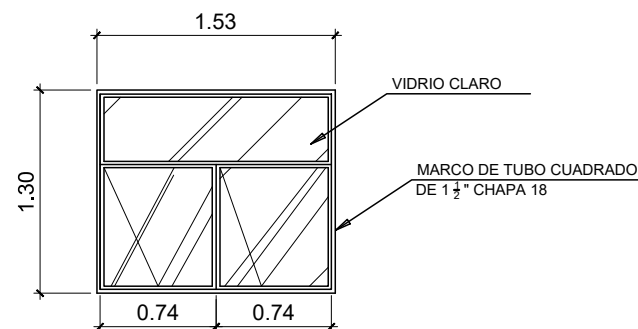
FASE:	ARQ	EST	INS	INS/ESP

FIRMA DEL PROFESIONAL:

ESCALA: INDICADA

FECHA: MARZO 2022

HOJA:  
17 / 17



PLANILLA DE VENTANAS

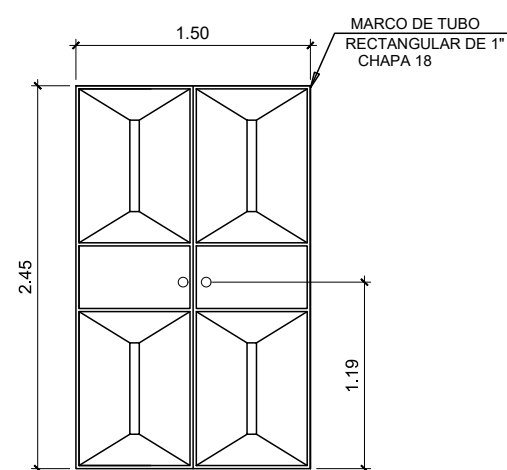
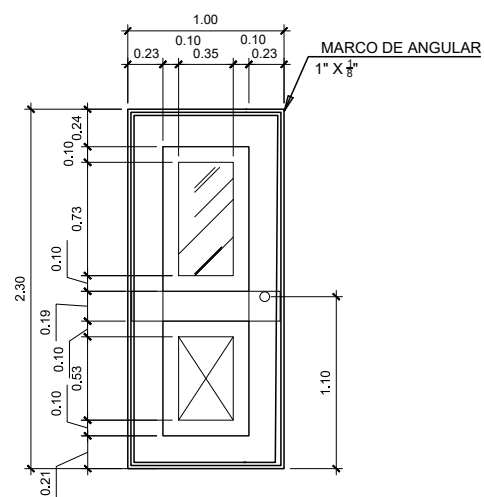
TIPO	ANCHO	ALTO	MATERIAL	CANTIDAD	UBICACION
V-1	1.53	1.30	MARCOS DE ALUMINO Y VIDRIO	40	AULAS
V-2	1.28	1.30	MARCOS DE ALUMINO Y VIDRIO	26	AULAS
V-3	1.03	1.30	MARCOS DE ALUMINO Y VIDRIO	2	AULAS
V-4	0.56	0.63	MARCOS DE ALUMINO Y VIDRIO	2	SERVICIO SANITARIO

OBSERVACIONES:

PLANILLA DE PUERTAS

TIPO	ANCHO	ALTO	MATERIAL	CANTIDAD	UBICACION
P-1	1.00	2.30	METAL	19	ENTRADA PEATONAL
P-2	1.50	2.45	METAL	1	DORMITORIO

OBSERVACIONES:

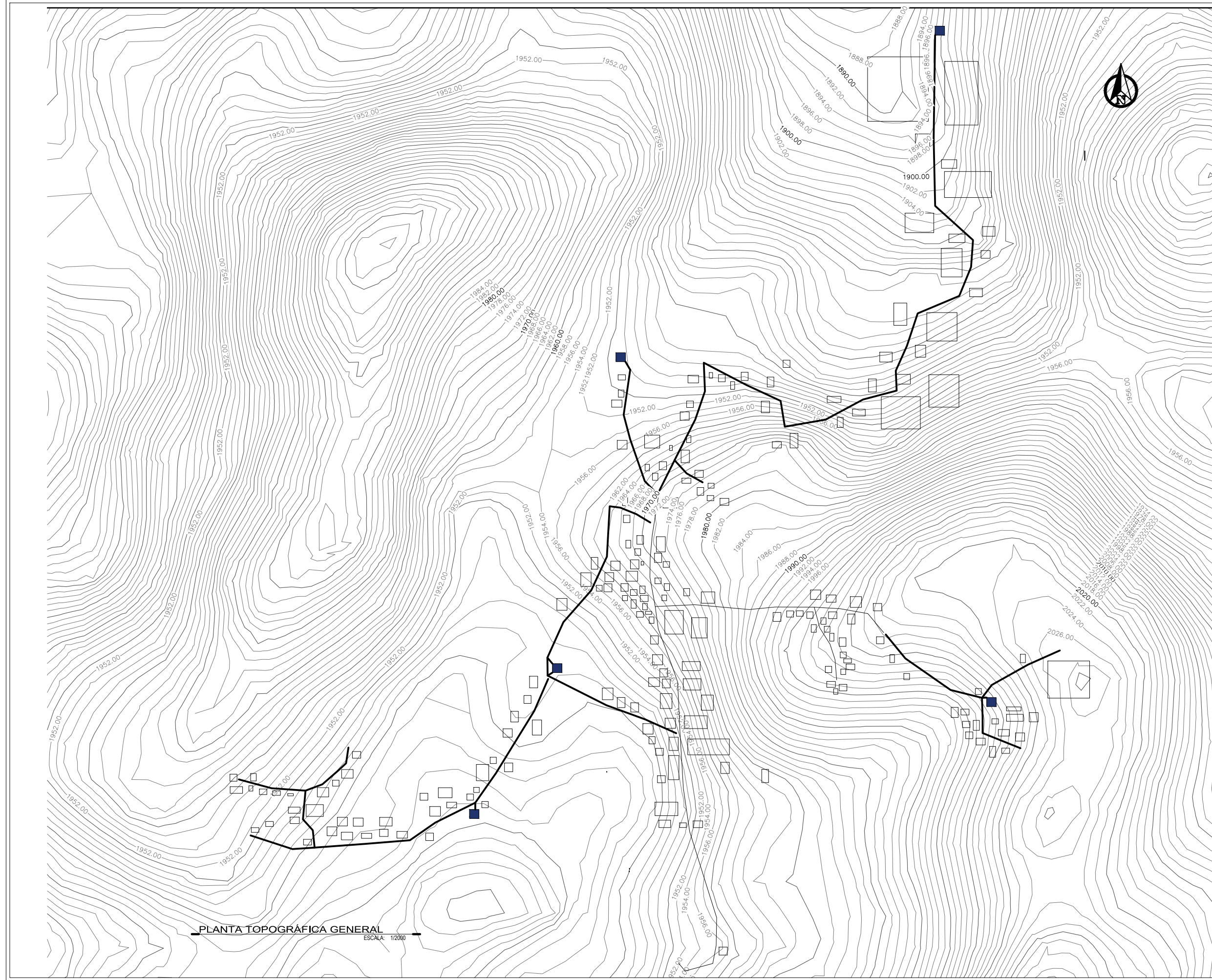




### **Apéndice 3.**

#### *Planos sistema alcantarillado sanitario*

*Nota.* Juegos de planos constructivos del sistema de alcantarillado sanitario para el Sector Las Trojes 1, aldea Cruz Blanca, San Juan Sacatepéquez, Guatemala. Elaboración propia realizado con Civil3D.



NOMBRE DEL PROYECTO:	CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ BLANCA SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA			
UBICACION:	LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ BLANCA SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA			
DISEÑO:	BYRON ALVARADO			
DIBUJO:	BYRON ALVARADO			
CALCULO:	BYRON ALVARADO			
CONTENIDO:	PLANTA TOPOGRÁFICA GENERAL			
FASE:	ARQ	EST	INS	INS/ESP
FIRMA DEL PROFESIONAL:				
ESCALA:	INDICADA			
FECHA:	NOVIEMBRE 2022			
HOJA:	01 / 11			



NOMBRE DEL PROYECTO:  
CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ BLANCA  
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

UBICACION:  
LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ BLANCA  
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

DISEÑO: BYRON ALVARADO

DIBUJO: BYRON ALVARADO

CALCULO: BYRON ALVARADO

CONTENIDO:  
PLANTA-PERFIL  
PV-34 A FS1  
PV-31 A PV-33  
PV-27 A PV-30

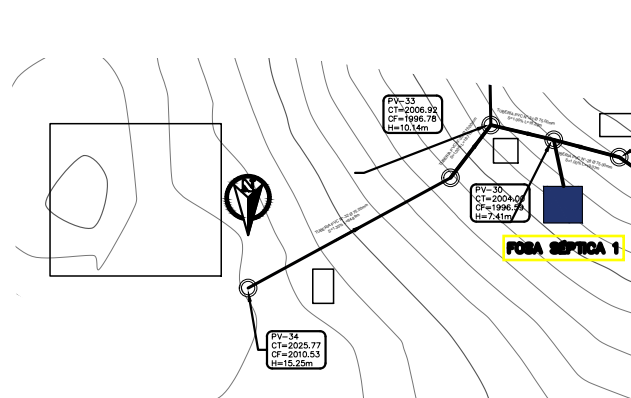
FASE:	ARQ	EST	INS	INS/ESP

FIRMA DEL PROFESIONAL:

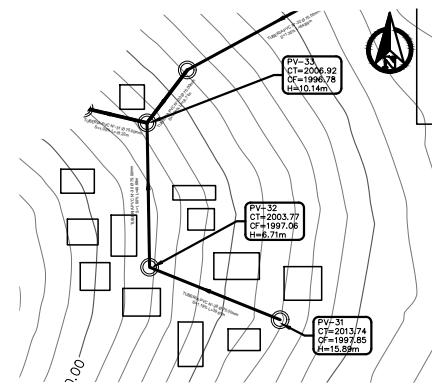
ESCALA: INDICADA

FECHA: NOVIEMBRE 2022

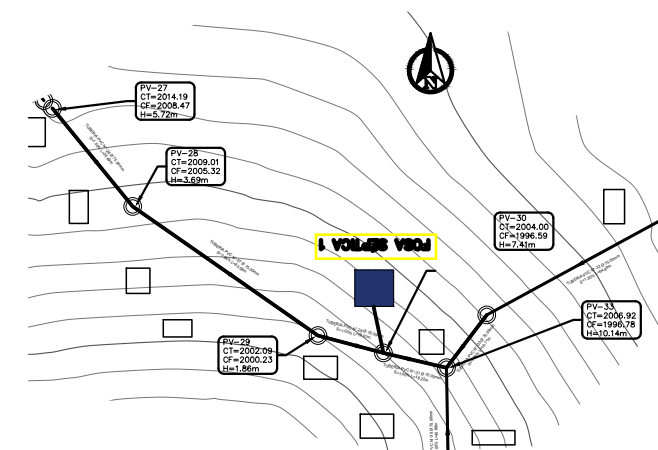
HOJA:  
02 / 11



PLANTA PV-34 A FS1  
ESCALA: 1/1000

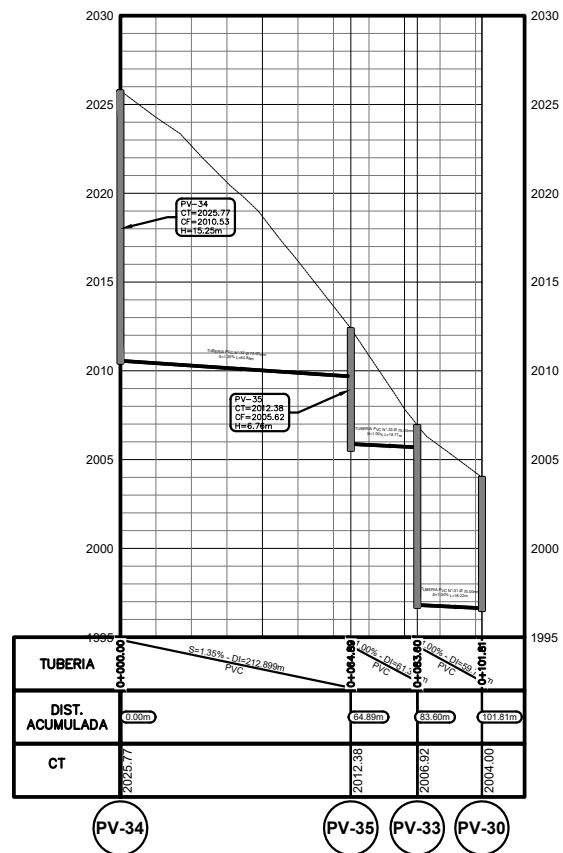


PLANTA PV-31 A PV-33  
ESCALA: 1/1000



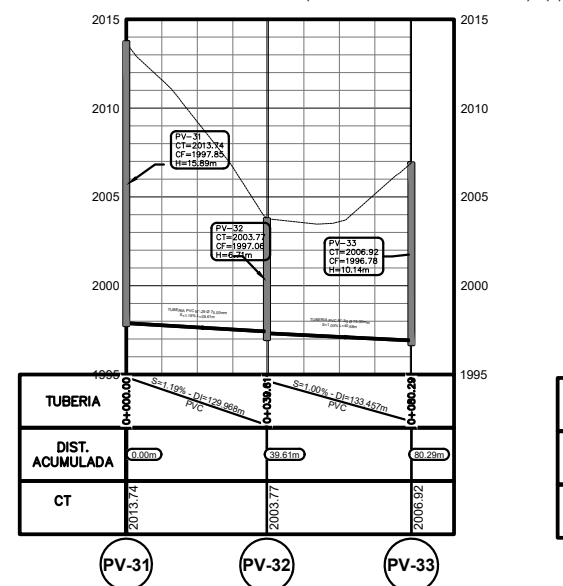
PLANTA PV-27 A FS1  
ESCALA: 1/1000

PERFIL LONGITUDINAL:FOSA 1 - (ALCANTARILLADO SANITARIO) - (1)



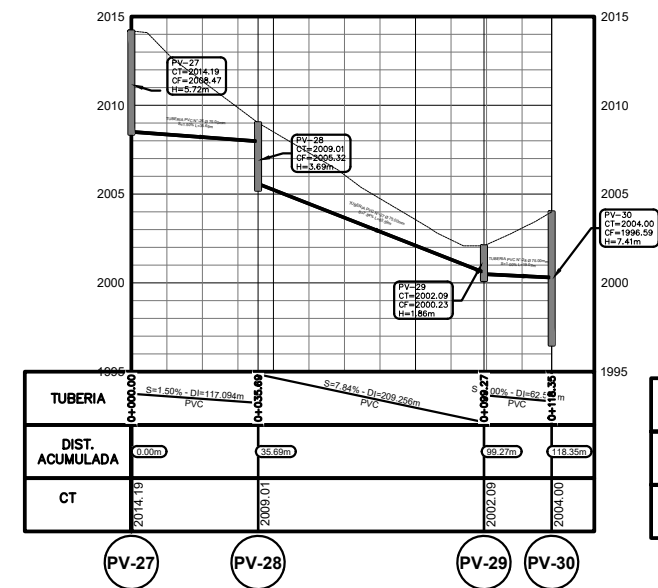
PERFIL PV-34 A FS1  
ESCALA: 1/1000

PERFIL LONGITUDINAL:PZ31-FOSA 1 - (ALCANTARILLADO SANITARIO) - (1)

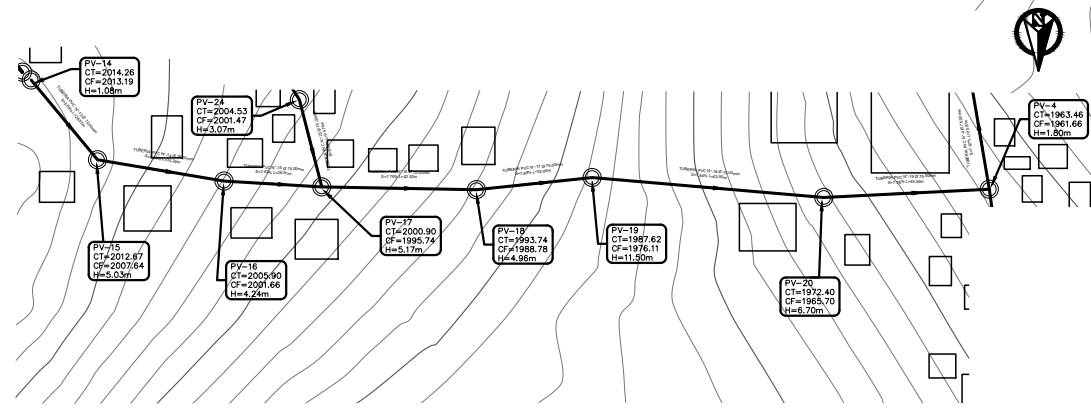


PERFIL PV-31 A PV-34  
ESCALA: 1/1000

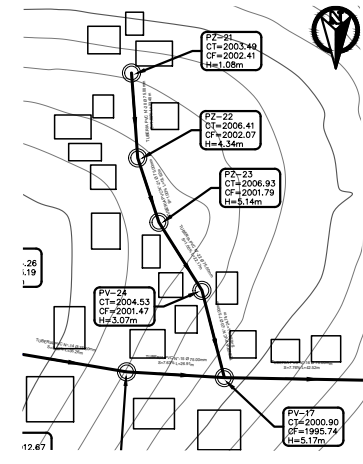
)- (1) PERFIL LONGITUDINAL:PV27-FOSA 1 - (ALCANTARILLADO SANITARIO) - (1)



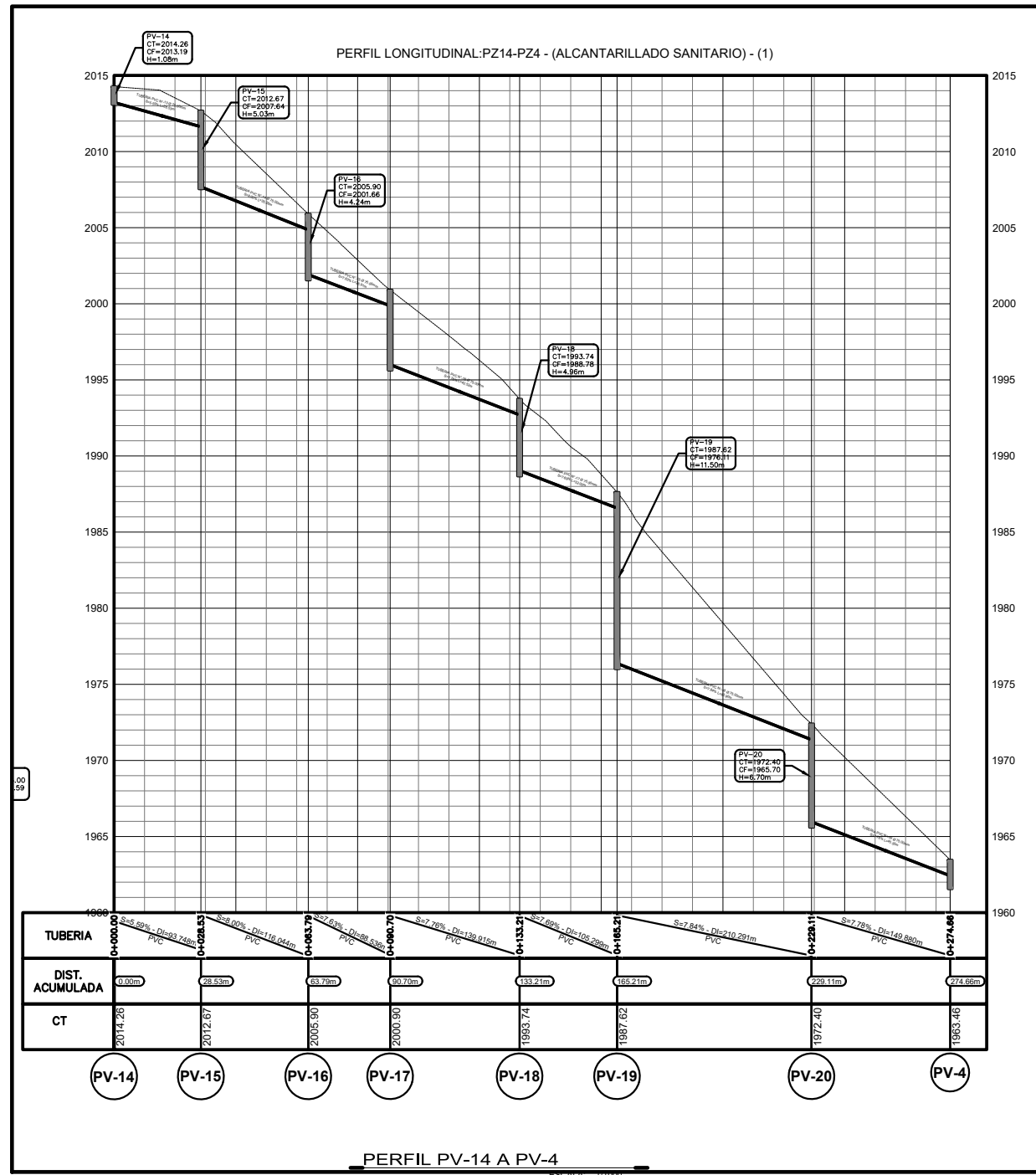
PERFIL PV-27 A FS1  
ESCALA: 1/1000



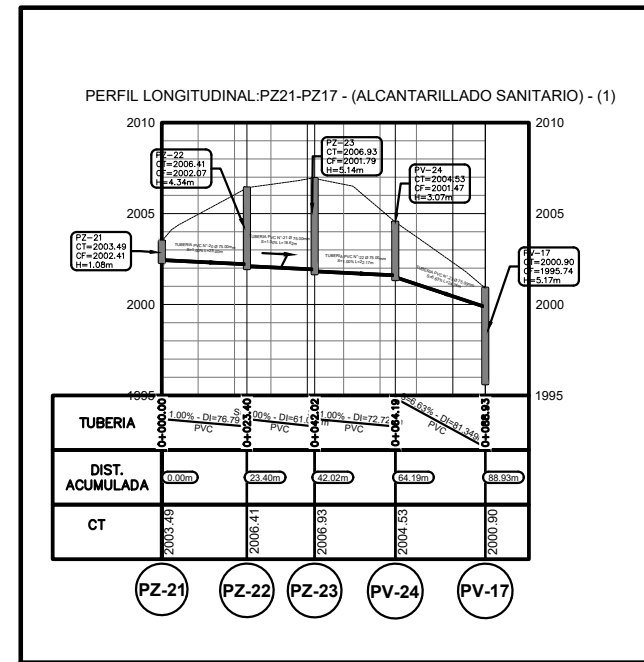
PLANTA PV-14 A PV-4  
ESCALA: 1/1000



PLANTA PV-21 A PV-17  
ESCALA: 1/1000



PERFIL PV-14 A PV-4  
ESCALA: 1/1000



PERFIL PV-21 A PV-17  
ESCALA: 1/1000



NOMBRE DEL PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ BLANCA SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

UBICACION: LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ BLANCA SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

DISENO: BYRON ALVARADO

DIBUJO: BYRON ALVARADO

CALCULO: BYRON ALVARADO

CONTENIDO: PLANTA-PERFIL PV-14 A PV-4 PV-21 A PV-17

FASE:	ARQ	EST	INS	INS/ESP

FIRMA DEL PROFESIONAL:

ESCALA: INDICADA

FECHA: NOVIEMBRE 2022

HOJA:

03



NOMBRE DEL PROYECTO:  
CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ BLANCA  
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

UBICACION:  
LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ BLANCA  
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

DISEÑO: BYRON ALVARADO

DIBUJO: BYRON ALVARADO

CALCULO: BYRON ALVARADO

CONTENIDO:  
PLANTA-PERFIL  
PV-1 A PV-13

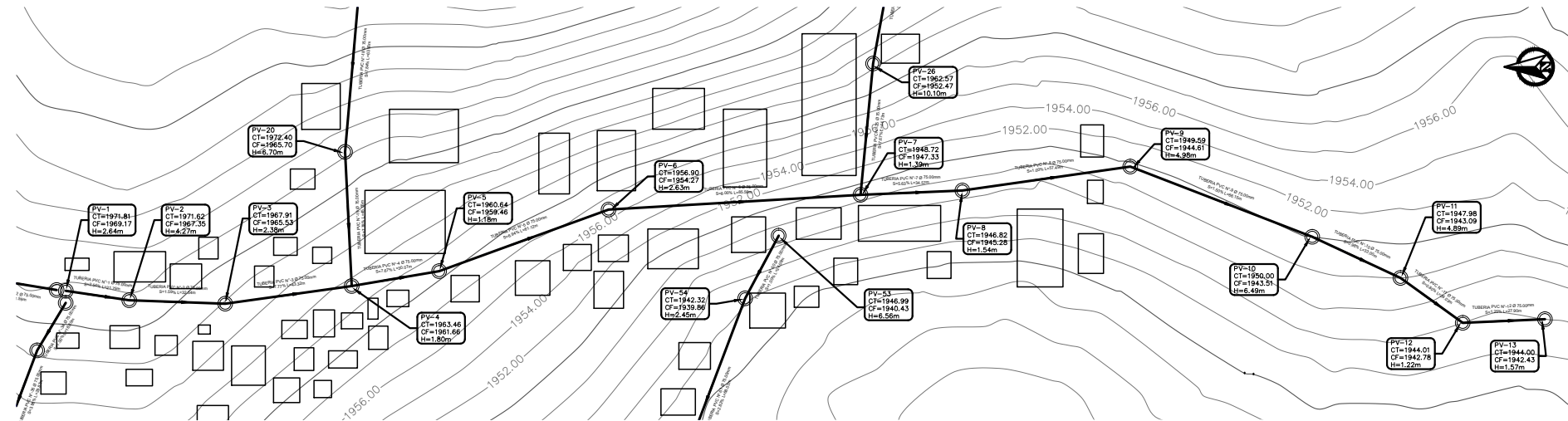
FASE:	ARG	EST	INS	INS/ESP

FIRMA DEL PROFESIONAL:

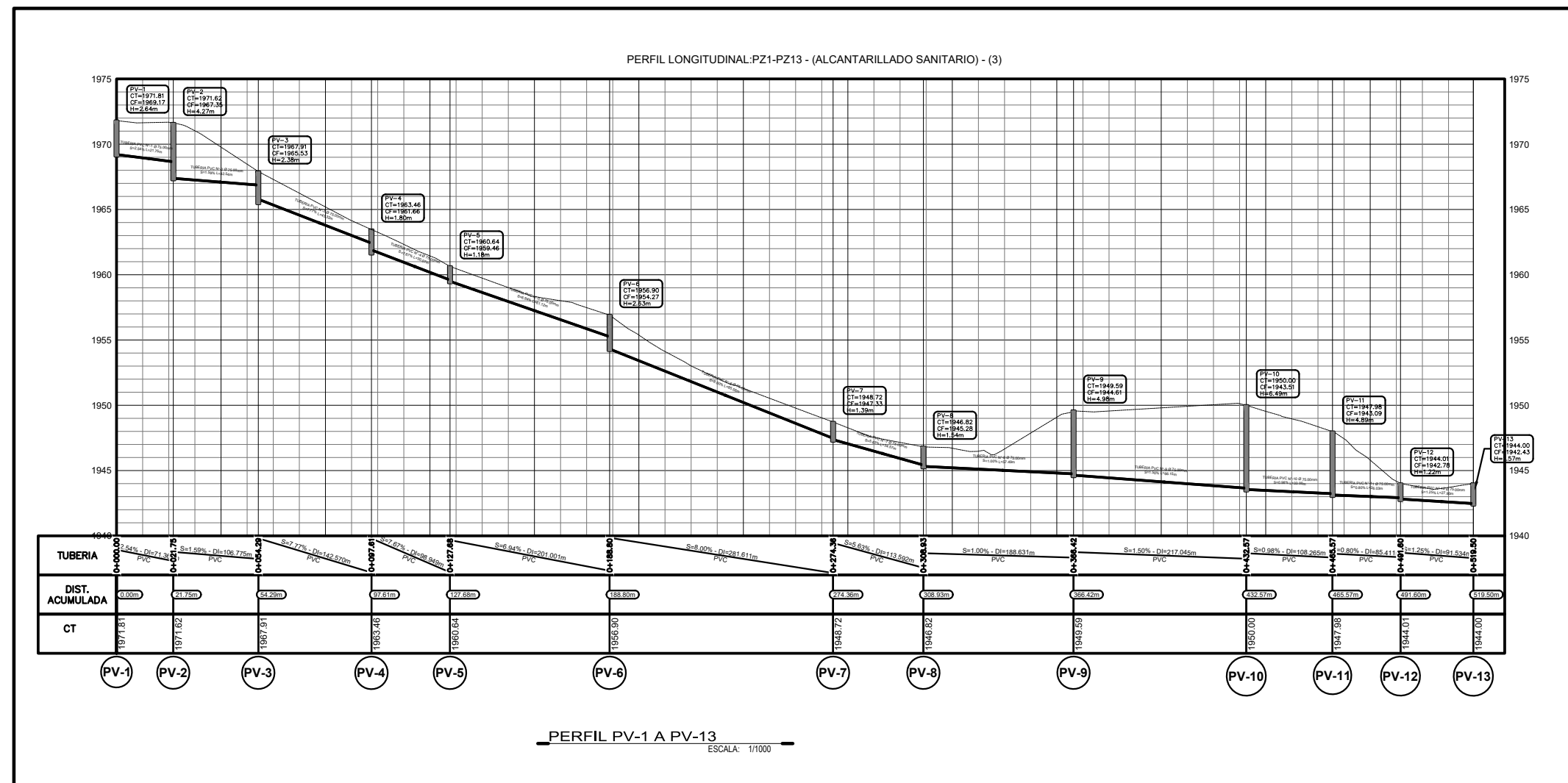
ESCALA: INDICADA

FECHA: MARZO 2022

HOJA:  
04 / 11



PLANTA PV-1 A PV-13  
ESCALA: 1/1000



PERFIL PV-1 A PV-13  
ESCALA: 1/1000



NOMBRE DEL PROYECTO:  
CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ BLANCA  
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

UBICACION:  
LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ BLANCA  
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

DISEÑO: BYRON ALVARADO

DIBUJO: BYRON ALVARADO

CALCULO: BYRON ALVARADO

CONTENIDO:  
PLANTA-PERFIL  
PV-25 A PV-7  
PV-53 A PV-47  
PV-79 A PV-80

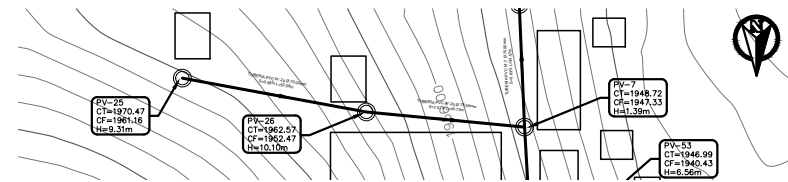
FASE:	ARQ	EST	INS	INS/ESP

FIRMA DEL PROFESIONAL:

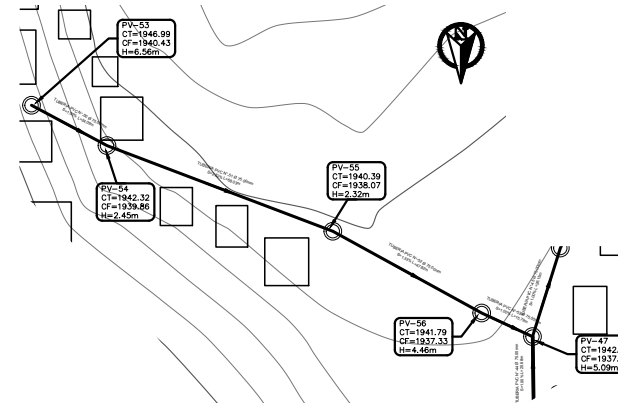
ESCALA: INDICADA

FECHA: NOVIEMBRE 2022

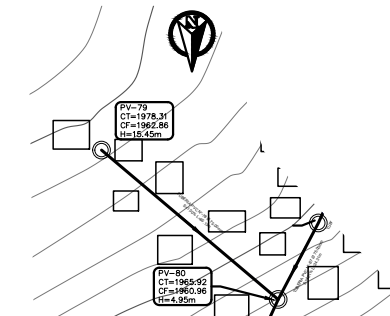
HOJA:  
05 / 11



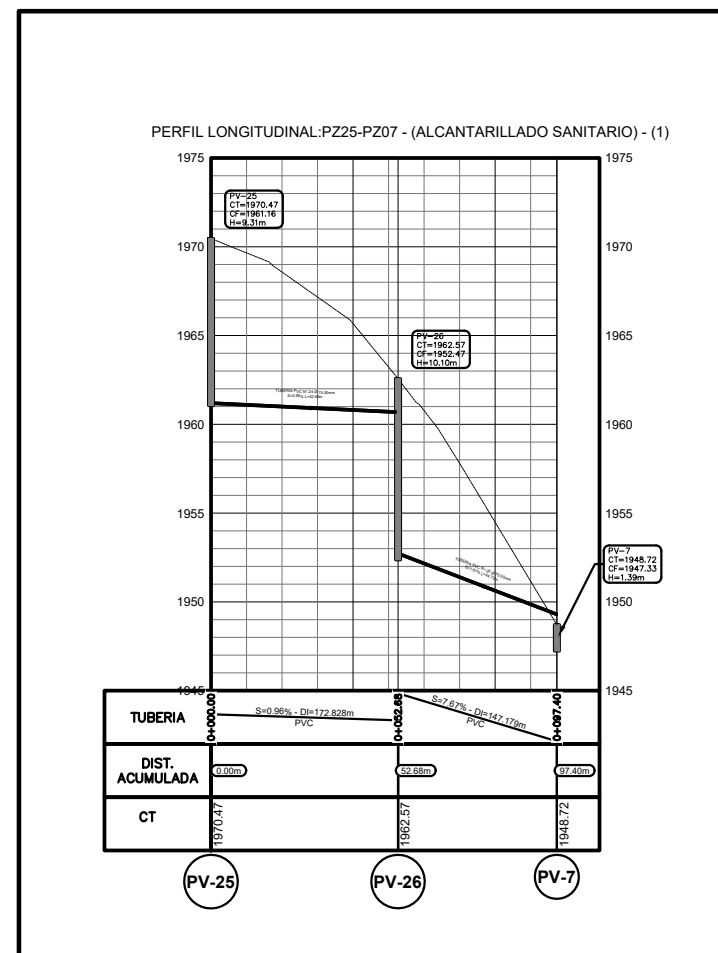
PLANTA PV-25 A PV-7  
ESCALA: 1/1000



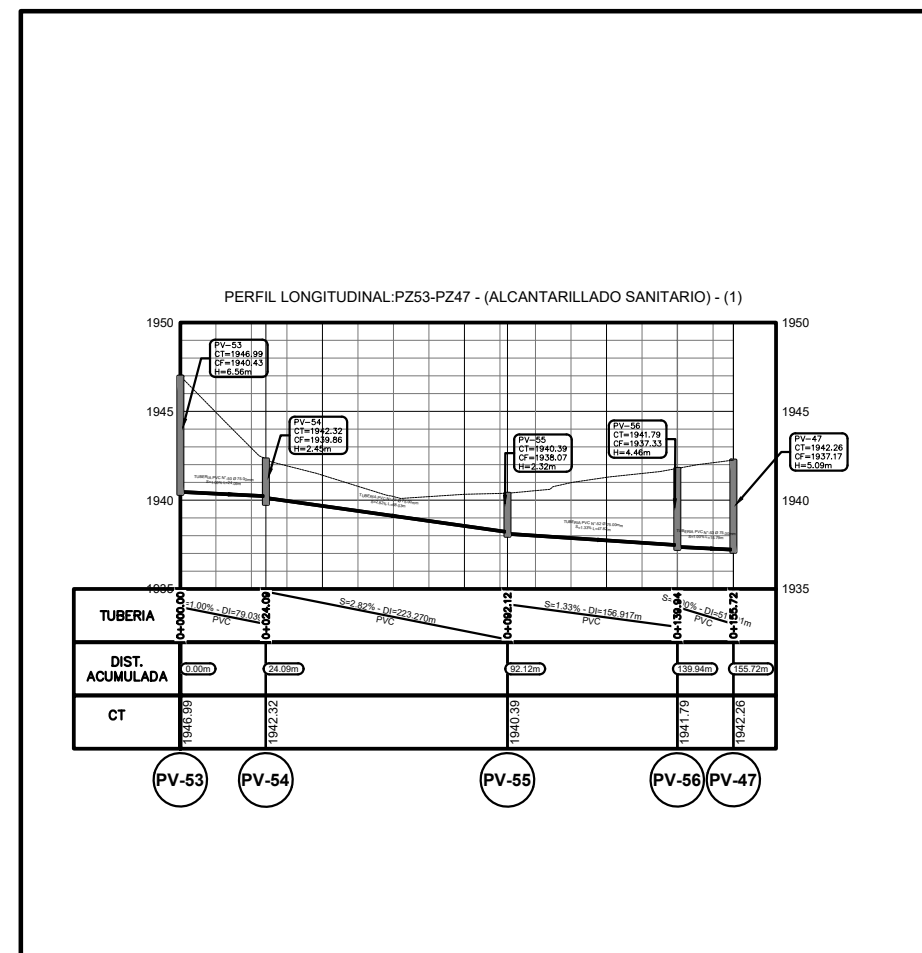
PLANTA PV-53 A PV-47  
ESCALA: 1/1000



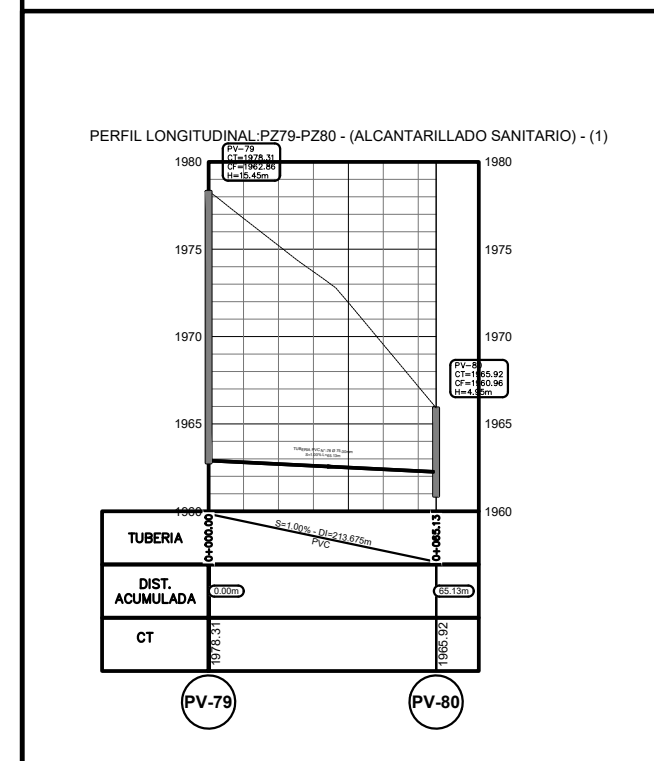
PLANTA PV-79 A PV-80  
ESCALA: 1/1000



PERFIL PV-25 A PV-7  
ESCALA: 1/1000



PERFIL PV-53 A PV-47  
ESCALA: 1/1000



PERFIL PV-79 A PV-80  
ESCALA: 1/1000



NOMBRE DEL PROYECTO:  
CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ BLANCA  
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

UBICACION:  
LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ BLANCA  
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

DISEÑO:  
BYRON ALVARADO

DIBUJO:  
BYRON ALVARADO

CALCULO:  
BYRON ALVARADO

CONTENIDO:  
PLANTA-PERFIL  
PV-57 A FS2  
PV-66 A PV-60

FASE:	ARG	EST	INS	INS/ESP

FIRMA DEL PROFESIONAL:

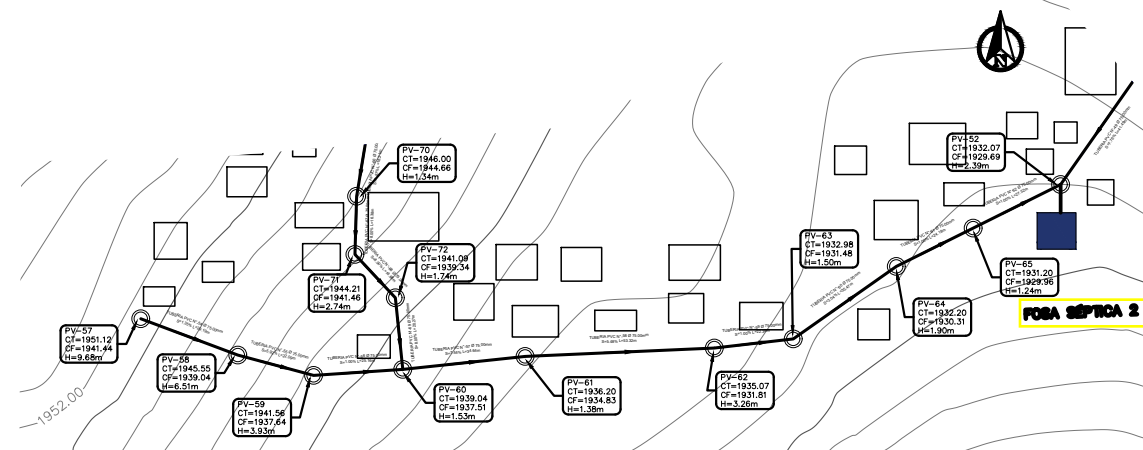
ESCALA: INDICADA

FECHA: NOVIEMBRE 2022

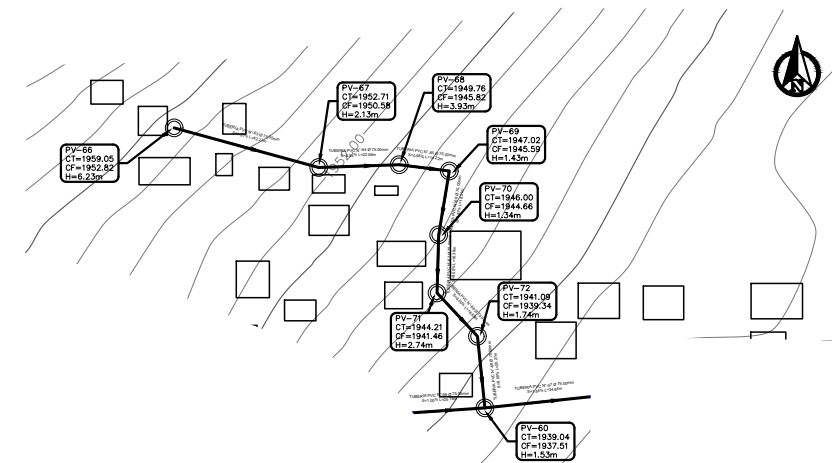
HOJA:

06

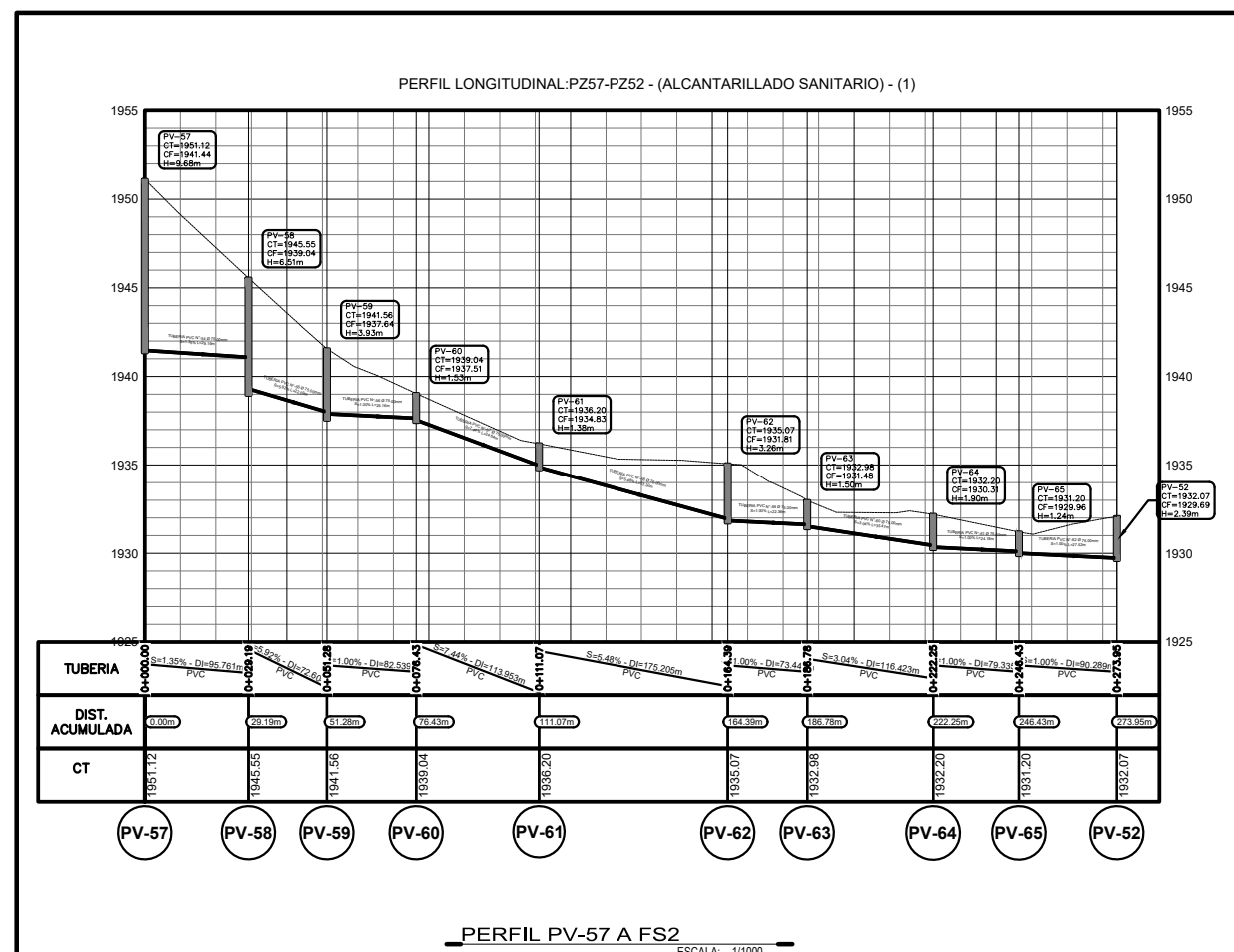
11



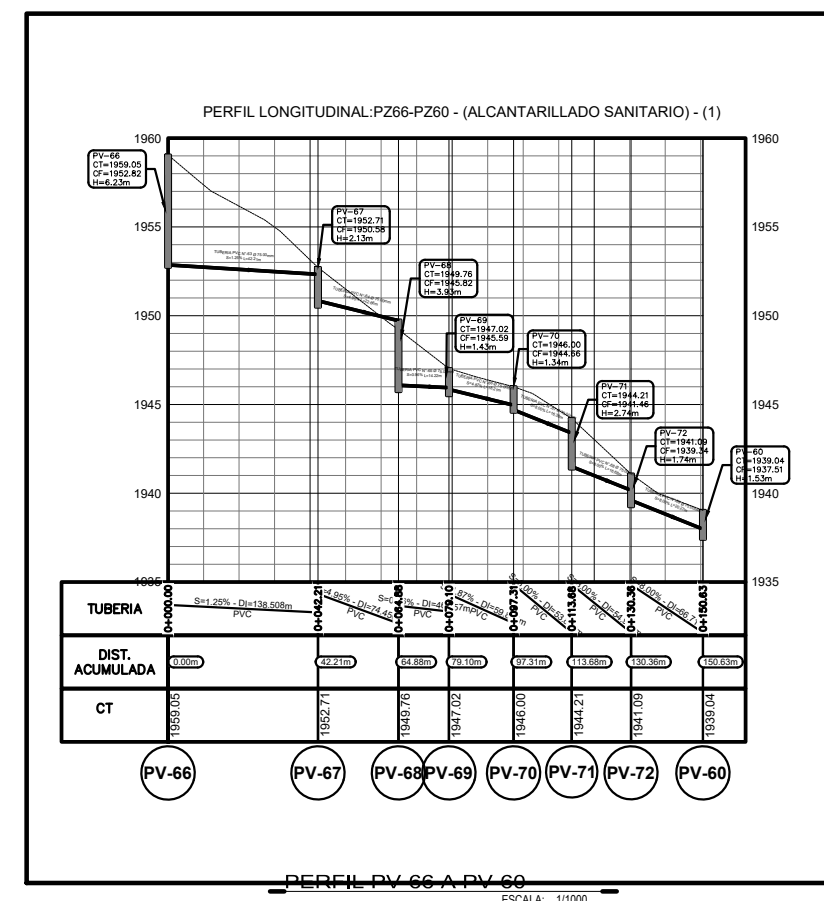
PLANTA PV-57 A FS2  
ESCALA: 1/1000



PLANTA PV-66 A PV-60  
ESCALA: 1/1000



PERFIL PV-57 A FS2  
ESCALA: 1/1000



PERFIL PV-66 A PV-60  
ESCALA: 1/1000



NOMBRE DEL PROYECTO:  
CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ BLANCA  
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

UBICACION:  
LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ BLANCA  
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

DISEÑO:  
BYRON ALVARADO

DIBUJO:  
BYRON ALVARADO

CALCULO:  
BYRON ALVARADO

CONTENIDO:  
PLANTA-PERFIL  
PV-36 A FS2

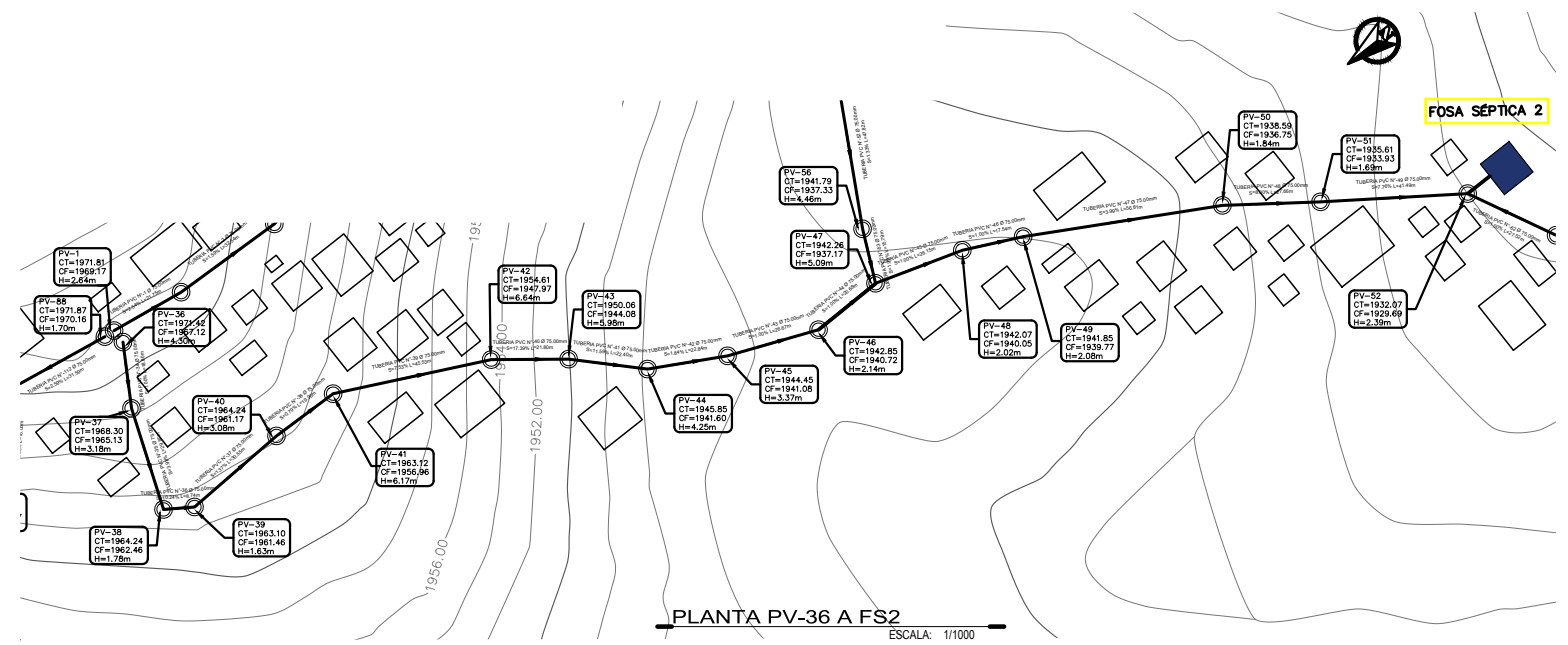
FASE:	ARG	EST	INS	INS/ESP

FIRMA DEL PROFESIONAL:

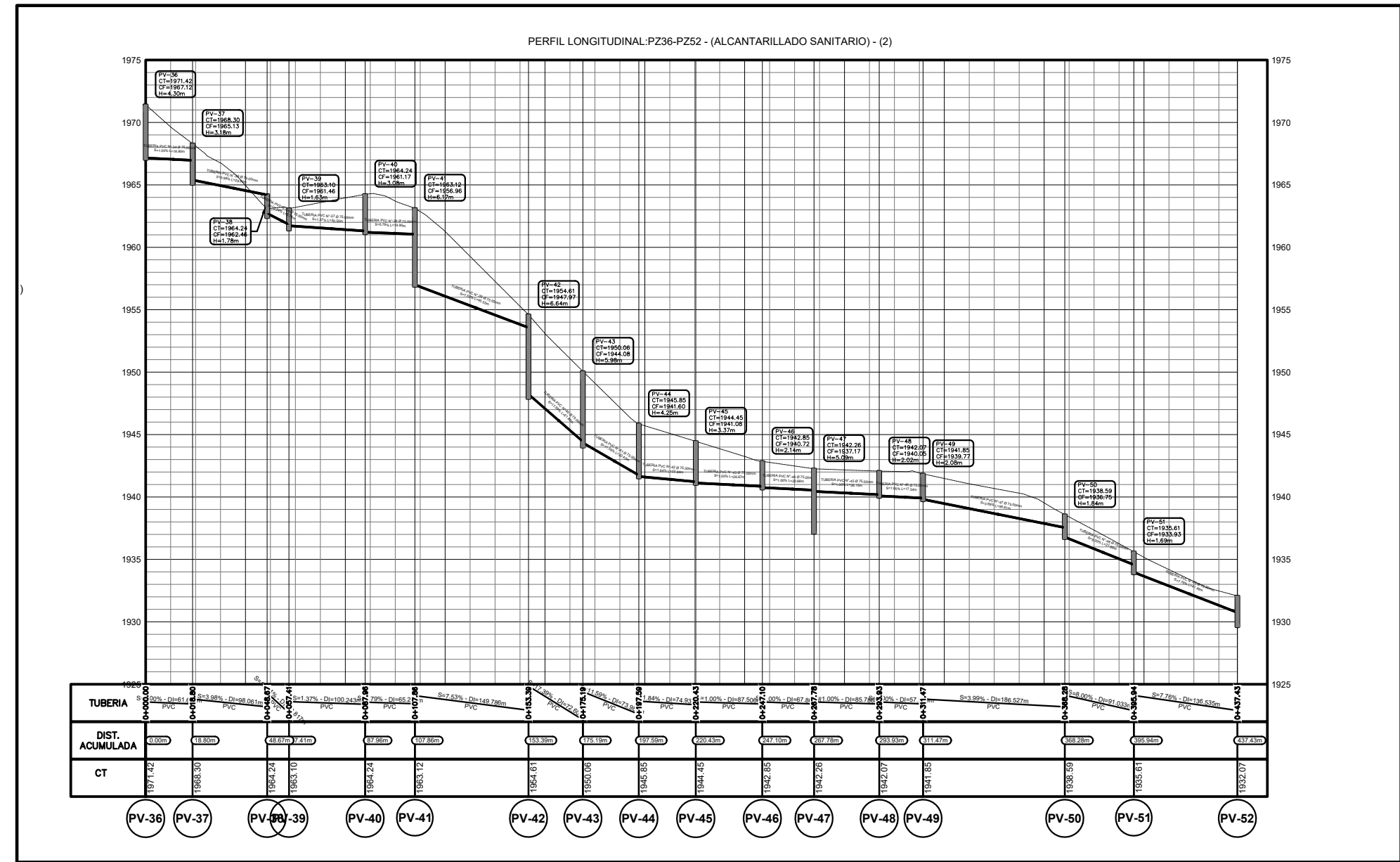
ESCALA: INDICADA

FECHA: MARZO 2022

HOJA:  
07 / 11



PLANTA PV-36 A FS2  
ESCALA: 1/1000



PERFIL PV-36 A FS2  
ESCALA: 1/1000





NOMBRE DEL PROYECTO:  
CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ BLANCA  
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

UBICACION:  
LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ BLANCA  
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

DISEÑO:  
BYRON ALVARADO

DIBUJO:  
BYRON ALVARADO

CALCULO:  
BYRON ALVARADO

CONTENIDO:  
PLANTA-PERFIL  
PV-73 A FS3  
PV-88 A FS4

FASE:	ARG	EST	INS	INS/ESP

FIRMA DEL PROFESIONAL:

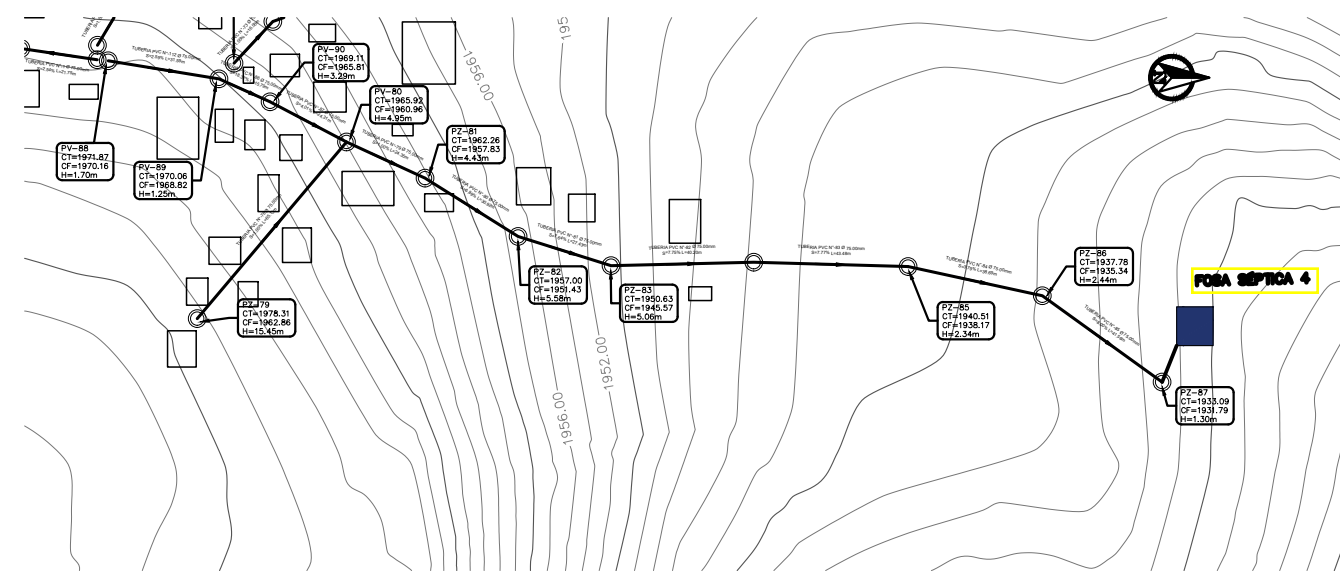
ESCALA: INDICADA

FECHA: MARZO 2022

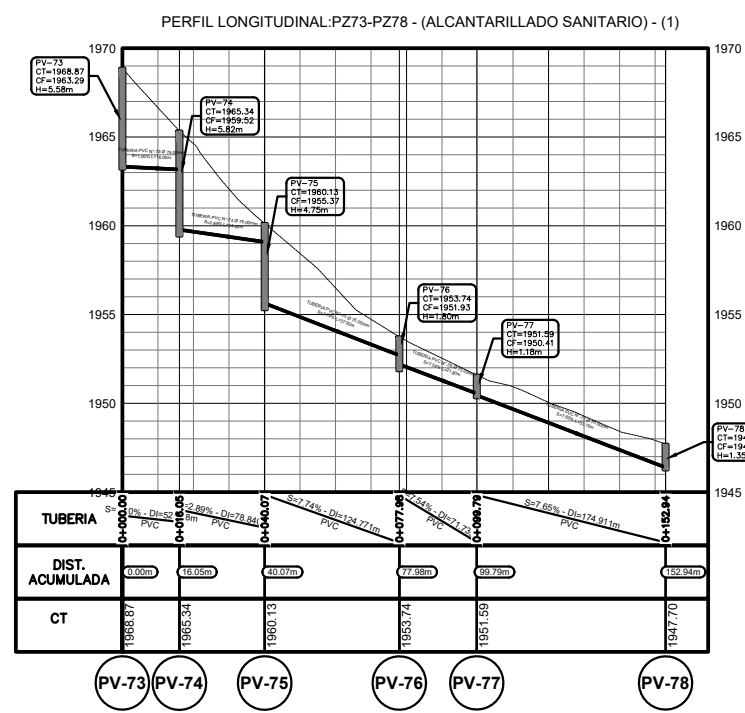
HOJA:  
08 / 11



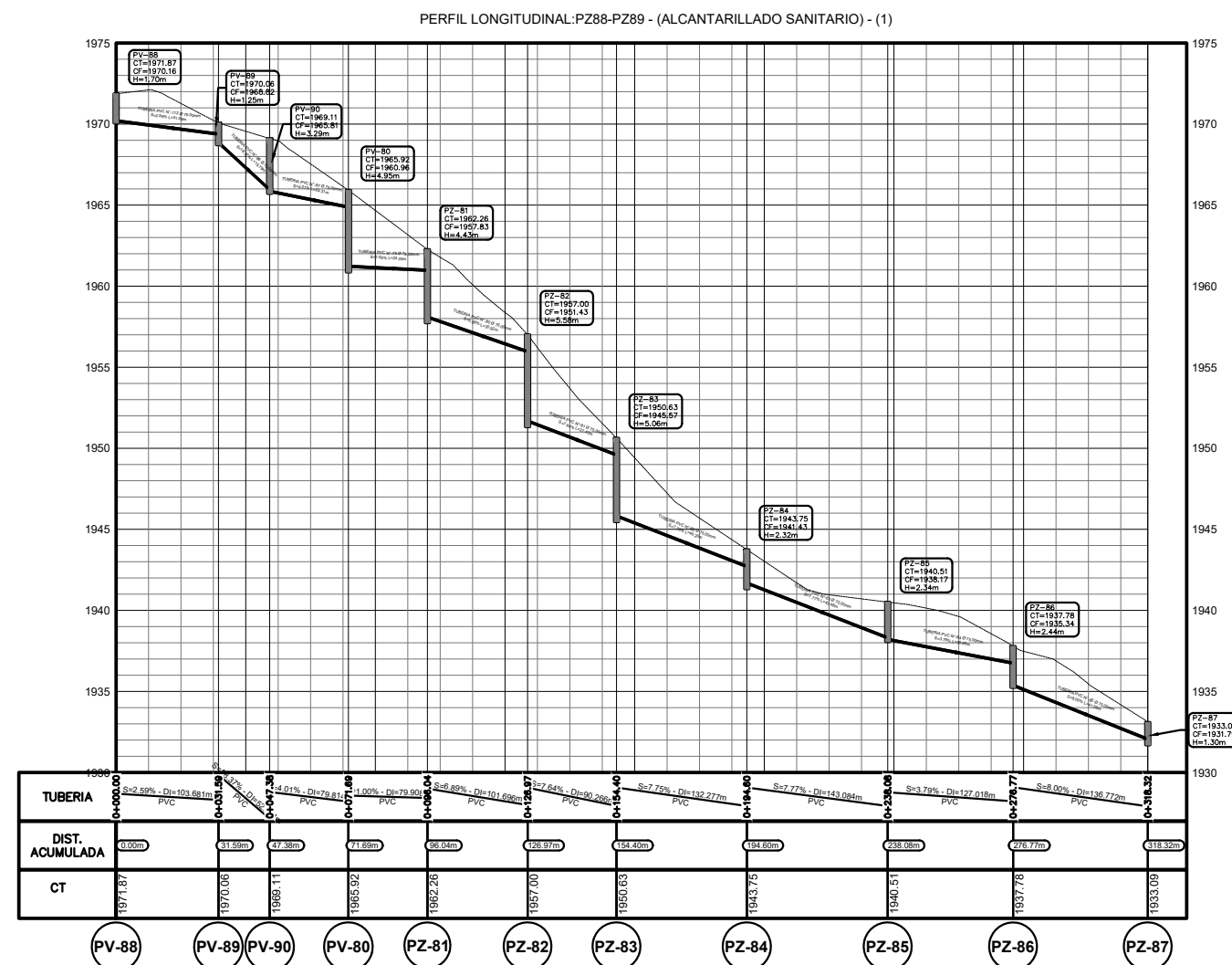
PLANTA PV-73 A FS3  
ESCALA: 1/1000



PLANTA PV-88 A FS4  
ESCALA: 1/1000



PERFIL PV-73 A FS3  
ESCALA: 1/1000



PERFIL PV-88 A FS4  
ESCALA: 1/1000



NOMBRE DEL PROYECTO:  
CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ BLANCA  
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

UBICACION:  
LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ BLANCA  
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

DISEÑO:  
BYRON ALVARADO

DIBUJO:  
BYRON ALVARADO

CALCULO:  
BYRON ALVARADO

CONTENIDO:  
PLANTA-PERFIL  
PV-91 A FS5

ARQ	EST	INS	INS/ESP

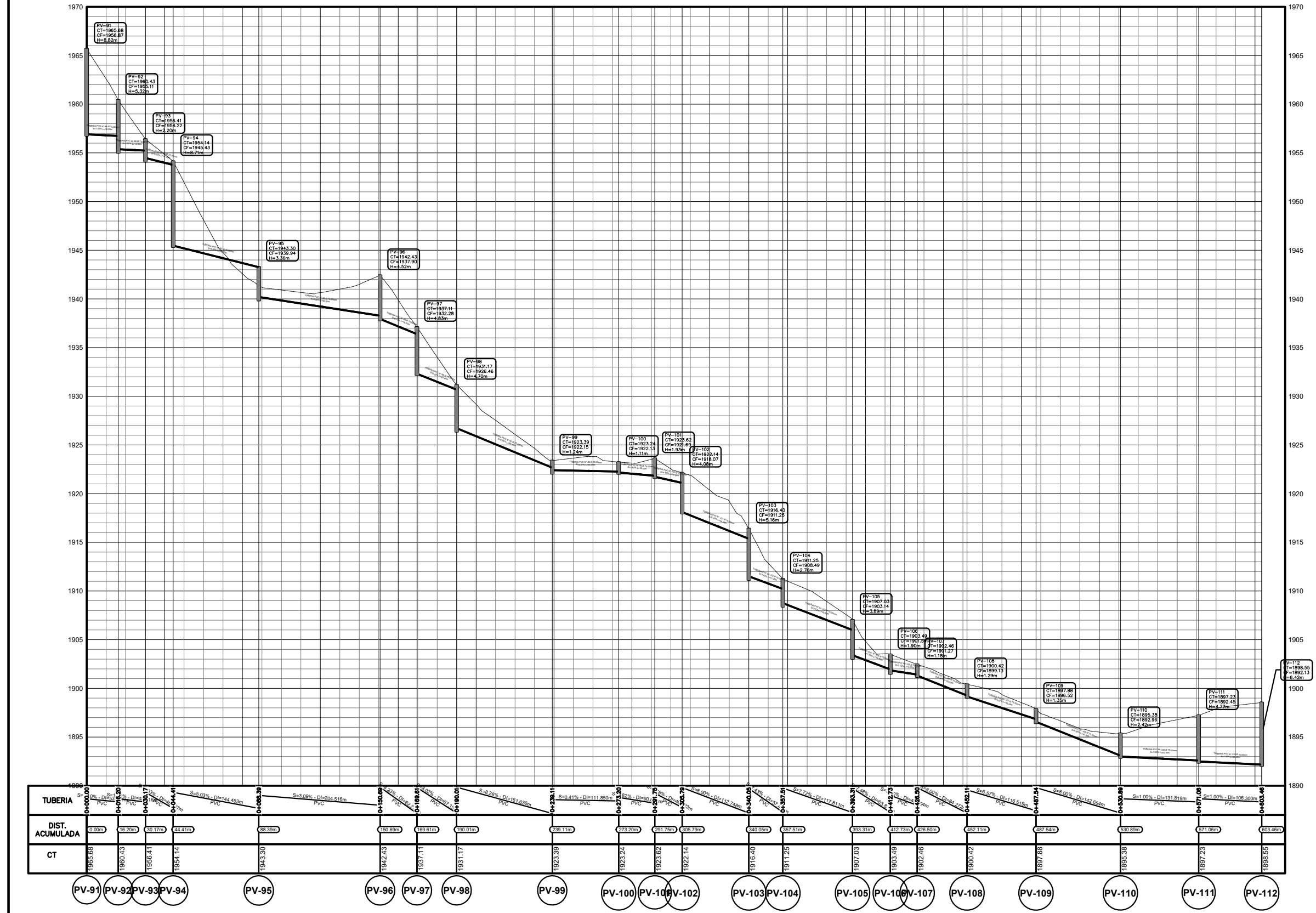
FIRMA DEL PROFESIONAL:

ESCALA: INDICADA

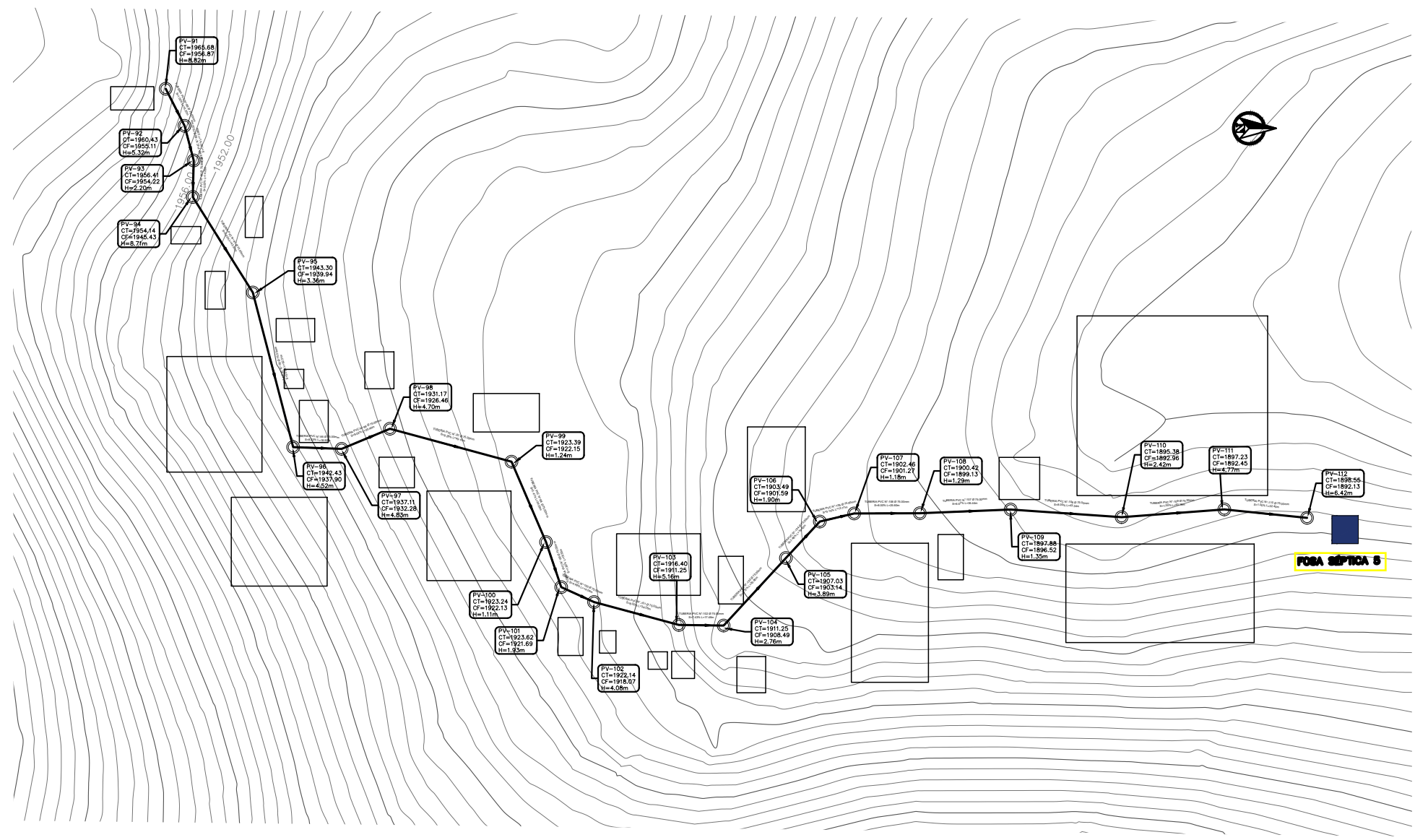
FECHA: NOVIEMBRE 2022

HOJA:  
09 / 11

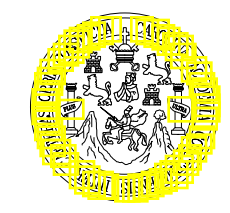
PERFIL LONGITUDINAL: PZ91-PZ119 - (ALCANTARILLADO SANITARIO) - (2)



PERFIL PV-91 A FS5  
ESCALA: 1/1000



PLANTA PV-91 A FS5  
ESCALA: 1/1000



NOMBRE DEL PROYECTO:  
CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ BLANCA  
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

UBICACION:  
LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ BLANCA  
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

DISEÑO:  
BYRON ALVARADO

DIBUJO:  
BYRON ALVARADO

CALCULO:  
BYRON ALVARADO

CONTENIDO:  
PLANTA-PERFIL  
PV-91 A FS5

FASE:	ARQ	EST	INS	INS/ESP

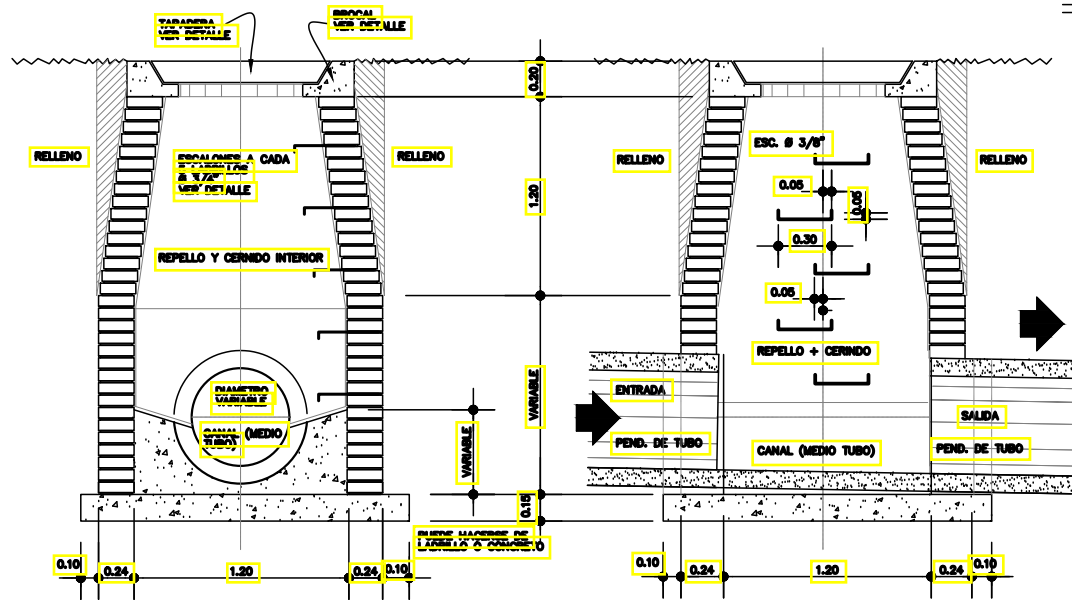
FIRMA DEL PROFESIONAL:

ESCALA: INDICADA

FECHA: NOVIEMBRE 2022

HOJA:  
10 / 11

POZO DE VISITA TÍPICO

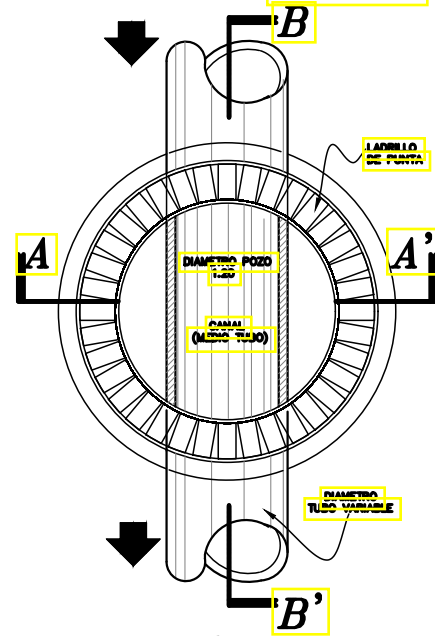


SECCION A-A'

SECCION B-B'

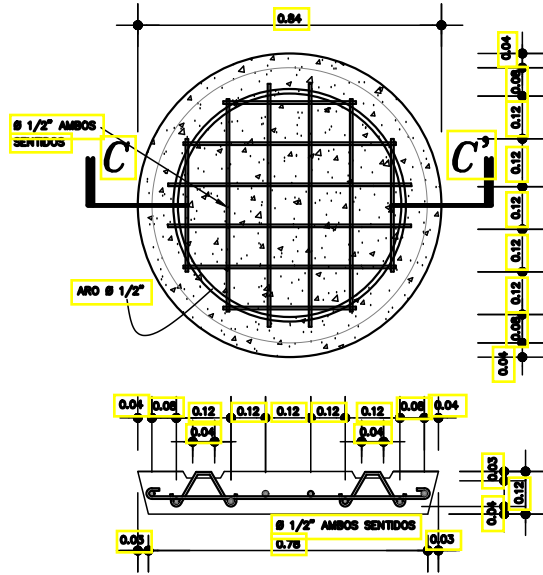
ESCALA 1/20.

ESCALA 1/20.



PLANTA

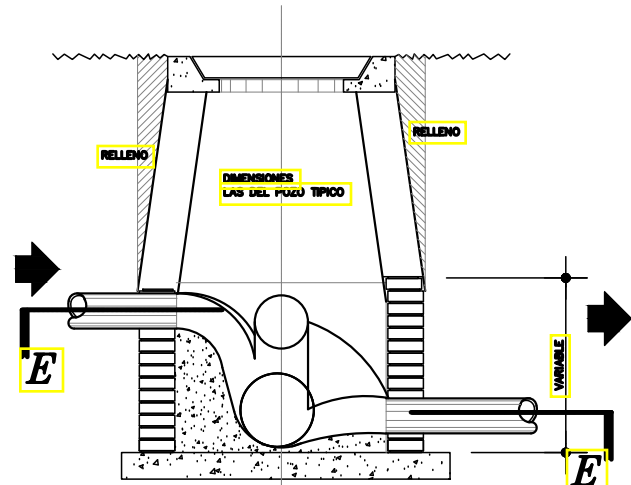
ESCALA 1/20.



TAPADERA POZO, PLANTA + SECCION C-C'

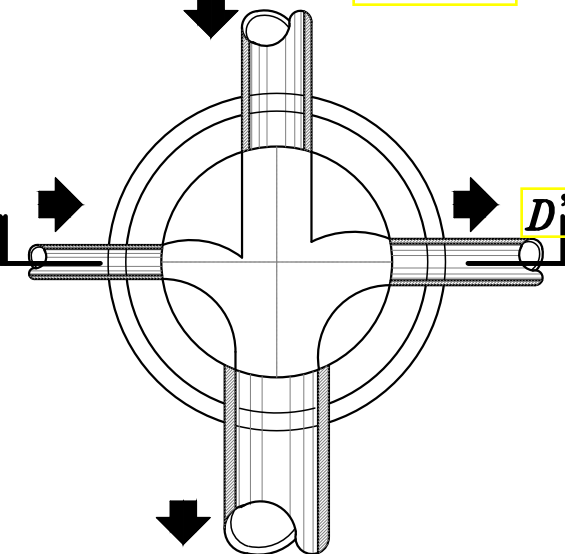
ESCALA 1/10.

DETALLE DE POZO CON 3 ENTRADAS



SECCION D-D'

ESCALA 1/20.

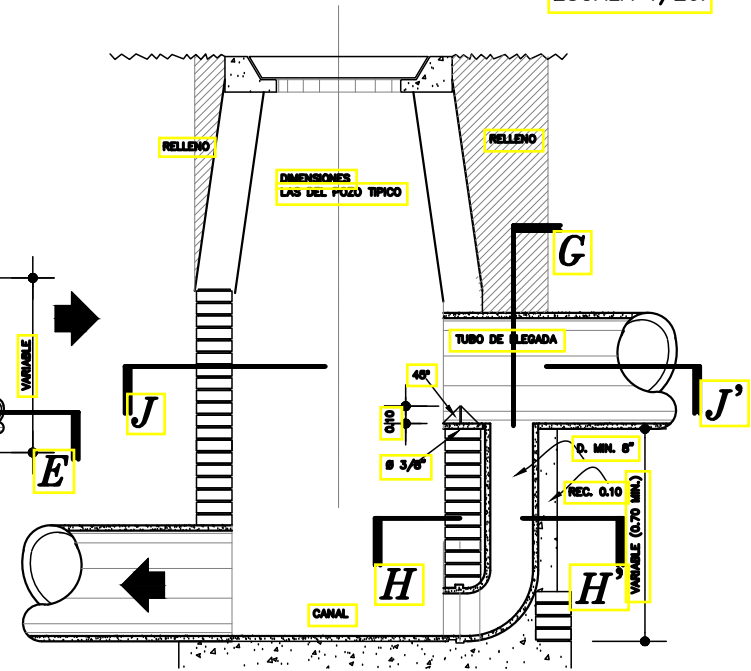


PLANTA E-E'

ESCALA 1/20.

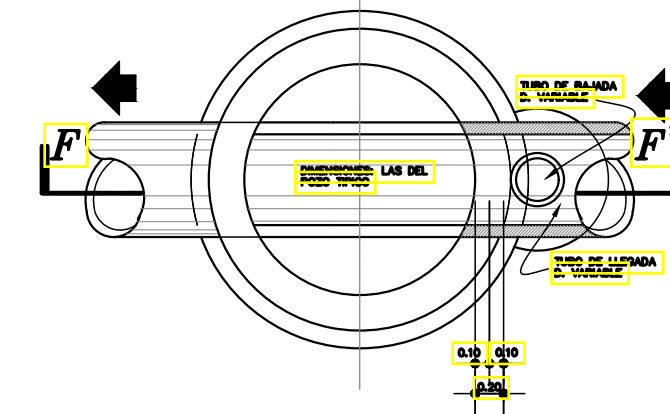
DETALLE DE POZO CON CAIDA MAYOR DE 0.70m.

ESCALA 1/20.



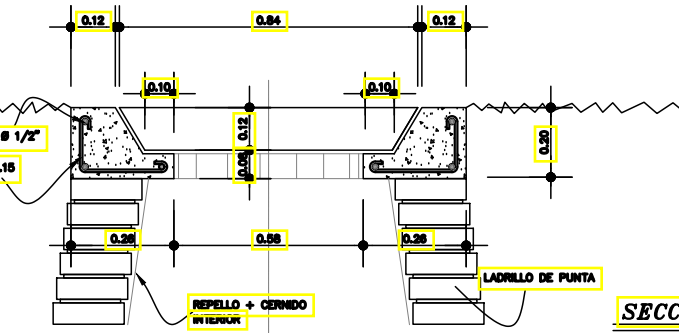
SECCION F-F'

ESCALA 1/20.



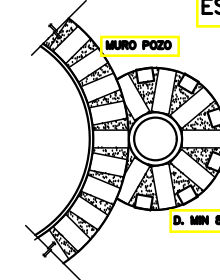
PLANTA J-J'

ESCALA 1/20.



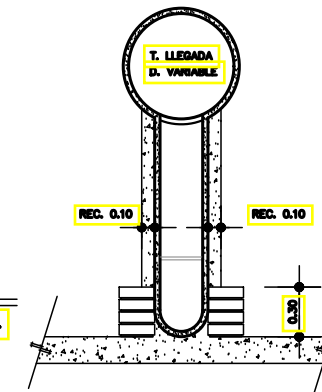
DETALLE DE BROCAL POZO

ESCALA 1/10.



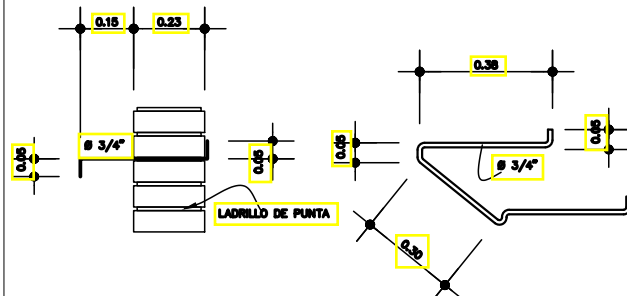
SECCION H - H'

ESCALA 1/10.



SECCION G-G'

ESCALA 1/20.



DETALLE DE ESCALON

ESCALA 1/10.

ESPECIFICACIONES

1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
2. EL CONCRETO DEBERA TENER UN  $F_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  PROPORCION 1:2:3:5.
3. EL MORTERO DEBERA SER DE CEMENTO Y ARENA DE RIO CON PROPORCION 1:3.
4. LOS BROCALES Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERAN USARSE SEGUN ESPECIFICACIONES A.C.I. ANTES DE SU INSTALACION.
5. EL ACERO A UTILIZAR SERA  $F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$ .



NOMBRE DEL PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ BLANCA SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

UBICACION: LAS TROJES 1, ALDEA CRUZ BLANCA SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

DISEÑO: BYRON ALVARADO

DIBUJO: BYRON ALVARADO

CALCULO: BYRON ALVARADO

CONTENIDO: DETALLES TÍPICOS POZOS DE VISITA

FASE:	ARO	EST	INS	INS/ESP

FIRMA DEL PROFESIONAL:

ESCALA: INDICADA

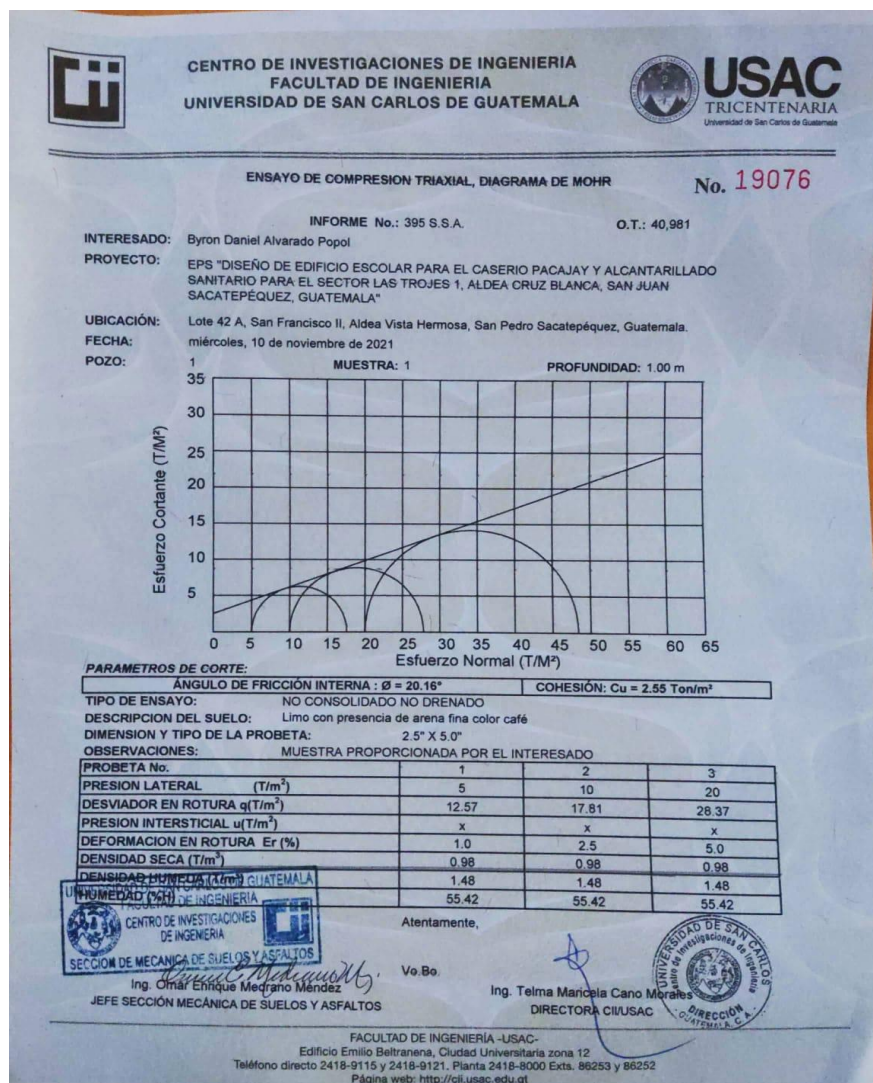
FECHA: MARZO 2022



# ANEXO

## Anexo 1.

### Estudio de suelo edificio escolar



Nota: Resultados de ensayo de compresión Triaxial, diagrama de Mohr. Obtenido del Centro de Investigaciones de Ingeniería. Facultad de Ingeniería USAC, 2021.